



**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI KALINLIKLARDAKİ REZİN MATRİKS SERAMİK  
MATERYALLERİNİN TRANSLUSENSİLERİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI VE SİMAN RENGİNİN ETKİSİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Diş Hekimi Suzan UĞUR**

**Lefkoşa  
Ocak, 2023**

**SUZAN UĞUR**

**FARKLI KALINLIKLARDAKİ REZİN MATRİKS SERAMİK  
MATERYALLERİNİN TRANSLUSENSİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE  
SİMAN RENGİNİN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**2023**



**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI KALINLIKLARDAKİ REZİN MATRİKS SERAMİK  
MATERYALLERİNİN TRANSLUSENSİLERİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI VE SİMAN RENGİNİN ETKİSİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Diş Hekimi Suzan UĞUR**

**Tez DanıŐmanı**

**DoÇ. Dr. Burcu GÜNAL**

**Lefkoşa**

**Ocak, 2023**

## Onay

### Onay

Dr. Suzan Uğur tarafından hazırlanan "Farklı Kalınlıklardaki Rezin Matris Seramik Materyallerinin Translansensilerinin Karşılaştırılması ve Siman Renginin Etkisinin Değerlendirilmesi" başlıklı tez, kapsam ve nitelik açısından kalite standartlarına uygunluğu ile ilgili Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak 27/01/23 tarihinde kabul edilmiştir. Tez savunması online (çevrim içi) yapılmıştır. Jüri üyeleri onaylarını sözlü olarak vermişlerdir.

Jüri Üyeleri

Adı – Soyadı

İmza

**Jüri Başkanı:** Doç. Dr. Özay ÖNÖRAL

Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

**Danışman:** Doç. Dr. Burcu GÜNAL

Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

**Jüri Üyesi:** Prof. Dr. Arzu ATAY

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

**Jüri Üyesi:** Yrd. Doç. Dr. Arthur ISMATULLAEV

Kıbrıs Toplum ve Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

**Jüri Üyesi:** Yrd. Doç. Dr. Delal BOZYEL

Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

**Anabilim Dalı Başkanı Onayı**

27/01/2023

Prof. Dr. Mutahhar ULUSOY

Anabilim Dalı Başkanı

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı



### **Etik İlkelere Uygunluk Beyanı**

Bu tezin içinde sunduğum verileri, bilgileri ve belgeleri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi; tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu; çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kurallar gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Dt. Suzan UĞUR

## Teşekkür

Doktora eğitimim süresince yoluma ışık olan, bana hekimliği ve akademisyenliği sabırla öğreten, desteğini her konu hissettiğim, tezimde ve üzerimde büyük emeği olan değerli hocam, manevi ablam Doç. Dr. Burcu Günal'a;

Hem lisans hem de doktora eğitimime yapmış olduğu önemli katkılarından ve işine duyduğu saygıyı bizlere de gösterip, ne kadar kıymetli olduğumuzu daima hissettirdiği için değerli hocam Prof. Dr. Mutahhar Ulusoy'a;

Doktora eğitimimin her aşamasında bulunduğu için kendimi çok şanslı hissettiğim, tezime yaptığı önemli katkıları ve yapıcı tavrını için, hayatım boyunca hep örnek alacağım, çok kıymetli hocam Prof. Dr. Arzu Atay'a;

Doktora eğitimim ve tez çalışmam süresince tecrübelerini benimle paylaşan, kendisinden çok şey öğrendiğim, ne zaman kapısını çalsam yardımına koşan, manevi abim gibi hissettiğim değerli hocam Doç. Dr. Özay Önöral'a;

Değerli vaktini bizlere ayırıp doktora jürimde yer almayı kabul edip bizi onurlandıran değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Arthur İsmatullaev'e;

Doktora eğitimim süresince çok değerli arkadaşlığımı bana katan tez jürimde olmasından da büyük mutluluk duyduğum sevgili arkadaşım ve değerli hocam Yrd. Doç Dr. Delal Bozyel'e;

Aynı odayı paylaştığımız, birlikte üzüldüğümüz, her başarıya ortak sevindiğimiz, ikinci ailem olan canım meslektaşlarım; Dr. Dt. Cemil Birand'a, Dt. Semih Arkoy'a, Dt. Burak Mertsöz'e ve tüm çalışma arkadaşlarıma;

Tüm hayatım boyunca attığım her adımda yanımda olan, aldığım her karara destek çıkan, bana olan inançlarını hiçbir zaman kaybetmeyen ve bugün bu noktada

olmamı sağlayan, dñnyaya bir daha gelsem yine aynı ailenin çocuğu olmayı isteyeceğim, canım babama, anneme ve kız kardeşime;

Bu zorlu sñreci sevgisi ile daha kolay hale getirdiği, hiçbir zaman desteğini esirgemediği, sonsuz sabır ve anlayış gñsterip, her řeyi başaracağıma inandiğı için sevgili nişanlıma;

tñm kalbimle ve içtenlikle teşekkür ederim.

Dt. Suzan UĞUR

## Özet

### **Farklı Kalınlıklardaki Rezin Matriks Seramik Materyallerinin Translusensilerinin Karşılaştırılması ve Siman Renginin Etkisinin Değerlendirilmesi**

**Uğur, Suzan**

**Doç. Dr. Burcu Günal**

**Doktora, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı**

**Ocak 2023, 145 Sayfa**

Bu tez çalışmasında, lamina veneer (0.7 mm) ve tam kron restorasyon (1.5 mm) kalınlıklarında kullanılan beş farklı rezin matriks seramik (RMS) materyalinin translusensi özelliklerinin karşılaştırılması ve iki farklı renkteki rezin simanın nihai renk üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Yüksek translusent (HT) özelliği sahip A2 renginde, Grandio Blocs (GB), Brilliant Crios (BC), CAMouflageNOW (CN), KZR-CAD HR 2 (KZR) ve Mazic Duro (MD) olmak üzere beş farklı RMS bloğundan, 0.7 mm ve 1.5 mm kalınlıklarında dikdörtgen şekilli (14 x 12 mm) örnekler dilimlenmiştir. Örneklerin dış yüzeyi parlatma işlemine tabii tutularak hazır hale getirilmiştir. Her bir grupta 10 adet örnek olmak üzere, toplamda 100 adet RMS örnek elde edilmiştir. A2 renginde kompozit rezin alt yapı örneği, tabakalama tekniği kullanılarak 14 x 12 x 4.0 mm boyutlarında hazırlanmıştır. A2 ve translusent (TR) renkte olmak üzere toplamda 20 adet dikdörtgen şekilli (14 x 12 mm) rezin siman örnek, 0.1 mm kalınlığında oluşturulmuştur. Bütün test grupların renk koordinatları, standart bir ışık kaynağının bulunduğu renk ölçüm kutusu içerisinde dental spektrofotometre yardımıyla ölçülmüştür. Translusensi ölçümlerinin yapılabilmesi için, Translusensi parametresi (TP<sub>00</sub>) yöntemi kullanılmıştır. Renk ölçümleri için, optik jel yardımıyla RMS örnek - rezin siman - altyapı aralarında geçici bağlantılar oluşturularak örneklerin tekrardan kullanılabilmesi sağlanmıştır. Her bir RMS, altyapı üzerine yerleştirilerek ilk ölçüm yapılmış ve sonra araya rezin siman yerleştirilerek ikinci ölçüm gerçekleştirilmiştir. Translusensi parametresi (TP<sub>00</sub>) ve renk farkı ( $\Delta E_{00}$ ) değerleri hesaplandıktan sonra veriler istatistiksel olarak analiz

edilmiştir. İki yönlü ANOVA testi,  $TP_{00}$  değerlerinin RMS tipi ve kalınlığından etkilendiğini ( $P < 0.001$ ), ancak RMS tipi ve kalınlığı arasındaki etkileşimden etkilemediğini göstermiştir ( $P = 0.109$ ).  $TP_{00}$  değerleri,  $MD > GB = CN > BC = KZR$  şeklinde listelenmiştir. Üç yönlü ANOVA sonuçlarına göre,  $\Delta E_{00}$  değerleri tüm parametrelerden ve aralarındaki etkileşimlerden önemli ölçüde etkilenmiştir ( $P \leq 0.001$ ). MD, test edilen RMS'ler arasında daha yüksek  $\Delta E_{00}$  değerleri sergilemiştir. Hem lamina veneer hem de tam kron kalınlığındaki RMS örneklerde A2 simanının etkisi görsel olarak algılanmazken, TR siman görsel olarak algılanabilir ancak klinik olarak kabul edilebilir renk farklılıklarına neden olmuştur. Materyal kalınlığı azaldıkça tüm RMS'lerde  $TP_{00}$  ve  $\Delta E_{00}$  değerleri artmıştır. Klinisyenler, özellikle ince kalınlıklarda üretilen restorasyonlarda; RMS materyal tipini ve rezin siman rengini seçerken optik özellikler üzerindeki etkilerini göz önünde bulundurmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** monolitik materyal, rezin matris seramikler, estetik, translusensi, renk farkı



**Abstract****Comparison of Translucency of Resin Matrix Ceramic Materials of Different Thicknesses and Evaluation of the Effect of Cement Colour****Uğur, Suzan****Assoc. Prof. Dr. Burcu Günal****PhD, Department of Prosthetic Dentistry****January 2023, 145 Pages**

In this thesis, it was aimed to compare the translucency properties of five different resin matrix ceramic (RMC) materials used in lamina veneers (0.7 mm) and full crown restorations (1.5 mm) thicknesses and to investigate the effect of two resin cements of different shade on the final color. Rectangular shaped (14 x 12 mm) specimens with thicknesses of 0.7 mm and 1.5 mm were sliced from five different RMC blocks, namely Grandio Blocs (GB), Brilliant Crios (BC), CAMouflageNOW (CN), KZR-CAD HR 2 (KZR) and Mazic Duro (MD) in A2 color with high translucency (HT) properties. The outer surface of the specimens was completed by polishing. A total of 100 RMS specimens were obtained, 10 samples in each group. The A2 shade composite resin foundation substrate specimen was prepared in 14 x 12 x 4.0 mm dimensions using the layering technique. A total of 20 rectangular (14 x 12 mm) resin cement specimens in A2 and translucent (TR) shade were prepared with a thickness of 0.1 mm. The color coordinates of all tested groups were measured using a dental spectrophotometer in a color viewing box with a standard light source. The translucency parameter (TP<sub>00</sub>) method was used for translucency measurements. For the color measurements, temporary connections were created between the RMS sample - resin cement - foundation structure with the help of optical gel so that the specimens could be reused. The first measurement was performed by placing each RMS on the foundation structure and then the second measurement was performed by placing resin cement in between. After calculating the translucency parameter (TP<sub>00</sub>) and colour difference ( $\Delta E_{00}$ ) values, data were statistically analysed. Two-way ANOVA test showed that TP<sub>00</sub> values were affected by RMC type and thickness

( $P < 0.001$ ), but not by the interaction between RMS type and thickness ( $P = 0.109$ ).  $TP_{00}$  values were listed as  $MD > GB = CN > BC = KZR$ . Three-way ANOVA results showed that  $\Delta E_{00}$  values were significantly affected by all parameters and their interactions ( $P \leq 0.001$ ). MD exhibited higher  $\Delta E_{00}$  values among the tested RMCs. In both lamina veneer and full crown thicknesses RMC specimens, the effect of A2 cement was not visually perceptible, while TR cement caused visually perceptible but clinically acceptable color differences.  $TP_{00}$  and  $\Delta E_{00}$  values increased in all RMCs as the material thickness decreased. Clinicians should consider the effects on optical properties when selecting the type of RMS material and resin cement color, especially for restorations produced in thin thicknesses.

**Keywords:** monolithic material, resin matrix ceramics, esthetic, translucency, color difference

## İçindekiler

Onay .....	I
Etik İlkelere Uygunluk Beyanı .....	II
Teşekkür .....	III
Özet .....	V
Abstract .....	VII
İçindekiler .....	IX
Tablolar Listesi.....	XIII
Şekiller Listesi.....	XIV
Kısaltmalar .....	XVII
Formüller.....	XIX

## BÖLÜM I

Giriş.....	1
Problem Durumu .....	2
Araştırmanın Amacı .....	3
Hipotezler .....	3
Araştırmanın Önemi.....	4

## BÖLÜM II

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar .....	5
Diş Hekimliğinde CAD/CAM Sistemleri .....	5
CAD-CAM Sistemlerde Kullanılan Monolitik Materyaller .....	6
Feldspatik Seramikler.....	8
Lösit ile Güçlendirilmiş Cam Seramikler .....	10
Lityum Disilikat ile Güçlendirilmiş Cam Seramikler .....	10
Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Seramikler .....	12
Polimetil Metakrilat (PMMA).....	13
Polieter Eter Keton (PEEK) .....	14
Zirkonya Seramikler.....	15
Rezin Matriks Seramikler (RMS'ler).....	16
Dağınık dolduruculu rezin matriks seramikler.....	18

Polimer İnfiltre Seramik Ağ Yapına Sahip Rezin-Matriks Seramikler .....	23
Rezin Simanlar .....	24
Rezin Simanların Kimyasal Yapısı .....	26
Rezin Simanların Sınıflandırılması .....	27
Polimerizasyon Mekanizmalarına Göre Rezin Simanlar .....	27
Rezin Simanların Dış Yüzeyi Üzerine Uygulanan Adeziv Sistemlere Göre Sınıflandırılması .....	29
Diş Hekimliğinde Işık ve Renk .....	32
Işık ve Renk ile İlgili Kavramlar .....	33
Renk Sistemleri .....	37
Munsell Renk Sistemi .....	38
CIE Lab Renk Sistemi .....	41
CIE 2000 Renk Sistemi .....	45
Dişlerin Optik Özellikleri .....	45
Renk Ölçüm Yöntemleri .....	47
Görsel Ölçüm .....	48
Renk Ölçüm Cihazları .....	55

### BÖLÜM III

Yöntem .....	59
Rezin-Matriks Seramik Örneklerin Preperasyonu .....	62
Elde Edilen Rezin-Matriks Seramik Örneklerine Yüzey Bitirme ve Parlatma İşlemlerinin Uygulanması .....	64
Örneklerin Ultrasonik Olarak Temizlenmesi .....	65
Renk Ölçüm Kutusunun Hazırlanması .....	66
Rezin-Matriks Örneklerinin Translusensi Ölçümlerinin Gerçekleştirilmesi .....	67
Kompozit Rezin Altyapı Örneğinin Hazırlanması .....	68
Rezin Siman Örneklerin Hazırlanması .....	70
Rezin-Matriks Örneklerin Altyapı Örneği ile Optik Olarak Bağlanması ve İlk Renk Ölçümlerinin Gerçekleştirilmesi .....	74
Rezin-Matriks Seramikler, Rezin Siman ve Altyapı Örneğinin Optik Olarak Bağlanması ve İkinci Renk Ölçümlerinin Gerçekleştirilmesi .....	76
Renk Farklılıklarının Hesaplanması .....	78

İstatiksel Analiz.....	78
Translusensi Verilerinin Analizi .....	79
Renk ölçüm Verilerinin Analizi .....	79

#### BÖLÜM IV

Bulgular.....	80
TP <sub>00</sub> Bulguları .....	80
Materyal Tipinin TP <sub>00</sub> Değerine Etkisi .....	81
Materyal Kalınlığının TP <sub>00</sub> Değerine Etkisi .....	83
RMS Örneklere Rezin Siman Uygulaması Öncesi ve Sonrasında Renk Değerlerine Ait Bulgular.....	83
ΔE <sub>00</sub> Bulguları.....	85
ΔE <sub>00</sub> verilerinin değerlendirilmesi .....	85
Materyal Tipinin ΔE <sub>00</sub> Değerine Etkisi .....	87
Materyal Kalınlığının ΔE <sub>00</sub> Değerine Etkisi.....	88
Siman Renginin ΔE <sub>00</sub> Değerine Etkisi .....	89
Materyal Tipi ve Materyal Kalınlığı Arasındaki Etkileşimin ΔE <sub>00</sub> Değerine Etkisi .....	89
Materyal Tipi ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin ΔE <sub>00</sub> Değerine Etkisi ...	91
Materyal Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin ΔE Değerine Etkisi .....	93
Materyal tipi, materyal kalınlığı ve siman rengi arasındaki etkileşimin ΔE <sub>00</sub> değerine etkisi .....	94

#### BÖLÜM V

Tartışma.....	98
---------------	----

#### BÖLÜM VI

Sonuç ve Öneriler.....	110
Sonuç.....	110
Öneriler .....	111
Araştırma Sonuçlarına Yönelik Öneriler .....	111
İleride Yapılacak Araştırmalara Yönelik Öneriler .....	111

Kaynakça.....	112
EKLER.....	137
Ek 1. ....	137
Ek 2. ....	138
Özgeçmiş.....	144

### Tablolar Listesi

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 1</b> Çalışmada Kullanılan Materyaller	61
<b>Tablo 2</b> TP <sub>00</sub> Değerleri için Uygulanan İki Yönlü ANOVA Testinin Sonuçları	80
<b>Tablo 3</b> RMS Materyallerinin TP <sub>00</sub> Değerleri (Ortalama ± Standart Sapma)	81
<b>Tablo 4</b> Materyal Tipinin TP <sub>00</sub> Değeri Üzerindeki Etkisinin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile İncelenmesi	82
<b>Tablo 5</b> RMS Örneklere Rezin Siman Uygulanması Öncesinde ve Sonrasında Renk Değerlerine Ait Bulgular	84
<b>Tablo 6</b> ΔE <sub>00</sub> Değerleri için Uygulanan Üç Yönlü ANOVA Testinin Sonuçları	85
<b>Tablo 7</b> Ortalama ΔE <sub>00</sub> Değerleri ve Standart Sapmaları	86
<b>Tablo 8</b> Materyal Tipinin ΔE <sub>00</sub> Değeri Üzerindeki Etkisinin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile İncelenmesi	87
<b>Tablo 9</b> Materyal Tipi ve Materyal Kalınlığı Arasındaki Etkileşimin ΔE <sub>00</sub> Değeri Üzerindeki Etkisinin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile İncelenmesi	90
<b>Tablo 10</b> Materyal Tipi ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin ΔE <sub>00</sub> Değeri Üzerindeki Etkisinin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile İncelenmesi	91
<b>Tablo 11</b> Materyal Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin ΔE <sub>00</sub> Değeri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi	92
<b>Tablo 12</b> Materyal Tipi, Materyal Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin ΔE <sub>00</sub> Değeri Üzerindeki Etkisinin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile İncelenmesi	95

## Şekiller Listesi

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 1</b> Rezin Simanların Avantajları	26
<b>Şekil 2</b> Rezin Simanların Dezavantajları	26
<b>Şekil 3</b> Elektromanyetik Tayf (Spektrum)	33
<b>Şekil 4</b> Saydam (A), Transludent (Yarı saydam) (B), Opak (C)	35
<b>Şekil 5</b> Floresans Özellik	36
<b>Şekil 6</b> Opelesans Özellik	37
<b>Şekil 7</b> Munsell Renk Sistemi	38
<b>Şekil 8</b> Renk Tonu Çemberi	39
<b>Şekil 9</b> Munsell'in Renk Uzayı	40
<b>Şekil 10</b> Munsell Renotasyon Sistemi	41
<b>Şekil 11</b> Munsell Color Solid	41
<b>Şekil 12</b> CIELab Renk Sistemi	43
<b>Şekil 13</b> Algılanabilir Renk Farkı Eşik Değeri ile İlgili Yapılan Çalışmaların Kronolojik Gösterimi	44
<b>Şekil 14</b> Kabul Edilebilir Renk Farkı Eşik Değerleri ile İlgili Yapılan Çalışmaların Kronolojik Gösterimi	44
<b>Şekil 15</b> VITAPAN Classical Renk Skalası	51
<b>Şekil 16</b> Ivoclar Chromascop Renk Skalası	51
<b>Şekil 17</b> VITA Toothguide 3D-MASTER Renk Skalası	52
<b>Şekil 18</b> VITA Bleachedguide 3D-MASTER Renk Skalası	53
<b>Şekil 19</b> Linearguide 3D-Master Renk Skalası	53
<b>Şekil 20</b> Microcut Cihazı Kullanılarak Örneklerin Prepare Edilmesi	62
<b>Şekil 21</b> Test Edilen RMS Blokları	62
<b>Şekil 22</b> Dijital Kumpas Yardımıyla RMS Örneklerin Kalınlığının Ölçülmesi	63
<b>Şekil 23</b> Prepere Edilen Örneklerin Kutulara Yerleştirilmesi	63
<b>Şekil 24</b> RMS Örneklere Yüzey Bitim İşlemi Uygulanması	64
<b>Şekil 25</b> RMS Örneklere Uygulanan Parlatma Pastası ve Lastik Frez	65
<b>Şekil 26</b> Örneklerin Ultrasonik Temizleme Cihazında Temizlenmesi	65
<b>Şekil 27</b> RMS Örneklerinin Sırasıyla Köpük Tabakalara Yerleştirilmesi	66
<b>Şekil 28</b> Renk Ölçüm Kutusu	67



<b>Şekil 29</b> Örneklerin Siyah (1) ve Beyaz (2) Zemin Üzerinde Renk Ölçümlerinin Yapılması	68
<b>Şekil 30</b> Pleksi Aparatı ve A2 Renge Sahip Kompozit Rezin	69
<b>Şekil 31</b> Altyapı Örneğinin Aşamalar Halinde Hazırlanması	69
<b>Şekil 32</b> İnkübatör Cihazı	70
<b>Şekil 33</b> Polipropilen Filmden Dikdörtgen Boşlukların Elde Edilmesi	71
<b>Şekil 34</b> Dikdörtgen Boşluklara Karıştırıcı Uç Yardımıyla A2 ve TR Rezin Simanın Uygulanması	71
<b>Şekil 35</b> Siman Uygulanmış Polipropilen Filmin Üzerinin 2. Cam Plaka ile Kapatılması (A) ve Üzerine 0.75 kg Paslanmaz Çelik Ağırlık Yerleştirilmesi (B)	72
<b>Şekil 36</b> Halojen Işık Kaynağıyla Örneklerin Polimerize Edilmesi	72
<b>Şekil 37</b> Örneklerin Kalınlığının Dijital Kumpas ile Teyit Edilmesi	73
<b>Şekil 38</b> Hazırlanan Örneklerin Numaralandırılmış Kutulara Yerleştirilmesi	73
<b>Şekil 39</b> Optik Jel	74
<b>Şekil 40</b> RMS Örneğinin Altyapı Örneğine Optik Olarak Bağlanması	75
<b>Şekil 41</b> Gri Zemin Üzerinde İlk Renk Ölçümünün Gerçekleştirilmesi	75
<b>Şekil 42</b> Örnek Üzerindeki Optik Jel Kalıntılarının Alkolle Silinmesi, Distile Su ile Temizlendikten Sonra Hava ile Kurutulması	76
<b>Şekil 43</b> RMS, Rezin Siman ve Altyapı Örneğinin Optik Olarak Bağlanması	77
<b>Şekil 44</b> Gri Zemin Üzerinde İkinci Renk Ölçümünün Gerçekleştirilmesi	77
<b>Şekil 45</b> 0.7 ve 1.5 mm Kalınlıklardaki RMS Materyallerinin TP <sub>00</sub> Değerleri Arasındaki İlişki	81
<b>Şekil 46</b> Materyal Tipine göre RMS Örneklerin TP <sub>00</sub> Değerleri arasındaki ilişki	82
<b>Şekil 47</b> Materyal Kalınlığına göre RMS Örneklerin TP <sub>00</sub> Değerleri Arasındaki İlişki	83
<b>Şekil 48</b> Materyal Tipine göre RMS Örneklerin $\Delta E_{00}$ Değerleri Arasındaki İlişki	88
<b>Şekil 49</b> Materyal Kalınlığına göre RMS Örneklerin $\Delta E_{00}$ Değerleri Arasındaki İlişki	88
<b>Şekil 50</b> Siman Rengine göre RMS Örneklerin $\Delta E_{00}$ Değerleri Arasındaki İlişki	89
<b>Şekil 51</b> Materyal Tipi ve Materyal Kalınlığı Arasındaki Etkileşime göre $\Delta E_{00}$ Değerleri Arasındaki İlişki	90
<b>Şekil 52</b> Materyal Tipi ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşime göre $\Delta E_{00}$ Değerleri Arasındaki İlişki	92

<b>Şekil 53</b> Materyal Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşime göre $\Delta E_{00}$ Değerleri Arasındaki İlişki	94
<b>Şekil 54</b> Materyal Tipi, Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşime göre $\Delta E_{00}$ Değerleri Arasındaki İlişki	97

**Kısaltmalar**

>: Büyüktür

∅: Çap

<sup>0</sup>K: Kelvin derece

<: Küçüktür

µm: Mikrometre

ΔE: Renk farkı

°C: Santigrat derece

~: Yaklaşık

%: Yüzde

4-META: 4-Metakriloiloksidil Dihidrojen Fosfat

10-MDP: 10-Metakriloiloksidil Dihidrojen

a\*: CIE Renk Sistemi Kırmızı-yeşil Koordinatı

ADA: Amerikan Diş Hekimliği Birliği (American Dental Association)

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Alümina, Alüminyum Oksit

b\*: CIE Renk Sistemi Sarı-Mavi Koordinatı

Bis-EMA: Etoksillenmiş Bisfenol Dimetakrilat

Bis-GMA: Bisfenol Glisidil Metakrilat

Bis-MEPP: 2,2-Bis (4-Metakriloksi-Polietoksifenil Propan)

CAD-CAM: Bilgisayar destekli Tasarım - Bilgisayar Destekli Üretim

CCT: Korelasyonlu Renk Skalası

dk: Dakika

DM: Dimetakrilat

DMA: Dodesil Dimetakrilat

HEMA: Hidroksietil Metakrilat

HT: Yüksek Transludent

kg: Kilogram

KO: Kontrast Oran

LED: Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)

LT: Düşük transludent

mm: milimetre

MPa: Megapaskal

nm: Nanometre

PEEK: Polieter Eter Keton

pH: Hidrojen Gücü

PISA: Polimer İnfiltre Seramik Ağı

PMMA: Polimetil Metakrilat

RGB: Kırmızı, Yeşil, mavi Değerler

RMS: Rezin Matriks Seramik

S<sub>C</sub>: Kroma

S: Renk Tonu

SiO<sub>2</sub>: Silika, Silisyum Oksit

S<sub>L</sub>: Parlaklık

sn: Saniye

ST: Süper Transludent

T: Transludent

TEGDMA: Trietilenglikol Dimetakrilat

TiO<sub>2</sub>: Titanyum Dioksit

TP: Translusensi Parametresi

UDMA: Üretan Dimetakrilat

ZLS: Zirkonya ile güçlendirilmiş Lityum Disilikat

ZrO<sub>2</sub>: Zirkonya, Zirkonyum Oksit

**Formüller**

	<b>Sayfa</b>
<b>Formül 1</b>	35
<b>Formül 2</b>	35
<b>Formül 3</b>	43
<b>Formül 4</b>	45
<b>Formül 5</b>	68
<b>Formül 6</b>	78

## BÖLÜM I

### Giriş

Mekanik ve estetik özellikler bir restorasyonun uzun vadede başarısı için çok önemli faktörler olarak kabul edilir. Dişlerin optik özelliklerinin dental seramiklerle taklit edilebilmesi birçok açıdan zorluklar teşkil eder (Gunal & Ulusoy, 2018). Özellikle metal destekli seramik restorasyonlarda, metal alt yapı ışık geçirgenliğini engelleyerek istenmeyen negatif kromatik sonuçlar oluşturur. Estetik olmayan bu görüntü, metal alt yapı seramik restorasyon kullanımının gittikçe kısıtlanmasına sebep olmaktadır (Carrabba vd., 2022).

Diş hekimliği alanında hızla artan estetik beklenti ve biyouyumlu materyal ihtiyacı, bilgisayar destekli tasarım - bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) teknolojisinin hızla ilerleyip gelişme kaydetmesini ve indirekt restorasyonların üretiminde kullanılan endüstriyel disk ve blokların çeşitlenmesini sağlamıştır (Blatz & Conejo, 2019). Kontrollü endüstriyel üretim süreci sayesinde bu disk ve bloklarda daha az kusur ve pöröz ile karşılaşılır (Beuer vd., 2019). Dental piyasadaki çeşitli CAD-CAM restoratif materyallerin güncel üyesi olan rezin matriks seramikler (RMS), polimer matriks yapısı içerisinde yüksek oranda inorganik doldurucular içeren, yüksek performanslı materyallerdir (Barjaktarova-Valjakova vd., 2018; Blatz ve Conejo, 2019; Gracis vd., 2015).

RMS'ler, dental seramik ve rezin kompozit materyallerinin avantajlı özelliklerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Antagonist dişlerde daha az aşındırma yapmaları, özellikle oklüzal uyumlamalar sırasında yüksek kırılma direnci, marjinal kenar stabilitesi, gelişmiş işlenebilirlik ve restorasyonun hızlı üretimi gibi üstün özelliklere sahiptirler (Barjaktarova-Valjakova vd., 2018; Hampe vd., 2021; Jonavovic vd., 2021; Önöral vd., 2021). Ayrıca ağız içerisinde kolayca tamir edilebilirler ve sinterleme veya kristalizasyon için fırınlanmaya ihtiyaç duymazlar (Gunal-Abduljalil vd., 2021; Ongun vd., 2021; Önöral vd., 2021). Ayrıca, konvansiyonel ölçü alımını ve geçici restorasyon yapma gereksinimini elimine ederek hasta başında üretime olanak sağlayan CAD-CAM chairside sistemlerle kullanılabilirler (Blatz & Conejo, 2019). RMS'lerin sahip olduğu rezin matriks içeriği, mikro yapısı, doldurucu partiküllerin hacmi ve boyutu, üretim tekniği (yüksek basınç (HP) - yüksek sıcaklık (HT)) ve kimyasal yapısı, materyalin karakteristik özelliklerini etkileyen en önemli faktörler olarak belirtilir (Mainjot vd.,

2016). Endüstriyel teknolojilerdeki gelişmelere paralel olarak yeni kimyasal formülasyonlara sahip RMS materyalleri geliştirilmeye devam etmektedir (Sarahneh & Günal-Abduljalil, 2021).

Dental materyallerin translusensi özelliği, göreceli ışık geçirgenliği olarak tanımlanır ve estetiğin kontrolünde önemli bir yapı taşı olarak ifade edilir (Al Amri vd., 2021; Della Bona vd., 2014; Gunal & Ulusoy 2018). İnsan gözünün kroma ve hue değerlerindeki değişiklikleri daha az algılamasından ötürü doğal dişleri taklit eden estetik restorasyonlarda yapılan parlaklık hataları en belirgin estetik hata olarak kabul edilir (Al Amri vd., 2021). Ayrıca translusensi özelliği, estetik restorasyonların yapıştırılmasında kullanılan rezin simanların polimerizasyon performansı ile de yakından ilişkilidir. Doldurucu partikül boyutu, içeriği ve miktarı (Ariwaka vd., 2007; Awad vd., 2015; Haas vd., 2017), materyal kalınlığı (Turgut vd., 2014a), yüzey yapısı (Güenal-Abduljalil vd., 2021; Turgut vd., 2014a), metal oksitler (Haas vd., 2017; Önöral vd., 2021) ve alt yapı özellikleri (Basso vd., 2017) gibi faktörlerin translusensi üzerinde etkili olabileceği belirtilmiştir.

Restorasyon materyalinin tipi ve kalınlığı (Güenal-Abduljalil & Ulusoy 2022; Hernandes vd., 2016; Kürklü vd., 2013; Ongun vd., 2021), simanın rengi ve kalınlığı (Czigola vd., 2019; Dede vd., 2017; Hernandes vd., 2013; Seyidaliyeva; 2020) ile altyapı rengi (Czigola vd., 2019; Dede vd., 2017a; Önöral vd., 2021), translusent bir restorasyonun final rengini etkileyebilmesi nedeniyle; özellikle restorasyon kalınlığı 2.0 mm'den az olduğunda, yukarıda belirtilen tüm faktörler optimal estetik başarının elde edilmesinde önem kazanır (Chaiyabutr vd., 2011; Dede vd., 2017a; Dede vd., 2017b; Önöral vd., 2021). Rezin simanlar, oral sıvılarda düşük çözünürlük, geliştirilmiş mekanik özellik, diş dokusu ile restoratif materyal arasındaki güçlü bağlanma ve üstün estetik özellikleri gibi avantajları nedeniyle RMS restorasyonların simantasyonunda sıklıkla tercih edilir (Güenal-Abduljalil & Ulusoy 2022; Küçükkekenci vd., 2018). Tam seramik restorasyonların final renginin modifiye edilmesi için çeşitli renk seçeneklerine sahip rezin simanlar geliştirilmiştir.

### **Problem Durumu**

Uygun estetik restoratif materyal seçiminde, endikasyonun yanı sıra klinik başarı için gerekli spesifik fonksiyonel ve estetik gereksinimlere de dikkat edilmelidir (Blatz & Conejo, 2019). Doğal dişlerin sahip olduğu karmaşık optik

özellikler nedeniyle dental restorasyonlarda estetik başarının sağlanması, diş hekimliği için her zaman büyük bir zorluk oluşturur (Carabba vd., 2020; Gunal & Ulusoy, 2018). Estetik restorasyonlarda başarının sağlanması için bazı temel prensiplerin ve restoratif materyallerin optik karakterlerinin iyi bilinmesi gerekir (Bağış & Turgut, 2013; Gunal & Ulusoy, 2018; Vichi vd., 2011).

Restoratif materyallerin translusensi özelliği, ışığın geçişine izin vererek restorasyonun estetik özelliğini geliştirmekle birlikte, istenilen nihai rengin arka plan renginden daha fazla etkilenmesine sebep olarak, renk uyumu işlemi karmaşık hale getirir (Chen vd., 2015; Dede vd., 2017b). Arka planda yer alan diş dokusu renginin ve restorasyon kalınlığının optimum olduğu durumlarda, siman rengi ile ilgili etkilerin minimal seviyede olabileceği belirtilmiştir (Ongun vd., 2021; Önoral vd., 2021). Ancak, restorasyon kalınlığının 2.0 mm'den daha az olması durumunda, rezin siman renginin restorasyonun nihai rengi üzerinde etkili hale geldiği belirtilmiştir (Chaiyabutr vd., 2011; Chang vd., 2009; Dede vd., 2017b).

### **Araştırmanın Amacı**

Daha önce geliştirilen RMS'lerin optik özellikleri ve nihai rengi hakkında literatürde çeşitli bilgiler olmasına rağmen; yeni tanıtılan RMS'lerin optik özellikleri ve nihai rengi ilgili bilgilerin sınırlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu tez çalışmasının amacı, yeni geliştirilmiş RMS materyallerinin translusensi özelliklerinin birbirleriyle karşılaştırılması ve materyal tipi, kalınlığı ve rezin siman renginin RMS'lerin nihai rengi üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır.

### **Hipotezler**

Bu tez çalışmasının hipotezleri aşağıdaki gibidir:

1. Translusensi özelliği test edilen RMS tipine göre değişiklik gösterecektir.
2. Translusensi özelliği test edilen RMS kalınlığına göre değişiklik gösterecektir.
3. Restorasyonun nihai rengi kullanılan RMS tipine göre farklılık gösterecektir.
4. Restorasyonun nihai rengi kullanılan RMS kalınlığına göre farklılık gösterecektir.
5. Restorasyonun nihai rengi kullanılan rezin siman rengine göre farklılık gösterecektir.



### **Araştırmanın Önemi**

Başarılı bir dental estetik restorasyonun sağlanabilmesi için, kullanılan restoratif materyalin özellikleri, alttaki diş/restorasyon yapısının ve yapıştırma simanının renkleri dikkat edilmesi gereken önemli kriterlerdir. Bu tez çalışmasında, herhangi bir renklenmeye sahip olmayan altyapı üzerine yüksek translusent özelliğine sahip RMS materyali kullanarak lamina veneer ya da tam kron restorasyonu üretildiğinde hangi siman renginin daha iyi bir renk eşleşmesi sağladığı saptanarak, klinik uygulamalar ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## BÖLÜM II

### Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde tez araştırmasının kuramsal temelini oluşturan genel bilgilere ve ilgili araştırmalara yer verilmekte; kuramsal çerçeve bağlamında kullanılan test ve analiz yöntemleri anlatılmaktadır.

#### Diş Hekimliğinde CAD-CAM Sistemleri

Son yıllarda insanoğlunun artan beğenilme arzusu tüm estetik alanlarda olduğu gibi, dental restorasyon tedavilerinde de beklentiyi yükseltmiş, hastaların ve hekimlerin daha estetik ve biyouyumlu materyallere yönelmesine sebep olmuştur. Opak görünümünden dolayı estetik olarak daha başarısız sayılan metal destekli seramik restorasyonlara karşı ilgi azalmış ve metal içermeyen dental materyallere karşı ilgi artmıştır (Della Bona vd. 2014).

Teknolojinin gelişmesiyle ön plana çıkan bilgisayar destekli tasarım - bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) sistemleri diş hekimliği ve tıp alanlarında sıklıkla tercih edilmektedir. Dental CAD-CAM sistemlerinin gelişmesine öncülük eden üç isim ön plana çıkmaktadır (Miyazaki vd., 2009). Bu isimlerden ilki Dr. Francois Duret olup 1984 yılında Duret sistemini geliştirmiş ve ardından "Sopha Bioconcept Systema" adıyla pazarlamıştır. Böylece CAD-CAM teknolojisi kullanılarak ilk tek üyeli restorasyonlar üretilmiştir. Tüm bu gelişmelere rağmen karmaşık ve pahalı bir sistem olduğu için başarı sağlanamamıştır. Mörmann ise CEREC sistemini geliştirerek dental alanda CAD-CAM sisteminin ticari olarak kabul edilebilirliğini sağlamıştır (Liu, 2005). Son olarak Dr. Andersson, tam seramik restorasyonların üretimi için tüm dünyada kullanılabilen, birbirine internetle bağlı bir üretim merkezine sahip Procera sistemini geliştirmiştir (Miyazaki vd., 2009).

CAD-CAM sistemi temel olarak 3 ana komponentten oluşur: İlk komponent olan tarayıcı yardımıyla, ağız içi (intraoral) veya ağız dışı (ekstraoral) tarama yapılarak dental dokuların yüzey geometrisi bilgisayar tarafından işlenebilecek formatta elde edilir. İkinci bileşen olan CAD yazılımı bilgisayar ortamında restorasyonun üç boyutlu olarak tasarlanmasını sağlarken, üçüncü bileşen olan CAM tasarlanan restorasyonu frezeleme cihazı yardımıyla üretir (Baroudi & Ibraheem, 2015; Beuer vd., 2008; Kanat-Ertürk vd., 2015).

CAD-CAM sistemleri 3 farklı üretim konseptine sahiptir: Direkt klinikte kullanılan sistemlerde (ofis sistemleri, chairside sistemler), hekim hasta başındayken ağız içi tarayıcı ile dijital ölçüyü alır ve elde edilen dijital model üzerinde tasarım gerçekleştirerek restorasyon tek seansta üretilir. Bu sistemin en büyük avantajı ise restorasyonun teslim edilmesi için ekstra seansa ihtiyaç duyulmayıp, tek seansta restorasyonun yapılabilmesidir. Laboratuvarında kullanılan sistemlerde ise, hastadan geleneksel olarak alınan ölçü ya da bu ölçüden elde edilen alçı model laboratuvar ortamında dijital olarak taranır ve CAD-CAM cihazında restorasyon üretilir (Çelik vd., 2013, Kanat-Ertürk vd., 2015). Üretim merkezli sistemlerde ise, hastadan elde edilen model laboratuvar ortamında tarandıktan sonra internet aracılığıyla elde edilen veriler ana üretim merkezine gönderilir (Beuer vd., 2008, Kanat-Ertürk vd., 2015).

CAD-CAM sistemleri, konvansiyonel yöntemlerle üretilen restorasyonlara nazaran daha hızlı üretim süresine, restorasyonda büzülme oranının daha az olmasına ve restorasyonun daha iyi marjinal uyum sergilemesine olanak sağlar. Klinikte sıklıkla karşılaşılan dental teknisyene bağlı tasarım ve üretim prosedürlerinde oluşan sorunların bu sistemlerle elimine edildiği gözlenmiştir. Böylece CAD-CAM sistemleri, laboratuvar ve diş hekimleri için iyi bir seçenek haline gelmiştir (Bhat vd., 2016). CAD-CAM teknolojisi, yeni geliştirilmiş yüksek kalitedeki işlenebilir restoratif materyallerin piyasaya sunulmasıyla birlikte biyouyumlu, estetik ve fonksiyonel restorasyonların yapımına da olanak sağlamıştır (Mainjot vd., 2016).

### **CAD-CAM Sistemlerde Kullanılan Monolitik Materyaller**

CAD-CAM sistemlerinde çok çeşitli dental restoratif materyaller kullanılmaktadır. Konvansiyonel olarak üretilen dental materyallerle karşılaştırıldığında, CAD-CAM bloklarının veya disklerinin optimum koşullar altında standartlaştırılmış ve kontrollü üretim süreci, materyallerin daha homojen ve kusursuz olmasını sağlar (Gunal & Ulusoy, 2018; Zhang & Kelly, 2017). Bu sayede CAD-CAM sistemlerinde endüstriyel blokların kullanılması ile, protetik restorasyonların üretiminde ve klinik olarak uygulanmaları sırasında materyal kaynaklı hataların meydana gelmesi azaltılabilir (Spitznagel vd., 2018).

Tek bir materyal ile eksik diş dokusunu yerine koyan monolitik (tam kontur ya da anatomik) dental restorasyonlar, tam dijital iş akışına sahip dental tedavilerin temelini oluşturur. Mekanik dayanıklılığı doğal optik özelliklerle kombine eden

monolitik restorasyonlar, üretim yöntemini basitleştirir ve veneering uygulaması gerekli olmadığı için materyal farklılığı nedeniyle oluşan sorunların önüne geçilebilir (Gunal & Ulusoy, 2018; Reich, 2015).

CAD-CAM sistemlerinde kullanılan monolitik dental materyallerin çeşitli avantajları ve dezavantajları bulunur:

#### Monolitik Restorasyonların Avantajları:

- Olguya bağlı olarak monolitik restorasyonlarda tabakalama işlemi gerçekleştirilmediği için daha az preparasyon yapılır. Kökat ve Doğar-Kökat (2021), CAD-CAM teknolojileri ile manuel uygulamaların birleştirilmesiyle 0,1 mm kalınlığında (kontakt lens kalınlığı) laminate veneerlerin dahi üretilebileceğini ifade etmiştir.
- Daha az chipping ve kırılma eğilimi sergilerler.
- Çiğneme kuvvetlerine karşı yeterli dayanıklılık gösterirler.
- Olguya göre estetiği sağlayabilmek için çeşitli translusensi seçenekleri ve polikromatik renk özelliğine sahip blok ve/veya diskleri mevcuttur.
- Maliyet olarak daha efektifler.
- Hasta verilerinin dijital ortamda saklanabilirliği ve ihtiyaç halinde hastadan tarama yapılmadan üretimin defalarca tekrarlanabilmesi olanağı sağlarlar.
- Dijital olarak tasarlanan final restorasyonunun tam formunu birebir geçici restorasyonlarda da üretebilme özelliği sayesinde, hastaların final restorasyonuna adaptasyonu oldukça kolaylaşarak hasta memnuniyeti artar.
- Eksik dişlerin yerine ağızda var olan doğal dişlerin çok benzerleri üretilerek restorasyonların daha doğal olmasına olanak tanır.
- Dijital iş akışı, hastalar tarafından tedavi sürecine katkı sağladıkları hissi yaratır ve bu karşılıklı iş birliği hasta memnuniyetini artırır.
- Tek seansta daimi protez üretilip hastaya teslim edilmesi, hasta başında geçirilen sürenin kısılmasını sağlayıp, klinik açıdan maliyet verimliliğini artırır.
- Chairside sistemlerinde ölçüler dijital olarak laboratuvar ortamına aktarıldığından, çapraz enfeksiyon riski önlenerek Covid-19 pandemisi gibi ileride oluşabilmesi muhtemel pandemik durumlar için daha kullanışlı ve güvenli tedavi süreci sağlar (Kontonasaki vd., 2019; Kökat & Doğar-Kökat 2021).

### Monolitik Restorasyonların Dezavantajları ve Limitasyonları:

- Harmoni ve karakteristik özellikler elde etmek için tabakalamanın gerekli olduğu yüksek estetik beklentiye sahip durumlarda monolitik restorasyonlarla optimal estetiğin sağlanması daha zordur. Bununla birlikte, monolitik restorasyon materyallerinin çoğu, bu sorunun üstesinden gelmek için üzerine materyal eklenmesine izin verir.
- Lityum disilikat monolitik restorasyonlar ve çoğu yüksek translusensiye sahip monolitik zirkonya restorasyonlarının endikasyonları üç üyeli köprülerle sınırlıdır.
- Transludent monolitik restorasyonlar, renklenmiş devital dişleri ve metal post-kor yapıları yeterince maskeleyemediğinden opak kor yapı ve tabakalama uygulanmasına ihtiyaç duyulur.
- Monolitik restorasyonların renk uyumu başarısı, translusensi derecesinin doğru belirlenmesine bağlıdır (Kontonasaki vd., 2019; Kökat & Doğar-Kökat, 2021).

Metal destekli porselen restorasyonların kullanımını en aza indirmek ve olası renklenmelerin önüne geçebilmek için her yıl bir yenisini üretilen, CAD-CAM sistemlerine uyumlu gelişmiş renk ve optik özelliklere sahip monolitik bloklar dental piyasaya tanıtılmaktadır. Monolitik bir restorasyon üretiminde hangi materyalin kullanılacağına karar verirken; dişlerin translusensi seviyesi, parafonksiyonel alışkanlıklar, oklüzal ilişkiler, antagonist dentisyon ve restorasyon tipi gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır (Kökat & Doğar-Kökat, 2021).

Monolitik restoratif materyaller aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

### ***Feldspatik Seramikler***

Önemli miktarda feldspar, kuartz ( $\text{SiO}_2$ ) ve kaolinden oluşan feldspar esaslı geleneksel seramik grubudur. Feldspar, demir ve mika açısından zengin kayalarda bulunan, grimsi renkte kristal bir mineraldir. Silikadan oluşan kuartz ise doldurucu olarak işlev görür. Güçlü bir materyal olmayan bu seramiklerin içerisine güçlendirici bir bileşen olan %20-25 alümina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) eklenir. Bağlayıcı olarak görev yapan kaolin ise, transludent özelliğe sahip doğal dişlerin aksine opak özelliğe sahip olduğu için sınırlı miktarda kullanılan alüminyum silika hidratıdır (Bajraktarova vd., 2018).

