



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

**DOKTORA  
TEZİ**

**FARKLI REZİN SİMANLARIN  
TAM SERAMİK RESTORASYONLARIN  
RENGİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**SERTAÇ BAYRAK**

**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**KASIM 2018**



**FARKLI REZİN SİMANLARIN TAM SERAMİK RESTORASYONLARIN RENGİ  
ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Sertaç BAYRAK**

**DOKTORA TEZİ  
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KASIM 2018**

Sertaç BAYRAK tarafından hazırlanan “Farklı Rezin Simanların Tam Seramik Restorasyonların Rengi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi” adlı tez çalışmasında aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ /~~OY ÇOKLUĞU~~ ile Gazi Üniversitesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Dr. Öğretim Üyesi Mustafa KOCACIKLI

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~



**Başkan:** Prof. Dr. Cemal AYDIN

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~



**Üye:** Prof Dr. Suat YALUĞ

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

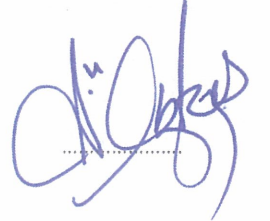
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~



**Üye:** Prof. Dr. D. Derya ÖZTAŞ

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~



**Üye:** Prof. Dr. Mehmet Ali KILIÇARSLAN

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~



Tez Savunma Tarihi:06/11/2018

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa ASLAN  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazımı Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içerisinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi ve değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak ve kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Sertaç BAYRAK

06/11/2018

# FARKLI REZİN SİMANLARIN TAM SERAMİK RESTORASYONLARIN RENGİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

(Doktora Tezi)

Sertaç BAYRAK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2018

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı; rezin simanların farklı tam seramik materyalleri olan lityum disilikat cam seramik IPS e.max Press (EMP) , zirkonyum ve alümina ile güçlendirilmiş In Ceram Zirconia (INZ) ve monolitik zirkonya materyali Prettau Zirconia (PRZ) ile üretilen restorasyonların sonuç rengi üzerine etkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmada; EMP, INZ ve PRZ tam seramik materyallerinden 10 mm çapında 1 mm kalınlığında disk şeklinde materyaller üretilip 0,5 mm kalınlığında feldspatik seramikle veneerlenmiştir. Örnekler her grup için 10 adet olmak üzere toplamda 3 adet tam seramik grubu oluşturulmuştur. Tam seramik örneklerin ilk spektrofotometrik ölçümleri CIE L\*a\*b\* renk sisteminde kaydedildikten sonra rezin simanların sonuç rengi üzerine etkisinin incelenmesi için 3M RelyX™ Unicem Aplicap (RS-1) rezin simanının; A2, A3 opak, translusent Panavia Clearfil™ SA Cement Plus (RS-2) rezin simanının A2, beyaz, translusent ve SDI seT (RS-3) rezin simanının; A2, beyaz opak, translusent renkleri için 0,2 mm kalınlığında disk şeklinde 10 adet olmak üzere toplam 9 adet rezin siman grubu oluşturuldu ve tam seramik örneklerle optik olarak bağlandıktan sonra ikinci spektrofotometrik ölçümleri kaydedildi. Renk farklılıkları ( $\Delta E^*$ ) CIE L\*a\*b\* renk sisteminin formülüyle hesaplanarak gruplara ait değerler arası farklar Kruskal-Wallis ve varyans analizi (ANOVA) ile %95'lik güven aralığında ve  $p<0,05$  anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.  $\Delta E^*\geq 3,5$  seviyesindeki renk farklılıkları klinik olarak kabul edilemez şeklinde değerlendirildi. Sonuç olarak; EMP tam seramik ile ölçüm yapılan RS-2 beyaz ( $4,47\pm 1,00$ ), RS-2 A2 ( $4,09\pm 0,70$ ) ve RS-1 A3 opak ( $4,13\pm 0,80$ ) rezin simanlarında klinik olarak kabul edilemeyecek renk değişimi tespit edildi ( $P<0,05$ ). INZ ve PRZ tam seramik gruplarında renk farklılıkları klinik olarak kabul edilebilir sınırın altında ( $\Delta E^*\leq 3,5$ ) bulundu.

Bilim Kodu : 1050  
Anahtar Kelimeler : Tam seramik, renk, rezin siman  
Sayfa Adedi : 100  
Danışman : Dr. Öğretim Üyesi Mustafa KOCACIKLI

INVESTIGATION OF EFFECT OF DIFFERENT RESIN CEMENTS ON THE COLOR OF ALL  
CERAMIC RESTORATIONS

(Ph. D. Thesis)

Sertaç BAYRAK

GAZI UNIVERSITY  
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES  
November 2018

ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the effect of resin cements on the final color of all ceramic materials which are; lithium disilicate glass ceramic IPS e.max Press (EMP), zirconium and alumina reinforced In Ceram Zirconia (INZ) and monolithic zirconia material Prettau Zirconia (PRZ). In this study; EMP, INZ and PRZ were produced 10 mm in diameter and 1 mm in thickness, shaped as disc and veneered with feldspathic porcelain in 0,5 mm thickness. There were 3 all ceramic groups which contains 10 samples for each. After initial spectrophotometric measurements of all ceramic samples where recorded as CIE L\*a\*b\* color system, total of 9 resin cement groups were formed from 3M RelyX™ Unicem Aplicap (RS-1); A2, A3 opaque, translucent; Panavia Clearfil™ SA Cement Plus (RS-2) A2, white, translucent and SDI seT (RS-3) A2, white opaque, translucent colors. 10 disk-shaped samples were produced in 0,2 mm thickness for each resin cement group. Second spectrophotometric measurements were recorded after optical connection of all ceramic samples with resin cement samples. Color differences ( $\Delta E^*$ ) were calculated with CIE L\*a\*b\* color system formula and differences between groups were assessed by Kruskal-Wallis and analysis of variance (ANOVA) tests at 95% significance range and  $p < 0.05$  significance level. Color differences ( $\Delta E^*$ ) above the level of  $\Delta E^* \geq 3,5$  were evaluated as clinically unacceptable. As a result; clinically unacceptable color change was detected at RS-2 white ( $4,47 \pm 1,00$ ), RS-2 A2 ( $4,09 \pm 0,70$ ) and RS-1 A3 opaque ( $4,13 \pm 0,80$ ) resin cements measured with EMP all ceramic disks ( $P < 0.05$ ). Color differences in INZ and PRZ all ceramic groups were found below the clinically acceptable limit ( $\Delta E^* \leq 3,5$ ).

Science Code : 1050  
Key Words : All ceramic, shade, resin cement  
Page Number : 100  
Advisor : Assist. Prof. Mustafa KOCACIKLI

## TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim boyunca yolumu aydınlatan, diş hekimliğine ve hayata dair bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen değerli hocam, abim ve danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KOCACIKLI'ya,

Tez çalışmam ve doktora eğitimimdeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Seçil KARAKOCA NEMLİ, Doç. Dr. Evşen TAMAM ve Doç. Dr. Merve BANKOĞLU GÜNGÖR olmak üzere Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'ndaki öğretim üyelerine ve tez jürimde bulunan saygıdeğer hocalarıma,

Doktora eğitimim süresince, sosyal yaşamımda yanımda olan ve tanımaktan gurur duyduğum arkadaşlarım Dr. Dt. Anıl ALGÜR, Dr. Dt. Anıl GERÇEK, Dr. Dt. Mustafa SOLMAZGÜL, Dr. Dt. Metleb NADİROV, Dr. Dt. Fatih ERKÜN, Dr. Dt. Aylin DOĞAN, Dr. Dt. İrem KARADAĞ başta olmak üzere asistan arkadaşlarıma,

Diş hekimliği eğitimimin ilk gününden itibaren dostluğu ve desteğiyle her zaman yanımda olan dostum ve kardeşim Dr. Dt. Berkin ÖZTÜRK'e,

Tüm hayatım boyunca bana yol gösteren; sevgi, anlayış ve emekleriyle beni yetiştiren annem ve babam Nuray ve Sebahattin BAYRAK'a ve biricik kardeşim Dr. Selen TAMER'e,

Tez çalışmam sırasında ve tüm hayatımda verdiği destekle yanımda olan eşim, meslektaşım ve canımdan çok sevdiğim oğlumun annesi Öğr. Gör. Dr. Ayben BAYRAK'a,

En içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Sertaç BAYRAK

## İÇİNDEKİLER

|                                                                           | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                                                | iv    |
| ABSTRACT .....                                                            | v     |
| TEŞEKKÜR .....                                                            | vi    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                         | vii   |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....                                                | x     |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....                                                  | xii   |
| RESİMLERİN LİSTESİ .....                                                  | xiii  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                                             | xv    |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ .....                                                    | 1     |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                                                   | 3     |
| 2.1. Seramiklerin Tanımı ve Tarihçesi .....                               | 3     |
| 2.2. Dental Seramiklerin İçeriği ve Kimyasal Yapısı .....                 | 4     |
| 2.3. Dental Seramiklerin Sınıflandırılması .....                          | 6     |
| 2.3.1. Cam matris seramikler .....                                        | 8     |
| 2.3.2. Polikristalin seramikler .....                                     | 12    |
| 2.4. Rezin Simanlar .....                                                 | 16    |
| 2.4.1. Rezin simanların yapısı .....                                      | 18    |
| 2.4.2. Rezin simanların polimerizasyonlarına göre sınıflandırılması ..... | 19    |
| 2.5. Diş Hekimliğinde Renk .....                                          | 21    |
| 2.5.1. Renk sistemleri .....                                              | 22    |
| 2.5.2. Renk ölçüm yöntemleri .....                                        | 26    |
| 2.6. Kırılma İndisi Materyali .....                                       | 30    |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM .....                                                  | 31    |



**Sayfa**

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1. Örneklerin Hazırlanması.....                                                                                | 32        |
| 3.2. Alt Yapı Örneklerin Hazırlanması.....                                                                       | 32        |
| 3.2.1. IPS e.max Press örneklerin (EMP) hazırlanması .....                                                       | 32        |
| 3.2.2. In-Ceram zirconia (INZ) örneklerin hazırlanması .....                                                     | 33        |
| 3.2.3. Prettau zirconia (PRZ) örneklerin hazırlanması .....                                                      | 35        |
| 3.3. Alt Yapı Örneklerine Veneer Seramiği Uygulaması .....                                                       | 36        |
| 3.4. Veneer Seramiği Uygulanmış Örneklere Glaze İşlemi Uygulanması .....                                         | 37        |
| 3.5. Tam Seramik Örneklerin İlk Renk Ölçümlerinin Gerçekleştirilmesi .....                                       | 37        |
| 3.6. Rezin siman örneklerin elde edilmesi .....                                                                  | 38        |
| 3.6.1. Rezin siman-1 örneklerin hazırlanması.....                                                                | 38        |
| 3.6.2. Rezin siman-2 örneklerin hazırlanması.....                                                                | 40        |
| 3.6.3. Rezin siman-3 örneklerin hazırlanması.....                                                                | 42        |
| 3.7. Tam Seramik Örneklerin Siman Örneklerle Beraber İkinci Renk Ölçümlerinin Gerçekleştirilmesi.....            | 44        |
| 3.8. İstatistik Değerlendirme .....                                                                              | 47        |
| <b>4. BULGULAR .....</b>                                                                                         | <b>49</b> |
| 4.1. Aynı Materyal ve Siman Grubu İçerisinde Siman Renklerinin Renk Değişimine Etkisinin Değerlendirilmesi ..... | 49        |
| 4.1.1. INZ grubu içerisinde RS1 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi .....                       | 49        |
| 4.1.2. INZ grubu içerisinde RS2 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi .....                       | 50        |
| 4.1.3. INZ grubu içerisinde RS3 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi .....                       | 51        |
| 4.1.4. EMP grubu içerisinde RS1 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi .....                       | 52        |
| 4.1.5. EMP grubu içerisinde RS2 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi .....                       | 53        |

**Sayfa**

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.6. EMP grubu içerisinde RS3 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi .....        | 54 |
| 4.1.7. PRZ grubu içerisinde RS1 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi .....        | 55 |
| 4.1.8. PRZ grubu içerisinde RS2 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi .....        | 56 |
| 4.1.9. PRZ grubu içerisinde RS3 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi .....        | 57 |
| 4.2. Altyapı grupları için simanların renk değişimine etkilerinin incelenmesi .....               | 58 |
| 4.2.1. INZ grubu için siman gruplarının renk değişimine etkilerinin incelenmesi .....             | 58 |
| 4.2.2. EMP grubu için siman gruplarının renk değişimine etkilerinin incelenmesi .....             | 60 |
| 4.2.3. PRZ grubu için siman gruplarının renk değişimine etkilerinin incelenmesi .....             | 62 |
| 4.3. Tüm Altyapı Gruplarının ve Tüm Siman Gruplarının Renk Değişimine Etkisinin İncelenmesi ..... | 64 |
| 5. TARTIŞMA .....                                                                                 | 67 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                                                        | 83 |
| KAYNAKLAR .....                                                                                   | 85 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                                    | 99 |

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge                                                                                                                       | Sayfa |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 2.1. Renk farkları ( $\Delta E^*$ ) - klinik renk eşleşmesi .....                                                     | 25    |
| Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan alt yapı materyalleri .....                                                               | 31    |
| Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan rezin siman materyalleri .....                                                            | 31    |
| Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan kırılma indisi solüsyonu.....                                                             | 32    |
| Çizelge 3.4. Uygulanan veneer seramikleri ve üretici firmaları.....                                                           | 36    |
| Çizelge 3.5. Uygulanan glaze materyalleri ve üretici firmaları .....                                                          | 37    |
| Çizelge 4.1. INZ-RS1 grubunda siman renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar.....              | 49    |
| Çizelge 4.2. INZ-RS2 grubunda siman renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar.....              | 50    |
| Çizelge 4.3. INZ-RS3 grubunda siman renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar.....              | 51    |
| Çizelge 4.4. EMP-RS1 grubunda siman renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar.....              | 52    |
| Çizelge 4.5. EMP-RS2 grubunda siman renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar.....              | 53    |
| Çizelge 4.6. EMP-RS3 grubunda siman renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar.....              | 54    |
| Çizelge 4.7. PRZ-RS1 grubunda siman renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar.....              | 55    |
| Çizelge 4.8. PRZ-RS2 grubunda siman renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar.....              | 56    |
| Çizelge 4.9. PRZ-RS3 grubunda siman renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar.....              | 57    |
| Çizelge 4.10. INZ grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar..... | 58    |
| Çizelge 4.11. EMP grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar..... | 60    |

| <b>Çizelge</b>                                                                                                                               | <b>Sayfa</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Çizelge 4.12. PRZ grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar.....                | 62           |
| Çizelge 4.13. Tüm altyapı gruplarının ve tüm siman gruplarının renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar ..... | 64           |

**ŞEKİLLERİN LİSTESİ**

| <b>Şekil</b>                                                                                      | <b>Sayfa</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 2.1. Munsell'in renk uzayındaki ton, aydınlık ve doygunluk skalası .....                    | 22           |
| Şekil 2.2. CIE L*a*b* renk sistemi .....                                                          | 24           |
| Şekil 2.3. Vita Easy Shade spektrofotometre .....                                                 | 28           |
| Şekil 2.4. Vita Easy Shade Advance spektrofotometre .....                                         | 29           |
| Şekil 4.1. INZ grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri grafiği ..... | 59           |
| Şekil 4.2. EMP grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri grafiği ....  | 61           |
| Şekil 4.3. PRZ grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait $\Delta E^*$ değerleri grafiği ..... | 63           |

## RESİMLERİN LİSTESİ

| Resim                                                                         | Sayfa |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Resim 3.1. EMP grubu (IPS e.max Press) alt yapı örnekleri .....               | 33    |
| Resim 3.2. INZ grubu örneklerinin tasarlanması.....                           | 34    |
| Resim 3.3. INZ grubu örneklerinin aşındırılması .....                         | 34    |
| Resim 3.4. INZ grubu (In-Ceram Zirconia) alt yapı örnekleri.....              | 34    |
| Resim 3.5. PRZ grubu alt yapı örneklerin tasarlanması .....                   | 35    |
| Resim 3.6. PRZ grubu alt yapı örneklerin aşındırılması.....                   | 35    |
| Resim 3.7. PRZ grubu alt yapı örnekleri .....                                 | 36    |
| Resim 3.8. Örneklerin kalınlıklarının dijital kumpasla kontrol edilmesi. .... | 37    |
| Resim 3.9. 3M Activator/Applier Set .....                                     | 39    |
| Resim 3.10. 3M Rotomix Capsule Mixer .....                                    | 39    |
| Resim 3.11. Uygulama tabancası .....                                          | 40    |
| Resim 3.12. Negatif boşluklara rezin siman yerleştirilmesi .....              | 40    |
| Resim 3.13. Rezin Siman-1 grubu örnekler .....                                | 40    |
| Resim 3.14. Negatif boşluklara rezin siman yerleştirilmesi .....              | 41    |
| Resim 3.15. Polimerizasyon için ışık uygulanması .....                        | 42    |
| Resim 3.16. Rezin Siman-2 grubu örnekler .....                                | 42    |
| Resim 3.17. 3M Rotomix Capsule Mixer .....                                    | 43    |
| Resim 3.18. Uygulama tabancası .....                                          | 43    |
| Resim 3.19. Rezin Siman-3 grubu örnekler .....                                | 44    |
| Resim 3.20. Negatif boşluklara rezin siman yerleştirilmesi .....              | 44    |
| Resim 3.21. Kırılma indisi solüsyonu .....                                    | 45    |
| Resim 3.22. Poliasetat kap içerisinde deney örneği .....                      | 46    |
| Resim 3.23. VITA Easyshade kalibrasyonu .....                                 | 46    |
| Resim 3.24. VITA Easyshade ile spektrofotometrik ölçüm .....                  | 46    |

**Resim****Sayfa**

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Resim 3.25. VITA Easyshade ölçüm ekranı..... | 47 |
|----------------------------------------------|----|

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| Simgeler                          | Açıklamalar                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------|
| >                                 | Büyüktür                                         |
| <                                 | Küçüktür                                         |
| %                                 | Yüzde                                            |
| $\Delta a$                        | Kırmızı-yeşil renk miktarı                       |
| $\Delta b$                        | Sarı-mavi renk miktarı                           |
| $\Delta E^*$                      | Doğal dişteki renk değişikliğinin sayısal değeri |
| $\mu$                             | Mikron                                           |
| $\mu g$                           | Mikrogram                                        |
| $\Delta L$                        | Rengin aydınlık değeri                           |
| °                                 | Derece                                           |
| °C                                | Santigrat derece                                 |
| °K                                | Kelvin                                           |
| $Al_2O_3$                         | Alüminyum oksit                                  |
| $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$ | Kaolin                                           |
| $CaO$                             | Kalsiyum oksit                                   |
| $CeO_2$                           | Seryum oksit                                     |
| cm                                | Santimetre                                       |
| dk                                | Dakika                                           |
| $K_2Al_2Si_6O_{16}$               | Potasyum feldspar                                |
| $K_2O$                            | Potasyum oksit                                   |
| $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ | Potasyum alüminyum silikat                       |
| $Li_2SiO_3$                       | Lityum metasilikat                               |
| $MgO$                             | Magnezyum oksit                                  |
| mm                                | Milimetre                                        |



| <b>Simgeler</b>                                                   | <b>Açıklamalar</b>       |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>n</b>                                                          | Kırılma indisi           |
| <b>N</b>                                                          | Newton                   |
| <b>Na<sub>2</sub>OAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>6SiO<sub>2</sub></b> | Sodyum alüminyum silikat |
| <b>nm</b>                                                         | Nanometre                |
| <b>Na<sub>2</sub>O</b>                                            | Sodyum oksit             |
| <b>O<sup>-</sup></b>                                              | Oksijen                  |
| <b>Si<sup>+4</sup></b>                                            | Silisyum                 |
| <b>SiO<sub>2</sub></b>                                            | Silisyum oksit           |
| <b>SiO<sub>4</sub></b>                                            | Silisyum tetraoksit      |
| <b>sn</b>                                                         | Saniye                   |
| <b>Y<sup>+3</sup></b>                                             | İttriya iyon             |
| <b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>                                 | İttriyum oksit           |
| <b>Zr<sup>+4</sup></b>                                            | Zirkonyum katyon         |
| <b>ZrO<sub>2</sub></b>                                            | Zirkonyum oksit          |
| <b>ZrSiO<sub>4</sub></b>                                          | Zirkonyum silikat        |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklamalar</b>                                                                                          |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3Y-TZP</b>      | %3 mol itriya ile stabilize zirkonya polikristalin                                                          |
| <b>ADA</b>         | American Dental Association (Amerikan Diş Hekimleri Birliği)                                                |
| <b>Bis-GMA</b>     | Bisfenol glisidil metakrilat                                                                                |
| <b>CAD/CAM</b>     | Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar destekli tasarım/Bilgisayar destekli üretim) |
| <b>CEREC</b>       | CEramicREConstruction                                                                                       |
| <b>Ce-TZP</b>      | Seryum stabilize tetragonal zirkonya polikristalin                                                          |
| <b>CIE</b>         | Commision Internationale de l'Eclairage (Uluslararası Aydınlanma Komisyonu)                                 |
| <b>GPa</b>         | Gigapaskal                                                                                                  |
| <b>HEMA</b>        | Hidroksietil metakrilat                                                                                     |
| <b>LED</b>         | Light Emitting Diode (Işık yayan diyot)                                                                     |
| <b>MDP</b>         | 10-Metakriloksidisildihiidrojen fosfat                                                                      |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklamalar</b>                                      |
|--------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>MPa</b>         | Megapaskal                                              |
| <b>OCT</b>         | Optical Coherence Tomography (Optik fazlı tomografi)    |
| <b>PSZ</b>         | Partially Stabilized Zirconia (Yarı stabilize zirkonya) |
| <b>TEG-DMA</b>     | Trietilenglikol dimetakrilat                            |
| <b>UDMA</b>        | Üretan dimetakrilat                                     |
| <b>Y-TZP</b>       | Yttrium-stabilize tetragonal zirkonyum polikristalin    |

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüz diş hekimliğinde protetik tedaviler hastanın kaybolan estetik, fonksiyon ve fonasyonun geri iade edilmesine yönelik çalışmaları içermektedir. Diş hekimleri, kayıp diş dokularının restorasyonunda estetiğin sağlanabilmesi amacı ile doğal diş görünümüne en yakın materyal olan seramikten yararlanmaktadırlar. Üstün mekanik özellikleri nedeniyle geçmişte sıklıkla kullanılan metal destekli seramik restorasyonlar yerini zamanla birlikte tam seramik restorasyonlara bırakmaktadır. Tam seramik restorasyonlar mükemmel yakın estetik özellikleri, ağız içi sıvılarından etkilenmemeleri, biyouyumlulukları ve renklenmeye karşı yüksek dirençleri nedeniyle protetik diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilmektedir.

Gelişen teknolojilerle birlikte hasta ve hekimlerin artan beklentileri; ağız şartlarına daha dayanıklı, estetik özellikleri daha üstün ve kullanım ömrü uzun tam seramik restorasyonların gelişimini hızlandırmıştır. Alüminyum oksit ve zirkonyum materyallerinin diş hekimliğine tanıtılması çiğneme kuvvetlerinin yoğun olduğu posterior bölgelerde tam seramik restorasyonların güvenle kullanılmasını sağlamıştır. Ancak bu materyaller ağız içi kuvvetlere yüksek dayanıklılık gösterebilir bile sahip oldukları opasite özellikleri nedeniyle estetiğin daha önemli olduğu ön dişlerin bulunduğu bölgelerde doğal dişlerle olan renk uyumunun sağlanması güçleşmektedir. Tam seramik restorasyonlarda elde edilen renk uyumu sadece kullanılan materyale değil birçok farklı faktöre bağlıdır. Diş hekimi, teknisyen, üretici firma, rengin seçildiği ortamın ışık özellikleri, simantasyon materyali tam seramik restorasyonların renk uyumunu etkileyen faktörler arasında gösterilmektedir.

Tam seramik restorasyonların simantasyonunda ağız sıvılarında çözünürlüğü düşük, diş dokularına ve restorasyona yüksek bağlanma kuvveti gösteren, restorasyonun dişe bağlanmasıyla elde edilen yüksek kırılma dayanımı; farklı renk ve içerik seçenekleriyle gelişmiş estetiğe sahip adeziv rezin simanlar kullanılmaktadır. Adeziv rezin simanların materyalin opasiteleri dolayısıyla ışığın ulaşamayacağı bölgelerde polimerizasyonun sağlanabilmesi için tam seramik restorasyonların simantasyonunda dual sertleşen simanlar kullanılmaktadır. Adeziv rezin simanlar renkleri sayesinde ve polimerizasyon sonrasında tam seramik restorasyonların başlangıç renginde değişikliğe neden

olabilmektedir. Bu renk değişikliği seviyesine göre restorasyon üzerinden gözle algılanabilecek ve klinik olarak kabul edilemeyecek seviyelerde oluşabilir.

Bu tez çalışmasında adeziv rezin simanların veneerlenmiş tam seramik restorasyonların sonuç rengi üzerine etkisi değerlendirilmektedir. Çalışmamızda, lityum disilikat içerikli tam seramik sistemli olan IPS e.max Press, iki farklı içerikte zirkonyum materyalleri olan In Ceram Zirconia ve Prettau Zirconia alt yapı disklerine,  farklı marka rezin simanın  farklı rengi uygulanmış, simanların seramik alt yapı rengi üzerinde olası etkisi ile meydana gelebilecek renk değişimlerinin spektrofotometrik olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Seramiklerin Tanımı ve Tarihçesi

Seramikler, isminin kökenini Yunanca topraktan yapılmış anlamına gelen “keramikos” kelimesinden almaktadırlar. Silikat yapısında olan seramik, bir ya da daha fazla metalin veya yarı metalin, oksijen gibi ametal elementlerle iyonik ya da kovalent karakterdeki bağlarla kombinasyonu olarak tanımlanan camsı yapılı bir materyaldir [1,2].

Seramikler, M.Ö. 50 yıllarında Çin'de bulunmuş ve 16. yüzyılda Avrupa'ya getirilmiştir [3]. 1774 yılında eczacı Duchateau ve diş hekimi Nicolas Dubois de Chemant'ın hareketli protezlerde kullanılan ilk seramik dişleri üretmesi ve patentini almasıyla seramiklerin diş hekimliği alanında kullanımı başlamıştır. Daha sonraki yıllarda araştırmacılar özellikle kron köprü protezlerinde seramiklerin kullanımı ile araştırmalarına devam etmişlerdir [1,4,5]. Metal destekli seramik sisteminin temelini oluşturan çalışmalar, 1962 yılında Weinstein tarafından gerçekleştirilmiştir. Weinstein ve diğerleri %11-15 oranında potasyum oksit içeren seramik tozu ile metal alaşımları ile ısısal olarak uyumlu yüksek genleşmeye sahip seramikler kullanmışlardır [5,6].

1965 yılında McLean ve Hughes'ın seramiğin yapısına mekanik ve fiziksel özelliklerini geliştirmesi için %40-50 oranında alüminyum oksit ilave etmesiyle, metal desteksiz seramik restorasyonlarda gelişmeler başlamıştır [7]. Tam seramik sistemlerdeki gelişmeler, 1984 yılında Adair ve Grossman'ın camın kontrollü kristalizasyonunun sağlandığı Dicor tekniğini geliştirmesiyle devam etmiştir [4]. Daha sonra Brugges tarafından %70 alüminyum oksit içeren ( $Al_2O_3$ ), ısıya dayanıklı day metodu olan refraktör day metodu ile Hi-Ceram sistemi ve 1989 yılında Dr. Sadoun tarafından %90 alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ) içeren, slip-casting yönteminin kullanılması ile In-Ceram sistemi tanıtılmıştır [8]. 1990'ların başında, %30-40 lösit içeren, ısı ve basınç ile şekillendirilebilen cam seramik bir sistem olan IPS Empress geliştirilmiştir. 1990'ların sonunda %70 lityum disilikat kristalleri içeren, kırılma dayanıklılığı daha yüksek olan cam seramik IPS Empress II geliştirilmesi ile ikinci premolar dişlere kadar üç üyeli köprü yapımı mümkün olmuştur [9–

11]. Daha sonraki yıllarda lityum disilikat ile güçlendirilen, daha iyi mekanik ve optik özelliklere sahip olan olan cam seramik (IPS e. max Press) kullanıma sunulmuştur [7,12].

Tam seramik restorasyonların fiziksel ve mekanik özelliklerinin güçlendirilmesi amacıyla seramik yapısına katılan zirkonyum son materyallerden biridir. Cam infiltre alüminaya %35 oranında parsiyel stabilize zirkonya ilave edilmesiyle sertliği ve dayanıklılığı daha yüksek bir alt yapı seramiği olan In-Ceram Zirconia üretilmiştir. Bu alt yapı seramiği In-Ceram Alüminanın bir modifikasyonudur. CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacture) teknolojisinin gelişmesiyle birlikte farklı sistemler tarafından üretilen itriyum tetragonal zirkonya polikristal (Y-TZP) esaslı seramik alt yapılar üstün mekanik özelliklerinden dolayı günümüzde sıklıkla kullanılan bir materyal haline gelmiş ve diş hekimliğinde farklı kullanım alanları bulmaktadır [10,13,14].

## **2.2. Dental Seramiklerin İçeriği ve Kimyasal Yapısı**

Dental seramiklerin yapısı; dört oksijen (O-) atomu ile merkezde yer alan bir silisyum ( $Si_4^+$ ) arasında kimyasal bağlar içeren silisyum tetraoksitten ( $SiO_4$ ) oluşmaktadır. Bu birleşimde oksijen atomları matriks gibi görev yaparak, silikon atomlarını arasına sıkıştırmıştır. Dental seramikler kristal içeren, camsı bir yapıya sahiptirler ve sinterizasyon (seramik içindeki taneciklerin eriyerek birleşmesi) ile şekillendirilmektedirler [2,8,13]. Diş hekimliğinde kullanılan geleneksel seramikler feldspar, kuartz ve kaolin olmak üzere 3 ana maddeden meydana gelmektedir [8].

