

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANA BİLİM DALI

**FARKLI “CORE” DESTEKLİ PORSELEN RESTORASYONLARIN
SİMENTASYONUNDA KULLANILAN DEĞİŞİK RENKTEKİ “DUAL CURE”
SİMANLARIN RENK ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Eser ŞİMŞEK

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Çetin SUCA

ANKARA
ARALIK 2011

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANA BİLİM DALI

**FARKLI “CORE” DESTEKLİ PORSELEN RESTORASYONLARIN
SİMENTASYONUNDA KULLANILAN DEĞİŞİK RENKTEKİ “DUAL CURE”
SİMANLARIN RENK ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Eser ŞİMŞEK

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Çetin SUCA

Bu tez Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 03/2008-01 proje numarası ile desteklenmiştir

ANKARA

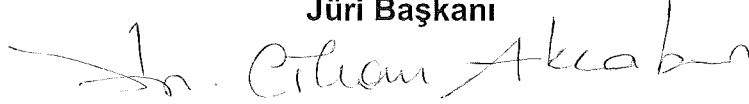
ARALIK 2011

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı Doktora Programı
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi 31/12/2011

Prof. Dr. Cihan AKÇABOY
Gazi Üniversitesi
Jüri Başkanı



Prof. Dr. Çetin SUCA
Gazi Üniversitesi
Üye



Prof. Dr. Nesrin ANIL
Hacettepe Üniversitesi
Üye



Prof. Dr. Emin TÜRKÖZ
Gazi Üniversitesi
Üye



Prof. Dr. Dilek NALBANT
Gazi Üniversitesi
Üye



İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay.....	I
İçindekiler.....	II
Resimler	V
Şekiller, Grafikler	VI
Tablolar.....	VII
Semboller, Kısaltmalar	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Dental Seramiklerin Tarihçesi.....	2
2.2. Dental Seramiklerin Kimyasal Yapısı ve Özellikleri	5
2.3. Dental Seramiklerin Sınıflandırılması	8
A. Pişirme ısılarına göre.....	8
B. Kullanım yerlerine göre	8
C. İçeriklerine göre	8
D. Dental seramiği destekleyen yapıya göre	9
E. Modern dental seramiklerin kullanım yerleri, üretim teknikleri ve uygulamalarındaki sınırlamalar	9
E. 1. Cam İçeriği Yüksek Seramikler.....	10
E. 2. Doldurucu İle Güçlendirilmiş Cam Seramikler	10
E. 2.a. Lössit İle Güçlendirilmiş Feldspatik Cam Seramikler.....	11
E. 2.b. Alümina İle Güçlendirilmiş Cam Seramikler.....	11
E. 2.c. Floromika İçeren Cam Seramikler	12
E. 2.d. Lityum Disilikat Cam Seramikler	13
E. 2.e. Zirkonyum ve Spinel İçeren Cam Seramikler	14
E. 3. Cam İçermeyen Polikristalin Seramikler.....	15
E. 3.a. Alüminyum Oksit Polikristalin Seramikler	16
E. 3.b. Zirkonyum Oksit Polikristalin Seramikler.....	16

2.4. Renk	17
2.4.1. Rengin Algılanması	17
2.4.1.1. Işık kaynağı	18
2.4.1.2. Cisim	19
2.4.1.3. Gözlemci	20
2.4.2. Munsell Renk Sistemi	20
2.4.3. CIE Lab Renk Sistemi	22
2.4.4. RGB Renk Sistemi	25
2.4.5. Renk Algılamada Etkili Faktörler	26
2.4.6. Renk Tespit Yöntemleri	27
2.4.6.1. Kolorimetre	29
2.4.6.2. Spektrofotometre	32
2.4.6.3. Dijital Kamera	33
2.5. Simanlar	35
2.5.1. Kompozit Rezin Simanlar	37
3. GEREÇ VE YÖNTEM	39
3.1. Örneklerin Hazırlanması	40
3.1.1. Finesse All-Ceramic (FAC) Örneklerin Hazırlanması	40
3.1.2. In-Ceram Alumina (ICA) Örneklerin Hazırlanması	41
3.1.3. In-Ceram Zirkonia (ICZ) Örneklerin Hazırlanması	43
3.2. Test Gruplarının Oluşturulması	45
3.3.1. Tam Seramik Modellerde Siman Uygulanmadan Önce Yapılan Renk Taraması	46
3.3.2. Tam Seramik Modellerde Siman Uygulamasından Sonra Yapılan Renk Taraması	47
3.4. İstatistik Analiz	53
4. BULGULAR	54
4.1. Renk Değerleri Sonuçları	54
4.2. İstatistik Bulguları	58

4.2.1. Tam Seramik Modellerde Siman Uygulanmadan Önce Yapılan Renk Analizi	
Bulguları	58
4.2.2. Tam Seramik Modellerde Siman Uygulanmadan Önce ve Siman Uygulandıktan	
Sonra Yapılan Renk Analizi Bulguları	63
5. TARTIŞMA	70
6. SONUÇ.....	81
7. ÖZET	82
8. SUMMARY	84
9. KAYNAKLAR.....	86
10. EKLER	100
11. ÖZGEÇMİŞ.....	101

RESİMLER

Resim 1: Finesse All-Ceramic, In-Ceram Alumina ve In-Ceram Zirkonia sistemlerine ait disk şeklinde hazırlanan örnekler.

Resim 2: ShadeScan cihazı.

Resim 3: Variolink II rezin siman seti.

Resim 4: Işık cihazı

Resim 5: Siman uygulanan örneklere mavi ışık uygulaması.

Resim 6: ShadeCheck programı ile Finesse All-Ceramic A1 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.

Resim 7: ShadeCheck programı ile Finesse All-Ceramic A2 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.

Resim 8: ShadeCheck programı ile In-Ceram Alumina A1 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.

Resim 9: ShadeCheck programı ile In-Ceram Alumina A2 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.

Resim 10: ShadeCheck programı ile In-Ceram Zirkonia A1 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.

Resim 11: ShadeCheck programı ile In-Ceram Zirkonia A2 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.

ŞEKİLLER

Şekil 1: Elektromanyetik spektrum

Şekil 2: Munsell renk ağacı ve üç boyutlu şematik görünümü

Şekil 3: CIE renklerin tristimulus değerleri eğrisi

Şekil 4: CIE Lab renk aralığı

GRAFİKLER

Grafik 1: Tam seramik modellerde, siman uygulanmadan önce renk değerleri ortalamaları.

Grafik 2: Aynı renk skalasına sahip seramik sistemlerinde renk değerleri ortalamalarının karşılaştırılması.

Grafik 3: Tam seramik modellerde, siman uygulanmadan önce ve siman uygulandıktan sonra, A1 ve A2 renk skalası için renk değerleri ortalamaları.

Grafik 4: A1 ve A2 renk skalalarına sahip tam seramik sistemlerinde yapıştırıcı siman uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra elde edilen renk değerleri ortalamalarının analizi.