Feldspatik seramik bloklarda, 3-4 µm boyuta sahip feldspar partikülleri cam matriks içerisinde homojen bir dağılım sergiler. Feldspatik seramikler en iyi biyomimetik materyaller olarak kabul edilir (Kökat & Doğar-Kökat, 2021). VITA Zahnfabrik firması VITABLOCS adı altında çeşitli feldspatik seramikler geliştirmiştir. 1985'te ilk defa CAD-CAM sisteminde üretilen inley restorasyonu, ince grenli feldspatik seramik bloğu olan VITA Mark I (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) kullanılarak üretilmiştir (Mörmann vd., 2002). 1991'de, geliştirilmiş kimyasal kompozisyona, fiziksel özelliklere ve monokromatik yapıya sahip VITA Mark II (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) tanıtmıştır. Mark I'e göre daha ince partikül boyutuna sahip olmasıyla birlikte, glaze işleminden sonra bükülme dayanımı 160 MPa'ya kadar arttırılmıştır (Ruales-Carrer vd., 2022). VITA, doğal dişin rengini daha iyi taklit edebilmek için VITABLOCS TriLuxe (2003) ve TriLuxe forte (2007) adı altında yeni nesil polikromatik bloklarını tanıtmıştır. TriLuxe bloğu üç farklı renk yoğunluğuna, TriLuxe Forte bloğu ise servikal bölgeden insizal kenara kadar dört farklı renk yoğunluğuna sahiptir. 2010 yılında ise, dentin dokusu ile mine kenarı arasındaki kavisli renk yoğunluğunu taklit edebilmek için üç boyutlu (3D) polikromatik yapıya sahip 2010 yılında VITABLOCS RealLife (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) geliştirilmiştir (Concard vd., 2007; Turgut & Bağış, 2015). Restorasyonların bitim işlemleri mekanik parlatma veya glaze işlemi ile monolitik olarak tamamlanacağı gibi VITA VM9 porseleni ile parsiyel şekilde veneerlenerek de yapılabilir (Anusavice vd., 2013, s.458; Giordano, 2006; Santos vd., 2013).

Sirona tarafından geliştirilen Cerec Blocs da (Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) bir diğer feldspatik seramik türüdür. Opak, orta ve translusent olmak üzere 3 farklı translusensi seçeneği ile monokromatik (C) ve polikromatik (PC) olmak üzere 2 farklı kromatik yapıya sahiptir (CEREC, 2019; Turgut & Bağış, 2015; Li vd., 2014). Cerec Blocs, VITA MARK II ve Triluxe Forte, oksit seramikten (inCoris ZI, In-Ceram YZ) üretilen kron ve köprü (en fazla 4 üye) seramik altyapılarının veneerlenmesi için, geliştirilmiş büyük bir bloğa sahiptirler (Sirona Dental, 2014; VITA Zahnfabrik, 2022f).

Feldspatik seramikler, mükemmel estetik özelliklere sahip olmaları nedeniyle lamina veneerlerin, inleylerin, onleylerin ve tek üyeli restorasyonların üretiminde kullanılması tavsiye edilir. Anterior bölgede kullanıldığında gelen kuvvetlere karşı kırılma direncinin doğal dişlere benzer olduğu tespit edilmesine rağmen, materyalin

posterior bölgelerde kullanıldığında gelen kuvvetlere karşı yeterince dirençli olduğu düşünülmemektedir (Zimmer vd., 2008; Wiedhahn 2006; Bindl vd., 2004).

### ***Lösit ile Güçlendirilmiş Cam Seramikler***

Dental seramiklerin yapılarını güçlendirmek için cam matrisi içerisinde homojen olarak dağılabilen doldurucular eklenebilir. Geleneksel seramiklerin yapısını güçlendirmek amacıyla hacimce ~ %45 oranında lösit kristalleri eklenmiştir. Kristalin içeriği artmasına rağmen, lösit kristallerinin sahip olduğu düşük kırılma indisi materyale translusent özellik sağlar (Datla vd. 2015).

Lösit kristalleri ile güçlendirilmiş ilk CAD-CAM materyali, 1998 yılında Ivoclar Vivadent tarafından IPS ProCAD adıyla tanıtılmıştır. 2006 yılında tanıtılan IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), hacimce ~ %45 oranında lösit kristalleri içerir. Daha küçük partikül boyutuna sahip olması (1-5 µm) mekanik dayanıklılığını artırır. Materyalin ~160 MPa bükülme dayanımına sahip olduğu ifade edilmiştir (Denissen vd., 2002; Giordano vd., 2010; Guess vd., 2009; Keshvad vd., 2011, Reich, 2015).

Yüksek translusensi özelliğine sahip HT blokları canlı bukelamun efekti sayesinde daha çok inley/onley ve lamina veneer gibi daha küçük restorasyonlarda tercih edilirken, düşük translusensi özelliğine sahip LT blokların parsiyel kron ve tam kron gibi daha büyük restorasyonlarda kullanımı önerilir. Empress CAD bloğunun sahip olduğu monokromatik yapı geliştirilerek, polikromatik yapıya sahip olan Empress CAD Multi bloğu üretilmiştir (Bhat vd., 2016). Restorasyonun bitimi, mekanik parlatma ya da glaze işlemi ile monolitik olarak yapılabileceği, gibi IPS Empress Esthetic Veneer seramiği kullanılarak da tamamlanabilir (Fasbinder, 2010). 2006 yılında, 3M ESPE tarafından %30 lösit ile güçlendirilmiş cam seramik olan Paradigm C dental piyasaya tanıtılmıştır. Polikromatik blok barındırmayan bu sistem, 6 farklı klasik renk tonuna sahiptir (Fasbinder, 2010; Sannino vd., 2015).

### ***Lityum Disilikat ile Güçlendirilmiş Cam Seramikler***

2006 yılında dental piyasaya sürülen IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan Lihtenştayn), hacimce ~ %40 oranında lityum metasilikat kristalleri içerir. Materyalin kırılma olmas ve freze edilmesinin zor olması nedeniyle, bloklar parsiyel olarak kristalize formda bulunur. Kimyasal içeriği ve mikro yapısı

nedeniyle, mor-mavi renkte görünen bu bloklar, ‘Mavi Blok’ ismiyle de anılır. (Fasbinder, 2010; Li vd., 2014). Restorasyon frezelenen sonra seramik fırınında kristalizasyonunu sağlanırken aynı anda fırında glaze işlemi de gerçekleştirilir. Kristalizasyon sonrası seçilen translusensi ve renge dönüşen restorasyon, ortalama 1.5 µm boyutlarında ve hacimce ~ %70 oranında lityum disilikat kristali içerir. Materyalin başlangıç bükülme dayanıklılığı 130 -160 MPa iken, kristalizasyon sonrası 360-450 MPa’ya yükseldiği ifade edilmiştir (Culp vd., 2010; Zarone vd., 2019).

ProCAD ve EmpressCAD’e göre bükülme dayanımı daha fazla olan IPS e.max CAD; inley/onley, implant üstü abutment/kron, lamina veneer, tek üye anterior ve posterior kron, 2. premolara kadar uzayabilen 3 üyeli köprüler gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ayrıca IPS e.max ZirCAD’ten üretilen zirkonya alt yapı uzun köprülerde veneer seramiği olarak da kullanılabilir (IPS e.max CAD-on tekniği). İki ayrı seramik yapı arasındaki bağlantı, IPS e.max CAD’ in kristalizasyonu ile eş zamanlı olarak gerçekleşir (Ivoclar Vivadent, 2022).

IPS e.max CAD bloklarının; yüksek derecede translusensi (HT), orta derecede translusensi (MT), düşük derecede translusensi (LT) ve orta derecede opasite (MO) gösteren 4 farklı opasite/translusensi seçeneği mevcuttur. Orta derecede translusensiye sahip MT bloklar, Value blokların yerini almıştır. Orta derecedeki opasiteleri sayesinde renklenme miktarı az olan dişlerin kronlanmasında kullanılabilen MO bloklarda final restorasyon, IPS e.max Ceram seramiği ile tabakalama tekniği kullanılarak, translusensi bloklarda ise final restorasyon boyama tekniği ya da cut-back tekniği kullanılarak tamamlanabilir. Ayrıca opalesans efekt gerektiren ince veneer restorasyonlarda kullanılabilmesi için iki farklı opalesans değerine sahip (Opal 1, Opal 2) IPS e.max CAD Impulse (I) geliştirilmiştir (Bhat vd., 2016).

IPS e.max CAD Abutment Solutions, tek diş implant destekli hibrit yapıların (hibrid abutment ve kron) üretimi için tasarlanmıştır. MO ve LT translusensi seçenekleri ve birden fazla renk tonuna sahip blokları mevcuttur (Bhat vd., 2016).

Günümüzde, çeşitli üretici firmalar tarafından; Amber Mill (HASSBio, Kangneung, Kore), Rosetta SM (HASSBio, Kangneung, Kore), n!ce (Straumann, Freiburg, Almanya), CEREC Tessera (Dentsply Sirona, York, PA, Amerika) ve GC Initial LiSi Block (GC, Tokyo, Japonya) gibi isimlerde yeni lityum disilikat içeren cam seramik bloklar geliştirilmiştir (Phark, & Duarte, 2022).



### ***Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Seramikler***

Yeni nesil cam seramik olarak geliştirilen zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramikler (ZLS), cam seramiklerin estetik özellikleri ile zirkonyanın mekanik avantajlarını kombine etmek amacıyla 2013 yılında dental piyasaya tanıtılmıştır. ZLS materyallerinin cam matriksleri içerisine ağırlıkça ~%10 zirkonya infiltre edilmiştir. Dental piyasada, Suprinity (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) ve Celtra Duo (Dentsply Sirona, Konstanz, Almanya) olmak üzere iki farklı ZLS CAD-CAM bloğu mevcuttur (Awad vd., 2015; Caprak vd.,2018). Camsı matriks içerisindeki lityum metasilikat kristallerinin; Suprinity’de ~0,5 µm, Celtra Duo’da ise ~1 µm boyutunda olduğu belirtilmiştir. Gün ışığının dalga boyu ile uyumlu olan bu kristaller, mine dokusunun opalesans özelliklerini taklit eder. ZLS materyallerinin endikasyonları arasında lamina veneer, inley/onley, kron ve implant üstü bireysel abutment bulunur (Çakırbay Tanış & Ever, 2020; Gülenç ve Yaluğ, 2022; Reich, 2015).

VITA ZLS materyalini, CAD-CAM ile frezelenen blok formunda Suprinity ve ısı ile preslenen ingot formunda Ambria olarak tanıtmıştır. Bal görünümü ile öne çıkan Suprinity, prekristalize fazda frezelenir. Prekristalize formda lityum metasilikat kristalleri içerirken, kristalizasyondan sonra lityum disilikat kristalleri de oluşur. Başlangıç bükülme dayanıklılığı ~120 MPa iken, kristalizasyon sonrası ~420 MPa’ya ulaştığı belirtilmiştir. Bu blokların T (Transludent) ve HT (yüksek Transludent) olmak üzere VITA Classical ve 3D-Master renk skalasına ait iki farklı seçenekleri bulunur. Restorasyonların glaze ve kristalizasyon işlemleri aynı aşamada yapılabildiği gibi ayrı ayrı da yapılabilir. Restorasyonların opasitesinin ikinci bir fırınlama ile arttırılabileceği belirtilmiştir. VITA Suprinity Implant Solutions (IS) bloğu ise, tek kron implant destekli restorasyonların üretimi için geliştirilmiştir (VITA Zahnfabrik, 2022e).

Dentsply ise, CAD-CAM tekniği ile üretilen Celtra Duo (blok formunda) ve preslenerek üretilen Celtra Press (ingot formunda) materyallerini dental piyasaya sunmuştur. Celtra Duo bloklarının LT ve HT translusensi seçeneği vardır. Kristalize fazda frezelenen Celtra Duo bloğu, diş renkli görünüme sahiptir. Posterior bölgeye yapılacak kron restorasyonlarında LT seçeneği; inley ve anterior bölgeye yapılacak kron restorasyonları ise HT seçeneği kullanılır. Glaze işlemi ile ilave fırınlama

sonucu bükülme dayanıklılığının 210 MPa'dan 370 MPa' ya kadar çıktığı belirtilmiştir (Dentsply Sirona, 2016).

ZLS restorasyonlar mekanik parlatma veya glaze uygulanması ile hazır hale gelir. ZLS blokların frezelenip kristalizasyon veya glaze işlemi gerçekleştirildikten sonra yapılan oklüzal düzenlemelerin, restorasyonun kırılma direncini azaltabileceği belirtilmiştir (Zarone vd., 2021).

### ***Polimetil Metakrilat (PMMA)***

Endüstriyel koşullar altında yüksek ısı ve basınç altında üretilen polimerize polimetil metakrilat (PMMA) disk/bloklar; geleneksel olarak polimerize olan geçici metaryallere göre daha homojen yapıda olup daha az porozite içerir, daha iyi kimyasal ve mekanik özellik gösterirler (Limirio vd., 2021). Doldurucu içermeyen metakrilat monomerlerinden oluşan PMMA materyalleri, düşük mekanik özellik sergilerler. CAD-CAM PMMA materyalleri, genellikle uzun süreli (6 ay - 1 yıl) geçici restorasyonların üretiminde kullanılır (Çakırbay Tanış & Ever, 2020; Reich, 2015).

VITA Zahnfabrik tarafından geliştirilen ve CAD-CAM sistemlerinde kullanılmak üzere üretilen 2 farklı PMMA bloğu piyasada mevcuttur. Bunlar; VITA CAD-Temp ve VITA CAD-Temp Implant Solutions (IS) bloklarıdır. Uzun süreli geçici tek kronlar ve iki üyeli köprü restorasyonlarında kullanılan VITA CAD-Temp bloğunun, monokromatik ve polikromatik olmak üzere iki farklı blok seçeneği bulunur. (Sannino vd., 2015; VITA Zahnfabrik, 2022a; VITA Zahnfabrik, 2022b). Firmanın geliştirdiği bir diğer blok olan VITA CAD-Temp Implant Solutions (IS) bloğu ise implant üstü restorasyonlara geçici üretimi için kullanılır VITA Zahnfabrik tarafından üretilen VITA VM LC ışıkla sertleşen mikropartiküllü kompozit ile elde edilen geçici restorasyonların estetik görünümü kişiselleştirilebilir (VITA Zahnfabrik, 2022a).

CAD-CAM sistemleri tarafından kullanılmak üzere Ivoclar Vivadent tarafından Telio CAD ve Telio CAD Abutment Solutions PMMA blokları geliştirilmiştir. Telio CAD; uzun süreli geçici kron, iki üyeli köprü restorasyonlarında, implant üstü restorasyonlar ve oklüzal düzenlemeler için terepatik restorasyonlar olarak kullanılır. Telio CAD Abutment Solutions blokları ise geçici implant destekli restorasyonlar için üretilmiştir. Telio CAD bloğu altı farklı

renk seçeneği ile anterior bölgede kullanılabilir. Üretilen geçici restorasyonlarda estetik görünümün geliştirilebilmesi amacıyla ışıkla sertleşen Telio Lab LC kompozit materyali ile karakterizasyon gerçekleştirilebilir (Sannino vd., 2015).

Dental piyasada Sinergia block tempo multi (Nobil metal, italya) ve Sinodent (Sintodent, İtalya) gibi birçok farklı firma tarafından üretilen çeşitli PMMA blok/diskleri bulunur (Çakırbay Tanış & Ever, 2020; Güth vd., 2013).

### ***Polieter Eter Keton (PEEK)***

Polimerik materyallerin hafifliği, üretim aşamalarının basitliği ve kimyasal dayanımlarının geliştirilmiş olması gibi çeşitli özellikleri yaygın kullanımlarının nedenini açıklar. Termoplastik bir polimer olan polieter eter keton (PEEK), poliaril eter keton ailesine aittir. Bu materyal keton ve eter fonksiyonel gruplarının aril halkaları arasına bağlanmasıyla elde edilir (Bathala vd.; 2019). Sentetik ve biyouyumlu bir materyal olan PEEK, tıp alanında uzun süredir kullanılmaktadır (Najeeb vd., 2016). Frezeleme tekniği ile üretilen PEEK restorasyonların, karşıt doğal dişlerde daha az aşınmaya neden olduğu ve üç üyeli köprüler için ortalama kırılma dayanımının 1383 N (posterior bölgedeki ortalama oklüzal kuvvetlerin yaklaşık 2,5 katı) olduğu bildirilmiştir (Moby vd., 2022; Stawarczyk vd., 2013).

Saf PEEK materyali, metal alaşımlar (110–130 GPa) veya zirkonya (210 GPa) gibi materyallere göre dentin (13-15 GPa) ve mine (40-83 GPa) dokusuna daha yakın olan bir elastik modüle (3–4 GPa) sahiptir (Wang vd., 2010). PEEK'e karbon fiber veya seramik partikülleri eklenmesi sonucu, elastik modülünün 12-14 GPa'ya ulaştığı belirtilmiştir. Dentin dokusuna yakın olan elastik modülü göz önüne alındığında PEEK, diş dokularına metal alaşımlardan daha dengeli stres dağılımı sağlayabilir ve geleneksel materyallerle karşılaştırıldığında dayanak dişler ve siman aralığı üzerindeki stres iletimini azaltabilir (Moby vd., 2022; Najeeb vd., 2016; Wimmer vd., 2016). Mekanik özellikleri ve biyouyumluluğu nedeniyle sadece geçici protez yapımında değil sabit ve hareketli protez alanında umut verici bir alternatif olarak görülen PEEK'in sahip olduğu düşük translusensi ve modifiye olmamış halinin grimsi, kar-beyaz renginde olması sebebiyle; monolitik restorasyonlarda kullanımı molar bölge ile sınırlandırılır (Reich, 2015; Stawarczyk vd., 2016). Metal alerjisi olan hastalar veya metal tat duyarlılığı olan hastalarda güvenle kullanılır (Seferli vd., 2020). Düşük ağırlığa sahip PEEK materyalleri; hibrit protezlerin

altyapısında, implant üstü protezlerde ve temporamandibular eklem problemlerinin tedavisinde kullanılan splint yapımında da tercih edilirler (Benli vd., 2020; Lopez vd., 2017).

### ***Zirkonya Seramikler***

Zirkonya altyapıya sahip seramik restorasyonların fizyolojik oklüzal kuvvetlere dayanabildiği rapor edilmesiyle birlikte, yetersiz altyapı kalınlığı ve brüksizimin sebep olduğu oklüzal yükler konnektör bölgesinde sıkça görülen katastrofik kırıklar oluşturur (Att vd., 2007). En çok karşılaşılan klinik başarısızlık ise, zirkonya altyapı üzerine uygulanan veneer seramiğinde oluşan chipping olarak isimlendirilen koheziv kırıklardır (Li vd., 2014; Malkondu vd., 2016b).

Zirkonyaya göre veneer materyalinin daha düşük esneme ve kırılma direncine sahip olmasının, tabakalama işlemine bağlı oluşan distorsiyon ve streslerin, desteklenmeyen veneer materyali ve alt yapı-veneer dizaynının, zirkonya altyapı ile veneer materyali arasındaki termal genişleme katsayıları arasındaki farkın ve ısı işlem sonrası soğuma hızlarından kaynaklanan rezidüel streslerin koheziv başarısızlığı etkilediği ifade edilmiştir (Daou, 2014; Li vd., 2014). Ayrıca oklüzal temas alanlarının boyutu ve lokasyonu, gelen oklüzal yük miktarı ve restorasyon kalınlığının da başarıya etki ettiği belirtilmiştir (Malkondu vd., 2016b). Zirkonya altyapıya sahip restorasyonlarda tabakalama tekniğindeki başarısızlığı çözebilmek için; çift veneerleme tekniği, press-on ve CAD-on gibi farklı teknikler geliştirilmiştir.

Günümüzde zirkonya altyapılı restorasyonlarda başarısızlığı önlemek için yukarıda bahsedilen yöntemlere alternatif olarak monolitik zirkonya restorasyonlar sıklıkla kullanılmaktadır (Malkondu vd., 2016a; Shahmiri vd., 2018). Ancak zirkonya materyalinin diğer tam seramik materyallere kıyasla translusensisinin düşük olması, monolitik kron yapımında uygulanmasını estetik yönden sınırlar. Bu nedenle zirkonya yapısı içerisindeki stabilizatör bileşenlerin miktarında, sinterleme parametrelerinde ve taneciklerin boyutlarında gerçekleştirilen değişikliklerle daha translusent zirkonya materyalleri geliştirilmiştir (Malkondu vd., 2016b; Reich, 2015).

Monolitik zirkonya restorasyonlarda renklendirme, ya önceden renklendirilmiş zirkonya bloklarla ya da sinterleme öncesi renklendirme solüsyonları ile gerçekleşir. Sinterleme sonrası restorasyon glaze işlemi veya mekanik parlatma ile bitirilebilir (Denry & Kelly, 2014; Reich, 2015).

Günümüzde; Katana Zirconia Bloc (Kuraray Dental, Noritake, Japonya), Mazic Zir (Vericom Co. Ltd, Anyang, Kore), ZirCAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), LuxaCam Zirkon HT Plus (DMG Fabrik, Hamburg, Almanya), BruxZir (Glidewell Laboratories, Newport Beach, CA, Amerika), VITA YZ HT (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), LAVA Esthetic (3M ESPE, St. Paul, MN, Amerika) LAVA Plus HT (3M ESPE, St. Paul, MN, Amerika) gibi birçok çeşitli isimde farklı üretici firmalar tarafından geliştirilmiş monolitik zirkonya bloklar mevcuttur.

### ***Rezin Matriks Seramikler (RMS'ler)***

Rezin matriks seramikler (RMS'ler); dental seramiklerin, oklüzal kuvvetlere karşı dayanıklılığı ve doğal dentisyona yakın optik özellikleri ile kompozit rezinlerin düşük aşındırıcılık ve bükülme direnci gibi pozitif özelliklerini birleştirmek için ortaya çıkan yeni bir seramik sınıfıdır. CAD-CAM sistemi için tasarlananan resin matriks seramikler, yapı olarak yüksek derecede doldurulmuş seramik parçacıklara sahip organik matriksten oluşur (Chenfeng vd., 2014; Gracis vd., 2015).

Geleneksel CAD-CAM seramikler materyallerine kıyasla RMS'lerin elastik modülü mine ve dentin dokusuna daha yakındır. Kolayca frezlenebilir ve intraoral olarak modifiye edilebilirler (Gracis vd., 2015). RMS materyallerinin yüksek sıcaklık (HT) ve/veya yüksek yüksek basınç (HP) altında üretilmesi mikroyapı formlarının gelişmesine olanak sağlamıştır. HT-HP altında, kompozit ve seramik içerikleri birleştirilerek yeni bir mikroyapının elde edildiği bu materyallerin fotopolimerize olan bloklara kıyasla düşük polimerizasyon büzülmesine, daha az defekte, daha az monomer salınımına ve daha iyi mekanik özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir (Mainjot vd., 2016; Tassin vd., 2016).

RMS materyallerinin; polimer-infiltrate seramik ağ (PISA), resin nanoseramikler, hibrit seramikler, çift-ağlı materyaller, seramik esaslı interpenetre faz kompozitler gibi çeşitli isimlerle anılmaları, kafa karışıklığına sebep olabilir (Denry & Kelly, 2014; Gracis vd., 2015; Mainjot vd., 2016).

Amerikan Diş Hekimliği Birliği (ADA), 2013 yılında güncellenen Dental Prosedürler ve Terminoloji kılavuzunda (ADA, 2015), porselen/seramik terimini – “baskın olarak inorganik refrakter bileşikler içeren; preslenen, fırınlanan, parlatılan ya da frezlenebilen materyaller” olarak tanımlaması üzerine, bu materyallerin daha

az baskın olan organik fazına (polimer) bakılmaksızın ağırlıkça baskın (> %50) refrakter inorganik içerikleri nedeniyle, seramik grubu içerisinde yer aldığı belirtilmiştir (Gracis vd., 2015).

RMS materyallerinin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Daha az preparasyon gerektirirler.
- Endüstriyel üretim süreçleri sayesinde daha az defekte ve pöröz yapıya sahiptir.
- CAD-CAM cihazında frezelenmeleri daha hızlıdır.
- Restorasyonun ince marjinal kenarları seramik restorasyonlara göre daha kolay frezlenebilir.
- Geleneksel seramik restorasyonlar frezelendikten sonra fırınlanmaya ihtiyaç duyarken, RMS restorasyonların ısı ihtiyacı olmadığından daha hızlı üretilirler.
- Restorasyon yüzeyi mekanik olarak kolayca parlatılabilir.
- Ağız ortamında uzun süre parlaklıklarını koruyabilirler.
- Elastik modülünün dentin dokusuna yakın olması, oklüzal kuvvetler karşısında esneyerek internal chipping oluşumuna karşı direnç göstermesini sağlar.
- Mine ve dentin dokusuna benzer mekanik özellik gösterirler.
- Kompozisyonunda bulunan organik monomerler sayesinde üstün optik özellik gösterirler.
- RMS'ler daha düşük sertlik derecesine sahip olduklarından dolayı antagonist dişlerde daha az aşınmaya neden olurlar.
- Işıkla sertleşen kompozit rezinlerle intraoral olarak kolayca tamir edilebilirler.
- Rezin simanlarla kimyasal olarak uyumludurlar (Reich, 2015; Shetty vd., 2015; Sevmez vd., 2019).

Kompozit rezin restorasyonlarda kullanılan baryum, stronsiyum, çinko, zirkonyum ve iterbiyum gibi doldurucu partiküllerin radyoopasiteyi geliştirdiği bildirilmiştir (Matsumura vd., 1992; Sarıdağ vd., 2015; Tooyaka vd., 1993; Tsuge vd., 2008; Van Dijken vd., 1989). RMS materyallerinde de bu tip doldurucuların bulunması radyografik görüntüde ayırt edilebilme olanağı sağlar (Koizumi vd.,

2020). RMS materyallerinin simantasyon işlemi, adeziv rezin simanlarla gerçekleştirilir (Fathy vd., 2022).

RMS'lerin temel özelliklerini etkileyen ve birbirinden farklılaştıran en önemli özelliklerin; üretim sürecinin türü, mikroyapılarının farklılığı, polimerizasyon yöntemleri, rezin matriks kompozisyonu, doldurucu büyüklüğü ve hacim içeriği olarak belirtilmiştir (Mainjot vd., 2016).

RMS materyalleri farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır:

- Gracis vd. (2015), RMS'leri kompozisyonlarına göre sınıflandırmıştır:
  - Rezin Nanoseramik (örn: Lava Ultimate)
  - Rezin Matriks İçerisine İnterpenetre Cam Seramikler (örn: Vita Enamic)
  - Rezin Matriks İçerisine İnterpenetre Zirkonya – Silika Seramik (örn: Shofu Block HC)
- Mainjot vd. (2016), RMS'leri mikro yapılarına göre sınıflandırmıştır:
  - Dağınık Dolduruculu Materyaller (örn: Lava Ultimate, GC Cerasmart)
  - Polimer İnfiltre Seramik Ağı (örn: Vita Enamic)
- Blatz & Conejo (2019) ise RMS'leri aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır:
  - Rezin Esaslı Seramikler (örn: GC Cerasmart, Grandio Block)
  - Hibrit Seramikler (örn: Vita Enamic)

### **Dağınık Dolduruculu Rezin Matriks Seramikler.**

**Lava Ultimate.** 2012 yılında rezin nanoseramik ismiyle geliştirilerek piyasaya sunulmuştur. Lava Ultimate'in ağırlıkça %80 oranı nanoseramik doldurucudan, %20 oranı ise organik matriksten oluşur. İnorganik nanoseramik bölümünün 20 nm çapındaki silika nanopartikülleri, 4-11 nm çapındaki zirkonya nanopartikülleri ve matriks içerisindeki boşlukları dolduran zirkonya/silika nanoküpleri oluşturur (Bhat vd., 2016; Gracis vd., 2015).

Matriks yapısını, Bis-GMA (Bisfenol glisidil metakrilat), UDMA (Üretan dimetakrilat), Bis-EMA (Etoksillenmiş bisfenol dimetakrilat) ve TEGDMA (Trietilen glikol dimetakrilat) monomerleri oluşturur. Lava Ultimate bloklarının

üretim aşamasında, rezin matriks ile nanopartiküllerin birbirine kimyasal olarak bağlanabilmesi için silan uygulaması gerekir (Eğilmez vd., 2017; Goujat vd., 2018; Mainjot vd., 2016).

Vitapan Classical renk skalasına göre materyalin, 8 farklı renk seçeneği (A1, A2, A3, A3.5, B1, C2, D2 ve beyaz (bleach)) ve HT-LT olmak üzere 2 farklı translusenside üretilen blokları mevcuttur. Üretici firma talimatları doğrultusunda restorasyonların bağlantı yüzeyleri hidroflorik veya fosforik asit ile pürüzlendirilmemeli, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> partikülleriyle ( $\leq 50 \mu\text{m}$ ) opak bir görünüm elde edene kadar 2 bar basınç altında dikkatlice kumlanmalı ve sonrasında silan uygulanarak simantasyona hazır hale getirilmelidir (3M ESPE, 2015; Reich, 2015).

2015 yılına kadar endikasyon alanlarında; implant üstü kronlar, lamina veneerler, inley/onley restorasyonlar mevcutken, implant üstünde kullanılan tek kronlardaki başarısızlığı sebebiyle üretici firma tarafında kron endikasyonları kaldırılmıştır (3M ESPE, 2015; Reich, 2015).

**GC Cerasmart.** 2014 yılında geliştirilen GC Cerasmart (GC Corporation, Tokyo, Japonya) bloğu, rezin matriksi içerisinde ağırlıkça %71 oranında nanoseramik partikül doldurucuları (20 nm boyutunda silika ve 300 nm boyutunda baryum cam) içerir. Resin matriks yapısını; 2,2-bis (4-metakriloksi-polietoksifenil) propan (Bis-MEPP), UDMA ve dodesil dimetakrilat (DMA) oluşturur (Flury vd., 2017; Yoshihara vd., 2017). Matriks içindeki partikül boyutunun küçük olması ve homojen dağılması nedeniyle, yüksek bükülme direncine ve iyi bir marjinal uyuma sahip olduğu ifade edilmiştir (Awada vd., 2015; Lauvahutanon, 2014).

Vitapan Classical renk skalasına göre materyalin, 6 farklı renk seçeneği; A1, A2, A3, A3.5, B3 ve beyaz (bleach) ve HT-LT olmak üzere 2 farklı translusenside üretilen blokları mevcuttur. Üretilen restorasyonlar; lamina veneerler, inley/onleyler ve implant üstü kronlarda kullanılabilir (Reich vd., 2015).

Simantasyon işlemine hazırlık için üretici firma talimatları üzerine, restorasyonun bağlantı yüzeyi 1.5 bar basınç altında Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> partikülleriyle ( $\leq 50 \mu\text{m}$ ) dikkatlice pürüzlendirilmelidir. Eğer yapılamayacaksa 60 saniye süreyle %5 oranında hidroflorik asit uygulanmalı ve ultrasonik olarak yıkanıp, alkol ile temizlenmelidir. Son aşama olarak silan uygulanıp hava ile kurutulmalıdır (Şişmanoğlu vd., 2020).



**Grandio Blocs.** 2017 yılında geliştirilen Grandio Blocs (VOCO, Cuxhaven, Almanya) materyalinin rezin matrisi içeriğinin ağırlıkça %86'sını inorganik doldurucular, %14'ünü ise UDMA ve DM (dimetakrilat) oluşturur (Akarca vd., 2022; Grandio Blocs, 2018).

Lamina veneer, inley-onley, kron ve implant üstü kron endikasyonlarına sahip olan materyalin hem disk hem de blok formu bulunur. HT ve LT olmak üzere 2 farklı translusensi seçeneği mevcuttur. VITA renk skalasına göre, HT blok/diskler A1, A2, A3 ve A3,5 renklerine sahiptir. LT blok/diskler ise A1, A2, A3, A3.5, B1, C2 ve BL renklerine sahiptir (Grandio Blocs, 2018).

Üretici firmanın talimatları üzerine, restorasyonun bağlantı yüzeyi  $Al_2O_3$  partikülleriyle ( $\leq 50 \mu m$ ) 1.5-2 bar basınç altında pürüzlendirildikten sonra, ultrasonik olarak yıkayıp alkol ile temizlenmelidir. Silan uygulanıp hava ile kurutularak restorasyon simantasyona hazır hale getirilir (Grandio Blocs, 2018).

**Ambarino High Class.** Ambarino High Class (Creamed, Marburg, Almanya) materyalinin ağırlıkça %70'ini inorganik doldurucular ( $\sim 0.8 \mu m$  boyutunda  $SiO_2$ ) oluşturur. Organik matrisi içerisinde ise UDMA, Bis-GMA, bütandiol dimetakrilat bulunur.

Lamina veneer, inley/onley, kron ve implant üstü kron endikasyonları bulunan Ambarino High Class'ın hem disk hem blok formu bulunur. Blok formunun; A1, A2, A3, B1, C2, D2 ve beyaz (BL2 ve BL3.5) renkleri bulunur. Ambarino High Class materyalinden üretilen restorasyonların simantasyonu için, restorasyonun iç yüzeyi  $50 \mu m$   $Al_2O_3$  partikülleriyle ile kumlandıktan sonra, yağ ve su içermeyen hava ile temizlenir ve adeziv uygulanarak hazır hale getirilir (creamed GmbH & Co. KG. 2011).

**KZR-CAD HR2 Block.** KZR-CAD HR2 (Yamakin Co., Ltd., Osaka, Japonya) materyalinin ağırlıkça %75 oranını;  $SiO_2-Al_2O_3-ZrO_2$  (200 – 600 nm), florür (700 nm) ve kümelenmiş inorganik doldurucular (1 – 20  $\mu m$ ) oluştururken, organik içeriğini UDMA ve TEGDMA oluşturur (Yamakin, 2019).

Diğer RMS materyallerinden farklı olarak KZR-CAD HR2 Block devamlı florür salınımına sahiptir. Blok ve disk formu bulunan materyalin, blok formunun HT ve LT olmak üzere 2 farklı translusensi seçeneği ve KZR-CAD HR2 GR kromatik

bloğu vardır. HT bloklar için: A1, A2, A3, A3.5, A4 renkleri, LT bloklar için: A3.5 ve GR blok için: A3 ve A3,5 renkleri mevcuttur. İnley-onley ve kron endikasyonları vardır (Yamakin, 2019).

Üretici firma materyalin yapısındaki inorganik doldurucu partikül büyüklüğünü küçülterek ( $\sim 4 \mu\text{m}$ 'den  $\sim 1 \mu\text{m}$ 'ye) KZR-CAD HR3 (Yamakin Co., Ltd., Osaka, Japonya) bloğunu dental piyasaya tanıtmış ve partikül boyutundaki azalmanın materyalin mekanik özelliklerini geliştirdiğini ifade etmiştir. KZR CAD HR3 bloğunun; A2, A3, A3.5 renkleri mevcuttur (Yamakin, 2019).

Restorasyonların bağlantı yüzeyleri, üretici firma talimatları doğrultusunda 0.2-0.3 MPa basınçla  $\text{Al}_2\text{O}_3$  partikülleri ( $\leq 50 \mu\text{m}$ ) ile kumlandıktan sonra yıkayıp kurutulmalıdır. Restorasyonun yapıştırılmadan önce tükürük ile kontaminasyonu olduğu durumlarda; üretici firma iç yüzeyin fosforik asit uygulanarak, tekrardan yıkayıp kurutulmasını önermiştir. Silan uygulanarak restorasyon simantasyona hazır hale getirilir (Yamakin, 2019).

**Mazic Duro.** Vericom üretici firması tarafından dental piyasaya sürülen Mazic Duro materyalinin ağırlıkça %80'ini silika (10 nm), baryum-cam (500 nm) ve zirkonya (1  $\mu\text{m}$ ) inorganik doldurucuları oluşturur. Organik içerik kısmı ise Bis-GMA ve TEGDMA monomerleri içerir. Floresan özelliği ile mineye benzer yansıma yaptığı ifade edilmiştir. İçerdiği radyoopasite ile dental işlemlerde kolayca teşhis edilebilir (Vericom, 2022).

Disk ve blok olmak üzere 2 farklı formu bulunan materyalin HT ve LT renk seçenekleri bulunur: Blok formunda olan materyalin HT özelliği için A1, A2, A3, B1 ve LT özelliği için A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, C2, D2, W1 renkleri mevcuttur. Disk formunda olan materyalin ise HT özelliği için A1, A2, A3 ve LT özelliği için A3.5 renkleri mevcuttur. Kullanım endikasyonları arasında, lamina veneer, inley-onler ve kronlar vardır (Vericom, 2022).

Üretici firmanın verdiği bilgiler doğrultusunda, simantasyon işlemi için restorasyon önce 25-30  $\mu\text{m}$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  partikülleriyle kumlanmalı (0.2 MPa), ardından etanol ve yağsız hava yardımıyla temizlenmelidir. İsteğe bağlı olarak %5'lik hidroflorik asit ile 20 sn boyunca da pürüzlendirildikten sonra nötralize ajanlarla temizlenmelidir. Restorasyonun bağlantı yüzeyine 60 sn boyunca silan uygulandıktan sonra simantasyona hazır olduğu belirtilmiştir (Vericom, 2022).

**Brilliant Crios.** Coltène firmasının ürettiği Brilliant Crios materyalinin ağırlıkça %70.7'sini baryum-cam ( $<1.0 \mu\text{m}$ ), amorf silika  $\text{SiO}_2$  ( $<20 \text{ nm}$ ), inorganik pigmentler (demir oksit veya titanyum dioksit) oluşturur. Organik matriks içeriği ise Bis-GMA, Bis-EMA ve TEGDMA monomerleri içerir (Coltene, 2022).

Üretici firma tek diş restorasyonlarında ve düşük elastikiyete modülü sayesinde şok absorbe edici etki yaratarak stres iletimini azalttığı için implant üstü restorasyonlarda kullanılabileceğini belirtmiştir. Bruksizme bağlı chipping oluşumuna dirençli olma gibi RMS materyallerinin sahip olduğu birçok avantajla birlikte bazı dezavantajları bulunabilir: Polimer matriks içerikleri nedeniyle su absorpsiyonu gösteren bu bloklar, zaman içerisinde polimerik matrikste su tutulumu göstererek genişebilir ve özellikle inley gibi restorasyonlarda dişe kuvvet uygulayarak diş dokusunda çatlak ya da kırıklar meydana getirebilir. Kahve ve şarap gibi boyayıcı etkenlerde, klinik olarak algılanabilir lekelenme gösterebilmekle birlikte, üretici firma bu tip yüzeysel lekelenmelerin diş fırçası yardımı ile kolayca elimine edilebileceğini ifade etmiştir (Coltene, 2022).

Disk ve blok olmak üzere 2 farklı formu bulunan materyal, hem anterior hem de posterior bölgede estetik tek diş restorasyonları için geniş bir renk spektrumu sunar. Blok formu toplam 15 renkten oluşur ve HT-LT-ST olmak üzere 3 farklı translüsent seçeneği bulunur. LT özelliği için: BL, A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, B3, C2 ve HT özelliği için: A1, A2, A3, B1 renkleri mevcuttur. Yeni geliştirilen süper translüsensi (ST) özelliği için: BL ve UN renkleri mevcuttur. Disk formu için de HT-LT-ST özellikleri vardır. HT özelliği için: A1, A2, A3, B1 renkleri; LT özelliği için: A1, A2, A3, A3.5 renkleri ve ST özelliği için: BL ve UN renkleri mevcuttur (Coltene, 2022).

Üretici firma üretilen restorasyonların simantasyona hazırlanması için, bağlantı yüzeylerine hidroflorik asit uygulanmamasını, 1.5 bar basınç altına 25-50  $\mu\text{m}$  boyutundaki  $\text{Al}_2\text{O}_3$  partikülleriyle pürüzlendirilmesini ve daha sonra zorunlu kıldığı 'ONE COAT 7 UNIVERSAL' adeziv ajanının uygulanması gerektiğini belirtmiştir. Restorasyon kalınlığının 0-3 mm aralığında olduğu durumlarda en ince restorasyonun ışıkla sertleşen rezin siman ile kalınlık 3 mm kadar arttıkça hem ışıkla hem de kendiliğinden sertleşen (dual-cure) rezin siman ile, restorasyon kalınlığının 3-5 mm kalınlık aralığında olduğu durumlarda ise hem dual-cure rezin simanlar ile hem

de kimyasal (self-cure) rezin simanların kullanılması gerektiği bildirilmiştir (Coltene, 2022).

**CAMouflageNow.** 2018 yılında Glidewell firmasının ürettiği CAMouflageNow bloğunun ağırlıkça %80'ini nano-seramik inorganik doldurucular oluşturur. Organik matriks içeriği için üretici firma tarafından herhangi bir açıklama yapılmamış ve literatürde herhangi bir bilgi bulunamamıştır.

Bükülme dayanımı 193 MPa olan bu blokların, floresans ve opalesans özellikleri nedenleriyle iyi estetik özellik sergilediği ifade edilmiştir. CAMouflageNow bloğunun HT-LT olmak üzere 2 seçeneği mevcuttur. HT özelliği için: A1, A2, A3, A3.5 ve B1 renkleri mevcutken; LT özelliği içinse: A1, A2, A3, A3.5, B1, C2, D2 ve bleach (beyaz) renkleri bulunur. Üretici firma restorasyonun simantasyona hazırlanması için, bağlantı yüzeyininin 50 µm boyuta sahip Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> partikülleriyle 10 sn boyunca kumlandırılmasını ve basınç altında su ile temizlenmesini veya isteğe bağlı olarak sonik sistemlerle 2 dakika boyunca temizlenerek hava ile kurutulmasını önermiştir (Glidewell, 2022).

### **Polimer İnfiltrasyon Seramik Ağ Yapısına Sahip Rezin-Matriks Seramikler.**

**Vita Enamic.** 2013 yılında, dental piyasaya sunulan VITA Enamic (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), polimer infiltrasyon seramik ağ yapısına (PİSA) sahip ilk materyaldir. Çift ağ yapısı ile karakterize olan materyalin; ağırlıkça %86'sını ve hacimce %75'ini feldspatik seramik ağ yapısı oluştururken, ağırlıkça %14'ünü ve hacimce %25'ini UDMA (ağırlıkça %33) ve TEGDMA (ağırlıkça %66) içeren polimer ağ yapısı oluşturur (Mainjot vd.,2016; Sannino vd., 2015).

HT ve HP polimerizasyon tekniği ile üretilen PİSA, dağıntı dolduruculu RMS materyallerinden yapısal olarak farklılık gösterir. PİSA'da, önceden sinterize cam seramik iskelet yapı içerisine kapiller hareket yardımıyla monomer infiltrasyon edilir. Bu işlem sayesinde daha yüksek hacimde doldurucu içeriği sağlanarak materyalin mekanik özellikleri iyileştirilir. Dağıntının aksine birbirine bağlı seramik ağ yapısı üç boyutlu iskelet yapı oluşturarak, kırılmaya karşı direnç sağlamasına (~160 MPa) ve gelen stresleri her yönde daha efektif bir şekilde dağıtabilmesine olanak sağlar (Della Bona vd., 2014; Coldea vd., 2013; Mainjot vd., 2016).

Vita Enamic blokların kullanım alanları arasında; tek kron, lamina veneer, inley-onley ve veneer restorasyonları yer alır (VITA Zahnfabrik, 2022c).

Blok ve disk formuna sahip materyalin T- HT-ST olarak 3 farklı translusensi seçeneği vardır. VITA 3D-Master renk skalasına göre; T ve HT seçenekleri için: 0M1, 1M1, 1M2, 2M1, 2M2, 2M3, 3M1, 3M2, 3M3 ve 4M2 renkleri bulunur. ST (Süper Transludent) seçeneği içinse; 1M1, 1M2, 2M2, 3M2 ve 4M2 renkleri mevcuttur (VITA Zahnfabrik, 2022c).

Ayrıca servikalden insizale doğru altı farklı renk geçişine sahip VITA ENAMIC multiColor bloğuna ve implant üstü tek üyeli restorasyonlarda hibrit yapıların üretilmesi için Vita Enamic IS bloğuna sahiptir (VITA Zahnfabrik, 2022c).

Restorasyonun simantasyona hazır hale getirilmesi için, üretici firma talimatları doğrultusunda; bağlantı yüzeyi %5'lik hidroflorik asitle 60 sn boyunca pürüzlendirilmeli ve ardından basınçlı su ile yıkanıp kurutulmalıdır. Kurutulduktan sonra iç yüzeye silan uygulayıp nazikçe kurutulmalıdır. Hazır hale gelen restorasyonun kalınlığına bağlı olarak kronlarda dual-cure rezin simanlar, lamina veneerler içinse ışık ile polimerize olan adeziv rezin simanlar tercih edilmelidir (Reich, 2015; VITA Zahnfabrik, 2022c).

### **Rezin Simanlar**

Diş hekimliğinde geçmişten günümüze kadar çinko-oksit ojenol, çinko-fosfat, polikarboksilat, silikat, cam iyonomer (CİS) ve rezin siman gibi birçok farklı içeriğe sahip siman çeşitli amaçlarla kullanılmıştır (O'Brien, 2002, s.133; Pameijer, 2012).

Dental simanların esas görevi diş dokusunu korumak ve dişe uygulanacak dental restorasyonu yerinde tutmaktır. Geleneksel simanlar toz/likit veya ikili pasta formunda piyasada bulunurlar. Genellikle siman likiti asit, tozu ise metal oksit veya cam içeren bazik yapıdadır. Kimyasal olarak asit-baz reaksiyonuyla sertleşen simanlarında (CİS, rezin modifiye CİS, çinko-oksit ojenöl, çinko polikarboksilat ve çinko-fosfat siman) reaksiyonun başlatılması için fiziksel olarak karıştırılması gerekir (Anusavice, s. 89, 2013).