### Feldspar

Potasyum alüminyum silikat ( $K_2OAl_2O_36SiO_2$ ) ve albit olarak da bilinen sodyum alüminyum silikatın ( $Na_2OAl_2O_36SiO_2$ ) karışımından oluşmaktadır. Dental seramiklerin tozunda en az %60 oranında bulunmaktadır ve doğal translüenslik sağlayan ana yapıyı oluşturmaktadır [1,15].

### Kuartz

Seramiğin içerisinde bulunan diğer maddelere göre daha yüksek erime ısısına (yaklaşık 1700 °C) sahip olan kuartz, pişirme sonucu meydana gelebilecek büzölmeleri önler, kitleye stabilite sağlar, termal genişleme katsayısını kontrol etmede yardımcı olur ve seramik dayanıklılığının artmasını sağlar. Seramik içerisinde %10-30 oranında bulunur ve doldurucu olarak görev yapar. Kuartz aynı zamanda materyale şeffaf bir görünüm kazandırır [1,15,16].

### Kaolin

Kaolin dehidrate olmuş alüminyum silikattır ve Çin kili olarak da bilinir ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Seramiğin yapısında opak görünümde olduğu için %1-5 gibi az oranda bulunmaktadır. Isıya oldukça dayanıklıdır ve seramik hamuruna elastikiyet verir [1,15].

Bu üç ana maddenin dışında cam modifiye ediciler veya akışkanlar, pigmentler, ara oksitler, opaklaştırıcı veya floresans özelliğinin gelişmesine yardımcı olan çeşitli maddeler de seramik yapısına eklenebilmektedir [15].

Feldspatik dental seramikler üstün estetik özelliklere sahiptirler, baskı kuvvetlerine karşı dayanıklıdırlar ancak çekme gerilimi karşısında kırılırlar [10]. Çekme gerilimine karşı dayanıksız olmaları nedeniyle metal alt yapılarla desteklenmeleri gerekir. Işığı yansıtma özellikleri sayesinde doğal diş yapısını taklit ederler [1,2].

Metal destekli seramik restorasyonlarda metal alt yapının ışığın doğal dişe benzer geçişini engellemesi nedeni ile estetik özellikleri olumsuz etkilenmektedir. Diş etinde oluşturabileceği renk değişimi, zamanla korozyona uğraması, metal ve seramiğin ısıl genişleme katsayılarının farklı olması gibi dezavantajlar ve doğal dişe benzer bir estetik sağlanması amacıyla metal desteksiz seramik restorasyonlar araştırmalar ve klinik kullanımlar için tercih edilmeye başlanmıştır [10,17,18]. Hastaların yüksek estetik talepleri ve gelişen teknoloji ile beraber son yıllarda dental araştırmalarda metal desteksiz restorasyonlara olan ilgi artmıştır. Artan talepleri karşılamak için; daha iyi mekanik özellikler gösteren ve daha uzun ömürlü yeni tam seramik materyalleri geliştirilmiştir [9].

Tam seramik restorasyonların bazı avantaj ve dezavantajları vardır;

- Tam Seramik Restorasyonların Avantajları [2,10,19]
  1. İyi estetik sağlamalarının yanı sıra, ışık geçirgenliği ve yansıtma özelliklerine sahiptir.
  2. Biyolojik olarak uyumludurlar.
  3. Sıkıştırma kuvvetlerine karşı dayanıklılıkları iyidir.
  4. Doğal diş yapısına benzer ısı iletkenliği ve ısıl genleşme katsayıları vardır.
  5. Radyolüsent olup, radyolojik muayenede engel oluşturmazlar.
  6. Metal alt yapı ve seramik arasında olan bağlantı sorunu tam seramik restorasyonlarda yoktur.
  7. Renk stabilitesi iyidir.
- Tam Seramik Restorasyonların Dezavantajları [2,19]
  1. Çekme ve gerilme kuvvetlerine karşı dirençleri düşüktür.
  2. Üretimleri için özel ekipman gerekir ve üretimi uzun zaman alır.
  3. Maliyetleri metal destekli restorasyonlara göre yüksektir.

### 2.3. Dental Seramiklerin Sınıflandırılması

Dental seramikler çeşitli özellikleri göz önünde bulundurularak farklı araştırmacılar tarafından sınıflandırılmıştır.

- Pişirme ısılarına göre
  1. Yüksek ısı seramikleri ( $1300^{\circ}\text{C} <$  )
  2. Orta ısı seramikleri ( $1100 - 1300^{\circ}\text{C}$  )
  3. Düşük ısı seramikleri ( $850 - 1100^{\circ}\text{C}$  )
  4. Ultra düşük ısı seramikleri ( $>850^{\circ}\text{C}$  )
- Kullanım yerlerine göre
  1. Hareketli protez dişlerinin yapımında kullanılan seramikler
  2. Jaket kronlar ve inley-onleylerde kullanılan seramikler



3. Kaplama seramikleri

4. Anterior ve posterior köprülerde kullanılan seramikler

- İçeriklerine göre

1. Metal destekli seramikler

a. Döküm metal üzerinde bitirilen seramikler

b. Metal yaprak üzerinde bitirilen seramikler

2. Metal desteksiz seramikler

a. Feldspar

b. Dökülebilir cam seramik

c. Güçlendirilmiş altyapı

- Dental seramiği destekleyen yapıya göre

1. Güçlendirilmiş seramik altyapı

2. Rezin bağlı seramikler

3. Metal seramikler

- Mikroyapılarına göre yapılan sınıflama

1. Cam bazlı sistemler (esas olarak silika)

2. Cam bazlı dolduruculu sistemler (kristalin faz olarak lösit veya lityum disilikat)

3. Kristalin bazlı, cam dolduruculu sistemler (esas olarak alümina)

4. Polikristalin katılar (alümina ve zirkonyum)

2015 yılı mart ayında Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA)'nın toplantısında "seramikler ve seramik benzeri materyaller" şeklinde adlandırılmışlardır. Gracis ve diğerleri [20], ise yapmış oldukları çalışmada seramikleri yapılarına göre 3 ana gruba ayırarak güncel ve kapsamlı yeni bir sınıflandırma bildirmişlerdir. Bu sınıflama aşağıda belirtildiği şekilde yapılmıştır[20].

1. Cam matriks seramikler
  - Feldspatik seramikler
  - Sentetik kristalin doldurucu içeren seramikler
    - A. Lössit esaslı seramikler
    - B. Lityum disilikat ve türevleri
    - C. Florapatit seramikler
  - Cam infiltre seramikler
2. Polikristalin seramikler
  - Alümina
  - Zirkonya
3. Rezin matriks seramikler

### **2.3.1. Cam matriks seramikler**

#### Feldspatik ( $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$ ) seramikler

Vitablocs Mark I (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) feldspatik bir seramik olan; yapısı, aşınma özellikleri ve dayanıklılığı açısından metal-seramik restorasyonlarda kullanılan bir seramiktir. Bükülme direnci 93 Mpa ve kırılma dayanımı ortalama 0,9-1,2 MPa  $\text{m}^{1/2}$  'dır. Vitablocs Mark II VITA (Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya); 1991 yılında Cerec I sisteminde kullanılan ve freze edilebilen bir seramiktir. Vitablocs Mark I'e göre dayanıklılığı arttırılmış ve tanecik boyutu daha küçültülmüştür. Vitablocs Mark II'nin monokromatik olmasından dolayı renk seçeneği daha fazla olan ve estetik açıdan daha avantajlı Vita Triluxe Bloc (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) geliştirilmiştir [7].

#### Sentetik kristalin doldurucu içeren seramikler

Kompozisyonunda temel olarak  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bulunan sentetik kristalin doldurucu içeren seramikler, doğal kaynaklardan üretilen materyallerin termal genleşme uyumunu düzenlemek için kullanılmaktadırlar [20].

### *Lösit esaslı seramikler*

Lösit kristalleri dental seramiklerde kullanılan ilk doldurucudur ve potasyum alümina silikat yapıdaki kristalin mineral partikülleridir. Bu doldurucu, metal seramik restorasyonlarda metal alt yapı üzerinde fırınlanmaya uygun seramik geliştirmek amacıyla yapıya ilave edilmiştir [21].

Lösitin tam seramikler için kullanımı, 1983 yılında Zürih Üniversitesi'nde geliştirilip 1990 yılında piyasaya sunulan IPS Empress (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) sistemi ile gerçekleşmiştir. IPS Empress; ısı ve basınç altında şekillendirilebilen yüksek lösit içerikli feldspatik bir seramiktir. Yüksek estetik özelliklere sahip restorasyonlar elde edebilmek için oldukça translusenttir [22]. Bu nedenle renklenmiş dişlerde, metal alt yapılarda ve metal implant dayanaklarda kullanımı önerilmez. Bükülme direnci ortalama 84-134 MPa ve kırılma dayanımı ortalama  $1,5-1,7 \text{ MPa m}^{1/2}$  'dır. Restorasyonların direnci, diş dokusuna olan başarılı bir adeziv simantasyona bağlıdır. IPS Empress düşük bükülme direnci gösterdiği için endikasyonları anterior bölge tek kron, lamina, inley ve onley ile sınırlıdır [22,23].

IPS ProCAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn); IPS Empress'e benzer fakat daha küçük partikül yapısına sahiptir. 1998 yılında Cerec InLab (Sirona, Bensheim, Almanya) sisteminde kullanılmak üzere geliştirilmiştir [13].

### *Lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramikler*

IPS Empress II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) IPS Empress I sisteminin feldspatik cam yapısına, hacimce %70 oranında lityum disilikat eklenmesiyle 1998 yılında geliştirilmiştir [24]. Bu alt yapı sistemi kayıp mum tekniği ve ısıyla presleme ya da fabrikasyon blokların freze tekniği ile işlenmesiyle hazırlanır. Bükülme direnci ortalama 300-400 MPa'dır ve kırılma dayanımı ise ortalama  $2,8-3,5 \text{ MPa m}^{1/2}$  'dır. Sistem en son distal destek diş ikinci premolar olmak koşuluyla üç üyeli sabit protezlerin yapılmasına olanak tanımaktadır. IPS Empress ve IPS Empress II sistemleri arasındaki fark materyalin mikroyapılarında görülen çok yönlü olarak dağılmış ve birbirine kenetlenmiş halde bulunan çok küçük kristallerden oluşmaktadır [3]. Bu farklılık, IPS Empress II'nin bükülme

direncini IPS Empress I'e göre arttırmıştır ve yüksek translüsentlik özelliği kazandırmıştır. Ayrıca IPS Empress II'de cam oranı daha az olduğu için kırılmaya karşı olan direnç fazla, mikro çatlak oluşum riski azdır [2].

IPS e.max Press, IPS Empress II gibi lityum disilikattan oluşan preslenebilir bir seramiktir, lityum disilikat kristalleri camsı matriks içerisinde 3-6 µm uzunluğunda ve %70 oranında bulunur. IPS Empress II'den farklı bir pişirme yöntemi uygulanmaktadır; bu yöntemle daha translusent ve daha iyi fiziksel özelliklere sahip restorasyonlar üretilebilmektedir [7,25].

Lityum disilikat kristalleri presleme işlemi ile cam matriks içerisinde homojen bir şekilde dağılmakta ve bu sayede kırılma direncini artırmaktadır. IPS e.max Press'in bükülme direnci diğer IPS Empress sistemlerine göre oldukça yüksek ve  $440\pm55$  MPa olarak ayrıca kırılma dayanımı ise ortalama  $2,5-3,0$  MPa  $m^{1/2}$  olarak bildirilmiştir [25]. IPS e.max Press hem anterior hem de posterior tek diş eksikliklerinde 3 üyeli köprü yapımında kullanılabilir [26].

IPS e.max Press sisteminde, farklı endikasyonlarda kullanılabilecek 4 farklı seviyede translusensi özelliği olan ingotlar bulunmaktadır. Bunlar; MO (medium opacity-orta derecede opak), HO (Highly opaque- yüksek derecede opak), LT (Low translucency-düşük derecede translüsent) ve HT (high translucency-yüksek derecede translüsent). Bunlardan HT ve LT ingot grupları için Vita renk skalasında yer alan 16 renk (A-D) ve 4 farklı beyaz (bleach-BL) renk seçeneği bulunmaktadır. Translüsent ingot grupları için restorasyonun sonuç rengi hem boyama hem de kazınıp insizal üçlüye seramik ilave edilerek (cut-back) verilebilir. MO ingot grubu için 5 (MO 0-MO 4) ve HO grubu için ise 3 (HO 0- HO 2) farklı renk seçeneği bulunmaktadır. Opak ingot gruplarının sonuç rengi ise sadece tabakalama tekniği kullanılarak verilebilir [27].

#### *Florapatit seramikler*

Lityum disilikat ve zirkonya restorasyonların veneerlenmesinde kullanılmaktadır. Doğal diş dokusuna yakın optik özellikleri ve yüksek translüsentlik özelliği bulunmaktadır [28].

## Cam infiltre seramikler

### *In-Ceram Alümina*

In-Ceram Alümina sinterlenmiş ve cam infiltre edilmiş hacimce %70 oranında alümina içermektedir. Alt yapı CAD-CAM ya da slip-cast tekniği ile üretilmektedir. Slip-cast tekniğinde, su içinde dağılmış ince grenli alumina partikülleri (1- 5  $\mu\text{m}$ ) alçı day üzerine sürülür. Pöröz day, likiti absorbe eder ve alumina partikülleri daya doğru yoğunlaşır. Yoğun bir şekilde sıkıştırılmış alümina partikülleri 1120 °C' de 10 saat süre ile sinterlenir. Lanthanyum cam sinterlenmiş bu yapı üzerine infiltre edilir. Platin folyo üzerine yerleştirilen alt yapılar 1100 °C'de 4-6 saat fırınlanır. Cam infiltrasyon işlemi ile kırılğan ve poröz yapıda olan kor materyali daha dayanıklı hale gelmektedir. Alt yapılar slip-cast tekniği dışında yarı sinterize blokların (Vita In-Ceram alümina blokları, Bad Säckingen, Almanya) üretilmesi sayesinde CAD-CAM yöntemi ile işlenmesine de olanak sağlamıştır. Bükülme direnci ortalama 236-600 MPa ve kırılma dayanımı ortalama 3,1-4,61 MPa  $\text{m}^{1/2}$ ' dir. In-Ceram Alümina tek üye kronlarla birlikte, anterior 3 üye köprülerde kullanılabilir. Opak bir yapıya sahip olması nedeniyle yeteri kadar estetik değildir [17,23,29,30].

### *In-Ceram Spinell*

In-Ceram Alümina'nın opak alt yapısına alternatif olarak translüsensinin arttırılması amacıyla 1994 yılında piyasaya tanıtılmıştır. Cam infiltre bir seramiktir, magnezyum spinel ilavesi ile alümina esaslı materyalin translüsantlığını arttırmakta fakat seramiğin bükülme direncinde azalmaya neden olmaktadır [2]. Üretim tekniği In-Ceram Alümina ile aynıdır. Bükülme direnci 283-377 MPa ve kırılma dayanımı ortalama 2,7 MPa  $\text{m}^{1/2}$  olarak bildirilmiştir. Diğer cam infiltre seramiklere göre mekanik dayanıklılığı düşük olmasına rağmen daha translüsent yapıda olduğu için endikasyonu anterior kronlarda altyapı materyali olarak sınırlandırılmıştır [10,22].

### *In-Ceram Zirconia*

In-Ceram Zirconia, In-Ceram Alümina sistemini modifiye edip seramiğin mekanik özelliklerini güçlendirmek amacıyla yapıya %35 oranında yarı stabilize zirkonya oksit ilavesi yapılarak üretilmiş şeklidir [31]. Bükülme direnci ortalama 421-800 MPa ve kırılma dayanımı ortalama 6-8 MPa m<sup>1/2</sup>'dir. In-Ceram Zirconia hem slip-cast tekniği ile hem de prefabrike yarı sinterlenmiş bloklardan CAD/CAM tekniği ile üretilmektedir. Kor yapısının yüksek opasitesi nedeniyle posterior bölgede kron ve sabit bölümlü protez alt yapısı olarak kullanılmaktadır. Sabit bölümlü protez alt yapısı olarak kullanıldığında konnektörlerin okluzogingival yüksekliği minimum 4 mm, bukkolingual genişliği minimum 3 mm olmalıdır [7,22].

### **2.3.2. Polikristalin seramikler**

Cam içeriğinin tamamen kaldırılıp kristal yapının düzenli bir şekilde dizilmesiyle oluşan polikristalin yapılarda çatlak ilerlemesi zorlaşarak daha sert ve dayanıklı seramik geliştirilmiştir. Kristal yapının artması estetik açıdan problemlerin artmasına neden olmaktadır. Altyapı materyali olarak alüminyum oksit (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ve zirkonyum oksit (ZrO<sub>2</sub>) kristalize edilerek kullanılmaktadır [24].

### Alümina

Bu tip materyaller yüksek saflıkta Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kristalleri içermektedir (yaklaşık 99,5%). Yüksek sertliğe sahip olan alümina polikristalin seramikleri (17-20 GPa) göreceli olarak yüksek dayanıklılığa sahiptir. Alümina polikristalin seramiklerinin elastik modülüsü 300 GPa'dır ve tam seramikler içerisinde en yüksek elastik modülüsü değeri bu materyaldedir. Alt yapı kırıkları sıklıkla karşılaşıldığı için ve teknolojiyle beraber gelişmiş mekanik özellikler gösteren zirkonya gibi materyallerin bulunmasıyla beraber alüminanın kullanımı gün geçtikçe azalmıştır [20].

## Zirkonya

Zirkonya ( $ZrO_2$ ) ilk kez 1789'da Alman kimyager Martin Heinrich Klaproth tarafından bulunmuştur ve birtakım değerli taşların ısıtılması sonucu reaksiyon ürünü olarak elde edilmiştir. Zirkonya uzun bir süre eser oksitlerle beraber seramiğin yapısına katılan bir pigment olarak kullanılmıştır [18].

Zirkonyum (Zr) periyodik çizelgede metaller grubu içerisinde yer alan, atom numarası 40, atomik ağırlığı 91,22, yoğunluğu  $6,49 \text{ g/cm}^3$  olan bir elementtir. Gri beyaz renkli ve heksagonal kristal formunda bir metaldir. Doğada saf halde bulunmayan zirkonyumun bilinen metal oksiti zirkonyum dioksittir ( $ZrO_2$ ). Zirkonyum dioksit baddeleyit ve zirkonya olarak da isimlendirilmektedir. Zirkonyumun silikat oksit ile yaptığı bileşiğe zirkonyum silikat ( $ZrSiO_4$ ) ismi verilir ve diğer adı zirkondur [18,32].

Zirkonya; farklı sıcaklıklarda kübik (C), tetragonal (T) ve monoklinik (M) olmak üzere 3 ana fazda bulunmaktadır. Oda ısısında monoklinik fazda olan saf zirkonyum,  $1170^\circ\text{C}$  üzerinde tetragonal faza,  $2370^\circ\text{C}$ 'den yüksek sıcaklıklarda kübik faza geçmektedir. Bu faz değişimi ile birlikte hacimsel olarak %5'lik azalma meydana gelmektedir [10,18]. Soğutulması sırasında tetragonal faz-monoklinik faz değişimi ile birlikte hacimsel olarak %4'lük artma meydana gelir. Isıtılması ve soğutulması esnasında görülen hacimdeki bu değişimler saf zirkonya içinde çatlaklara neden olur [18].

Saf zirkonyanın içerisine magnezyum, seryum, itriyum ve kalsiyum gibi stabilize edici oksitlerin ( $MgO$ ,  $CeO_2$ ,  $Y_2O_3$  ve  $CaO$ ) eklenmesiyle oda sıcaklığında yarı stabil tetragonal fazda tutulması sağlanır. Böylece zirkonyanın mekanik özellikleri iyileştirilirken ısı işlemler karşısında kontrolsüz faz değişimlerine uğraması engellenmektedir. Kontrolsüz faz değişiminin engellenmesiyle "yarı stabilize zirkonya (PSZ-Partially Stabilized Zirconia)" olarak adlandırılan oda sıcaklığında yarı stabil bir materyal elde edilir. [33]

Yarı stabilize zirkonya oda sıcaklığında tetragonal fazda olduğu halde monoklinik faza dönüşmek üzere iç yapısında bir enerji içermektedir. Gerilim stresleri ve aşındırma işlemleri gibi dış streslerin neden olduğu bir çatlak, tetragonal taneciklerin monoklinik faza dönüşmesine sebep olmaktadır. Bu faz dönüşümüyle meydana gelen %3-5'lik hacim

artışı çatlak uçlarında baskı streslerinin oluşmasını tetikler ve bu stresler çatlak sınırlayıcı olarak dış streslerin nötralize edilmesini sağlamaktadır. Böylece materyalin içindeki başlangıç aşamasındaki mikro çatlakların ilerlemesi durdurulur. Materyalin diğer polikristalin seramiklerde olmayan bu özelliği "transformasyon sertliği" olarak adlandırılır ve bu mekanizmanın sayesinde zirkonya esaslı seramiğin dayanıklılığı ve sertliği artar [10,18].

İttriyum-tetragonal zirkonya polikristalleri (Y-TZP) oda sıcaklığında tetragonal fazda zirkonya ve stabilize edici oksit olarak ittriyum oksit içermektedir. İttriyum oksit ( $Y_2O_3$ ), saf zirkonya ağırlığının %2-3'ü oranında bulunmaktadır. Kanal postu, posterior kron ve köprüler için alt yapı materyali, implant dayanağı ve dental implant materyali olarak kullanılmaktadır. Y-TZP seramik restorasyonlar tek kronlarda ve üç-dört üniteli köprülerde endikedir. Derin kapanış vakaları, yetersiz oklüzal mesafe ve brüksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıkların varlığında bu restorasyonlar kontrendikedir [34–37].

Y-TZP seramik restorasyonlar yüksek dayanıklılık, direnç ve sertliğe sahiptirler. Kimyasal ve boyutsal stabilitesinin iyi olması, ısı iletkenliği düşük, sitotoksik olmaması ve biyoyumlu olması avantajlarıdır. Opak görünüme sahip olması ve yüzey işlemlerinden materyalin mekanik özelliklerinin olumsuz etkilenmesi ise dezavantajlarıdır [10,12,33,38].

CAD-CAM teknolojisini sayesinde zirkonyanın işlenmesi kolaylaşmış ve diş hekimliğinde daha çok alanlarda kullanımı sağlanmıştır. Zirkonyanın iki tür işlenme şekli vardır. Bunlar yumuşak ve sert makineleme olarak isimlendirilir. Yumuşak makineleme işleminde hazır yarı sinterize zirkonya bloklardan istenen boyuttan %25 daha büyük hacimde işlenir. İstenen boyuta ulaşabilmesi için alt yapı sinterlenir. Üretilen zirkonya bloklarının sinterleme koşulunun farklı olmasına bağlı olarak sinterleme sıcaklığı 1350-1550 °C'ye ulaşmakta, süresi ise 2-5 saat arasında değişmektedir. Sinterleme sonrası rezidüel stresleri en aza indirmek için, restorasyon fırında 200 °C'nin altındaki bir sıcaklığa kadar soğutulmaktadır. Sert makinelemede ise daha sert, güçlü ve homojen olan tam sinterize bloklar kullanılarak alt yapı elde edilir. Ancak tam sinterize blokların sertliği, özel olarak tasarlanmış kuvvetli ve rijit kesme aletlerine sahip ve daha uzun bir aşındırma periyoduna ihtiyaç duyulması nedeniyle genellikle yumuşak makineleme tercih edilir [33,39].



Zirkonyanın sahip olduğu sertlik, dayanıklılık, biyolojik uyumluluk, korozyona ve ani ısı değişimlerine karşı dirençli olması ve yüksek aşınma direnci gibi özellikleri sayesinde diş hekimliğinde güvenle ve kullanım alanları artarak tercih edilmesini sağlamıştır [40]. Ancak zirkonyanın opak özelliğe sahip oluşu estetik faktörleri olumsuz etkilemekte ve bu nedenle bir veneer seramiğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu şekilde estetik bir görüntü elde edilse de cam seramikler, karşıt dişlerin mine yüzeyini kompozit ve zirkonyaya göre daha fazla aşındırırlar [41,42,43].

Zirkonya alt yapılı restorasyonlarda en çok görülen başarısızlık klinikte “chipping kırıkları” olarak adlandırılan veneer seramiği kırıklarıdır [44]. Veneer seramiği ile zirkonya alt yapının termal genleşme katsayısı arasındaki fark, seramikte görülen porozite, alt yapının dizaynı ve fırınlama esnasında görülen seramikte büzölme, veneer seramiğinin kalınlık miktarı chipping kırıklarının nedenleri arasında gösterilmektedir [45–49].

Zirkonya alt yapılı restorasyonlarda uzun dönemde görülebilen bu klinik başarısızlıklar tek tabakalı (monolitik) zirkonya restorasyonların kullanım gerekliliğini gündeme getirmiştir. CAD-CAM işleme tekniklerindeki teknolojik gelişmeler anatomik formda kron yapımına olanak sağlanmasına ve monolitik zirkonya restorasyonların üretilmesine yol açmıştır [50].

Posterior kron ve köprülerde, tüm ağzın restore edildiği, kron boyunun kısa ve oklüzal mesafenin azalmış olduğu durumlarda monolitik zirkonya restorasyonlar kullanılabilmektedir [51,52].

Monolitik zirkonya restorasyonların, zirkonya alt yapılı seramik ile veneerlenmiş restorasyonlara göre bazı avantajları vardır;

- Seramik ile veneerlenmesine ihtiyaç duyulmadığı için chipping kırıkları elimine edilmiştir [50,53].
- Monolitik zirkonya restorasyonlar, karşıt arktaki dişler üzerinde veneer seramiği kadar aşınmaya neden olmamaktadır [42,54,55].
- Seramik ile veneerleme yapılmadığı için laboratuvar aşamaları daha kolay, hızlı ve ekonomiktir [51,55].

Zirkonya alt yapılı restorasyonlar özellikle anterior bölgede uygulandığında zirkonyanın ışığı yansıtması ve iletmesi doğal dişe benzemediği için estetik bir restorasyon elde edilmesi zordur. Doğal dişe yakın optik özellikler elde edebilmek için opak zirkonyanın maskelenmesi ve veneer seramiğine yer açılması amacıyla amaciyla dişin bukkal yüzünde fazla kesim yapılması gerekmektedir. Bu durum itriyumla stabilize translusent monolitik zirkonya materyallerinin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu restorasyonlar veneerlenmeden kullanılabileceği gibi yalnızca bukkal ya da labial yüzlere veneer seramiği uygulanmasıyla da başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir [56].

Monolitik zirkonya materyallerinin renk uyumu renkli blokların kullanılarak ya da sinterleme öncesi veya sonrası boyama işlemleriyle sağlanır [57,58].

Monolitik zirkonya materyallerine örnek olarak Bruxzir (Glidewell, Frankfurt, Almanya), Prettau (Zirkonzahn GmbH, Bruneck, İtalya), Lava All Zirconia (3M ESPE, Almanya), ZENOSTar (Wieland Dental Technik, Pforzheim, Almanya) ve InCoris TZI (Sirona, Bernsheim, Almanya) gibi ürünler verilebilir.

Prettau Zirconia, yüksek bükülme direnci ve kırılma dayanımı ile beraber translusensi özelliğine sahip olduğu için anterior ve posterior kron, inley, onley ve 14 üyeye kadar köprü yapımı gibi geniş endikasyon alanlarında kullanılabilmektedir. Restorasyonun rengi sinterlenmeden önce renklendirici likitlerle boyanarak belirlenir. Anatomik konturlu restorasyon yapımına izin verdiği gibi restorasyonun bukkal yüzü veneerlenerek uygun estetik sağlanabilir [42].

#### **2.4. Rezin Simanlar**

Günümüz estetik diş hekimliğinde, özellikle tam seramik sistemler gibi doğal diş yapısını taklit eden sistemlerin popülerlik kazanması ile rezin esaslı simanların kullanımı gittikçe yaygınlaşmıştır.

Rezin simanlar 1950'li yılların başlarında piyasaya sürülmüştür. İlk kullanılan rezin simanların yapısında bulunan doldurucu oranı düşük olduğundan polimerizasyon büzülmesi yüksek olması, mikrosızıntı gibi dezavantajları vardı. 1970'li yıllara kadar

gelişme gösteren rezin simanlar, tek ve/veya çok üyeli restorasyonların simantasyonunda kullanılmaya başlanmıştır [3]. Simantasyon amacı ile kullanılan rezinlerin, restoratif rezinlerden en büyük farkı, hacimsel olarak daha az doldurucu içermeleri ve böylece daha akışkan olmalarıdır. Polimer esaslı olan rezin simanlar, kimyasal yapıları, sertleşme mekanizmaları, renk seçenekleri ve manipülasyonları açısından diğer simantasyon ajanlarından farklılık göstermektedirler. Resin simanların dentine bağlantısını arttırmak amacıyla dentin bonding ajanları ile beraber uygulanması, pulpa irritasyonunu azalmasına neden olmuş ve dolayısıyla çok daha yaygın olarak kullanılmalarına sebep olmuştur [3,59].

Tam seramik restorasyonların ve laminaların simantasyonlarında günümüzde neredeyse kullanılması bir zorunluluk haline gelen kompozit rezin simanlar, diğer simantasyon ajanlarına kıyasla, metal, seramik ve diş dokusu gibi farklı yüzeylere iyi bağlanabilme özelliği gösterir.

#### Resin simanların avantajları

1. Baskı kuvvetlerine karşı dayanıklıdır,
2. Restorasyonun retansiyonunu artırır,
3. Farklı renk seçeneklerine sahiptir,
4. Ağız ortamında düşük çözünürlük gösterme gibi avantajlara sahiptir.

#### Resin simanların kullanımındaki dezavantajları

1. Film kalınlığı diğer simantasyon ajanlarının bazılarına göre kalındır,
2. Önerilen yapıştırma aşamaları uzun ve hassas bir klinik çalışma gerektirir,
3. Artık simanın temizlenmesi zordur ve ekstra bitirme işlemleri gerektirir,
4. Pulpa hassasiyeti veya mikrosızıntı yapma olasılığı vardır,
5. Periodontal dokularda lokal immünolojik etki yapabilir,
6. Oksijen varlığında polimerizasyonun tam olarak gerçekleştirilemez olarak belirtilmiştir [60,61].