TABLÖLAR

Tablo 1: Porselen rengini veren metal oksitler

Tablo 2: Klinik renk uyumu

Tablo 3: Diş hekimliğinde renk seçiminde kullanılan cihazlar

Tablo 4: Yaygın olarak kullanılan yapıştırma simanlarının özellikleri

Tablo 5: Çalışmada kullanılan tam seramik sistemler

Tablo 6: Çalışmada kullanılan yapıştırıcı simanlar

Tablo 7: Örnek grupları

Tablo 8: Finesse All-Ceramic (FAC) renk değerleri

Tablo 9: In-Ceram Alumina (ICA) renk değerleri

Tablo 10: In-Ceram Zirkonia (ICZ) renk değerleri

Tablo 11: Tam seramik modellerde siman uygulanmadan önce, A1 ve A2 renk skalaları arasında renk değerleri farklılığı olup olmadığının incelenmesi

Tablo 12: Aynı renk skalasına sahip farklı tür tam seramik sistemlerinde renk değerlerinin analizi

Tablo 13: Tam seramik modellerde, yapıştırıcı siman uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra, A1 ve A2 renk skalaları için renk değerleri farklılığı olup olmadığının incelenmesi

Tablo 13: A1 ve A2 renk skalasına sahip tam seramik sistemlerinde, yapıştırıcı siman uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra renk değerlerinde farklılık olup olmadığının incelenmesi

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

Y-TZP: İttriyum tetragonal zirkonya polikristal

CAD: Bilgisayar destekli tasarım

CAM: Bilgisayar destekli imalat

CIE: Uluslararası aydınlatma komisyonu

FAC: Finesse All-Ceramic

ICA: In-Ceram Alumina

ICZ: In-Ceram Zirkonia

mm: Milimetre

µm: Mikrometre

nm: Nanometre

°C : Santigrat derece

1. GİRİŞ

Diş hekimi, doğal dentisyona benzer seramik restorasyonlar oluşturmaya çalışır. Metal alt yapısız tam seramik restorasyonlar, yapının içinden daha fazla ışık geçişine izin verir. Böylelikle restorasyonun rengi ve translüsenliği fazlalaşır. Buna rağmen mükemmel estetik diş renginde yapılar sağlanamamıştır¹.

Tam seramik restorasyonların rengi, öncelikle materyal kalınlığı ve alt yapı rengi tarafından kontrol edilir². Eğer herhangi bir kalınlıkta ve alt yapı renginde, estetik materyalin rengi kesinlikle bilinseydi, renk seçimi de en uygun hale getirilebilirdi.

Tam seramik restorasyonlar, çeşitli simanlar ile yapıştırıldıklarında, alt yapı rengi için bir maskeleme sağlar³. Maskeleme sadece porselen rengine bağlı değildir. Aynı zamanda porselen kalınlığına, siman film kalınlığına ve rengine, alttaki diş yapısının rengine de bağlıdır⁴. Seramiklerin klinik olarak uygun kalınlıkta geçirgen özellikleri vardır.⁵ Farklı kor “core” materyalleri ile bu geçirgenlik değişkenlik gösterir.

Bu çalışmanın amacı; tam seramik modellerde, farklı renkteki simanların etkilerini incelemektir. Bu doğrultuda, iki değişik renkteki üç farklı kor destekli seramikte, iki farklı tondaki simanların final rengi üzerine olan etkilerini incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

Porselen, kil ihtiva eden ham maddelerin oluşturduğu büyük seramik grubunun bir elemanıdır. Seramik grubunun ilk ve en ilkel ürünleri; balçık tuğla veya kerpiç tuğladır. Bu aşamada söz konusu olan basit, kaba seramiktir. Daha sonra ise üretim aşamaları sıralamasına göre, toprak çanak çömlekler, elvan çini, fayans, taş eşya, taştan oyma kap ve seramik gelmektedir. Porselenle en üstün ve en mükemmel formuna ulaşmıştır.

Grekçe topraktan yapılmış anlamına gelen “Keramikos” sözcüğünden türetilmiş seramik sözcüğü Türk Dil Kurumunca “Yüksek ısıda pişirilmiş topraktan yapılan nesne” olarak tanımlanmaktadır.

2.1. Dental Seramiklerin Tarihçesi ve Gelişimi

Seramiklerin kullanımı çok eski çağlara kadar uzanır. Seramik ilk olarak Çin’de yapılmıştır. 17. yüzyılda Avrupa’da Çin seramiklerinin benzeri yapılmaya çalışılmıştır. Ancak Avrupa’da gelişimi 18. yüzyılda mümkün olmuştur^{6,7}.

Seramiğin diş hekimliğinde ilk olarak kullanımı, 1789 yılında Fransız Diş Hekimi De Chemant ile Eczacı Duchateau’nun geliştirdikleri ve patentini aldıkları hareketli protez dişleri ile olmuştur. Ancak o yıllarda, fırınlama yöntemiyle elde edilen bu dişlerin protez kaide materyaline bağlanması mümkün olmadığı için kişisel protezlerin yapımında kullanılamamıştır.

1808 yılında İtalyan diş hekimi Fonzi, seramik dişlerin arka kısımlarına platin kramponlar yerleştirerek metalik bir dayanağa

lehimlenebilmelerini sağlamıştır. 1839 yılında Elis Widman tarafından, daha saydam olan seramikler üretilmiş ve kullanıma sunulmuştur^{8,9}.

Seramiklerin diş hekimliğindeki gerçek önemi 19. yüzyılın sonunda sabit restorasyonların kullanılmaya başlamasıyla ortaya çıkmıştır. Dr. Charles H. Land, 1889 yılında ilk kez porselen jaket kron yapımını gerçekleştirmiştir^{10,11}. Bu kronlar, mükemmel estetiğe sahip olmalarına rağmen kırılganlıkları ve düşük gerilme dirençleri nedeniyle yüksek oranda klinik başarısızlık göstermişlerdir. Metal destekli seramik sistemin temelini oluşturan çalışmalar, 1962 yılında Weinstein tarafından yapılmış ve metal alaşımları ile ısısal olarak uyumlu yüksek genleşmeye sahip seramikler tanıtılmıştır. 20. yüzyılın başlarında metal destekli seramik restorasyonlar klinik kullanıma girmiştir^{8,12}.

Dental seramiklerde diğer önemli bir gelişme de fırınlanması konusunda olmuştur. Vines, Semmelman, Lee ve Fonvielle vakum altında pişirme tekniğini bularak, seramiklerin ışık geçirgenliğinde önemli bir ilerleme sağlamış ve estetik diş hekimliğinde bir çığır açmışlardır^{10,11}.

Dental seramiklerin, mükemmel yakın estetik özellikleri, basınca karşı olan yüksek dirençleri, kimyasal özelliklerini uzun süre korumaları ve iyi biyolojik uyumları, onların kırılganlık, düşük gerilme dirençleri gibi olumsuz özelliklerinin üstesinden gelinmeye çalışılmasına yol açmıştır. Bu amaçla, seramik restorasyonlarda metal alt yapı sıklıkla kullanılmakla beraber, metal alt yapının özellikle gingival bölgede görünümü olumsuz etkilemesi, saydam olmayan görüntüsü ve soy metallerin yüksek maliyeti araştırmacıları, metal alt yapının elimine edildiği tam seramik restorasyonlara yönlendirmiştir^{10,11,13}.