1970'li yıllara kadar çinko-fosfat, çinko-oksit ojenol ve silikat simanlar tercih edilmiş, fakat materyallerin bağlantı güçlerinin yetersiz oluşu, diş ve restorasyon ara yüzeyinde bakteri tutulumu gibi nedenlerden dolayı yeni materyaller geliştirilmeye başlanmıştır. Yüksek çiğneme kuvvetlerine karşı dirençli olan ve adezyon özelliği

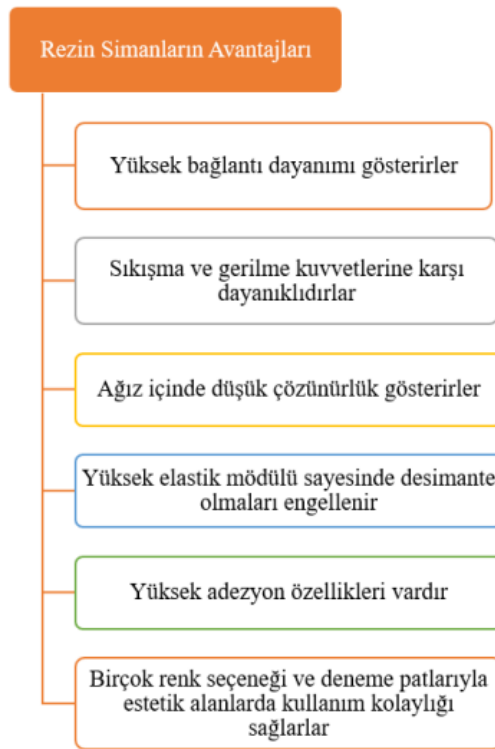
bulunmayan çinko-fosfat simanın içerdiği fosforik asit, sertleşmeye başladığı andan itibaren etkisini gösterir ve simana düşük pH özelliği kazandırır. Restorasyonun ağız içerisine yapıştirıldığı anda, siman düşük pH'a sahipken 24-48 saat içerisinde nötral aralığa ulaştığı ancak bu süreçte, moleküllerin küçük boyutu nedeniyle hidrolik basınçla dentin tübüllerinden geçmesi pulpada irritasyonuna neden olarak dişte hassasiyete sebep verebilir. Ağız sıvılarında kolayca çözünerek retansiyonunu kaybetmesi ve yüksek mikrosızıntı özelliği gösteren bu simanın kullanım alanları sınırlıdır. Diş dokusuna kolayca bağlanabilen polikarboksilat simanlar ise çinko-fosfat simana oranla deformasyona karşı dirençsiz olması nedeniyle yüksek çiğneme basıncına sahip alanlarda kullanımı uygun değildir. CİS'ler ise toksisitesi düşük, bakteriyostatik özelliği yüksek, antikaryojenik, diş dokularına bağlanması ve ağız içi uygulaması kolay olan fakat neme karşı duyarlılık gösteren ve ağız içi sıvılarda çözünürlüğü yüksek bir materyaldir (Ramaraju vd., 2014; Tuncer, 2017).

Mevcut olan tüm yapıştirma siman materyalleri incelendiğinde, ideal bir siman materyalinin olmadığı görülmesiyle birlikte, her simanın belirli endikasyonlarda kullanımının daha uygun olduğu kanısına varılmıştır. Teknolojinin ilerlemesiyle adeziv rezin simanlar geliştirilmiştir ve bu yeni geliştirilen adeziv sistemler, geleneksel simanlara Bis-GMA ve başka metakrilatların ilave edilmesi sonucu ortaya çıkmıştır (Ramaraju vd., 2014; Tuncer, 2017).

Rezin simanlar, başlatıcı içeriği düzenlenmiş düşük viskoziteli doldurucu içermeyen veya az miktarda doldurucu içeren rezin bazlı kompozitlerin bir çeşididir. Rezin simanların; inley-onley, lamina veneer, fiber postlar, kron-köprü restorasyonları, ortodontik enstrümanlar ve ek retansiyonun gerekli olduğu döküm restorasyonlar gibi çok çeşitli kullanım alanları bulunur (Türk, 2014).

Artan estetik gereksinimler ve teknolojiadaki gelişmelere bağlı olarak çeşitli estetik dental restoratif materyaller geliştirilmekte ve bu duruma paralel olarak rezin simanların diş hekimliği uygulamalarındaki önemi giderek artmaktadır. Artan bu kullanım rezin simanların üstün avantajları (Şekil 1) ile ilişkilidir (Türk, 2014). Ancak Şekil 2'de belirtildiği üzere birtakım dezavantajlara da sahiptir (Pameijer, 2012; Tuncer, 2017). Rezin simanların farklı türleri geliştirilerek, sahip olduğu dezavantajlar elimine edilmeye çalışılmaktadır (Bunek ve Swift, 2014).

Şekil 1.

*Rezin Simanların Avantajları*

Şekil 2.

*Rezin Simanların Dezavantajları****Rezin Simanların Kimyasal Yapısı***

Rezin simanların sahip olduğu kimyasal ve termal stabilite, dayanıklılık, sertlik ve elastisite gibi özellikleri, yapısını oluşturan organik polimer matris faz, inorganik faz ve ara faz tarafından belirlenir (Carville & Quinn, 2008; Peumans vd., 2000; Vrochari vd., 2009).

Organik polimer matris faz; organik matris ve dimetakrilat monomerlerini/oligomerlerini içerir. Matris fazı genellikle Bis-GMA içermekle birlikte, günümüzde bu monomerin su absorpsiyonunun fazla olması nedeniyle iyi adezyon oluşturan ve renk değişimine daha dayanıklı olan UDMA molekülü ilave edilir. UDMA, Bis-GMA ve Bis-EMA gibi yüksek moleküler ağırlıklı moleküller fazın büyük kısmını oluşturur. Bu moleküller genellikle daha düşük hacimsel büzülme ile yüksek derecede dönüşüm elde etmek için DEGDMA ve TEGDMA gibi daha küçük moleküllerle kombine edilerek, viskoziteleri azaltılır. Dentin dokusuna olan adezyonu arttırmak için siman yapısı içerisinde HEMA, 4-META ve 10-MDP gibi monomerler ilave edilebilir (Dikiciler, 2016; Tuncer, 2017).

İnorganik faz; ortalama boyutu 0.5 – 8.0 µm arasında değişen baryum, kuartz, zirkonyum, borosilikat cam, iterbiyum, baryum alüminyum silikat, stronsiyum, lityum alüminyum silikat gibi çeşitli inorganik doldurucu partiküller içerir. Simanın mekanik ve fiziksel özelliklerini, bu doldurucu partiküllerin büyüklüğü, şekli ve miktarı etkiler. Partikül miktarı fazlaştıkça simanın mekanik yöndeki özellikleri pozitif yönde etkilenirken, vizközitenin artışı siman kalınlığının artmasına sebep olur (Tuncer, 2017).

Ara faz; silan bağlayıcı ajanlar ile organik polimer matriks faz ve inorganik faz arasındaki adezyonu sağlayan fazdır. Simanın mekanik ve fiziksel özelliklerini iyileştirmekle beraber, rezin-partikül ara yüzeyinde su geçişine engel olarak simanın su absorpsiyonunu ve çözünürlüğünü azaltır (Carville & Quinn, 2008; Dikiciler, 2016; Vrochari vd., 2009).

### ***Rezin Simanların Sınıflandırılması***

Rezin simanlar, polimerizasyon mekanizmalarına ve dış yüzeyi üzerine uygulanan adeziv sistemlere göre 2 ayrı sınıflandırmaya sahiptir (Stamatacos & Simon, 2013; Türk vd, 2014).

**Polimerizasyon Mekanizmalarına Göre Rezin Simanlar.** Kimyasal olarak polimerize, ışık ile polimerize ve hem kimyasal hem ışık (dual) ile polimerize olmak üzere; rezin simanlar polimerizasyon mekanizmalarına göre 3 gruba ayrılır (Burgess vd, 2010; Dikiciler, 2016; Lad vd., 2014).

***Kimyasal Olarak Polimerize Olan Rezin Simanlar.*** Toz/likit veya çift pat sistemi şeklinde üretilen otopolimerizan rezin simanların içerisinde, kimyasal reaksiyonu başlatan benzoil peroksit ve bu reaksiyonu hızlandıran tersiyer amin bulunur. Renk seçeneğinin kısıtlı olması, çalışma süresinin kısa ama polimerizasyon süresinin uzun olması ve içerdiği tersiyer aromatik aminlerin kimyasal değişikliğe uğraması sonucu amin renklenmesi oluşması gibi dezavantajlara sahiptir. Bu tip rezin simanlar ışığın ulaşmasının zor olduğu alanlarda, metal içeren veya opak özelliğe sahip restorasyonlarda kullanılır. Dental piyasada bulunan bu tip simanlara örnek olarak; C&B (Bisco, Schaumburg, IL, Amerika), Panavia 21 (Kuraray, Nortitake,



Japonya) ve Panavia F2.0 (Kuraray, Nortitake, Japonya) opak renk gösterilebilir (Dikiciler, 2016; Stamatacos & Simon, 2013; Türk vd., 2014).

***Işık ile Polimerize Olan Rezin Simanlar.*** Işıkla polimerize resin simanların içerisinde, ışık varlığında aktive olarak reaksiyonu başlatan kamforokinon molekülü ve hızlandırıcı olarak işlev gören alifatik amin bulunur. Işık ile polimerize olan resin simanların kullanım alanları, kalınlığı 1.5 mm'yi geçmeyen translusent özelliğe sahip kompozit ya da seramik lamina veneer restorasyonlar ve inleylerle sınırlıdır. Tersiyer amine kıyasla alifatik aminin daha iyi renk stabilitesine sahip olması nedeniyle translusent lamina veneer restorasyonlarında, ışık ile sertleşen resin siman kullanımı tavsiye edilir. Işıkla sertleşen resin simanların birçok avantajı vardır. Örneğin; çalışma süresi uzundur, renk stabilitesi iyidir ve farklı renk ve opasite çeşitleri vardır. Polimerizasyon sırasında bir miktar büzülmesi ise dezavantajdır (Sunico-Segarra vd., 2015, Türk vd., 2014).

Işıkla sertleşen resin simanların tam polimerize olduklarından emin olunmalıdır. Polimerizasyonun yeterince sağlanmadığı durumlarda; marjinal kenarlarda boşluklara, restorasyonda kırıklara, pulpada hassasiyete ve reaksiyona girmeyen kamforokinonun renklenmesine sebep olunur. Dental piyasada bulunan, Choice 2 (Bisco, Schaumburg, IL, Amerika), Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), NX3 Light-cured (Kerr Corporation, Orange, CA, Amerika) ve RelyX Veneer (3M ESPE, St.Paul, MN, Amerika) bu tip simanlara örnek olarak verilebilir (Stamatacos vd., 2013, Türk vd., 2014).

***Hem Kimyasal hem de Işık ile Polimerize Olan Rezin Simanlar (Dual-cure).*** Dual-cure resin simanlar genellikle iki pat şeklinde üretilir. İki farklı polimerizasyon mekanizmasıyla sertleşen dual-cure resin simanın yapısı içerisinde; ışıkla aktive olan kamforokinon, peroksit, tersiyer ve alifatik aminler bulunur (Sunico vd., 2015; Türk vd., 2014; Ural vd., 2016).

İçerisinde bulunan tersiyer amin komponentlerinin zamanla istenmeyen renk farklılığına neden olabilmesi nedeniyle yeni geliştirilen dual-cure simanlarda bu komponentler çıkartılarak renk bütünlüğü sağlanmaya çalışılmıştır (Türk vd., 2014). Dual-cure resin simanlar; ışık kaynağının ulaşmadığı yerlerde, kalınlığı 1.5 mm'den fazla olan restorasyonlarda ya da restoratif materyalin az da olsa translusensiye sahip

olduğu durumlarda endikedir. Böylelikle ışık geçirgenliğine izin vermeyen kısımlar kimyasal olarak polimerize olurken, ışık geçirgenliğine izin veren kısımlar ışıkla polimerize olur (De Souza vd., 2015; Mitra, 2008; Türk 2014)

Dual-cure rezin simanlarda, kimyasal polimerizasyon ışık ile polimerizasyona göre daha yavaş gerçekleşir. Karıştırılan siman hemen sonrasında ışık ile polimerize edilirse, viskozitesi hızla yükselir ve yoğunluğun artması sonucu peroksit-amin sistemi birbirini bulamayarak kimyasal polimerizasyon reaksiyonu tamamlanamaz. Dolayısıyla polimerizasyon bütünüyle sağlanamaz ve yetersiz polimerizasyonla ilişkili olarak siman sertliği azalır. Dolayısıyla restorasyonun başarısı olumsuz yönde etkilenir. Bu yüzden ışık kaynağının olabildiğince en son aşamada uygulanması önerilir (Burgess vd., 2010; Stamatacos 2013; Türk 2014).

Bu simanların avantajları arasında; uzun raf ömrü, çalışma kolaylığı, polimerizasyonun kontrolü, fiziksel özelliklerinin iyi olması bulunur. Ancak ışık aktivasyonu tam olarak sağlanamazsa, ışık ile sertleşen simanlara göre monomer dönüşümü daha az olacağından, ağızda çözünürlüğü artar, dentine bağlanma gücü zayıflar ve siman sertliği azalarak dayanıklılığı olumsuz yönde etkilenir (Türk vd. 2014). Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), RelyX ARC (3M ESPE, St.Paul, MN, Amerika), RelyX Unicem (3M ESPE, St.Paul, MN, Amerika), Panavia F2.0 opak (Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japonya), NX3 Nexus (Kerr Corporation, Orange, CA, Amerika) ve Maxcem (Kerr Corporation, Orange, CA, Amerika) dental piyasada bulunan bu tip simanlara örnek olarak verilebilir (Dikiciler, 2016; Manso vd., 2011; Stamatacos vd., 2013).

**Rezin Simanların Diş Yüzeyi Üzerine Uygulanan Adeziv Sistemlere Göre Sınıflandırılması.** Asitlenen ve yıkanan (etch&rinse), kendinden asitli (self-etch) ve kendinden adezivli (self-adeziv) olmak üzere; rezin simanlar diş dokusu üzerine uygulanan adeziv sistemlere göre 3 gruba ayrılır (Stamatacos ve Simon, 2013; Weiser ve Behr, 2015).

Adeziv sistemlerinin bir diğer adı da ‘dentin bağlayıcılar’dır. Bunun sebebi ise, lamine veneer restorasyonlar dışındaki tüm uygulanan restoratif işlemlerin dentin dokusu ile ilişkili olmasıdır. Adeziv sistemler restorasyonu oluşacak mikrosızıntılara karşı korumak ve rezin simanın diş dokusa daha iyi bağlanmasını sağlamak için geliştirilmiştir (Stamatacos ve Simon, 2013; Tuncer, 2017). Self-adeziv sistemler

dışındaki diğer sistemlerde simantasyon işleminden önce diş dokusuna asit uygulaması, primer uygulaması ve bond (adeziv) uygulaması gibi birtakım aşamalara ihtiyaç duyulur (Burgess vd., 2010; Carville 2008).

***Asitlenen ve Yıkanan Adeziv Sistemlerle Kullanılan Rezin Simanlar (Etch & Rinse).*** Asit ile pürüzlendir - yıka prensibini kullanan bu sistemler, güvenilir ve uzun ömürlü olmalarına karşın uygulaması kompleks ve hassasiyet gerektirir. Bu sistemle kullanılan rezin simanlar, ışık ile veya dual olarak polimerize olurlar (Türk vd., 2014).

Asitlenen ve yıkanan sistemler uygulama aşamalarına göre 2 gruba ayrılırlar:

- 3 Aşamalı Sistemler: Altın standart olarak da kabul edilen bu sistemlerin restoratif materyal ile diş dokusu arasındaki marjinal uyumu ve bağlanma kuvveti diğer sistemlere göre daha iyidir. Sırasıyla diş dokusu üzerine önce asit uygulanır, daha sonra primer sürülerek kurutulur, son olarakta adeziv uygulanarak tüm aşamalar tamamlanır. Uygulama hassaslığı gerektiren bu sistemler neme karşı duyarlı olup tükürük ve dentin neminden kolayca etkilenebilirler. Dentin dokusunun fazla ıslak veya kuru bırakılması sonucu post operatif hassasiyet ile sonuçlanabileceği belirtilmiştir.
- 2 Aşamalı Sistemler: Asit aşamasının ardından diş dokusu üzerine tek şişe içerisindeki primer ve adeziv uygulanan bu sistemler uygulaması kolay olsa da dentine tam bağlanmaları için birkaç kat uygulanmaları gerekebilir (Stamatacos ve Simon, 2013; Tuncer, 2017).

Dental piyasada bulunan bu sistemlerle kullanılan simanlara örnek olarak; Variolink II, RelyX ARC, RelyX Veneer, Calibra (Dentsply Caulk, Milford, DE, Amerika), Choice 2 (Bisco, Schaumburg, IL, Amerika) ve NX3 Nexus verilebilir (Tuncer, 2017).

***Kendinden Asitli Adeziv Sistemlerle Kullanılan Rezin Simanlar (Self Etch).***

Kendinden asitli (self-etch) bu sistemler, asidik primer ve adeziv ajanının diş dokusu üzerine uygulanması şeklinde iki aşamalı veya konvansiyonel üç aşamanın fonksiyonlarını bir araya getirmeyi amaçlayan tek aşama şeklinde de olabilir. Diş dokusundan yıkanarak uzaklaştırma işlemi olmayan asidik primer, intertübüler dentin

ile arasında hibrit tabakası oluşturur. Bu oluşun hibrit tabakası ve rezin siman arasındaki köprüyü ise adeziv ajan sağlar (Türk vd., 2014).

Self-etch adeziv sistemi ile kullanılan simanların uygulanmasıyla birlikte post-operatif hassasiyetin azaldığı belirtilmiştir (Christensen, 2007; Türk vd., 2014). Bu adeziv sistemlerde; uygulama tekniği, kullanılan materyalin tipi ve oda sıcaklığı gibi çeşitli faktörlerin adezivin performansını etkilediği ve uygulamadan önce şişenin çalkalanması gerektiği ifade edilmiştir. Dental piyasada bu tip sistemlerle kullanılan rezin simanlara örnek olarak; Panavia 21, Panavia F2.0, Multilink Automix (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), RelyX Ultimate (3M ESPE, St.Paul, MN, Amerika) ve Clearfil Esthetic Cement Ex (Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japonya) verilebilir (Burgess vd., 2010; Türk vd., 2014).

***Kendinden Adezivli Rezin Simanlar (Self Adeziv).*** Geliştirilmiş en güncel siman tipi olan kendinden adezivli (self adeziv) rezin simanlar, diş dokusu üzerinde herhangi bir ön işleme ihtiyaç duymadan, konvansiyonel simanların uygulama prosedürlerine benzer şekilde uygulanması son derece basit olup, tek bir klinik aşamada gerçekleştirilir. Diğer rezin simanlardan farklı olarak, kendinden adezivli simanların neme karşı daha toleranslı olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, özellikle kök kanalı gibi nemdeki değişimin kontrol edilmesinin zor olduğu alanlarda diğer rezin simanlara kıyasla durumu tolere edebildiği belirtilmiştir. Hem kimyasal hem de ışıkla polimerize olan siman yapısı içerisinde bulunan multifonksiyonel monomerler ortofosforik asit grupları içerir ve dentin ile mine dokusunu aynı anda demineralize ederek infiltrasyonu sağlar. Ayrıca hidroksiapatit ile reaksiyona katılan bu monomerler, mikromekanik retansiyon ve kimyasal bağlantı sağlar. Diğer rezin simanlara benzer şekilde; diş dokusuna bağlanma kuvveti, boyutsal stabilite, estetik ve mekanik özellikler sergiler. Dentin dokusundaki smear tabakasını kaldırmadıkları için postoperatif hassasiyete neden olmaz (Manso & Carvalho, 2017; Uludamar vd, 2011).

Uygulama prosedürü, teknik hassasiyetin neden olduğu hataları ortadan kaldırdığı için klinisyenlerin simantasyon prosedürlerinin basitleştirilmesine yönelik taleplerini karşılar ve bu nedenle klinik uygulamalarda sıkça tercih edilir (Jacob vd., 2021, Tuncer, 2017). Dental piyasada bulunan bu simanlara örnek olarak; RelyX Unicem, Relxy Unicem 2 (3M ESPE, St.Paul, MN, Amerika), SmartCem 2

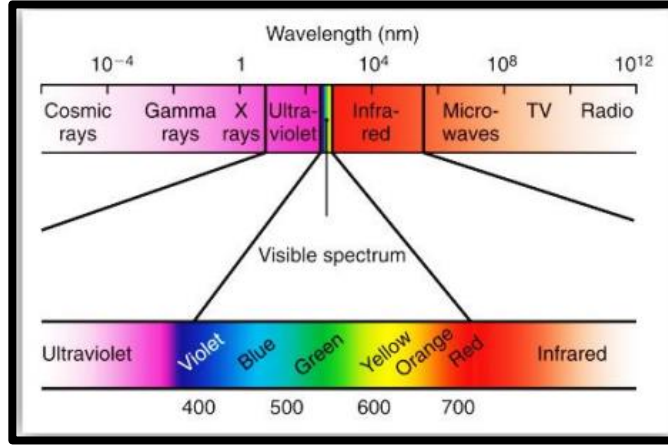
(Dentsply Caulk, Milford, DE, Amerika), BisCem (Bisco, Schaumburg, IL, Amerika), iCem (Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya), Clearfil SA (Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japonya), Maxcem Elite (Kerr Corporation, Orange, CA, Amerika), Speed Cem (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Bifix SE (Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya), G-CEM LinkAce (GC Corporation, Tokyo, Japonya), G-CEM Capsule Monocem (GC Corporation, Tokyo, Japonya) ve Multilink Sprint (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) verilebilir (Tuncer, 2017, Türk vd., 2014).

### **Diş Hekimliğinde Işık ve Renk**

Işık, herhangi bir dalga boyunda yayılan elektromanyetik radyasyondur (Anusavice, 2013, s. 32). Elektromanyetik tayfin, bir ucunda oldukça büyük dalga boyuna sahip radyo dalgaları, diğer ucunda ise oldukça küçük dalga boyuna sahip gama ışınları bulunur (Şekil 3). Tayfin çok küçük bir kısmı (380 nm'den 780 nm'ye kadar) ise görünür ışık bölgesi olarak tanımlanır. Bu bölgedeki dalgaların yaydığı enerji insan gözünde retinada bulunan alıcılarını uyarır ve renk algısını oluşturur (Anusavice, 2013, s. 32; Joiner vd., 2008; Manso vd., 2008; Konica Minolta, 2007; Westland 2003).

Tayf, ışığın farklı dalga boylarına göre kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, çivit mavisi ve menekşe renklerinden oluşur. Görünür ışık aralığındaki dalga boyu en uzun olan bölgedeki ışık kırmızı, dalga boyu en kısa olan bölgedeki ışık ise mor olarak algılanır (Chu vd., 2010; Konica Minolta, 2007).

## Şekil 3

*Elektromanyetik Tayf (Spektrum)**Işık ve Renk ile İlgili Kavramlar*

**Metamerizm.** Farklı spektral yansıma özelliklerine sahip iki nesnenin gün ışığı altında aynı renkte görünebilme fenomenine metamerizm denir ve değişen ışık kaynakları altında renklerin farklı görünebileceği durumu tanımlar. Metamerik nesnelere, iki nesnenin renklerinin spektral yansıma özellikleri farklıdır, ancak ortaya çıkan tristimulus değerleri bir ışık kaynağı altında aynı ve diğerinde birbirinden farklıdır. Bu sorun genellikle farklı pigmentlerin veya malzemelerin kullanılması nedeniyle ortaya çıkar. Örneğin iki cisimden bir tanesi sarı ışığı daha fazla yansıtıyorsa, sarı ışık içermeyen cisim ışık kaynağı altında gözlemlendiğinde iki cismin de aynı renk olduğu görülecektir. Bu fenomen, renk seçimi sırasında yanlış sonuçlar elde edilmesine neden olur. Diş hekimi, gün ışığı ve floresan ışığı gibi farklı aydınlatma koşullarında renk seçimini kontrol ederek metamerizm probleminin önüne geçmelidir (Anusavice, 2013, s.35; Chu vd., 2010).

**Opasite.** Maddenin ışığı yalnızca soğurduğu ve/veya yansıttığı, ancak onu iletme yeteneğine sahip olmadığı durumlarda opak olduğu kabul edilir (Şekil 4). Opaklık tipik olarak ışığı iletmeyen malzemelerde gözlenir. Çoğu zaman ışık geçişine izin vermeyerek tüm ışığı emen veya geri kalanını yansıtan malzemeleri tanımlamak için kullanılır. Bir cisme doğrudan gelen beyaz ışığın tümü absorbe oluyorsa o cisim siyah, tüm ışık yansıtılıyorsa beyaz olarak görünür (Chu vd., 2010; Paravina & Powers, 2004, s.39; Sakaguchi ve Powers, 2012, s.58).

**Saydamlık (Transparanlık).** Bir cismin gelen ışığı absorbe etmeyip, arkadaki nesnelere belirgin bir şekilde görülebilmesi için ışığın geçmesine izin vermesidir (Şekil 4). En transparan materyaller camlardır ve translusensi skalasının en sonunda yer alırlar (Chu vd., 2010).

**Yarı saydamlık (Translusensi).** Yarı saydamlık (translusensi), nesnelere ışığın geçişine izin veren, opaklık ve şeffaflık arasında karakterize olan optik bir düzeydir (Şekil 4). Translusensi, geçen ışığın dağılmasını sağlayarak nesnenin yüzeyde tamamen şeffaf görünmesini engeller. Malzemenin optik bir özelliği olarak translusensi, belirli koşullar altında belirli bir malzemeyi gözlemlerken insanlar tarafından deneyimlenen görsel duyumu tanımlar. Translusensi, estetiğin korunmasında birincil faktörlerden biridir ve bu nedenle materyal seçimi sırasında çok önemlidir. Dolayısıyla metamerizm ve diğer estetik problemler dahil olmak üzere restoratif materyallerin optik özellikleri, dışın doğal görünümünü korumak için dikkate alınmalıdır (Vichi vd., 2016).

Translusensi, çok sayıda içsel ve dışsal faktörden etkilenir. İçsel faktörler (kırılma indeksi, absorpsiyon ve saçılma katsayıları) ışınım aktarım denkleminde (Chandrasekhar, 1960) bulunan fiziksel parametrelerdir. Dışsal faktörler ise aydınlatma yönünü (Fleming & Bühlhoff, 2005; Xiao vd., 2014), nesnenin yerleştirildiği yüzeyi (Gigilashvili vd., 2021) nesne şeklini (Fleming & Bühlhoff, 2005; Gigilashvili vd., 2021) ve rengi içerir. Ancak bunlarla sınırlı değildir.

Materyallerin translusensi özelliklerinin değerlendirilmesi 3 ana başlık altında toplanabilir: Direk ışık geçişinin ölçülmesi, toplam ışık geçişinin ölçülmesi ve spektral yansımının tespit edilmesi. Spektral yansımayı ölçen kontrast oran (KO) ve translusensi parametresi (TP), restoratif materyallerin translusenslerinin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan parametrelerdir (Barizon vd., 2013; Sulaiman vd., 2015; Vichi vd., 2014).

KO, bir materyalden siyah (B) zemin üzerinde yansıyan ışık miktarının ve materyalin beyaz (W) zemin üzerinde yansıyan ışık miktarına oranı olarak ifade edilir (Formül 1) (Tuncel vd., 2016; Vichi vd., 2014). KO değeri; 0 değerine yaklaştıkça materyalin saydamlığı artarken, 1 değerine yaklaştıkça materyalin opasitesi artar (Tabatabaian, 2018; Vichi vd., 2014; Vichi vd., 2016).

Formül 1.

$$KO = \frac{Y_B}{Y_w}$$

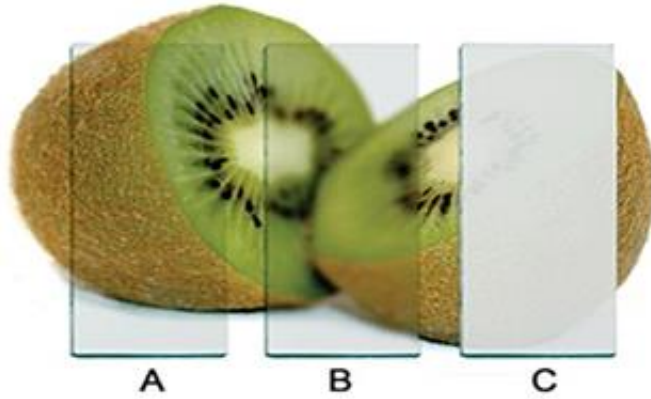
TP ise, aynı örneğin siyah (B) ve beyaz (W) zemin üzerindeki renk farkıdır (Formül 2.) (Johnston vd., 1995). TP değeri 0 ile 100 arasında değişiklik gösterir. TP değerinin 0 olması materyalin tamamen opak olduğunu gösterirken, 100 olması tamamen saydam olduğunu ifade eder (Hernandez vd., 2016; Perez vd., 2010).

Formül 2.

$$TP = \sqrt{(L_B^* - L_w^*)^2 + (a_B^* - a_w^*)^2 + (b_B^* - b_w^*)^2}$$

Şekil 4.

*Saydam (A), Transludent (Yarı saydam) (B), Opak (C) Gösterimi (Villarroel vd., 2011)*



**Floresans Özelliği.** Protetik restorasyonlara canlılık ve parlaklık katan floresans özelliği, insan gözünün göremeyeceği kadar kısa dalga boylarını içerir. Tanım olarak floresans; objeye gelen ışığın obje tarafından emilmesi ve kendiliğinden daha uzun dalga boyunda yayılması eylemidir (Şekil 5). Yayılan ışık, spektrumun 400-450 nm aralığında yer alan yoğun mavi renge yakın polikromatik bir ışıktır. Doğal dişlerdeki floresanslık esas olarak dentin dokusunda



meydana gelir. Bunun nedeni dentin dokusunun içerdığı yüksek organik bileşiklerdir. Floresans ve satürasyon ters orantılıdır. Dentindeki floresans özelliğın artması satürasyonun düşmesine sebep olur. Yapılan restorasyonlarda, porselen tozlarının içerisine floresans eklenerek, satürasyonu azaltmak, insan gözüne yayılan ışığın miktarını arttırmak ve renk bozunumlarının önüne geçmek hedeflense de klinikte floresans özelliğinin renk uyumu açısından belirgin bir rolü olmadığı belirtilmiştir (Fondriest, 2003).

Şekil 5.

*Floresans Özellik (Vadher vd., 2014)*



**Opelesans Özellik.** Dental estetik restorasyonlar opalesans açısından doğal dişlere benzer optik özelliklere sahip olmalıdır. Hidroksiapatit kristalleri insan diş minesinde prizmalar olarak işlev görür ve minenin insizal kenarlarına opalesans özellik kazandırır. Bu da diş yansıyan renkte mavimsi ve iletilen renkte turuncu/kahverengi yapar. Diş minesini, ışığı yansıtırken tek bir renge ve onu kırarken farklı bir renge sahip gibi görünür; bu fenomene opalesans denir (Şekil 6) (Vichi vd., 2011; Lee, 2016).

Şekil 6.

*Opelesans Özellik (Vadher vd., 2014)*



### **Renk Sistemleri**

Renk algısının temel süreci şu şekilde açıklanabilir: Işık bir kaynaktan çıktıktan sonra doğrudan insan gözüne ulaşabilir veya bir cisme çarpabilir veya cismin içinden geçebilir. Işığın bir kısmı, bir nesne ile etkileşimden sonra nesne tarafından emilir. Retinadaki alıcılar, emilmeyen dalga boylarını (göze yansıyan veya iletilen dalga boylarını) algılar. Bu sinyaller optik sinir aracılığıyla beyine iletilir (Chu vd., 2010; Westland, 2003; Joiner vd., 2008).

İnsan gözünün retinasında bulunan çubuk hücreleri, ışık seviyesi düşük olduğunda görüşü sağlamaktan sorumlu fotoreseptör hücrelerdir. Fotoreseptör koni hücreleri ise, merkezi görüş ve renge yardımcı olurken; ayrıca gece görüşü, çevresel görüş ve hareket değişikliklerinde aktif rol alırlar. Daha yüksek ışık seviyelerinde, konilerin tepkileri renk görüşüne aracılık eder. Her biri kendine özgü belirli bir pigment türü içeren üç tip koni hücresi vardır; birinci tip koni hücresi daha uzun dalga boylarını (kırmızı ışık), ikinci tip koni hücresi orta dalga boylarını (yeşil ışık) ve üçüncü tip daha kısa dalga boylarını (mavi ışık) absorbe eder (Chu vd., 2010; Westland, 2003).

İlk olarak, Isaac Newton, prizma aracılığıyla yansıtılan güneş ışınlarının parlak şeritler halinde ayrıldığını keşfetmiştir. Daha sonra ünlü fizikçi Thomas Young, Newton'nun yapmış olduğu deneyi tersine çevirerek tekrarlamıştır. Bir mercekle yardımcıyla ayrılmış olan ışık ışınlarını tekrardan birleştirmiş ve beyaz ışığı elde etmiştir. Böylelikle Thomas Young birleşen birden fazla ışık renginin, beyaz, açık, parlak renkler verdiğini keşfetmiş ve spektrumda üç ana renk olan kırmızı, mavi ve yeşil rengi tanımlamıştır. Ana renklerin karışmasıyla ise spektrumda diğer

renklerin oluştuğu anlaşılmıştır. Beyaz ışık, eşit oranlarda ana renklerin karıştırılmasıyla elde edilir (Fondriest, 2003).

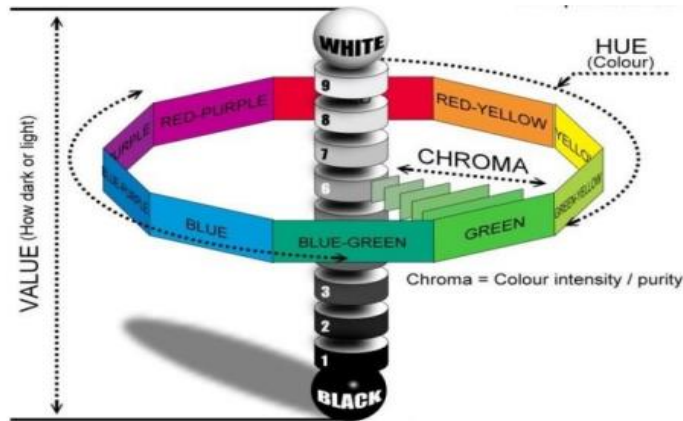
Çok kapsamlı olan renk olgusu, içinde barındırdığı fenomenlerle karmaşık bir hal alır. Rengi, 3 boyutlu bir kavram olarak açıklayan Sigfried Forsius bu boyutları açıklamak için sistemler geliştirmiştir (Sproull, 2001). Daha sonra bu sistemler birçok kişi tarafından geliştirilip değiştirilerek günümüze kadar ulaşmıştır. En çok kullanılan görsel ağırlıklı renk sistemi Munsell ve kantitatif ağırlıklı renk sistemi Commission Internationale de l'Eclairage L\*a\*b\* (CIELAB) renk sistemleridir (Rosenstiel vd., 2016, s.624; Turgut ve Bağış, 2012).

**Munsell Renk Sistemi.** 1905' te Amerikalı sanatçı A.H. Munsell'in, renkleri tanımlamak için geliştirdiği sistemdir. Rengin görsel olarak tanımlanmasını sağlayan bu sistem, günümüzde de popülaritesini korumaktadır. Bu sistemde; renk tonu (hue), renk yoğunluğu (chroma) ve renk değeri (value) olmak üzere üç renk parametresi tanımlanmıştır (Cochrane, 2014; Ragain, 2016).

Munsell'in yapmış olduğu renk sisteminde parlaklık dikey ekseninde ifade edilir. Renk tonu ise dikey eksen etrafındaki bir daire içerisinde seyredir. Renk yoğunluğu ise parlaklık eksenini dik kesecek şekilde yatay ekseninde dışarı doğru ilerler (Cochrane, 2014) (Şekil 7).

Şekil 7.

*Munsell Renk Sistemi*

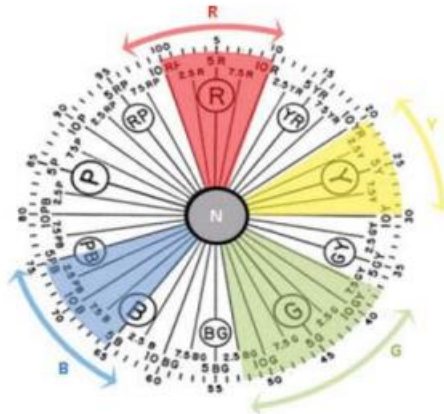


**Renk Değeri (Value).** Renk değeri, bir rengin göreceli açıklığı-koyuluğu veya bir nesnenin parlaklığı olarak tanımlanabilir. Renk değeri, yansıyan toplam ışık miktarı ile artar. Dişler ve diğer nesnelere daha açık tonlara (daha yüksek value) ve daha koyu tonlara (düşük value) göre ayrılabilir. Renk değeri skalası değerlendirilirken silindirin ortasından geçen dikey eksen referans alınır (Şekil 7). Buna göre; 0 değeri saf siyahı, 10 değeri ise saf beyazı temsil eder ve numaralandırma bu iki değer arasında yapılır. Parlak cisimlerde grilik oranı düşük, parlak olmayan veya daha az parlak olan cisimlerde ise grilik oranı yüksektir (Chu vd., 2010; Konica Minolta, 2007).

**Renk Tonu (Hue).** Renk tonu, bir nesnenin kırmızı, yeşil veya mavi gibi baskın rengini tanımlar. Bu renk tanımı, mevcut olan baskın dalga boylarını ifade eder. Renk tonu, kırmızıyı yeşilden, maviden, sarıdan ayırt ettiğimiz rengin niteliğidir. Munsell, kırmızı, sarı, yeşil, mavi ve moru temel renk tonları olarak adlandırmıştır. Bu serideki bitişik renkler, bir renkten diğerine sürekli bir varyasyon elde etmek için karıştırılabilir (Şekil 8). Bu renk serisi, bir başlangıç noktasına döndüğü için bir daire içerisinde düzenlenebilir. Munsell, toplam 10 renk için 5 ara renk tonu ekledikten sonra, renk tonlarını belirtmek için semboller olarak renklerin baş harflerini kullanmıştır. Kırmızı renk ile başlayan renk tonu çemberi, 100 segmente bölünmüştür (Şekil 8) (Ragain, 2016).

Şekil 8.

*Renk Tonu Çemberi (Shamey vd., 2010)*

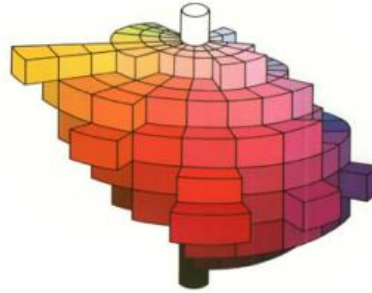


**Renk Yoğunluğu (Chroma).** Bir rengin aynı değerdeki nötr renkten ayrılma derecesine kroma denir. Düşük kromaya sahip renkler zayıf olarak tanımlanabilirken, yüksek kromaya sahip renkler güçlü veya canlı olarak ifade edilir. Munsell, kroma ölçeklemesinin, görsel olarak tek biçimli olmasını amaçlamıştır. Kroma, renk tonlarının doygunluk seviyeleri olarak tanımlanabilir. Munsell sisteminde renk tonu, renk değeri ve kroma bağımsız olarak değiştirilebilir. Bu sayede üç boyutlu bir uzayda tüm renkler üç niteliğe göre düzenlenebilir (Ragain, 2016).

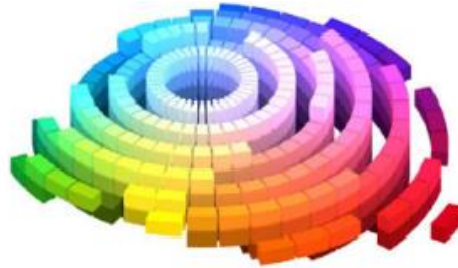
‘Munsell Renk Uzayı’ (Şekil 9) olarak isimlendirilen, Munsell’in geliştirmiş olduğu bu üç boyutlu renk düzeni geliştirilerek herhangi bir rengin ifade edilebildiği güncel ‘Munsell Renotasyon Sistemi’ oluşturulmuştur (Şekil 10) (Ragain, 2016). Tüm renkler, Munsell renk uzayının belirli bir bölgesinde bulunur ve ‘Munsell Color Solid’ olarak adlandırılır (Şekil 11). Renk tonu, dairenin etrafında bir dönüşle sınırlıdır. Value skalası, alt uçta bir rengin olabileceği kadar koyu olan saf siyahla ve üstte, bir rengin olabileceği kadar açık olan saf beyaz ile sınırlıdır. Belirli bir değer için, yatay çubuklarla bile mümkün olan bir kroma sınırı vardır (Ragain, 2016).

Şekil 9.

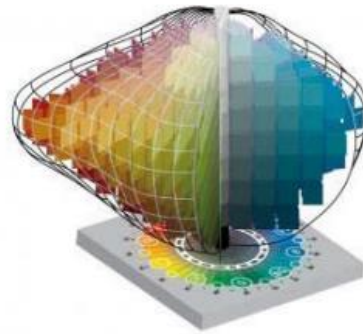
*Munsell'in Renk Uzayı*



Şekil 10.

*Munsell Renotasyon Sistemi*

Şekil 11.

*Munsell Color Solid*

**CIE Lab Renk Sistemi.** Commission Internationale de l'Éclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) (CIE) renk ve görünüm gibi alanlarda standardizasyon sağlayan bir organizasyondur. 1931'de komisyon bir 'Standart Işık Kaynağı' tanımlamış, bir 'Standart Gözlemci' geliştirmiş ve insan görsel sisteminin belirli bir renge tepki verme şeklini temsil eden XYZ tristimulus değerlerine dayalı olarak Yxy renk uzayını tanımlamıştır. 1976' da CIE, gözdeki üç ayrı renk reseptörüne (kırmızı, yeşil ve mavi) dayanan renk algılama teorisini destekleyen CIELab adlı bir renk uzayını tanımlamıştır. CIELab, günümüzde en çok kabul edilen ve evrensel renk iletişim sistemidir (Joiner, 2004; Westland, 2003).

Daha önce belirtildiği gibi, insan gözünde ışığın farklı dalga boyları tarafından uyarılan birden fazla koni hücresi vardır, bu da bireyin rengi algılamasını sağlar. Renklerin nicel değerleri, koni hücreleri üzerinde yaptıkları uyarı miktarı kadardır. Bu koni hücreleri, orta veya yüksek parlaklık sırasında renk algısını etkiler.

Öte yandan, loş ışıkta rengi görmede azalma olur ve bu da düşük parlaklıkta, gece görüşünden sorumlu olan çubuk şekilli basil reseptörleri etkin hale gelir. Üç tür koni hücrenin uyaran seviyelerine karşılık gelen üç parametre, LMS tristimulus değerleri olarak adlandırılır. LMS, uzun (560 nm - 580 nm), orta (530 nm - 540 nm) ve kısa (420 nm – 440 nm) olmak üzere üç farklı dalga boylarına ayrılır. Bununla birlikte, dalga boyları bu aralıklarda birbiriyle örtüşür ve bu durum LMS tristimulus değerlerinin hesaplanmasını zorlaştırır (Konica Minolta, 2007; Westland, 2003).

CIE, LMS tristimulus değerlerine eşdeğer olan ancak birbiriyle örtüşmeyen XYZ tristimulus değerlerini geliştirmiştir. Matematiksel olarak LMS değerleri birbirinden lineer olarak bağımsız XYZ değerlerine dönüştürülmüştür. Y; radyans/parlaklığı, Z çoğunlukla mavi dalga boylarını ve X ise kalan dalga boylarını temsil eder. En alt dalga boyunun genellikle sıfır ile sınırlandırılması dışında sayısal aralık belirtilmemiştir. LMS renk uzayı, kromatik adaptasyon (farklı bir aydınlatıcı altında bir nesnenin görünümünün tahmin edilmesi) iletkenliğinde yaygın olarak kullanılır. Aynı zamanda bir veya daha fazla koni hücre tipinde bir kusur olduğunda renk körlüğünün incelenmesinde yardımcı olur (Ragain, 2016).

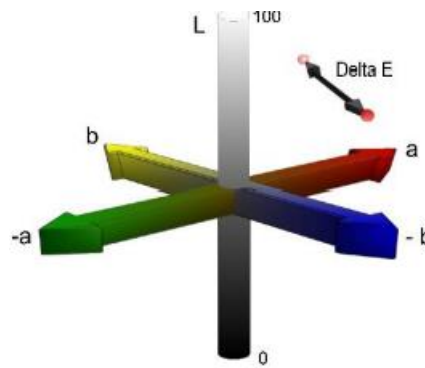
Koni hücrelerinin dağılımı nedeniyle, gözlemci görüş alanı tristimulus değerlerini belirler. Bu değişkeni hariç tutmak için CIE, fovea içerisinde 2°'lik bir yay içinde ortalama insanın kromatik tepkisini temsil eden 2° Standart Gözlemci terimini tanımlamıştır. Özellikle bu açının seçilme nedeni; renge duyarlı koni hücrelerinin, retina içerisinde bulunan görmeden sorumlu merkez olan foveanın 2°'lik bir açısının içerisinde bulunduğu inandırılması ile ilişkilidir. 1964 yılında CIE, ‘‘10° Ek Standart Gözlemci’’ olarak adlandırılan 10° görüş alanına dayalı ‘‘Ek Standart Gözlemci’’ yi tanımlamıştır. 50 cm'lik bir görüş mesafesinde, 2°'lik bir görüş alanı  $\approx 1.7$  cm'lik bir daireyi kapsarken, 10°'lik Standart Gözlemci ile aynı mesafedeki görüş alanı  $\approx 8.8$  cm'lik bir daire kapsar. 2° lik bir görüş alanı 1° ile 4° görüş açıları için kullanılmalıdır; 4°'den fazla görüntüleme açıları içinse, 10° Ek Standart Gözlemci tercih edilmelidir (Konica Minolta, 2007; Westland, 2003).

$L^*a^*b^*$  renk uzayı (CIE Lab) günümüzde bir nesnenin renk ölçümü için en yaygın kullanılan renk uzaylarından biridir ve tüm alanlarda sıklıkla kullanılır (Joiner, 2004). Bu sistem, orijinal Yxy renk uzayındaki esas sorunlardan biri olan; x, y kromatiklik diyagramındaki eşit mesafelerin, eşit olarak algılanan renk farklılıklarına karşılık gelmeme problemini azaltmak için, 1976'da CIE tarafından

tanımlanmıştır. CIE Lab renk uzayının düzenli bir yapıya sahip olması ve renk aralıklarının eşit mesafede olması nedeniyle klinik olarak yorumlanabilir ve renk farklılıkları tanımlanabilir. Üç boyutlu bir renk uzayı sağlayan CIELab renk sisteminde,  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  eksenleri kesişir. Bu renk uzayında  $L^*$ ; açıklığı veya koyuluğu, parlaklığı, siyahı veya beyazı,  $a^*$ ; kırmızı-yeşil ve  $b^*$ ; sarı-mavi kromatik koordinatlarını ifade eder (Şekil 12).  $+a^*$  kırmızılığı,  $-a^*$  yeşilliği,  $+b^*$  sarılığı ve  $-b^*$  maviliği ifade eder (Konica Minolta, 2007; Rosentiel, 2006, s.626; Westland, 2003).

Şekil 12.

*CIELab Renk Sistemi*



Görsel algı ve klinik önemi birbirleriyle bağdaştırabilecek renk farklılıklarının birimsel şekilde ifade edebilmesi, CIELab sisteminin en büyük avantajıdır (Joiner, 2004).  $\Delta E$  sembolü renk değişim farklılığını ifade eder.  $\Delta E^*$  formülünde bulunan  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  ve  $\Delta b^*$  değerleri, iki ölçüm arasındaki  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  parametreleri arasındaki değer farkıdır (Formül 3) (Ghinea vd., 2010).