### **2.4.1. Rezin simanların yapısı**

Kompozit rezin simanlar, kompozit dolgu maddelerinde olduğu gibi yapı ve özellik bakımından farklı organik rezin karışımı ve inorganik dolduruculardan oluşmaktadır [53].

#### **Organik Matriks Fazı**

Organik matriks, esas olarak yüksek moleküllü monomerlerin, viskoziteyi kontrol eden düşük moleküllü monomerler ile karışımından oluşur ve monomer yapılarına bağlı olarak üç gruba ayrılır [60]

1. Bisfenol glisidil metakrilat rezin (Bis-GMA)
2. Ürethan dimetakrilat rezin (UDMA)
3. Trietilenglikol dimetakrilat rezin (TEG-DMA)

Sıklıkla Bis-GMA'dan oluşur. Son yıllarda renk değişimine daha dirençli olan ve iyi adezyon sağlayan UDMA kullanılmaktadır. Bunlar aşırı visköz yapıya sahip olduğundan dolayı viskoziteyi kontrol etmek için matriks içine TEG-DMA katılır [15].

#### **İnorganik Faz**

Simanın fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek için organik matrikse ilave edilen değişik boyutlardaki doldurucu partikülleri içerir. Bu doldurucu partiküller organik matriks içine dağılmış olan çeşitli şekil ve büyüklükteki kuartz, borosilikat cam, lityum, alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko, yttrium cam ve baryum-alüminyum silikat gibi partiküllerden oluşur [62]. Bu partiküller sayesinde rezin kompozitin dayanıklılığı artar, uygulama işlemi kolaylaşır, radyoopasite sağlanır, polimerizasyon büzülmesi ve termal genleşme katsayısı azalır. Doldurucu partiküllerden stronsiyum, baryum, çinko ve yttrium rezine radyoopasite sağlar. Silika partikülleri rezinin mekanik niteliklerini güçlendirir ve translusent bir görünüm kazandırır [63].

### Ara Faz (Bağlayıcı Ajanlar)

Bağlayıcı ajanlar ile birlikte organik polimer matriks fazı ile inorganik faz arasında sıkı bir bağlanma sağlanır. Bu faz organik silisyum bileşiği olan silanlardan oluşur. Modern rezin simanlarda silika partiküllerinin yüzeyi çift fonksiyonlu ince bir silan bağlama ajanı ile önceden kaplanmıştır. Silan bağlayıcı ajanların bir ucu silika partiküllerinin yüzeyindeki serbest hidroksil grupları ile bağlanırken diğer ucu organik matriksteki polimer ile bağlanır. Bu bağlayıcı ajanlar rezinin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirir. Resin doldurucu, ara yüz boyunca su geçişini engelleyerek, simanın su emilimini ve çözünürlüğünü azaltır [62,64].

### Polimerizasyon Başlatıcı Ajanlar, Stabilizatörler ve Pigmentler

Kimyasal olarak aktive olan resin sistemlerinde başlatıcı organik peroksit, hızlandırıcı tersiyer amin ile reaksiyona girerek oligomer molekülü ile çift bağlantı yapacak olan serbest radikalleri açığa çıkarırlar. Bunun sonucunda polimerizasyon başlamış olur. Kamforokinon molekülü, ışıkla aktive olan sistemlerde polimerizasyonu başlatır. Hızlandırıcı alifatik amin varlığında serbest radikaller açığa çıkar ve polimerizasyon başlar [62,63].

#### **2.4.2. Resin simanların polimerizasyonlarına göre sınıflandırılması**

Kompozit resin simanlar polimerizasyonlarına göre:

- Kimyasal yolla polimerize (self-cure) olan resin simanlar,
- Işıkla polimerize (light-cure) olan resin simanlar,
- Hem kimyasal hem ışıkla polimerize (dual-cure) olan resin simanlar olarak sınıflandırılır.

#### Kimyasal polimerize olan resin simanlar

Kimyasal polimerize olan yapıştırma simanları, çoğunlukla elle veya alet yardımıyla karıştırılan, baz ve katalizör iki pat sisteminden oluşurlar. Her iki patta da doldurucular ve

monomerler bulunurken baz pat aromatik tersiyer aminleri, katalizör pat ise benzoil peroksit içerir [65,66].

Kimyasal olarak polimerize olan rezin simanlarda polimerizasyon, aşamalı ve yavaş olarak gerçekleşir dolayısıyla büzülme stresleri çok düşük olur. Karıştırmaya başlandığı andan itibaren reaksiyon gerçekleştiğinden dolayı çalışma süresi kısadır. Renk seçeneklerinin sınırlı olması translüsent restorasyonlarda kullanılmasını güçleştirir. Bu simanların dezavantajları çalışma süresinin kısıllığı, sertleşme süresinin nispeten uzun ve hekimin kontrolü dışında olması ve yapısındaki tersiyer aminlere bağlı olarak zamanla renk değişimine uğraması gibi faktörlerdir. Kimyasal yolla polimerize olan simanlar implant üstü uygulamalarda, metal destekli kron ve köprüler ile postlarda yapıştırma materyali olarak tercih edilirler [67].

#### Işıklı polimerize olan rezin simanlar

Bu grupta yer alan rezin yapıştırma simanları tek pat sisteminden oluşurlar. Pat içeriğinde genellikle düşük viskoziteli Bis-GMA bulunmaktadır. Yapısında çoğunlukla 400-500 nm dalga boyundaki başlatıcı aktivatör materyali olarak bir amin türevi olan kamforokinon vardır. Işıklı polimerize olan simanlar, çalışma süresinin kontrol edilebilmesi ve renk stabilitesinin daha iyi olması çok farklı renk seçeneklerinin bulunması ve ara renklerin kullanılabilmesi gibi avantajlara sahiptirler. Bu simanların önemli bir dezavantajı, uygulanan ışık kaynağının özelliklerine göre değişen derecelerde meydana gelen polimerizasyon büzülmesidir. Yeterli minimum ışık enerjisi kullanıldığında bile polimerizasyon büzülmesi kimyasal olarak sertleşen rezin simanlara göre daha hızlıdır. Bu nedenden dolayı uygulama alanları, ışığın etkin olarak ulaşabileceği ince seramik veneer restorasyonların başlanması ile sınırlıdır [67].

#### Dual polimerize olan rezin simanlar

Bu grupta yer alan simanlar, günümüzde en yaygın olarak kullanılan iki pat şeklinde kullanılan rezin esaslı yapıştırma materyalleridir. Kendi kendine polimerize olan kompozitlerin amin/peroksit bileşenleri ile birlikte ışık ile polimerize olan rezinlerdeki ışığa duyarlı aktivatörleri (kamforokinon) içerirler. Genellikle baz pat hem alifatik aminleri hem

de tersiyer aminleri içerir. Katalizör patta ise benzoil peroksit bulunur. Tek başına ışığın yetişemediği alanlarda kimyasal polimerizasyon tüm simanın sertleşmesine olanak verir. Bu tip simanlarda sertleşme, ışık etkisi ile başlayıp kimyasal polimerizasyon ile devam eder. Kimyasal sertleşme hızı düşük olduğu için rahat çalışma olanağı ve kontrollü bir polimerizasyon sağlar [68].

Hem ışık hem kimyasal yolla polimerize olan simanların polimerizasyonu için gerekli olan aminler, rezin simanın renginde değişikliklere neden olabilmektedir. Sadece kimyasal sertleşme uygulandığında, bu tip kompozit rezin simanların gözle görünür derecede renk değiştirebildiği rapor edilmiştir [69–71].

Kimyasal olarak sertleşen kompozit rezinlerle karşılaştırıldığında, hem ışık hem kimyasal yolla polimerize olan kompozit rezin simanlar, daha az oranda renk değişimi sergilemektedirler, bunun da ana sebebi amin hızlandırıcıların bu tip simanlarda daha az konsantrasyonda bulunmasıdır. Bunun tersi, ışıkla sertleşen rezinlerle karşılaştırıldığında ise dual sertleşen rezinlerdeki renk stabilitesindeki azalma daha fazla aromatik amin içermesinden kaynaklanmaktadır [72].

## 2.5. Diş Hekimliğinde Renk

Renk, renkli nesneler tarafından ışığın insan gözüyle görülmesi ve beyin tarafından yorumlanması ile oluşan fiziksel modifikasyonun sonucu olarak tanımlanmıştır [73]. Görme işlemi, ışık ve yansıma gibi fiziksel olaylar ile gözlemcinin gözü ve beynindeki psikolojik olaylar gibi kompleks bir süreçten oluşmaktadır. Renk algısı; aydınlatma koşulları, gözün algılama açısı, gözün yorgunluğu, çevre, yaş, renk algılamadaki eksiklikler gibi sebepler nedeniyle objektif bir renk görüşünü engelleyen birçok değişkenden etkilenmektedir [72,74,75].

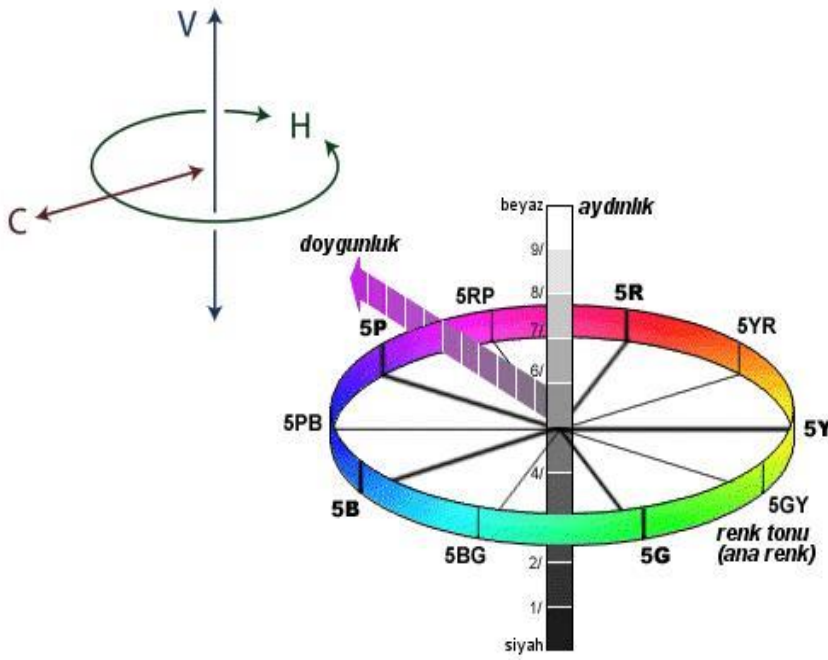
Renklerin matematiksel olarak ölçülebilmesi için farklı sistemler yirminci yüzyılın başlarından bugüne kadar oluşturulmuş ve kullanılmıştır. Diş hekimliğinde, uygulanacak restorasyonların diş dokusuyla renk uyumunun sağlanmasında ve renk eşleştirmesinde iki sistem sıklıkla kullanılmaktadır. Bunlar Munsell renk sistemi ve CIE  $L^*a^*b^*$  (CIE

Commission Internationale de L'Eclairage ya da Uluslararası Aydınlanma Komisyonu) sistemidir [76].

### 2.5.1. Renk sistemleri

#### Munsell renk sistemi

Amerikalı araştırmacı Albert H. Munsell tarafından 1905 yılında tanımlanmış ve 1945 yılında son halini almış ilk renk sistemidir. Bu sistem genellikle görsel renk değerlendirmesinde kullanılan bir sistemdir. Sistem rengi üç nitelikte tanımlar; bunlar renk tonu (Hue), aydınlık (Value) ve doygunluk (Chroma) (Şekil 2.1) [77,78]. Araştırmacı rengin bu üç niteliğine görsel olarak düzenli aralıklarda sayısal değerler vermiştir. Bu değerler H, C ve V harfleriyle sembolikleştirilmiştir.



Şekil 2.1. Munsell'in renk uzayındaki ton, aydınlık ve doygunluk skalası

Bu renk sisteminde rengin ilk niteliği renk tonudur (H), renk tonu rengin ismini mavi, sarı, kırmızı gibi bir objenin baskın rengini belirlemektedir. Rengi tanıtan ve diğer renklerden ayrılmasını sağlayan özelliğidir. Aydınlık (V) açık rengi koyu renkten ayıran, cismin parlaklık veya matlık derecesini gösteren özelliktir. Aydınlık skalası üzerinde 0 ile 10 arasında değişmektedir. Saf siyah 0, saf beyaz ise 10 olarak belirlenmiş 5. basamakta ise nötral gri



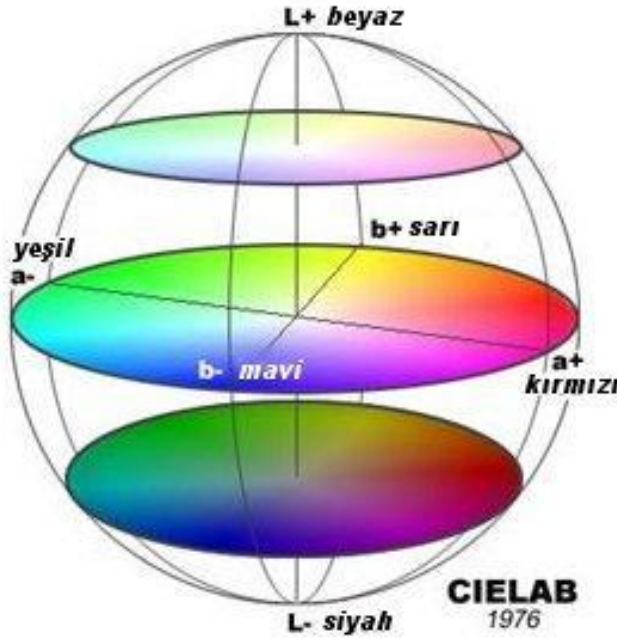
bulunmaktadır. Value değerin artması rengin daha açık olması anlamına gelmektedir. Doygunluk(C) ise bu renk sisteminde rengin üçüncü boyutudur ve renk tonunun konsantrasyonu ya da güçlülüğüdür. Renk tonunun renk içindeki miktarını tanımlamaktadır [78]. Munsell sistemine göre, herhangi bir renk, bu üç özellik kullanılarak açıklanabilmektedir. Hue, value ve kroma değerleri sayesinde renk, sistemin skala aralığında sayısal olarak açıklanabilir hale gelmektedir. Munsell Renk Sistemi'nde iki obje arasında renk parametrelerindeki renk farklılıklarını algılamak ve bu renk farklılıkları arasında ilişki kurmak oldukça zordur [79].

### CIE L\*a\*b\* renk sistemi

Renk ve görünüm konusundaki standartları belirlemek üzere kurulmuş bir organizasyon olan International Commission of Illumination veya Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) tarafından standart bir ışık kaynağı ve standart bir gözlemci tarafından tanımlanması ve koordinat değerlerinin ortaya koyulmasına dayanmaktadır. CIE sisteminde tristimulus koordinatı diye ifade edilen üç renk esastır. X kırmızı, Y yeşil, Z mavi rengin gösterimi için kullanılır [77].

1976 yılında, renk algılanmasında elemanları eşit aralıklandırılmış üç boyutlu CIE L\*a\*b\* sistemi tanıtılmıştır. Bu sisteme göre rengin 3 farklı boyutu bulunmaktadır ve tüm renkler 3 farklı eksenin kesişerek merkezini oluşturduğu bir küre içinde yer alır. CIE L\*a\*b\* sisteminde renk tanımlanırken, L\*, a\*, b\* olmak üzere 3 değişken bulunmaktadır. Bu sistemde L\* koordinatı rengin aydınlığını (Lightness), a\* kırmızı-yeşil rengin miktarını, b\* ise sarı- mavi rengin miktarını tanımlar. L\* koordinatı 0'dan (mutlak siyah) 100'e (mutlak beyaz) değerler içeren vertikal eksenin üzerinde yer alır. a\* ve b\* koordinatları L\*'nin etrafındaki eksenlerde döner. a\* pozitif değer aldığı anda renk daha kırmızı, negatif değer aldığı anda ise yeşil hale gelir, b\* pozitif değer aldığı anda renk sarı, negatif değer aldığı anda ise mavi hale gelir (Şekil 2.2) [79].

Bu üç koordinatın kesişim yeri o rengin değerini verir. Bu sistemin en önemli avantajı görsel algı ve klinik olarak renk farklılıklarını birim olarak ifade edebilmesidir. Renk değişiminin büyüklüğü  $\Delta E^*$  ile ifade edilir [80].



Şekil 2.2. CIE L\*a\*b\* renk sistemi

CIE L\*a\*b\* sistemi tarafından renk ölçümü yapılan malzemenin kendi içerisindeki ya da farklı malzemeler arasındaki renk değeri farklılığının ( $\Delta E^*$ ) tespiti için bir formül önerilmektedir.  $\Delta E^*$  denkleminde  $\Delta$ , L\*a\*b\* renk aralığındaki renk parametrelerindeki değişimi göstermektedir [81].

Renk değişiminin hesaplamasında bu formül kullanılmaktadır:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Bu formüldeki  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  ve  $\Delta b^*$ , iki örneğin CIE L\*a\*b\* renk değişkenleri arasındaki farktır. Elde edilen sayısal değer in büyüklüğü de renk değişimini yansıtmaktadır ancak bu değer renk değişiminin karakteri ve yönü tanımlamaz. Bu tanımlamayı yapabilmek için  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  koordinatları kendi içlerinde karşılaştırılır ve renk değişiminin karakteristiği ve yönü hakkında daha detaylı bilgiler elde edilebilmektedir [79].

$\Delta E^*$  değerleri için insan gözünün algılayabildiği ve klinik olarak kabul edilebilir değerleri tespit edebilmek, bireysel farklılıklar nedeniyle oldukça güçtür. Bu konuda günümüze kadar birçok çalışma yapılmış ve kesin bir değer tespit edilememiştir. Johnston ve Kao 1989 'da translusensi ve diğer faktörleri hesaba katmadan bu değeri 3,7 olarak bulmuşlar,

3,7 nin üzerindeki  $\Delta E^*$  değerlerinin klinik olarak kabul edilemeyeceği belirtmişlerdir [82]. Uzun yıllar bu değer referans olarak kabul edilmiştir. Daha sonra tek bir değere odaklanmanın hatalı olacağı belirtilerek “insan gözünün ayırt edebileceği” ve “klinik olarak kabul edilebilir” olmak üzere iki değer belirlenmesinin uygun olacağına karar verilmiştir. Daha sonra  $\Delta E^*$  değeri için 3 farklı değer önerilmiştir;

$\Delta E^* < 1$  insan gözü tarafından tespit edilemez.

$1 < \Delta E^* < 3,3$  operatörler tarafından fark edilir ancak klinik olarak kabul edilebilir bir değerdir.

$3,3 < \Delta E^*$  hastalar tarafından dahi fark edilebilir, klinik olarak kabul edilemez.

Ishikawa-Nagai ve diğerleri, tam seramik restorasyonlar için insan gözü tarafından kabul edilebilecek eşik değerini 1,6 olarak göstermiştir [83].

Diş ile restorasyon arasındaki klinik renk eşleşmesi,  $\Delta E^*$  değerlerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir [86,87].

Klinik renk eşleşme toleransları:

Çizelge 2.1. Renk farkları ( $\Delta E^*$ ) - klinik renk eşleşmesi [84]

| $\Delta E^*$ | Klinik Renk Eşleşmesi          |
|--------------|--------------------------------|
| 0            | Kusursuz                       |
| 0,5-1        | Çok iyi                        |
| 1-2          | İyi                            |
| 2-3,5        | Klinik olarak kabul edilebilir |
| >3,5         | Uyumsuz                        |

Renk değişiminin miktarını ifade edebilmek için 2004 yılında CIE tarafından yeni bir formül olan  $\Delta E_{00}$  formülü geliştirilmiştir.

$$\Delta E_{00} = \{ [\Delta L' / (k_L S_L)]^2 + [\Delta C' / (k_C S_C)]^2 + [\Delta H' / (k_H S_H)]^2 + R_T [\Delta C' / (k_C S_C)] \times [\Delta H' / (k_H S_H)] \}^{1/2}$$

Bu yeni formül, hesaplanan farklılıklar ile görsel olarak algılanan farklılıklar arasındaki değişkenlerin ilişkisini saptamaktadır. Bu gelişmiş formülün yararlarına rağmen karmaşık oluşu ve önceki çalışmalarla karşılaştırma yapmanın zor olması nedeniyle birçok çalışmada hala  $\Delta E^*$  kullanılmaktadır [84].

### **2.5.2. Renk ölçüm yöntemleri**

Dental restoratif materyallerin renk eşleştirilmesi için görsel ya da aletsel teknikler kullanılmaktadır [85].

#### Görsel renk ölçüm yöntemi

Görsel renk ölçüm yöntemi, test edilecek materyalin ticari renk skalalarıyla karşılaştırılması esasına dayanır. Kinikte en çok görsel teknik kullanılır ancak bu şekilde renk seçimi subjektif olduğu için her zaman tutarlı sonuçlar almak mümkün olmamaktadır. Görsel renk analizi gözlemcinin ışık enerjisi uyarılarına karşı oluşan psikolojik ve fizyolojik cevabına bağlıdır. Diş hekimleri arasında farklılıklar olduğu gibi aynı hekimin farklı zamanlarda renk algılamasında farklılıklar da görülebilir [86].

Renk farklılıklarını saptamada gözle yapılan incelemeler hassas değildir. Rengin görsel olarak saptanmasında kullanılan en popüler sistem Munsell renk sistemidir. Doğal dişlerin rengini belirlemekte kullanılan hekimlerin kullanımına sunulmuş renk skalaları, restorasyonların doğal dişlerle aynı renk ve uygun estetikte olmasını sağlamaktadır. Standart aydınlatma koşulları altında dahi objektif bir yöntem değildir. Bunun nedeni dişin merkezi ve kenarları arasındaki renk, şekil, yapı farklılıkları ve aydınlığın gözlemciler tarafından farklı yorumlanabilmesidir [87]. Ayrıca bu yöntemde kullanılan renk skalalarının yeterli renk aralığına sahip olmamaları ve firmalar arasında farklılıklar gibi rapor edilen pek çok dezavantajları vardır. Dahası, görsel değerlendirme çoğu zaman laboratuvar teknisyeninin yetersiz renk skalalarıyla yaptığı çalışmalara bağlıdır ve bu skalalar çoğu zaman üreticiden üreticiye farklılık göstermektedir [88].

### Aletsel renk ölçüm yöntemi

Görsel olarak rengi tanımlamadaki yetersizlikler objektif bir metoda gereksinim duyulmasına yol açmaktadır. Renk ölçüm cihazının kullanılması tarafsız tekrarlanabilir sonuçlar elde etmeye olanak sağlamaktadır [89]. Aletsel renk analizinde örnekten yansıyan ışığın optik aletlerle analiz edilmesiyle ölçüm gerçekleştirilir. Aletsel renk analizinde spektrofotometreler, kolorimetreler, spektoradyometreler ve dijital kameralar kullanılmaktadır.

Aletsel renk analizi, dental materyallerdeki renk farklılıklarının incelenmesi için kullanılan hassas bir nicel analiz yöntemidir. Renkteki değişiklikler gözün algılayamayacağı seviyenin altına indiğinde bile spektrofotometrik ve kolorimetrik renk ölçümleri sayısal olarak değerler verir ve bu sayede tekrarlanabilir, güvenilir sonuçlar elde edilir [86].

Munsell ve CIE  $L^*a^*b^*$  renk sistemleri aletsel renk analizinde sıklıkla kullanılan sistemlerdir [90]. Renklerin, renk ölçüm cihazlarıyla ölçülmesi renk analizinde subjektiflikleri ortadan kaldırdığı gibi, işlemi de hızlandırır. CIE  $L^*a^*b^*$  sistemi aletle renk analizi sistemlerinin gelişmesinde oldukça katkıda bulunmuştur ve diş hekimliğinde renk analizleri ve renk değişikliklerinin ölçülmesinde kabul edilmiş bir sistemdir [91]. Renk analizi yapan aletler CIE  $L^*a^*b^*$  sistemini kullanarak renkleri ölçerler ve nesnenin 3 boyutlu renk uzayında yerini ifade edecek biçimde 3 boyutlu koordinat değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) olarak gösterirler.

Kolorimetreler, ışığın dalga boyu ve yoğunluğuna göre renk ölçümü yapan cihazlardır. Bu cihazlar CIE  $L^*a^*b^*$  ve x, y, z değerlerinde ölçüm verirler. Bu değerler matematiksel olarak analiz edilir ve farklı objelerin renk parametreleriyle karşılaştırılabilir. Diş renginin ölçümünde kolorimetre kullanılmasının dezavantajı düz yüzeylerin ölçümü için tasarlanmıştır bu sebeple düzensiz yüzeyli yapıların ölçümünde hatalar görülebilmektedir [78].

Spektrofotometre, görülebilir ışık dalgaları üzerindeki dalga boyu aralığındaki ışık yansımalarını ölçer. Spektral yansıtma fonksiyonları ile cismin optik parametreleri

saptanmaktadır. Bu yöntemin avantajı objektif olması ve tutarlı sonuçlar vermesidir ancak pahalı ve klinik kullanımının pratik olmaması dezavantajıdır [80,88].

Diş renginin ölçümünde kullanılan diğer bir yaklaşım ise dijital kameralarla elde edilen görüntülerin bilgisayar analizidir. Bilgisayarla renk belirleme sistemlerinde doğal diş rengi bir yazılım aracılığıyla analiz edilir ve diş üzerindeki pek çok noktanın ton, doygunluk ve aydınlık oranlarını sayısal olarak verir [92].

#### Vita Easy Shade Spektrofotometre

2002 yılında CIE L\*a\*b\* değerlerini veren ağız içi dental spektrofotometre olarak piyasaya sunulmuştur. Cihaz, fiberoptik kabloyla ana üniteye bağlanan bir el ünitesinden oluşur ve cihazın diş yüzeyi ile temasta olan probu yaklaşık 5 mm çapındadır (Şekil 2.3). Prob 19 adet 1 mm çapında fiberoptik demet içermektedir. Ölçüm işlemi sırasında diş, probun etrafında bulunan halojen lamba tarafından dairesel 0° açılı bir geometri ile aydınlatılmaktadır. Cihaz renk ölçüm sonucunu Vitapan Classical ve 3D-Master skalalarına göre vermektedir.



Şekil 2.3. Vita Easy Shade spektrofotometre

Diş, renk skalası ve restorasyon olmak üzere 3 ölçüm modu vardır. Ölçümden önce doğru mod seçilmelidir ve ölçüm o modda yapılmalıdır.

2009 yılında ise VITA Easyshade Compact (VITA Zahnfabrik, Almanya) cihazı piyasaya sunulmuştur. VITA Easyshade'in ikinci nesili olan kontakt tipi bir spektrofotometredir.



Şekil 2.4. Vita Easy Shade Advance spektrofotometre

Cihaz yeni modelinde daha küçük, kablosuz ve dişin aydınlatılmasında LED ışık kaynağı kullanılarak üretilmiştir (Şekil 2.4). Bu özellikleri klinik uygulamalar açısından kolaylık sağlamaktadır. Dişin tek noktadan ölçüm modu, diş yüzeyi (servikal, orta üçlü ve insizal kısım) ölçüm modu, restorasyon renk ölçüm modu (value, kroma ve hue değerlerinin karşılaştırılması) gibi farklı ölçüm modları vardır. Birinci nesil ile arasındaki en önemli fark, içinde tek spektrofotometrenin olmasıdır. Birinci nesilde, doğal diş ile seramik restorasyonların renginin okunmasındaki farklılık, cihaz içinde bulunan 2 farklı spektrofotometreden kaynaklanmaktadır. Yeni cihazda ise, 2 farklı LED takımı mevcuttur ve diş veya seramik ölçümüne bağlı olarak farklı ışık sağlar. Yansıtılan ışık tek cihazda birleştirilir [93].

Cihaz tek diş üzerinde 30 renk ölçebilmektedir. Cihaz diş yüzeyi ile uygun açıda geldiğinde ölçümü otomatik olarak yapmaktadır. Vitapan Classical ve Toothguide 3D-Master skalalarına göre renk ölçümü vermektedir. Son 25 ölçümü kendi hafızasında saklayabilmektedir ve ölçümler bluetooth aracılığıyla bilgisayara aktarılabilir [93].

## 2.6. Kırılma İndisi Materyali

Cisimlerin karakteristik bir özelliği olan kırılma indisi, fizik, kimya ve biyolojinin pek çok alanının içinde bulunan bir konudur. Kırılma indisi materyalleri, optik sistemleri içeren tedavi edici ve tanısal pek çok teknik için yarar sağlamaktadır. Örnek olarak lazer cerrahisi, flüoresans mikroskopi, konfokal (eşodaklı) görüntüleme ve optik fazlı tomografi (OCT) görüntüleme yöntemleri verilebilir [94]. Diş hekimliği alanında bu materyalleri; farklı yoğunluktaki ortamlardan geçen ışık miktarının geçişinin arttırılması, yansımanın azaltılabilmesi amacıyla klinik çalışmalar ve araştırmalar için optik bağlantı aracı olarak kullanabilmek mümkündür [95–97].

Materyallerin ve diş dokularının kırılma indislerinin incelendiği araştırmalarda; mine ve dentin dokularının kırılma indislerinin  $n=1,652-1,546$  arasında ve pek çok dental seramik materyalinin kırılma indislerinin de bu değerlere çok yakın olduğu bildirilmiştir. Kırılma indisi değerleri, dişin mine, dentin dokuları, dental seramik ve rezin materyalleriyle yakın olan pek çok kırılma indisi materyali solüsyon halinde bulunmaktadır. Bu materyallerin kırılma indisi değerlerinin pek çok optik cam, plastik, seramik ve biyolojik dokuyla uyuşması, farklı ortamlar arasında ışığın uğrayacağı kırılma ve yansımayı azaltarak, geçişinin artmasına neden olmaktadır [96–99].