Metal desteksiz restorasyonlardaki gelişmeler, 1965 yılında McLean ve Huges'in porselene güçlendirici olarak alüminyum oksit (Al_2O_3) ilave etmeleri ile başlamıştır. % 40-50 oranında Al_2O_3 içeren bir cam matriksten oluşan alüminöz alt yapı seramiği ile porselen jaket kronların kırılma dayanıklılığı önemli ölçüde arttırılmıştır. Bu kronlar ön bölgede başarıyla kullanılırken, molar dişlere yapılan tam seramik kronlar aynı başarıyı gösterememiştir. Ayrıca alüminöz alt yapı seramiğinin fırınlama sırasında, yüksek oranda sinterizasyon büzülmesine uğraması, iyi bir marjinal adaptasyon elde edilmesini zorlaştırmıştır. Tam seramik sistemlerdeki gelişmeleri, 1984 yılında Adair ve Grossman'ın camın kontrollü kristalizasyonunu sağladığı teknik (Dicor) izlemiştir. Aynı yıllarda Brugges, yeni bir refraktör day (ısıya dayanıklı day) metodu olan % 70 Alumina (Al_2O_3) içeren sistemi (Hi-Ceram) geliştirmiştir. 1989'da Sadoun tarafından, "slip casting" yöntemi ile elde edilen alümina alt yapının cam infiltrasyonu ile güçlendirildiği sistem (In-Ceram) kullanıma sunulmuştur. 1990'ların başında, basınç ile şekillendirilen cam seramikler (IPS Empress) geliştirilmiştir. Bu döneme kadar kullanılan materyaller ile tam seramik kron restorasyonları yapılabilmiş; ancak sabit bölümlü protezler için yeterli dayanıklılık gösteren bir materyal bulunamamıştır. 1990'ların sonunda geliştirilen, yüksek kırılma dayanıklılığına sahip, basınç ile şekillendirilebilen cam seramik (IPS Empress 2) sistemi ile ikinci premolar dişlere kadar sabit bölümlü protezlerin yapımı mümkün olmuştur. Daha sonraki dönemlerde, çok yüksek oranda alümina kristalleri içeren yoğun sinterize (Procera All-Ceram) alt yapı seramiği üretilmiştir^{8,14,15,16}.

Günümüz diş hekimliğinde kullanılan materyallerdeki gelişmeler sonucu zirkonyum, tam seramik restorasyonların güçlendirilmesi amacıyla, seramik yapısına katılan son materyallerden biri olmuştur. Cam infiltre alüminaya % 35 oranında parsiyel stabilize zirkonya ilave edilmesiyle (In-Ceram Zirconia) sertliği ve dayanıklılığı başlangıçtaki materyale göre daha yüksek bir alt yapı seramiği elde edilmiştir. Tam

seramik restorasyonlar için, ideal alt yapı materyali arayışında gelinen son nokta, itriyum tetragonal zirkonya polikristal (Y-TZP) esaslı seramiklerdir. Diş hekimliğinde, hazır blokların bilgisayar destekli üniteler ile aşındırıldığı tekniklerin de gelişmesiyle, zirkonyum oksit esaslı seramiklerin alt yapı materyali olarak kullanımı artış göstermiştir^{17,18-20}.

2.2. Dental Seramiklerin Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

Kaolin, feldspar ve kuartz'ın diğer bazı elementler ile birlikte ısı karşısında erimeleri, kaynaşmaları sonucunda oluşturdukları, şeffaf seramik ürüne porselen denir. Diş hekimliğinde porselen terimi “dental seramik” olarak kullanılmaktadır. Seramik terimi, inorganik ametallerin genel adıdır. Diş hekimliğinde kullanılan porselen, sinterleme (yoğunlaştırarak birleştirme) ile elde edilen camsı bir matriks olup, tamamen cam faza geçememiş seramik türü olarak tanımlanır²¹.

Dental porselenlerde, oksijen atomları (O^-) matriks olarak görev yaparken, silisyum atomları (Si^{4+}) da boşlukları doldurur. Sonuçta, her silisyum atomunun dört oksijen atomuyla çevrelendiği silisyum tetrahedral (SiO_4) yapı oluşur. Silisyum ve oksijen atomlarını bir arada tutan atomik bağlar, kovalent ve iyonik karakterdedir. Bu güçlü bağlar porselenlere stabilite, sertlik, ısıya ve kimyasal maddelere direnç gibi avantajlar yanında; kırılgenlik, ısı ve elektrik geçirgenliği gibi dezavantajlar da getirmektedir^{22,23,24}.

Feldspar ($K_2OAl_2O_26SiO_2$)

Dental porselenlerin saydamlığını veren ve ana yapıyı oluşturan maddedir. Dental seramiklerin yapısında en az % 60 oranında

bulunmaktadır. Birleştirici özelliği ile fırınlama esnasında eriyerek kaolin ve kuartz sarıp kitlenin bütünlüğünü sağlamaktadır.

Feldsparın içeriğinde değişik oranlarda soda (Na_2O) ya da potas (K_2O) bulunmaktadır. Diş hekimliğinde genellikle yüksek potas içerikli feldspar tercih edilmektedir^{8,12,25,26}.

Kuartz (Silika – SiO_2)

Seramik yapısındaki diğer maddelere göre yüksek erime derecesine (yaklaşık 1700°C) sahip olan kuartz, doldurucu görevi yapmaktadır. Fırınlama sonucunda oluşan büzölmeleri önlemektedir. Yüksek sıcaklıkta kitleyi stabilize ederek, diş formunun ve detayların kaybolmasını engellemektedir^{12,26}.

Kaolin ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

Alümina içerikli kayalardan elde edilen bir kildir. Çin kili olarak da bilinen kaolin, kitleyi bir arada tutarak seramiğin modelajına yardımcı olmaktadır. Su ile karıştırıldığında yapışkan bir kıvam elde edilmektedir. Kaolin opak yapıda olduğundan, seramik hamuru içine çok az miktarda ilave edilmektedir^{14,27}.

Renk pigmentleri

Porselenin optik özelliklerini geliştirmek için, porselen tozuna opaklaştırıcı ve değişik renkler elde etmek amacıyla, metal oksitler ilave edilir. (Tablo 1). Kullanılan metal oksitler porselenin erime ısısında stabil kalmaktadır. Opasite zirkonyum, titanyum ya da kalay oksit ilavesi ile elde edilmektedir.

Tablo 1: Porselen rengini veren metal oksitler²⁴

Renk	Renk veren metal oksitler
Pembe	Manganez oksit, alüminyum oksit, demir oksit
Sarı	İndiyum oksit
Mavi	Kobalt oksit
Yeşil	Krom oksit
Gri	Nikel oksit
Kahverengi	Demir oksit

Boyalar

Boyalar, porselen restorasyonlarda mine tabakaları, hipokalsifikasyon sahaları ve diğer efektleri taklit etmek için kullanılırlar. Düşük ısıda fırınlanan camlardır. Restorasyonun yapım sıcaklığı altındaki ısılarda uygulanırlar.