Formül 3.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Artan  $\Delta E^*$  değeri renk farkının daha büyük bir değerde olmasını ve gözlemci tarafından daha iyi algılanabilmesini sağlar. Görsel olarak algılanabilir renk farkı büyüklüğünü ve dental estetikte kabul edilemez renk değişimi oluşturan büyüklüğü dikkate almadan sadece iki cisim arasındaki renk farkının tanımlanması, klinik açıdan küçük bir öneme sahiptir (Khashayar vd., 2014). Gözlemciler tarafından tespit edilebilen en küçük renk farkı “Algılanabilir renk farkı” olarak tanımlanır. Böylece,

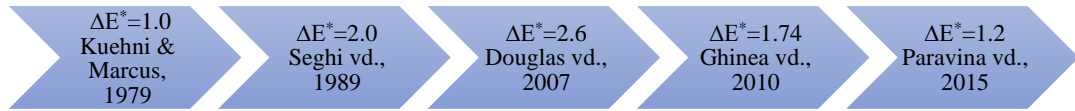


görsel olarak algılanabilen renk farkı gözlemcilerin %50'si tarafından tespit edilebilir ve %50:50 algılanabilirlik eşik değerine karşılık gelir ve aynı şekilde gözlemcilerin %50' si için kabul edilebilir renk farkı %50:50 kabul edilebilirlik eşik değerine karşılık gelir (Della Bona vd., 2015).

Algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik renk farkı ( $\Delta E^*_{ab}$ ) eşik değerleri, yıllar içerisinde çeşitli araştırmacılar tarafından farklı materyaller üzerinde araştırılmıştır (Şekil 13-14).

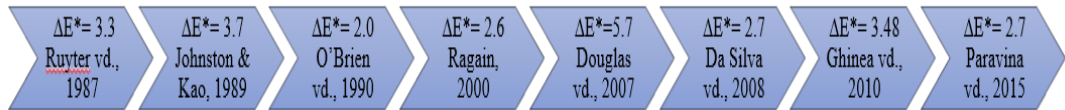
Şekil 13.

*Algılanabilir Renk Farkı Eşik Değeri ile İlgili Yapılan Çalışmaların Kronolojik Gösterimi*



Şekil 14

*Kabul Edilebilir Renk Farkı Eşik Değerleri ile İlgili Yapılan Çalışmaların Kronolojik Gösterimi*



Renk ile ilgili yapılan çalışmalarda sıklıkla, CIELab renk uzayı ve ilişkili olarak  $\Delta E^*_{ab}$  kullanılarak renk ve renk farkı değerleri sayısal olarak ölçülür. CIE, CIELab sistemindeki hesaplanan ve algılanan renk farkları arasındaki doğrulamayı geliştirmek amacıyla sırasıyla CMC, CIE94 ve CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) olmak üzere 3 farklı renk farkı formülünü geliştirmiştir (Ghinea vd, 2010).

**CIE 2000 Renk Sistemi.** Güncel olarak, CIE, CIEDE2000 formülünün (Formül 4) kullanılmasını araştırmacılara önerir. Bu güncel renk formülü, Munsell' in kavramsal gelişmelerin önemini pekiştiren renk tonu ve kroma konseptlerini kullanır. CIELab ve CIEDE2000 iki ayrı renk farkı formülleri olup, yapılan dental renk çalışmalarında; CIEDE2000 formülünün, renk farkının değerlendirilmesinde kullanılan CIE Lab formülüne göre daha uyumlu olduğu, dolayısıyla insan gözünün algılanabilirliğinin göstergelerini ve diş renkleri arasındaki oluşan renk farklılıklarının kabul edilebilirliğini daha iyi sağladığı ifade edilmiştir (Ghinea vd., 2010; Perez vd., 2011; Paravina vd., 2015).

Formül 4.

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

Formülde bulunan  $\Delta$  terimleri iki farklı ölçüm arasındaki: parlaklık ( $\Delta L'$ ), kroma ( $\Delta C'$ ) ve renk tonu ( $\Delta H'$ ) farklarını ifade eder.  $S_L$ ,  $S_C$  ve  $S_H$  terimleri ise parlaklık, kroma ve renk tonu için kullanılan ağırlıklandırma fonksiyonları olup, ölçümlerin  $L'$ ,  $a'$  ve  $b'$  koordinatlarındaki renk farklılığının konumundaki varyasyonlar için toplam renk farkını ayarlar (Della Bona vd., 2015; Pecho vd., 2017).  $R_T$  ise rotasyon fonksiyonu olarak da kullanılan, mavi bölgedeki kroma ve renk tonu arasındaki etkileşimi açıklar. Parametrik faktörler olan  $K_L$ ,  $K_C$  ve  $K_H$  terimleri; sırasıyla parlaklık, kroma ve renk tonu için kullanılarak deneysel koşulları iyileştirir.

Paravina vd. (2015),  $\Delta E_{00}$  renk farkı formülasyonu için algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerini sırasıyla 0.8 ve 1.8 olarak belirtmiştir. Bu tez çalışmasında, bu iki eşik değeri kullanılmış ve parametrik faktörler 1 olarak alınmıştır.

### ***Dişlerin Optik Özellikleri***

Doğal dişlerin görünümü esas olarak optik özellikleri ile belirlenir. Renk, opaklık ve translusensinin yanısıra; floresans, opelasans ve metamerizm gibi faktörler de dişlerin optik özelliklerinde önemli rol oynar. Diş dokusu ışığa maruz

kalınca, insan gözünün algılayabildiği tüm bu optik özellikler, doğal dişlerin karakteristik komponentlerine veya yapısı gibi faktörlere atfedilir (Chen & Li, 2014).

Doğal diş dokusunun en dış tabakasını oluşturan mine, vücuttaki en sert dokudur ve kalınlığı 2.5 mm'ye kadar değişiklik gösterebilir. Mine dokusunun rengi, kalınlığına ve mineralizasyon derecesine bağlı olarak süt beyazı veya açık sarıdır. Mine kalınlığı azaldıkça, translusensi artar. Daha translusent mine tabakası ise alttaki dentin dokusunun sarımsı renginin yansımaya sebep olur. Bu nedenle minenin kalınlığının arttığı insizal bölgede alttaki dentin dokusunu daha iyi maskelenirken servikale doğru azalan mine tabakası alttaki dentin dokusunu yansıtmakta ve dişler daha yoğun görünmektedir. Süt dişleri ise mineralizasyon derecesi daimi dentisyondan çok daha düşük olduğu için, süt beyazına yakın bir renkte görünürler (Chen & Li, 2014).

Bir nesnenin renginin algılanması, fiziksel bir uyarana verilen fizyolojik bir tepkinin sonucudur. Doğal dişler çok katmanlı bir yapıya sahiptir. En iç tabakada pulpa dokusu bulunur ve doğrudan dentin dokusu ile kaplıdır; mine ise en dış tabakada bulunur. Işık doğal diş dokusu yüzeyine çarptığında, her katmanda farklı derecelerde yansıma, absorpsiyon ve iletim gerçekleşir. İnsan gözünün algılayabildiği yansıyan ışık, dişlerin rengini belirler. Çok sayıda organik bileşik ve dentin tübülleri içeren dentin, ışığın daha uzun dalga boylarını etkin bir şekilde yansıtır ve sarı görünür (Chen & Li, 2014). Dentinin diş rengi üzerindeki önemli etkisi, Ten Bosch vd.'nin (1995) yaptıkları çalışmada elde ettikleri veriler sonucu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, dentin renginin, tüm dişin rengiyle güçlü bir şekilde ilişkili olup dişin rengini belirlediği; başka bir deyişle, minenin mavi dalga boyu aralığındaki ışınların saçılması ile diş renginin oluşumunda sadece küçük bir rol oynadığı rapor edilmiştir.

Aynı arka bulunan farklı pozisyonlardaki dişler, aynı yapıya sahip olmadığı için diş rengi değişiklik gösterir. Ön bölgede maksiller dişler mandibular dişlerden daha sarıdır. Santral dişler, lateral dişe benzer bir renge sahip olmasına rağmen daha kırmızı görünürken, ark kurvatüründe bulunan kanin dişler santral ve lateralden daha kırmızı, sarı ve doygun görünür. Lateral dişler ise diğer dişlere göre daha opalesans ve translusenttir. Diş dokusu içerisinde de bir renk gradyanı bulunur. Doğal bir dişin servikal bölgedeki renk tonu, orta ve insizal bölgelere göre daha kırmızıdır (Chen & Li, 2014).

Diş dokusunda renk değişiklikleri her zaman meydana gelir ve bireysel görünümü etkiler. Diş renklenmelerine neden olan faktörler; içsel faktörler, dışsal faktörler ve içselleştirilmiş faktörler olarak sınıflandırılmıştır. İçsel faktörlerde renk değişikliği, diş sert dokularındaki yapısal bir değişikliğin sonucudur. Çok sayıda metabolik hastalıktan, lokal ve sistemik faktörlerden kaynaklanır. Dışsal faktörlerde renk değişikliği, hem metalik hem de metalik olmayan diş lekeleri, kalsiyum fosfat ve diğer pigmentlerin diş yüzeyinde veya edinilmiş pelikülün içinde birikmesinden kaynaklanır. İçselleştirilmiş renk değişikliği, dışsal renk değişikliğinin tamamlayıcı bir kategorisidir. Dıştan gelen lekenin diş dokusunun iç kısmına penetrasyon prosedürünü vurgular. Kusurlu mine veya açıkta kalan dentin dokusunun gözenekli yüzeyi, içsel renk bozulmasının ön koşuludur. Bu durum, gelişimsel kusurlardan kaynaklanabilir ya da günlük yaşamda dişlerin aşınması, diş eti çekilmesi, diş çürükleri veya restoratif materyallerin uygulanmasıyla oluşabilir (Chen & Li, 2014; Pustina-Krasniqi vd., 2017).

Bazen de diş renginin değişmesi birkaç faktörün sonucunda ortaya çıkar. Örneğin, yaş arttıkça dişteki pulpa boşluğunun geriye çekilmesi sekonder dentinin stimülasyonuna sebep olur ve dişler daha sarı, kırmızı ve koyu görünür. Yaşa bağlı olarak, mine dokusunun aşınması, dentin dokusunun doğrudan en dış yüzeyde sarı renkte görünmesine neden olur. Kalsiyum fosfat mine veya peritübüler dentin içinde birikebilir ve gıda pigmentleri hem yüzeyde hem de dentin tübülleri yoluyla dentin-mine birleşim sınırında birikip renklenmelere sebep olabilir (Chen & Li, 2014).

### ***Renk Ölçüm Yöntemleri***

Renk ölçümü görsel olarak veya enstrümantal teknikler kullanılarak yapılabilir (Joiner & Luo, 2017; Paravina & Powers 2004, s. 39).

**Görsel Ölçüm.** Renk ve tranlusensi ölçümü için kullanılan görsel ölçüm, subjektif ölçüm yöntemi olup belirlenmesi ölçümü yapan kişinin algısına bağlıdır. Dental piyasada bulunan renk skalaları kullanılarak renk tayini yapılır. Klinik uygulamada en çok tercih edilen yöntemdir. Hekimin diş rengini ayırt edici yetenekleri, bilgisi ve deneyimi ile belirlenen bu yöntemin doğrulukla uygulanmasının zor olduğu, çoğu zaman güvenilir olmayan ve tutarsız sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Renk tayini yapılırken; ortamın ışık koşulları, hekimin tecrübesi, insan gözünün yorgunluğu, radyant enerji uyarana olan psikolojik ve fizyolojik cevaplar ve renk körlüğü gibi değişkenler hatalı seçimlere sebep olabilir. Objenin rengi; üç ana faktörden etkilenir. Bu faktörler; objenin fiziksel özellikleri, maruz kaldığı ışığın niteliği ve gözlemcinin subjektif değerlendirmesidir. Hekim, görsel renk eşleştirmesinin sonucunu etkileyen bu faktörleri tespit ederek, görsel değerlendirmenin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırabilir (Joiner, 2004; Kurt vd., 2016).

**Işık Kaynağı ve Çevresel Faktörler.** Bir kaynaktan gelen ışık, görünür spektrumdaki her dalga boyunda yayılan göreceli güç ile tanımlanabilir. Görünür ışık genellikle renk sıcaklığıyla tanımlanır. Renk sıcaklığı, aslen fizik biliminde bulunan bir terminolojidir. Fizikte "kara cisim" in ısıtıldığında ışık yayacağı bilinir. Yayılan ışığın spektrumu ve rengi cismin sıcaklığına bağlıdır. Cisim ısıtıldığında, önce koyu kırmızı renk verir, ısıtmaya devam edildiğinde ampul filamanı gibi sarıya, daha fazla ısıtıldığında ise mavimsi beyaz bir renk verir. Bu spektrumdaki renkler, birkaç ışık kaynağının aydınlatmasını gösterir. Her bir rengin farklı bir sıcaklık derecesinden oluşması nedeniyle, buna korelasyonlu renk sıcaklığı (CCT) denir ve birimi Kelvin'dir. 0°K, -273°C'ye eşittir ve mutlak sıfır olarak bilinir. CCT, birkaç aydınlatıcının aydınlatma rengini kategorize eden endüstriyel bir standarttır. Renk seçiminde kullanılacak ışık kaynağının sıcaklığı yaklaşık 5500 °K olmalıdır. Bu sıcaklıkta siyah cismin görülebilir renk etkisi, standart gün ışığına benzerdir (Westland, 2003).

Her ne kadar klinisyenler için önerilen ışık türü, gün ışığı olsa da gün içerisinde hava durumuna bağlı olarak ışığın değişkenlik göstermesi, sabah saatlerindeki randevularda güneş ışınlarının daha mavimsi, öğleden sonra verilen randevularda ise güneşin batmaya yakın kırmızı-turuncu renk değişikliği nedeniyle

renk seçimlerinde hatalar meydana gelir. En doğru renk seçimi değerlendirmesi gözlemcinin en rahat ve en doğru renk seçimi yapabildiği ışık kaynağı varlığında olmalıdır (Rosenstiel vd., 2016, s.627).

Renk seçimi için, kliniklerde bulunan ünit ışığı veya aydınlatma için kullanılan genellikle mavi renk veren floresans lambalar uygun değildir. Ünit ışığının kapalı tutulur ve genellikle klinik için 2000 - 3200 lux ve dental laboratuvar için 28 lux ışık yoğunluğu tercih edilir. Klinikteki ortamın ideal kalitede olması için klinisyenlere Demetron Shade Light (Kerr Corp.) veya Shade Wand (Authentic Products, Inc.) gibi dental piyasada bulunan yardımcı ışık kaynakları kullanılması önerilir. Bu ışık kaynaklarının yoğunluğu ortamda bulunan ışığın etkisinden baskın olup, bu yoğunluk oranın 3:1'i geçmemesi ve küçük renk farklılıklarının algılanmasına izin vermesi önerilir (Fondriest, 2003; Rosenstiel vd., 2016, s.628). Her ışık kaynağı, diğerlerine kıyasla belirli dalga boylarında daha fazla ışık yayar. Mükemmel beyaz ışık yaratmak için, her dalga boyunun aynı miktarının emisyonu esastır. Hiçbir ışık kaynağı mükemmel beyaz ışık yayamayacağından, her dalga boyunun tam olarak aynı miktarını sağlamanın zorluğu, renk algısını etkiler. Renk ölçümü yapılırken, direkt veya ortam ışığı, yapının aydınlanmasından önce etraftaki yüzeylerden saçılır ve yansır. Renk seçimi yapacak hekimin, hastanın, teknisyenin ve orada bulunan personelin kıyafetlerinin rengi, kliniğin rengi, ünit koltuğunun rengi ve hasta önlüğünün rengi; hastanın dışından ve renk skalalarından algılanan rengi etkileyebilir. Renk seçimi sırasında gerekli aydınlatma özelliğini sürdürebilmek için, ortamın renk yoğunluğu dikkatlice kontrol edilmelidir. Orada bulunan kişilerin kıyafetlerinin, hasta önlüğünün, klinik duvarlarının ve renk seçimi ortamının pastel ya da nötral gri tonlar olan 4 ya da daha az Munsell kroma değerine sahip olması önerilir. Klinikte bulunan etraftaki diğer yansıtıcılar en az 7 Munsell renk değerine sahip olmalı ve 4'ten fazla olmayan Munsell kroma değeri sunmalıdır. Nesneyle etkileşime girecek yalnızca belirli dalga boyları (renkler) olması, aynı nesnenin farklı ışık kaynakları kullanılarak görüntülendiğinde neden farklı renkte gibi görüneceğini açıklar (Freedman, 2012, s.139; Konica Minolta, 2007; Rosenstiel vd., 2016, s.628).

**Gözlemci.** Gözlemci rengin değerlendirilmesinde önemli rol oynar. Renk kavramı, insan gözünün ışık ve renk dalgalarındaki farklı titreşimlerin retinada bulunan özel reseptörlerle algılanması ve gelen uyarıların gözdeki sinirler ile beyin

tarafından algılanması sonucu oluşur. Beyinde oluşan renk algısı her gözlemci tarafından farklı algılanır. Kadın gözlemcilerin, renkleri ve renk tonlarını daha iyi ayırt edebiliyorken, erkek gözlemcilerin ise gri tonlarını kadın gözlemcilere göre daha iyi ayırt edebildiği ifade edilmiştir. Gözlemcinin yaşı, cinsiyeti, yorgunluğu, renk körlüğünü varlığı, çeşitli ilaç kullanımı gibi faktörler renk seçimini etkiler (Freedman, 2012).

**Renk Skalaları.** Görsel renk değerlendirmesi, diş hekimliğinde genellikle en sık uygulanan yöntemdir. Doğal diş rengine uygun olan restorasyon rengine karar vermek için hastanın diş renginin, renk kılavuzu olarak kullanılan ticari renk skalası yardımıyla belirlemek subjektif bir yöntemdir. Görsel renk değerlendirmesi gözlemcinin psikolojik durumuna bağlı olabileceğinden yorgunluk, aydınlatma koşulları ve aydınlatıcının konumu gibi ortamın fiziksel koşulları sonuçları etkileyebilir (Mostawe, 2021).

Ayrıca, renk skalalarının bazı önemli sınırlamaları vardır. Örneğin, mevcut renk tonları yeterli değildir ve doğal diş renginin sahip olduğu renk uzayını içermez, renk tonları renk uzaylarında sistematik olarak bulunmaz ve farklı üreticilerin benzer nominal tonlarının renkleri arasında bile farklılıklar bulunur. Aynı üretici tarafından üretilen bir renk skalasının çeşitli serilerinin arasında uygunluk kontrolü yoktur, doğal dişlere göre parlaklık nedeniyle farklı yansıma eğrileri ve yüzey dokuları mevcuttur ve kafa karışıklığına neden olur. Renk uyumu konusunda diş hekimleri arasında bir anlaşma eksikliği vardır. Kullanılan renk skalalarının sonuçları CIELab renk skalasına dönüştürülemez ve piyasada bulunan renk skalalarının hiçbiri birbiriyle aynı değildir. Bu faktörlere rağmen, renk skalaları diş rengini saptamak için hızlı, pratik ve ekonomik bir yöntemdir (Joiner, 2006; Joiner 2008; Paravina & Powers, 2004, s. 42).

1956 yılında VITA Zahnfabrik tarafından dental piyasaya sunulan VITAPAN Classical renk skalası güncel olarak diş hekimleri tarafından en çok tercih edilen skaladır. VITA Classic renk skalası 4 farklı renk grubu (A1 – D4 içerisinde 16 farklı renkten oluşur (Şekil 15). VITA Classic renk skalasındaki renk tonlarının düzeni aşağıdaki gibidir:

- A1 - A4 (kırmızımsı-kahverengi)
- B1 - B4 (kırmızımsı-sarımsı)

- C1 - C4 (grimsi tonlar)
- D2 - D4 (kırmızımsı-gri) (VITA Zahnfabrik, 2022d)

Sayı değeri büyüdükçe, renk değeri azalırken ve kroma artar. Bu renk skalasının kullanım kolaylığına sahip olması avantajlı görünse de CIELab renk uzayında yer alan renk dağılımı için yeterli değildir (VITA Zahnfabrik, 2022d).

Şekil 15.

*VITAPAN Classical Renk Skalası*



Bir diğer güncel olarak kullanılan renk skalası Ivoclar Vivadent tarafından geliştirilen Chromascop Renk skalasıdır (Şekil 16). VITAPAN Classical renk skalasına benzer şekilde dizayn edilen bu renk skalası, 5 farklı renk tonu grubu içerisinde artan kroma ve azalan renk değerine göre düzenlenen toplam 20 renkten oluşur (Vichi vd., 2011).

Şekil 16.

*Ivoclar Chromascop Renk Skalası*





1998 yılında VITA 3D-Master renk skalası (VITA Zahnfabrik, Bad Säckinggen, Almanya) (Şekil 17) geliştirerek dental piyasaya sürmüştür (Hassel vd., 2016). İlk kez 3D-Master renk skalası CIELab renk sistemini, dental renk skalasına dahil etmiştir. Bu renk skalası, doğal ve sistemik sıralanmış 26 renk ve sonradan dahil edilmiş beyazlatılmış dişler için 3 renk olmak üzere toplam 29 renkten oluşur. Bu skala ile diş rengi 3 adımda belirlenerek; value, kroma ve hue açısından da değerlendirilir ve birden fazla renk tabakası içeren doğal dişleri taklit etmek amacıyla ara tonlar oluşturma imkanı sağlar (VITA Zahnfabrik, 2022d).

Şekil 17

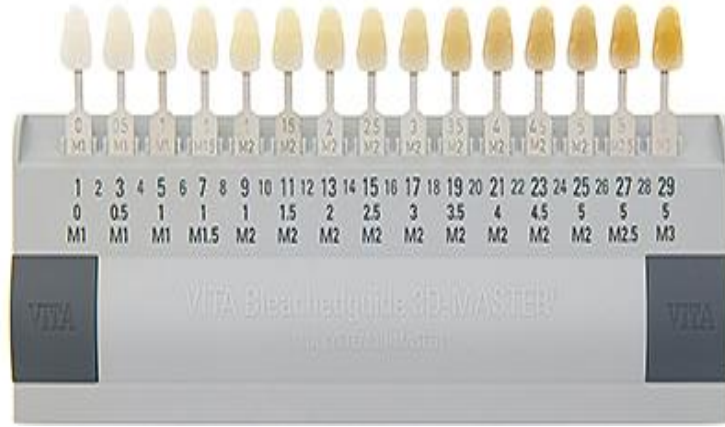
*VITA Toothguide 3D-MASTER Renk Skalası*



2007 yılında, VITA Bleachguide 3D-MASTER renk skalası (Şekil 18) geliştirilerek diş beyazlatma işlemi için parlaklık seviyesinin tek adımda belirlenmesi, net ve translüsent bir yapı sayesinde hasta ile basit iletişim kurularak diş beyazlatmanın gerçekçi tasvirinin sunulmasına olanak sağlanması amaçlanmıştır (Vichi vd., 2011).

Şekil 18.

*VITA Bleachedguide 3D-MASTER Renk Skalası*



Yetersiz renk bilgisi ve tecrübeye sahip klinisyenler için 3D Master renk skalasını kullanmak zor olduğundan dolayı, renk seçiminin kolaylaştırılabilmesi amacıyla, 2008 yılında üretici firma tarafından 3D Master renk skalasındaki renklerin farklı bir sıralama ile düzenlenmesiyle, ‘‘Linearguide 3D-Master’’ renk skalası (Şekil 19) piyasaya tanıtılmıştır (VITA Zahnfabrik, 2022d).

Şekil 19.

*Linearguide 3D-Master Renk Skalası*



***Görsel Renk Seçimi Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar.*** Aşağıda belirtilen prensiplerin tercih edilen renk skalasına bakılmaksızın uyulması gereklidir (Keyf vd., 2009; Rosenstiel vd., 2016, s.637; Turgut & Bağış, 2012).

- Görsel renk ölçümde çevrenin önemli etkisi vardır. Bu yüzden kliniğin rengi, kullanılan mobilyaların rengi önemli olup ortamın nötr (açık gri) bir fon rengine sahip olması gereklidir.
- Renk seçimi yapılırken doğal dişlerin üzerindeki artıklar temizlenmeli, renklenmeler giderilmelidir. Temizlenmeye bağlı olarak doğal diş rengi 1-2 ton açılacağından ağız hijyeni iyi olmayan kişilerde renklenmelerin tekrarlanacağı unutulmamalıdır.
- Doğal dişlerin renk seçiminden önce ıslatılması gerekir. Özellikle rubber-dam kullanımı sonrası dişler dehidrate olacağından renklerinde farklılık oluşacaktır. Gözlemcinin yorulmaması ve dişlerde renk farklılığı olmaması açısından renk seçimi bahsi geçen işlemlerden önce yapılmalıdır.
- Ağız içi ortamın renk seçimini etkilememesi için yanak ekartörleri kullanılmalıdır.
- Farklı renk skalaları kullanılarak renk tonu seçenekleri arttırılabilir veya diş renginin farklı iki ton arasında olabileceği hastaya ve teknisyene belirtilebilir. Teknisyenden porselen karıştırma aşamasında seçilen iki ton arasında bir renk tonu oluşturması için eşit miktarda porselen tozu karıştırması istenebilir.
- Renk skalası ile yapılan ilk kıyaslama 5 saniyeden uzun sürmemelidir. Hızlıca en fazla 3 renk tonu seçilmeli ve ardından aralarından seçim yapılmalıdır. Göz ilk baktığındaki rengi görür ancak kısa bir süre sonra beyin devreye girerek renkleri farklı yorumlamaya başlar.
- Klinisyen uzun süre aynı dişe dikkatlice yakından bakmamalıdır. En az 25 cm uzaklıktan bakılmalıdır. Çünkü bir müddet sonra göz yorgunluğu oluşur ve sarı renge karşı duyarlılık azalır.
- Retinada yer alan tüm renk sensörlerini dengelemek için gözlemci renk seçiminden önce gri bir yüzeye odaklanmalıdır. Böylelikle gözlerin dinlenmesi sağlanmalıdır.
- Renk seçiminden önce hastaya randevuya gelirken parlak renkli kıyafet giymemesi, ruj kullanmaması söylenmelidir. Renkli hasta örtüleri renk seçiminde kullanılmamalıdır.

- Seçilen renk, ıslak veya kuru ağız ortamında kıyaslanmalıdır. Ayrıca farklı dudak pozisyonlarında, doğal ışık altında ve ünit ışığı kapalı iken kontrol edilmelidir.
- Renk değeri aralığının belirlenmesi ile birlikte dominant renk tonu ve kroma da belirlenir. Kanin dişler yüksek kroma değerine sahip olduklarından renk tonunu saptamada kolaylık sağlar.
- Klinisyen uygun bir renk değeri seçebilmesi için, gözlerini kısarak gelen ışık miktarını azaltması sonucu gözün açık-koyu rengi algılamasını kolaylaştırılmalıdır.
- Kesin bir seçim yapılamıyorsa, renk skalasından düşük kroması ve yüksek renk değeri olan bir renk seçilmelidir. Çünkü dışsal etkenler kromayı arttırıp, renk değerini azaltabilir.
- Teknisyene doğru bilgi vermek amacıyla, dişlerin kole rengi, insizal rengi ve tercih edilecek hafif makyaj renklerinin de seçilmesi gerekir.

**Renk Ölçüm Cihazları.** Enstrümantal ölçümler, renk karşılaştırmasının subjektif yorumunu ortadan kaldırma avantajına sahiptir. İnsan gözü, rengin kantatif değerini kesin olarak belirleyemez; öte yandan ölçüm cihazları, uluslararası standartlara uygun olarak sayısal bir renk ifadesiyle ölçümü nicelleştirebilirler. Renklerin bu şekilde ifade edilmesi, ifade edilen belirli rengi anlamayı mümkün kılar. Renk ölçüm aletleri; kolorimetreler, spektrofotometreler, spektrodymetreler ve dijital kameralar olarak sınıflandırılır (Mostawe, 2021; Ristic & Paravina, 2009).

**Kolorimetreler.** Kolorimetreler ilk standartlaştırılmış renk ölçüm cihazıdır ve renk biliminin gelişmesinde çok önemli bir rol oynamıştır. Kolorimetre, rengin görsel kavramlarına dayalı olarak geliştirilmiş basit bir cihazdır. Kolorimetrelerin hassasiyeti insan gözüne karşılık gelir; ancak her zaman aynı ışık kaynağı ve aydınlatma yöntemini kullanarak ölçüm yaptıkları için ölçüm koşulları aynıdır (Aspland, 1997; Konica Minolta, 2007).

En yaygın tasarımda, örnek, monte edilen düzleme dik çizgiye göre 45°'lik bir açıyla aydınlatılır. Örnekten yansıyan kırmızı, yeşil ve mavi ışık miktarlarını belirlemek için bir dizi renkli filtre kullanılır. Bu filtreler, standart gözlemci için x, y ve z olmak üzere üç fonksiyonu stimüle etmek için kullanılır, böylece cihaz “Standart Aydınlatıcı” için üç tristimulus değeri olan x,y ve z’yi doğrudan ölçer.

Kolorimetreler, ışığın insan gözü tarafından algılanma şekliyle aynı olan tristimulus yöntemini kullanarak ışığı ölçmek için tasarlanmıştır (Joiner ve Luo, 2017).

Kolorimetrelerin üretimi spektrofotometrelere göre daha kolaydır, bu nedenle genellikle daha ucuzdurlar. Renk farklılığının tespiti, renk tonu ayırımı ve benzeri durumlar için kalite kontrol aracı olarak kullanılırlar. Finansal avantajlarına ve kullanım kolaylığına rağmen bazı dezavantajları bulunur: İlk olarak, kolorimetre bir aydınlatıcı ve bir gözlemci için tristimulus değerlerini ölçer. Metamerizmi tanımlamak ve ölçmek kolorimetreler ile mümkün değildir. Kolorimetreler düz yüzeyleri ölçmek için tasarlandıklarından kavisli dış yüzeyini ölçerken hatalara sebep olur. Ayrıca dedektörün içerisinde bulunan filtrelerin kısa sürede eskimesi ölçümün doğruluğunu etkileyebilir (Aspland, 1997).

**Spektrofotometreler.** Spektrofotometre, görünür ışık spektrumunda 1-25 nm aralığındaki dalga boyunda bir objeden yansıyan ışık enerjisi miktarını saptar. Bu cihazlar ışığın spektral özelliklerinin ölçümünü gerçekleştirir ve daha sonra CIE Standart Gözlemci fonksiyonları için denklemlere dayanarak tristimulus değerlerinin hesaplamasını yapar (Chu vd., 2010; Rosenstiel vd., 2016, s.638).

Sayısal verileri çeşitli renk uzaylarında göstermenin yanı sıra, spektrofotometrik yöntemle göre çalışan cihazlar, spektral verileri doğrudan görüntüleme ve incelenen nesne hakkında daha ayrıntılı bilgi ortaya çıkarma yeteneğine sahiptir (Rosenstiel vd., 2016, s.638).

Bir tristimulus kolorimetresi kullanılarak, çeşitli renk uzaylarında yalnızca sayısal renk verileri sağlanır. Öte yandan, spektrofotometre kullanarak hem sayısal verileri hem de spektral yansıma grafiğini elde etmek mümkündür. Ek olarak, yüksek hassasiyete sahip sensörü ve çeşitli aydınlatıcı koşulları için verilerin dahil edilmesini kullanarak, spektrofotometre çok daha hassas sonuçlar verebilir. Sabit bir ışık kaynağı bulunan spektrofotometre cihazı, monokromatör ve dedektör içerir. Kolorimetre cihazında olduğu gibi spektrofotometre cihazı ile örnek yüzeyi arasında bir açıklık bulunur (Aspland, 1997; Konica Minolta, 2007; Rosenstiel vd., 2016, s.638).

Spektrofotometre cihazlarında, iki temel optik ışık geometrisi kullanılır:

- 0 derecede aydınlatma ve 45 derecede gözlem (0/45),
- 45 derecede aydınlatma ve 0 derecede gözlem (45/0).

Oral kavitenin izin verdiği sınırlı erişim nedeniyle klinik olarak sadece 45/0 seçeneği uygundur (Oleari, 2016).

Spektrofotometre ve kolorimetre cihazları arasındaki farklılıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kolorimetreler nispeten düşük fiyata, kompakt boyuta, üstün mobiliteye ve basit kullanıma sahiptir. Tristimulus değerlerini kolayca tanımlayabilirler.
- Kolorimetre, metamerizm ve value değeri gibi karmaşık renk analizleri için uygun değildir. Öte yandan, bir spektrofotometre son derece hassastır ve çok yönlülüğü arttırmıştır. Karmaşık renklerin analizi için daha uygun bir araçtır, çünkü her dalga boyundaki spektral yansımayı belirleme yeteneğine sahiptir.
- Kolorimetre, esas olarak renk farkı ölçümleri ve renk şeması ölçümü için üretimde ve muayene uygulamasında kullanılır.
- Spektrofotometre, özellikle laboratuvarlar ve dental araştırmalarda, renk geliştirme uygulamalarında yüksek hassasiyetli analiz ve renk yönetimi için kullanılabilir (Li vd., 2007; Mostawe, 2021).

**Spektroradyometreler.** Spektroradyometre, optik cihazlar aracılığıyla bir kaynağın bağıl/mutlak spektral parlaklığını ölçmek için tasarlanmış bir cihazdır. Dalga boyu ölçeğinde ve radyometrik ölçekte kalibre edilmiş bir spektrometreye sahiptir (Oleari, 2016). Spektroradyometrik ölçüm, elektromanyetik alanda cismin kendine özgü bir yansıma değerinin bulunmasına dayanır. Bu değer cisme renk, parlaklık, doku ve görünüş gibi karakteristikler sağlayan kimyasal kompozisyonundan kaynaklanır. Görünür ışık spektrumunda 5, 10 ya da 20 nm'lerde radyometrik enerji ölçülür (Turgut & Bağış, 2012).

Spektroradyometre ile spektrofotometre arasındaki temel farklar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Spektroradyometre, sabit bir ışık kaynağı içermez ve temassız bir ölçüm cihazıdır.
- Spektrofotometre gibi geleneksel temaslı (kontakt) renk ölçümlerinde, translusent materyaller kenar kaybı (edge-loss) etkisine maruz kalabilir.
- Spektroradyometreler insan gözünün dental materyallerdeki renk algısına daha yakın sonuçlar verir (Joiner ve Luo, 2017).

Spektroradyometrelerin yüksek maliyeti, ölçüm için dikkatli aydınlatma koşulları ve izlenim gerektirmeleri nedeniyle kullanımları diğer ölçüm cihazlarına göre azdır (Joiner ve Luo, 2017).

***Dijital Kameralar.*** Dijital fotoğrafçılık, pratiğe önemli avantajlar sağladığı için diş hekimliği endüstrisindeki güncel teknolojilerden biridir. Dijital kameralar, görüntüyü ışık algılayıcı bir materyal üzerine kaydeder ve her piksel için yeşil, kırmızı ve mavi (RGB) değerler tarafından temsil edilen görüntüleri oluşturur. Temassız renk ölçüm yöntemlerinden biri olan dijital görüntüleme, tüm diş yüzeyi değerlendirilebilir. Bu sistemlerin avantajları arasında; yüzey kurvatürü ve translusensiden kaynaklanan hataların en aza düşürülebilmesi, kalıcı bir data tabanı sağlanması, hızlı ve basit bir eğitim ve uygulama olması ve bir klinisyene ihtiyaç duyulmaması bulunur. Ölçümün temassız gerçekleştirilmesinden ötürü, görüntüleme açısı ile birlikte kullanılan ışık kaynağı çeşidi de önemlidir. Günümüzde dijital fotoğrafların popülaritesi artmasına rağmen, görüntünün kalitesi; kamera tipi, ayarları, aydınlatma şartları, ilgili dişin pozisyonu, görüntü boyutu ve renk anahtarı ile ilişkilidir (Turgut & Bağış, 2012; Joiner & Luo, 2017).

## BÖLÜM III

### Yöntem

Bu bölümde tez çalışmasında kullanılan materyallere, çalışma gruplarının nasıl oluşturulduğuna, verilerin hangi yöntemler kullanılarak elde edildiğine ve istatistiksel değerlendirme yöntemlerine yer verilmiştir.

Bu tez çalışması; Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı, Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı kliniği ve laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Araştırmamızda 0.7 ve 1.5 mm kalınlıklara sahip beş farklı RMS materyalinin translusensi özellikleri incelenmiş ve A2 rengine sahip altyapı üzerine iki farklı rezin siman rengi kullanarak RMS örneklerin nihai rengi değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasında, Grandio Blocs (Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya), Mazic Duro (Vericom Co. Ltd, Anyang, Kore), KZR CAD HR2 (Yamakin Co. Ltd, Kochi, Japonya), CamouflageNow (Glidewell, Kanada, Amerika) ve Brilliant Crios (Coltene AG; Altstätten, İsviçre) olmak üzere 5 farklı RMS materyali kullanılmıştır. HT özelliğine sahip A2 rengine sahip her bir RMS materyalinden 0.7 ve 1.5 mm kalınlıklarında olmak üzere iki alt grup oluşturulmuş ve her grupta 10 örnek olacak şekilde toplamda 100 adet RMS örneği elde edilmiştir.

Rezin siman yapıştırma materyalinin, RMS restorasyonların nihai rengi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla universal (A2) ve translusent (TR) olmak üzere iki farklı renk tonuna sahip dual-cure rezin siman (Bifix Qm, VOCO, Cuxhaven, Almanya) kullanılmıştır. A2 renk rezin siman grubu için 10 adet, translusent renk siman grubu için de 10 adet olmak üzere toplamda 20 adet rezin siman örneği hazırlanmıştır. Resin siman örnekleri üretici firmanın talimatları doğrultusunda 0.1 mm kalınlığında hazırlanmıştır. Diş dokusunu taklit edebilmek amacıyla A2 renk tonuna sahip kompozit rezin materyali (Clearfil Majesty Esthetic, Kuraray Medical, Tokyo, Japan) kullanılarak 4.0 mm kalınlığında 1 adet altyapı örneği hazırlanmıştır.

Çalışmamızda translusensi ve renk ölçümlerini gerçekleştirmek amacıyla dental spektrofotometre (VITA Easyshade Compact, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) cihazı kullanılmıştır. RMS örneklerin translusensi özelliklerini karşılaştırmak için, örnekler sırasıyla siyah ve beyaz zemin üzerine yerleştirilerek ölçümler gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerler TP<sub>00</sub> formülüne yerleştirilmiştir.



RMS örnek ile altyapı arasına, optik jel uygulanarak geçici bir optik bağlantı oluşturmuş ve nötral gri zemin üzerinde ilk renk ölçümü gerçekleştirilmiştir. İkinci renk ölçümü için bir siman grubuna ait örneğin alt yüzeyine optik jel uygulanarak altyapı ile geçici bağlantısı sağlandıktan sonra, rezin siman örneğin üst yüzeyine de optik jel uygulanarak RMS örneği ile optik bağlantısı sağlanmıştır. Böylelikle tüm RMS gruplarındaki örnekler sırasıyla optik jel aracılığı ile rezin simanlarla altyapı örneğine bağlanarak ikinci renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir.  $\Delta E_{00}$  formülü kullanılarak oluşan renk farklılıkları hesaplanmıştır. Tüm ölçümlerden elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan materyallere ait özellikler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1.

*Çalışmada Kullanılan Materyaller*

Materyal	Marka	Üretici Firma	Materyal Kompozisyonu	Renk
Rezin Matriks Seramik Materyali	Grandio Blocs	Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya	Organik kısım: UDMA, DMA İnorganik kısım: Ağırlıkça %86 nanohibrit doldurucu maddeleri	A2/HT
	Mazic Duro	Vericom Co. Ltd, Anyang Kore	Organik kısım: Bis-GMA, TEGDMA İnorganik kısım: ağırlıkça %80 silika (10 nm), baryum-cam (500 nm) ve zirkonya (1 nm)	A2/HT
	KZR CAD HR2	Yamakin Co. Ltd, Kochi, Japonya	Organik kısım: UDMA, TEGDMA İnorganik kısım: ~74 wt% SiO <sub>2</sub> (20 nm), agregre SiO <sub>2</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ZrO <sub>2</sub> (200-600 nm), seramik küme (1-20 µm), florür dolgu maddesi (700 nm)	A2/HT
	Camoufla ge Now	Glidewell, Newport Beach, CA, Amerika	Organik kısım: Veri yok İnorganik kısım: Ağırlıkça %80 nanohibrit dolgu maddeleri	A2/HT
	Briliant Crios	Coltène AG; Altstätten, İsviçre	Organik kısım: Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA İnorganik kısım: ağırlıkça %70.7 baryum cam (<1.0 µm), amorf silika, SiO <sub>2</sub> (<20 nm), inorganik pigmentler (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> veya TiO <sub>2</sub> )	A2/HT
Yapıştırma Siman Materyali	Bifix Qm	Bifix Qm, VOCO, Cuxhaven, Almanya	Bis-GMA, %71-73 benzoil peroksit, aminler, baryum-aluminyum-boro-silikat cam, maleik asit, HEMA (hidrofilik metakrilatlar), monomerler, sodyum florid, aseton, su, başatıcılar, %34 fosforik asit	A2/TR
Kırılma İndisi Materyali	Cargille Optical Gel	Cargille Lab, Cedar Grove, NJ, Amerika	Ftalat esterleri ve jelleştirici maddeler	Renksiz

## Rezin Matriks Seramik Örneklerin Preperasyonu

RMS örneklerin boyutları 12 x 14 mm dikdörtgen şeklinde; kalınlıkları ise lamina veneer ve tam kron restorasyon kalınlıklarını simüle edebilmek amacıyla 0.7 ve 1.5 mm olarak belirlenmiştir.

Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan su soğutmalı sistemle çalışan hassas kesim cihazı (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, Amerika) (Şekil 20), 0.3 mm kalınlığındaki elmas separe disk (15 LC Diamond Wafering Blade, Buehler, Lake Bluff, IL, Amerika) ile birlikte kullanılarak Şekil 21'de belirtilen RMS bloklarından 0.7 ve 1.5 mm kalınlıklarda örnekler dilimlenmiştir.

Şekil 20.

*Microcut Cihazı Kullanılarak Örneklerin Prepare Edilmesi*



Şekil 21.

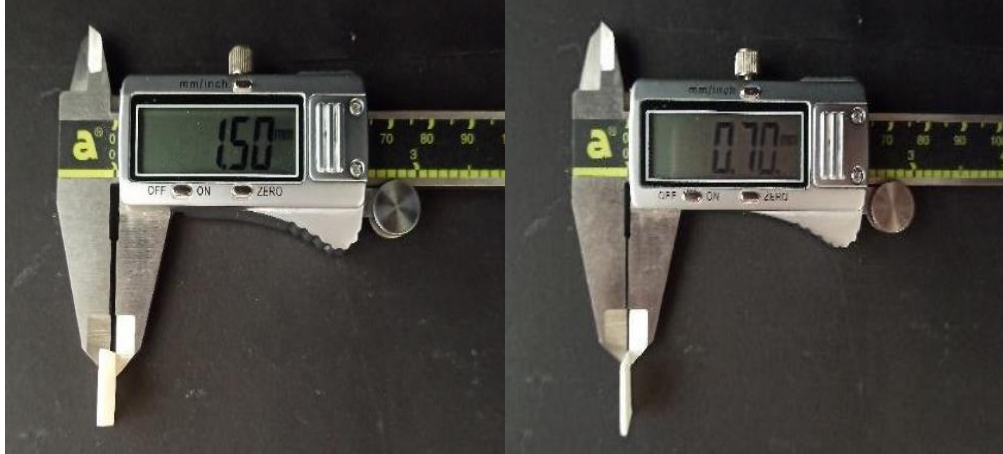
*Test Edilen RMS Blokları*



RMS örneklerin kalınlığını teyit edebilmek için, dört farklı noktadan doğruluk payı  $\pm 0,01$  mm olan dijital kumpas ile (Digimatic Caliper, Sichuan Rongfeng Co. LTD, Çin) ölçüm yapılmıştır (Şekil 22).

Şekil 22.

*Dijital Kumpas Yardımıyla RMS Örneklerin Kalınlığının Ölçülmesi*



0.7 ve 1.5 mm kalınlıklarında olmak üzere toplamda 100 adet RMS örnek sağlanmıştır. RMS örnekler ayrı kutulara yerleştirilerek karışmaması sağlanmıştır (Şekil 23).

Şekil 23.

*Prepere Edilen Örneklerin Kutulara Yerleştirilmesi*



## Elde Edilen Rezin Matriks Seramik Örneklerine Yüzey Bitirme ve Parlatma İşlemlerinin Uygulanması

RMS materyalleri prepare edildikten sonra yüzey bitirme işlemine tabii tutulmuştur. Örneklerin dış yüzeyleri, sırasıyla #800, #1000, #1200 ve #2000 grite sahip silikon karbit abraziv kağıtlar (Eagle Abrasives, Japonya) kullanılarak 100 devir/dk hızına sahip yüzey aşındırma ve parlatma cihazında (Gripo 2V; Metkon Instruments Ltd, Bursa, Türkiye) 15 sn boyunca parmak basıncıyla aynı kişi tarafından parlatılmıştır (Şekil 24).

Şekil 24.

*RMS Örneklerle Yüzey Bitim İşlemi Uygulanması*



Daha sonra örnekler anguldurva yardımıyla parlatma pastası ve lastik frez kullanılarak (Diacomp Plus Twist, EVE Ernst Vetter Gmbh, Almanya; Diacomp Paste Twist, EVE Ernst Vetter Gmbh, Almanya) 10000 devir/dk'da 15 saniye boyunca parlatılmıştır (Şekil 25). Örneklerin final kalınlıkları olan  $0.7 \pm 0.01$  ve  $1.5 \pm 0.01$  mm'leri kontrol etmek için dijital kumpas ile dört farklı noktadan ölçüm yapılmıştır.

Şekil 25.

*RMS Örneklere Uygulanan Parlatma Pastası ve Lastik Frez*



### Örneklerin Ultrasonik Olarak Temizlenmesi

Renk ölçümlerine başlamadan önce RMS örnekler, Yakın Doğu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan ultrasonik temizleme cihazı (Ultrasonic Cleaner, ISOLAB GmbH, Wertheim, Almanya) aracılığıyla distile su içerisinde 15 dakika boyunca temizlenmiş (Şekil 26) ve basınçlı hava ile kurutulmuştur.

Şekil 26.