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Farklı yapıştırma simanlarının, tam seramiklerin sonuç rengi üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi araştırma laboratuvarında yapıldı. Tam seramik alt yapıları üzerine dentin seramiği ve glaze işlemi uygulandı. Çalışmada alt yapı materyalleri olarak lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramik (EMP) (IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG, Schann, Lihtenştayn)), zirkonya ve alümina ile güçlendirilmiş tam seramik (INZ) (In-Ceram Zirconia (VITA, Bad Säckingen, Almanya)) ve itriyumla stabilize monolitik zirkonya (PRZ) (Prettau Zirconia (Zirkonzahn GmbH, Bruneck, İtalya) sistemleri kullanıldı (Çizelge 3.1). Tüm örnekler Vitapan Classical (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) renk skalasındaki A2 rengine elde edildi.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan alt yapı materyalleri

| Materyal          | Üretici Firma                         |
|-------------------|---------------------------------------|
| IPS e.max Press   | Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn |
| In-Ceram Zirconia | VITA, Bad Säckingen, Almanya          |
| Prettau Zirconia  | Zirkonzahn GmbH, Bruneck, İtalya      |

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan rezin siman materyalleri

| Materyal                                                                                | Üretici Firma                            | Renk           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------|
| RelyX™ Unicem Aplicap<br>Dual-cure, self-etch, self<br>adeziv rezin siman               | 3M ESPE, StPaul MN, ABD                  | Universal (A2) |
|                                                                                         |                                          | A3 Opak        |
|                                                                                         |                                          | Transludent    |
| Panavia Clearfil™ SA<br>Cement Plus<br>Dual-cure, self-etch, self<br>adeziv rezin siman | Kuraray Medical Inc,<br>Okayama, Japonya | Universal (A2) |
|                                                                                         |                                          | Beyaz          |
|                                                                                         |                                          | Transludent    |
| seT<br>Dual-cure, self-etch, self<br>adeziv rezin siman                                 | SDI Limited, Victoria,<br>Avusturalya    | Universal (A2) |
|                                                                                         |                                          | Beyaz Opak     |
|                                                                                         |                                          | Transludent    |

Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan kırılma indisi solüsyonu

| Materyal         | Üretici Firma                     |
|------------------|-----------------------------------|
| Smartgel OC 440A | Nye Lubricants, Fairhaven MA, ABD |

Standardizasyon sağlamak için 1 mm kalınlığında ve 10 mm çapında grupların her birinden 10'ar adet olmak üzere toplam 30 adet disk şeklinde örnek hazırlandı. Alt yapı örneklerine A2 renkte ve her sistem için uygun seramik ile veneerleme ve glaze işlemi yapıldı.

Renk ölçümlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla bir spektrofotometre cihazı (Vita Easyshade, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) kullanıldı. İlk spektrofotometrik ölçümler, tam seramik örneklerin altına siman örnekler kırılma indisi materyaliyle bağlanmadan önce gerçekleştirilerek veriler kaydedildi. Daha sonra ise bir tam seramik grubuna ait örneklerin (n=10) glazeli veneer yüzeyleri üstte olacak şekilde alt yüzeyine 1,52 kırılma indeksli optik sıvı sürülerek, bir siman grubuna ait örnekler (n=10) ile geçici optik bağlantısı sağlandı. Tüm seramik grupların altına, tüm siman gruplarına ait tüm renklerdeki örnekler aynı şekilde bağlanarak ikinci renk ölçümleri gerçekleştirildi.

### 3.1. Örneklerin Hazırlanması

### 3.2. Alt Yapı Örneklerin Hazırlanması

#### 3.2.1. IPS e.max Press örneklerin (EMP) hazırlanması

Çalışmamızda kullanılacak IPS e.max Press alt yapı örneklerinin hazırlanması için IPS Empress özel mumu (Elastiwax, Ivoclar, Vivadent AG, Schaan, Lihtenştayn) kullanılarak 10 mm çapında, 1 mm kalınlığında disk şeklinde mum örnekler elde edildi. Örnekler üretici talimatlarına uygun olarak tiplenerek sisteme ait özel silikon manşetlere (IPS Silicone Ring, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) yerleştirildi. Revetman tozu ve likidi (IPS Press Vest Speed Investment, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) üretici firma talimatlarına uygun olarak karıştırılıp manşete döküldü, sertleşmesi için 45 dakika beklendi. Mum atım işleminden sonra manşetin içine Vitapan Classical renk skalası A2 rengine uygun, orta derecede opasiteye sahip (MO) ingotlar (IPS e.max Press Ingots, MO, Ivoclar Vivadent,

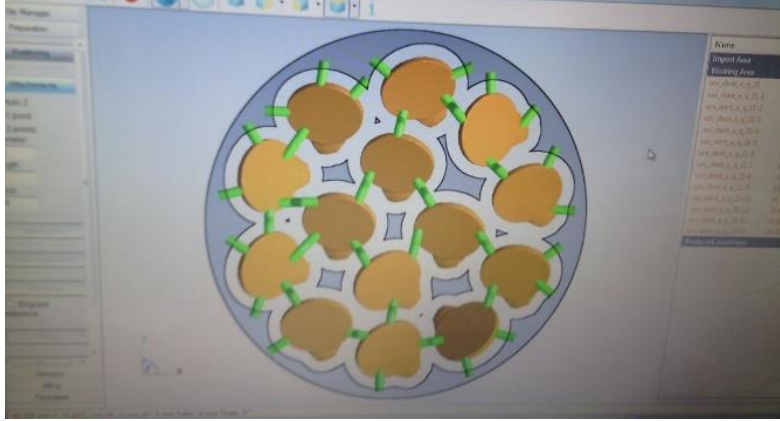
Schaan, Lihtenştayn) yerleştirildi. Presleme fırınında (Ivoclar EP 600 Combi, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) 920 °C'de 25 dakika süreyle presleme yapıldı. Elde edilen IPS e.max Press alt yapı örnekler öncelikle 4 bar basınç altında 110 µ boyutundaki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tozu ve ardından 2 bar basınç altında 50 µ'luk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tozu ile kumlanarak temizlendi. Örneklerin kalınlıkları dijital kumpasla (Powertechtools, Çin Halk Cumhuriyeti) kontrol edildi.



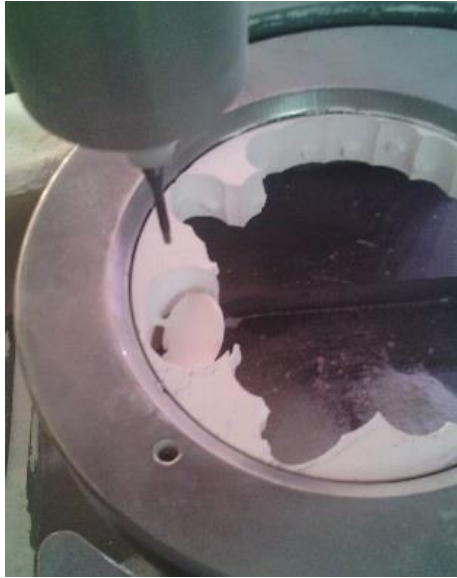
Resim 3.1. EMP grubu (IPS e.max Press) alt yapı örnekleri

### 3.2.2. In-Ceram zirconia (INZ) örneklerin hazırlanması

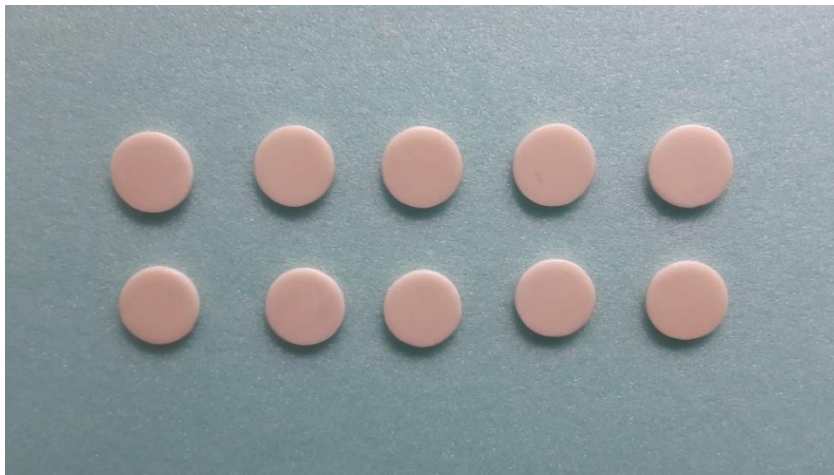
In-Ceram Zirconia alt yapı örneklerin elde edilmesinde 10 mm çapında ve 1 mm kalınlığında disk şeklinde mum örnek kullanıldı, DW- 3- 140 Dental Wings Laser (Dental - Wings Inc., Montreal QC, Kanada) tarayıcı ile taranarak In-Ceram Zirconia bloklardan (VITA In-Ceram Zirconia for in Lab, VITA, Bad Säckingen, Almanya) Yenadent D30 (Yenadent, İstanbul, Türkiye) aşındırma ünitesi ile elde edildi (Resim 3.3). Örnekler Vitapan Classical skalasında A2 rengine uygun olacak şekilde renklendirme sıvısında (Coloring Liquid for VITA In-Ceram Zirconia, VITA, Bad Säckingen, Almanya) bekletilerek renklendirildi, ardından sinterleme işlemi yapıldı. Örneklerin kalınlıkları dijital kumpasla (Powertechtools, Çin Halk Cumhuriyeti) ölçüldü.



Resim 3.2. INZ grubu örneklerinin tasarlanması



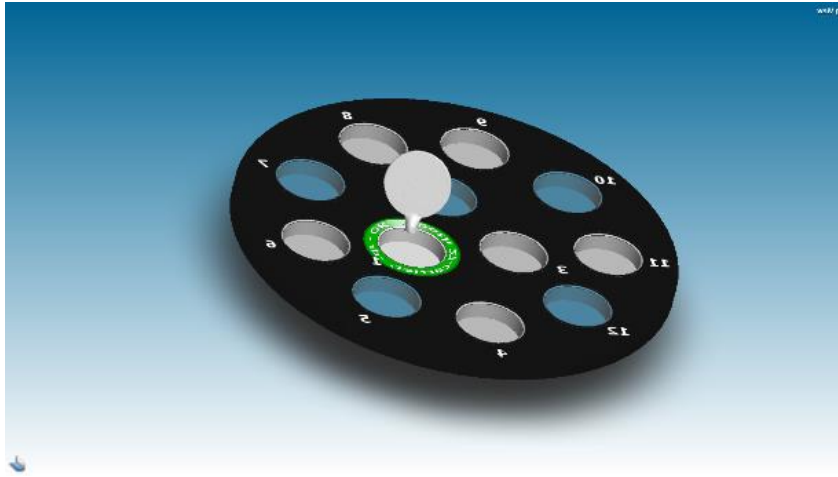
Resim 3.3. INZ grubu örneklerinin aşındırılması



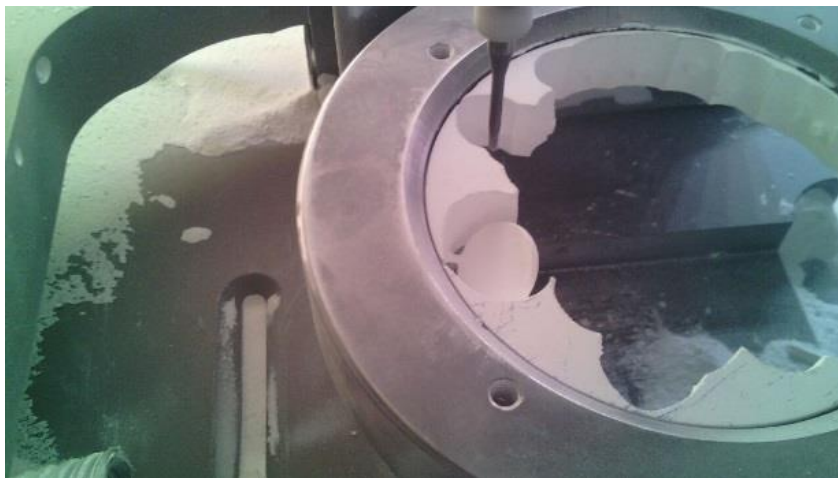
Resim 3.4. INZ grubu (In-Ceram Zirconia) alt yapı örnekleri

### 3.2.3. Prettau zirconia (PRZ) örneklerin hazırlanması

Prettau monolitik zirkonya örnekler, DW- 3- 140 Dental Wings Laser (Dental - Wings Inc., Montreal QC, Kanada) tarayıcı ve Yenadent D30 (Yenadent, İstanbul, Türkiye) aşındırma ünitesi (Resim 3.6) ile Prettau Zirconia bloklardan (Prettau Zirconia CAD-CAM 95H14, Zirkonzahn, İtalya) 10 mm çapında ve 1mm kalınlıkta disk şeklinde üretildi. Sinterleme işleminden önce Vitapan Classical renk skalasında A2 rengine uygun olacak şekilde örnekler renklendirme sıvısıyla (Prettau Color Liquid; Zirkonzahn GmbH, İtalya) boyandı. 1600 °C'de uygulanan sinterleme işleminden sonra kalınlıkları dijital kumpasla ölçüldü (Powertechtools, Çin Halk Cumhuriyeti), herhangi bir yüzey işlemi yapılmadı.



Resim 3.5. PRZ grubu alt yapı örneklerin tasarlanması



Resim 3.6. PRZ grubu alt yapı örneklerin aşındırılması



Resim 3.7. PRZ grubu alt yapı örnekleri

### 3.3. Alt Yapı Örneklerine Veneer Seramiği Uygulaması

Alt yapı seramikleri, her marka için üretici firma tarafından önerilen veneer seramiği kullanılarak tabakalama tekniği ile Vitapan Classical renk skalasında A2 rengine olacak şekilde veneerlendi. Standardizasyonu sağlamak için 1,5 mm kalınlığında 10 mm çapında silikon kalıplar hazırlandı böylece her örnekte 0,5 mm kalınlığında veneer seramik tabakası olması sağlandı. Seramikler üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda vakumlu seramik fırınında (Programat P300, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) fırınladı. Kalınlıklar dijital kumpasla ölçüldü (Powertechtools, Çin Halk Cumhuriyeti), aşındırma işlemleri uygulanarak son kalınlığın 1,5 mm olması sağlandı (Resim 3.8).

Alt yapı örneklerine uygulanan veneer seramikleri ve üretici firmaları Çizelge 3.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.4. Uygulanan veneer seramikleri ve üretici firmaları

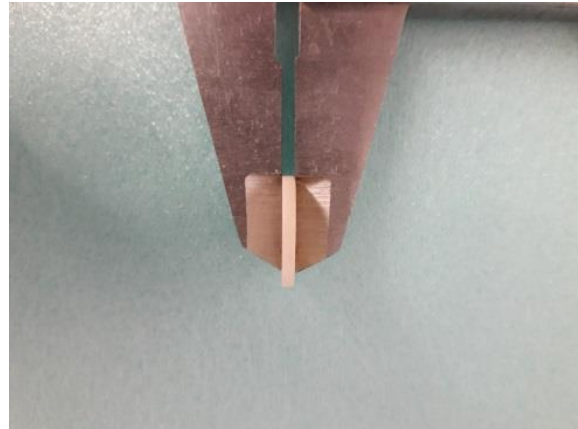
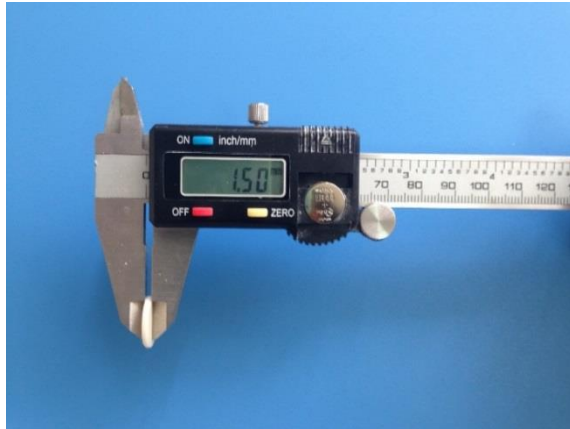
| Alt Yapı Materyali | Veneer Seramiği        | Üretici Firma                         |
|--------------------|------------------------|---------------------------------------|
| IPS e.max Press    | IPS e.max Ceram        | Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn |
| In-Ceram Zirconia  | Vita VM 9              | VITA, BadSäckingen, Almanya           |
| Prettau Zirconia   | Ceramic Dynamik Dentin | Zirkonzahn GmbH, Bruneck, İtalya      |

### 3.4. Veneer Seramiği Uygulanmış Örneklerle Glaze İşlemi Uygulanması

Veneer seramiği uygulanmış örnekler her marka için üretici firmanın önerdiği şekilde glaze işlemine tabi tutuldu. Çalışmada örneklerle uygulanan glaze materyalleri ve üretici firmaları Çizelge 3.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.5. Uygulanan glaze materyalleri ve üretici firmaları

| Altyapı Materyali | Glaze Tozu                  | Üretici Firma                         |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| IPS e.max Press   | IPS e.max Ceram Glaze Paste | Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn |
| In-Ceram Zirconia | Akzent Glaze                | VITA, Bad Säckingen, Almanya          |
| Prettau Zirconia  | Glaze Material Glaze Plus   | Zirkonzahn GmbH, Bruneck, İtalya      |



Resim 3.8. Örneklerin kalınlıklarının dijital kumpasla kontrol edilmesi.

### 3.5. Tam Seramik Örneklerin İlk Renk Ölçümlerinin Gerçekleştirilmesi

Tam seramik örnekler veneerlenip hazırlandıktan sonra renk ölçümleri bir spektrofotometre olan VITA Easyshade cihazıyla ölçüldü. VITA Easyshade spektrofotometre cihazı 6500°K renk ısısına sahip ışık kaynağı, 5 mm çapında bir fiber başlık içerisinde aydınlatıcı ve üç farklı alıcı olmak üzere 19 adet fiber uçtan oluşan ve geri yansıyarak alıcı tarafından toplanan ışığın yoğunluğunu dalga boyu cinsinden hesaplayan



bir cihazdır. Fiber başlığın algılama açısı  $2^\circ$  ve algıladığı dalga boyları 425-700 nm arasındadır.

Cihaz renk ölçümü prosedüründen önce üretici talimatlarına uygun olarak şarj aparatının üzerinde bulunan kalibrasyon tablası kullanılarak kalibre edildi. Örnekler, saklama kabındaki sıralarına göre tek tek alınarak, renk ölçümleri esnasında örneklerin ve spektrofotometrenin optik ucunun sabit olarak konumlandırılmasını sağlayacak olan, poliasetat kalıba veneerli yüzleri yukarıda olacak şekilde yerleştirildi. Bu kalıp iki parçadan oluşmakta ve birinci parçada, ortasında örneklerin yerleştirilebileceği 11 mm çap ve 2 mm derinlikte bir boşluk bulunmaktadır. Kalıbın diğer parçası ise, ilk parçadaki boşluğun merkeziyle çakışan 6,5 mm çap ve 4 mm kalınlığında bir başka boşluk içeren bir poliasetat diskten oluşmakta olup spektrofotometrenin örneklerin merkezinde konumlandırılmasını sağlamaktadır. Özel olarak üretilen bu poliasetat kabın arka yüzeyi ölçümlerin standart beyaz arka plan kullanılarak yapılmasını sağlamaktadır. Her örneğin merkezinden yapılan ölçümler üç kez tekrarlanarak CIE  $L^*a^*b^*$  renk sistemi kullanılarak kaydedildi. Her örnek için üç kez tekrarlanan ölçümlerin ortalamaları;  $L_0^*$ ,  $a_0^*$  ve  $b_0^*$  değerleri olarak kaydedildi.

### **3.6. Rezin siman örneklerin elde edilmesi**

#### **3.6.1. Rezin siman-1 örneklerin hazırlanması**

Rezin Siman-1 (RS-1) örneklerin elde edilmesi için dual-cure, self etch, self adhesive rezin siman olan 3M RelyX™ Unicem Aplicap isimli simanın translusent, universal (A2) ve A3 opak renkleri kullanıldı. Siman materyali, 295 mg'lık tek kullanımlık özel aplicap kapsül şeklinde bulunmakta olup kapsül içeriği toz ve likit olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. RelyX Unicem siman likidi; %40-50 oranında fosforik asit modifiye metakrilat monomeri, %35 oranında TEGDMA ve %22-34 oranında ise ilave dimetilakrilattan oluşmaktadır. Toz ise; %85-90 oranında silanize cam tozu, %5-10 oranında silanize edilmiş silika, %1-5 oranında ilave pirimidin, %1-5 oranında kalsiyum hidroksit ve %1 oranında sodyum persülfattan oluşmaktadır.

Simanların likit ve tozlarının karışması için öncelikle firmanın özel ürettiği karıştırma tabancası (3M Activator/Appplier Set, Almanya) 2 sn boyunca koluna basılarak kullanıldı



(Resim 3.9). Daha sonra likit ve tozun homojen bir şekilde karışması için yine aynı firmanın önerdiği karıştırma cihazına (3M Rotomix Capsule Mixer, Almanya) yerleştirilerek 12 sn boyunca karıştırıldı (Resim 3.10). Cihazda karıştırılan kapsül özel uygulama tabancasının ucuna yerleştirilip (Resim 3.11) iki cam levha arasında bulunan özel kalıplardaki negatif boşluklara yerleştirildi (Resim 3.12). Cam levhanın üst kısmı siman örnekler üzerine kapatıldıktan sonra kimyasal sertleşme esnasında sabit bir kuvvet uygulamak amacıyla cam levha üzerine 1kg ağırlığında bir paslanmaz çelikten üretilen bir ağırlık yerleştirildi. Kimyasal polimerizasyonun gerçekleşmesi için 10 dakika beklenildikten sonra örneklerin her birine alt ve üst yüzeylerinden 40 sn boyunca ışık uygulanarak ışıkla sertleşme sağlandı (Monitex BlueLex BT-150, Çin Halk Cumhuriyeti). Sertleşmeler sonrasında ağırlık ve cam levha uzaklaştırıldıktan sonra örnekler kalıp üzerinden parmak basıncı yardımıyla dikkatli bir şekilde uzaklaştırıldı. Siman örnekler renk, şekil ve boyut açısından incelendikten sonra deneye uygun 30 örnek seçildi (Resim 3.13). Renk ölçümü işlemi uygulanmadan önce her bir örnek işlem uygulanana kadar 24 saat 37 °C sabit sıcaklıkta ışık geçirmez bir kap içerisinde muhafaza edildi.



Resim 3.9. 3M Activator/Applier Set



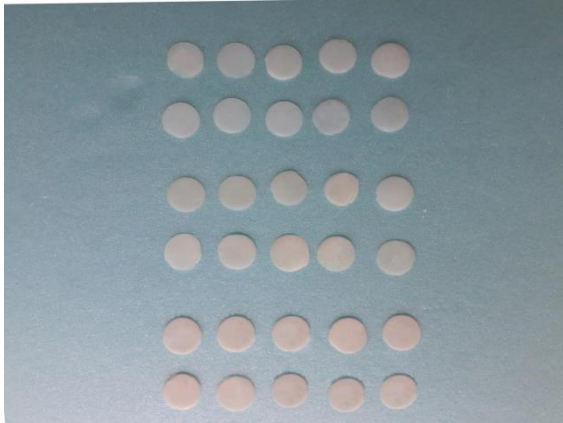
Resim 3.10. 3M Rotomix Capsule Mixer



Resim 3.11. Uygulama tabancası



Resim 3.12. Negatif boşluklara rezin siman yerleştirilmesi



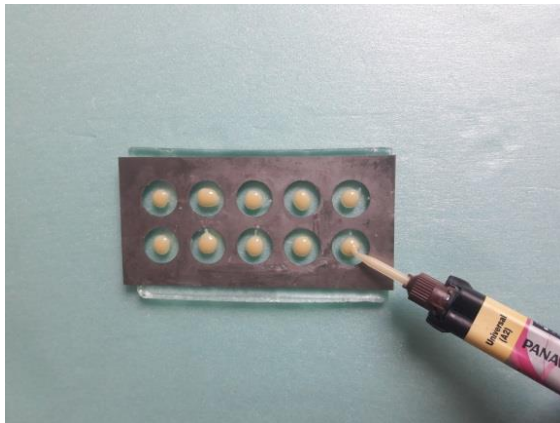
Resim 3.13. Rezin Siman-1 grubu örnekler

### 3.6.2. Rezin siman-2 örneklerin hazırlanması

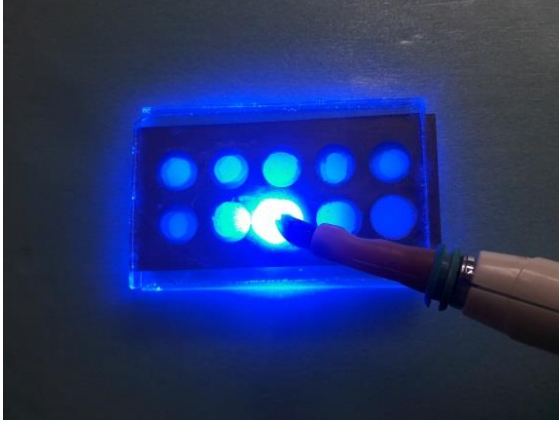
Rezin Siman-2 (RS-2) örneklerin elde edilmesi için dual-cure, self etch, self adhesive rezin siman olan Panavia Clearfil™ SA Cement Plus isimli ürünün translusent, universal (A2) ve

beyaz renkleri kullanıldı. Siman materyali, aynı enjektör şırıngasındaki iki ayrı tüpte A (4,3 gr) ve B (4 gr) patları şeklinde bulunmaktadır. Patlar firmanın ürettiği bir karıştırıcı uç vasıtasıyla karıştırılmaktadır. A ve B patları içerik olarak; Bis-GMA, TEGDMA, HEMA, MDP, hidrofobik aromatik dimetilakrilat, hidrofobik alifatik dimetilakrilat ve silanize silika, silanize baryum cam, koloidal silika gibi dolduruculardan oluşmaktadır. Ayrıca içeriğinde, di-kamforokinon, katalizör, akseleratör ve pigment materyalleri bulunmaktadır.

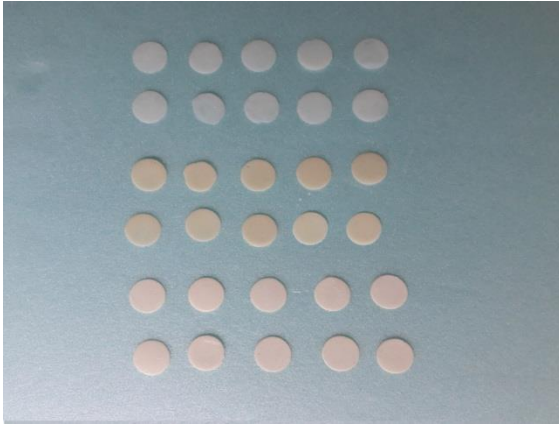
Firmanın ürettiği iki ayrı patın karışmasını sağlayan karıştırıcı uçtan çıkan rezin siman iki cam levha arasında bulunan özel kalıplardaki negatif boşluklara yerleştirildi (Resim 3.14). Cam levhanın üst kısmı siman örnekler üzerine kapatıldıktan sonra kimyasal sertleşme esnasında sabit bir kuvvet uygulamak amacıyla cam levha üzerine 1 kg ağırlığında bir paslanmaz çelikten üretilen bir ağırlık yerleştirildi. Kimyasal polimerizasyonun gerçekleşmesi için 10 dakika beklenildikten sonra örneklerin her birine alt ve üst yüzeylerinden 40 sn boyunca ışık uygulanarak ışıkla sertleşme sağlandı (Resim 3.15) (Monitex BlueLex BT-150, Çin Halk Cumhuriyeti). Sertleşmeler sonrasında ağırlık ve cam levha uzaklaştırıldıktan sonra örnekler kalıp üzerinden parmak basıncı yardımıyla dikkatli bir şekilde uzaklaştırıldı. Siman örnekler renk, şekil ve boyut açısından incelendikten sonra deneye uygun 30 örnek seçildi (Resim 3.16). Renk ölçümü işlemi uygulanmadan önce her bir örnek işlem uygulanana kadar 24 saat 37 °C sabit sıcaklıkta ışık geçirmez bir kap içerisinde muhafaza edildi.



Resim 3.14. Negatif boşluklara rezin siman yerleştirilmesi



Resim 3.15. Polimerizasyon için ışık uygulanması



Resim 3.16. Rezin Siman-2 grubu örnekler

### 3.6.3. Rezin siman-3 örneklerin hazırlanması

Rezin Siman-3 (RS-3) örneklerin elde edilmesi için dual-cure, self etch self adhesive rezin siman olan SDI seT isimli ürünün translusent, universal (A2) ve beyaz opak renkleri kullanıldı. Siman materyali, 491 mg'lık tek kullanımlık özel kapsüllerde bulunmakta olup kapsül içeriği toz ve likit olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Rezin siman içeriğinde floroaluminosilikat cam doldurucularla beraber UDMA, asidik monomer ve komforokinon bulunmaktadır.

Simanların kapsül içeriğinde bulunan likit ve tozların karışması için kapsülün alt kısmında bulunan piston sert yüzey üzerinde bastırıldı. Daha sonra likit ve tozun homojen karışması için karıştırma cihazında (3M Rotomix Capsule Mixer, Almanya) 10 sn boyunca karıştırıldı (Resim 3.17). Cihazda karıştırılan kapsül 3M firması tarafından üretilen uygulama

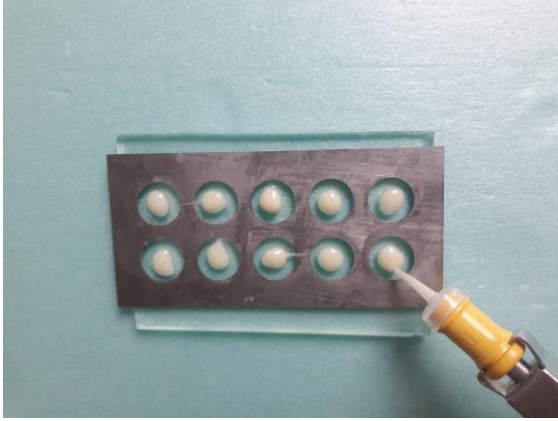
tabancası ucuna yerleştirilip (Resim 3.18) iki cam levha arasında bulunan özel kalıplardaki negatif boşluklara yerleştirildi (Resim 3.19). Cam levhanın üst kısmı siman örnekler üzerine kapatıldıktan sonra kimyasal sertleşme esnasında sabit bir kuvvet uygulamak amacıyla cam levha üzerine 1kg ağırlığında bir paslanmaz çelikten üretilen bir ağırlık yerleştirildi. Kimyasal polimerizasyonun gerçekleşmesi için 10 dakika beklenildikten sonra örneklerin her birine alt ve üst yüzeylerinden 40 sn boyunca ışık uygulanarak ışıkla sertleşme sağlandı (Monitex BlueLex BT-150, Çin Halk Cumhuriyeti). Sertleşmeler sonrasında ağırlık ve cam levha uzaklaştırıldıktan sonra örnekler kalıp üzerinden parmak basıncı yardımıyla dikkatli bir şekilde uzaklaştırıldı. Siman örnekler renk, şekil ve boyut açısından incelendikten sonra deneye uygun 30 örnek seçildi (Resim 3.20). Renk ölçümü işlemi uygulanmadan önce her bir örnek işlem uygulanana kadar 24 saat 37 °C sabit sıcaklıkta ışık geçirmez bir kap içerisinde muhafaza edildi.