Akışkanlaştırıcılar

Renk pigmentleri ve boyalar dışında, porselen tozundaki partiküllerin yeterince düşük ısıda sinterlenebilmesi için porselen yapısına

kimyasal maddeler ya da akışkanlaştırıcılar (flux, borik oksit ya da alkali karbonatlar) katılmaktadır^{28,29}.

2.3. Dental Seramiklerin Sınıflandırılması

Farklı araştırmacılar, diş hekimliğinde kullanılan seramikleri değişik özelliklerini göz önünde bulundurarak sınıflandırmışlardır:

A. Pişirme ısılarına göre^{8,25,30}

1. Yüksek ısı seramikleri (1300 °C >)
2. Orta ısı seramikleri (1100 - 1300 °C)
3. Düşük ısı seramikleri (850 - 1100 °C)
4. Ultra düşük ısı seramikleri (< 850 °C)

B. Kullanım yerlerine göre^{8,25}

1. Hareketli protez dişlerinin yapımında kullanılan seramikler
2. Jaket kronlar ve inley-onleylerde kullanılan seramikler
3. Kaplama seramikleri
4. Anterior ve posterior köprülerde kullanılan seramikler

C. İçeriklerine göre²⁶

1. Metal destekli seramikler
 - a. Döküm metal üzerinde bitirilen seramikler
 - b. Metal yaprak üzerinde bitirilen seramikler

2. Metal desteksiz seramikler
 - a. Feldspar
 - b. Dökülebilir cam seramik
 - c. Güçlendirilmiş alt yapı

D. Dental seramiği destekleyen yapıya göre ²⁷

1. Güçlendirilmiş seramik alt yapı
2. Rezin bağlı seramikler
3. Metal seramikler

E. Modern dental seramiklerin kullanım yerleri, üretim teknikleri ve uygulama alanlarını temel alan kapsamlı bir sınıflandırmaya göre ise; ^{8,14,31}

1. Cam içeriği yüksek seramikler
2. Doldurucu ile güçlendirilmiş cam seramikler
 - a. Lössit ile güçlendirilmiş feldspatik cam seramikler
 - b. Alümina ile güçlendirilmiş cam seramikler
 - c. Flormika içeren cam seramikler
 - d. Lityum disilikat cam seramikler
 - e. Zirkonyum ve spinel içeren cam seramikler
3. Cam içermeyen polikristalin seramikler
 - a. Alüminyum oksit polikristalin seramikler
 - b. Zirkonyum oksit polikristalin seramikler

E.1. Cam İçeriği Yüksek Seramikler

Mine ve dentinin optik özelliklerini en iyi taklit eden dental seramikler camsı seramiklerdir. Camlar, atomların 3 boyutlu ağ yapısı oluşturmasıyla meydana gelirler. Bu yapıda atomlar komşularıyla sürekli aynı mesafe ve açıyla duracak şekilde dizilmezler. Bu sebeple, amorf bir yapı gösterirler. Dental seramiklerin yapısında bulunan camlar, feldspar adı verilen bir grup yeraltı mineralinden elde edilen, silika (silikon oksit) ve alümina (alüminyum oksit) yapılarından oluşur. Feldspar yapıdaki camlar, pişirme esnasında kristalizasyona (devitrifikasyon) dayanıklıdır. Fırınlama ısıları ve süreleri hassas değildir ve biyolojik olarak uyumludur. Feldspatik camlarda 3 boyutlu ağ yapısı oluşturan köprüler silikon-oksijen-silikon bağları tarafından oluşturulur. Bağ yapmamış oksijen atomları ile yük dengesini sağlamak için de, sodyum ve potasyum gibi katyonların ilave edilmesiyle yapı düzenlenir. Bu katyonların, pişirme ısını düşürme veya ısısal genleşme/büzülme özelliklerini değiştirme gibi etkileri vardır. Kullanım yerleri; seramik alt yapıların kaplanması, inley ve onley restorasyonlarla sınırlıdır^{8,31}.

E.2. Doldurucu İle Güçlendirilmiş Cam Seramikler

Feldspatik yapıdaki seramiklerin ısısal genleşme/büzülme katsayıları ile optik özelliklerini kontrol etmek ve mekanik özelliklerini geliştirmek için cam yapıya doldurucu partiküller ilave edilir. Bu amaçla genellikle kristalin yapıda doldurucular kullanılır^{25,26}.

E.2.a. L  sit İle Güçlendirilmiş Feldspatik Cam Seramikler

Dental seramiklerde kullanılan ilk doldurucu l  sit adı verilen, potasyum alümina silikat yapıdaki kristalin mineral partikülleridir. Bu doldurucu, metal seramik restorasyonlarda, metal alt yapı üzerinde fırınlanmaya uygun seramik geliştirmek amacıyla yapıya ilave edilir. Yüksek ısıl genleşme katsayısına sahip l  sit ($20 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$), feldspatik camların düşük ısıl genleşme katsayılarını ($8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$) dental ala  ımlarinkine ($12\text{-}14 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$) yakla  tır^{8,27}.

Sonraki yıllarda l  sit, seramik yapısına metal alt yapı ile uyumluluğunun sağlanmasıyla farklı bir amaçla ilave edilmiştir. Tam seramik restorasyonların dayanıklılığını geliştirmek için, en iyi l  sit kristalin faz dağılımını sağlayacak kompozisyon ve mikro yapı geliştirildi. Tam seramik restorasyonların yapımında kullanılan bu materyale ‘‘l  sit ile güçlendirilmiş feldspatik cam seramikler’’ adı verildi. Bu restorasyonların yapımında sinterizasyon (  rn. Optec-HSP) veya ısı basınç tekniği (  rn. IPS Empress 1) kullanıldı.

L  sit ile güçlendirilmiş seramiklerin uygulama alanları; inley, onley, laminte veneer ve tek kron yapımı ile sınırlıdır^{14,15}.

E.2.b. Alümina ile Güçlendirilmiş Cam Seramikler

Seramik yapısının alümina ile güçlendirilmesi, ilk olarak McLean tarafından feldspatik cam içine % 30-50 oranında alüminyum oksit ilave edilmesiyle ba  ladı. Bunun sonucunda, konvansiyonel seramiklerden % 30 daha dirençli ve dayanıklı bir seramik geliştirildi. Seramik; yüksek

dayanıklılığa, kırılma tokluğuna ve elastiklik modülüne sahip kristalin fazın cam matriks içinde dağılması ile güçlendirildi^{11,12,15}.