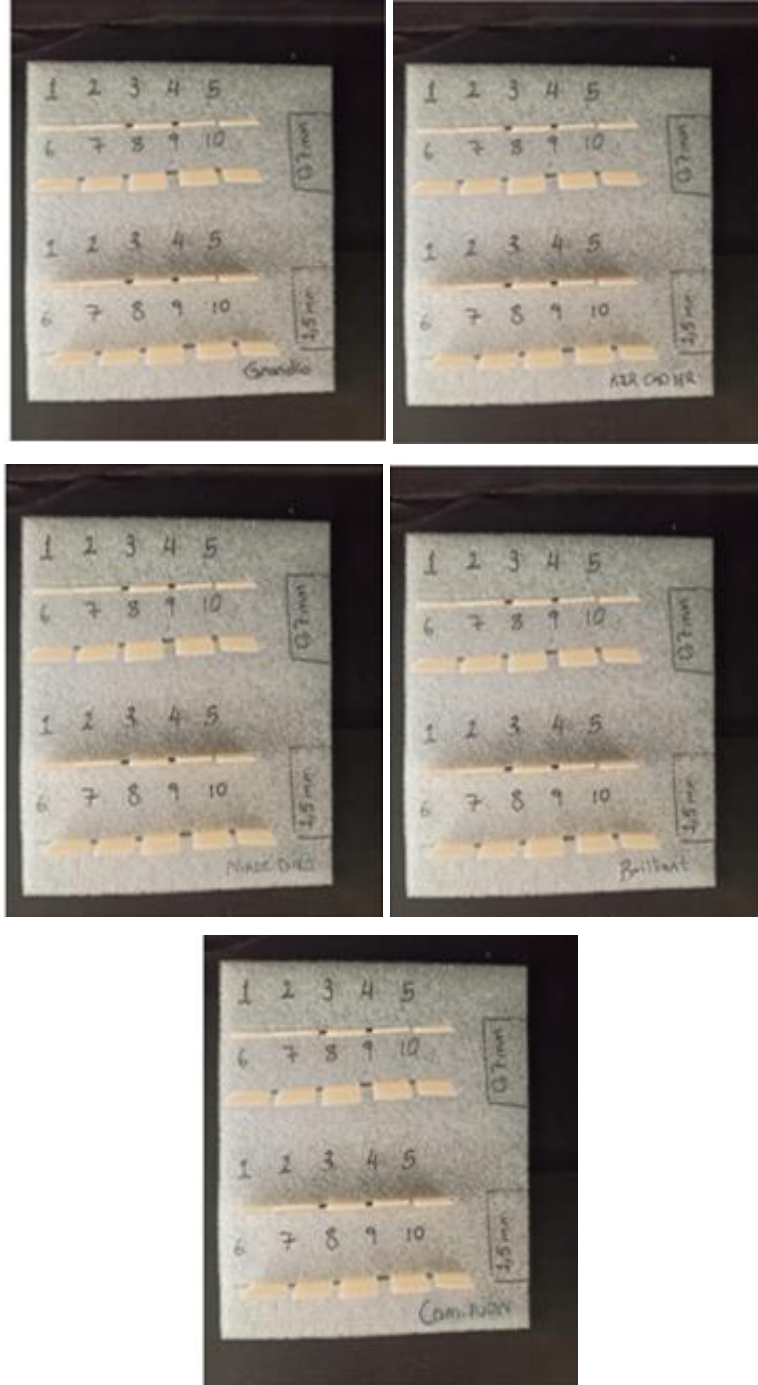
*Örneklerin Ultrasonik Temizleme Cihazında Temizlenmesi*



Ardından örnekler sırasıyla 0.7 ve 1.5 mm olarak, önceden hazırlanmış köpük tabakalar üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 27).

Şekil 27.

*RMS Örneklerin Sırasıyla Köpük Tabakalara Yerleştirilmesi*



### **Renk Ölçüm Kutusunun Hazırlanması**

Ortam koşulları ve çevredeki ışığın standart olmaması, renk ölçümü sırasında hataya neden olabilir. Bunu önleyebilmek amacıyla bütün renk ölçümleri; içi nötral gri fon kartonu ile kaplanmış, üst kısmında gün ışığını taklit edebilen 6500K'lik

floresan lamba (D65) bulunan, boyutu 35 x 35 x 70 cm büyüklüğünde hazırlanmış renk ölçüm kutusu içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 28).

Şekil 28.

*Renk Ölçüm Kutusu*



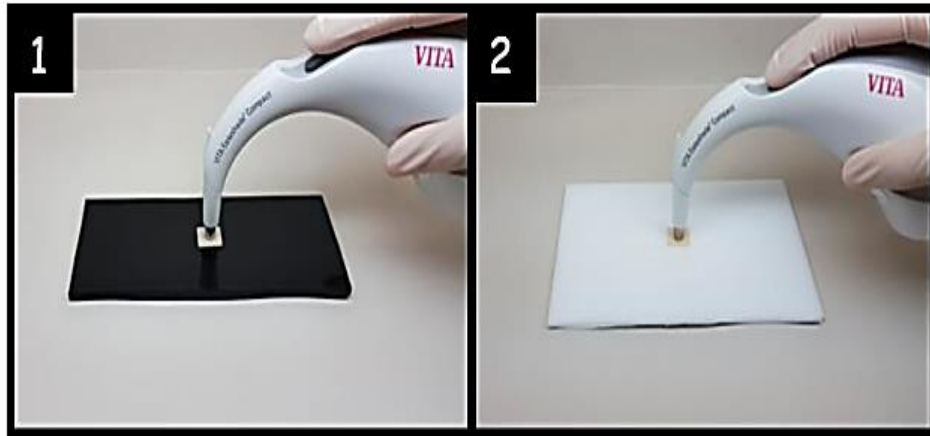
### **Rezin Matriks Seramik Örneklerin Translusensi Ölçümlerinin Gerçekleştirilmesi**

Tüm renk ölçümleri; hazırlanan renk ölçüm kutusu içerisinde, klinik spektrofotometrenin (VITA Easyshade Compact, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) ‘toothsingle-tek ölçüm’ modu seçilerek aynı kişi tarafından yapılmıştır. Spektrofotometre cihazının kalibrasyonu, üretici firmanın talimatları doğrultusunda ölçümlere başlamadan önce gerçekleştirilmiş ve her 3 ölçümden sonra kalibrasyon tekrarlanmıştır. RMS örnek ilk olarak siyah zemin üzerine yerleştirilmiştir. Spektrofotometre, örneğin tam merkezinde konumlandırılmış ve ölçüm üçer kez tekrarlanarak ortalaması alınmıştır. Daha sonra renk ölçüm cihazı kalibre edilmiş ve örnek beyaz zemin üzerine yerleştirilerek aynı şekilde ölçüm yapılmıştır (Şekil 29). Örnekler dizildikleri köpük zemin üzerinden sırasıyla alınmış ve ölçümlerin gerçekleştirilmesinden sonra tekrardan aynı yerine yerleştirilmiştir. Ölçülen renk koordinatları, Commission Internationale de l’Eclairage (CIE)  $L^*C^*h^*$  renk sistemine göre, siyah (b) zemin için  $Lb^*$ ,  $Cb^*$  ve  $hb^*$ , beyaz (w) zemin içinse  $Lw^*$ ,  $Cw^*$  ve  $hw^*$  olarak kaydedilmiştir.



Şekil 29.

*Örneklerin Siyah (1) ve Beyaz (2) Zemin Üzerinde Renk Ölçümlerinin Yapılması*



Translusensi parametresinin değerlendirilmesi için, her RMS örneğinin siyah ve beyaz zemin üzerindeki ölçümlerinden elde edilen  $L^*C^*h^*$  verileri aşağıdaki formüle yerleştirilmiştir:

Formül 5.

$$TP_{00} = \sqrt{\left(\frac{L'_w - L'_b}{kLSL}\right)^2 + \left(\frac{C'_w - C'_b}{kCSC}\right)^2 + \left(\frac{H'_w - H'_b}{kHSH}\right)^2 + RT \left(\frac{C'_w - C'_b}{kCSC}\right)^2 \left(\frac{H'_w - H'_b}{kHSH}\right)^2}$$

Microsoft Office Excel 2019 (Microsoft Corporation, Amerika) programı kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

### **Kompozit Rezin Altyapı Örneğinin Hazırlanması**

Altyapı örneği hazırlanırken RMS örneklerin boyutlarına uygun olması adına Yakın Doğu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnovasyon Laboratuvarı'nda  $12 \times 14$  mm boyutlarında boşluğa sahip pleksi materyalinden bir aparat tasarlanmış (Şekil 30) ve cam zemin üzerine yerleştirilmiştir. Cam zemin, üzerine kompozit rezin materyalinin yapışmaması için polyester film tabaka ile kaplanmıştır. A2 renk tonuna sahip kompozit rezin materyali tabakalar halinde yerleştirilerek tüm yüzeylerden led ışık cihazı (LED Light Curing Device, Guangdong, Çin)) yardımıyla 40 sn boyunca polimerize edilmiştir (Şekil 31). Altyapı örneği pleksi aparattan uzaklaştırıldıktan sonra, #1000 grit silikon karbit abrasiv kağıt kullanılarak yüzey aşındırma ve

parlatma cihazında (100 devir/dk) 15 sn boyunca yüzey bitirme işlemi uygulanmış ve kalınlığı  $4.0 \pm 0.01$  mm olarak ayarlanmıştır.

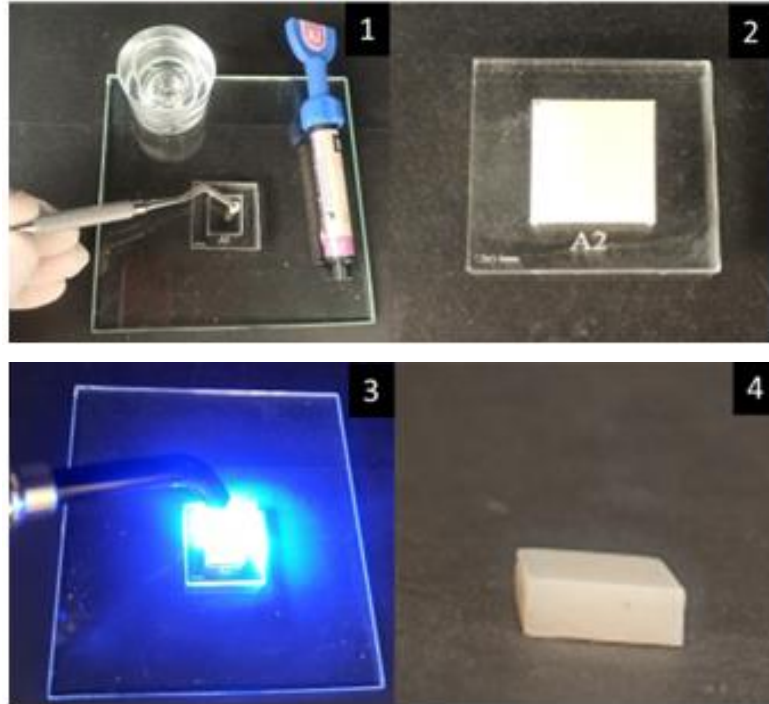
Şekil 30.

*Pleksi Aparatı ve A2 Renge Sahip Kompozit Rezin*



Şekil 31.

*Altyapı Örneğinin Aşamalar Halinde Hazırlanması*



Polimerizasyonun tamamlanması için, altyapı örneği ışık geçirmeyen bir kutuya konularak  $37 \pm 1$  °C'de 24 saat boyunca Yakın Doğu Üniversitesi Eczacılık

Fakültesi Laboratuvarı'nda bulunan inkübatör cihazında (GFL, Berlin, Almanya) (Şekil 32) bekletilmiştir.

Şekil 32.

*İnkübatör Cihazı*

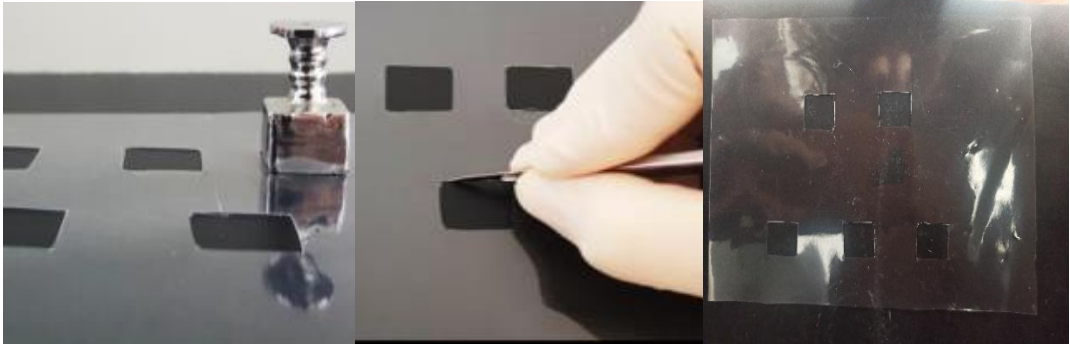


### **Rezin Siman Örneklerin Hazırlanması**

Rezin siman örneklerin elde edilmesinde dual-cure adeziv rezin siman olan Bifix QM yapıştırma simanı kullanılmıştır. A2, Opak ve TR olmak üzere 3 farklı renge sahip olan rezin simandan, bu tez çalışmasında A2 ve TR renkleri tercih edilmiştir. Simanın sahip olduğu çift piston özelliği; baz ve katalizörün eşit miktarda hazneden gelerek, karıştırma ucunda homojen şekilde karışmasını sağlar. Böylelikle, elde karıştırılan simanlara göre hata payı en aza indirilir.

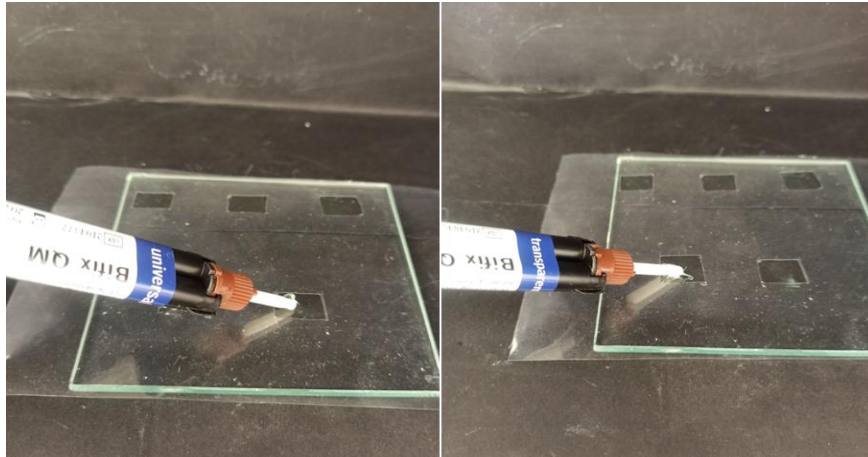
RMS örnekleri ile altyapı arasına uygulanacak olan rezin siman örneklerin boyut ve kalınlıklarının standardizasyonunun sağlanabilmesi amacıyla; 12 x 14 mm genişliğinde, metal panç hazırlanmıştır. Bu panç yardımıyla 0,1 mm kalınlığındaki kristal poşet dosyadan elde edilen polipropilen film üzerinde 12 x 14 mm boyutlarında dikdörtgenler oluşturulmuş ve bistüri yardımıyla dikdörtgen parçalar uzaklaştırılıp negatif boşluklar elde edilmiştir (Şekil 33).

Şekil 33.

*Polipropilen Filmden Dikdörtgen Boşlukların Elde Edilmesi*

Siman kalınlığının standardizasyonunun sağlanabilmesi amacıyla, polipropilen tabaka iki cam plaka arasına yerleştirilmiştir. Rezin simanın otomatik karıştırıcı ucu takılarak, polipropilen tabaka üzerindeki dikdörtgen boşluklara uygun miktarlarda sıkılmıştır (Şekil 34).

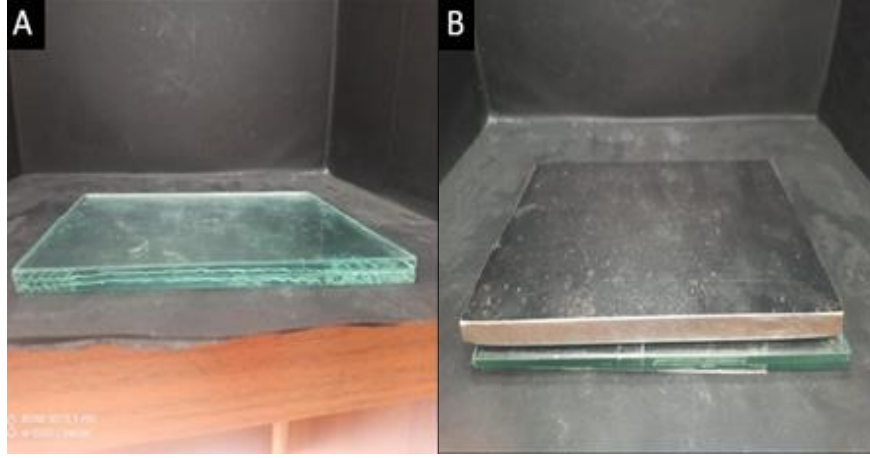
Şekil 34.

*Dikdörtgen Boşluklara Karıştırıcı Uç Yardımıyla A2 ve TR Rezin Simanın Uygulanması*

Rezin simanın, cam plakalara yapışmasını önlemek için cam plakaların iç yüzeyleri, polyester film ile kaplanmıştır. Simanın enjekte edilmesinden sonra, üst cam plaka 45°'lik bir açıyla kapatılmıştır. Cam plakanın üzerine paslanmaz çelik standart ağırlık (0.75 kgf) yerleştirildikten sonra, rezin simanın kimyasal olarak polimerize olması için 10 dakika beklenmiştir (Şekil 35).

Şekil 35.

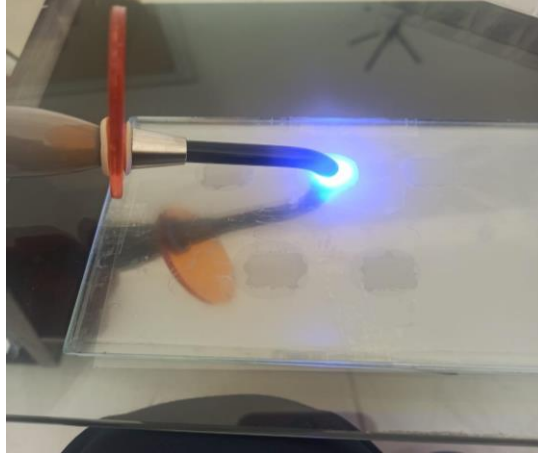
*Siman Uygulanmış Polipropilen Filmin Üzerinin 2. Cam Plaka ile Kapatılması (A) ve Üzerine 0.75 kg Paslanmaz Çelik Ağırlık Yerleştirilmesi (B)*



Sonrasında ağırlık uzaklaştırılmış ve her örneğin alt ve üst yüzeyinden 20 saniye boyunca led ışık kaynağı (LED Light Curing Device, Guangdong, Çin) ile ışıkla polimerizasyon işlemi tamamlanmıştır (Şekil 36).

Şekil 36.

*Halojen Işık Kaynağıyla Örneklerin Polimerize Edilmesi*



Siman örneklere hafif parmak basıncı uygulanarak dikkatlice polipropilen filminden çıkarılmıştır. Örneklerin kalınlığı ( $0,1 \text{ mm} \pm 0,01$ ) 4 farklı noktadan dijital kumpas ile teyit edilmiştir (Şekil 37).

Şekil 37.

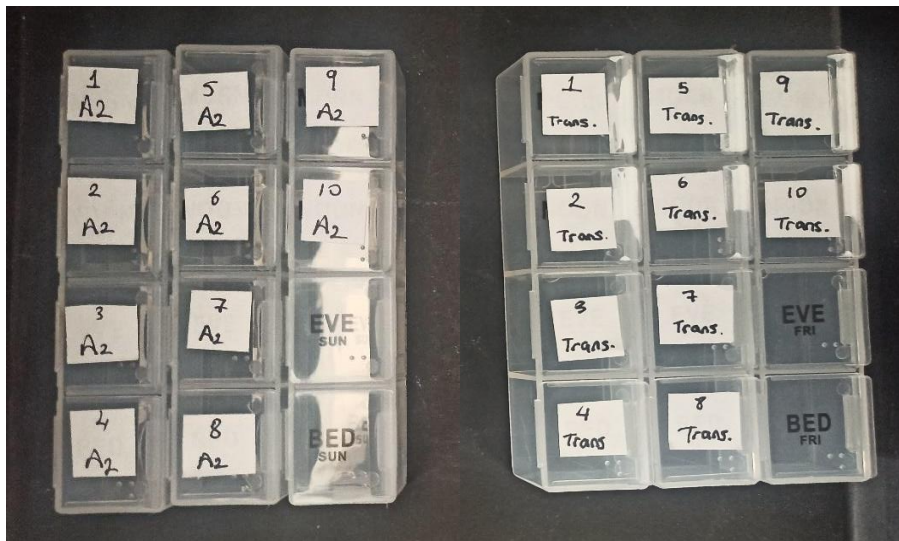
*Örneklerin Kalınlığının Dijital Kumpas ile Teyit Edilmesi*



Üretilen tüm rezin siman örnekler; renk, yüzey yapısı ve kalınlık açısından değerlendirildikten sonra, her renk grubu için 10 örnek (A2 ve TR) olmak üzere, toplamda 20 adet Bifix QM rezin siman örnek seçilmiştir. Renk ölçümlerine başlamadan önce rezin siman örnekler distile su içeren ışık geçirmez bir kutuya yerleştirilmiş ve 37 °C'deki inkübatör içerisinde 24 saat boyunca polimerizasyonun tamamlanması için bekletilmiştir. Tüm rezin siman örneklerin hazırlanmasının ardından, her iki renk grubuna ait örnekler sırasıyla numaralandırılarak ayrı ayrı kutulara yerleştirilmiştir (Şekil 38).

Şekil 38.

*Hazırlanan Örneklerin Numaralandırılmış Kutulara Yerleştirilmesi*



## Rezin Matriks Seramik Örneklerin Altyapı Örneği ile Optik Olarak Bağlanması ve İlk Renk Ölçümlerinin Gerçekleştirilmesi

RMS örneklerin, altyapı örneğine geçici olarak yapıştırılıp, renk ölçümü sırasında optik bağlantının sağlanabilmesi için, 1.52 kırılma indisine sahip optik jel (Cargille Optical Gel, Cargille Lab, Cedar Grove, NJ, Amerika) kullanılmıştır (Şekil 39).

Şekil 39.

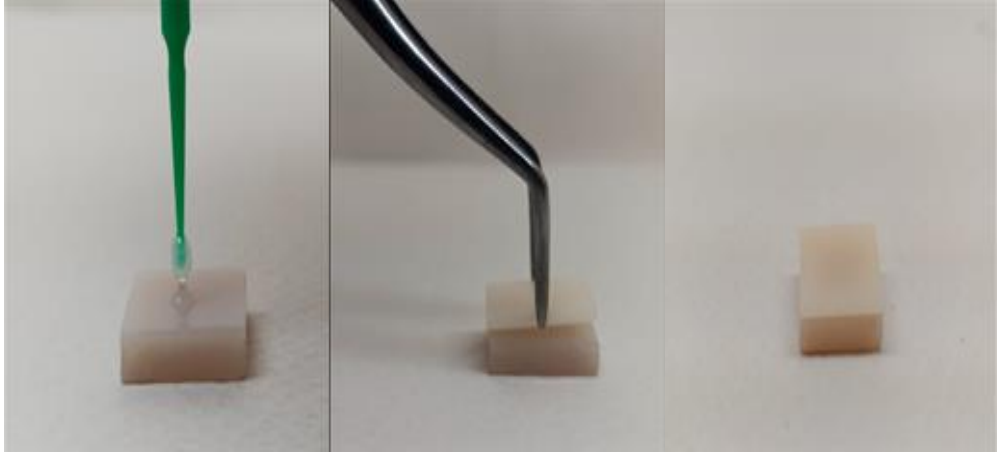
*Optik Jel*



Optik jelin kırılma indisinin sabit kalabilmesi amacıyla; ölçümler 25°C oda sıcaklığında yapılmış ve her kullanımdan sonra solüsyonun buharlaşmasını önlemek için bulunduğu cam kutunun kapağı hızlıca kapatılmıştır. 0.7 mm kalınlığındaki Mazic Duro grubundaki birinci örnek köpük tabaka üzerinden alınarak, bağlantı yüzeyinin orta noktasına bond fırçası yardımıyla optik jel sürülmüş ve altyapı örneğiyle optik bağlantısı sağlanmıştır (Şekil 40).

Şekil 40.

*RMS Örneğin Altyapı Örneğine Optik Olarak Bağlanması*



Renk ölçümüne başlamadan önce üretici firmanın talimatları doğrultusunda spektrofotometrenin kalibrasyonu yapılmış ve her üç ölçümden sonra tekrarlanmıştır. Altyapı altta kalacak şekilde örnek renk ölçüm kutusu içerisindeki gri zemin üzerine yerleştirilmiştir. Spektrofotometre, örneğin tam ortasında konumlandırılmış ve renk ölçümü üçer kez tekrarlanarak ortalaması alınmıştır (Şekil 41).

Şekil 41.

*Gri Zemin Üzerinde İlk Renk Ölçümünün Gerçekleştirilmesi*



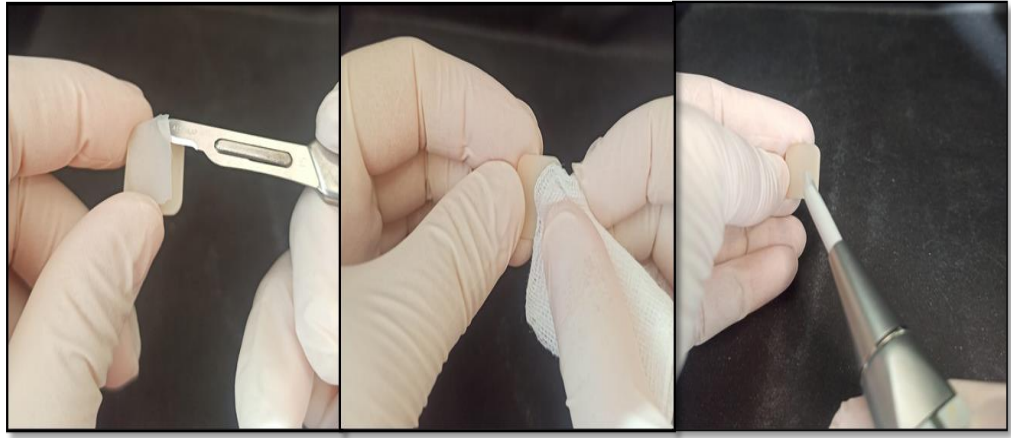
Her yeni ölçüm grubuna geçilmeden önce, RMS ve altyapı arasındaki bağlantı bistiiri yardımıyla bozulmuştur. Örnek üzerindeki optik jel kalıntıları alkolle silinip, distile su ile temizlendikten sonra hava ile kurutulmuştur (Şekil 42). Birinci örneğin yerine yerleştirilmesinden sonra, Mazic Duro grubundaki kalan örneklerin de



renk ölçümleri sırasıyla gerçekleştirilmiştir. Diğer 0.7 mm kalınlığa sahip RMS örneklerin renk ölçümleri de sırasıyla gerçekleştirildikten sonra, aynı işlemler 1.5 mm kalınlıktaki tüm RMS örneklere de uygulanmıştır. Elde edilen renk koordinatları, Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)  $L^*C^*h^*$  renk sistemine göre,  $L0^*$ ,  $C0^*$  ve  $h0^*$  olarak kaydedilmiştir.

Şekil 42.

*Örnek Üzerindeki Optik Jel Kalıntılarının Alkolle Silinmesi, Distile Su ile Temizlendikten Sonra Hava ile Kurutulması*

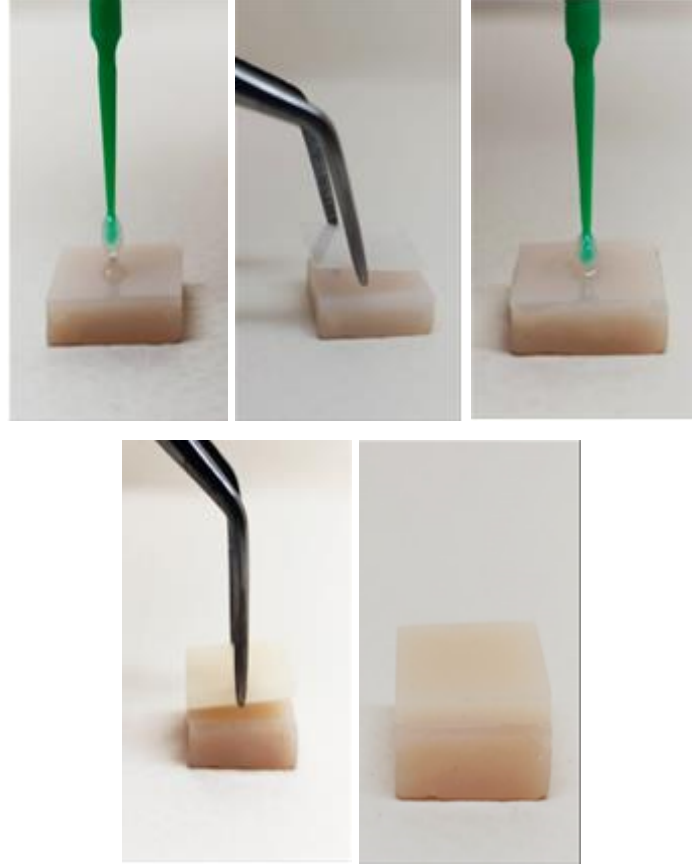


### **Rezin Matris Seramikler, Rezin Siman ve Altyapı Örneğinin Optik Olarak Bağlanması ve İkinci Renk Ölçümlerinin Gerçekleştirilmesi**

RMS, altyapı ve rezin siman örneklerinin birbirine geçici olarak bağlantısının sağlanabilmesi için optik jel kullanılmıştır. Altyapı örneği, renk ölçüm kutusu içerisindeki nötral gri zemine yerleştirilmiştir. Üzerine bond fırçası yardımıyla optik jel sürülmüş ve A2 renk rezin siman grubunun ilk örneği, altyapı üzerine yerleştirilerek optik bağlantısı sağlanmıştır. Daha sonra geçici olarak bağlanan rezin simanın üst yüzeyine, yine bond fırçası yardımıyla optik jel sürülmüş ve üzerine 0.7 mm kalınlığındaki Mazic Duro grubundaki birinci örnek yerleştirilerek bağlantı sağlanmıştır (Şekil 43).

Şekil 43.

*RMS, Rezin Siman ve Altyapı Örneğinin Optik Olarak Bağlanması*



Ardından spektrofotometre cihazı, tam merkezde yerleştirilmiş ve renk ölçümü 3 kere tekrarlanarak ortalaması alınmıştır (Şekil 44). Spektrofotometre cihazının kalibrasyonu ilk ölçümlerdeki gibi gerçekleştirilmiştir.

Şekil 44.

*Gri Zemin Üzerinde İkinci Renk Ölçümünün Gerçekleştirilmesi*



İlk ölçüm tamamlandıktan sonra, bistüri yardımıyla RMS, rezin siman ve altyapı örnekleri birbirinden dikkatlice ayrılmıştır. Örnekler üzerindeki optik jel artıkları alkol ile temizlenip, distile su ile temizlendikten sonra hava ile kurutulmuştur. İlk RMS örnek köpük tabakasına yerleştirilmiştir. Ardından, diğer 9 RMS gruplarındaki birinci örnekler sırasıyla alınarak, renk koordinatlarının ölçümleri aynı prosedür ile gerçekleştirilmiştir. İlk A2 renk rezin siman örneği, bütün birinci sıradaki RMS örneklerle renk ölçümü gerçekleştikten sonra kutusuna konmuş ve diğer kalan 9 rezin siman örneğin sırasıyla aynı prosedürde renk ölçümleri yapılmıştır. A2 rezin siman grubu için renk ölçümü prosedürlerinin tamamlanmasından sonra, TR rezin siman grubu için de aynı prosedürler yinelenerek ikinci renk ölçümleri tamamlanmıştır. Elde edilen renk koordinatları, Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)  $L^*C^*h^*$  renk sistemine göre,  $L^*$ ,  $C^*$  ve  $h^*$  olarak kaydedilmiştir.

Kaydedilen renk koordinatları ile 2 farklı renkte rezin siman uygulanan RMS örnekler için oluşan renk farklılıkları ( $\Delta E_{00}$ ) hesaplanmıştır.

### Renk Farklılıklarının Hesaplanması

Renk farklılıklarının değerlendirilmesi için, birinci ve ikinci renk ölçümlerinden elde edilen  $L^*C^*h^*$  verileri aşağıdaki CIEDE2000 renk farkı formülüne yerleştirilerek Microsoft Office Excel 2019 yardımıyla hesaplanmıştır.

Formül 6.

$$\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{k_{LSL}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{k_{CSC}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{k_{HSH}}\right)^2 + RT \left(\frac{\Delta C^*}{k_{CSC}}\right)^2 \left(\frac{\Delta H^*}{k_{HSH}}\right)^2}$$

$\Delta E_{00}=0.8$  ve  $0.8<\Delta E_{00}\leq 1.8$  sırasıyla algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerleridir.

### İstatiksel Analiz

Elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile kontrol edilmiştir. Çalışmadaki tüm analizler %95 güven aralığında yapılmıştır ve

$P < 0.05$  değeri, istatistiksel önemi göstermektedir. İstatistiksel analiz için SPSS 26.0 yazılım programı (SPSS Inc., Chicago, IL, Amerika) kullanılmıştır.

#### ***Translusensi Verilerinin Analizi***

Verilerin normal dağılıma uyması ( $P > 0.05$ ) nedeniyle TP<sub>00</sub> verilerini değerlendirmek için çift yönlü varyans analizi (2 yönlü ANOVA) kullanılmıştır. Gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunduğunda, farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

#### ***Renk ölçüm Verilerinin Analizi***

$\Delta E_{00}$  verilerinin normal dağılım göstermesi nedeniyle ( $P > 0.05$ ); materyal tipi, materyal kalınlığı ve siman renginin  $\Delta E_{00}$  verileri üzerindeki etkisini incelemek için 3 yönlü varyans analizi (3 yönlü ANOVA) testi yapılmıştır. Gruplar arası anlamlı farklılıklar bulunduğunda, farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

## BÖLÜM IV

### Bulgular

Bu bölümde tez çalışmasının hipotezlerine yönelik toplanan veriler ışığında ulaşılan bulgulara değinilmiştir.

#### TP<sub>00</sub> Bulguları

İki yönlü ANOVA sonuçları (Tablo 2), TP<sub>00</sub> değerlerinin RMS tipi ve kalınlığından (P<0.001) önemli derecede etkilendiğini, ancak iki parametre arasındaki etkileşimin TP<sub>00</sub> değerlerini etkilemediğini göstermiştir (P=0.109). 0.7 ve 1.5 mm kalınlıklardaki RMS materyallerinin ortalama TP<sub>00</sub> değerleri ve standart sapmaları Tablo 3 ve Şekil 45'te sunulmuştur.

Tablo 2.

*TP<sub>00</sub> Değerleri için Uygulanan İki Yönlü ANOVA Testinin Sonuçları*

	<b>Kareler</b>	<b>Sd</b>	<b>Kareler</b>	<b>F</b>	<b>Önemlilik</b>
	<b>Toplamı</b>		<b>Ortalaması</b>		<b>Düzeyi</b>
RMS Tipi (A)	110.012	4	27.503	77.939	.000
RMS Kalınlığı (B)	1215.498	1	1215.498	3444.531	.000
A * B	2.751	4	.688	1.949	.109

Sd, serbestlik derecesi; F, istatistiksel varyans analiz testi. P<0.05 istatistiksel anlamlılığı gösterir.

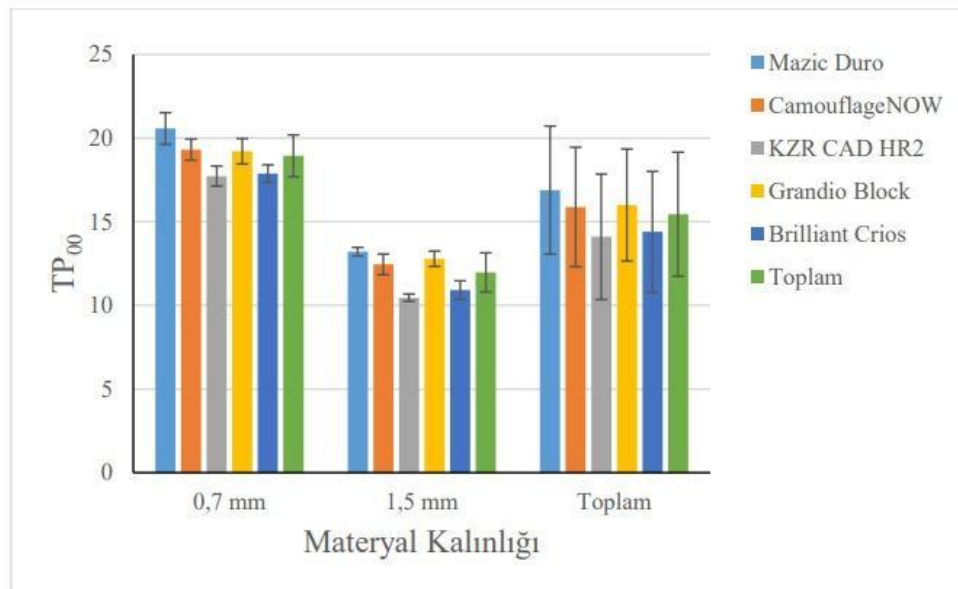
Tablo 3.

*RMS Materyallerinin TP<sub>00</sub> Değerleri (Ortalama ± Standart Sapma)*

RMS Tipi	Kalınlık		Toplam
	0.7 mm	1.5 mm	
Mazic Duro	20.57 ±0.95	13.21 ±0.26	16.89 ±3.83
CamouflageNOW	19.31 ±0.63	12.45 ±0.62	15.88 ±3.57
KZR CAD HR2	17.73 ±0.60	10.46 ±0.22	14.10 ±3.75
Grandio Block	19.21 ±0.76	12.79 ±0.46	16.00 ±3.35
Brilliant Crios	17.88 ±0.52	10.92 ±0.55	14.40 ±3.61
Toplam	18.94 ±1.25	11.97 ±1.17	15.45 ±3.71

Şekil 45.

*0.7 ve 1.5 mm Kalınlıklardaki RMS Materyallerinin TP<sub>00</sub> Değerleri Arasındaki İlişki*



#### ***Materyal Tipinin TP<sub>00</sub> Değerine Etkisi***

Materyal tipinin TP<sub>00</sub> değeri üzerindeki etkisi, Tablo 4 ve Şekil 46'da belirtilmiştir. Mazic Duro, test edilen RMS materyalleri arasında istatistiksel olarak

anlamli derecede daha yuksek  $TP_{00}$  degeri gostermistir ( $P=0.000$ ). En dusuk  $TP_{00}$  degerleri KZR CAD HR2 ve Brilliant Crios materyallerinde saptanmis ve aralarindaki farkin onemsiz olduğu gozlenmistir ( $P=0.508$ ). Ayrica Grandio Blocs ve Camouflage NOW materyallerinin  $TP_{00}$  degerleri arasindaki fark da onem gostermemistir ( $P=0.965$ ). Bu tez calismasinda degerlendirilen RMS materyallerinin  $TP_{00}$  degerleri  $MD > GB = CN > BC = KZR$  seklinde azalan sirada listelenebilir.

Tablo 4.

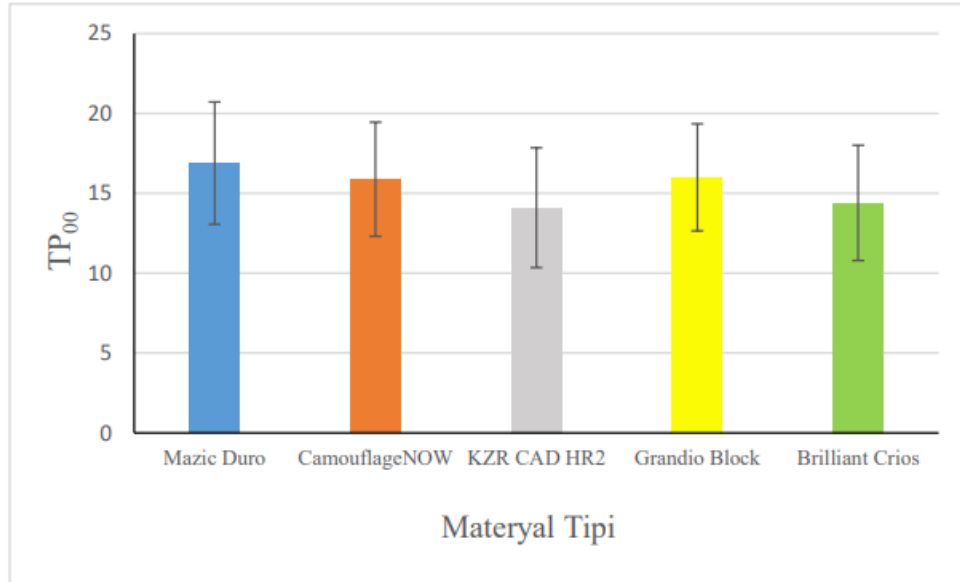
*Materyal Tipinin  $TP_{00}$  Değeri Üzerindeki Etkisinin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile İncelenmesi*

<b>Mazic Duro</b>	<b>Camouflage NOW</b>	<b>KZR CAD HR2</b>	<b>Grandio Blocs</b>	<b>Brilliant Crios</b>
16.89 ±3.83 <sup>A</sup>	15.88 ±3.57 <sup>B</sup>	14.10 ±3.75 <sup>C</sup>	16.00 ±3.35 <sup>B</sup>	14.40 ±3.61 <sup>C</sup>

Farklı üst simgeye sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ( $P<0.05$ )

Şekil 46.

*Materyal Tipine göre RMS örneklerin  $TP_{00}$  Değerleri Arasındaki İlişki*

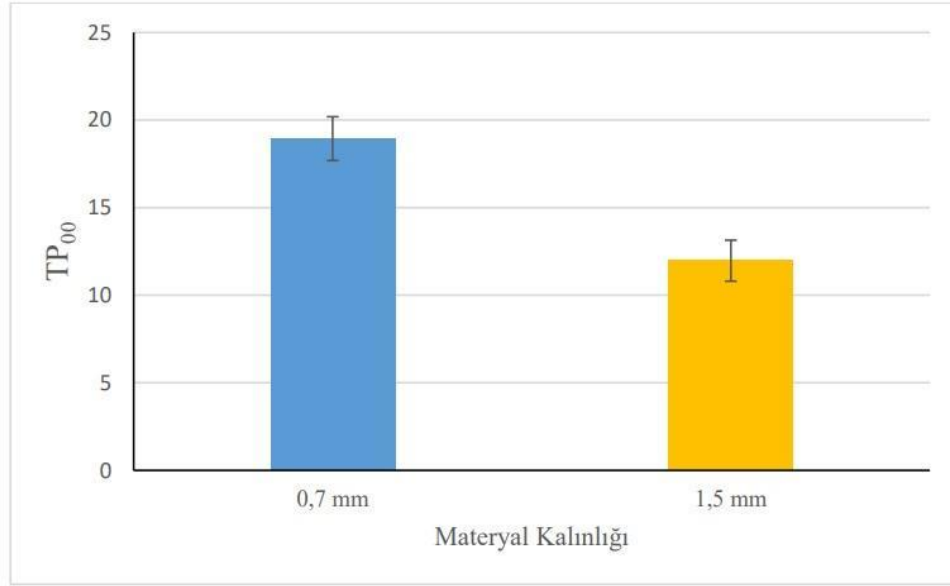


### **Materyal Kalınlığının $TP_{00}$ Değerine Etkisi**

Materyal kalınlığındaki azalma, RMS materyallerinin translusensi özelliğini önemli ölçüde arttırmıştır ( $P=0.000$ ) (Şekil 47).

Şekil 47.

*Materyal Kalınlığına göre RMS örneklerin  $TP_{00}$  Değerleri Arasındaki İlişki*



### **Rezin Matriks Seramik Örneklerle Rezin Siman Uygulaması Öncesi ve Sonrasında Renk Değerlerine Ait Bulgular**

0.7 ve 1.5 mm kalınlıklara sahip 5 farklı tipte RMS örneklere, A2 ve TR renge sahip rezin siman uygulamasından önce ve sonra gerçekleştirilen renk ölçümleri sonucu saptanan  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri Tablo 5'te sunulmuştur.

0.7 mm kalınlıktaki RMS örneklere TR siman uygulaması sonucu  $L^*$  değerleri artış gösterirken, diğer gruplardaki  $L^*$  değerleri simansız gruplara daha yakın değerler göstermiştir. Siman uygulamasının genel olarak  $a^*$  değerini azalttığı ve bu azalmanın TR siman uygulaması sonucu daha fazla olduğu görülmüştür. 0.7 mm kalınlıktaki RMS örneklere A2 siman uygulaması sonucu  $b^*$  değeri artarken, TR siman uygulaması sonucu  $b^*$  değerinin azaldığı gözlenmiştir. 1.5 mm kalınlıkta ise,  $b^*$  değeri daha az değişkenlik göstermiştir.



Tablo 5.