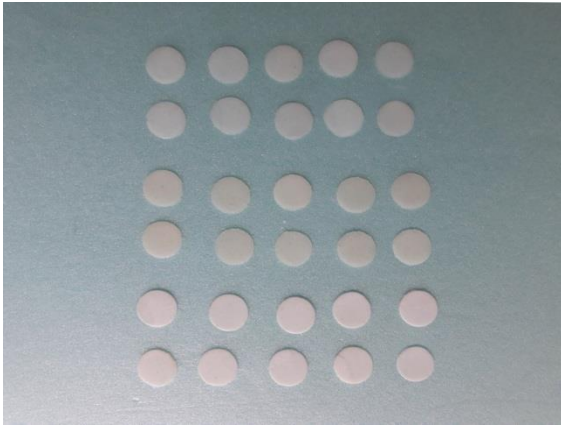
Resim 3.17. 3M Rotomix Capsule Mixer



Resim 3.18. Uygulama tabancası



Resim 3.19. Rezin Siman-3 grubu örnekler



Resim 3.20. Negatif boşluklara rezin siman yerleştirilmesi

### 3.7. Tam Seramik Örneklerin Siman Örneklerle Beraber İkinci Renk Ölçümlerinin Gerçekleştirilmesi

Çalışmada 3 farklı üreticinin ürettiği 3 farklı renkte toplam 9 siman grubuna ait 90 siman örneği hazırlandı. Işık geçirmez kaplarda bekletilen simanlar ikinci renk ölçümleri için poliasetatattan üretilen özel üretilmiş kaplarda ölçümler gerçekleştirildi. Tam seramik ve siman örneklerin optik bağlantısının gerçekleşmesi amacıyla siman örnek üzerine kırılma indisi solüsyonu (Smartgel OC 440A, Nye Lubricants, Fairhaven, MA, ABD) sürüldü (Resim 3.21). Kullanılan bu kırılma indisi solüsyonunun kırılma indisi 1,52'dir. Kırılma indisi solüsyonları firmanın tavsiyeleri doğrultusunda ortam sıcaklığından etkilenmemesi için 25 °C'lik sabit oda ısısında ölçümler yapıldı. Her ölçüm sonrasında kırılma indisi solüsyonunun şişesi buharlaşmasının engellenmesi amacıyla ağzı kapalı olarak tutuldu.





Resim 3.21. Kırılma indisi solüsyonu

Her bir siman grupları ve tam seramik gruplar 1’den 10’a kadar rastgele biçimde sıralandırıldı. Siman grupları değişen tam seramik ölçümlerine göre yine aynı sırayla ölçümler gerçekleştirildi.

Siman grubuna ait örnek poliasetat kaba yerleştirildikten sonra üst yüzeyine kırılma indisi solüsyonu bir fırça vasıtasıyla sürüldü. Solüsyon sürüldükten sonra siman örnek üzerine öncelikle veneerlenmiş IPS e.max Press (EMP) örneğin veneerlenmiş yüzeyi üste bakacak şekilde konumlandırılıp (Resim 3.22) poliasetat kalıbın üst kapağı üzerine yerleştirildi. İkinci renk ölçümlerinde her bir ölçüm öncesi VITA Easyshade cihazı üzerinde bulunan kalibrasyon parçası sayesinde kalibre edildikten sonra (Resim 3.23) cihaz poliasetat kabın üzerinde bulunan yuvasına oturtuldu ve ölçüm gerçekleştirildi (Resim 3.24). Ölçüm poliasetat kabın üstündeki yuva sayesinde örneklerin merkezinden yapıldı. Her örnek için bu işlemler 3 kez tekrarlandı. Cihaz ekranında beliren  $L_1^*$ ,  $a_1^*$ , ve  $b_1^*$  değerleri kaydedildi (Resim 3.25) ve her örnek için ortalaması alındı. 1 örnek için 3 ölçüm gerçekleştirildikten sonra siman ve tam seramiğe temas eden kırılma indisi solüsyon artıkları alkollü pamuk vasıtasıyla uzaklaştırıldı ve siman örnek kap içerisine geri yerleştirildi.



Resim 3.22. Poliasetat kap içerisinde deney örneği



Resim 3.23. VITA Easyshade kalibrasyonu



Resim 3.24. VITA Easyshade ile spektrofotometrik ölçüm





Resim 3.25. VITA Easyshade ölçüm ekranı

Tam seramik örneklerinden ilk ölçüm sonrasında her 9 siman grubu için ölçümler yapıldı. Örneğin IPS e.max Press MO (EMP) tam seramik örneğinin 3M RelyX™ Unicem Aplicap translusent simanıyla yapılan ölçüm sonrasında her 10 siman örnek de ölçüldükten sonra aynı firmanın universal (A2) siman örnekleriyle ölçümler devam etti. Toplamda 3 farklı tam seramik ve 9 farklı siman grupları için 270 ölçüm yapıldı ve ölçümler bilgisayar ortamında kaydedildi. Elde edilen veriler;  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta E^*$  formüllerindeki yerlerine yerleştirilerek; her bir siman grubuna ait örneklerin, değişik tam seramik materyallerine ait örneklerin optik özellikleri üzerindeki etkileri ve muhtemel renk farklılıkları hesaplandı.

### 3.8. İstatistik Değerlendirme

Çalışmamızda farklı tam seramik materyallerinin sonuç rengi üzerinde, farklı marka ve renklerdeki yapıştırma simanlarının etkisinin değerlendirilmesinde elde edilen veriler (SPSS Ver: 22,0 Chicago, ABD) programa yüklenerek verilerin değerlendirilmesinde normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testiyle değerlendirildi. Normal dağılıma uymayan veriler Kruskal-Wallis testiyle incelendi. Normal dağılıma uygun olan verilere varyans analizi uygulanıp (ANOVA), varyansların homojenitesi Levene testiyle belirlendi. Varyansların homojen olması durumunda ikili karşılaştırmalar Tukey HSD Testi ile yapıldı, homojen olmadığı durumda ise veriler Games Howell testi ile değerlendirildi. Tüm sonuçlar %95'lik güven aralığında ve  $P < 0,05$  anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.



## 4. BULGULAR

Bu çalışmada 3 farklı tam seramik ve 9 farklı siman grupları için 270 ölçüm yapıldı ve ölçümler bilgisayar ortamında kaydedildi. Siman uygulaması öncesi ve tam seramik grupların altına siman uygulanarak spektrofotometrik ölçümler sonucunda elde edilen veriler;  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  şeklindedir ve bu veriler  $\Delta E^*$  formüllerindeki yerlerine yerleştirilerek; her bir siman grubuna ait örneklerin ve farklı tam seramik materyallerine ait örneklerin optik özellikleri üzerindeki etkileri ve muhtemel renk farklılıkları hesaplandı.

### 4.1. Aynı Materyal ve Siman Grubu İçerisinde Siman Renklerinin Renk Değişimine Etkisinin Değerlendirilmesi

Aynı materyal ve siman grubu içerisinde siman renklerinin renk değişimine etkisinin incelenmesi sonucunda verilerin normal dağılıma uygun olduğu görüldü ( $P>0.05$ ) ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapıldı.

#### 4.1.1. INZ grubu içerisinde RS1 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi

Çizelge 4.1. INZ-RS1 grubunda siman renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| Grup   | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | %95 Güven Aralığı |           | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|--------|----|----------|----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|-----------------|
|        |    |          |                |               | Alt Sınır         | Üst Sınır |                |                 |
| TR     | 10 | 1,03 B   | 0,32           | 0,10          | 0,80              | 1,26      | 0,70           | 1,80            |
| A3O    | 10 | 0,74 B   | 0,31           | 0,10          | 0,52              | 0,96      | 0,50           | 1,40            |
| A2     | 10 | 1,61 A   | 0,31           | 0,10          | 1,38              | 1,83      | 1,20           | 2,20            |
| Toplam | 30 | 1,13     | 0,48           | 0,09          | 0,95              | 1,30      | 0,50           | 2,20            |

\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

Tek yönlü ANOVA testi sonucunda varyansların homojen olduğu bulundu ( $P>0.05$ ). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Tukey HSD testiyle değerlendirildi ve gruplar arası farklılıklar büyük harfler ile Çizelge 4.1’de verildi.

INZ grubu içerisinde RS1 grubunun  $\Delta E^*$  değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS1-A2 grubunda ( $1,61 \pm 0,31$ ), daha sonra RS1-TR grubunda ( $1,03 \pm 0,32$ ) ve en düşük RS1-A3O grubunda ( $0,74 \pm 0,31$ ) görüldü.

- In-Ceram Zirconia (INZ) grubu için RS1-TR ve RS1-A3O gruplarında ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P > 0.05$ ).
- In-Ceram Zirconia (INZ) grubu için RS2-A2 grubunda diğer gruplardan ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P < 0.05$ ).

#### 4.1.2. INZ grubu içerisinde RS2 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi

Çizelge 4.2. INZ-RS2 grubunda siman renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| Grup   | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | %95 Güven Aralığı |           | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|--------|----|----------|----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|-----------------|
|        |    |          |                |               | Alt Sınır         | Üst Sınır |                |                 |
| TR     | 10 | 1,07 B   | 0,38           | 0,12          | 0,80              | 1,34      | 0,60           | 2,00            |
| W      | 10 | 1,64 A   | 0,53           | 0,17          | 1,26              | 2,02      | 0,90           | 2,60            |
| A2     | 10 | 1,00 B   | 0,58           | 0,18          | 0,59              | 1,41      | 0,40           | 2,20            |
| Toplam | 30 | 1,24     | 0,57           | 0,10          | 1,02              | 1,45      | 0,40           | 2,60            |

\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P > 0.05$ ).

Tek yönlü ANOVA testi sonucunda varyansların homojen olduğu bulundu ( $P > 0.05$ ). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Tukey HSD testiyle değerlendirildi ve büyük harfli karşılaştırmalar ile Çizelge 4.2’de verildi.

INZ grubu içerisinde RS2 grubunun  $\Delta E^*$  değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS2-W grubunda ( $1,64 \pm 0,53$ ), daha sonra RS2-TR ( $1,07 \pm 0,38$ ) ve en düşük RS2-A2 grubunda ( $1,00 \pm 0,58$ ) görüldü.

- In-Ceram Zirconia (INZ) grubu için RS2-TR VE RS2-A2 gruplarında ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P > 0.05$ ).

- In-Ceram Zirconia (INZ) grubu için RS2-W grubunda diğer gruplardan ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P<0.05$ ).

#### 4.1.3. INZ grubu içerisinde RS3 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi

Çizelge 4.3. INZ-RS3 grubunda siman renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| Grup   | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | %95 Güven Aralığı |           | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|--------|----|----------|----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|-----------------|
|        |    |          |                |               | Alt Sınır         | Üst Sınır |                |                 |
| TR     | 10 | 0,86 A   | 0,25           | 0,08          | 0,68              | 1,03      | 0,60           | 1,40            |
| WO     | 10 | 0,75 A   | 0,21           | 0,06          | 0,60              | 0,90      | 0,50           | 1,10            |
| A2     | 10 | 0,87 A   | 0,12           | 0,04          | 0,79              | 0,95      | 0,70           | 1,00            |
| Toplam | 30 | 0,83     | 0,20           | 0,04          | 0,75              | 0,90      | 0,50           | 1,40            |

\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

Tek yönlü ANOVA testi sonucunda varyansların homojen olduğu bulundu ( $P>0.05$ ). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Tukey HSD testiyle değerlendirildi ve büyük harfli karşılaştırmalar ile Çizelge 4.3'de verildi.

INZ grubu içerisinde RS3 grubunun  $\Delta E^*$  değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS3-A2 grubunda ( $0,87\pm 0,12$ ), daha sonra RS3-TR grubunda ( $0,86\pm 0,25$ ) ve en düşük RS3-WO grubunda ( $0,75\pm 0,21$ ) görüldü.

- In-Ceram Zirconia (INZ) grubu için tüm RS3 grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ).

#### 4.1.4. EMP grubu içerisinde RS1 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi

Çizelge 4.4. EMP-RS1 grubunda siman renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| Grup   | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | %95 Güven Aralığı |           | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|--------|----|----------|----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|-----------------|
|        |    |          |                |               | Alt Sınır         | Üst Sınır |                |                 |
| TR     | 10 | 1,18 C   | 0,42           | 0,13          | 0,88              | 1,48      | 0,50           | 1,90            |
| A3O    | 10 | 4,13 A   | 0,80           | 0,25          | 3,55              | 4,70      | 3,00           | 5,10            |
| A2     | 10 | 2,81 B   | 0,46           | 0,14          | 2,48              | 3,14      | 2,20           | 3,70            |
| Toplam | 30 | 2,71     | 1,35           | 0,25          | 2,20              | 3,21      | 0,50           | 5,10            |

\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

Tek yönlü ANOVA testi sonucunda varyansların homojen olmadığı bulundu ( $P<0.05$ ). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Games-Howell testiyle değerlendirildi ve büyük harfli karşılaştırmalar ile Çizelge 4.4’de verildi.

EMP grubu içerisinde RS1 grubunun  $\Delta E^*$  değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS1-A3O grubunda ( $4,13\pm0,80$ ), daha sonra RS1-A2 grubunda ( $2,81\pm0,46$ ) ve en düşük RS1-TR grubunda ( $1,18\pm0,42$ ) görüldü.

- IPS e.max Press (EMP) grubu için tüm RS1 grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P<0.05$ ).
- IPS e.max Press (EMP) grubu için RS1-A3O grubu ortalama  $\Delta E^*$  değerleri açısından RS1-A2 ve RS1-TR grubundan anlamlı olarak yüksek bulundu ( $P<0.05$ ).
- IPS e.max Press (EMP) grubu için RS1-TR grubu ortalama  $\Delta E^*$  değerleri açısından RS1-A3O ve RS1-A2 grubundan anlamlı olarak düşük bulundu ( $P<0.05$ ).

#### 4.1.5. EMP grubu içerisinde RS2 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi

Çizelge 4.5. EMP-RS2 grubunda siman renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| Grup   | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | %95 Güven Aralığı |           | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|--------|----|----------|----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|-----------------|
|        |    |          |                |               | Alt Sınır         | Üst Sınır |                |                 |
| TR     | 10 | 1,75 B   | 0,52           | 0,16          | 1,38              | 2,12      | 1,00           | 2,80            |
| W      | 10 | 4,47 A   | 1,00           | 0,32          | 3,75              | 5,19      | 2,90           | 6,00            |
| A2     | 10 | 4,09 A   | 0,70           | 0,22          | 3,58              | 4,60      | 2,70           | 5,20            |
| Toplam | 30 | 3,44     | 1,43           | 0,26          | 2,90              | 3,97      | 1,00           | 6,00            |

\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

Tek yönlü ANOVA testi sonucunda varyansların homojen olduğu bulundu ( $P>0.05$ ). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Tukey HSD testiyle değerlendirildi ve büyük harfli karşılaştırmalar ile Çizelge 4.5’de verildi.

EMP grubu içerisinde RS2 grubunun  $\Delta E^*$  değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS2-W grubunda ( $4,47\pm 1,00$ ), daha sonra RS2-A2 grubunda ( $4,09\pm 0,70$ ) ve en düşük RS2-TR grubunda ( $1,75\pm 0,42$ ) görüldü.

- IPS e.max Press (EMP) grubu için RS2-W ve RS2-A2 grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ).
- IPS e.max Press (EMP) grubu için RS2-TR grubunda diğer gruplar arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P<0.05$ ).

#### 4.1.6. EMP grubu içerisinde RS3 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi

Çizelge 4.6. EMP-RS3 grubunda siman renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| Grup   | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | %95 Güven Aralığı |           | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|--------|----|----------|----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|-----------------|
|        |    |          |                |               | Alt Sınır         | Üst Sınır |                |                 |
| TR     | 10 | 2,15 B   | 0,30           | 0,09          | 1,94              | 2,36      | 1,70           | 2,60            |
| WO     | 10 | 3,09 A   | 0,59           | 0,19          | 2,66              | 3,52      | 2,20           | 3,70            |
| A2     | 10 | 2,75 AB  | 0,92           | 0,29          | 2,09              | 3,40      | 1,50           | 4,60            |
| Toplam | 30 | 2,66     | 0,75           | 0,14          | 2,38              | 2,94      | 1,50           | 4,60            |

\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

Tek yönlü ANOVA sonucunda varyansların homojen olmadığı bulundu ( $P<0.05$ ). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Games-Howell testiyle değerlendirildi ve büyük harfli karşılaştırmalar ile Çizelge 4.6'da verildi.

EMP grubu içerisinde RS3 grubunun  $\Delta E^*$  değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS3-WO grubunda ( $3,09\pm 0,59$ ), daha sonra RS3-A2 grubunda ( $2,75\pm 0,92$ ) ve en düşük RS3-TR grubunda ( $2,15\pm 0,30$ ) görüldü.

- IPS e.max Press (EMP) grubu için RS3-WO ve RS3-A2 grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ).
- IPS e.max Press (EMP) grubu için RS3-TR ve RS3-A2 grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ).



#### 4.1.7. PRZ grubu içerisinde RS1 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi

Çizelge 4.7. PRZ-RS1 grubunda siman renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| Grup   | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | %95 Güven Aralığı |           | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|--------|----|----------|----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|-----------------|
|        |    |          |                |               | Alt Sınır         | Üst Sınır |                |                 |
| TR     | 10 | 1,25 A   | 0,47           | 0,15          | 0,92              | 1,58      | 0,50           | 2,00            |
| A3O    | 10 | 1,42 A   | 0,45           | 0,14          | 1,10              | 1,74      | 0,50           | 2,20            |
| A2     | 10 | 1,26 A   | 0,27           | 0,08          | 1,07              | 1,45      | 0,90           | 1,80            |
| Toplam | 30 | 1,31     | 0,40           | 0,07          | 1,16              | 1,46      | 0,50           | 2,20            |

\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

Tek yönlü ANOVA testi sonucunda varyansların homojen olduğu bulundu ( $P>0.05$ ). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Tukey HSD testiyle değerlendirildi ve büyük harfli karşılaştırmalar ile Çizelge 4.7’de verildi.

PRZ grubu içerisinde RS1 grubunun  $\Delta E^*$  değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS1-A3O grubunda ( $1,42\pm 0,45$ ), daha sonra RS1-A2 grubunda ( $1,26\pm 0,27$ ) ve en düşük RS1-TR grubunda ( $1,25\pm 0,47$ ) görüldü.

- Prettau Zirconia (PRZ) grubu için tüm RS1 grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ).

#### 4.1.8. PRZ grubu içerisinde RS2 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi

Çizelge 4.8. PRZ-RS2 grubunda siman renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| Grup   | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | %95 Güven Aralığı |           | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|--------|----|----------|----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|-----------------|
|        |    |          |                |               | Alt Sınır         | Üst Sınır |                |                 |
| TR     | 10 | 1,17 A   | 0,22           | 0,07          | 1,01              | 1,33      | 0,70           | 1,60            |
| W      | 10 | 1,34 A   | 0,27           | 0,09          | 1,15              | 1,53      | 0,90           | 1,70            |
| A2     | 10 | 0,90 B   | 0,23           | 0,07          | 0,73              | 1,06      | 0,60           | 1,30            |
| Toplam | 30 | 1,14     | 0,30           | 0,05          | 1,02              | 1,25      | 0,60           | 1,70            |

\*Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

Tek yönlü ANOVA testi sonucunda varyansların homojen olduğu bulundu ( $P>0.05$ ). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Tukey HSD testiyle değerlendirildi ve büyük harfli karşılaştırmalar ile Çizelge 4.8’de verildi.

PRZ grubu içerisinde RS2 grubunun  $\Delta E^*$  değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS2-W grubunda ( $1,34\pm 0,27$ ), daha sonra RS2-TR grubunda ( $1,17\pm 0,22$ ) ve en düşük RS2-A2 grubunda ( $0,90\pm 0,23$ ) görüldü.

- Prettau Zirconia (PRZ) grubu için RS2-TR ve RS2-W grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ).
- Prettau Zirconia (PRZ) grubu için RS2-A2 grubunda diğer gruplardan ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P<0.05$ ).

#### 4.1.9. PRZ grubu içerisinde RS3 grubunun renk değişimine etkisinin değerlendirilmesi

Çizelge 4.9. PRZ-RS3 grubunda siman renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| Grup   | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | %95 Güven Aralığı |           | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|--------|----|----------|----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|-----------------|
|        |    |          |                |               | Alt Sınır         | Üst Sınır |                |                 |
| TR     | 10 | 2,27 A   | 0,69           | 0,22          | 1,77              | 2,76      | 1,20           | 3,10            |
| WO     | 10 | 1,05 B   | 0,42           | 0,13          | 0,75              | 1,35      | 0,50           | 1,70            |
| A2     | 10 | 1,24 BC  | 0,56           | 0,18          | 0,84              | 1,64      | 0,50           | 2,10            |
| Toplam | 30 | 1,52     | 0,77           | 0,14          | 1,23              | 1,80      | 0,50           | 3,10            |

\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

Tek yönlü ANOVA testi sonucunda varyansların homojen olduğu bulundu ( $P>0.05$ ). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Tukey HSD testiyle değerlendirildi ve büyük harfli karşılaştırmalar ile Çizelge 4.9'da verildi.

PRZ grubu içerisinde RS3 grubunun  $\Delta E^*$  değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS3-TR grubunda ( $2,27\pm 0,69$ ), daha sonra RS3-A2 grubunda ( $1,24\pm 0,56$ ) ve en düşük RS3-WO grubunda ( $1,05\pm 0,42$ ) görüldü.

- Prettau Zirconia (PRZ) grubu için RS3-WO ve RS3-A2 grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ).
- Prettau Zirconia (PRZ) grubu için RS3-TR grubunda diğer gruplardan ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P<0.05$ ).
- Prettau Zirconia (PRZ) grubu için RS3-A2 grubunda diğer gruplardan ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P<0.05$ ).

## 4.2. Altyapı grupları için simanların renk değişimine etkilerinin incelenmesi

### 4.2.1. INZ grubu için siman gruplarının renk değişimine etkilerinin incelenmesi

Çizelge 4.10. INZ grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| INZ     | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | Medyan    | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|---------|----|----------|----------------|---------------|-----------|----------------|-----------------|
| RS1-TR  | 10 | 1,03     | 0,32           | 0,10          | 1,00 ACD  | 0,70           | 1,80            |
| RS1-A30 | 10 | 0,74     | 0,31           | 0,01          | 0,60 C    | 0,50           | 1,40            |
| RS1-A2  | 10 | 1,61     | 0,31           | 0,01          | 1,55 BDF  | 1,20           | 2,20            |
| RS2-TR  | 10 | 1,07     | 0,38           | 0,12          | 1,05 ABEC | 0,60           | 2,00            |
| RS2-W   | 10 | 1,64     | 0,53           | 0,17          | 1,60 A    | 0,90           | 2,60            |
| RS2-A2  | 10 | 1,00     | 0,58           | 0,18          | 0,95 BCF  | 0,40           | 2,20            |
| RS3-TR  | 10 | 0,86     | 0,25           | 0,08          | 0,80 CE   | 0,60           | 1,40            |
| RS3-WO  | 10 | 0,75     | 0,21           | 0,06          | 0,75 C    | 0,50           | 1,10            |
| RS3-A2  | 10 | 0,87     | 0,12           | 0,04          | 0,90 AC   | 0,70           | 1,00            |
| Toplam  | 90 | 1,06     | 0,47           | 0,05          | 1,00      | 0,40           | 2,60            |

\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

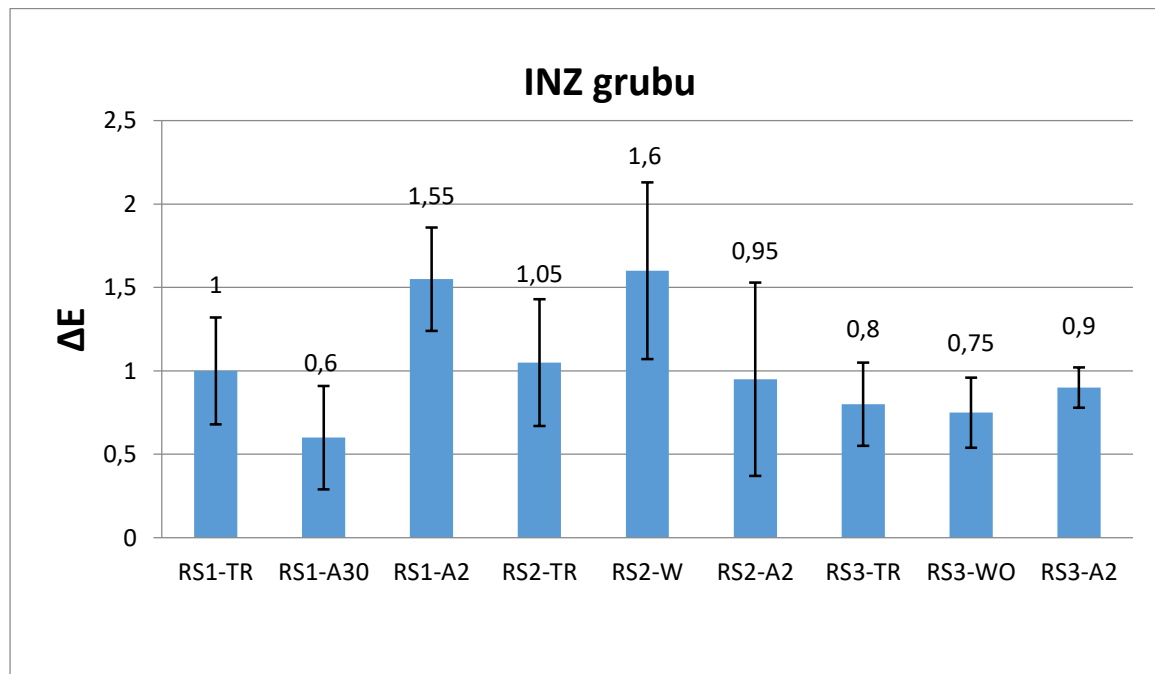
$\Delta E^*$  değerlerinin normal dağılıma uygun olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi. Verilerin normal dağılıma uygun olmaması nedeniyle gruplara ait  $\Delta E^*$  değerleri Kruskal-Wallis testiyle değerlendirildi. İkili karşılaştırmalar medyan değerleri üzerinden yapıldı ve büyük harfli karşılaştırmalar Çizelge 4.10'da verildi. Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  medyan değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

INZ grubu içerisinde tüm siman gruplarının  $\Delta E^*$  değerlerinin medyan değerleri değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS2-W grubunda görülürken ( $1,60\pm 0,53$ ), en düşüğe doğru sıralama RS1-A2 ( $1,55\pm 0,31$ ), RS2-TR ( $1,05\pm 0,38$ ), RS1-TR ( $1,00\pm 0,32$ ), RS2-

A2 ( $0,95 \pm 0,58$ ), RS3-A2 ( $0,90 \pm 0,12$ ), RS3-TR ( $0,80 \pm 0,25$ ), RS3-WO ( $0,75 \pm 0,21$ ) şeklindedir ve en düşük değer RS1-A30 grubunda görüldü ( $0,60 \pm 0,31$ ).

- In-Ceram Zirconia (INZ) grubu için RS1-TR, RS2-TR, RS2-W, RS3-A2 grupları arasındaki medyan  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P > 0.05$ ).
- In-Ceram Zirconia (INZ) grubu için RS1-A2, RS2-TR, RS2-A2 grupları arasındaki medyan  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P > 0.05$ ).
- In-Ceram Zirconia (INZ) grubu için RS1-TR, RS1-A30, RS2-A2, RS3-TR, RS3-WO, RS3-A2 grupları arasındaki medyan  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P > 0.05$ ).
- In-Ceram Zirconia (INZ) grubu için RS1-A30, RS3-WO gruplarıyla RS1-A2, RS2-TR, RS2-W grupları arasındaki medyan  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P < 0.05$ ).

INZ grubunda siman uygulama sonrası tüm siman gruplarının renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri Şekil 4.1’de verildi.