Sonraki yıllarda, hacimce % 70 oranında Al_2O_3 içeren (In-Ceram Alümina) alümina kor sistemi geliştirildi. Bu sistemde kor materyaline yüksek direnç sağlayan 1-5 mikron gren boyuna sahip alüminyum oksit kristalleri kullanılır. Alümina kristallerinin su içindeki süspansiyonuna “slip” adı verilir. Bu “slip” özel refraktör day alçısı üzerine sürülerek fırınlanır (slip casting). Fırınlama işlemi özel fırında $1120^{\circ}C$ 'de 10 saattir. Alüminyum oksit kor materyalinin likidi, day alçısında bulunan mikroskobik düzeydeki kapiller tüpler ve gözenekler yoluyla oluşan, kapiller çekim ile emildiğinden çok yoğun bir alümina tabakası oluşur. Alümina kor materyali, aşırı kompakt olması nedeniyle yalnızca %3'lük büzülme gösterir. Bu büzülme miktarı da day alçısının sertleşme genleşmesi ile kompanse edilir. Birbirine yalnızca küçük bağlarla tutunan, kompakt alümina partikülleri oldukça poröz bir yapı oluşturur. Bu poröz yapının düşük viskoziteye sahip cam ile infiltre edilip fırınlanmasıyla yüksek dirence sahip alümina kor meydana gelir. Ortaya çıkan kor materyalinin üzeri yüzey porseleni ile kaplanarak, restorasyonun son şekli elde edilir^{32,33,34,35}.

Elde edilen seramik, yüksek dayanıklılık ve kırılma sertliği sayesinde kron restorasyonlarının yanı sıra, ön bölgede köprü restorasyonlarında da kullanılır³¹.

E.2.c. Floromika İçeren Cam Seramikler

Bu sistemler, dökülebilir cam seramikler (Dicor) olarak adlandırılırlar. Dökülebilir cam seramikler SiO_2 , K_2O , MgO , florür (MgF_2), az miktarda Al_2O_3 , ZrO_3 ve floresans ajanı içerirler. Teknik olarak

tetrasilisik floromika cam seramikler olarak tarif edilirler. Kalan %45'i ise camdır. Mika kristaller yaklaşık 1µm kalınlıkta ve 5-6 µm boyutlarındadır. Bu kristaller, materyalin fleksibilitesini ve yüzey işlenebilirliğini sağlarken, kırık oluşumuna karşı direnç ve dayanıklılık da kazandırılırlar. Dicor cam porselen 1370 °C 'de fosfat bağlı revetman içerisinde santrifüj tekniği ile dökülür. Sonra kristalizasyon işlemi için ısı uygulamasına tabi tutulur. Porselenin renklendirilmesi, yüzey cilası ince veneer porselen uygulaması ile yapılır. Dış boyama ve translüsent yapısından kaynaklanan estetik sınırlamaların üstesinden gelmek amacıyla, dökülen cam seramik üzerine feldspatik porselen pişirilir^{36,37,38,39}.

Floromika içeren cam seramikler inley, onley ve tek kron restorasyonlarda kullanılırlar^{8,27}.

E.2.d. Lityum Disilikat Cam Seramikler

Tam seramik restorasyonlarda, güçlendirilmiş kor yapımında kullanılan materyallerden biri de, hacimce % 70 oranında lityum disilikat ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) içeren cam seramiklerdir (IPS Empress 2). Metal desteksiz cam porselen restorasyon yapım tekniklerinin en yenisidir. Restorasyonun kor kısmı kayıp mum tekniği ile elde edilir. Kor kısmının esas kristalin fazı lityum disilikattır.

Lityum disilikat cam porselen, ilk kez 1959 yılında geliştirilmiştir. Ancak bu materyal; düşük kimyasal direnci, yetersiz yarı geçirgenliği, kontrol edilemeyen mikro çatlak oluşumu ve laboratuvar safhasının karışık ve zaman alıcı olması gibi dezavantajlarından dolayı, kullanımı bırakılmış, diş hekimliğinde yerini alamamıştır. 1998 yılında lityum disilikat cam porselen kullanımı ısı ve basınç tekniği ile tekrar güncel hale gelmiştir. Isı ve basınç tekniğinin, lityum disilikat kristal fazda

homojen yapı oluşumunu sağladığı, kontrol edilemeyen mikro çatlak oluşumunu engellediği, kısa sürede ve kolay restorasyon hazırlanmasına olanak sağladığı ifade edilmiştir. Lityum disilikat cam porselen tabletleri EP500 adı verilen özel fırında 920 °C de visköz akma özelliğine ulaşır ve basınçla revetman boşluğunun içine yollanır. Lityum cam porselen kor yapı üzerine, tabakalama tekniği ile floraapatit yapıda cam seramik yerleştirilir. Isısal genleşme katsayıları birbiri ile uyumlu olan lityum disilikat cam porselen kor yapı ile üzerine pişirilen apatit cam porselen materyaller arasında oluşan bağlanmanın güvenilir yapıda olduğu gösterilmiştir. IPS Empress 2 sistemi, anterior ve posterior tek kronlarda, anterior ve posterior üç üyeli köprü yapımında kullanılabilir. Posterior üç üyeli köprülerde kullanılabilmesi için ikinci premolar en son distal destekli ve gövde bir premolar genişliğinde (yaklaşık 7- 8 mm) olmalıdır. IPS Empress ve IPS Empress 2'nin asıl farklılığı, materyalin kor kısmının kimyasal yapılarıdır. Bu yapıdaki farklılık IPS Empress 2'nin kırılmaya karşı olan direncini, IPS Empress'e göre üç kat arttırmıştır. Ayrıca IPS Empress 2 de cam daha az olduğu için kırılmaya karşı direnç fazla, mikro çatlak oluşum riski azaltılmıştır^{8,27,40}.

Bu materyal, translüsens özelliğiyle iyi bir estetik sağlar⁸. Restorasyonun dayanıklılığının artırılması için adeziv simantasyon tekniği tavsiye edilir⁴¹.

E.2.e. Zirkonyum ve Spinel İçeren Cam Seramikler

Tam seramik restorasyonların yapımında kullanılan cam infiltre edilmiş alümina kor tekniği, yapıdaki alüminanın belirli bir kısmı spinel ($MgAl_2O_4$) (In-Ceram Spinell) veya zirkonya (In-Ceram Zirconia) ile modifiye edilir. Spinel ilavesi, alümina esaslı materyalin saydamlığını arttırarak daha iyi bir estetik sağlarken, seramiğin dayanıklılığında

azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir^{27,42}. Cam infiltre alümina kor materyalinin dayanıklılığının arttırılması amacıyla % 33-35 oranında zirkonyum oksit (ZrO_2) ilave edilmiş çok fazlı bir materyal olan zirkonyayı stabilize etmek amacıyla, yapıya az miktarda CeO_2 ilave edilerek zirkonya ile güçlendirilmiş yarı stabilize seramik (In-Ceram Zirconia) üretilmiştir^{42,43,44}.

Zirkonyumun, "transformasyon sertleşmesi" adı verilen özelliği sayesinde arka bölge dişlerinde kron ve üç üyeli köprü yapımına olanak veren, dayanıklılığı ve sertliği arttırılmış bir materyal elde edilir. Köprü restorasyonlarında bağlantı bölgelerinin boyutlarının oklüzogingival olarak 4-5 mm ve bukkolingual olarak 3-4 mm den az olmaması tavsiye edilir^{43,44}.

In-Ceram Alümina, Spinel ve Zirkonya alt yapıların üretimi, "slip casting" tekniğinin yanı sıra, hazır blokların bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretimini (CAD/CAM) takiben cam infiltrasyonu ile güçlendirilmesi yoluyla da yapılır²⁷.