*RMS Örneklere Rezin Siman Uygulanması Öncesinde ve Sonrasında Renk Değerlerine Ait Bulgular*

<b>RMS Tipi</b>	<b>RMS Kalınlığı</b>	<b>Siman Rengi</b>	<b>L*</b> (ort ± ss)	<b>a*</b> (ort ± ss)	<b>b*</b> (ort ± ss)
Mazic	0.7	Simansız	74.88 ±0.38	-1.21 ±0.06	9.69 ±0.11
Duro		A2	74.95 ±0.45	-1.33 ±0.05	10.49 ±0.20
		TR	78.30 ±0.28	-1.43 ±0.07	8.78 ±0.27
	1.5	Simansız	76.90 ±0.24	-1.03 ±0.10	10.37 ±0.20
		A2	76.33 ±0.28	-1.07 ±0.07	10.15 ±0.18
		TR	76.29 ±0.70	-1.15 ±0.08	9.90 ±0.12
Camouflage	0.7	Simansız	76.39 ±0.80	-1.67 ±0.06	14.82 ±0.54
NOW		A2	76.05 ±0.55	-1.66 ±0.09	15.38 ±0.47
		TR	78.44 ±0.94	-1.77 ±0.09	12.56 ±0.35
	1.5	Simansız	77.28 ±0.77	-1.24 ±0.11	13.74 ±0.30
		A2	77.11 ±0.77	-1.35 ±0.10	13.49 ±0.29
		TR	77.00 ±0.56	-1.80 ±0.17	13.61 ±0.25
KZR CAD	0.7	Simansız	77.41 ±0.34	-0.57 ±0.05	14.03 ±0.19
HR2		A2	76.68 ±0.45	-0.62 ±0.08	14.13 ±0.21
		TR	78.38 ±0.26	-1.04 ±0.07	13.21 ±0.20
	1.5	Simansız	77.14 ±0.38	-0.23 ±0.06	17.13 ±0.31
		A2	77.60 ±0.51	-0.31 ±0.04	17.32 ±0.32
		TR	78.40 ±0.35	-0.43 ±0.05	17.30 ±0.32
Grandio	0.7	Simansız	74.59 ±0.69	-0.72 ±0.08	12.79 ±0.30
Block		A2	74.49 ±0.57	-0.95 ±0.09	13.42 ±0.41
		TR	78.34 ±0.29	-1.18 ±0.05	11.11 ±0.18
	1.5	Simansız	76.96 ±0.43	-0.79 ±0.09	12.46 ±0.16
		A2	76.70 ±0.61	-0.84 ±0.04	12.29 ±0.17
		TR	75.26 ±0.45	-1.17 ±0.12	12.44 ±0.33
Brilliant	0.7	Simansız	78.18 ±0.56	-0.20 ±0.05	13.98 ±0.16
Crios		A2	77.57 ±0.37	-0.20 ±0.05	14.14 ±0.26
		TR	79.16 ±0.45	-0.52 ±0.05	12.83 ±0.26
	1.5	Simansız	78.02 ±0.28	0.40 ±0.03	15.34 ±0.20
		A2	78.09 ±0.08	0.31 ±0.06	15.37 ±0.30
		TR	78.29 ±0.81	0.07 ±0.14	15.11 ±0.33

### $\Delta E_{00}$ Bulguları

Üç yönlü ANOVA testi,  $\Delta E_{00}$  değerlerinin tüm değişkenlerden ve etkileşim terimlerinden önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir ( $P < 0.05$ ) (Tablo 6).

Tablo 6.

*$\Delta E_{00}$  Değerleri için Uygulanan Üç Yönlü ANOVA Testinin Sonuçları*

Varyasyon Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	Önemlilik Düzeyi
RMS Tipi (A)	2.805	4	.701	20.860	.000
RMS Kalınlığı (B)	4.196	1	4.196	124.804	.000
Siman Rengi (C)	22.171	1	22.171	659.403	.000
A * B	.470	4	.118	3.497	.009
A * C	.584	4	.146	4.342	.002
B * C	.995	1	.995	29.606	.000
A * B * C	.437	4	.109	3.252	.013

Sd, serbestlik derecesi.  $P < 0.05$  istatistiksel anlamlılığı gösterir.

### *$\Delta E_{00}$ verilerinin değerlendirilmesi*

Ortalama  $\Delta E_{00}$  değerleri ve standart sapmaları Tablo 7'de verilmiştir. Tüm gruplardaki  $\Delta E_{00}$  değerleri klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinden daha küçüktür ( $\Delta E_{00} < 1.8$ ). A2 siman uygulanmış RMS örneklerde oluşan renk farklılıkları, her iki kalınlıkta da algılanabilirlik eşik değerinin ( $\Delta E_{00} < 0.8$ ) altında gözlenmiştir. TR siman uygulanmış örneklerde ise; tüm renk farklılıkları algılanabilirlik eşik değerinin üzerinde, ancak her iki kalınlıkta da klinik olarak kabul edilebilir aralık içerisinde ( $0.8 < \Delta E_{00} \leq 1.8$ ) bulunmuştur.

Tablo 7.

*Ortalama  $\Delta E_{00}$  Değerleri ve Standart Sapmaları*

Siman Rengi	Kalınlık	Rezin Matriks Seramik Tipi					Toplam
		Mazic Duro	Camouflage NOW	KZR CAD HR2	Grandio Block	Brilliant Crios	
A2	0.7	0.66 ±0.11	0.56 ±0.13	0.54 ±0.11	0.58 ±0.10	0.48 ±0.17	0.56 ±0.14
	1.5	0.58 ±0.13	0.34 ±0.18	0.43 ±0.11	0.40 ±0.10	0.33 ±0.10	0.42 ±0.15
	Toplam	0.62 ±0.13	0.45 ±0.19	0.49 ±0.12	0.49 ±0.13	0.40 ±0.16	0.49 ±0.16
TR	0.7	1.79 ±0.23	1.37 ±0.17	1.07 ±0.17	1.46 ±0.27	1.17 ±0.22	1.37 ±0.33
	1.5	1.15 ±0.38	0.85 ±0.19	0.94 ±0.11	0.91 ±0.24	0.85 ±0.17	0.94 ±0.25
	Toplam	1.47 ±0.45	1.11 ±0.32	1.01 ±0.15	1.19 ±0.38	1.01 ±0.25	1.16 ±0.36
Toplam	0.7	1.22 ±0.60	0.96 ±0.44	0.81 ±0.30	1.02 ±0.50	0.83 ±0.40	0.97 ±0.48
	1.5	0.86 ±0.40	0.59 ±0.32	0.69 ±0.29	0.66 ±0.32	0.59 ±0.30	0.68 ±0.34
	Toplam	1.04 ±0.54	0.78 ±0.42	0.75 ±0.30	0.84 ±0.45	0.71 ±0.37	0.82 ±0.44

### **Materyal Tipinin $\Delta E_{00}$ Değerine Etkisi**

Beş farklı RMS materyalinde oluşan ortalama renk farklılık değerleri, standart sapma değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8.

*Materyal Tipinin  $\Delta E_{00}$  Değeri Üzerindeki Etkisinin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile İncelenmesi*

<b>Mazic Duro</b>	<b>Camouflage NOW</b>	<b>KZR CAD HR2</b>	<b>Grandio Blocs</b>	<b>Brilliant Crios</b>
1.04 ±0.54 <sup>A</sup>	0.78 ±0.42 <sup>B,C</sup>	0.75 ±0.30 <sup>B,C</sup>	0.84 ±0.45 <sup>B</sup>	0.71 ±0.37 <sup>C</sup>

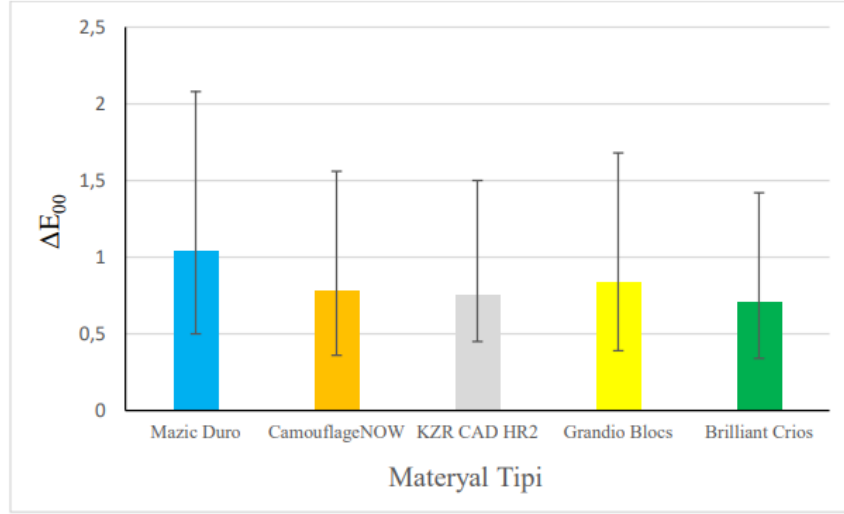
Farklı üst simgeye sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır (P<0.05)

Rezin siman uygulaması sonucu, en fazla renk renk değişimi Mazic Duro materyalinde gözlenirken (1.04 ±0.54), en az renk değişimi Brilliant Crios’da gözlenmiştir (0.71 ±0.37) (Şekil 48). Rezin siman uygulanması sonucu RMS materyallerinde oluşan renk farklılıkları karşılaştırıldığında:

- Mazic Duro ile diğer test edilen tüm RMS materyalleri arasında (P=0.000) ve
- Grandio Blocs ile Brilliant Crios arasında (P=0.014) istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu, diğer RMS materyalleri arasında ise önemsiz bir farklılık olduğu gözlenmiştir (P>0.05).

Şekil 48.

*Materyal Tipine Göre RMS Örneklerin  $\Delta E_{00}$  Değerleri Arasındaki İlişki*

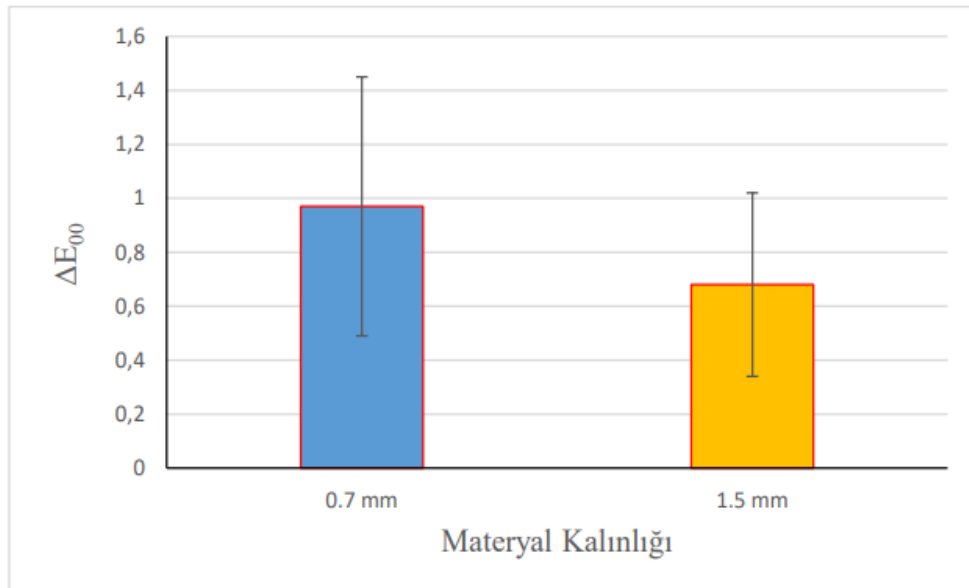


#### ***Materyal Kalınlığının $\Delta E_{00}$ Değerine Etkisi***

0.7 ve 1.5 mm kalınlıklardaki RMS materyallerinde oluşan ortalama renk farklılık değerleri, standart sapma değerleri Şekil 49’da gösterilmiştir. 0.7 mm kalınlıktaki  $\Delta E_{00}$  değeri ( $0.97 \pm 0.48$ ) ile 1.5 mm kalınlıktaki değer ( $0.68 \pm 0.34$ ) arasındaki fark istatistiksel olarak önem göstermiştir ( $P=0.000$ ).

Şekil 49.

*Materyal Kalınlığına Göre RMS Örneklerin  $\Delta E_{00}$  Değerleri Arasındaki İlişki*

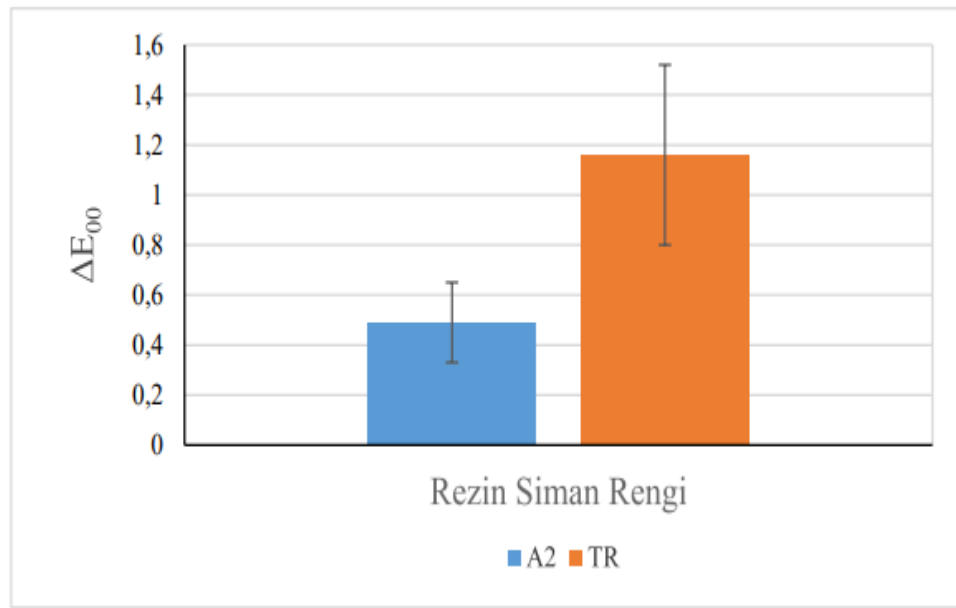


### ***Siman Renginin $\Delta E_{00}$ Değerine Etkisi***

A2 ve TR siman renkleri uygulanması sonucu oluşan ortalama renk farklılık değerleri ve standart sapma değerleri Şekil 50’de sunulmuştur. A2 siman uygulanması sonucu oluşan  $\Delta E_{00}$  değeri ( $0.49 \pm 0.16$ ) ile TR siman uygulanması sonucu oluşan değer ( $1.16 \pm 0.36$ ) arasındaki fark istatistiksel olarak önem göstermiştir ( $P=0.000$ ).

Şekil 50.

*Siman Rengine Göre RMS Örneklerin  $\Delta E_{00}$  Değerleri Arasındaki İlişki*



### ***Materyal Tipi ve Materyal Kalınlığı Arasındaki Etkileşimin $\Delta E_{00}$ Değerine Etkisi***

RMS materyal tipine ve kalınlığına bağlı olarak oluşan ortalama renk farklılık değerleri, standart sapma değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9.

*Materyal Tipi ve Materyal Kalınlığı Arasındaki Etkileşimin  $\Delta E_{00}$  Değeri Üzerindeki Etkisinin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile İncelenmesi*

RMS Kalınlığı	RMS Materyal Tipi				
	Mazic Duro	Camouflage NOW	KZR CAD HR2	Grandio Blocs	Brilliant Crios
0.7 mm	1.22 ±0.60 <sup>A,a</sup>	0.96 ±0.44 <sup>B,C,a</sup>	0.81 ±0.30 <sup>C,a</sup>	1.02 ±0.50 <sup>B,a</sup>	0.83 ±0.40 <sup>C,a</sup>
1.5 mm	0.86 ±0.40 <sup>A,b</sup>	0.59 ±0.32 <sup>B,b</sup>	0.69 ±0.29 <sup>B,b</sup>	0.66 ±0.32 <sup>B,b</sup>	0.59 ±0.30 <sup>B,b</sup>

Aynı satırdaki farklı büyük üst harflere sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $P<0.05$ ). Aynı sütundaki farklı küçük üst harflere sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $P<0.05$ ).

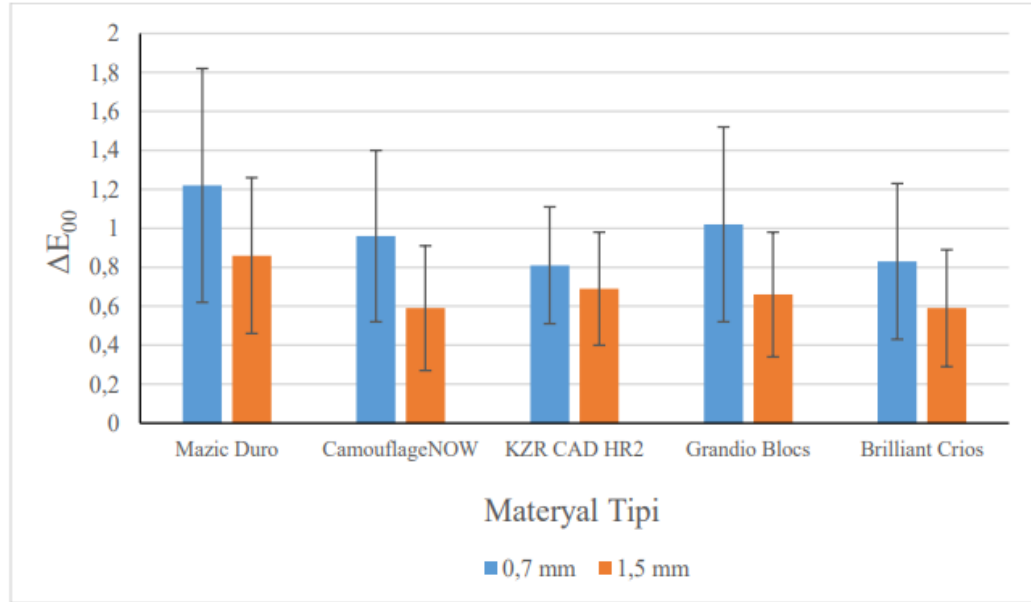
En yüksek renk farklılığı 0.7 mm kalınlığa sahip Mazic Duro ( $1.22 \pm 0.60$ ) materyalinde gözlenirken, en düşük renk farklılığı 1.5 mm kalınlığa sahip CamouflageNOW ( $0.59 \pm 0.32$ ) ve Brilliant Crios ( $0.59 \pm 0.30$ ) materyallerinde gözlenmiştir (Şekil 51).

Her iki kalınlıkta da Mazic Duro, test edilen RMS materyallerine göre, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek renk farklılığına neden olmuştur ( $P<0.05$ ). Grandio Blocs ile KZR CAD HR2 arasındaki ( $P=0.003$ ) ve Grandio Blocs ile Brilliant Crios ( $P=0.012$ ) arasındaki farklar hariç, 0.7 mm kalınlıktaki diğer RMS materyalleri arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $P>0.05$ ). 1.5 mm kalınlıktaki diğer RMS materyalleri arasında ise herhangi bir anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $P>0.05$ ).

RMS materyallerinde kalınlığın değişimi, tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa yol açmıştır ( $P<0.05$ ).

Şekil 51.

*Materyal Tipi ve Materyal Kalınlığı Arasındaki Etkileşime göre  $\Delta E_{00}$  Değerleri Arasındaki İlişki*



***Materyal Tipi ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin  $\Delta E_{00}$  Değerine Etkisi***

RMS materyal tipine ve siman rengine bağlı olarak oluşan ortalama renk farklılık değerleri, standart sapma değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10.

*Materyal Tipi ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin  $\Delta E_{00}$  Değeri Üzerindeki Etkisinin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile İncelenmesi*

Siman Rengi	RMS Materyal Tipi				
	Mazic Duro	CamouflageNOW	KZR CAD HR2	Grandio Blocs	Brilliant Crios
A2	0.62 ±0.13 <sup>A,b</sup>	0.45 ±0.19 <sup>B,b</sup>	0.49 ±0.12 <sup>A,B,b</sup>	0.49 ±0.13 <sup>A,B,b</sup>	0.40 ±0.16 <sup>B,b</sup>
TR	1.47 ±0.45 <sup>A,a</sup>	1.11 ±0.32 <sup>B,C,a</sup>	1.01 ±0.15 <sup>C,a</sup>	1.19 ±0.38 <sup>B,a</sup>	1.01 ±0.25 <sup>C,a</sup>

Aynı satırdaki farklı büyük üst harflere sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $P < 0.05$ ). Aynı sütündeki farklı küçük üst harflere sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $P < 0.05$ ).



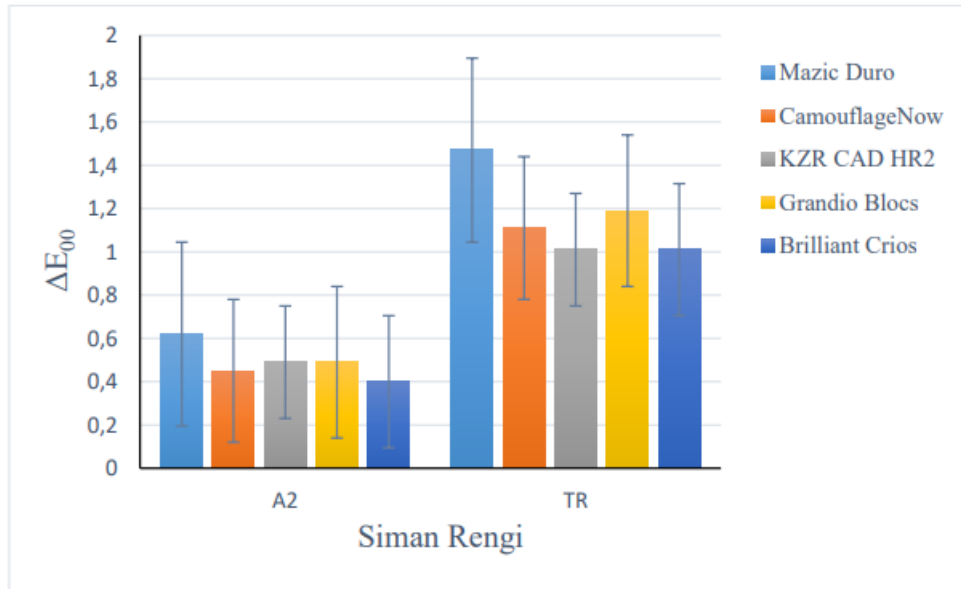
En yüksek renk farklılığı TR siman uygulanan Mazic Duro ( $1.47 \pm 0.45$ ) materyalinde gözlenirken, en düşük renk farklılığı A2 siman uygulanan Brilliant Crios ( $0.40 \pm 0.16$ ) materyalinde gözlenmiştir (Şekil 52). A2 siman uygulanan RMS materyallerinin renk farklılık değerleri arasında; Mazic Duro ile Camouflage Now arasındaki ( $P=0.034$ ) ve Mazic Duro ile Brilliant Crios arasındaki ( $P=0.003$ ) farklar hariç istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $P>0.05$ ).

TR siman uygulanan RMS materyallerinde ise Mazic Duro diğer materyallere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek renk farklılığına neden olmuştur ( $P=0.000$ ). Ayrıca, Grandio Blocs ile KZR CAD HR2 arasındaki ( $P=0.000$ ) ve Grandio Blocs ile Brilliant Crios arasındaki ( $P=0.000$ ) farklar istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir. Diğer RMS materyalleri arasında ise herhangi bir anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $P>0.05$ ).

Siman renginin değişimi sonucu her RMS materyalinde oluşan renk farklılıkları değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ( $P=0.000$ ).

Şekil 52.

*Materyal Tipi ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşime göre  $\Delta E_{00}$  Değerleri Arasındaki İlişki*



***Materyal Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin  $\Delta E_{00}$  Değerine Etkisi***

RMS materyal kalınlığına ve siman rengine bağlı olarak oluşan ortalama renk farklılık değerleri, standart sapma değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları Tablo 11 ve Şekil 53’de sunulmuştur.

Tablo 11.

***Materyal Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin  $\Delta E_{00}$  Değeri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi***

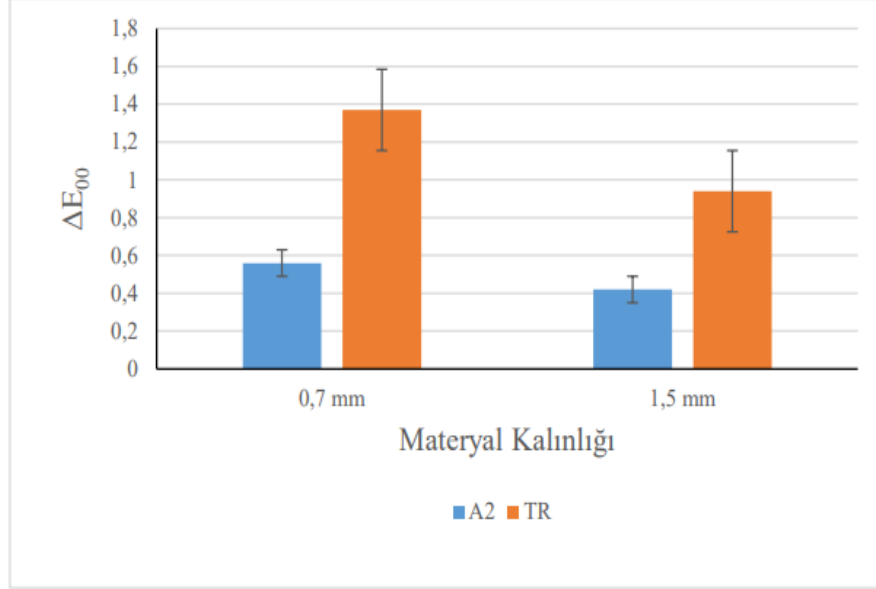
<b>Materyal Kalınlığı</b>	<b>Siman Rengi</b>	
	A2	TR
0.7 mm	0.56 ±0.14 <sup>B,a</sup>	1.37 ±0.33 <sup>A,a</sup>
1.5 mm	0.42 ±0.15 <sup>B,b</sup>	0.94 ±0.25 <sup>A,b</sup>

Aynı satırdaki farklı büyük üst harflere sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $P<0.05$ ). Aynı sütündeki farklı küçük üst harflere sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $P<0.05$ ).

En yüksek renk farklılığı 0.7 mm kalınlığa sahip TR siman uygulanan grupta ( $1.37 \pm 0.33$ ) gözlenirken, en düşük renk farklılığı 1.5 mm kalınlığa sahip A2 siman uygulanan grupta ( $0.42 \pm 0.15$ ) gözlenmiştir. Her bir materyal kalınlığında, siman renginin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa neden olmuştur ( $P=0.000$ ). Materyal kalınlığının değişimi ise hem A2 simanda ( $P=0.000$ ) hem de TR simanda ( $P=0.000$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa neden olmuştur.

Şekil 53.

*Materyal Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşime göre  $\Delta E_{00}$  Değerleri Arasındaki İlişki*



***Materyal Tipi, Materyal Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin  $\Delta E_{00}$  Değerine Etkisi***

RMS materyal tipine, kalınlığına ve siman rengine bağlı olarak oluşan ortalama renk farklılık değerleri, standart sapma değerleri ve istatistiksel analiz sonuçları Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12.

*Materyal Tipi, Materyal Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşimin  $\Delta E_{00}$  Değeri Üzerindeki Etkisinin Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile İncelenmesi*

Siman Rengi	Kalınlık	RMS Tipi				
		Mazic	Camouflage	KZR CAD	Grandio	Brilliant
A2	0.7	0.66 ±0.11 <sup>A,a</sup>	0.56 ±0.13 <sup>A,a</sup>	0.54 ±0.11 <sup>A,a</sup>	0.58 ±0.10 <sup>A,a</sup>	0.48 ±0.17 <sup>A,a</sup>
	1.5	0.58 ±0.13 <sup>A,a</sup>	0.34 ±0.18 <sup>B,b</sup>	0.43 ±0.11 <sup>A,B,a</sup>	0.40 ±0.10 <sup>A,B,b</sup>	0.33 ±0.10 <sup>B,a</sup>
TR	0.7	1.79 ±0.23 <sup>A,a</sup>	1.37 ±0.17 <sup>B,C,a</sup>	1.07 ±0.17 <sup>D,a</sup>	1.46 ±0.27 <sup>B,a</sup>	1.17 ±0.22 <sup>C,D,a</sup>
	1.5	1.15 ±0.38 <sup>A,b</sup>	0.85 ±0.19 <sup>B,b</sup>	0.94 ±0.11 <sup>A,B,a</sup>	0.91 ±0.24 <sup>B,b</sup>	0.85 ±0.17 <sup>B,b</sup>

Aynı satırdaki farklı büyük üst harflere sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $P<0.05$ ). Aynı sütundaki farklı küçük üst harflere sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $P<0.05$ ).

En düşük renk farkı, A2 siman uygulanan 1.5 mm kalınlıktaki Brilliant Crois'da ( $0.33 \pm 0.10$ ) meydana gelirken; en yüksek renk farkı, TR siman uygulanmış 0.7 mm kalınlıktaki Mazic Duro materyalinde ( $1.79 \pm 0.23$ ) gözlenmiştir (Şekil 54).

RMS kalınlığındaki azalma, test edilen tüm gruplardaki  $\Delta E_{00}$  değerlerinde artmaya neden olmuştur. Bu artış;

- A2 siman uygulanan Mazic Duro ( $P=0.349$ ),
- A2 siman uygulanan KZR CAD HR2 ( $P=0.159$ ),
- A2 siman uygulanan Brilliant Crios ( $P=0.056$ ) ve
- TR siman uygulanan KZR CAD HR2 ( $P=0.129$ ) gruplarda anlamlı bir farklılığa neden olmazken, diğer tüm gruplarda önemli bir farklılık oluşturmuştur ( $P<0.05$ ).

Hem 0.7 mm hem de 1.5 mm kalınlıktaki her bir RMS materyali için siman rengi değiştiğinde, oluşan farklılıklar istatistiksel olarak önem göstermiştir ( $P=0.000$ ).

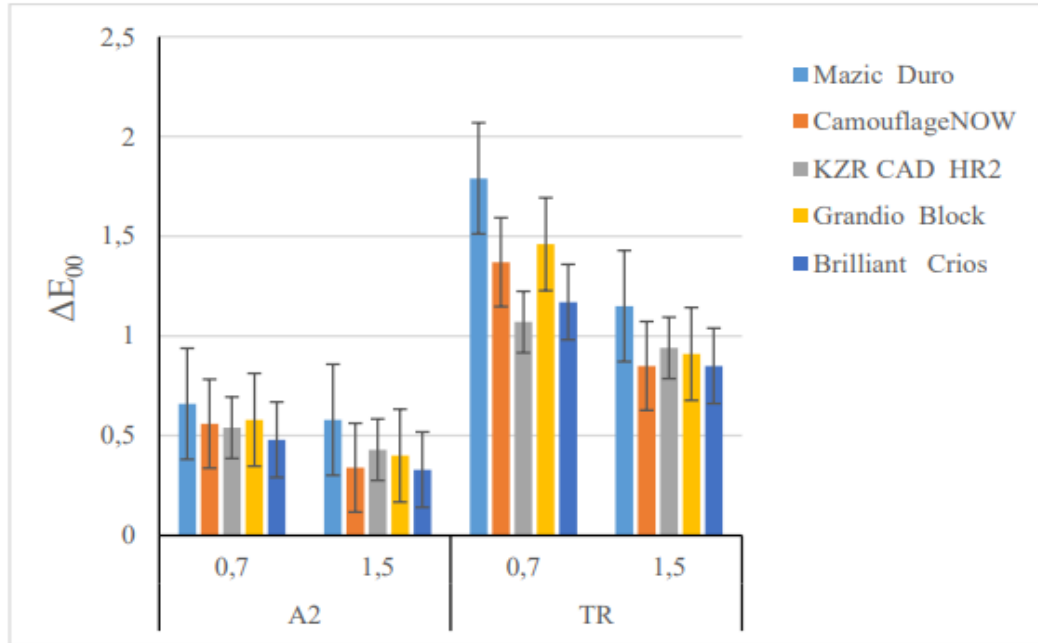
0.7 mm kalınlıktaki RMS örneklerine A2 siman uygulandığında oluşan  $\Delta E_{00}$  değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ( $P>0.05$ ). 1.5 mm kalınlıkta ise, Mazic Duro ile CamouflageNow arasındaki ( $P=0.035$ ) ve Mazic Duro ile Brilliant Crios arasındaki ( $P=0.020$ ) farklar hariç istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $P>0.05$ ).

0.7 mm kalınlıktaki RMS örneklerine TR siman uygulandığında ise; Mazic Duro diğer RMS materyallerine kıyasla önemli derecede daha yüksek renk farkına neden olmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca; Camouflage Now ile KZR CAD HR2 ( $P=0,003$ ) arasında, KZR CAD HR2 ile Grandio Block ( $P=0,000$ ) arasında ve Grandio Block ile Brilliant Crios ( $P=0,005$ ) arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. 1.5 mm kalınlıkta ise;

- Mazic Duro ile Camouflage Now arasında ( $P=0.000$ ),
- Mazic Duro ile Grandio Blocs arasında ( $P=0.000$ ) ve
- Mazic Duro ile Brilliant Crios arasındaki ( $P=0.000$ ) fark hariç RMS materyalleri arasındaki farklar istatistiksel önem göstermemiştir ( $P>0.05$ ).

Şekil 54.

*Materyal Tipi, Kalınlığı ve Siman Rengi Arasındaki Etkileşime Göre  $\Delta E_{00}$  Değerleri Arasındaki İlişki*



## BÖLÜM V

### Tartışma

Bu bölümde, gerçekleştirilen tez çalışmasına bağlı olarak elde edilen bulgular ile literatürdeki araştırmaların sonuçları birlikte değerlendirilerek tartışılmıştır. Bu tez çalışmasının güçlü yönlerine ve kısıtlamalarına değinilmiştir.

RMS materyallerinin sahip oldukları içerik ve kalınlıkların translusensi özelliklerine olan etkilerinin ve farklı renklere sahip rezin simanın, farklı kalınlıklardaki RMS materyallerinin final rengi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu tez çalışmasının hipotezleri, elde edilen istatistiksel analizler sonucunda kabul edilmiştir.

CAD-CAM teknolojisi, modern diş hekimliğinin en hızlı gelişen yönlerinden birisidir. Geleneksel tekniğe göre, CAD-CAM sistemleri ile hasta başında geçirilen sürenin kısalması, klinik maliyetin azalması ve laboratuvar işlemleri için teknik hassasiyete ihtiyaç duyulmaması bu sistemlerin popülaritesinin artmasını sağlamıştır. Daha kontrollü, hassas ve hatasız olan bu sistemler ile yüksek kaliteye sahip dental restorasyonlar üretilir (Li vd. 2014; Sagsoz vd., 2016; Sannino vd., 2015). Konvansiyonel olarak üretilen dental materyallerle karşılaştırıldığında, CAD-CAM bloklarının veya disklerinin optimum koşullar altında standartlaştırılmış ve kontrollü üretim süreci, materyallerin daha homojen ve kusursuz olmasını sağlar (Gunal & Ulusoy, 2018; Zhang ve Kelly, 2017). CAD-CAM sistemlerinde endüstriyel blokların kullanılması ile, protetik restorasyonların üretiminde ve klinik olarak uygulanmaları sırasında materyal kaynaklı hataların meydana gelmesi azaltılmıştır (Spitznagel vd., 2018).

Özellikle hasta başında üretime olanak sağlayan chairside CAD-CAM sistemlerinin popülaritesi, dünya çapında önemli bir artış göstermektedir (Nassani vd., 2021). Konvansiyonel ölçü alımını ve geçici restorasyon yapma gereksinimini elimine eden chairside sistemler, restorasyonun aynı gün içerisinde tamamlanmasına da olanak sağlar (Zaruba & Mehl, 2017). Hasta başında geçirilen süreyi en aza indiren bu sistemler, hasta verilerinin dijital olarak kaydedilmesi ve ihtiyaç anında hızlıca restorasyonu yeniden üretilebilme olanağı sunarlar (Baraudi vd., 2015). Chairside CAD-CAM materyalleri arasında; akrilikler, rezin-esaslı kompozitler, cam seramikler ve RMS'ler bulunur (Blatz & Conejo, 2019).

RMS materyalleri, dental seramiklerin ve kompozit rezinlerin olumlu özelliklerini birleştirmek amacıyla geliştirilmiştir (Gracis vd., 2015). Aşınmaya karşı dirençli olan RMS'lerin yapısı içerisinde bulunan polimerik matriks, antagonist diş dokusunda daha az aşınmayı sağlar (Castro vd., 2020). RMS'ler ultra ince restorasyonların üretimini mümkün kılabilmek için üstün yorgunluk direnci sergilerler. Bu üstün yorulma direnci, restorasyonun çiğneme kuvvetlerine karşı daha dirençli olmasını sağlar (Lucsanszky & Ruse, 2020). Bu materyallerde oklüzal uyumlamalar ve provalar sırasında minimum düzeyde kırılmalar oluşur. Yapısı içerisindeki rezin matriks, frezelenmesinin daha hızlı olmasını sağlar. Üretimleri sonrası ısıl işlem (fırınlama) gerektirmeyen RMS'ler, intraoral olarak kolaylıkla tamir edilebilirler (Gracis vd., 2015; Mainjot vd, 2016; Ongun vd., 2020). Gerçekleştiren bu tez çalışmasında, yukarıda sıralanan nedenler dolayısıyla günümüz klinik uygulamalarında sıklıkla tercih edilen güncel geliştirilmiş RMS materyalleri kullanılmıştır.

Literatürde, farklı dental restoratif materyallerin optik özelliklerini birbirleriyle karşılaştıran birçok çalışmada, araştırmacılar tarafından kullanılan materyallerin rengi sıklıkla Vita Classical renk skalasındaki A2 rengi tercih edilmiştir (Alfouzan vd., 2022; Awad vd., 2015; Çelik & Göktepe 2019; Günal-Abduljalil & Ulusoy 2022; Gunal & Ulusoy 2018; Önöral vd., 2021). Bu tez çalışmasında kullanılan restoratif materyallerin tümü A2 renginde olup Vita Classical renk sistemine uyumludur.

Dental piyasada bulunan RMS blokların çoğunlukla HT (yüksek translusensi) ve LT (düşük translusensi) olmak üzere iki farklı translusensi seçeneği bulunur. Bu tez çalışmasında maskeleme gerektirecek herhangi bir renklenmiş altyapı kullanılmadığı için daha önce yapılan çalışmalarla uyumlu olarak HT bloklar kullanılmıştır (Alfouzan vd., 2022; Çelik & Göktepe 2019; Tabatabaian vd., 2021; Yıldırım vd., 2021).

Bu tez çalışmasında hem lamina veneer hem de tam kron restorasyonlarda kullanılan RMS materyallerinin optik ve nihai renklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. 0.7 mm kalınlığın ortalama bir lamina veneer restorasyonu, 1.5 mm kalınlığın ise ortalama bir tam kron restorasyonu taklit etmesi (Arif vd., 2019, Turgut ve Bagis, 2013) ve ayrıca üretici firmaların da (Coltene, 2022; Glidewell, 2018; Yamakin, 2019; Vericom, 2022; Voco, 2022) bu tip restorasyonlar için yaklaşık olarak yukarıda bahsedilen mm'leri önermeleri nedeniyle bu tez çalışmasında 0.7 mm ve 1.5 mm RMS kalınlıkları tercih edilmiştir.



Doğru ve güvenilir bir yöntem kullanılarak gerçekleştirilen renk analizi, estetik restorasyonun başarısını artırır. Renk ölçümleri görsel olarak veya enstrümantal teknikler kullanılarak değerlendirilir. Enstrümantal ölçümler görsel renk karşılaştırmasının subjektif yorumunu elimine etmeleri nedeniyle daha avantajlı olup renk parametrelerini nicel olarak sunma olanağı sağlarlar ve diş hekimliği araştırmalarında görsel değerlendirme yerine kullanılırlar. Enstrümantal ölçüm cihazları arasında; spektrofotometreler, kolorimetreler, spektoradyometreler ve dijital kameralar yer alır (Dede vd., 2017a; Kurt vd., 2016; Müdüroğlu vd., 2018). Spektrofotometrelerin dental rengin ölçülmesi için uygulanabilir, faydalı ve doğru araçlar olduğu ifade edilmiştir (Chu vd., 2010; Karamouzos vd., 2007). Görsel tekniklerle karşılaştırıldığında, spektrofotometre kullanımının doğruluğu %33 arttırdığı ve hastaların %93,3'ünde daha objektif bir eşleşme sağladığı belirtilmiştir (Lasserre vd., 2011; Paul vd., 2002). Daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda olduğu gibi (Dede vd., 2017a; Gunal & Ulusoy, 2018; Kurtulmus-Yılmaz ve Ulusoy, 2014; Özkanoglu & Akin 2020; Öztürk vd., 2020; Wu vd., 2022, Yıldırım vd., 2021) bu tez çalışmasında da renk koordinatlarının ölçümü için dental spektrofotometre cihazı (VITA Easyshade, Compact) kullanılmıştır.

Yansımayı ölçmek için kullanılan birçok ticari cihazda, ölçülen nesne üzerindeki aydınlatılan alan, ışığın toplandığı alanla aynıdır. Bu konfigürasyon, kağıt gibi güçlü saçılan materyaller için uygundur, ancak translüsent özelliğe sahip materyallerde gelen ışığın bir kısmı, materyal içerisinde etrafa yayılır ve algılama sisteminden kaçar. Kenar kaybı (edge-loss) olarak adlandırılan bu fenomen, hatalı yansıma ölçümüne neden olabilir. Renkli ve opalesans materyaller söz konusu olduğunda, kenar kaybının ölçülen yansıma üzerindeki etkisi dalga boyuna göre değişir (Blackburn vs., 2021; Gevaux vd., 2020; Hany 2022; Pop-Ciutnila vd., 2016). Pencere boyutu küçük olan spektrofometrede, örnek yüzeyine gelen ışık yansıma yapmadan kenarlara dağıldığında oluşan bu fenomen, daha sonra geliştirilen spektoradyometre cihazlarında da oluşmaması için dış ışık kaynağı kullanılarak ve örnek ile cihaz arasındaki boşluk giderilerek önlenmiştir (Bolt vd., 1994; Lim vd., 2010; Pop-Ciutnila vd., 2016). Spektoradyometre kullanarak dental renk ölçümü yapmanın avantajları esas olarak temassız ölçüm yaklaşımı ile ilişkilidir (Joiner & Luo, 2017). Çeşitli çalışmalarda, diğer temaslı ölçüm cihazlarıyla karşılaştırıldığında spektoradyometre kullanılarak gerçekleştirilen dental renk ölçümlerinin insan renk

algısına daha yakın olduğunu gösterilmiştir (Lim vd., 2010a; Lim vd., 2010). Bununla birlikte, dental renk ölçümleri için diğer renk ölçüm cihazlarının kullanılmasına kıyasla spektrometrelerin kullanıldığı daha az yayınlanmış çalışma vardır. Bu durum, bu cihazların daha yüksek maliyetleri ve ölçüm için dikkatli ışıklandırma/görüntüleme koşullarının ayarlanması gerekliliği ile ilişkili olabilir. Bu tez çalışmasında kullanılan RMS materyallerinin translusensi ve renk farkı değerleri spektrometre cihazı kullanılarak ilerideki araştırmalarda hesaplanabilir.

Bu tez çalışmasında, test edilen materyallerle ilgili varyasyonları en aza indirebilmek ve aynı deney tasarımına sahip önceki çalışmalarla (Carabba vd., 2022; Czigola vd., 2019; Günal- Abduljalil & Ulusoy, 2022; Gunal & Ulusoy, 2018; Dede vd., 2017a; Dede vd., 2017b; Kürklü vd., 2013; Önöral vd., 2021; Ongun vd., 2021; Su vd., 2021) güvenilir bir karşılaştırma yapabilmek için; tüm test grupları oluşturulurken, standartlaştırılmış kompozit rezin altyapı, RMS ve rezin siman örnekleri kullanılmıştır. Böylece fabrikasyon sürecinde örneklerin optik özelliklerinde meydana gelebilecek olası değişikliklerin önlenmesi veya en aza indirilmesi amaçlanmıştır.

Göreceli ışık geçirgenliği olarak tanımlanan translusensi özelliği, dental restorasyonlarda optimal estetiğin sağlanması için kilit unsurdur (Gunal & Ulusoy 2018; Kang vd., 2022; Yılmaz vd., 2022). İnsan gözünün parlaklık değişikliklerini algılamada kroma veya renk tonuna göre daha etkin olması nedeniyle, doğal dişlerdeki parlaklık hataları en belirgin estetik hatalar olarak kabul edilir. Doğal dişlerin sahip olduğu kompleks optik özelliklerin, estetik restorasyonlar kullanılarak taklit edilmesi büyük bir zorluk teşkil eder (Al Amri vd., 2021; Ongun vd., 2021). Kullanılacak dental restorasyon ile komşu doğal diş arasındaki translusensi uyumunu sağlayabilmek için, translusensi özelliğini etkileyen faktörlerin iyi bilinmesi gerekir. Dental restorasyonların translusensi özelliklerinin; materyal kompozisyonunda bulunan doldurucu partikül içeriği, boyutu ve miktarından (Awad vd., 2015; Arikawa vd., 2007; Awad vd., 2014), matriks içerisindeki monomer tipinden (Azzopardi vd., 2009; Önöral vd., 2021), kırılma indislerinden (Ongun vd., 2021; Dede vd., 2017a), materyal kalınlığından (Awad vd., 2015; Günal-Abduljalil vd., 2021; Turgut vd., 2014a; Turgut vd., 2014b), yüzey dokusundan (Güenal-Abduljalil vd., 2021; Turgut vd., 2014), içerdiği metal oksitlerden (Haas vd., 2017; Önöral vd., 2021) ve alttaki

dış veya kor yapısı (Basso vd., 2017; Günal-Abduljalil vd., 2021) gibi özelliklerden etkilendiği belirtilmiştir.

0.7 mm kalınlığa sahip porselen veneer seramik materyallerinin translusensi özelliklerinin birbirleri ile karşılaştırıldığı in-vitro bir çalışmada, kalınlık ve materyal tipinin translusensi üzerinde etkili olmakla birlikte translusensi en çok kalınlığın etkilediği ve kalınlık azaldıkça TP değerinde artış gözlemlendiği rapor edilmiştir (Barizon vd., 2014). Vichi vd. (2014), iki farklı kalınlıktaki (0.5 ve 1.0 mm) çeşitli CAD-CAM materyallerinin translusensi özelliklerini birbirleri ile karşılaştırmış ve kalınlık arttıkça kontrast oranı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu ve translusensi özelliğini etkilediğini belirtmiştir. Eğilmez vd. (2018), GC Cerasmart, Vita Enamic ve Lava Ultimate (daha önce geliştirilmiş olan RMS materyalleri) materyallerinin translusensi değerlerinin, materyal tipi ve kalınlığından önemli derecede etkilendiğini belirtmiştir. Bu tez çalışmasında da literatürdeki çalışmalara (Barizon vd., 2014; Bayındır & Köseoğlu, 2020; Eğilmez vd., 2018; Gunal & Ulusoy 2018; Ha vd., 2022; Kang vd., 2022; Oh & Kim, 2016; Pop-Ciutrla vd., 2021; Wang vd., 2013, Vichi vd., 2014) benzer şekilde restoratif materyal kalınlığı azaldıkça translusensi değerleri istatistiksel olarak önemli derecede bir artış göstermiştir.

Seramik materyaller içerdikleri farklı bileşenler nedeniyle optik olarak heterojendirler ve farklı kırılma indislerine sahip küçük partiküllerden oluşurlar. Bu nedenle aynı kategori ve kalınlıktaki seramik materyallerin ışık geçirgenliklerinde farklılık oluşabilir (Azer vd., 2011). Bu tez çalışmasında kullanılan 5 farklı nano ve/veya mikro boyutlu doldurucu RMS materyali arasında en yüksek TP<sub>00</sub> değerini Mazic Duro materyali sergilemiştir. Mazic Duro, diğer RMS materyallerinden farklı olarak rezin matris bileşiminde nano boyutlu partiküller içerir. Görünür ışığın dalga boyundan daha küçük olan bu partiküller, daha az ışık saçılmasına neden olur (Azzopardi vd., 2008; Kang vd., 2020). Bu durum diğer materyallere kıyasla Mazic Duro'nun daha yüksek ışık geçirgenliğini açıklayabilir. Ayrıca Mazic Duro, polimerik matrislerde genellikle temel bir monomer olarak kullanılan Bis-GMA içerir (Arif vd., 2019; Azzopardi vd., 2008; Kang vd., 2020). Bis-GMA'nın UDMA ve TEGDMA gibi diğer monomerlere kıyasla daha translusent olduğu önceki çalışmalarda belirtilmiştir (Azzopardi vd., 2008; Kang vd., 2020).