Şekil 4.1. INZ grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri grafiği

#### 4.2.2. EMP grubu için siman gruplarının renk değişimine etkilerinin incelenmesi

Çizelge 4.11. EMP grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| EMP     | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|---------|----|----------|----------------|---------------|----------------|-----------------|
| RS1-TR  | 10 | 1,18 B   | 0,42           | 0,13          | 0,50           | 1,90            |
| RS1-A30 | 10 | 4,13 AC  | 0,80           | 0,25          | 3,00           | 5,10            |
| RS1-A2  | 10 | 2,81 B   | 0,46           | 0,14          | 2,20           | 3,70            |
| RS2-TR  | 10 | 1,75 B   | 0,52           | 0,16          | 1,00           | 2,80            |
| RS2-W   | 10 | 4,47 A   | 1,00           | 0,32          | 2,90           | 6,00            |
| RS2-A2  | 10 | 4,09 AC  | 0,71           | 0,22          | 2,70           | 5,20            |
| RS3-TR  | 10 | 2,15 B   | 0,30           | 0,10          | 1,70           | 2,60            |
| RS3-WO  | 10 | 3,09 BC  | 0,60           | 0,19          | 2,20           | 3,70            |
| RS3-A2  | 10 | 2,75 B   | 0,92           | 0,30          | 1,50           | 4,60            |
| Toplam  | 90 | 2,94     | 1,25           | 0,13          | 0,50           | 6,00            |

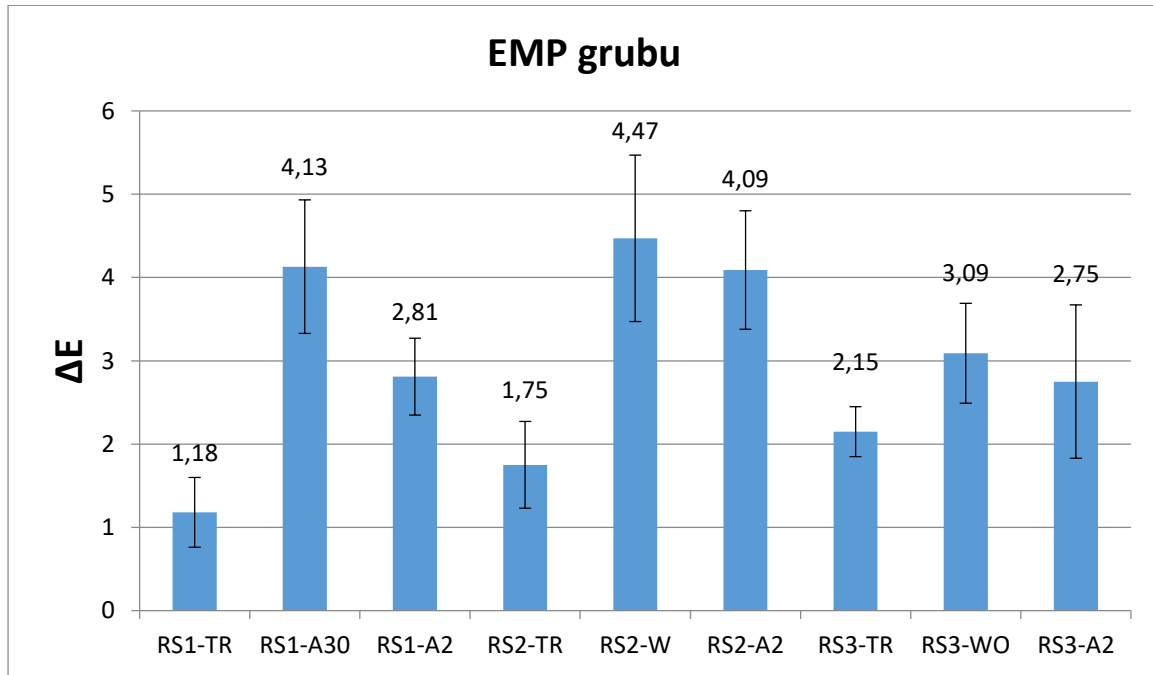
\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

$\Delta E^*$  değerlerinin normal dağılıma uygun olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi ve normal dağılıma uygun olan  $\Delta E^*$  değerleri tek yönlü varyans (ANOVA) testi ile karşılaştırıldı. Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Games-Howell testiyle değerlendirildi ve büyük harfli karşılaştırmalar ile Çizelge 4.11’de verildi. Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

EMP grubu içerisinde tüm siman gruplarının  $\Delta E^*$  değerlerinin ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS2-W grubunda görülürken ( $4,47 \pm 0,32$ ) en düşüğe doğru sıralama RS1-A30 ( $4,13 \pm 0,80$ ), RS2-A2 ( $4,09 \pm 0,71$ ), RS3-WO ( $3,09 \pm 0,60$ ), RS1-A2 ( $2,81 \pm 0,46$ ), RS3-A2 ( $2,75 \pm 0,92$ ), RS3-TR ( $2,15 \pm 0,30$ ), RS2-TR ( $1,75 \pm 0,52$ ) ve en düşük değer RS1-TR grubunda ( $1,18 \pm 0,42$ ) görüldü.

- IPS e.max Press (EMP) grubu için RS2-W, RS1-A30, RS2-A2 gruplarıyla RS1-TR, RS1-A2, RS2-TR, RS3-TR, RS3-WO, RS3-A2 grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P < 0.05$ ).
- IPS e.max Press (EMP) grubu için RS1-A30, RS2-A2, RS3-WO grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P > 0.05$ ).
- IPS e.max Press (EMP) grubu için RS1-TR, RS1-A2, RS2-TR, RS3-TR, RS3-WO, RS3-A2 grupları arasındaki ortalama  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P > 0.05$ ).

EMP grubunda siman uygulama sonrası tüm siman gruplarının renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri Şekil 4.2’de verildi.



Şekil 4.2. EMP grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri grafiği

#### 4.2.3. PRZ grubu için siman gruplarının renk değişimine etkilerinin incelenmesi

Çizelge 4.12. PRZ grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

| PRZ     | N  | Ortalama | Standart Sapma | Standart Hata | Medyan  | En Düşük Değer | En Yüksek Değer |
|---------|----|----------|----------------|---------------|---------|----------------|-----------------|
| RS1-TR  | 10 | 1,25     | 0,47           | 0,15          | 1,25 AB | 0,50           | 2,00            |
| RS1-A30 | 10 | 1,42     | 0,45           | 0,14          | 1,40 AB | 0,50           | 2,20            |
| RS1-A2  | 10 | 1,26     | 0,27           | 0,08          | 1,25 AB | 0,90           | 1,80            |
| RS2-TR  | 10 | 1,17     | 0,22           | 0,07          | 1,20 B  | 0,70           | 1,60            |
| RS2-W   | 10 | 1,34     | 0,27           | 0,09          | 1,35 AB | 0,90           | 1,70            |
| RS2-A2  | 10 | 0,90     | 0,23           | 0,07          | 0,80 B  | 0,60           | 1,30            |
| RS3-TR  | 10 | 2,27     | 0,69           | 0,22          | 2,20 A  | 1,20           | 3,10            |
| RS3-W0  | 10 | 1,05     | 0,42           | 0,13          | 1,05 B  | 0,50           | 1,70            |
| RS3-A2  | 10 | 1,24     | 0,56           | 0,18          | 1,15 AB | 0,50           | 2,10            |
| Toplam  | 90 | 1,32     | 0,55           | 0,06          | 1,25    | 0,50           | 3,10            |

\* Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

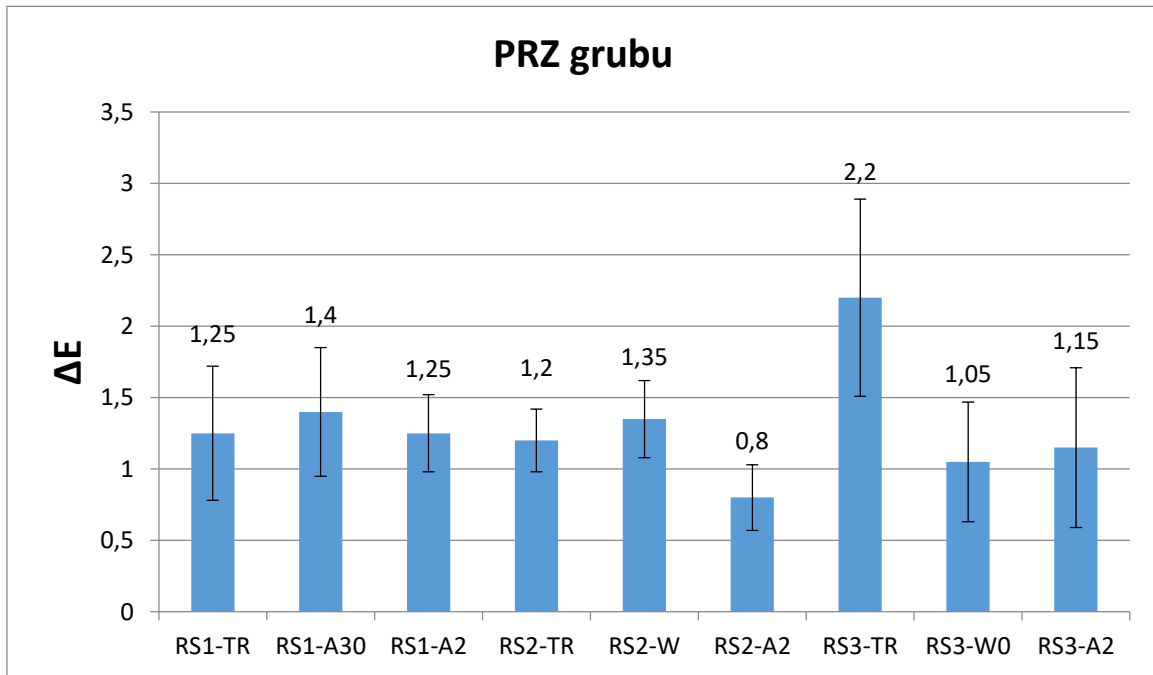
$\Delta E^*$  değerlerinin normal dağılıma uygun olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi. Verilerin normal dağılıma uygun olmaması nedeniyle gruplara ait  $\Delta E^*$  değerleri Kruskal-Wallis testiyle değerlendirildi. İkili karşılaştırmalar medyan değerleri üzerinden yapıldı ve harfli karşılaştırmalar Çizelge 4.12’de verildi. Ortak büyük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

PRZ grubu içerisinde tüm siman gruplarının  $\Delta E^*$  değerlerinin medyan değerleri değerlendirildiğinde en yüksek  $\Delta E^*$  değerleri RS3-TR grubunda görülürken ( $2,20 \pm 0,69$ ) en düşüğe doğru sıralama RS1-A30 ( $1,40 \pm 0,45$ ), RS2-W ( $1,35 \pm 0,27$ ), RS1-A2 ( $1,25 \pm 0,27$ ), RS1-TR ( $1,25 \pm 0,47$ ), RS2-TR ( $1,20 \pm 0,22$ ), RS3-A2 ( $1,15 \pm 0,56$ ), RS3-WO ( $1,05 \pm 0,42$ ) ve en düşük değer RS2-A2 grubunda ( $0,80 \pm 0,23$ ) görüldü.



- Prettau Zirconia (PRZ) grubu için RS3-TR grubuyla RS2-TR, RS2-A2, RS3-W0 grupları arasındaki medyan  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P<0.05$ ).
- Prettau Zirconia (PRZ) grubu için RS3-TR grubuyla RS1-TR, RS1-A30, RS1-A2, RS2-W, RS3-A2 grupları arasındaki medyan  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ).
- Prettau Zirconia (PRZ) grubu için RS2-TR grubuyla RS1-TR, RS1-A30, RS1-A2, RS2-W, RS2-A2, RS3-W0, RS3-A2 grupları arasındaki medyan  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ).
- Prettau Zirconia (PRZ) grubu için RS2-TR ve RS2-A2 grubuyla RS3-TR grubu arasındaki medyan  $\Delta E^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $P<0.05$ ).

PRZ grubunda siman uygulama sonrası tüm siman gruplarının renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri Şekil 4.3’de verildi.



Şekil 4.3. PRZ grubunda tüm siman gruplarının renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri grafiği

#### 4.3. Tüm Altyapı Gruplarının ve Tüm Siman Gruplarının Renk Değişimine Etkisinin İncelenmesi

Çizelge 4.13. Tüm altyapı gruplarının ve tüm siman gruplarının renklerine ait  $\Delta E^*$  değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar

|         | Altyapı                      |                              |                              |
|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Siman   | INZ<br>Ortalama( $\pm S_s$ ) | EMP<br>Ortalama( $\pm S_s$ ) | PRZ<br>Ortalama( $\pm S_s$ ) |
| RS1-TR  | 1,03(0,31)<br>B a            | 1,18(0,41)<br>C a            | 1,25(0,46)<br>BC a           |
| RS1-A3O | 0,74(0,30)<br>B c            | <b>4,13</b> (0,80)<br>A a    | 1,42(0,44)<br>BC b           |
| RS1-A2  | 1,61(0,31)<br>A b            | 2,81(0,45)<br>B a            | 1,26(0,26)<br>BC b           |
| RS2-TR  | 1,07(0,38)<br>B b            | 1,75(0,52)<br>CD a           | 1,17(0,22)<br>BC b           |
| RS2-W   | 1,64(0,53)<br>A b            | <b>4,47</b> (1,00)<br>A a    | 1,34(0,27)<br>BC b           |
| RS2-A2  | 1,00(0,57)<br>B b            | <b>4,09</b> (0,70)<br>A a    | 0,9(0,23)<br>C b             |
| RS3-TR  | 0,86(0,25)<br>B b            | 2,15(0,29)<br>D a            | 2,27(0,69)<br>A a            |
| RS3-WO  | 0,75(0,20)<br>B b            | 3,09(0,59)<br>B a            | 1,05(0,42)<br>BC b           |
| RS3-A2  | 0,87(0,11)<br>B b            | 2,75(0,92)<br>B a            | 1,24(0,56)<br>BC b           |
| n:90    | n:10                         | n:10                         | n:10                         |

Simanın ve altyapının  $\Delta E^*$  değerlerine ortak etkisi iki yönlü varyans (ANOVA) analizi ile değerlendirildi. Gruplar arası farklılıklar büyük ve küçük harflerle Çizelge 4.13’de gösterildi. Ortak büyük harfe sahip gruplar arasındaki  $\Delta E^*$  değerleri açısından (dikey olarak) farklılık bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ). Ortak küçük harfe sahip gruplar arasında  $\Delta E^*$  değerleri açısından (yatay olarak) fark bulunmamaktadır ( $P>0.05$ ).

Siman örnek uygulanması sonrasında seramik örneklerde meydana gelen klinik olarak algılanabilir seviyedeki renk farklılıkları ( $\Delta E^* > 3,5$ );

- EMP grubu için RS1-A30, RS2-W ve RS2-A2 siman grupları için klinik olarak algılanabilir seviyede renk farklılıkları tespit edildi ( $P < 0.05$ ).
- INZ ve PRZ gruplarında tüm siman grupları için klinik olarak algılanabilir seviyede renk farklılıkları tespit edilmedi ( $P > 0.05$ ).

Siman örnek uygulanması sonrasında seramik örneklerde meydana gelen renk farklılıkları ( $\Delta E^*$ ) değerlendirildiğinde;

- INZ grubu için en yüksek  $\Delta E^*$  değeri RS2-W ( $1,64 \pm 0,53$ ) siman grubu için tespit edilmişken en düşük  $\Delta E^*$  değeri RS1-A30 ( $0,74 \pm 0,30$ ) siman grubu için tespit edildi ( $P < 0.05$ ).
- EMP grubu için en yüksek  $\Delta E^*$  değeri RS2-W ( $4,47 \pm 1,00$ ) siman grubu için tespit edilmişken en düşük  $\Delta E^*$  değeri RS1-TR ( $1,18 \pm 0,41$ ) siman grubu için tespit edildi ( $P < 0.05$ ).
- PRZ grubu için en yüksek  $\Delta E^*$  değeri RS3-TR ( $2,27 \pm 0,69$ ) siman grubu için tespit edilmişken en düşük  $\Delta E^*$  değeri RS2-A2 ( $0,9 \pm 0,23$ ) siman grubu için tespit edildi ( $P < 0.05$ ).
- Tüm seramik grupları içerisinde en yüksek  $\Delta E^*$  değeri EMP grubu içerisinde RS2-W ( $4,47 \pm 1,00$ ) siman grubu için tespit edilmişken en düşük  $\Delta E^*$  değeri INZ grubu içerisinde RS1-A30 ( $0,74 \pm 0,30$ ) siman grubu için tespit edildi ( $P < 0.05$ ).



## 5. TARTIŞMA

Günümüzde dental seramikler sabit protezlerde kullanılan temel olarak camlı bir materyaldir. Seramiklerin kırılma direnci oldukça düşük olduğu için sabit protetik restorasyonların yapımında dayanıklılığını arttırmak için genellikle bir altyapıya ihtiyaç olmaktadır [15]. Seramiklerde genellikle iki tip altyapı kullanılır ve kullanılan alt yapıya göre seramik sabit restorasyonlar metal destekli veya tam seramik sistemler olarak isimlendirilmektedir [1,5,10].

Dental seramikler doğal dişi taklit edebilen bir materyal olarak yüksek aşınma direnci, düşük ısı iletkenliği, biyouyumluluğu, kimyasal olarak stabil oluşu, renk stabilitesi, ağız içi sıvılarından etkilenmeme ve estetik özellikleri sebebiyle protetik diş hekimliğinde geçmişten bugüne sıklıkla kullanılmaktadır [2,3,17]. Metal destekli seramik restorasyonlar fiziksel olarak ağız içi kuvvetlere dayanıklı oldukları için sıklıkla tercih edilirler ancak metal destekli restorasyonların özellikle estetiğin ön planda olduğu anterior bölgedeki doğal dişin optik özelliklerini tam olarak taklit edememesi, zamanla oluşabilecek diş eti renklemeleri ve biyolojik olarak uyumlu olmamaları sebebiyle geçmişten bugüne pek çok tam seramik sistem geliştirilmiştir [17,19,40]. Tam seramikler yapısı ve içeriği itibarıyla doğal dişlere yakın optik özelliklere sahiptir. Doğal dişlerde bulunan ışık geçirgenliği tam seramikler sayesinde taklit edilebilmektedir [20,83,100,101]. Optik ve estetik avantajlarının yanında tam seramiklerin kırılma ve gerilmeye karşı dayanıklılıklarının düşük olması, ekonomik olmaması, alt yapı ve veneer seramiği arasındaki bağlantı problemleri ve her sistemin arka dişlerde uzun köprü yapımına uygun olmaması gibi dezavantajları mevcuttur [3,7,17].

Tam seramik restorasyonlar altyapı içeriklerine göre cam seramikler, alümina esaslı seramikler ve zirkonya esaslı seramikler olarak sınıflandırılabilirler [6]. Zirkonyanın sahip olduğu sertlik, dayanıklılık, biyolojik uyumluluk, korozyona ve ani ısı değişimlerine karşı dirençli olması ve yüksek aşınma direnci gibi özellikleri sayesinde diş hekimliğinde güvenle ve kullanım alanları artarak tercih edilmesini sağlamıştır [42]. Zirkonya esaslı seramikler diğer tam seramikler içinde en yüksek mekanik özellikleri göstermekte ve molar bölge dahil olmak üzere tek ve çok üniteli restorasyonlarda kullanılabilmektedir [61].

Başlarda feldspatik veneer uygulanarak kullanılan zirkonya esaslı seramiklerde görülen veneerlenme sonucu restorasyonda oluşan residüel stres, altyapı ve seramiğinin farklı sertliklerde olması, altyapı ve seramik arasındaki bağlantı problemi ve seramikte chipping kırıkları görülmesi nedeniyle veneerlenen zirkonya esaslı seramiklere seçenek olarak veneer seramiği uygulanmadan anatomik konturda restorasyon yapımına izin veren monolitik translusent zirkonya materyalleri üretilmiştir [102,103]. Monolitik zirkonya materyali üretildiğinde tek tabakadan oluşan inley, onley, tek ve çok üyeli gibi restorasyonlar yapılması hedeflenmiştir ancak zirkonya alt yapılar diğer tam seramik sistemlere göre daha opak oluşu ve bu opak görünümlerinin oluşturduğu estetik dezavantajı önlemek adına translusensi özelliğinin artırılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır [104]. Renk uyumunun sağlanabilmesi için monolitik zirkonya materyali farklı renkteki bloklar halinde üretilmektedir veya sinterleme öncesi ya da sonrası renklendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Zirkonya restorasyonların renklendirilmesi için firmalar renklendirme sıvıları veya metal tuzları eklenmesi gibi yöntemleri kullanmaktadırlar [22,105]. Çalışmamızda farklı renkteki rezin simanların tam seramik restorasyonların sonuç rengine etkisinin incelenmesi için zirkonya içerikli seramik altyapı olarak zirkonya ile güçlendirilmiş alümina içerikli tam seramik In-Ceram Zirconia (INZ) ve itriyumla stabilize monolitik zirkonya materyali Prettau Zirconia (PRZ) kullanılmıştır.

Lityum disilikatla güçlendirilmiş cam seramikler farklı fırınlama tekniği sayesinde, fiziksel özellikleri ve translusensliği arttırılmış bir materyaldir. Örnek olarak IPS e.max Press sisteminin içeriğinde, cam matriks içerisine gömülmüş yaklaşık %70 oranında lityum disilikat kristalleri bulunur [106]. Arttırılmış translusensi özelliği sayesinde optimal estetik sağladıkları ve zirkonya esaslı seramiklere oranla daha translusent oldukları bilinmektedir [22,107–110]. Renk uyumu ve estetik açıdan üstün özellikler sergileyen ve piyasada yaygın olarak kullanılan IPS e.max Press (EMP) sistemi çalışmaya dahil edilmiştir. Araştırmada kullanılan örnekler, bu sistemin canlı veya hafif renkleşmiş dişlerin alt yapıları için kullanılan, premolar bölgede köprü yapımına izin veren, orta derece opasite sergileyen MO (medium opasite) ingotlarından elde edilmiştir.

Protetik restorasyonlarda renk ve estetik uyumunun sağlanabilmesi sadece kullanılan altyapı materyaline bağlı bir faktör değildir. Literatürlere bakıldığında renkle ilgili yapılmış

çalışmalarda; seramiğin metal alt yapı içermesi, seramiğin kalınlık miktarı, fırınlama sayısı ve şekli, boyama tekniği, yüzey bitim işlemleri, yaşlandırma işlemleri alt yapı kalınlığı ve rengi, yapıştırma ajanının kalınlığı ve renginin restorasyonun sonuç rengine etki edebildiğini göstermektedir [22,26,64,111–114]. Tam seramik restorasyonların rengi materyal kalınlığı ve alt yapı rengi tarafından diğer faktörlere göre daha çok etkilenir [115]. Materyal seçimi ve estetiğin kontrolünde alt yapı materyalinin translusensi ve opasitesi de diğer bir önemli faktördür [22,107,116]. Tam seramikler uygun kalınlıkta üretildiğinde translusenst bir görünüm sergiler [107]. Farklı tam seramik altyapı materyalleri ile seramik restorasyonlarda translusenslik çeşitlilik gösterir. Tam seramik restorasyonların kalınlıkları ve arka plan renklerinin sonuç rengi üzerine olan etkileri ile ilgili, literatürde birçok çalışma mevcuttur.

Vichi ve diğerleri [117], değişik kalınlıklarda üretilen disk şeklindeki (1 mm; 1,5 mm; 2 mm) cam infiltre seramiklerin (IPS-Empress) yapıştırılmasında kullanılan rezin simanların (Variolink II), sonuç rengi üzerine etkilerini incelemişlerdir. 2 mm kalınlığında üretilmiş tam seramik diskte, rezin simanın sonuç rengi üzerine klinik olarak anlaşılabilir ve anlamlı bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Tam seramik diskin kalınlığı 1,5 mm olarak üretildiğinde, rezin simanın renginin, sonuç rengi üzerine etkisinin göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir. Tam seramiğin kalınlığının 1 mm'den az olduğu durumlarda bu tip restorasyonların dayanıklılığının azalması ve sonuç renginin öngörülememesi nedeniyle uygulanmasının kontrendike olduğu vurgulanmıştır.

Pires ve diğerleri [118], iki değişik translusensi gösteren tam seramik sistemin (IPS e.max Press LT, IPS e.max Press HO) iki farklı kalınlıkta (1,5 mm ve 2 mm) simanın ve arka planın renginin restorasyonun sonuç rengi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar metalik arka plan varlığında 1,5 mm kalınlıkta opasite miktarı daha fazla olan (IPS e.max Press HO) tam seramik sistemin daha translusent olan (IPS e.max Press LT) tam seramik sisteme göre kullanımının uygun olduğunu belirtmişlerdir. Tam seramiğin kalınlığı 2 mm olduğu durumda iki farklı translusensi gösteren sistemler karşılaştırıldığında sonuç renginin siman varlığından veya arka planın renginden etkilenmediği çalışmada belirtilmiştir.

Bu tez çalışmasında; 1 mm altyapı 0,5 mm dentin seramiği olacak şekilde toplam 1,5 mm kalınlığında seramik diskler kullanıldı. Daha önce yapılmış çalışmaların gösterdiği gibi, test örneklerinin daha ince hazırlanması, özellikle cam seramiklerin yarısaydam olmaları nedeniyle, sonuç renginin öngörülememesine ve renk uyumunda başarısızlığa neden olabilir. Örnekler veneerlenmiş haliyle 2 mm olacak şekilde de hazırlanabilirdi. 2 mm kalınlıktaki tam seramik modellerde, alttaki zeminin ve simanın rengini yansıtmadıkları için daha başarılı bir renk uyumu elde edilebilir ancak klinik uygulamalarda tam seramik restorasyonlar için her zaman 2 mm kalınlığında yer olmayabilir çünkü bu durumda vital dişlerin fazla preparasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır [75]. Bu nedenle çalışmamızda, tam seramik test örnekleri önceki çalışmaların bilgileri doğrultusunda 1,5 mm kalınlığında olacak şekilde hazırlandı [117,119].

Tam seramik sistemlerin simantasyonunda biyouyumluluğu, renk seçenekleri, dişe bağlanma kuvvetinin yüksek oluşu, seramik yapıya desteklik sağlaması, ağız sıvılarından minimum etkilenmesi, minimal film kalınlığı gibi özellikleri sebebiyle rezin simanlar sıklıkla kullanılmaktadır [120–122]. Rezin simanlar ışıkla, kimyasal olarak, hem ışıık hem de kimyasal olarak polimerize olmak üzere 3 çeşit tipte bulunurlar. Yapılan çalışmalar hem ışıık hem de kimyasal olarak polimerize olan rezin simanların ışııkla ve kimyasal olarak polimerize olan simanlardan fiziksel ve mekanik olarak daha üstün oldukları belirtilmiştir [123–125].

ışııkla polimerize olan rezin simanlar genellikle ince seramik ve kompozit laminate veneerler gibi ışıık geçişine izin verebilen restorasyonların simantasyonunda kullanılır. Kimyasal olarak polimerize olan rezin simanlar, ışıık geçirmeyen metal altyapı içeren restorasyonların, adeziv köprülerin ve kalınlığı 2 mm'den fazla tam seramik ve onley restorasyonların simantasyonunda kullanılır. Restorasyon üretiminde seramiğin kalınlık miktarı artıkça (0,7 mm'den fazla) polimerizasyon için gereken ışıık geçişi azalacağından, rezin simanın yeteri kadar polimerize olması engellenmektedir [126]. Hem ışıık hem kimyasal olarak polimerize olan rezin simanlar (1,5 mm – 2,5 mm kalınlığında) tam seramik restorasyonların simantasyonunda, seramik ve ışıık geçişine limitli olarak izin verebilen rezin kompozit restorasyonların simantasyonunda kullanılmaktadır [127,128].



Kilinc ve diğerkleri [129], 1 mm kalınlığında tam seramik örneklere (IPS Empress Esthetic) simante ederek ve etmeden 3 farklı rezin siman markasının (Nexus-2, Appeal, Calibra) 2 farklı sertleşme mekanizmasının (hem ışıkla hem de kimyasal olarak polimerize, ışıkla polimerize) tam seramik restorasyonlarının sonuç rengine etkisini ve rezin simanların renk stabilitesini karşılaştırdıkları bir çalışmada, ışıkla polimerize olan simanların renk stabiliteleri daha iyi bulunmuştur.

Koishi ve diğerkleri [130], invitro koşullarda, hem ışık hem de kimyasal yolla sertleşen altı çeşit rezin simanın (Bistite II, Clapearl DC, Dicor Light Activated Cement, G-Cera Cosmotech II, Lute-It ve Variolink II) sertleşme mekanizmalarına göre renk stabilitelerini incelemişlerdir. Sonuç olarak hem ışık hem de kimyasal olarak sertleşen kompozit rezin simanların, sadece kimyasal olarak sertleşen kompozit rezin simanlara göre, renklerinin daha stabil olduğu görölmüştür.

Noie ve diğerkleri [70], 3 farklı rezin siman markasının (Jeneric/Pentron Optec, Sybron/Kerr Porcelite, 3M Indirect Porcelain System) sadece ışıkla ve hem ışık hem de kimyasal olarak sertleşen rezin simanlarını 3 farklı renginde üretmişlerdir. Hem ışık hem de kimyasal yolla sertleşen ve sadece ışıkla sertleşen rezin siman örneklerinin yaşlandırma sonucu renk stabilitelerini inceledikleri çalışmalarında ışıkla sertleşen rezin simanların yaşlandırma sonucu renklerinin hem ışık hem de kimyasal sertleşen rezin simanlara göre daha stabil olduklarını bulmuşlardır ve bu durumun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu vurgulamışlardır. Ancak çalışmacılar istatistiksel olarak anlamlı olsa bile renk değışikliğı arasındaki farkın farkedilebilir olmadığını ve klinisyenlerin hem ışık hem de kimyasal olarak sertleşen rezin simanların estetik bölgelerde güvenle kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda tam seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılan rezin simanların kalınlığı ile ilgili farklı veriler bulunmaktadır. Wall ve diğerkleri [131], yaptıkları çalışmada seramik veneer restorasyonların simantasyonunda siman kalınlığının  $0,082 \text{ mm} \pm 0,034 \text{ mm}$ , Magne ve diğerkleri [132], ise bu kalınlığın 0,1 mm olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Çalışmaların verileri göz önünde bulundurularak seramik örneklerin kalınlığı (1,5 mm) nedeniyle ve hem ışık hem de kimyasal sertleşen rezin simanların tam seramik restorasyonlarda güvenle kullanılabileceğini belirttikleri için çalışmamızda seçilen rezin simanların klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan hem ışık hem de kimyasal olarak sertleşen mekanizmaya sahip (3M RelyX™ Unicem Aplicap, Panavia Clearfil™ SA Cement Plus, SDI seT) olması tercih edildi. Çalışmamızda kullanılan rezin siman örneklerin kalınlığı rezin simanların ince olduğunda düşük kırılma dirençleri, örnek hazırlanması esnasında oluşabilecek hatalar ve siman örneklerin seramik disklerle yapıştırılmadan değerlendirileceği için 0,2 mm olarak hazırlandı [80,133,134].