E.3. Cam İçermeyen Polikristalin Seramikler

Polikristalin seramiklerin içeriğinde, cam faz tamamen ortadan kaldırılır. Kristal atomları kitle boyunca düzenli bir şekilde dizilerek yoğun bir yapı oluşturulur. Bu durum, seramik yapısında çatlak ilerlemesini zorlaştırarak, polikristalin seramiklerin, diğer seramiklere göre daha sert ve dayanıklı olmasını sağlar. Yüksek opasiteye sahip polikristalin seramikler, tam seramik restorasyonlarda alt yapı materyali olarak kullanılır. Dayanıklı alt yapı, uygun bir cam seramik ile kaplanarak, estetik ağdan başarılı protezler elde edilir³¹. Alt yapı materyali olarak tamamen sinterize edilmiş Al_2O_3 veya ZrO_2 kullanılır.

E.3.a. Alüminyum Oksit Polikristalin Seramikler

Tam seramik restorasyonlar için alt yapı materyali olarak % 99,9 oranında Al_2O_3 kristali içeren seramik, yoğun olarak sinterize edildikten sonra kullanılır (Procera All-Ceram sistem). Yarı sinterize edilmiş Al_2O_3 bloklardan CAD/CAM yöntemi ile büyütülmüş alt yapı şekillendirilir. Yüksek ısılarda tam sinterize edilerek veneer porseleni uygulanan bu alt yapı materyali ile son derece estetik restorasyonlar oluşturulur. Bu sistem, ön ve arka bölgede kron restorasyonları ile inley ve onleylerin yapımında kullanılır^{27,31,43}.

E.3.b. Zirkonyum Oksit Polikristalin Seramikler

Zirkonyum esaslı materyallerin üstün mekanik özellikleri ve biyolojik uyumlulukları göz önünde bulundurularak, itriyum (Y) ile stabilize edilmiş saf zirkonyum dental restorasyonlarda alt yapı materyali olarak kullanılır⁴⁴. İtريum ile stabilize edilmiş tetragonal zirkonya polikristalin (Y-TZP) alt yapılar, tam seramik restorasyonların sınırlamalarını azaltarak arka bölge dişlerinde 3-4 üniteli tam seramik köprülerin yapımına imkan verebilir. Kron köprü restorasyonlarında Y-TZP seramiklerin day üzerinde direkt sinterizasyona uygun olmamaları nedeniyle sadece, freze tekniğiyle şekillendirilir ve CAD/CAM sistemlerini gerektirirler. Materyallerin gelişimi ile beraberinde CAD/CAM teknolojisindeki ilerlemeler, günümüzde klinik olarak başarılı tam seramik restorasyonlar yapılmasını sağlar^{17,45}.

2.4. Renk

Gözlemcinin subjektif deneyimi olan renk, bir cisim ile ışık enerjisinin fiziksel etkileşimine verilen psiko-fiziksel bir yanıt olarak tanımlanır⁴⁶.

2.4.1. Rengin Algılanması

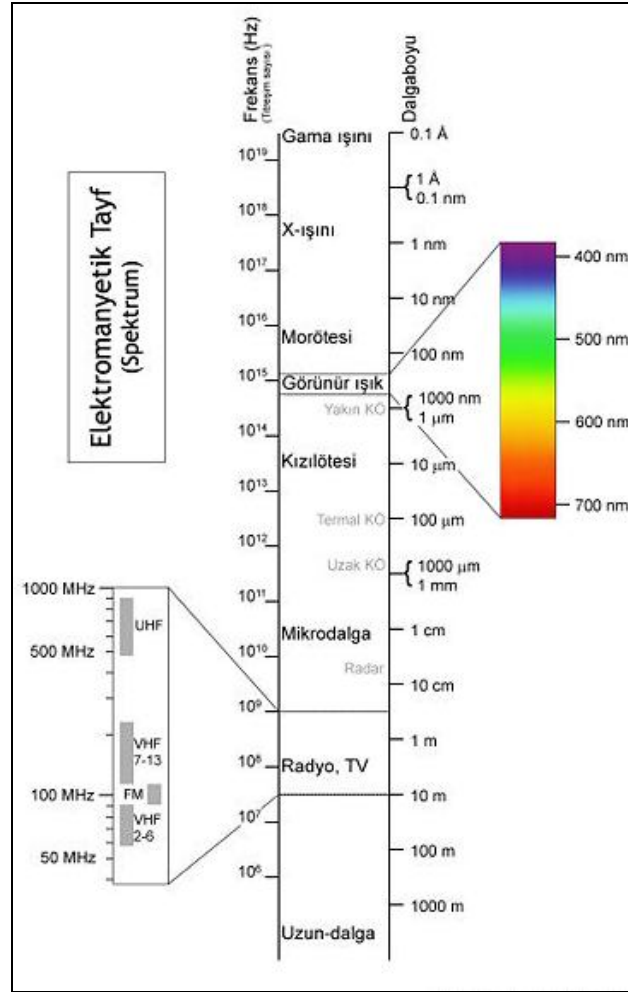
Rengin algılanmasını sağlayan 3 ana faktör ışık kaynağı, gözlenen cisim ve gözlemcidir⁴⁷.

2.4.1.1. Işık kaynağı

Elektromanyetik spektrumun 400 nm den 700 nm dalga boyuna kadar olan aralığı, görünen spektrumdur (Şekil 1). Renkler, bu spektrumdaki ışığın değişik dalga boylarıyla eşleştirilir. Mavi kısa, yeşil orta, kırmızı ise uzun dalga boylarıyla tanımlanır. Her ışık kaynağı, bu spektrum içerisindeki ışığın farklı miktardaki dalga boylarını içerdiğinden, cismi aydınlatan ışık kaynağı rengin algılanmasını etkiler⁴⁶.

Restorasyonların farklı aydınlatma ortamlarına rağmen doğal dişle mükemmel bir uyum göstermesi, aydınlatma koşullarının klinikte ve laboratuarda standart olmasına bağlıdır. İdeal bir ışık kaynağı tüm renkleri kapsamalı, oda ışığının etkisini örtecek kadar yoğun olmalı, dişteki baskın renkleri olduğu kadar solgun renkleri de gösterebilmeli, rengin doğru olarak ve rahat bir şekilde algılanmasını sağlayacak kadar yumuşak olmalı, günden güne veya mevsimden mevsime niteliği ve niceliği değişmemelidir⁴⁸. Bazı fazları renk değerlendirmesi için gerekli temel özelliklere sahip olan gün ışığı, nitelik ve nicelik olarak değişkendir⁴⁹. Buna rağmen havanın açık olduğu 21 Haziranda, Washington D.C'de öğle

sıralarındaki gün ışığı diş hekimliğinde renk tayini için standart olarak kabul edilir⁵⁰. Standart aydınlatıcı, 6500 K ışığa karşılık gelen D65 (daylight 65) tir⁴⁸. Diş hekimliği kliniklerinde buna benzer olan bir ışık kaynağının (örneğin yumuşak beyaz floresan ışığı) kullanılması önerilir⁵¹. Uygun olmayan aydınlatma yoğunluğu, şiddetli adaptasyon gücünü yaratarak gözün renk ayırt edici duyarlılığını azaltabilir. Çevresel faktörler ve aydınlatma durumu renk seçiminde önemli rol oynar⁵². Belli bir ışık altında, aynı renkte gibi görünen cisimler başka ışık altında farklı görülebilir. Bu olay "metamerizm" olarak adlandırılır⁵³. Bu nedenle renk seçimi, bir güneş ışığı altında olmak üzere en az üç-dört değişik ışık altında yapılmalıdır. Ayrıca, klinik ve laboratuvar arasında bir aydınlatma standardizasyonu sağlanmalıdır. Aydınlatmanın standardizasyonunun sağlanması, metamerizm etkilerini azaltır.