Bu tez çalışmasında test edilen RMS materyalleri arasında KZR CAD HR2 ve Brilliant Crios, en düşük translusensi değerlerini göstermiştir. KZR CAD HR2 'nin

daha düşük translusensi özelliği sergilemesindeki neden, mikro yapısındaki  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$  ve  $SiO_2$  bileşenleri ile ilişkilendirilebilir. Bu bileşenler opaklaştırıcı ajan olarak görev yaparlar ve materyale opaklık özelliği kazandırarak translusensi değerini düşürürler. Brilliant Crios'un opak davranışı ise; çapraz bağlı metakrilat ve  $ZrO_2$  ile  $TiO_2$  gibi inorganik pigment içerikleriyle ilişkilendirilebilir. Bu oksitler, matriks içerisinde saçılma merkezleri gibi davranarak opaklık seviyesini artırması sonucu ışık iletimini olumsuz yönde etkilerler (Günel-Abduljalil vd., 2021; Haas vd., 2017). Güçlendirici partiküller ile polimerik matriks arasındaki büyük kırılma indisi farklılıkları, matriks fazın ara yüzeyinde çoklu yansıma ve kırılmalara neden olarak opasite değerinin artmasına yol açabilir (Güth vd., 2013; Haas vd., 2017). Daha önceki in-vitro çalışmalarda (Azzopardi vd., 2009; Hass vd., 2017); UDMA (n=1.48), Bis-GMA (n=1.55), Bis-EMA (n=1.53), TEGDMA (n=1.46),  $TiO_2$  (n=2.49),  $Al_2O_3$  (n=1.77) ve  $ZrO_2$  (n=2.22) gibi bileşenlerin kırılma indisleri parantez içerisinde belirtildiği gibi rapor edilmiştir. Brilliant Crios'un yapısı içerisinde bulunan  $TiO_2$  bileşeni diğer inorganik bileşenlere göre daha yüksek kırılma indisine sahip olduğu için, rezin matriksle arasında daha büyük kırılma indisi uyumsuzluğuna neden olarak materyalin daha yüksek opasite özelliği sergilemesine neden olabilir.

Bir seramik restorasyonun komşu doğal dentisyon ile renk uyumu karmaşık bir süreçtir ve renk eşleştirilmesinde yapılan hatalar restorasyonun yeniden yapılmasına neden olabilir (Dede vd., 2017a; Dede vd., 2017b). Seramik restorasyon kalınlığının 2 mm veya daha fazla olduğu durumlarda, alttaki yapıların restorasyonun nihai rengini minimal düzeyde etkilediği belirtilmişti (Alfouzan vd., 2022; Awad vd., 2015; Basso vd., 2017; Chongkavinit & Anunmana 2021; Turgut vd., 2014a; Turgut vd., 2014b). Bununla birlikte, restorasyon kalınlığının 2 mm'den az olduğu durumlarda, restorasyon materyal tipi ve kalınlığının (Günel-Abduljalil & Ulusoy, 2022; Hernandez vd., 2016; Kürklü vd., 2013; Ongun vd., 2021), siman rengi ve kalınlığının (Czigola vd., 2019; Dede vd., 2017a; Dede vd., 2017b; Sayıdeliyeva vd., 2020), altyapı renginin (Czigola vd., 2019; Dede vd., 2017b; Önöral vd., 2021) final restorasyon rengini etkileyebildiği bildirilmiştir.

Rezin simanlar, doğal diş ve restorasyon arasında güçlü bir bağ kurarak bütünlüğü sağlamaları, ağız sıvılarında kolayca çözünmemeleri, biyouyumlu olmaları, üstün mekanik özellikleri, estetik özellikleri ve klinik başarı oranlarının

yüksek olması gibi avantajları nedenleriyle tam seramik restorasyonların simantasyonunda tercih edilirler (Günel-Abduljalil & Ulusoy, 2022; Küçükekenci vd., 2018). Tam seramik restorasyonların final renginin modifiye edilmesi için çeşitli renk seçeneklerine sahip rezin simanlar geliştirilmiştir. Bununla birlikte rezin simanın rengi, yapıştırma işlemi sırasında seramik restorasyonların renk uyumunda zorluklara neden olabilir. Yukarıda da bahsedildiği üzere, seramik restorasyon kalınlığının 2.0 mm'nin altına düştüğü olgularda ya da altta koyu renkli bir diş/abutment varlığında rezin siman rengi istenmeyen sonuçların modifiye edilmesinde veya maskelenmesinde etkili hale gelebilir (Chaiyabut vd., 2011; Vichi vd., 2014; Xing vd., 2017) Rezin simanların polimerizasyon işleminden sonra daha açık olarak görülebildiği belirtilmiştir (Dede vd., 2017a; Emami vd., 2005; Lee, 2008). Ayrıca, bazı kompozit rezin materyalleri ile kendilerine ait renk skalası arasında algılanabilir renk farklılıklarının oluşabildiği ifade edilmiştir (Dede vd., 2017a). Bu nedenlerden dolayı, yapıştırma simanının restorasyonun nihai rengi üzerindeki etkisi klinik deneme pastaları kullanılarak test edilebilir. Literatürdeki çeşitli araştırmalarda (Xing vd., 2010; Vaz vd., 2019) deneme pastalarının araştırılan renklerin çoğu için kendi rezin simanlarına karşılık geldiği belirtilmekle birlikte; renk uyumunun farklılık gösterdiğini belirten çalışmalar da bulunur (Daneshpooy vd., 2019; Ighazali vd., 2018; Mourouzis vd., 2018; Paken vd., 2021; Xu vd., 2014). Diniz vd. (2019) ise, deneme pastası ile karşılık gelen rezin siman arasındaki renk uyumunun rezin siman kompozisyonuna göre değişebileceğini belirtmiştir.

Genellikle alttaki diş/abutment dokusunda herhangi bir renklenme bulunmayan translusent seramik restorasyonların yapıştırılmasında translusent veya universal (A2) renklerdeki rezin simanlar tercih edilir. Bu tez çalışmasında da herhangi bir maskeleme gerektirecek tasarım oluşturulmadığı ve yüksek translusent özelliğe sahip A2 renginde RMS materyaller kullanıldığı için, A2 ve TR siman renkleri tercih edilmiştir.

CAD-CAM restorasyonların, internal uyumu için ideal olan siman tabakası aralığının 100-250 µm kalınlıkta olması gerektiği belirtilmiştir (Boening vd., 2000). Önceki çalışmalarla uyumlu olarak (Borges vd., 2021; Chen vd., 2015; Günel-Abduljalil & Ulusoy, 2022; Perroni vd., 2017; Pires vd., 2017) bu tez çalışmasında da rezin siman kalınlığı ~100 µm (0.1 mm) olarak tercih edilmiştir.

Siman yapıştırma ajanının, estetik restoratif materyallerin renk koordinatları üzerindeki etkisinin yönü, şekli ve büyüklüğünün büyük oranda siman materyalini oluşturan kompozisyonla ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Johnston ve Reisbick, 1997). Rezin matriks içeriği, doldurucu içeriği, partikül içeriği ve boyutu, kırılma indisleri, pigmentler, aktivatör ve inhibitör gibi etkenler; rezin kompozit materyallerinin optik özelliklerini ve rengini oluşturur. Farklı renklere sahip rezin kompozitlerin translusensi özelliklerindeki farklılıklar restorasyonun klinik görünümünü etkileyebilir (Lee, 2012; Ota vd., 2012). Bu tez çalışmasında test edilen 0.7 mm kalınlığındaki RMS materyallere TR siman uygulamasının  $L^*$  değerini arttırması, restoratif materyallerin daha açık görünmesine neden olabileceğini düşündürebilir. Yine aynı kalınlıktaki materyallere TR siman uygulaması sonucu genel olarak  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde azalma olması, test edilen materyallerin daha yeşil ve mavi görünmesine neden olabilir.

Rezin bazlı dental materyallerin renk stabilitesini değerlendiren çeşitli in-vitro çalışmalarda (Mina vd., 2019; Sabatini vd., 2012; Samra vd., 2008), çoğu renk değişikliğinin polimerizasyonun ilk 24 saati içerisinde meydana geldiği bildirilmiştir. Rodrigues vd. (2017), rezin simandaki renk değişikliğinin genel olarak polimerizasyon esnasında reaksiyona girmemiş polimer matriksin bozulması ve dış faktörlerle bağlantılı olması sebebiyle, simantasyon işlemi esnasında optimum polimerizasyonun sağlanması gerektiğini ifade etmiştir. Aynı polimerizasyon mekanizmasına (dual-cure) sahip rezin siman kullanılan önceki dental renk çalışmaları (Chen vd., 2015; Dede vd., 2017a; Dede vd., 2017b; Ongun vd., 2021 Önoral vd., 2021) ile güvenilir karşılaştırmalar yapabilmek için, bu tez çalışmasındaki rezin siman örnekler polimerizasyonlarının tamamlanması için 24 saat  $37^\circ\text{C}$  sıcaklığa sahip inkübatör içerisinde muhafaza edildikten sonra renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

CIE ana renk sistemlerini, renk farkı ( $\Delta E$ ) konseptlerini ve aydınlatma ve görüntüleme geometrilerini tanımlar. Daha önceki zamanlarda gerçekleştirilen dental renk çalışmalarında (Chaiyatibutr vd., 2011; Chang vd., 2009; Della Bona vd., 2013; Kürklü vd., 2013; Turgut & Bağış 2013;) genellikle CIELab formülü ( $\Delta E_{ab}$ ) tercih edilmiştir. Bununla birlikte, bu formül algısal tekdüzelik açısından zayıftır. Renk ölçümü ve görsel algı arasındaki korelasyonu arttırmak için daha kompleks bir formül olan CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) formülü geliştirilmiştir (CIE, 2004).  $\Delta E_{00}$

formülünün insan gözünün algıladığı renk farklılıklarını  $\Delta E_{ab}$  formülünden daha iyi yansıttığı belirtilmiştir (He vd., 2020; Gómez-Polo vd., 2016; Polychronakis vd., 2020). Bu tez çalışmasında da önceki çalışmalarla (Tejada-Casado vd., 2022; Wu vd., 2022) uyumlu olarak  $\Delta E_{00}$  formülü kullanılmıştır.

$\Delta E_{00}$  formülünde deneysel koşulları düzelten parametrik faktörler ( $K_L$ ,  $K_C$  ve  $K_H$ ) 1:1:1 veya 2:1:1 olarak alınabilir. Parametrik faktör oranı, kararın büyüklüğündeki değişiklikleri kontrol etmenin ve algılanabilirlikten ziyade kabul edilebilirliğin ayarlanmasının bir yolu olarak önerilmiştir (Pecho vd., 2016). Dental seramiklerin renginin kabul edilebilirliği üzerine yapılan bir çalışmada,  $\Delta E_{00}$  formülünde  $K_L = 2$  kullanımı ile oluşan renk farklılıklarının görsel değerlendirmelerle daha iyi korelasyon gösterdiği belirtilmiştir (Perez vd., 2011). Bu çalışmada hem algılanabilir ve kabul edilebilir renk farklılıkları değerlendirildiği için hem de literatürdeki benzer dental renk çalışmalarıyla (Carabba vd., 2022; Dede 2017a; Günal-Abduljalil & Ulusoy, 2022; Küçükekenci vd., 2018; Önöral vd., 2021) karşılaştırma sağlayabilmek adına, parametrik faktörler 1:1:1 olarak alınmıştır.

Algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerleri, renk ölçüm değerlerinin açıklanmasında oldukça fayda sağlarlar. Literatürde, diş hekimliğinde algılanabilir ve kabul edilebilir eşik değerleri konusunda farklı eşik değerleri bulunur (Da Silva vd., 2008; Douglas vd., 2007; Ghinea vd., 2010; Johnston & Kao, 1989; Kuehni & Marcus, 1979; O'Brien vd., 1990; Paravina vd., 2015; Ragain, 2000; Seghi vd., 1989).  $\Delta E_{00}$  renk farkı formülü için Ghinea vd. (2015), algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerlerini sırasıyla 1.25 ve 2.23 olarak belirtmiştir. Paravina vd. (2015) ise, bu eşik değerlerini sırasıyla 0.8 ve 1.8 olarak belirtmiştir. Eşik değerlerinde zamanla azalma olması, insan gözünün renk algısındaki gelişimi ile ilişkilendirilebilir. Önceki çalışmalarla (Carabba vd., 2022; Günal-Abduljalil & Ulusoy, 2022; Tejada-Casado vd., 2022; Wu vd., 2022) uyumlu olarak, bu tez çalışmasında  $\Delta E_{00}$  değerlerini analiz etmek için Paravina vd. (2015) tanımladığı 0.8 ve 1.8 eşik değerleri kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında oluşan renk farklılıkları değerleri klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinin altında gözlenmiştir. Diğer RMS materyallerine kıyasla Mazic Duro materyalinde daha yüksek renk farklılıklarının oluşması, materyalin sahip olduğu daha yüksek translusensi seviyesi sonucu, ışığı daha fazla iletmesi ve dolayısıyla alttaki renkten daha fazla etkilenme eğiliminde olması ile açıklanabilir.

Benzer şekilde, Günal-Abduljalil ve Ulusoy (2022), rezin siman renginin Vita Enamic, Lava Ultimate ve GC Cerasmart RMS materyalleri üzerindeki etkisini incelemiş ve GC Cerasmart materyalinde daha yüksek renk farklılıkları gözlenmesini, test edilen diğer materyallere göre daha yüksek translusent özellik sergilemesi ile ilişkilendirmiştir. Bu tez çalışmasında KZR CAD HR2 ve Brilliant Crios materyallerinde daha düşük renk farklılıklarının oluşması ise, bu materyallerin daha fazla opasite özelliği sergilemesi sonucu alttaki rengi maskeleymesi ile ilişkilendirilebilir.

Rezin simanların translusent dental restorasyonun nihai rengi üzerinde farklı etkileri olabilir. Bazı çalışmalar (Carabba vd., 2022; Chen vd., 2015; Dede vd., 2017b; Günal-Abduljalil & Ulusoy, 2022; Xing vd., 2017) siman rengindeki farklılıkların restorasyonun nihai renginde önemli renk farklılıklarına yol açabileceğini bildirirken, diğer çalışmalarda (Chen vd., 2015; Dede vd., 2017a; Küçükekenci vd., 2018; Pires vd., 2017) seramiklerin nihai renginin rezin siman renginden etkilenmediği belirtilmiştir. Çalışmalar arasındaki farklı sonuçlar; restoratif materyallerin ve rezin simanların farklı renkleri, kalınlıkları ve kompozisyonları, arka plan materyallerinin renkleri, kullanılan renk ölçüm cihazları, renk farkı formülleri ve eşik değerleri gibi deneysel tasarım metodolojilerindeki farklılıklarla ilgili olabilir.

Dede vd. (2017a), 1.5 mm kalınlıktaki seramik örneklerde kullanılan farklı markalardaki translusent renkteki rezin simanların, A2 renkteki rezin simanlara göre genel olarak daha büyük renk farklılıkları oluşturduğunu ve bir markanın translusent renginin ise klinik olarak kabul edilemez renk farklılığı oluşturduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde bu tez çalışmasında da translusent renkteki rezin siman, A2 renkteki rezin simana göre daha fazla renk farklılıklarına neden olmuştur. A2 renkteki siman kullanımı sonucu test edilen tüm RMS'lerde oluşan renk farklılıkları algılanamazken, translusent siman kullanımı ile oluşan renk farklılıklarının algılanabilir ancak klinik olarak edilebilir aralık içerisinde olduğu saptanmıştır. Bu durum; kullanılan TR siman yapısı içerisindeki rezin matriks ile partiküller arasındaki kırılma indisi farklılığı ile ilişkilendirilebilir. Bu tez çalışmasının bulgularına göre; özellikle estetiğin önem kazandığı anterior bölgede, yüksek translusensi özelliğine sahip RMS materyaller kullanılarak lamina veneer ya da tam kron restorasyonların A2 altyapı üzerine simantasyonunda translusent siman rengi ilk tercih olmamalıdır.



Kırılma indisi ( $n$ ), ışık ışınının bir ortamdan diğer ortama geçerken bükülmesinin bir ölçüsüdür. Kırılma indisi solüsyonları, iç yansımayı azaltarak ışık iletimini arttırdıkları için dental renk çalışmalarında optik birleştirme aracı olarak kullanılabilir (Ceylan vd., 2013; Hariri vd., 2013). Literatürdeki dental renk çalışmalarında geçici optik bağlantının sağlanmasında distile su (Barizon vd., 2013), immersiyon yağı (Sari vd., 2018), optik sıvı (Dede vd., 2017a; Günal-Abduljalil ve Ulusoy, 2022; Perroni vd., 2016) ve sükröz çözeltisi (Şoim vd., 2018) gibi çeşitli optik bağlantı solüsyonları kullanılmaktadır.

Aynı metodolojinin kullanıldığı önceki çalışmalara (Chang vd., 2009; Dede 2017a; Dede vd., 2017b; Dede vd., 2013; Ongun vd., 2021; Önöral vd.; 2021; Perroni vd., 2016) benzer şekilde, bu tez çalışmasında da, daha iyi bir ışık iletimi sağlamak ve arayüzden ışık saçılmasını ortadan kaldırmak için RMS örnekleri - rezin siman - kompozit altyapı arasında bir optik bağlantı etkisi oluşturmak amacıyla optik jel kullanılmıştır. Çoğu dental seramik materyalinin kırılma indisinin doğal diş dokularına çok yakın olduğu, mine dokusunun kırılma indisi değerinin 1.52 ile 1.63 arasında ve dentin dokusunun kırılma indisinin 1.43 ile 1.57 arasında değiştiği belirtilmiştir (Hariri vd., 2013; Ota vd., 2012). Bu tez çalışmasında kullanılan optik sıvının (Cargille Optical Gel) kırılma indisi değeri ( $n=1.52$ ) doğal diş dokularının kırılma indisi değerine benzerdir.

Kırılma indisi solüsyonlarının değerleri, katı materyallerin değerleri kadar stabil değildir ve buldukları çevrenin ıslığından ve buharlaşmadan kolayca etkilenebilir. Sıvıların kırılma indisi değerlerinin istenilen derecede ayarlanabilmesi için, tüm değerlerin sabit tutulup, çevrenin sıcaklık kat sayısının değiştirilmesi gerekir. Kırılma indisi solüsyonunun bulunduğu ortamdaki sıcaklık derecesi sabit tutulmadığı zamanlarda olumsuz sonuçlar ortaya çıkar. Buharlaşma, solüsyonun içeriğindeki bileşiklerin oranlarını değiştirerek, kırılma indisi değerinde değişikliğe neden olur (Hariri vd., 2013; Ota vd., 2012). Ceylan vd., (2013) kırılma indisi solüsyonlarının siman rengini etkileyebileceğini ve bu solüsyonların tercih edildiği dental çalışmalarda temas süresinin mümkün olduğunca kısa tutulması gerektiğini ifade etmiştir. Bu tez çalışmasında örneklerin optik jel ile teması mümkün olduğu kadar kısa süre tutulmuştur.

Bu tez çalışmasında farklı translusensi ve renk alternatiflerine sahip RMS materyallerin sadece HT seçeneği ve A2 rengi kullanılmıştır ve çalışmanın

sınırlamalarından birini oluşturur. Restorasyonların nihai rengini etkileyebilen rezin simanların çeşitli renk alternatifleri mevcuttur. Farklı üreticiler tarafından geliştirilen aynı renk tonuna sahip rezin simanların, dental seramiklerin rengi üzerinde farklı etkiler oluşturduğu belirtilmiştir (Dede, 2017a). Bu çalışmada ise tek bir marka rezin siman kullanılmış ve sadece A2 ve TR renk tonlarının etkisi incelenmiştir. Bu çalışmanın bir diğer sınırlaması ise; alttaki diş dokusunu simüle etmek için kullanılan kompozit rezin materyal yapısının, doğal diş dokusunun optik özelliklerinden farklılık göstermesidir (Su vd., 2021). Ayrıca altyapı renginin etkisi de incelenmemiştir.

## BÖLÜM VI

### Sonuç ve Öneriler

Lamina veneer ve tam kron restorasyonlarda kullanılan RMS materyallerinin translusensilerinin karşılaştırılması ve siman renginin nihai renge olan etkisinin değerlendirildiği tez çalışmasının temel sonuçlarına ve bu sonuçların neticesinde yapılan önerilere bu bölümde yer verilmiştir.

#### Sonuç

Yapılan çalışmanın sınırlamaları dahilinde, aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- Birbirinden farklı kimyasal kompozisyonlara sahip olması nedeniyle RMS materyalleri farklı optik özellikler sergileyebilir. Test edilen RMS materyalleri arasında en yüksek translusensi özelliği Mazic Duro materyalinde saptanmıştır. Dolayısıyla rezin siman uygulanması sonucu en yüksek renk farklılıkları Mazic Duro materyalinde oluşmuştur.
- Test edilen RMS materyallerinin translusensi değerleri; Mazic Duro > Grandio Blocs = Camouflage Now > Brilliant Crios = KZR CAD HR2 olarak sıralanmıştır.
- RMS materyal kalınlığı azaldıkça, translusensi özelliklerinin önemli derecede arttığı görülmüştür.
- RMS kalınlığının azalması sonucu, siman uygulanan tüm gruplarda oluşan renk farklılıklarının arttığı gözlenmiştir.
- Hem lamina veneer hem de tam kron restorasyon kalınlıklarında A2 renkte rezin siman kullanımı sonucu tüm RMS materyallerinde oluşan renk farklılıklarının algılanamaz ( $\Delta E_{00} < 0.8$ ) olduğu saptanmıştır.
- Hem lamina veneer hem de tam kron restorasyon kalınlıklarında TR renkte rezin siman kullanımı sonucu ise tüm RMS materyallerinde oluşan renk farklılıklarının algılanabilir ancak klinik olarak kabul edilebilir aralık içerisinde olduğu ( $0.8 < \Delta E_{00} \leq 1.8$ ) bulunmuştur.

## Öneriler

### *Araştırma Sonuçlarına Yönelik Öneriler*

- Diş hekimleri, özellikle ince kalınlığa sahip RMS restorasyonların sahip olduğu optik özelliklerin nihai renk üzerindeki etkilerini göz önünde bulundurarak, dikkatli bir şekilde siman rengi ve RMS materyal seçimi yapmalıdır.

### *İleride Yapılacak Araştırmalara Yönelik Öneriler*

- Bu tez çalışmasında RMS materyallerinin yalnızca HT seviyesi ve A2 rengi test edilmiştir; materyallerin farklı translusensi ve renk seçenekleri farklı sonuçlara neden olabilir. Bu nedenle ileriki çalışmalara farklı renk ve translusensi özelliklerine sahip RMS materyalleri araştırmaya dahil edilebilir.
- Nihai rengin değerlendirilmesi, tek bir altyapı rengi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı renklere sahip altyapı ve rezin simanların çalışmaya dahil edilmesi, materyallerin nihai rengi hakkında daha detaylı bilgi edinilmesine yardımcı olabilir.
- Dentin ya da mine dokusunun hangi RMS materyali ile estetik yönden daha iyi restore edilebileceğini ilişkilendirebilmek için, bu çalışmada kullanılan materyaller ile insan dişlerinin optik özellikleri arasındaki ilişki gelecekte incelenmelidir.
- Bu çalışmada test edilen RMS materyallerinin rezin simanla bağlantı oluşturacak yüzeyine herhangi bir yüzey pürüzlendirme işlemi uygulanmamıştır. Restorasyon simante edilmeden önce bağlantı dayanıklılığının artırılması için yüzeyinin pürüzlendirilmesi gereklidir. Ancak, artan yüzey pürüzlülüğü restorasyonların optik özelliklerini etkileyebilir. İleriki çalışmalarda, bu çalışmada test edilen RMS materyallerine çeşitli yüzey pürüzlendirme işlemleri uygulandıktan sonra optik özellikleri karşılaştırılabilir.
- Test edilen restorasyonların uzun dönemde estetik başarılarını değerlendirebilmek için yaşlandırma işlemi uygulanarak, renk stabiliteleri karşılaştırılabilir.

### Kaynakça

- Ahn, J. S., & Lee, Y. K. (2008). Difference in the translucency of all-ceramics by the illuminant. *Dental Materials*, 24(11), 1539-1544.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.03.020>
- Akarca, E. M., Şahin, D., & Cana, R. Ş. (2022) Rezin matris seramikler-derleme. *Current Research in Dental Sciences*, 32(1), 114-118.  
<https://doi.org/10.17567/ataunidfd.888870>
- Akay, C., & Taniş, M. Ç. (2017). Evaluation of color changes of dental luting materials in food colorant solutions. *The International Journal of Artificial Organs*, 40(9), 503-509. <https://doi.org/10.5301/ijao.5000579>
- Al Amri, M. D., Labban, N., Alhijji, S., Alamri, H., Iskandar, M., & Platt, J. A. (2021). In Vitro Evaluation of Translucency and Color Stability of CAD/CAM Polymer-Infiltrated Ceramic Materials after Accelerated Aging. *Journal of Prosthodontics*, 30(4), 318-328. <https://doi.org/10.1111/jopr.13239>
- Alfouzan, A. F., Alnafaiy, S. M., Alsaleh, L. S., Bawazir, N. H., Al-Otaibi, H. N., Taweel, S. M. A., Alshehri, H. A., & Labban, N. (2022). Effects of background color and thickness on the optical properties of CAD-CAM resin-matrix ceramics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 128(3), 497.e1–497.e9.  
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.06.009>
- American Dental Association. (2015). *CDT: Code on dental procedures and nomenclature*. Chicago: American Dental Association.
- Anusavice, K. J., Shen, C. & Rawls, H. R. (2013). *Phillips' Science of Dental Materials* (12. basım). St. Louis: Elsevier Inc.
- Arikawa, H., Kanie, T., Fujii, K., Takahashi, H., & Ban, S. (2007). Effect of filler properties in composite resins on light transmittance characteristics and color. *Dental Materials Journal*, 26(1), 38-44. <https://doi.org/10.4012/dmj.26.38>
- Aspland, J. R., Commerford, T. R., & Smithy, K. J. (1997). *Color Technology in the Textile Industry* (2. basım). American Assoc. of Textile Chemists and Colorists
- Awad, D., Stawarczyk, B., Liebermann, A., & Ilie, N. (2015). Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 113(6), 534–540. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.12.003>

- Azzopardi, N., Moharamzadeh, K., Wood, D. J., Martin, N., & van Noort, R. (2009). Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dental Materials*, *25*(12), 1564-1568.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.07.011>
- Bagis, B., & Turgut, S. (2013). Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers. *Journal of Dentistry*, *41*, e24-e30.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.11.013>
- Bajraktarova-Valjakova, E., Korunoska-Stevkovska, V., Kapusevska, B., Gigovski, N., Bajraktarova-Misevska, C., & Grozdanov, A. (2018). Contemporary dental ceramic materials, a review: chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *6*(9), 1742-1755.
- Barizon, K. T., Bergeron, C., Vargas, M. A., Qian, F., Cobb, D. S., Gratton, D. G., & Geraldeli, S. (2013). Ceramic materials for porcelain veneers. Part I: Correlation between translucency parameters and contrast ratio. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *110*(5), 397–401. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.06.008>
- Baroudi, K., & Ibraheem, S. N. (2015). Assessment of chair-side computer-aided design and computer-aided manufacturing restorations: a review of the literature. *Journal of International Oral Health: JIOH*, *7*(4), 96-104.
- Basso, G. R., Kodama, A. B., Pimentel, A. H., Kaizer, M. R., Bona, A. D., Moraes, R. R., & Boscato, N. (2017). Masking colored substrates using monolithic and bilayer CAD-CAM ceramic structures. *Operative Dentistry*, *42*(4), 387-395.  
<https://doi.org/10.2341/16-247-L>
- Bathala, L., Majeti, V., Rachuri, N., Singh, N., & Gedela, S. (2019). The role of polyether ether ketone (PEEK) in dentistry—a review. *Journal of Medicine and Life*, *12*(1), 5.  
<https://doi.org/10.25122/jml-2019-0003>
- Benli, M., Eker Gümüş, B., Kahraman, Y., Gökçen-Rohlig, B., Evlioğlu, G., Huck, O., & Özcan, M. (2020). Surface roughness and wear behavior of occlusal splint materials made of contemporary and high-performance polymers. *Odontology*, *108*(2), 240-250. <https://doi.org/10.1007/s10266-019-00463-1>
- Beuer, F., Schweiger, J., & Edelhoff, D. (2008). Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British Dental Journal*, *204*(9), 505-511. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2008.350>

- Bhat, V., Shenoy, K., Dandekeri, S. ve Reddy, H. (2016). CAD-CAM Ceramics - A Literature Review. *International Journal of Recent Scientific Research*, 7(3), 9352–9361.
- Bindl, A., & Mörmann, W. H. (2004). Survival rate of mono-ceramic and ceramic-core CAD/CAM-generated anterior crowns over 2–5 years. *European Journal of Oral Sciences*, 112(2), 197-204. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2004.00119.x>
- Blackburn, J., Jackson, T., Cook, R., & Sulaiman, T. A. (2021). Optical properties of a novel glass–ceramic restorative material. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(8), 1160-1165. <https://doi.org/10.1111/jerd.12809>
- Blatz, M. B., & Conejo, J. (2019). The current state of chairside digital dentistry and materials. *Dental Clinics*, 63(2), 175-197. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2018.11.002>
- Boening, K. W., Wolf, B. H., Schmidt, A. E., Kästner, K., & Walter, M. H. (2000). Clinical fit of Procera AllCeram crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 84(4), 419–424. <https://doi.org/10.1067/mpr.2000.109125>.
- Bolt, R. A., Ten Bosch, J. J., & Coops, J. C. (1994). Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. *Physics in Medicine & Biology*, 39(7), 1133. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/39/7/006>
- Borges, L. P. S., Borges, G. A., Correr, A. B., Platt, J. A., Kina, S., Correr-Sobrinho, L., & Costa, A. R. (2021). Effect of lithium disilicate ceramic thickness, shade and translucency on transmitted irradiance and knoop microhardness of a light cured luting resin cement. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 32(8), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10856-021-06562-2>
- Burgess, J. O., Ghuman, T., Cakir, D., & Swift, Jr, E. J. (2010). Self-adhesive resin cements. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 22(6), 412-419. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2010.00378.x>
- Caprak, Y. O., Turkoglu, P., & Akgungor, G. (2019). Does the translucency of novel monolithic CAD/CAM materials affect resin cement polymerization with different curing modes? *Journal of Prosthodontics*, 28(2), e572-e579. <https://doi.org/10.1111/jopr.12956>
- Carrabba, M., Vichi, A., Tozzi, G., Louca, C., & Ferrari, M. (2022). Cement opacity and color as influencing factors on the final shade of metal-free ceramic restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 34(2), 423-429. <https://doi.org/10.1111/jerd.12587>

- Carrabba, M., Vichi, A., Tozzi, G., Louca, C., & Ferrari, M. (2022). Cement opacity and color as influencing factors on the final shade of metal-free ceramic restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *34*(2), 423–429. <https://doi.org/10.1111/jerd.12587>
- Carville, R., & Quinn, F. (2008). The selection of adhesive systems for resin-based luting agents. *Journal of the Irish Dental Association*, *54*(5), 218-222.
- Ceylan, G., Dede, D. Ö., Külünk, Ş., & Öngöz Dede, F. (2013). Effects of refractive index solutions on the color of different luting cements. *Acta Odontologica Scandinavica*, *71*(1), 88-91. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.654244>
- 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.
- 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.
- Chen, H., & Liu, Y. (2014). Teeth. In *Advanced Ceramics for Dentistry* (1. basım). Butterworth-Heinemann.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jpjor.2015.03.001>
- Chongkavinit, P., & Anunmana, C. (2021). Optical effect of resin cement, abutment material, and ceramic thickness on the final shade of CAD-CAM ceramic restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *125*(3), 517.e1-517.e8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.029>
- Chu, S. J., Devigus, A., & Mieleszko, A. (2004). *Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry* (2. Basım). Quintessence publishing.
- 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*, e2-e16. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.001>
- Cochrane, S. (2014). The Munsell Color System: A scientific compromise from the world of art. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, *47*, 26-41. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2014.03.004>



- Coldea, A., Swain, M. V., & Thiel, N. (2013). Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dental Materials*, 29(4), 419-426.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.01.002>
- COLTENE. (2022). Brilliant Crios. Erişim Tarihi: 09.12.2022,  
<https://nam.coltene.com/pim/DOC/BRO/docbro31464a-03-19-en-brilliant-crios-product-guidelinesenaindv1.pdf>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60124-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60124-3)
- Craig, R.G., & Powers, J.M. (2002). *Restorative Dental Materials* (11. basım), Mosby St. Louis Missouri.
- Creamed. (2011). Amberino High Class. Erişim Tarihi: 01.7.2022,  
<https://www.smartgateurope.com/images/download/creamed/AMBARINO%20High-Class%20instruction%20of%20use.pdf>
- Culp, L., & McLaren, E. A. (2010). Lithium disilicate: the restorative material of multiple options. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 31(9), 716–725.
- Czigola, A., Abram, E., Kovacs, Z. I., Marton, K., Hermann, P., & Borbely, J. (2019). Effects of substrate, ceramic thickness, translucency, and cement shade on the color of CAD/CAM lithium-disilicate crowns. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(5), 457-464. <https://doi.org/10.1111/jerd.12470>
- Çelik, E., & Göktepe, B. (2019). Optical Properties of Novel Resin Matrix Ceramic Systems at Different Thicknesses. *Cumhuriyet Dental Journal*, 22(2), 176-184.  
<https://doi.org/10.7126/cumudj.512729>
- Çelik, G., Sarı, T., & Üşümez, A. (2013). Bilgisayar destekli diş hekimliği ve güncel CAD/CAM sistemleri. *Cumhuriyet Dental Journal*, 16(1), 74-82.  
<https://doi.org/10.7126/cdj.2012.1545>
- Çelik, G., Üşümez, A., & Sarı, T. (2013). Bilgisayar Destekli Diş Hekimliği ve Güncel CAD/CAM Sistemleri. *Cumhuriyet Dental Journal*, 16(1), 74-82.  
<https://doi.org/10.7126/cdj.2012.1545>
- 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.  
[https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60083-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60083-9)

- Daneshpooy, M., Azar, F. P., Oskoe, P. A., Bahari, M., Asdagh, S., & Khosravani, S. R. (2019). Color agreement between try-in paste and resin cement: Effect of thickness and regions of ultra-translucent multilayered zirconia veneers. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 13(1), 61.  
<https://doi.org/10.15171/joddd.2019.010>
- Datla, S.R., Alla, R.K., Alluri, V.R., Babu, J.P. ve Konakanchi, A. (2015). Dental Ceramics: Part II – Recent Advances in Dental Ceramics. *American Journal of Materials Engineering and Technology*, 3(2), 19–26.
- de Castro, E. F., Azevedo, V. L. B., Nima, G., de Andrade, O. S., Dias, C. T. D. S., & Giannini, M. (2020). Adhesion, mechanical properties, and microstructure of resin-matrix CAD-CAM ceramics. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 22(4), 421-431.  
<https://doi.org/10.3290/j.jad.a44874>
- Dede, D. Ö., Armaganci, A., Ceylan, G., Cankaya, S., & Çelik, E. (2013). Influence of abutment material and luting cements color on the final color of all ceramics. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(6), 1570-1578.  
<https://doi.org/10.3109/00016357.2013.777114>
- Dede, D. Ö., Ceylan, G., & Yilmaz, B. (2017a). Effect of brand and shade of resin cements on the final color of lithium disilicate ceramic. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(4), 539-544. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.07.014>
- Dede, D. Ö., Sahin, O., Özdemir, O. S., Yilmaz, B., Celik, E., & Köroğlu, A. (2017b). Influence of the color of composite resin foundation and luting cement on the final color of lithium disilicate ceramic systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(1), 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.05.016>
- Della Bona, A., Nogueira, A. D., & Pecho, O. E. (2014). Optical properties of CAD–CAM ceramic systems. *Journal of Dentistry*, 42(9), 1202-1209.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.07.005>
- Denissen, H. W., El-Zohairy, A. A., van Waas, M. A., & Feilzer, A. J. (2002). Porcelain-veneered computer-generated partial crowns. *Quintessence International*, 33(10), 723-730.
- Dentsply Sirona. (2016). CEREC CAD/CAM Materials. Erişim Tarihi: 20.07.2019,  
<https://www.dentsplysirona.com/en/explore/cerec/cad-cam-materials.html>
- Dikiciler, S. (2016). Diş hekimliğinde adezyon ve adeziv rezin simanlarda güncel yaklaşımlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 14, 152–158.

- Diniz, R. S., Albuquerque, L. F. B., Tavares, R. J. R., Moffa, E. B., Lago, A. D. N., & Gonçalves, L. M. (2019). Correspondence between try-in pastes and resin cements, and color stability of bonded lithium disilicate disks. *Brazilian Oral Research*, *33*, e009. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0009>
- Doğan, D. A., & Yüzügüllü, B. (2011). Renk seçiminde güncel teknolojik gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, *4*, 65-72.
- Douglas, R. D. (1997). Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *77*(5), 464-470. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(97\)70137-9](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(97)70137-9)
- Egilmez, F., Ergun, G., Cekic-Nagas, I., Vallittu, P. K., & Lassila, L. V. (2018). Does artificial aging affect mechanical properties of CAD/CAM composite materials. *Journal of Prosthodontic Research*, *62*(1), 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2017.06.001>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.01.002>
- Ertürk, B. K., Çömlekoğlu, M. D., Çömlekoğlu, E., & Güngör, M. (2015). Sabit protetik restorasyonlarda kullanılan güncel tasarım ve üretim yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, *25*(1), 135-143.
- Fasbinder, D. J., Dennison, J. B., Heys, D., & Neiva, G. (2010). A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns. *The Journal of the American Dental Association*, *141*, 10S-14S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0355>
- Fathy, H., Hamama, H. H., El-Wassefy, N., & Mahmoud, S. H. (2022). Clinical performance of resin-matrix ceramic partial coverage restorations: a systematic review. *Clinical Oral Investigations*, *26*(5), 3807–3822. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04449-2>
- Fondriest, J. (2003). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, *23*(5), 467-480.
- Freedman, G. (2012). *Contemporary Esthetic Dentistry* (1. basım). St. Louis: Elsevier Mosby.
- Gevaux, L., Simonot, L., Clerc, R., Gerardin, M., & Hebert, M. (2020). Evaluating edge loss in the reflectance measurement of translucent materials. *Applied Optics*, *59*(28), 8939–8950. <https://doi.org/10.1364/AO.403694>

- Ghinea, R., Pérez, M. M., Herrera, L. J., Rivas, M. J., Yebra, A., & Paravina, R. D. (2010). Color difference thresholds in dental ceramics. *Journal of Dentistry*, 38 Suppl 2, e57–e64. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.008>.
- Gigilashvili, D., Thomas, J. B., Hardeberg, J. Y., & Pedersen, M. (2021). Translucency perception: A review. *Journal of Vision*, 21(8), 4. <https://doi.org/10.1167/jov.21.8.4>
- Giordano, R., & McLaren, E. A. (2010). Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 31(9), 682–700.
- Glidewell Laboratories. CamouflageNow Milling Blocks. Erişim Tarihi: 30.09.2022, <https://glidewell dental.com/solutions/digital-dentistry/materials/camouflage-now-milling-blocks>
- Gómez-Polo, C., Portillo Muñoz, M., Lorenzo Luengo, M. C., Vicente, P., Galindo, P., & Martín Casado, A. M. (2016). Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(1), 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.07.001>
- Gracis, S., Thompson, V. P., Ferencz, J. L., Silva, N. R., & Bonfante, E. A. (2015). A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *The International Journal of Prosthodontics*, 28(3), 227–235. <https://doi.org/10.11607/ijp.4244>
- Guess, P. C., Strub, J. R., Steinhart, N., Wolkewitz, M., & Stappert, C. F. (2009). All-ceramic partial coverage restorations--midterm results of a 5-year prospective clinical splitmouth study. *Journal of Dentistry*, 37(8), 627–637. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.04.006>
- Gunal, B., & Ulusoy, M. M. (2018). Optical properties of contemporary monolithic CAD-CAM restorative materials at different thicknesses. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 30(5), 434–441. <https://doi.org/10.1111/jerd.12382>
- Gülenç, Ö., & Yaluğ, S. (2022). Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramikler. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 11(3), 360-365. <http://doi.org/10.54617/adoklinikbilimler.1074562>
- Günel Abduljalil, B., Ongun, S., & Önöral, Ö. (2021). How will surface conditioning methods influence the translucency and color properties of CAD-CAM resin-matrix ceramics with different thicknesses? *Journal of Esthetic and Restorative dentistry*, 33(6), 925–934. <https://doi.org/10.1111/jerd.12667>

- Günel-Abduljalil, B., & Ulusoy, M. M. (2022). The effect of resin cement shade and restorative material type and thickness on the final color of resin-matrix ceramics. *Journal of Prosthodontic Research*, *66*(1), 75–82.  
[https://doi.org/10.2186/jpr.JPR\\_D\\_20\\_00138](https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_20_00138)
- Güth, J. F., Zuch, T., Zwinge, S., Engels, J., Stimmelmayer, M., & Edelhoff, D. (2013). Optical properties of manually and CAD/CAM-fabricated polymers. *Dental Materials Journal*, *32*(6), 865–871. <https://doi.org/10.4012/dmj.2013-099>
- Ha, R., Tsuchida, Y., Shiozawa, M., & Takahashi, H. (2022). Effect of thickness on color appearance of multilayer CAD/CAM composite resin blocks. *Odontology*, *110*(4), 664–672. <https://doi.org/10.1007/s10266-022-00701-z>
- Haas, K., Azhar, G., Wood, D. J., Moharamzadeh, K., & van Noort, R. (2017). The effects of different opacifiers on the translucency of experimental dental composite resins. *Dental Materials*, *33*(8), e310–e316.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.04.026>
- Hampe, R., Theelke, B., Lümke, N., Eichberger, M., & Stawarczyk, B. (2019). Fracture Toughness Analysis of Ceramic and Resin Composite CAD/CAM Material. *Operative Dentistry*, *44*(4), E190–E201. <https://doi.org/10.2341/18-161-L>
- Hany, R. (2022). Optical properties of dental ceramics. *Biomaterials Journal*, *1*(2), 18–27.  
<https://doi.org/10.5281/znodo.5829408>
- Hariri, I., Sadr, A., Nakashima, S., Shimada, Y., Tagami, J., & Sumi, Y. (2013). Estimation of the enamel and dentin mineral content from the refractive index. *Caries Research*, *47*(1), 18–26. <https://doi.org/10.1159/000342416>
- He, R., Xiao, K., Pointer, M., Melgosa, M., & Bressler, Y. (2022). Optimizing Parametric Factors in CIELAB and CIEDE2000 Color-Difference Formulas for 3D-Printed Spherical Objects. *Materials (Basel)*, *15*(12), 4055.  
<https://doi.org/10.3390/ma15124055>
- Hernandes, D. K., Arrais, C. A., Lima, E.d, Cesar, P. F., & Rodrigues, J. A. (2016). Influence of resin cement shade on the color and translucency of ceramic veneers. *Journal of Applied Oral Science*, *24*(4), 391–396.  
<https://doi.org/10.1590/1678-775720150550>
- Hoorizad, M., Valizadeh, S., Heshmat, H., Tabatabaei, S. F., & Shakeri, T. (2021). Influence of resin cement on color stability of ceramic veneers: *in vitro* study. *Biomaterial*

- Investigations in Dentistry*, 8(1), 11–17.  
<https://doi.org/10.1080/26415275.2020.1855077>  
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.03.014>  
<https://www.vericom.co.kr/eng/product/view.html?uid=70&mode=&depth1=18&depth2=27>
- Hwidi, M. A., & Üçtaşlı, M. B. (2022). İki Farklı CAD/CAM Materyalinin Farklı Kalınlıklarda Translusensi Özelliğinin Değerlendirilmesi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 11(2), 115-122. <https://doi.org/10.54617/adoklinikbilimler.1059137>
- International Commission on Illumination. (2022). CIE technical report: colorimetry. CIE publication no. 15.3. Vienna, Austria: CIE Central Bureau; 2004.
- Ivoclar Vivadent. (2022). IPS e.max ZirCad. Erişim Tarihi: 19.12.2022.,  
[https://www.ivoclar.com/tr\\_tr/products/digital-processes/ips-e.max-zircad](https://www.ivoclar.com/tr_tr/products/digital-processes/ips-e.max-zircad)
- Jacob, S. E., Zubair, S. M., Thomas, M. S., Jathanna, V., & Shenoy, R. (2021). Effect of surface treatment on the dislocation resistance of prefabricated esthetic fiber posts bonded with self-adhesive resin cement: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 24(2), 113–123.  
[https://doi.org/10.4103/jcd.jcd\\_656\\_20](https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_656_20)
- 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.  
<https://doi.org/10.1177/00220345890680051301>.
- Johnston, W. M., & Reisbick, M. H. (1997). Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. *Dental Materials*, 13(2), 89–97.  
[https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(97\)80017-6](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(97)80017-6)
- Joiner A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32 Suppl 1, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.013>
- Joiner, A., & Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of Dentistry*, 67, S3–S10. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.09.006>
- Joiner, A., Hopkinson, I., Deng, Y., & Westland, S. (2008). A review of tooth colour and whiteness. *Journal of Dentistry*, 36 Suppl 1, S2–S7.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.02.001>
- Jovanović, M., Živić, M., & Milosavljević, M. (2021). A potential application of materials based on a polymer and CAD/CAM composite resins in prosthetic dentistry. *Journal*