Diş hekimliğinde renk olgusunun ve renk değişikliğinin değerlendirilmesi için 2 yöntem bulunmaktadır. Bunlar aletle ölçüm ve görsel yollarla yapılan ölçümlerdir. Görsel yollarla yapılan ölçümler subjektif ve matematiksel değerler veremediğinden in vitro koşullarda aletle renk analizi yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar cihaz kullanılarak yapılan renk seçiminin, görsel yola göre daha başarılı sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır [23,86,135].

Kolorimetreler, spektrofotometreler ve dijital kameralar en yaygın kullanılan renk ölçüm cihazlarıdır. Kolorimetreler, ışığın dalga boyu ve yoğunluğuna göre renk ölçümü yapan cihazlardır. Bu cihazlar CIE  $L^*a^*b^*$  ve x, y, z değerlerinde ölçüm verirler. Bu değerler matematiksel olarak analiz edilir ve farklı objelerin renk parametreleriyle karşılaştırılabilir. Spektrofotometreler ise bir obje üzerinden yansıyan 1-25 nm arası dalga boyundaki görülebilir ışığı ölçen aletlerdir [136,137].

Renk değişimlerinin değerlendirilmesi için spektrofotometreler ve kolorimetreler in vitro çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadırlar. Seghi ve diğerleri [23], yaptıkları çeşitli araştırmalar sonucu kolorimetre ve spektrofotometre ölçümleri arasında belirgin bir fark olmadığını söylemişlerdir ancak kolorimetre kullanımının translusent seramikte eksik sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Dozic ve diğerleri [138], deneysel ve klinik şartlarda, beş farklı renk ölçüm cihazının (ShadeScan, Easyshade, Ikam, IdentaColor II ve ShadeEye), renk hassasiyetlerini değerlendirmişlerdir. Klinik şartlarda Easyshade ve Ikam sistemlerinin daha güvenilir olduğu bildirilmiştir. Kim- Pusateri ve diğerleri[139], dört farklı renk ölçüm

cihazının (SpectroShade, ShadeVision, VITA Easyshade, ShadeScan) güvenilirliğini ve doğruluğunu karşılaştırdığı bir çalışmada, spektrofotometrelerin doğruluğunun kolorimetrelere göre daha iyi olduğunu bulmuşlardır. Çalışmacılar VITA Easyshade isimli spektrofotometrenin en yüksek oranda doğru ölçüm verdiğini belirtmişlerdir.

Spektrofotometreler, nesnelerden birçok dalga boyunca yansıyan ışığın miktarını ölçebilme yetenekleri sayesinde genelde kolorimetrelere göre daha doğru ve sistematik sonuçlar verirler. Kolorimetreler ise sadece 3 dalga boyunca ölçüm yapabilirler. Kolorimetrelerin düz yüzeylerden ölçüm yapılabilmesi için tasarlanmışlardır ancak dış yüzeyleri tam olarak düz olmaması ve düzensiz yüzey özellikleri göstermeleri sebebiyle, klinik kullanımda spektrofotometreler daha fazla tercih edilmektedirler [86,124,140–145]. Çalışmamızda spektrofotometrelerin görsel ve kolorimetre ile yapılan ölçümlere göre daha başarılı oldukları için bir spektrofotometre cihazı olan VITA Easyshade tercih edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda arka planı oluşturan yapıların renginin tam seramik restorasyonların sonuç rengi üzerindeki etkisini anlamaya yönelik yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır [22,80,107,114,146–150]. Bu çalışmaların gösterdiği sonuçlar birçok farklılıklar göstermiştir. Çalışmalardan elde edilen sonuçlardaki bu farklılıkların sebepleri; deneysel tasarım farklılıkları, seramik örnek renkleri, arka plan materyalleri, yapıştırma simanları ve renk ölçümü yapan enstrümanlar gibi faktörlerden etkilenmiş olabilecekleri bildirilmiştir.

Bu tez çalışmasında spektrofotometre ile yapılan tüm renk ölçümleri, standart beyaz arka plan üzerinde, poliasetatın üretilmiş özel bir kalıp içerisinde örnekler ve spektrofotometrenin ölçüm yapan ucunun sabit bir pozisyonda konumlandırılmasının sağlanmasıyla gerçekleştirildi. Aynı zamanda renk farklılıkları ölçümleri; bitmiş bir restorasyonu taklit eden veneerlenmiş ve glaze işlemi uygulanmış 1,5 mm kalınlıktaki tam seramik örneklerden siman uygulaması öncesi ve sonrasında gerçekleştirilmiştir. Bu sayede daha önceki çalışmalarda görülen farklılıklara neden olabilecek faktörler asgari düzeye indirilmeye çalışıldı.

Ceylan ve diğeri [151], kırılma indisi solüsyonlarının farklı yapıştırma simanlarının rengi üzerindeki etkisinin incelemişlerdir. Çalışmalarında iki farklı kırılma indisi solüsyonunun (fitalat ester, gliserol) 3 farklı yapıştırma simanının sonuç rengine baktıklarında 5, 15, 60 dakika ve 24 saat sonraki ölçümlerinde siman rengine değişiklikler olduğunu görmüşlerdir. Çalışmacılar 1 saat sonraki ölçümde tüm siman örneklerde en yüksek renk değişimi değerlerini gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak çalışmacılar kırılma indisi ile yapılacak araştırmalarda özellikle renk değiştirmeye yatkın malzemelerde materyal ile kırılma indisi materyalinin temasını minimum tutmaları gerektiğini belirtmişlerdir çünkü kırılma indisi materyalinin renk değişikliğine neden olabileceğini gözlemlemişlerdir.

Çalışmamızda rezin simanların tam seramik örneklerin sonuç rengi üzerindeki etkisi incelenirken daha önce yapılmış olan çalışmalardan farklı olarak rezin simanlar tam seramik örneklerin altına yapıştırılmadan incelendi. Seramik örneklerle optik olarak bağlanma etkisi yaratabilecek bir kırılma indisi ajanı (Smartgel OC 440A) yardımıyla test edildi [23,96,152–154].

CIE  $L^*a^*b^*$  renk sistemi "Commission de l'Eclairage" tarafından 1976 yılında renk ölçümü işlemi için standart bir yöntem olarak sunulmuş ve rengin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  koordinatları olarak renk uzayındaki konumunu belirlemesine yardımcı olmuştur. CIE  $L^*a^*b^*$  sisteminde  $L^*$  koordinatı rengin aydınlığını (Lightness),  $a^*$  kırmızı-yeşil rengin miktarını,  $b^*$  ise sarı- mavi rengin miktarını tanımlar.  $L^*$  koordinatı 0'dan (mutlak siyah) 100'e (mutlak beyaz) değerler içeren vertikal eksenin üzerinde yer alır.  $a^*$  ve  $b^*$  koordinatları  $L^*$ 'nin etrafındaki eksenlerde döner.  $a^*$  pozitif değer aldığı anda renk daha kırmızı, negatif değer aldığı anda ise yeşil hale gelir,  $b^*$  pozitif değer aldığı anda renk sarı, negatif değer aldığı anda ise mavi hale gelir [83]. CIE  $L^*a^*b^*$  sistemi tarafından renk ölçümü yapılan malzemenin kendi içerisindeki ya da farklı malzemeler arasındaki renk değeri farklılığının tespiti için  $\Delta E$  formülü önerilmektedir. Renk değişiminin miktarını ifade edebilmek için CIE tarafından yeni bir formül olan  $\Delta E_{00}$  formülü geliştirilmiştir. Bu yeni formül, hesaplanan farklılıklar ile görsel olarak algılanan farklılıklar arasındaki değişkenlerin ilişkisini saptamaktadır. Bu gelişmiş formülün yararlarına rağmen karmaşık oluşu ve önceki çalışmalarla karşılaştırma yapmanın zor olması nedeniyle birçok çalışmada hala  $\Delta E^*$  kullanılmaktadır [84].

$\Delta E^*$  değerinin, kliniğe yansımalarını araştıran birçok farklı çalışma bulunmaktadır.

Johnston ve Kao [82], translusensi ve diğer faktörleri hesaba katmadan klinik olarak kabul edilebilir değeri 3,7 olarak bulmuşlardır, yaptıkları çalışmanın sonuçlarında,  $\Delta E^*$  değerinin 1 birimden küçük ( $\Delta E^* < 1$ ) olmasının; iki renk arasındaki renk farklılığının görsel olarak fark edilemeyeceğini,  $\Delta E^*$  değerinin 1 ile 2 birim arasında ( $1 < \Delta E^* < 2$ ) olmasının; gözlemciler tarafından genellikle kısmen fark edilebileceğini,  $\Delta E^*$  değerinin 2 birimden fazla olmasının ( $\Delta E^* > 2$ ) ise; tüm gözlemcilerin rahatlıkla algılayabilecekleri bir renk farklılığına sebep olduğunu göstermiştir.

O'Brien [84],  $\Delta E^*$  değerlerinin klinik olarak değerlendirilmesini şu şekilde açıklamışlardır;  $\Delta E^*$  değeri "0" ise, klinik renk algısı kusursuz,  $\Delta E^*$  değeri "0,5-1" arasında ise, klinik renk algısı çok iyi,  $\Delta E^*$  değeri "1-2" arasında ise, renk değişimi iyi,  $\Delta E^*$  değeri "2-3,5" arasında ise, klinik olarak kabul edilebilir bir renk değişikliği meydana gelir,  $\Delta E^*$  değeri "3,5"tan büyük ise, renk klinik olarak uyumsuz olarak nitelendirmişlerdir. Bu konuda pek çok fikir olmakla birlikte,  $\Delta E < 3,5$  birim olmasının klinik olarak kabul edilebilir renk farklılığına neden olduğu kabul edilmektedir. Bu tez çalışmasında  $\Delta E$  değerinin 3,5 birime denk ve küçük olduğu renk farklılıkları klinik olarak kabul edilebilir, bu değerden büyük olanlar ise klinik olarak kabul edilemez (uyumsuz) olarak değerlendirildi.

Azer ve diğerleri [113], yaptıkları bir çalışmada kompozit rezinden hazırlanan farklı renk diskler üzerine tam seramik materyal yerleştirilerek, farklı renkteki destek diş ve simanın restorasyonun sonuç rengine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada 64 adet disk şeklinde A2 renk IPS Empress, 64 adet dört farklı renkte (A3, B3, C3 ve D3) Tetric Ceram kompozit rezin disk hazırlanmıştır. Hazırlanan tüm disklerin çapları 20 mm iken, kalınlıkları IPS Empress için 1 mm, kompozit rezin için 4 mm olarak belirlenmiştir. Tam seramik materyali olan IPS Empress ve rezin diskler Variolink 2 rezin simanının A3 ve translusent renkleri kullanılarak simante edilmiştir. Simantasyon öncesi ve sonrasında kolorimetre yardımı ile renk ölçümleri yapılmış ve ölçümler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada A2 renk IPS Empress tam seramik diskler ile A3 renk kompozit rezin diskler A3 ve translusent renk simanlar ile simante edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre iki farklı renkteki rezin simanın meydana getirdiği renk değişimi ortalama ( $\Delta E^*$ ) 0,8 birim olarak belirlenmiştir. Kompozit

rezin ve tam seramik disklerin ara yüzeyine rezin siman uygulanarak birbirine yapıştırıldığı çalışmada, siman kalınlığı çalışmacılar tarafından önemsenmemiştir. Çalışmanın sonucu olarak kompozit rezin disklerin tam seramik disklerle rezin simanlarla simantasyonunun tam seramik disklerin sonuç rengi üzerine etkisi olmadığı görülmüştür.

Bu tez çalışmasında rezin simanların tam seramik restorasyonların sonuç rengi üzerine etkisi araştırılırken Azer ve diğerlerinin araştırmasından farklı olarak arka planda olması gereken diş rengi elimine edilmiş ve poliasetat ölçüm kabının beyaz arka planı kullanılmıştır, siman kalınlığı olması gerekenden daha kalın hazırlanmış (0,2mm) ve sonuç etkisi gözlemlenmiştir. Sonuçta elde edilen renk farklılıklarının, Azer ve diğerlerinin çalışmasına göre oldukça yüksek bulunmuş olması, çalışmamızda kullanılan rezin simanın kalınlığından ve arka plan renginin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir [113].

Terzioğlu ve diğerlerinin [155], yaptıkları çalışmada dört farklı kalınlıktaki (0,5; 1; 2; 3 mm) IPS Empress materyalinin iki farklı renkteki rezin simanın (Rely X Arc A1, A3) sonuç rengi üzerine etkisini incelemişlerdir. Her bir kalınlık için on adet A1 ve A3 renkte ve 0,3 mm kalınlıkta hazırlanan rezin siman diskleri tam seramik materyallerinin ölçüm yapılmayacak yüzeyine ince bir bağlantı ajanı (3M Single Bond) yardımıyla bağlanması sağlanmıştır. Ölçümler kolorimetre cihazıyla D65 gün ışığı içeren ölçüm kabini içerisinde ve nötral gri fon üzerinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda tüm kalınlıklardaki tam seramik örneklerin her iki renkteki rezin simanların uygulanmasından sonra sonuç renginin belirgin bir şekilde etkilendiğini ( $\Delta E^* > 3,7$ ) ancak siman renginin sonuç rengi üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir.

Bu tez çalışmasında elde edilen  $\Delta E^*$  değerlerinin, Terzioğlu ve diğerlerinin sonuçlarına göre daha düşük değerlerde olduğu görüldü bunun nedeninin çalışmamızda kullanılan rezin simanların kalınlığının Terzioğlu ve diğerlerinin çalışmalarında kullandıkları rezin siman kalınlığından daha az olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Omar ve diğerleri [114], yaptıkları çalışmada 3M2 renkte ve değişik kalınlıktaki (0,3; 0,5; 0,7 mm) CAD-CAM ile üretilmiş feldspatik seramiklere uygulanan (Vita Mark 2) iki farklı içerikteki rezin simanın (Calibra light, Panavia F2.0 light rengi) sonuç rengi üzerine etkisini

incelemişlerdir. Çalışma sonucunda 0,7 mm feldspatik seramik kalınlığında her iki rezin simanın renk değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını, 0,5 mm feldspatik seramik kalınlığında Calibra rezin simanın istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiğini ancak bu etkinin klinik olarak kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir ( $\Delta E^*=1,67 \pm 0,2$ ). 0,3 mm kalınlıktaki feldspatik seramik örneklerinde rezin simanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ve bu durumda Panavia rezin simanının Calibra rezin simana göre daha az renk değişikliğine neden olduğunu bulmuşlardır ancak bu renk değişiminin her iki rezin siman için klinik olarak kabul edilebilir değerler gösterdiğini vurgulamışlardır ( $\Delta E^*<2,8$ ). Çalışmacılar aynı kalınlıktaki seramik örneklerin farklı rezin simanlardaki renk değişikliklerinin farklı olmasını polimerizasyon başlatıcılar, inorganik içerik farklılığı, doldurucu miktarı farklılıkları gibi faktörlere bağlı olabileceğini öne sürmüşlerdir [114].

Başka bir çalışmada ise Turgut ve Bagis [64], IPS Esthetic seramik materyalinin 4 farklı rengini(A1, A3, EO, ET) 0,5 ve 1 mm kalınlıkta üretilen farklı üreticilerden 13 farklı rezin simanın (RelyX Veneer A1, A3, opak, translusent; Maxcem Elite, A1, A3, opak, translusent; Variolink II opak, translusent; Variolink Veneer LV -3, MV 0, HV +3) sonuç rengi üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında opak seramik materyalin (EO) diğer renkteki altyapılardan rezin siman uygulamasıyla renk değişikliği açısından daha az etkilendiğini belirtmişlerdir. En çok renk değişikliği 0,5 mm translusent seramik materyalde (ET) görülürken en az renk değişikliği 1 mm opak seramik materyalde (EO) görülmüştür. Tüm seramik grupları için kalınlık arttıkça renk değişiminin daha az olduğunu belirten araştırmacılar bunun nedeninin artan kalınlıkla birlikte materyalin opasitesinin artmasının neden olabileceğini vurgulamışlardır. Variolink Veneer -3 renkteki rezin simanın tüm seramik grupları için en yüksek renk değişikliğine neden olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar ayrıca aynı renk ismine sahip rezin simanların farklı üreticilerde farklı renk değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum daha önceki çalışmalarla da örtüşmektedir [156].

Bu tez çalışmasında her üç rezin siman grubunda aynı renk ismini taşıyan RS1, RS2, RS3 A2 renginin EMP seramik grubunun sonuç rengine etkisinin  $\Delta E^*$  değerleri sırasıyla  $2,81 \pm 0,45$ ;  $4,09 \pm 0,70$ ;  $2,75 \pm 0,92$  ve RS1, RS2, RS3 translusent renginin EMP seramik grubunun sonuç

rengine etkisinin  $\Delta E^*$  değerleri sırasıyla  $1,18 \pm 0,41$ ;  $1,75 \pm 0,52$ ;  $2,15 \pm 0,29$  şeklindedir. Bu veriler Omar ve diğerlerinin; Turgut ve Bagis'in yapmış oldukları çalışmaların sonucunda görülen aynı renk ismine sahip farklı rezin simanların renk değişikliklerinin farklı olması sonucuyla benzerdir [64,114].

Chen ve diğerleri [157] düşük translusensi (LT) özelliği olan preslenebilir lityum disilikat içerikli tam seramik materyali olan IPS e.max Press materyalini A3 renginde 0,6 mm kalınlığında üretilen 10 farklı renkteki (Variolink Veneer, LV-3, LV-2, MV, HV + 2, HV + 3; Panavia F, light, kahverengi; RelyX Veneer WO, translusent, A3) rezin siman ile simantasyonunun sonuç rengi üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında Variolink veneer HV +3 ve RelyX Veneer WO renkli simanların klinik olarak kabul edilemeyecek seviyede ( $\Delta E^* > 3,3$ ) renk değişikliğine neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu iki simanın opak oluşu dolayısıyla diğer simanlardan daha çok renk değişikliğine neden olabileceğini vurgulamışlardır. Başka bir çalışmada ise iki farklı kalınlıktaki (0,5; 0,7 mm) ve değişik içerikteki üç tam seramik altyapının (IPS Esthetic, Zirpress, IPS e.max) farklı renklerdeki (RelyX Veneer TR, WO, B0.5, A1, A3) rezin simanlarla simantasyonunun sonuç rengi üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında siman renginden bağımsız olarak en çok renk değişikliğinin IPS Empress Esthetic altyapıda ve sırasıyla ZirPress ve e.max Press altyapılarında görüldüğünü belirtmişlerdir. Araştırmacılar WO (beyaz opak) rengindeki rezin simanın görülebilir renk değişikliğine ( $\Delta E^* > 3,3$ ) neden olduğunu vurgularken A1 rengindeki simanın TR, B0,5 ve A3 rengindeki simanlardan istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu belirtmişlerdir [157,158].

Bu tez çalışmasında RS3-WO rezin siman grubu RelyX Veneer WO rezin simanı ile aynı renk ismine sahiptir. RS3-WO rezin siman grubunun bütün seramik grupları için klinik olarak kabul edilebilir seviyede olduğunu gördüğümüz çalışmamızın verileri Chen ve diğerlerinin ve Alqahtani ve diğerlerinin RelyX Veneer WO renkli simanların klinik olarak kabul edilemeyecek seviyede ( $\Delta E^* > 3,3$ ) renk değişikliğine neden olduğu sonucuyla çelişmektedir ve bunun nedeninin siman içeriklerinin farklı oluşu, deney düzeneği farklılıkları, tam seramik materyali ve kalınlığının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Kürklü ve diğerleri [148], A1 rengine 0,5 ve 1 mm kalınlığında hazırlanan feldspatik seramiklere (Noritake EX-3) farklı renklerdeki rezin simanın (Clearfil EX Chroma, Clear, Opaque White) sonuç rengi üzerine etkisini incelemişlerdir. Seramiklerin glaze işlemi yapılmamış yüzeyine uygulanan rezin simanlar 0,2 mm olacak şekilde standardize edilmiştir. Ölçümler siyah, nötral gri ve beyaz arka fon üzerinde spektoradyometre cihazıyla yapılmıştır. Araştırmacılar her iki kalınlıkta üretilmiş feldspatik seramiklerde clear rengindeki siman uygulanmasının sonuç renginin klinik olarak kabul edilebilir seviyede olduğunu ( $\Delta E^* < 3,46$ ) ancak chrome ve opak renk siman kullanımının klinik olarak kabul edilebilir seviyenin üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Tez çalışmamızda RS1-A3O ve RS2-W siman gruplarının EMP seramik grubunun sonuç rengine etkisinin  $\Delta E^*$  değerinin sırasıyla  $4,13 \pm 0,80$  ve  $4,47 \pm 1,00$  olması Kürklü ve diğerlerinin opak renk siman kullanımının klinik olarak kabul edilebilir seviyenin üzerinde renk değişikliğine neden olduğu sonucuyla benzerdir.

2009 yılında Li ve diğerlerinin [159], yapmış olduğu bir çalışmada, Empress II, InCeram Alumina ve Vita Mark 2 seramiğinden oluşan 14 mm çap ve 1,5 mm kalınlıktaki A1 ve A3 renklerdeki diskler, 3 mm kalınlık ve 16 mm çapta disk şeklindeki farklı marka ve farklı renklerdeki kompozit korlar (Para Post; DMG; Bisco) ile beraber kullanılmak amacı ile 0,1 mm'lik siman kalınlığı olacak şekilde Rely X ARC rezin simanın A3 rengi kullanılarak birbirlerine simante edilmiştir. Simanlı ve simansız disklerin renk farklılıkları spektrofotometre kullanılarak değerlendirilmiştir. Örneklerin renk kombinasyonları VITA renk skalasındaki A1 ve A3 renk tablaları ile karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, A1 ve A3 renk Empress II diskler üzerinde en fazla renk değişimine Bisco Core-Flo Opak ( $\Delta E^* A1=11,50$ ;  $\Delta E^* A3=14,51$ ) ve DMG Blue ( $\Delta E^* A1=13,08$ ;  $\Delta E^* A3=16,81$ ) kompozit renkleri sebep olmuştur. Transludent renk kompozit korda meydana gelen renk değişimi; A1 renk seramikte 6,2, A3 renk seramikte ise 10,70 birim olarak belirlenmiştir. Para Post White ve DMG White renk kompozitlerde A1 ve A3 renk seramik üzerinde sırası ile 5,01 ve 9,71 ile 4,56 ve 9,10 birimlik renk değişimleri görülmüştür. DMG kompozitinin A3 renginin sebep olduğu renk değişimi ise, A1 diskler üzerinde 4,55, A3 diskler üzerinde ise 8,95 birim olarak kaydedilmiştir. Araştırmacılar çalışma sonucunda görülen renk farklılıklarının yüksek olmasını, konvansiyonel renk ölçüm tablalarının tam seramikler için uygun olmamasına bağlamışlardır. Bizim çalışmamızda ise elde edilen  $\Delta E^*$  değerlerinin, Li ve

diğerlerinin sonuçlarına göre daha düşük değerlerde olduğu görüldü. Bu  $\Delta E^*$  değerlerinin Li ve diğerlerinin çalışmada kullandıkları rezin simanın ve arka plan renklerinin tez çalışmamızdan farklı olması nedeniyle düşük olduğu düşünülmektedir.

Chaiyabutr ve diğerleri [26], yaptıkları bir çalışmada dört farklı arka plan rengi için [açık (ND3); orta açık (ND5); orta koyu (ND7); koyu (ND9)] rezin day materyalinden hazırlanan dayanaklar ve 0,3 mm kalınlığında iki farklı rezin siman renginin (Variolink II opak, translusent) dört farklı kalınlıktaki (1; 1,5; 2; 2,5 mm) IPS e.max CAD LT tam seramik restorasyonların sonuç rengi üzerine etkisini incelemişlerdir. Tam seramik kronların translusent renkteki (ND1) dayanaklar üzerinden elde edilen renk değerleri, kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek  $\Delta E^*$  değerlerinin 1 mm kalınlığında restorasyonun koyu arka plan üzerinde translusent siman kullanımında görülmüştür ( $4,67 \pm 0,17$ ) Arka plan rengi koyulaştıkça ve seramik kalınlığı azaldıkça  $\Delta E^*$  değerlerinde artma belirten araştırmacılar ND9 rengindeki dayanak üzerine hazırlanan 1 mm kalınlığındaki seramik kronlar için her iki siman rengi, 1,5 mm kalınlığındaki seramik kronlar için ise sadece translusent siman rengi için tespit edilen  $\Delta E^*$  değerlerinin klinik olarak kabul edilemez seviyede olduğu bildirilmiştir ( $\Delta E^* > 3,7$ ). Araştırmacılar opak rezin siman kullanılan gruplarda daha düşük  $\Delta E^*$  değerlerinin görüldüğünü belirtmişlerdir [26]. Bu sonuç daha önceki çalışmalarla çelişmektedir [39]. Çalışmada daha düşük  $\Delta E^*$  değerlerinin görülmesini önceki çalışmalardan daha kalın rezin siman kullanımına bağlı olduğunu düşünmektedirler. Başka bir çalışmada ise kromatik (C4) kompozit rezin (Z-250) arka plan üzerinde, iki farklı renkteki (opak, A3) rezin simanın (Enforce), A3 renk ve üç farklı kalınlıktaki (1; 1,5; 2 mm) 6 farklı feldspatik seramik materyallerinin (Vitadur Alpha; IPS Classic; Vintage Halo; All Ceram; Vision Esthetic; Super Porcelain EX) sonuç renkleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Seramik örneklerin, arka plan üzerinde arada siman materyalleri olmadan yapılan renk ölçümleri kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. Araştırmacılar 2mm seramik kalınlığı varlığında ve opak rezin siman kullanımında en yüksek  $\Delta E^*$  değerlerinin oluştuğunu belirtmişlerdir ancak bu yüksek  $\Delta E^*$  değerlerinin koyu renkli arka plan rengini maskelemekte etkin olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca araştırmacılar kalınlıktan bağımsız olarak opak rezin siman kullanımının restorasyonun  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk değerlerinde artışa neden olduğu için dolayısıyla  $\Delta E^*$  değerlerinde artışa

neden olacağını bildirmişlerdir [150]. Bu sonuçlar Chaiyabutr ve diğçerlerinin [26] çalışma sonuçlarıyla çelişmektedir.

Bu tez çalışmasında translusent siman kullanımının tam seramik restorasyonların sonuç rengine etkisinin  $\Delta E^*$  değçerleri incelendiğinde bütün tam seramik gruplarında klinik olarak kabul edilebilir değçerler oluştığu görölmektedir ( $\Delta E^* \leq 3,5$ ). Bu sonuç Chaiyabutr ve diğçerlerinin [26], çalışmasıyla çelişmektedir. Ayrıca araştırmacılar opak rezin siman kullanılan gruplarda daha düşük  $\Delta E^*$  değçerlerinin göröldüğünü belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise opak siman kullanımı özellikle EMP grubunda  $\Delta E^*$  değçerlerinde artışa neden olmuştur. Bu veriler de Azevedo Cubas ve diğçerlerinin [150], yaptıkları çalışmayla uyumludur. Kullanılan tam seramik türü, rezin siman kalınlığı, arka planda kullanılan rezin day materyalleri gibi faktörler çalışmamızın sonuçlarının Chaiyabutr ve diğçerlerinin [26] sonuçlarından farklı olmasına neden olduğu düşünölmektedir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, lityum disilikat içerikli tam seramik sistemi olan IPS e.max Press, iki farklı içerikte zirkonyum materyalleri olan In Ceram Zirconia ve Prettau Zirconia alt yapı disklerine, üç farklı marka rezin simanın üç farklı rengi uygulanmış, simanların seramik alt yapı rengi üzerinde olası etkisi ile meydana gelebilecek renk değişimlerinin spektrofotometrik olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışmanın sınırlamaları dahilinde şu sonuçlar elde edilmiştir;

- 1- Bu tez çalışmasında tam seramik materyallerin farklı renkteki rezin simanlarla simantasyonunun restorasyonun sonuç rengini etkileyeceği tespit edildi.
- 2- In Ceram Zirconia (INZ) ve Prettau Zirconia (PRZ) tam seramik materyallerine göre IPS e.max Press (EMP) materyali rezin simanla simantasyondan renk değişikliği açısından daha çok etkilendiği görüldü. IPS e.max Press materyalinin daha translüsent yapıda olmasının bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir. Renk değişikliğinden etkilenme sırası IPS e.max Press (EMP) > Prettau Zirconia (PRZ) > In Ceram Zirconia (INZ) şeklindedir. Bu sonuca göre daha translüsent yapıdaki lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramik restorasyonların simantasyonunun zirkonyum içerikli tam seramik restorasyonlara göre adeziv rezin siman ile simantasyonunda siman renginin, restorasyonun sonuç rengi açısından daha fazla önem taşıyacağı düşünülmektedir.
- 3- IPS e.max Press (EMP) tam seramik materyali için en yüksek  $\Delta E^*$  değeri Panavia Clearfil™ SA Cement Plus (RS2) W ( $4,47 \pm 1,00$ ) iken en düşük  $\Delta E^*$  değeri 3M RelyX™ Unicem Aplicap (RS1) TR ( $1,18 \pm 0,41$ ) siman gruplarıyla simantasyonda görüldü. Bu iki değer arasındaki fark istatistik olarak anlamlı bulundu ( $p < 0,05$ ). Panavia Clearfil™ SA Cement Plus (RS2) W ( $4,47 \pm 1,00$ ), 3M RelyX™ Unicem Aplicap (RS1) A30 ( $4,13 \pm 0,80$ ), ve Panavia Clearfil™ SA Cement Plus (RS2) A2 ( $4,09 \pm 0,70$ ) siman grupları için klinik olarak algılanabilir seviyede renk farklılıkları ( $\Delta E^* > 3,5$ ) tespit edildi ( $P < 0,05$ ).
- 4- In-Ceram Zirconia (INZ) tam seramik materyali için en yüksek  $\Delta E^*$  değeri Panavia Clearfil™ SA Cement Plus (RS2) W ( $1,64 \pm 0,53$ ) ve en düşük  $\Delta E^*$  değeri 3M RelyX™ Unicem Aplicap (RS1) A30 ( $0,74 \pm 0,30$ ) siman gruplarıyla simantasyonda görüldü. Bu iki değer arasındaki fark istatistik olarak anlamlı bulundu ( $p < 0,05$ ). In-Ceram Zirconia (INZ)

tam seramik materyali grubunda tüm siman grupları için renk farklılıkları klinik olarak kabul edilebilir sınırın altında ( $\Delta E^* \leq 3,5$ ) bulundu.