Şekil 1: Elektromanyetik spektrum

2.4.1.2. Cisim

Bir cismin ışığı yansıtma veya soğurma miktarı, onun renk özelliklerini belirlemede önemlidir. Bu özellikleri bir eğri şeklinde grafiksel olarak göstermek ve böylece rengi sayısal değerlerle ifade etmek mümkündür⁴⁹.

2.4.1.3. Gözlemci

Gözlemciye ilişkin faktörler, rengin belirlenmesindeki son bileşendir. Gözün ışık-renk dalgalarındaki titreşimleri retina üzerindeki reseptörlerle algılaması ve bu uyarıları renk sinirleri aracılığıyla beyne göndermesi sonucunda renk kavramı oluşur. Yansıyan ışık retina üzerine geldiğinde, ışığa duyarlı sinir hücreleri olan çubuk ve koni hücreleri tarafından algılanır. Çubuk hücreleri, bakılan nesnenin biçimini siyah-beyaz olarak algımlarken, koni hücreleri yalnızca kırmızı, mavi ve yeşil ışığa duyarlı olan üç tür hücreden meydana gelir ve nesnenin renklerini oluştururlar. Bu iki hücreden alınan uyarıların birlikte değerlendirilmesi sonucunda beyinde renkli bir görüntü oluşur⁴⁷.

2.4.2. Munsell Renk Sistemi

Munsell renk sistemi, tutarlılık, esneklik, kullanım kolaylığı gibi nedenlerle dış hekimliğinde renk seçiminde tercih edilen ve dünya çapında bilinen bir sistemdir⁵⁴. Munsell sisteminde renkler; “hue”, “value” ve “chroma” terimleri ile açıklanır⁵⁵.

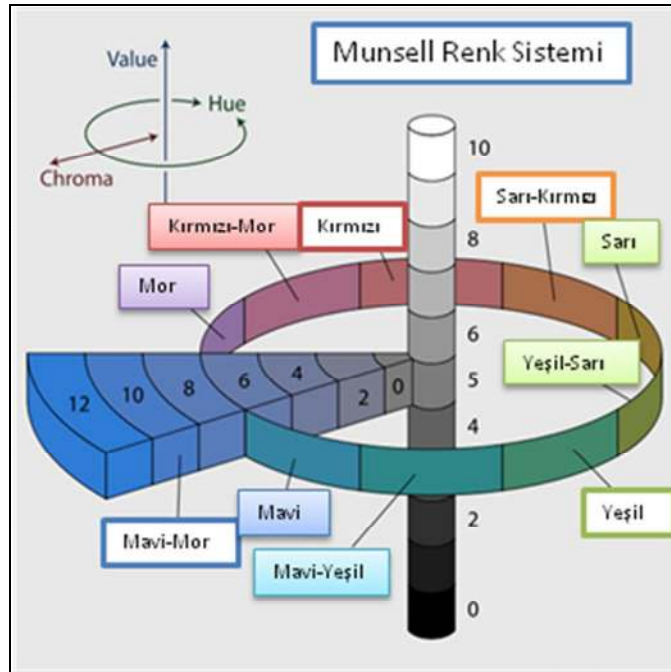
Renk tonu (Hue): Kırmızı, mavi ve yeşil gibi değişik renk ailelerinin ayrımını sağlar.

Renk değeri (Value): Saf siyah ve saf beyaz arasındaki parlaklık derecesidir.

Renk yoğunluğu (Chroma): Rengin doygunluk derecesidir, güç ya da berraklık olarak da tanımlanır. Chroma ve value arasında ters orantı vardır. Chroma arttıkça value azalır.

1915 yılında yayınlanan Munsell renk sistemi atlasında renklerin üç boyutlu sıralanması bir renk ağacında sunulur. İçi dolu bir küre veya silindir özelliklerine sahip üç boyutlu figürün merkezinde renksiz veya akromatik eksen yer alır. Saf beyaz renk en üstte, saf siyah renk ise en alttadır^{56,57} (Şekil 2).

Hue boyutu; merkez eksen çevresinde sıralanmış on renk ile belirtilirken, chroma tekerlek parmağında yer alır. Renkler periferde en safken, merkezdeki akromatik value eksenine yaklaştıkça soluklaşır. Value rengin açıklık-koyuluğunu belirler ve dokuz value değeri, renk ağacındaki dokuz tekerlek ile sembolize edilir. En koyu renkler en alttaki tekerlekte iken; en açık renkler en üstteki tekerlekte yer alır. Noktalar ise, sarı ve mor- mavi hue değerlerini yansıtmak için silindirdeki değişimi gösterir⁵⁴.



Şekil 2: Munsell renk ağacı ve üç boyutlu şematik görünümü⁵⁸.

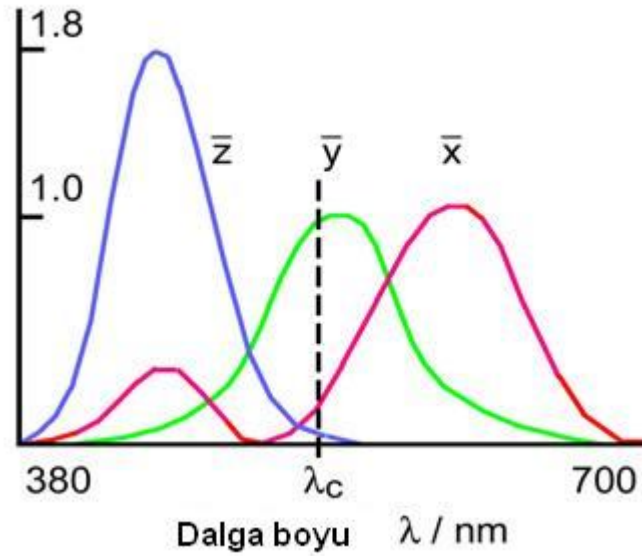
2.4.3. CIE (Commission International de l'Eclairage/ International Commission on Illumination) Lab Renk Sistemi