- of Prosthodontic Research*, 65(2), 137–147.  
[https://doi.org/10.2186/jpr.JPOR\\_2019\\_404](https://doi.org/10.2186/jpr.JPOR_2019_404)
- Kang, S., Ryu, S. Y., Kim, K. M., & Park, S. H. (2022). Effect of thickness on the translucency of resin-based composites and glass-ceramics. *Dental Materials Journal*. <https://doi.org/10.4012/dmj.2022-093>
- Karamouzou, A., Papadopoulou, M. A., Kolokithas, G., & Athanasiou, A. E. (2007). Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(8), 613–621. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2007.01744.x>
- Keshvad, A., Hooshmand, T., Asefzadeh, F., Khalilinejad, F., Alihemmati, M., & Van Noort, R. (2011). Marginal gap, internal fit, and fracture load of leucite-reinforced ceramic inlays fabricated by CEREC inLab and hot-pressed techniques. *Journal of Prosthodontics*, 20(7), 535–540. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2011.00745.x>
- 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. <https://doi.org/10.4047/jap.2016.8.1.37>
- Kim, Y., Son, H. H., Yi, K., Kim, H. Y., Ahn, J., & Chang, J. (2013). The color change in artificial white spot lesions measured using a spectroradiometer. *Clinical Oral Investigations*, 17(1), 139–146. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0680-x>
- Konica Minolta. (2007). Precise Color Communication. Erişim tarihi: 06.06.2022. [https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color\\_communication.pdf](https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf)
- Kontonasaki, E., Rigos, A. E., Ilija, C., & Istantos, T. (2019). Monolithic Zirconia: An Update to Current Knowledge. Optical Properties, Wear, and Clinical Performance. *Dentistry Journal*, 7(3), 90. <https://doi.org/10.3390/dj7030090>.
- Kökat, A. M., & Kökat, A. D. (2021). Monolithic CAD/CAM restorations—Esthetic Zone Applications. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 38(S2), 180-187. <https://doi.org/10.52142/omujecm.38.si.dent.17>
- Kuehni, R. G., & Marcus, R. T. (1979). An experiment in visual scaling of small color differences. *Color Research & Application*, 4(2), 83-91. <https://doi.org/10.1111/J.1520-6378.1979.TB00094.X>

- Kurt, M., Turhan Bal, B., & Bal, C. (2016). Güncel Renk Ölçüm Yöntemleri: Sistematik Derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 22(2), 130-146.  
<https://doi.org/10.5336/dentalsci.2015-46150>
- Küçükekenci, A. S., Kurt, M., & Dede, D. Ö. (2018). Resin cements effect on the final color of novel monolithic CAD/CAM restorations. *Minerva Stomatologica*, 67(5), 202–209. <https://doi.org/10.23736/S0026-4970.18.04164-X>
- Kürklü, D., Azer, S. S., Yılmaz, 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.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.08.017>
- Lasserre, J. F., Pop-Ciutrita, I. S., & Colosi, H. A. (2011). A comparison between a new visual method of colour matching by intraoral camera and conventional visual and spectrometric methods. *Journal of Dentistry*, 39 Suppl 3, e29–e36.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.11.002>
- Lauvahutanon, S., Takahashi, H., Shiozawa, M., Iwasaki, N., Asakawa, Y., Oki, M., Finger, W. J., & Arksornnukit, M. (2014). Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dental Materials Journal*, 33(5), 705–710.  
<https://doi.org/10.4012/dmj.2014-208>
- 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.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.01.014>
- Lee Y. K. (2016). Opalescence of human teeth and dental esthetic restorative materials. *Dental Materials Journal*, 35(6), 845–854.  
<https://doi.org/10.4012/dmj.2016-091>
- Lee Y. K. (2016). Opalescence of human teeth and dental esthetic restorative materials. *Dental Materials Journal*, 35(6), 845–854.  
<https://doi.org/10.4012/dmj.2016-091>
- Li, Q., & Wang, Y. N. (2007). Comparison of shade matching by visual observation and an intraoral dental colorimeter. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(11), 848-854.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2006.01678.x>
- Li, R. W., Chow, T. W., & Matinlinna, J. P. (2014). Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *Journal of Prosthodontic Research*, 58(4), 208–216. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2014.07.003>



- Lim, H. N., Yu, B., & Lee, Y. K. (2010a). Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *104*(4), 239–246. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(10\)60131-X](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60131-X).
- Lim, H. N., Yu, B., Lim, J. I., & Lee, Y. K. (2010b). Correlations between spectroradiometric and spectrophotometric colors of all-ceramic materials. *Dental Materials*, *26*(11), 1052–1058. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.07.005>.
- Lise D.P., Van Ende A., De Munck J., Yoshihara K., Nagaoka N., Cardoso Vieira L.C., & van Meerbeek, B. (2018). Light irradiance through novel CAD-CAM block materials and degree of conversion of composite cements. *Dental Materials*, *34*, 296–305. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.11.008>.
- Liu P. R. (2005). A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, *26*(7), 507–527.
- Lucsanszky, I., & Ruse, N. D. (2020). Fracture Toughness, Flexural Strength, and Flexural Modulus of New CAD/CAM Resin Composite Blocks. *Journal of Prosthodontics*, *29*(1), 34–41. <https://doi.org/10.1111/jopr.13123>
- 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. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(99\)70278-7](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(99)70278-7)
- Mainjot, A. K., Dupont, N. M., Oudkerk, J. C., Dewael, T. Y., & Sadoun, M. J. (2016). From Artisanal to CAD-CAM Blocks: State of the Art of Indirect Composites. *Journal of Dental Research*, *95*(5), 487–495. <https://doi.org/10.1177/0022034516634286>
- Malkondu, O., Tinastepe, N., & Kazazoglu, E. (2016). Influence of type of cement on the color and translucency of monolithic zirconia. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *116*(6), 902–908. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.05>.
- Malkondu, Ö., Tinastepe, N., Akan, E., & Kazazoğlu, E. (2016). An overview of monolithic zirconia in dentistry. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, *30*(4), 644–652. <https://doi.org/10.1080/13102818.2016.1177470>
- Manso, A. P., & Carvalho, R. M. (2017). Dental Cements for Luting and Bonding Restorations: Self-Adhesive Resin Cements. *Dental Clinics of North America*, *61*(4), 821–834. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.006>

- Manso, A. P., Silva, N. R., Bonfante, E. A., Pegoraro, T. A., Dias, R. A., & Carvalho, R. M. (2011). Cements and adhesives for all-ceramic restorations. *Dental Clinics of North America*, 55(2), 311–ix. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.01.011>
- Matsumura, H., Sueyoshi, M., & Atsuta, M. (1992). Radiopacity and physical properties of titanium-polymethacrylate composite. *Journal of Dental Research*, 71(1), 2–6. <https://doi.org/10.1177/00220345920710010201>
- Mina, N. R., Baba, N. Z., Al-Harbi, F. A., Elgezawi, M. F., & Daou, M. (2019). The influence of simulated aging on the color stability of composite resin cements. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(2), 306–310.
- Mitra, S. B. (2008). Dental cements: formulations and handling techniques. In *Dental Biomaterials* (1. basım). Woodhead Publishing.
- 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. <https://doi.org/10.4012/dmj.28.44>
- Moby, V., Dupagne, L., Fouquet, V., Attal, J. P., François, P., & Dursun, E. (2022). Mechanical Properties of Fused Deposition Modeling of Polyetheretherketone (PEEK) and Interest for Dental Restorations: A Systematic Review. *Materials (Basel)*, 15(19), 6801. <https://doi.org/10.3390/ma15196801>.
- Mostawe, L. M. H. (2021). Effect of various beverages on color stability of resin cements master's thesis. Yeditepe University Institute of Health Sciences Department of Prosthodontics. Masters Thesis.
- Mourouzis, P., Koulaouzidou, E., Palaghias, G., & Helvatjoglu-Antoniades, M. (2018). Color match of luting composites and try-in pastes: the impact on the final color of CAD/CAM lithium disilicate restorations. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 13(1), 98–109.
- Mörmann, W. H., & Bindl, A. (2002). All-ceramic, chair-side computer-aided design/computer-aided machining restorations. *Dental Clinics of North America*, 46(2), 405–426. [https://doi.org/10.1016/s0011-8532\(01\)00007-6](https://doi.org/10.1016/s0011-8532(01)00007-6)
- Müdüroğlu, R., Kıvrak, T. Ç., & Nalçacı, A. (2018). Renk Belirlenmesinde Kullanılan Yöntem ve Cihazlar. *Cumhuriyet Dental Journal*, 21(1), 61-69. <https://doi.org/10.7126/cumudj.309148>

- Najeeb, S., Zafar, M. S., Khurshid, Z., & Siddiqui, F. (2016). Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *Journal of Prosthodontic Research*, 60(1), 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.jpjor.2015.10.001>
- Nassani, M. Z., Ibraheem, S., Shamsy, E., Darwish, M., Faden, A., & Kujan, O. (2021). A Survey of Dentists' Perception of Chair-Side CAD/CAM Technology. *Healthcare (Basel)*, 9(1), 68. <https://doi.org/10.3390/healthcare9010068>
- O'Brien, W. J. (2002). *Dental Materials and Their Selection* (3. basım). Illinois: Quintessence Publishing.
- Oh, S. H., & Kim, S. G. (2015). Effect of abutment shade, ceramic thickness, and coping type on the final shade of zirconia all-ceramic restorations: in vitro study of color masking ability. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 7(5), 368–374. <https://doi.org/10.4047/jap.2015.7.5.368>
- Oleari, C. (2016). *Standard Colorimetry: Definitions, Algorithms and Software* (1. basım). Wiley.
- Ongun, S., Önöral, Ö., & Günal-Abduljalil, B. (2021). Evaluation of shade correspondence between current monolithic CAD/CAM blocks and target shade tab by considering the influence of cement shade and restorative material thickness. *Odontology*, 109(2), 393–402. <https://doi.org/10.1007/s10266-020-00554-4>
- 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. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.600724>
- Ozkanoglu, S., & G Akin, E. G. (2020). Evaluation of the effect of various beverages on the color stability and microhardness of restorative materials. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 23(3), 322–328. [https://doi.org/10.4103/njcp.njcp\\_306\\_19](https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_306_19)
- Önöral, Ö., Günal-Abduljalil, B., & Ongun, S. (2021). Effect of color of the cement and the composite resin foundation on the resultant color of resin-matrix ceramics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 125(2), 351.e1–351.e7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.021>
- Paken, G., Yıldırım, B., Ünal, M., Tekeli, A., & Kırarslan, Ö. (2021). Colour agreement between try-in paste and resin cement: effect of background on zirconia-reinforced lithium silicate. *Australian Dental Journal*, 66(4), 406–412. <https://doi.org/10.1111/adj.12866>

- Paravina, R.D., Ghinea, R., Herrera, L.J., Bona, A.D., Igiel, C., Linninger, M., Sakai, M., Takahashi, H., Tashkandi, E., & Perez, M.delM. (2015). Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27 Suppl 1, S1–S9.  
<https://doi.org/10.1111/jerd.12149>
- Paravina R.D., & Powers, J.M. (2004). *Esthetic color training in dentistry* (1. basım). Elsevier Mosby, St. Louis.
- Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N., & Hämmerle, C. H. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*, 81(8), 578–582.  
<https://doi.org/10.1177/154405910208100815>
- Pecho, O. E., Ghinea, R., Alessandretti, R., Pérez, M. M., & Della Bona, A. (2016a). Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dental Materials*, 32(1), 82–92.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.10.015>
- Pecho, O. E., Ghinea, R., Perez, M. M., & Della Bona, A. (2017). Influence of Gender on Visual Shade Matching in Dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(2), E15–E23. <https://doi.org/10.1111/jerd.12292>
- Peixoto, R. T., Paulinelli, V. M., Sander, H. H., Lanza, M. D., Cury, L. A., & Poletto, L. T. (2007). Light transmission through porcelain. *Dental Materials*, 23(11), 1363–1368.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.11.025>
- Perez, M., Ghinea, R., Herrera, L. J., Ionescu, A. M., Pomares, H., Pulgar, R., & Paravina, R. D. (2011). Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *Journal of Dentistry*, 39 Suppl 3, e37–e44.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.09.007>
- Pérez, M.M., Ghinea, R., Ugarte-Alván, L.I., Pulgar, R., and Paravina, R.D. (2010). Color and translucency in silorane-based resin composite compared to universal and nanofilled composites. *Journal of Dentistry*, 38, e110-116.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.06.003>.
- Perroni, A. P., Amaral, C., Kaizer, M. R., Moraes, R. R., & Boscato, N. (2016). Shade of Resin-Based Luting Agents and Final Color of Porcelain Veneers. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28(5), 295–303.  
<https://doi.org/10.1111/jerd.12196>.
- Perroni, A. P., Amaral, C., Kaizer, M. R., Moraes, R. R., & Boscato, N. (2016). Shade of Resin-Based Luting Agents and Final Color of Porcelain Veneers. *Journal of*

- Esthetic and Restorative Dentistry*, 28(5), 295–303.  
<https://doi.org/10.1111/jerd.12196>
- Peumans, M., Van Meerbeek, B., Lambrechts, P., & Vanherle, G. (2000). Porcelain veneers: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 28(3), 163–177.  
[https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(99\)00066-4](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(99)00066-4)
- Phark, J. H., & Duarte, S., Jr. (2022). Microstructural considerations for novel lithium disilicate glass ceramics: A review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 34(1), 92–103. <https://doi.org/10.1111/jerd.12864>.
- Phillips, R. W., Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. (2013). *Phillips' Science of Dental Materials*. Elsevier/Saunders.
- Pires, L. A., Novais, P. M., 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.  
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.04.003>
- Pissaia, J. F., Guanaes, B. K. A., Kintopp, C. C. A., Correr, G. M., da Cunha, L. F., & Gonzaga, C. C. (2019). Color stability of ceramic veneers as a function of resin cement curing mode and shade: 3-year follow-up. *PloS one*, 14(7), e0219183.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219183>
- Polychronakis, N., Lagouvardos, P., Polyzois, G., Sykaras, N., & Zoidis, P. (2020). Color changes of polyetheretherketone (PEEK) and polyoxymethelene (POM) denture resins on single and combined staining/cleansing action by CIELab and CIEDE2000 formulas. *Journal of Prosthodontic Research*, 64(2), 159–166.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpjor.2019.06.005>.
- Pop-Ciutrila, I. S., Ghinea, R., Colosi, H. A., & Ducea, D. (2016). Dentin translucency and color evaluation in human incisors, canines, and molars. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(4), 475–481. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.07.015>
- Pop-Ciutrila, I. S., Ghinea, R., Ducea, D., Ruiz-López, J., Pérez, M. M., & Colosi, H. (2021). The effects of thickness and shade on translucency parameters of contemporary, esthetic dental ceramics. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(5), 795–806. <https://doi.org/10.1111/jerd.12733>
- Pustina-Krasniqi, T., Shala, K., Staka, G., Bicaj, T., Ahmedi, E., & Dula, L. (2017). Lightness, chroma, and hue distributions in natural teeth measured by a

- spectrophotometer. *European Journal of Dentistry*, 11(1), 36–40.  
<https://doi.org/10.4103/1305-7456.202635>
- Ragain, J. C. (2016). A review of color science in dentistry: Colorimetry and color space. *Journal of Dentistry Oral Disorder Therapy*, 4, 1-5.  
<https://doi.org/10.15226/jdodt.2016.00148>
- Reich S. (2015). Tooth-colored CAD/CAM monolithic restorations. *International Journal of Computerized Dentistry*, 18(2), 131–146.
- Ristic, I. & Paravina, R.D. (2009). Color measuring instruments. *Acta Stomatologica Naissi*, 25, 925–932.
- Rosenstiel, S.F., Land, M.F. & Fujimoto, J. (2016). *Contemporary Fixed Prosthodontics* (5. basim). St. Louis: Elsevier Inc.
- Ruales-Carrera, E., Dal Bó, M., das Neves, W. F., Fredel, M. C., Volpato, C. A. M., & Hotza, D. (2022). Chemical tempering of feldspathic porcelain for dentistry applications: A review. *Open Ceramics*, 9, 100201.  
<https://doi.org/10.1016/j.oceram.2021.100201>.
- Ruyter, I.E., Nilner, K. & Moller, B. (1987). Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, 3(5), 246-251.  
[https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(87\)80081-7](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(87)80081-7)
- Sabatini, C., Campillo, M., & Aref, J. (2012). Color stability of ten resin-based restorative materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 24(3), 185–199.  
<https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00442.x>
- Samra, A. P., Pereira, S. K., Delgado, L. C., & Borges, C. P. (2008). Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian oral research*, 22(3), 205–210.  
<https://doi.org/10.1590/s1806-83242008000300003>
- Sannino, G., Germano, F., Arcuri, L., Bigelli, E., Arcuri, C., & Barlattani, A. (2015). CEREC CAD/CAM Chairside System. *ORAL & Implantology*, 7(3), 57–70.
- Santos, G. C., Jr, Santos, M. J., Jr, Rizkalla, A. S., Madani, D. A., & El-Mowafy, O. (2013). Overview of CEREC CAD/CAM chairside system. *General dentistry*, 61(1), 36–41.
- Sarahneh, O., & Günal-Abduljalil, B. (2021). The effect of silane and universal adhesives on the micro-shear bond strength of current resin-matrix ceramics. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 13(5), 292–303.  
<https://doi.org/10.4047/jap.2021.13.5.292>.

- Sari, T., Ural, C., Yüzbasioglu, E., Duran, I., Cengiz, S., & Kavut, I. (2018). Color match of a feldspathic ceramic CAD-CAM material for ultrathin laminate veneers as a function of substrate shade, restoration color, and thickness. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *119*(3), 455–460.  
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.02.022>
- Saridag, S., Helvacioğlu-Yigit, D., Alniacik, G., & Özcan, M. (2015). Radiopacity measurements of direct and indirect resin composites at different thicknesses using digital image analysis. *Dental Materials Journal*, *34*(1), 13–18.  
<https://doi.org/10.4012/dmj.2014-181>.
- Seferli, Z., & Sarıdağ, S. (2020). PEEK Polimerinin Dişhekimliğinde Kullanımı. *Selcuk Dental Journal*, *7*(2), 354-363. <https://doi.org/10.15311/selcukdentj.476586>
- 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. <https://doi.org/10.1177/0022034589068012070>
- Sevmez, H., Ban Güngör, M., & Yilmaz, H. (2019). Rezin Matriks Seramikler. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, *25*(3). <https://doi.org/10.5336/dentalsci.2017-58961>.
- Seyidalıyeva, A., Rues, S., Evagorou, Z., Hassel, A. J., Rammelsberg, P., & Zenthöfer, A. (2020). Color stability of polymer-infiltrated-ceramics compared with lithium disilicate ceramics and composite. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *32*(1), 43–50. <https://doi.org/10.1111/jerd.12525>
- Shamey, R., Sedito, M. G., & Kuehni, R. G. (2010). Comparison of unique hue stimuli determined by two different methods using Munsell color chips. *Color Research & Application*, *35*(6), 419-424. <https://doi.org/10.1002/col.20560>
- Shetty, R., Shenoy, K., Dandekeri, S., Suhaim, K. S., Ragher, M., & Francis, J. (2015). Resin-matrix ceramics: an overview. *Journal of International Scientific Researches*, *6*(11), 7414-17.
- Shiozawa, M., Takahashi, H., Asakawa, Y., & Iwasaki, N. (2015). Color stability of adhesive resin cements after immersion in coffee. *Clinical Oral Investigations*, *19*(2), 309–317. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1272-8>
- Sirona Dental. (2014). CEREC Blocks. <http://manuals.sirona.com/en/digital-dentistry/cad-cammaterials/cerec-blocs.html>

- Spitznagel, F. A., Boldt, J., & Gierthmuehlen, P. C. (2018). CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. *Journal of Dental Research*, 97(10), 1082–1091. <https://doi.org/10.1177/0022034518779759>
- Stamatacos, C., & Simon, J. F. (2013). Cementation of indirect restorations: an overview of resin cements. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 34(1), 42–46.
- Stawarczyk, B., Beuer, F., Wimmer, T., Jahn, D., Sener, B., Roos, M., & Schmidlin, P. R. (2013). Polyetheretherketone—a suitable material for fixed dental prostheses? *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*, 101(7), 1209–1216. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.32932>.
- Stawarczyk, B., Jordan, P., Schmidlin, P. R., Roos, M., Eichberger, M., Gernet, W., & Keul, C. (2014). PEEK surface treatment effects on tensile bond strength to veneering resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(5), 1278–1288. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.05.014>.
- Stawarczyk, B., Schmid, P., Roos, M., Eichberger, M., & Schmidlin, P. R. (2016). Spectrophotometric Evaluation of Polyetheretherketone (PEEK) as a Core Material and a Comparison with Gold Standard Core Materials. *Materials (Basel)*, 9(6), 491. <https://doi.org/10.3390/ma9060491>.
- Su, Y., Xin, M., Chen, X., & Xing, W. (2021). Effect of CAD-CAM ceramic materials on the color match of veneer restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 126(2), 255.e1–255.e7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.04.029>
- Sunico-Segarra, M., & Segarra, A. (2015). Resin cements: factors affecting clinical performance. In *A Practical Clinical Guide to Resin Cements*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Tabatabaian F. (2019). Color Aspect of Monolithic Zirconia Restorations: A Review of the Literature. *Journal of Prosthodontics*, 28(3), 276–287. <https://doi.org/10.1111/jopr.12906>
- Tabatabaian, F., Khaledi, Z., & Namdari, M. (2021). Effect of Ceramic Thickness and Cement Type on the Color Match of High-Translucency Monolithic Zirconia Restorations. *The International Journal of Prosthodontics*, 34(3), 334–340. <https://doi.org/10.11607/ijp.6457>
- Tassin, M., Bonte, E., Loison-Robert, L. S., Nassif, A., Berbar, T., Le Goff, S., Berdal, A., Sadoun, M., & Fournier, B. P. (2016). Effects of high-temperature-pressure



- polymerized resin-infiltrated ceramic networks on oral stem cells. *PLoS One*, 11(5), e0155450. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155450>
- Tejada-Casado, M., Ghinea, R., Pérez M. M., Cardona, J. C., Ionescu, A. M., Lübbe, H., & Herrera, L. J. (2022). Color prediction of layered dental resin composites with varying thickness. *Dental Materials*, 38(8), 1261–1270. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.06.004>.
- Ten Bosch, J. J., & Coops, J. C. (1995). Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *Journal of Dental Research*, 74(1):374–80. <https://doi.org/10.1177/00220345950740011401>
- Toyooka, H., Taira, M., Wakasa, K., Yamaki, M., Fujita, M., & Wada, T. (1993). Radiopacity of 12 visible-light-cured dental composite resins. *Journal of Oral Rehabilitation*, 20(6), 615–622. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1993.tb01648.x>
- Tsuge, T., Kawashima, S., Honda, K., Koizumi, H., Matsumura, H., & Hisamatsu, N. (2008). Radiopacity of anterior and posterior restorative composites. *International Chinese Journal of Dentistry*, 8(4), 49-52.
- Tuncel, İ., Turp, I., & Üşümez, A. (2016). Evaluation of translucency of monolithic zirconia and framework zirconia materials. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 8(3), 181–186. <https://doi.org/10.4047/jap.2016.8.3.181>
- Tuncer, D. (2017). Rezin Simanlar. *Turkiye Klinikleri Journal of Restorative Dentistry*, 3(3), 151–163.
- Turgut, S. & Bağış, B. (2012). Diş Hekimliğinde Renk ve Renk Ölçüm Yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 5, 65–75.
- Turgut, S. ve Bağış, B. (2015). CAD/CAM Teknolojisi ile Estetik Diş Hekimliği. *Turkiye Klinikleri Journal of Prosthodontics-Special Topics*, 1(1), 8–12
- Turgut, S., Bağış, B., Ayaz, E. A., Korkmaz, F. M., Ulusoy, K. U., & Bağış, Y. H. (2014a). How will surface treatments affect the translucency of porcelain laminate veneers? *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 6(1), 8–13. <https://doi.org/10.4047/jap.2014.6.1.8>.
- Turgut, S., Bağış, B., Korkmaz, F. M., & Tamam, E. (2014b). Do surface treatments affect the optical properties of ceramic veneers? *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(3), 618–624. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.04.001>
- Türk, A. G., Ulusoy, M., & Önal, B. (2014). İndirekt restorasyonlarda kullanılan kompozit rezin simanlar. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 35(2), 1-8.

- Ucar, Y., Akova, T., & Aysan, I. (2012). Mechanical properties of polyamide versus different PMMA denture base materials. *Journal of Prosthodontics*, 21(3), 173–176. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2011.00804.x>
- Uludamar, A., Aygün, Ş., & Kulak Özkan, Y. (2011). Tam Seramik Restorasyonların Simantasyonu. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 21(2), 150–162.
- Ural Ç, Duran İ, Tatar N, Öztürk Ö, Kaya İ, Kavut İ. The effect of amine-free initiator system and the polymerization type on color stability of resin cements. *Journal of Oral Science*, 2016;58(2):157-161. <https://doi.org/10.2334/josnusd.15-0619>
- Vadher, R., Parmar, G., Kanodia, S., Chaudhary, A., Kaur, M., & Savadhariya, T. (2014). Basics of color in dentistry: a review. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 13, 78-85.
- van Dijken, J. W., Wing, K. R., & Ruyter, I. E. (1989). An evaluation of the radiopacity of composite restorative materials used in Class I and Class II cavities. *Acta Odontologica Scandinavica*, 47(6), 401–407. <https://doi.org/10.3109/00016358909004809>.
- Vaz, E. C., Vaz, M. M., de Torres, É. M., de Souza, J. B., Barata, T. J. E., & Lopes, L. G. (2019). Resin Cement: Correspondence with Try-In Paste and Influence on the Immediate Final Color of Veneers. *Journal of Prosthodontics*, 28(1), e74–e81. <https://doi.org/10.1111/jopr.1272>.
- Vericom. (2022). Mazic Duro. Erişim Tarihi: 20.08.2022,
- VITA Zahnfabrik. (2022a). VITA CAD-Temp. Erişim Tarihi: 18.11.2022, <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-CAD-Temp-multiColor-25330,27568.html>
- VITA Zahnfabrik. (2022b). VITA CAD-Temp® IS. Erişim Tarihi: 18.11.2022 <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/Dentist-Solutions/CAD/CAM-fabrication/Implant-supported-restorations/VITA-CAD-Temp-IS-38740,27568.html>
- VITA Zahnfabrik. (2022c). VITA Enamic. Erişim Tarihi: 19.12.2022, <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-ENAMIC-24970.html>
- VITA Zahnfabrik. (2022d). VITA Shade Guides. Erişim Tarihi: 15.06.2022, <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-shade-guides-31233,98477.html>
- VITA Zahnfabrik. (2022e). VITA SUPRINITY® PC. Erişim Tarihi: 02.10.2022, <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-SUPRINITY-PC-44049.html>
- VITA Zahnfabrik. (2022f). VITABLOCS®. Erişim Tarihi: 02.08.2022, <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITABLOCS-Mark-II-25030,27568.html>

- Vichi, A., Carrabba, M., Paravina, R., & Ferrari, M. (2014). Translucency of ceramic materials for CEREC CAD/CAM system. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 26(4), 224–231. <https://doi.org/10.1111/jerd.12105>
- Vichi, A., Louca, C., Corciolani, G., & Ferrari, M. (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dental Materials*, 27(1), 97– 108. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.018>
- Vichi, A., Sedda, M., Fabian Fonzar, R., Carrabba, M., & Ferrari, M. (2016). Comparison of Contrast Ratio, Translucency Parameter, and Flexural Strength of Traditional and "Augmented Translucency" Zirconia for CEREC CAD/CAM System. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28 Suppl 1, S32–S39. <https://doi.org/10.1111/jerd.12172>.
- Villarroel, M., Fahl, N., De Sousa, A. M., & de Oliveira, O. B. (2011). Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(2), 73-87. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2010.00392.x>
- VOCO Dental. (2018). Grandio blocs. Erişim tarihi: 09.12.2022, [https://www.voco.dental/en/portaldata/1/resources/products/folders/gb/grandio-blocs-disc\\_fol\\_gb.pdf](https://www.voco.dental/en/portaldata/1/resources/products/folders/gb/grandio-blocs-disc_fol_gb.pdf)
- Vrochari, A. D., Eliades, G., Hellwig, E., & Wrbas, K. T. (2009). Curing efficiency of four self-etching, self-adhesive resin cements. *Dental Materials*, 25(9), 1104-1108. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.02.015>
- Wang, F., Takahashi, H., & Iwasaki, N. (2013). Translucency of dental ceramics with different thicknesses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 110(1), 14–20. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60333-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60333-9)
- Wang, H., Xiong, F., & Zhenhua, L. (2011). Influence of varied surface texture of dentin porcelain on optical properties of porcelain specimens. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(4), 242–248. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60039-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60039-5)
- Wang, H., Xu, M., Zhang, W., Kwok, D. T., Jiang, J., Wu, Z., & Chu, P. K. (2010). Mechanical and biological characteristics of diamond-like carbon coated poly aryl-ether-ether-ketone. *Biomaterials*, 31(32), 8181–8187. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2010.07.054>

- Westland S. (2003). Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15 (Suppl 1): 5-12. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2003.tb00313.x>
- Wiedhahn K. (2006). CEREC veneers: esthetics and longevity. In: *State of the art of CAD/CAM restorations: 20 years of CEREC* (1. basım). Quintessence Publishing.
- Wimmer, T., Huffmann, A. M., Eichberger, M., Schmidlin, P. R., & Stawarczyk, B. (2016). Two-body wear rate of PEEK, CAD/CAM resin composite and PMMA: Effect of specimen geometries, antagonist materials and test set-up configuration. *Dental Materials*, 32(6), 127–136. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.03.005>
- Wu, Z., Tian, J., Wei, D., Di, P., & Lin, Y. (2022). Quantitative analysis of color accuracy and bias in 4 dental CAD-CAM monolithic restorative materials with different thicknesses: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 128(1), 92.e1–92.e7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.04.02>
- Xing, W., Chen, X., Ren, D., Zhan, K., & Wang, Y. (2017). The effect of ceramic thickness and resin cement shades on the color matching of ceramic veneers in discolored teeth. *Odontology*, 105(4), 460–466. <https://doi.org/10.1007/s10266-016-0287-9>
- Xu, B., Chen, X., Li, R., Wang, Y., & Li, Q. (2014). Agreement of try-in pastes and the corresponding luting composites on the final color of ceramic veneers. *Journal of Prosthodontics*, 23(4), 308–312. <https://doi.org/10.1111/jopr.12109>.
- Yamakin. (2019). KZR CAD HR 2. Erişim tarihi: 09.12.2022, [https://www.yamakinglobal.com/data/kzr\\_cad\\_hr2/use/kzr\\_cad\\_hr2\\_use\\_english.pdf](https://www.yamakinglobal.com/data/kzr_cad_hr2/use/kzr_cad_hr2_use_english.pdf)
- Yılmaz, Ö., Dikicier, S. & Atay, A. (2022). Tam seramik restorasyonlarda renk seçim yöntemlerinin ve etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi: Literatür derlemesi. *Dental and Medical Journal - Review* , 4(2), 156-170. <https://dergipark.org.tr/en/pub/dmj/issue/71037/1088861>.
- Yildirim, B., Recen, D., & Tekeli Simsek, A. (2021). Effect of cement color and tooth-shaded background on the final color of lithium disilicate and zirconia-reinforced lithium silicate ceramics: An in vitro study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(2), 380–386. <https://doi.org/10.1111/jerd.12611>.
- Zarone, F., Di Mauro, M. I., Ausiello, P., Ruggiero, G., & Sorrentino, R. (2019). Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC Oral Health*, 19(1), 134. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0838-x>

- Zarone, F., Ruggiero, G., Leone, R., Breschi, L., Leuci, S., & Sorrentino, R. (2021). Zirconia-reinforced lithium silicate (ZLS) mechanical and biological properties: A literature review. *Journal of Dentistry*, *109*, 103661. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103661>
- Zhang, Y., & Kelly, J. R. (2017). Dental Ceramics for Restoration and Metal Veneering. *Dental Clinics of North America*, *61*(4), 797–819. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.005>
- Zimmer, S., Göhlich, O., Rüttermann, S., Lang, H., Raab, W. H., & Barthel, C. R. (2008). Long-term survival of Cerec restorations: a 10-year study. *Operative Dentistry*, *33*(5), 484–487. <https://doi.org/10.2341/07-142>

## Ek 1. Yayın

[Downloaded free from <http://www.njcponline.com> on Wednesday, October 19, 2022, IP: 102.66.13.120]

### Original Article

## Assessment of Relative Translucency and Resultant Color of Contemporary Resin-Matrix Ceramics Indicated for Laminate Veneers and Full Crowns

S Uğur, B Günel

Department of Prosthetic Dentistry, Faculty of Dentistry, Near East University, Nicosia, Mersin-10 Turkey

**Received:**  
04-Mar-2022;  
**Revision:**  
13-May-2022;  
**Accepted:**  
02-Jun-2022;  
**Published:**  
16-Aug-2022

**ABSTRACT** **Background and Aims:** Evaluation of the optical properties of restorative materials is an important parameter for identifying clinical success. The aim of this study was to compare the translucency of contemporary resin-matrix ceramics (RMCs) and to evaluate the effect of cement shade on the final color of RMCs indicated for laminate veneers and full crowns. **Materials and Methods:** A hundred A2 shade RMC specimens were fabricated by using Mazic Duro (MD), CAMouflage NOW (CN), KZR-CAD HR2 (KZR), Grandio Block (GB), and Brilliant Crios (BC) at 0.7-mm and 1.5-mm thicknesses (n = 10). A2 shade composite resin was used for the foundation structure. Twenty resin-cement specimens were prepared from A2 and translucent shades at 0.1-mm thickness. Interchangeably, the foundation-cement-resin matrix ceramic assemblies were created with optical gel. The color coordinates were recorded using a spectrophotometer. After calculating translucency parameter (TP<sub>00</sub>) and color difference ( $\Delta E_{00}$ ) values, data were analyzed statistically (P = 0.05). **Results:** TP<sub>00</sub> values were influenced by RMC type and thickness. TP<sub>00</sub> values of RMCs can be listed in descending order as MD>GB = CN>BC=KZR.  $\Delta E_{00}$  values were significantly influenced by all parameters and their interactions. MD exhibited higher  $\Delta E_{00}$  values among tested RMCs. The effect of A2 cement was not perceived visually while TR cement demonstrated visually perceptible but clinically acceptable values for both laminate veneers and full crowns. As the material thickness decreased, the TP<sub>00</sub> and  $\Delta E_{00}$  values increased in all RMCs. **Conclusions:** Clinicians should carefully prefer cement shade and RMC material by contemplating their impact on the optical properties particularly when the restoration is thin.

**KEYWORDS:** Color difference, esthetic, relative translucency, resin cement, resin-matrix ceramic

### INTRODUCTION

Mechanical and esthetic characteristics have been considered as pivotal factors for the long-term viability of a dental restoration. The replication of optical properties of natural teeth by using dental ceramic restorations poses a great challenge.<sup>[1]</sup> In particular, metal-ceramic restorations prevent light transmission due to the metallic coping and thereby create undesirable negative chromatic results.<sup>[2]</sup>

To circumvent this unesthetic appearance, ceramics free from metals have been launched. Remarkably swift

progression in Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing (CAD-CAM) technology has led to the diversification of preprocessed blocks/discs used in the fabrication of these restorations.<sup>[3]</sup> Due to the controlled industrial manufacturing process, lesser defects and porosities are encountered in these

**Address for correspondence:** Dr. S Uğur,  
Department of Prosthetic Dentistry, Faculty of Dentistry,  
Near East University, Near East Boulevard - 99138, Nicosia,  
Mersin-10 Turkey.  
E-mail: [suzan.ugur@neu.edu.tr](mailto:suzan.ugur@neu.edu.tr)

This is an open access journal, and articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 License, which allows others to remix, tweak, and build upon the work non-commercially, as long as appropriate credit is given and the new creations are licensed under the identical terms.

For reprints contact: [WKHLRPMedknow\\_reprints@wolterskluwer.com](mailto:WKHLRPMedknow_reprints@wolterskluwer.com)

**How to cite this article:** Uğur S, Günel B. Assessment of relative translucency and resultant color of contemporary resin-matrix ceramics indicated for laminate veneers and full crowns. Niger J Clin Pract 2022;25:1324-31.

Access this article online	
Quick Response Code:	Website: <a href="http://www.njcponline.com">www.njcponline.com</a>
	DOI: 10.4103/njcp.njcp_172_22

## Ek 2.

## İntihal Raporu

## Doktora Tezi

## ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://docs.neu.edu.tr">docs.neu.edu.tr</a> Internet	2782 words — 11%
2	<a href="https://acikbilim.yok.gov.tr">acikbilim.yok.gov.tr</a> Internet	170 words — 1%
3	<a href="https://dergipark.org.tr">dergipark.org.tr</a> Internet	100 words — < 1%
4	<a href="http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> Internet	49 words — < 1%
5	Arrieta-Garay, Yanine, Laura García-Llobodanin, José Ricardo Pérez-Correa, Cristina López-Vázquez, Ignacio Orriols, and Francisco López. "Aromatically Enhanced Pear Distillates from Blanquilla and Conference Varieties Using a Packed Column", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013. Crossref	48 words — < 1%
6	<a href="http://www.gecekitapligi.com">www.gecekitapligi.com</a> Internet	31 words — < 1%
7	<a href="https://tr.esc.wiki">tr.esc.wiki</a> Internet	30 words — < 1%
8	<a href="http://vericom.co.kr">vericom.co.kr</a> Internet	26 words — < 1%

- 9 Natalie Marinho Dantas, Vanessa Sales de Oliveira, Geni Rodrigues Sampaio, Yane Sane Koppe Chrysostomo et al. "Lipid profile and high contents of cholesterol oxidation products (COPs) in different commercial brands of canned tuna", Food Chemistry, 2021  
Crossref 23 words — < 1%
- 10 Nazmiye ŞEN, Şevki ÇINAR. "Evaluation of the Effect of Monolithic Zirconia Thickness on the Light Transmission&#775;", Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences, 2018  
Crossref 19 words — < 1%
- 11 [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)  
Internet 19 words — < 1%
- 12 [www.dentalsepet.com](http://www.dentalsepet.com)  
Internet 14 words — < 1%
- 13 [paperity.org](http://paperity.org)  
Internet 13 words — < 1%
- 14 Jin - Ho Phark, Sillas Duarte. "Microstructural considerations for novel lithium disilicate glass ceramics: A review", Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2022  
Crossref 12 words — < 1%
- 15 [nedeninedir.com](http://nedeninedir.com)  
Internet 12 words — < 1%
- 16 [ihslc.mehmetakif.edu.tr](http://ihslc.mehmetakif.edu.tr)  
Internet 11 words — < 1%
- 17 [katalog.istanbul.edu.tr](http://katalog.istanbul.edu.tr)  
Internet 11 words — < 1%



- 18 [www.eudent.sk](http://www.eudent.sk)  
Internet 11 words — < 1%
- 19 Hatice SEVMEZ, Merve BANKOĞLU GÜNGÖR, Handan YILMAZ. "Resin Matrix Ceramics", *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 2019  
Crossref 10 words — < 1%
- 20 Jing Jiang, Rui-fang Wu, Zhen-hai Wang, Hui-chen Sun, Zheng Xu, He-ming Xiu. "Effect of mifepristone on estrogen and progesterone receptors in human endometrial and endometriotic cells in vitro", *Fertility and Sterility*, 2002  
Crossref 10 words — < 1%
- 21 [dspace.akdeniz.edu.tr:8080](http://dspace.akdeniz.edu.tr:8080)  
Internet 10 words — < 1%
- 22 [www.dicle.edu.tr](http://www.dicle.edu.tr)  
Internet 10 words — < 1%
- 23 Bayram, Raif Burak. "Metal Sektoru Icin Goruntu Isleme Tabanlı Bir Kusurlu uRun Tespit Sistemi", *Bursa Uludag University*  
ProQuest 9 words — < 1%
- 24 Kecik Buyukhatipoglu, Isil, Asli Secilmis, and Gulfem Ergun. "Effects of surface treatments on the shear bond strength of luting cements to zirconia", *Journal of Adhesion Science and Technology*, 2016.  
Crossref 9 words — < 1%
- 25 [docplayer.biz.tr](http://docplayer.biz.tr)  
Internet 9 words — < 1%
- 26 [dspace.gazi.edu.tr](http://dspace.gazi.edu.tr)  
Internet 9 words — < 1%

- 27 [www.voco.dental](http://www.voco.dental) 9 words — < 1%  
Internet
- 28 Adriana P. Manso, Ricardo M. Carvalho. "Dental Cements for Luting and Bonding Restorations", Dental Clinics of North America, 2017 8 words — < 1%  
Crossref
- 29 Ozyoney, Nuran Noyan. "Farkli yuzey islemlerinin Rezin simanlarin Seramik Materyaline Olan baglanti dayanimi uzerine Etkisinin Incelenmesi", Marmara Universitesi (Turkey), 2021 8 words — < 1%  
ProQuest
- 30 Taşçı, Alper. "Demiryolu Standartlarına Uyumlu Ledli Aydınlatma Armatürü Lens Tasarımı", Sakarya Universitesi (Turkey), 2022 8 words — < 1%  
ProQuest
- 31 YILMAZA, Gökhan, ÇOMLEKOGLU, M. Erhan ,a and ŞENGÜN, Ece. "Lamina Venerlerin Final Rengine Etki Eden Faktörler", Ortadoğu Reklam Tanıtım Yayıncılık Turizm Eğitim İnşaat Sanayi ve Ticaret, 2017. 8 words — < 1%  
Publications
- 32 [www.ceyrekmuhendis.com](http://www.ceyrekmuhendis.com) 8 words — < 1%  
Internet
- 33 [www.virtualdentistrycongress.com](http://www.virtualdentistrycongress.com) 8 words — < 1%  
Internet
- 34 Özay Önöral, Burcu Günal-Abduljalil, Salim Ongun. "Effect of color of the cement and the composite resin foundation on the resultant color of resin-matrix ceramics", The Journal of Prosthetic Dentistry, 2020 8 words — < 1%  
Crossref

- 35 Bugurman, Burcu. "LAVA Zirconia Sistemi ve Farkli Yuzey Preparasyonlari Ile Yapilan Anterior Kopru Restorasyonlari Uzun Donem Klinik Basarilarinin Incelenmesi", Marmara Universitesi (Turkey) 7 words — < 1%  
ProQuest
- 36 Guleryuz, Neslihan. "Beyazlatma islemi Sonrasi Yapilan Kompozit Restorasyonlari Baglanma Dayanimina Antioksidan Ajan Ve Bekletme Suresinin Etkisi.", Marmara Universitesi (Turkey), 2021 7 words — < 1%  
ProQuest
- 37 NAGAŞ, Işıl Çekiç, EGİLMEZ, Ferhan, ERGÜN, Gülfem, VALİTTU, Pekka K. and LASSİLA, Lippo V.. "Farklı yüzey bitirme ve parlatma uygulamalarının nano-hibrit ve polimer infiltre seramiklerin ışık geçirgenliğine etkisi", Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 2017. 7 words — < 1%  
Publications
- 38 Ozyoney, Gurol. "Asiri Madde Kayipli Dislerde Ips Empress li Onley Restorasyonlari Klinik Ve in Vitro Sartlarda Incelenmesi.", Marmara Universitesi (Turkey), 2021 7 words — < 1%  
ProQuest
- 39 Tureli, Derya. "3 Tesla Magnetik Rezonans goruntulemede lliolumbar ligamanin Lumbosakral Transizyonel Vertebra saptanmasindaki etkinligi Ve Vertebra numaralandirmadaki yeterlilikinin noral, Osseoz Ve vaskuler belirteclerle karsilastirmasi", Marmara Universitesi (Turkey), 2021 7 words — < 1%  
ProQuest
- 40 KilinC, Kubra. "Okul Oncesi Ogretmen Adaylari Uzun Yaratıcı Kisilik Ozelliklerinin ve Duygusal Zeka Duzeylerinin Cesitli Degiskenler Acisindan Incelenmesi.", Marmara Universitesi (Turkey), 2021 6 words — < 1%  
ProQuest

---

41 SARI, Mustafa Erhan, KOYUTÜRK, Alp Erdin and ÇANKAYA, Soner. "Günlük tüketilen yiyecek ve içeceklerin mine ve dolgu materyallerinin yüzey sertliği ve pürüzlülüğüne etkisi", Atatürk Üniversitesi, 2010. 6 words — < 1%  
Publications

---

42 Temizci, Tugba. "Farkli Yaslandirma Tekniklerinin Farkli Kalinliktaki Tam Seramik Materyallerin Renk Degisimi uzerine Etkisinin Incelenmesi", Necmettin Erbakan University (Turkey) 6 words — < 1%  
ProQuest

---

EXCLUDE QUOTES OFF  
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY OFF

EXCLUDE SOURCES OFF  
EXCLUDE MATCHES OFF

## Özgeçmiş

1. **Adı Soyadı:** Suzan UĞUR
2. **Doğum Tarihi:** 9 Mart 1994
3. **Doğum Yeri:** Güzelyurt
3. **Akademik Ünvanı:** Dt.
4. **İş Telefonu:** 05338891657
5. **Cep Telefonu:** 05338891657
6. **İş Adresi:** Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi ABD. 4. Kat Lefkoşa/KKTC
7. **E-postası:** suzan.ugur@neu.edu.tr
8. **Bildiği Yabancı Diller:** İngilizce

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	-	-	-
Yüksek Lisans	Diş Hekimliği	Yakın Doğu Üniversitesi	2017
Doktora	Protetik Diş Tedavisi	Yakın Doğu Üniversitesi	2017- Halen

### Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

Ugur, S., & Gunal, B. (2022). Assessment of relative translucency and resultant color of contemporary resin-matrix ceramics indicated for laminate veneers and full crowns. *Nigerian journal of clinical practice*, 25(8), 1324–1331.

[https://doi.org/10.4103/njcp.njcp\\_172\\_22](https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_172_22)

### Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

Sözlü Sunum 1. Uğur, S., & Günal, B. (2022). Lamina Veneer ve Tam Kron Restorasyonların Üretilmesinde Kullanılan Güncel Rezin-Matriks Seramik Materyallerinin Translusensi Özelliklerinin Karşılaştırılması. TDB 26. Uluslararası Diş hekimliği Kongresi, İstanbul, Türkiye.

Poster Sunumu 1. Uğur S, Arınç H. (2018) Stress Distribution of Short-implants with Different Prosthetic Materials and Crown-lengths. IBMEC II. International Biomedical Engineering, Near East University, North Cyprus.

Poster Sunumu 2. Uğur S, Günal-Abduljalil B. (2019) Maksiller Dişlerin Monolitik Restorasyonlar ile Estetik Tedavisi. Vaka Sunumu. TDB 25. Uluslararası Diş hekimliği Kongresi, İstanbul, Türkiye.

Poster Sunumu 3. Uğur S, Günal-Abduljalil B. (2019) Antibiyotik Renklenmesi Olan Dişlerin Protetik Restorasyonlar ile Estetik Tedavisi. TDB 25. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, İstanbul, Türkiye.

#### **Web of Science veya Scopus veri tabanlarında taranmayan saygın kongre/sempozyumlara katılım**

1. TDB 25. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, İstanbul, Türkiye (Eylül, 2019)
2. TDB 25. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, İstanbul, Türkiye (Eylül, 2022)

#### **Bilimsel ve Mesleki Kuruluşlara Üyelikler**

1. Kıbrıs Türk Diş Tabipleri Odası