- 5- Prettau Zirconia (PRZ) tam seramik materyali için en yüksek  $\Delta E^*$  değeri SDI seT™ (RS3) TR ( $2,27 \pm 0,69$ ) ve en düşük  $\Delta E^*$  değeri Panavia Clearfil™ SA Cement Plus (RS2) A2 ( $0,9 \pm 0,23$ ) siman gruplarıyla simantasyonda görüldü. Bu iki değer arasındaki fark istatistik olarak anlamlı bulundu ( $p < 0,05$ ). Prettau Zirconia (PRZ) tam seramik grubunda tüm siman grupları için renk farklılıkları klinik olarak kabul edilebilir sınırın altında ( $\Delta E^* \leq 3,5$ ) bulundu.
- 6- Polimerizasyonlarına göre sınıflandırmada aynı sınıfta yer alan farklı ticari markalardaki aynı renk ismine sahip rezin simanların tam seramiklerin sonuç rengini farklı derecelerde etkilediği görüldü. Bu simanların klinik uygulamalarından önce, tam seramiklerin sonuç rengi üzerinde oluşturacakları etkinin test edilmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Akin, E. (1999). *Diş Hekimliğinde Porselen*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi. 1-14 .
2. Yavuzylmaz, H., Turhan, B., Bavbek, B., Kurt, E. (2005). Tam Porselen Sistemleri I. *Acta Odontologica Turcica*, 22(1), 41-48 .
3. Anusavice, K. J., Phillips, R. W. (2003). *Phillips' Science of Dental Materials*. St. Louis: Saunders. 805.
4. Kelly, J. R. (2004). Dental ceramics: current thinking and trends. *Dental Clinics of North America*, 48(2), 513–30.
5. Wildgoose, D. G., Johnson, A., Winstanley, R. B. (2004). Glass/ceramic/refractory techniques, their development and introduction into dentistry: A historical literature review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 91(2), 136–143.
6. Preston, J., D. (1988). Perspectives in dental ceramics. *Proceedings of the Fourth International Symposium on Ceramics*, 331–343.
7. Conrad, H. J., Seong, W. J., Pesun, I. J. (2007). Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(5), 389–404.
8. O'Brien, W. J. (2008). *Dental Materials and Their Selection (Fourth edition)*. Chicago: Quintessence Publishing, 55.
9. Denry, I. L. (1996). Recent Advances in Ceramics for Dentistry. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 7(2), 134–143.
10. Zarone, F., Russo, S., Sorrentino, R. (2011). From porcelain-fused-to-metal to zirconia: clinical and experimental considerations. *Dental Materials*, 27(1), 83–96.
11. Chen, Y. M., Smales, R. J., Yip, K. H. K., Sung, W. J. (2008). Translucency and biaxial flexural strength of four ceramic core materials. *Dental Materials*, 24(11), 1506–1511.
12. Raigrodski, A. J. (2004). Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 92(6), 557–562.
13. Yilmaz, H., Aydin, C., Gul, B. E. (2007). Flexural strength and fracture toughness of dental core ceramics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(2), 120–128.
14. Guazzato, M., Quach, L., Albakry, M., Swain, M. V. (2005). Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of Y-TZP dental ceramic. *Journal of Dentistry*, 33(1), 9–18.

15. Zaimoğlu, A., Can, G., Ersoy, E., Aksu, L. (1993). *Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi*. Ankara: A.Ü. Basımevi. 93-200.
16. Coşkun, A., Yaluğ, S. Metal Desteksiz Porselen Sistemleri. (2002). *Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 5(2), 97–102.
17. Kelly, J. R., Nishimura, I., Campbell, S. D. (1996). Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 75(1), 18–32.
18. Piconi, C., Maccauro, G. (1999). Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, 20(1), 1–25.
19. Raigrodski, A. J., Hillstead, M. B., Meng, G. K., Chung, K. H. (2012). Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 107(3), 170–177.
20. Gracis, S., Thompson, V. P., Ferencz, J. L., Silva, N. R. F. A., Bonfante, E. A. A. (2015). New classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of Prosthodontics*, 28(3), 227–235.
21. Kelly, J. R., Benetti, P. (2011). Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian Dental Journal*, 56, 84–96.
22. Heffernan, M. J., Aquilino, S. A., Diaz-Arnold, A. M., Haselton, D. R., Stanford, C. M., Vargas, M. A. (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(1), 10–15.
23. Seghi, R. R., Denry, I. L., Rosenstiel, S. F. (1995). Relative fracture toughness and hardness of new dental ceramics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 74(2), 145–150.
24. Kelly, J. R. (2004). Dental ceramics: current thinking and trends background concepts in ceramics science and fracture. *Dental Clinics of North America*, 48(2), 513–530.
25. Albakry, M., Guazzato, M., Swain, M. V. (2003). Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(4), 374–380.
26. Chaiyabutr, Y., Kois, J. C., Lebeau, D., Nunokawa, G. (2011). Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate-reinforced crown. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(2), 83–90.
27. İnternet: *Ivoclar* *Vivadent*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ivoclarvivadent.com.tr%2Ftr%2Fp%2Flaboratuvar-profesyonelligi%2Fproducts%2Fall-ceramics%2Fips-emax-technicians%2Fips-emax-press&date=2018-06-26> Son Erişim Tarihi: 13.07. 2017.



28. Zaher, A. M., Hochstedler, J. L., Rueggeberg, F. A., Kee, E. L. (2017). Shear bond strength of zirconia-based ceramics veneered with 2 different techniques. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 118(2), 221–227.
29. Yavuzylmaz, H. (1996). *Metal Destekli Estetik Kuronlar*. Ankara: Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Basımevi, 192-196.
30. Guazzato, M., Albakry, M., Swain, M. V., Ironside, J. (2002). Mechanical properties of In-Ceram Alumina and In-Ceram Zirconia. *International Journal of Prosthodontics*, 15(4), 339–346.
31. Sundh, A., Sjogren, G. (2004). A comparison of fracture strength of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia ceramic crowns with varying core thickness, shapes and veneer ceramics. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(7), 682–688.
32. Pilathadka, S. (2007). The Zirconia: a new dental ceramic material an overview. *Prague Medical Report*, 108(1), 5–12.
33. Denry, I., Kelly, JR. (2008). State of the art of zirconia for dental applications. *Dental Materials*, 24(3), 299–307.
34. Glauser, R., Sailer, I., Wohlwend, A., Studer, S., Schibli, M., Schärer, P. (2004). Experimental zirconia abutments for implant-supported single-tooth restorations in esthetically demanding regions: 4-year results of a prospective clinical study. *International Journal of Prosthodontics*, 17(3), 285–290.
35. Wenz, H. J., Bartsch, J., Wolfart, S., Kern, M. (2008). Osseointegration and clinical success of zirconia dental implants: A systematic review. *International Journal of Prosthodontics*, 21(1), 27–36.
36. Zembic, A., Sailer, I., Jung, R. E., Hämmerle, C. H. F. (2009). Randomized-controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implants in canine and posterior regions: 3-year results. *Clinical Oral Implants Research*, 20(8), 802–808.
37. Edelhoff, D., Beuer, F., Weber, V., Johnen, C. (2008). HIP zirconia fixed partial dentures-Clinical results after 3 years of clinical service. *Quintessence International*, 39(6), 459–471.
38. Raigrodski, A. J., Chiche, G. J. (2001). The safety and efficacy of anterior ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 86(5), 520–525.
39. Guazzato, M., Albakry, M., Ringer, S. P., Swain, M. V. (2004). Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. *Dental Materials*, 20(5), 449–456.

40. Agustín-Panadero, R., Román-Rodríguez, J. L., Ferreiroa, A., Solá-Ruíz, M. F., Fons-Font A. (2014). Zirconia in fixed prosthesis. A literature review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 6(1), 66-73.
41. Hudson, J. D., Goldstein, G. R., Georgescu, M. (1995). Enamel wear caused by three different restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 74(6), 647–654.
42. Jung, Y. S., Lee, J. W., Choi, Y. J., Ahn, J. S., Shin, S. W., Huh, J. B. (2010). A study on the in-vitro wear of the natural tooth structure by opposing zirconia or dental porcelain. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 2(3), 111-115.
43. Wiley, M. G. (1989). Effects of porcelain on occluding surfaces of restored teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 61(2), 133–137.
44. Molin, M. K., Karlsson, S. L. (2008). Five-year clinical prospective evaluation of zirconia-based (Denzir) 3-Unit FPDs. *International Journal of Prosthodontics*, 21(3), 223–227.
45. Sailer, I., Fehér, A., Filser, F., Gauckler, L. J., Lüthy, H., Hämmerle, C. H. F. (2007). Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *International Journal of Prosthodontics*, 20(4), 151–156.
46. Schmitter, M., Mueller, D., Rues, S. (2013). *In vitro* chipping behaviour of all-ceramic crowns with a zirconia framework and feldspathic veneering: comparison of CAD/CAM-produced veneer with manually layered veneer. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40(7), 519–525.
47. Raigrodski, A. J., Chiche, G. J., Potiket, N., Hochstedler, J. L., Mohamed, S. E., Billiot, S. (2006). The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: a prospective clinical pilot study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(4), 237–244.
48. Tinschert, J., Natt, G., Mautsch, W., Augthun, M., Spiekermann, H. (2001). Fracture resistance of lithium disilicate, alumina and zirconia-based three-unit fixed partial dentures: a laboratory study. *The International Journal of Prosthodontics*, 14(3), 231–238.
49. Swain, M. V. (2009). Unstable cracking (chipping) of veneering porcelain on all-ceramic dental crowns and fixed partial dentures. *Acta Biomaterialia*, 5(5), 1668–1677.
50. Preis, V., Behr, M., Kolbeck, C., Hahnel, S., Handel, G., Rosentritt, M. (2011). Wear performance of substructure ceramics and veneering porcelains. *Dental Materials*, 27(8), 796–804.
51. Jang, G. W., Kim, H. S., Choe, H. C., Son, M. K. (2011). Fracture strength and mechanism of dental ceramic crown with zirconia thickness. *Procedia Engineering*, 10, 1556–1560.

52. Beuer, F., Stimmelmayer, M., Gueth, J. F., Edelhoff, D., Naumann, M. (2012). In vitro performance of full-contour zirconia single crowns. *Dental Materials*, 28(4), 449–456.
53. Mehra, M., Vahidi, F. (2014). Complete mouth implant rehabilitation with a zirconia ceramic system: A clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(1), 1–4.
54. Stawarczyk, B., Özcan, M., Schmutz, F., Trottman, A., Roos, M., Hämmerle, C. H. F. (2013). Two-body wear of monolithic, veneered and glazed zirconia and their corresponding enamel antagonists. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(1), 102–112.
55. Janyavula, S., Lawson, N., Cakir, D., Beck, P., Ramp, L. C., Burgess, J. O. (2013). The wear of polished and glazed zirconia against enamel. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(1), 22–29.
56. Zhang, Y., Kim, J. W. (2010). Graded zirconia glass for resistance to veneer fracture. *Journal of Dental Research*, 89(10), 1057–1062.
57. Turp, V., Sen, D., Poyrazoglu, E., Tuncelli, B., Goller, G. (2011). Influence of zirconia base and shade difference on polymerization efficiency of dual-cure resin cement. *Journal of Prosthodontics*, 20(5), 361–365.
58. Kim, H. K., Kim, S. H., Lee, J. B., Han, J. S., Yeo, I. S., Ha, S. R. (2016). Effect of the amount of thickness reduction on color and translucency of dental monolithic zirconia ceramics. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 8(1), 37–42.
59. O'Brien, T., Shoja-Assadi, F., Lea, S. C., Burke, F. J. T., Palin, W. M. (2010). Extrinsic energy sources affect hardness through depth during set of a glass-ionomer cement. *Journal of Dentistry*, 38(6), 490–495.
60. Burke, F. T. (2005). Trends in indirect dentistry: 3. Luting materials. *Dental Update*, 32(5), 251–260.
61. McComb, D. (1996). Adhesive luting cements- classes, criteria and usage. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 17(8), 759–762.
62. Crispin, B., Hewlett, E., T. H. J., Hobo, S., Hornbrook, D. (1994). *Contemporary Esthetic Dentistry: Practice Fundamentals*. Chicago: Quintessence Pub Co. 241–291.
63. Stewart, M., Bagby, M. D. (2013). *Clinical aspects of dental materials: theory, practice, and cases (Fourth edition)*. Michigan: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health, 514.
64. Turgut, S., Bagis, B. (2013). Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: An in vitro study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(3), 179–186.
65. Blatz, M. B., Sadan, A., Kern, M. (2003). Resin-ceramic bonding: A review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(3), 268–274.

66. Akgungor, G., Akkayan, B., Gaucher, H. (2005). Influence of ceramic thickness and polymerization mode of a resin luting agent on early bond strength and durability with a lithium disilicate-based ceramic system. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(3), 234–241.
67. de la Macorra, J., Pradíes, G. (2002). Conventional and adhesive luting cements. *Clinical Oral Investigations*, 6(4), 198–204.
68. Lu, H., Mehmood, A., Chow, A., Powers, J. M. (2005). Influence of polymerization mode on flexural properties of esthetic resin luting agents. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(6), 549–554.
69. Nathanson, D., Banasr, F. (2002). Color stability of resin cements-an in vitro study. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry*, 14(6), 449–455.
70. Noie, F., O’Keefe, K. L., Powers, J. M. (1995). Color stability of resin cements after accelerated aging. *The International Journal of Prosthodontics*, 8(1), 51–55.
71. Tanoue, N., Koishi, Y., Atsuta, M., Matsumura, H. (2003). Properties of dual-curable luting composites polymerized with single and dual curing modes. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30(10), 1015–1021.
72. Berrong, J. M., Weed, R. M., Schwartz, I. S. (1993). Color stability of selected dual-cure composite resin cements. *Journal of Prosthodontics*, 2(1), 24–27.
73. Berns, R. (2000). *Billmeyer and Saltzman’s Principles of Color Technology* (Third edition). New York: Wiley, 88-92.
74. Sproull, R. C. (1973). Color matching in dentistry: Part I. The three-dimensional nature of color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 29(4), 416–424.
75. Chu, S. J., Devigus, A., Paravina, R. D., Miesleszko, A. J., Chu, S. J. (2010). *Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry*. Illinois: Quintessence Publishing Co, 157-160.
76. Yuan, J. C. C., Brewer, J. D., Monaco, E. A., Davis, E. L. (2007). Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(2), 110–119.
77. O’Brien, W. J., Hemmendinger, H., Boenke, K. M., Linger, J. B., Groh, C. L. (1997). Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dental Materials*, 13(3), 179–185.
78. Cho, B. H., Lee, Y. K. (2007). A shade guide model based on the color distribution of natural teeth. *Color Research & Application*, 32(4), 278–283.
79. Rosenstiel, S. F., Land, M. F., Fujimoto, J. (2006). *Contemporary Fixed Prosthodontics*. St. Louis: Mosby Elsevier, 626-638.

80. Vichi, A., Louca, C., Corciolani, G., Ferrari, M. (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: A review. *Dental Materials*, 27(1), 97–108.
81. Ragain, J. C., Johnston, W. M. (2001). Minimum color differences for discriminating mismatch between composite and tooth color. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 13(1), 41–48.
82. Johnston, W. M., Kao, E. C. (1989). Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research*, 68(5), 819–822.
83. Ishikawa-Nagai, S., Wang, J., Seliger, A., Lin, J., Da Silva, J. (2013). Developing a custom dental porcelain shade system for computer color matching. *Journal of Dentistry*, 41, 3–10.
84. O'Brien, W. J. (2008). *Dental Materials and Their Selection* (Fourth edition). Chicago: Quintessence Publishing, 425.
85. Sakaguchi, R. L., Powers, J. M. (2012). *Craig's Restorative Dental Materials*. St. Louis: Elsevier Mosby, 575-592.
86. Okubo, S. R., Kanawati, A., Richards, M. W., Childress, S. (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(6), 642–648.
87. Cal, E., Sonugelen, M., Guneri, P., Kesercioglu, A., Kose, T. (2004). Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(5), 483–491.
88. Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32(1), 3–12.
89. Hugo, B., Witzel, T., Klaiber, B. (2005). Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade determination. *Clinical Oral Investigations*, 9(4), 244–250.
90. Kolbeck, C., Rosentritt, M., Lang, R., Handel, G. (2006). Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dental Materials*, 22(1), 63–68.
91. Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*, 28(1), 44–56.
92. Shetty, P., Bhat, S., Anand, M. (2007). Shade matching in fixed prosthodontics using instrumental color measurements and computers. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 7(4), 179-183.
93. 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, 2–16.

94. Vargas, G., Chan, E. K., Barton, J. K., Rylander III, H. G., & Welch, A. J. (1999). Use of an agent to reduce scattering in skin. *Lasers in Surgery and Medicine*, 24(2), 133-141.
95. Seghi, R. R., Johnston, W. M., O'Brien, W. J. (1989). Performance Assessment of Colorimetric Devices on Dental Porcelains. *Journal of Dental Research*, 68(12), 1755–1759.
96. Ahn, J. S., Lee, Y. K. (2008). Difference in the translucency of all-ceramics by the illuminant. *Dental Materials*, 24(11), 1539–1544.
97. Lee, Y. K. (2008). Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dental Materials*, 24(9), 1243-1247.
98. Brodbelt, R. H. W., O'Brien, W. J., Fan, P. L., Frazer-Dib, J. G., Yu, R. (1981). Translucency of human dental enamel. *Journal of Dental Research*, 60(10), 1749–1753.
99. Ota, M., Ando, S., Endo, H., Ogura, Y., Miyazaki, M., Hosoya, Y. (2012). Influence of refractive index on optical parameters of experimental resin composites. *Acta Odontologica Scandinavica*, 70(5), 362–367.
100. Barath, V. S., Faber, F. J., Westland, S., Niedermeier, W. (2003). Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agents and different backgrounds. *Advances in Dental Research*, 17(1), 55–60.
101. Xing, W., Jiang, T., Ma, X., Liang, S., Wang, Z., Sa, Y. (2010). Evaluation of the esthetic effect of resin cements and try-in pastes on ceromer veneers. *Journal of Dentistry*, 38, 87–94.
102. Peláez, J., Cogolludo, P. G., Serrano, B., Lozano, J. F. L., Suárez, M. J. (2012). A prospective evaluation of zirconia posterior fixed dental prostheses: Three-year clinical results. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 107(6), 373–379.
103. Guess, P. C., Zhang, Y., Kim, J. W., Rekow, E. D., Thompson, V. P. (2010). Damage and reliability of Y-TZP after cementation surface treatment. *Journal of Dental Research*, 89(6), 592–596.
104. Zhang, Y. (2014). Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. *Dental Materials*, 30(10), 1195–1203.
105. Aboushelib, M., Dejager, N., Kleverlaan, C., Feilzer, A. (2005). Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. *Dental Materials*, 21(10), 984–991.
106. McLaughlin, G. (1998). Porcelain veneers. *Dental Clinics of North America*, 42(4), 653–656.

107. Heffernan, M. J., Aquilino, S. A., Diaz-Arnold, A. M., Haselton, D. R., Stanford, C. M., Vargas, M. A. (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(1), 4–9.
108. Baldissara, P., Wandscher, V. F., Marchionatti, A. M. E., Parisi, C., Monaco, C., Ciocca, L. (2018). Translucency of IPS e.max and cubic zirconia monolithic crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(2), 269–275.
109. Stawarczyk, B., Emslander, A., Roos, M., Sener, B., Noack, F., Keul, C. (2014). Zirconia ceramics, their contrast ratio and grain size depending on sintering parameters. *Dental Materials Journal*, 33(5), 591–598.
110. Kurtulmus-Yilmaz, S., Ulusoy, M. (2014). Comparison of the translucency of shaded zirconia all-ceramic systems. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 6(5), 415–422.
111. Pires-de, F. D. C. P., Casemiro, L. A., Garcia, L. D. F. R., Cruvinel, D. R. (2009). Color stability of dental ceramics submitted to artificial accelerated aging after repeated firings. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(1), 13–18.
112. Atay, A., Oruç, S., Ozen, J., Sipahi, C. (2008). Effect of accelerated aging on the color stability of feldspathic ceramic treated with various surface treatments. *Quintessence International*, 39(7), 603–609.
113. Azer, S. S., Ayash, G. M., Johnston, W. M., Khalil, M. F., Rosenstiel, S. F. (2006). Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramic crowns. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(6), 397–401.
114. Omar, H., Atta, O., El-Mowafy, O., Khan, S. A. (2010). Effect of CAD–CAM porcelain veneers thickness on their cemented color. *Journal of Dentistry*, 38, 95–99.
115. Jorgenson, M. W., Goodkind, R. J. (1979). Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 42(1), 96–105.
116. Miller, L. (1987). Organizing color in dentistry. *Journal of the American Dental Association*, 115, 26–40.
117. Vichi, A., Ferrari, M., Davidson, C. L. (2000). Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83(4), 412–417.
118. Pires, L. A., Novais, P. M. R., Araújo, V. D., Pegoraro, L. F. (2017). Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(1), 144–149.
119. Douglas, R. D., Brewer, J. D. (1998). Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 79(3), 254–260.

120. Rosenstiel, S. F., Land, M. F., Crispin, B. J. (1998). Dental luting agents: A review of the current literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(3), 280–301.
121. Han, L., Okamoto, A., Fukushima, M., Okiji, T. (2007). Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements. *Dental Materials Journal*, 26(6), 906–914.
122. Radovic, I., Monticelli, F., Goracci, C., Vulicevic, Z. R., Ferrari, M. (2008). Self-adhesive resin cements: a literature review. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 10(4), 251–258.
123. El-Badrawy, W. A., El-Mowafy, O. M. (1995). Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 73(6), 515–524.
124. Hofmann, N., Papsthart, G., Hugo, B., Klaiber, B. (2008). Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. *Journal of Oral Rehabilitation*, 28(11), 1022–1028.
125. Moraes, R. R., Correr-Sobrinho, L., Sinhoret, M. A. C., Puppim-Rontani, R. M., Ogliari, F. A., Piva, E. (2008). Light-activation of resin cement through ceramic: Relationship between irradiance intensity and bond strength to dentin. *Journal of Biomedical Materials Research Part B, Applied Biomaterials*, 85B(1), 160–165.
126. Myers, M. L., Caughman, W. F., Rueggeberg, F. A. (1994). Effect of restoration composition, shade, and thickness on the cure of a photoactivated resin cement. *Journal of Prosthodontics*, 3(3), 149–157.
127. Platt, J. A. (1999). Resin cements: into the 21st century. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 20(12), 1173–1184.
128. Pegoraro, T. A., da Silva, N. R. F. A., Carvalho, R. M. (2007). Cements for use in esthetic dentistry. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 453–471.
129. Kilinc, E., Antonson, S. A., Hardigan, P. C., Kesercioglu, A. (2011). Resin cement color stability and its influence on the final shade of all-ceramics. *Journal of Dentistry*, 39, 30–36.
130. Koishi, Y., Tanoue, N., Atsuta, M., Matsumura, H. (2002). Influence of visible-light exposure on colour stability of current dual-curable luting composites. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29(4), 387–393.
131. Wall, J. G., Reisbick, M. H., Espeleta, K. G. (1992). Cement luting thickness beneath porcelain veneers made on platinum foil. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 68(3), 448–450.
132. Magne, P., Versluis, A., Douglas, W. H. (1999). Effect of luting composite shrinkage and thermal loads on the stress distribution in porcelain laminate veneers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 81(3), 335–344.



133. Uzun, G., Keyf, F. (2007). Effect of different cement colors on the final color of IPS Empress ceramic restorations. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 21(4), 501–505.
134. Cubas, G. B de A., Camacho, G. B., Fontes, S. T., Pereira-Cenci, T. (2011). The effect of repeated firings on the color of feldspathic ceramics. *General Dentistry*, 59(3), 116–120.
135. Terry, D. A. (2005). Color matching: part I-subjective methods. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry*, 17(5), 347–348.
136. Craig, R. G. P. J. (2002). *Restorative Properties in Restorative Dental Materials*. New York: Mosby Publication, 551-592.
137. Paravina, R. D., Powers, J. M., Fay, R. M. (2001). Dental color standards: shade tab arrangement. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 13(4), 254–263.
138. Dozić, A., Kleverlaan, C. J., El-Zohairy, A., Feilzer, A. J., Khashayar, G. (2007). Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *Journal of Prosthodontics*, 16(2), 93–100.
139. Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L., Wee, A. G. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(3), 193–199.
140. Dancy, W. K., Yaman, P., Dennison, J. B., O'Brien, W. J., Razzoog, M. E. (2003). Color measurements as quality criteria for clinical shade matching of porcelain crowns. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15(2), 114–122.
141. Tung, F. F., Goldstein, G. R., Jang, S., Hittelman, E. (2002). The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(6), 585–590.
142. Paul, S. J., Peter, A., Rodoni, L., Pietrobon, N. (2004). Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 24(3), 222–231.
143. Paravina, R. (2004). *Esthetic color training in dentistry*. St. Louis: Elsevier Mosby 3-33.
144. Klemetti, E., Matela, A. M., Haag, P., Kononen, M. (2006). Shade selection performed by novice dental professionals and colorimeter. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(1), 31–35.
145. Da Silva, J. D., Park, S. E., Weber, H. P., Ishikawa-Nagai, S. (2008). Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 99(5), 361–368.

146. Nakamura, K., Mouhat, M., Nergård, J. M., Lægreid, S. J., Kanno, T., Milleding, P. (2016). Effect of cements on fracture resistance of monolithic zirconia crowns. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, 2(1), 12–19.
147. Shokry, T. E., Shen, C., Elhosary, M. M., Elkhodary, A. M. (2006). Effect of core and veneer thicknesses on the color parameters of two all-ceramic systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(2), 124–129.
148. Kürklü, D., Azer, S. S., Yilmaz, B., Johnston, W. M. (2013). Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. *Journal of Dentistry*, 41(11), 1043–1050.
149. Karaagaciloglu, L., Yilmaz, B. (2008). Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. *Operative Dentistry*, 33(4), 386–391.
150. de Azevedo Cubas, G. B., Camacho, G. B., Demarco, F. F., Pereira-Cenci, T. (2011). The effect of luting agents and ceramic thickness on the color variation of different ceramics against a chromatic background. *European Journal of Dentistry*, 5(3), 245–252.
151. Ceylan, G., Dede, D. Ö., Külünk, S., Ongöz Dede, F. (2013). Effects of refractive index solutions on the color of different luting cements. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(1), 88–91.
152. Davis, B. K., Johnston, W. M., Saba, R. F. (1994). Kubelka-Munk reflectance theory applied to porcelain veneer systems using a colorimeter. *The International Journal of Prosthodontics*, 7(3), 227–233.
153. Emami, N., Sjö Dahl, M., Söderholm, K. J. M. (2005). How filler properties, filler fraction, sample thickness and light source affect light attenuation in particulate filled resin composites. *Dental Materials*, 21(8), 721–730.
154. Lee, Y. K. (2008). Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dental Materials*, 24(9), 1243–1247.
155. Terzioğlu, H., Yilmaz, B., Yurdukoru, B. (2009). The effect of different shades of specific luting agents and IPS empress ceramic thickness on overall color. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 29(5), 498–505.
156. Chang, J., Da Silva, J. D., Sakai, M., Kristiansen, J., Ishikawa-Nagai, S. (2009). The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. *Journal of Dentistry*, 37(12), 937–943.
157. Chen, X. D., Hong, G., Xing, W. Z., Wang, Y. N. (2015). The influence of resin cements on the final color of ceramic veneers. *Journal of Prosthodontic Research*, 59(3), 172–177.

158. Alqahtani, M. Q., Aljuraiss, R. M., Alshaafi, M. M. (2012). The effects of different shades of resin luting cement on the color of ceramic veneers. *Dental Materials Journal*, 31(3), 354–361.
159. Li, Q., Yu, H., Wang, Y. N. (2009). Spectrophotometric evaluation of the optical influence of core build-up composites on all-ceramic materials. *Dental Materials*, 25(2), 158–165.



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BAYRAK, Sertaç  
 Uyruğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 11.07.1986 Trabzon  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : 0 506 335 18 09  
 Faks : 0 312 223 92 26  
 e-mail : dtsertac@gmail.com



### Eğitim

| Derece  | Eğitim Birimi                                                                    | Mezuniyet Tarihi |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Doktora | Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi<br>Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı | Devam Ediyor     |
| Lisans  | Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi                                      | 2009             |
| Lise    | Kanuni Anadolu Lisesi                                                            | 2004             |

### İş Deneyimi, Yıl

#### Çalıştığı Yer

#### Görev

|                    |                                                                 |            |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|------------|
| 2012- devam ediyor | Sağlık Bakanlığı(Geçici görevlendirme ile<br>Gazi Üniversitesi) | Diş hekimi |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|------------|

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

#### Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler:

1. Bayrak, S., Hallaç, Z. L., Kocacıklı, M., Yalım, M. (2011). Agresif Periodontitisli hastalarda estetik yaklaşımlar: Vaka Sunumu. *Türk Periodontoloji Derneği Bilimsel Kongresi(TPD)*, İstanbul, Türkiye
2. Karadağ, İ., Bayrak, S. (2012). Satisfaction with maxillary 4 implant bar/clip overdenture and mandibular 2 implant ball attachment overdenture on the same patient: A case report. *Adin Planmed Oral Implantology Congress (PIEG)*, Antalya, Türkiye

3. Bayrak, S., Kocacıklı, M. (2012). Full mouth rehabilitation of a patient with attrited dentition: A case report. *36th Annual Conference of the European Prosthodontic Association (EPA)* Rotterdam, Netherlands
4. Bayrak, S., Tamam, E., Kocacıklı, M. (2014). 3 unit posterior bridge with CEREC system: A case report. *38th Annual Conference of the European Prosthodontic Association (EPA), Istanbul, Turkey.*
5. Bostancıoğlu, S. E., Tamam, E., Bayrak, S. (2018) Restoration of six implant with metal supported veneering composite: A case report. *42th Annual Conference of European Prosthodontic Association (EPA)* Madrid, Spain



*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..*