1986 yılında kurulan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (International Commission on Illumination (CIE)); renk, görünüm gibi alanlarda, standart ışık kaynağında, gözlemcinin bir renge karşı görme sisteminin cevabını gösteren, tristimulus değerlerinin hesaplanmasında yetkili bir organizasyondur⁵⁵. CIE, renk ölçümlerinde uluslararası bir standart olarak kabul edilir. CIE'nin tristimuluslu standart gözlemci eğrisi, ilk olarak 1931 yılında açıklanmıştır. Belirli bir rengin tristimulus değerleri bu eğriden elde edilir⁵⁹ (Şekil 3). Bu tanıma göre; tüm renkler, başlıca üç rengin karışımı ile (kırmızı (X), yeşil (Y) ve mavi (Z)) elde edilir. Bu, aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

$$x = X/(X+Y+Z) \text{ veya } x = \text{Kırmızı} / (\text{Kırmızı} + \text{Yeşil} + \text{Mavi})$$

$$y = Y/(X+Y+Z) \text{ veya } y = \text{Yeşil} / (\text{Kırmızı} + \text{Yeşil} + \text{Mavi}) \text{ iken}$$

$$(x + y + z) = 1 \text{ ve üçüncü eksen, } z = 1 - (x + y) \text{'dir.}$$

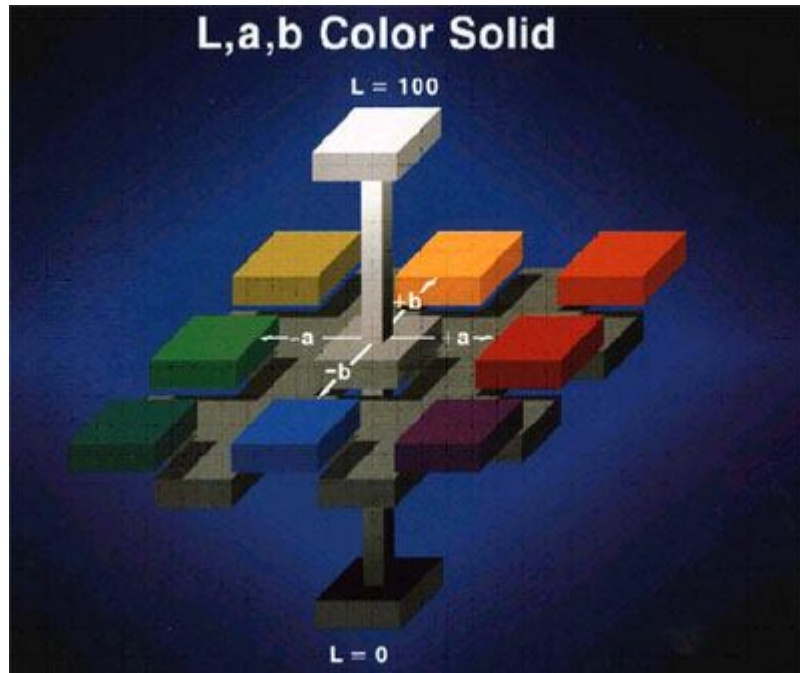


Şekil 3: CIE renklerin tristimulus değerleri eğrisi⁵⁹.

1976 yılında, CIE daha belirleyici bir renk tanımlaması yapmıştır. CIE Lab; renk algılamasının insan gözündeki üç ayrı renk reseptörüne (kırmızı, yeşil ve mavi) bağlı olduğunu kabul eden teoriyi destekler ve günümüzde en popüler renk sistemlerinden biridir⁵⁵.

CIE Lab renk sisteminin avantajı, görsel renk algılaması esasına göre renk aralıklarının eşit mesafede, düzenli bir şekilde sıralanmış olmasıdır⁶⁰. Bu üç boyutlu renk sisteminin üç eksen L^* , a^* ve b^* 'dir (Şekil 4). L^* eksen, rengin açıklık ve koyuluk koordinatlarını belirler. Mükemmel siyah rengin L^* değeri 0, mükemmel beyaz rengin L^* değeri ise 100'dür⁵⁵. Cismin parlaklığını tanımlayan L^* değeri, Munsell sistemindeki value değerine benzerdir. a^* eksen; kırmızılık (pozitif a^*) veya yeşillik (negatif a^*), b^* eksen ise sarılık (pozitif b^*) veya mavilik (negatif b^*) olarak rengin yoğunluk (chroma) koordinatlarını belirler a^* ve b^* değerleri, renk algısının yoğunluk kısmının belirleyicileri olsalar da Munsell sistemindeki hue ve chroma ile bire bir örtüşmezler^{59,61}.

Nötr renklerde (beyaz, gri) a^* ve b^* değerleri sıfıra yaklaşır ve renk yoğunlaştıkça bu değerler artar⁵⁵. Örneğin, kırmızı bir elmanın rengi A harfi ile gösterilir. Diyagramdaki koordinatları ise $L^* = 42,83$, $a^* = 45,04$ ve $b^* = 9,52$ 'dir. A2 renkli bir porselenin rengi ise yüksek bir $L^*(72,99)$ değeri, düşük bir $a^*(1)$ değeri ve yüksek bir $b^*(14,41)$ değeri ile belirtilir.



Şekil 4: CIE Lab renk aralığı⁵⁵.

Bir limonun sarı rengi, mat renkli bir muzdan daha canlıdır. Bu, renk yoğunluğu ile orantılıdır. Chroma, rengin belirli bir hue değerindeki doygunluk derecesidir. Value, dikey ekseninde değişirken, chroma merkezden ışınsal olarak değişir. Merkezdeki renkler mattır. Chroma arttıkça renk yoğunlaşır. Ancak chroma kendi başına bir değere sahip değildir, hue ve value ile ilgilidir⁶².

CIE Lab sisteminde ΔE değeri, iki cisim arasındaki algılanan renk farklılığının miktarını gösteren sayısal bir değerdir. Bu değer, aşağıdaki formül ile hesaplanır^{59,60,63}.

$$\Delta E = [(L1^* - L0^*)^2 + (a1^* - a0^*)^2 + (b1^* - b0^*)^2]^{1/2}$$

ΔE formülünde yer alan $L0^*$, $a0^*$ ve $b0^*$ ilk ölçüm değerleri iken $L1^*$, $a1^*$ ve $b1^*$ ise ikinci ölçüm değerleridir. ΔE , dikkate değer renk farklılığını göstererek bir eşik değeri olma özelliği taşır⁵⁹ (Tablo 2).

Tablo 2: Klinik renk uyumu⁶³.

Renk Farklılığı (ΔE)	Klinik renk uyumu
0	Mükemmel
0.5 - 1	Çok iyi
1 - 2	İyi
2 - 3.5	Klinik olarak kabul edilebilir
> 3.5	Uyumsuz

2.4.4. RGB Renk Sistemi

RGB modeli (Red, Green, Blue) doğada mevcut tüm renkleri elde edebilmek için kırmızı, yeşil ve mavi rengi karıştıran bir sistemdir. Her renk % 100 oranında karıştırıldığında beyaz, % 0 oranında karıştırıldığında

ise siyah elde edilir. Bu sistem, genelde bilgisayar ekranlarından doğrudan emilimle çalışan cihazlarda kullanılır⁶⁵.

2.4.5. Renk Algılamada Etkili Faktörler

- Işık şiddeti
- Renk reseptörlerinin yorgunluğu
- Cinsiyet
- Yaş
- Hafıza ve kültürel geçmiş

Metamerizm

Bir ışık kaynağında belirlenmiş bir cismin renginin, başka bir ışık kaynağı altında farklı görünmesidir⁶². İdeal renk seçimi biri gün ışığı olmak üzere, iki ya da daha fazla farklı ışık kaynağı altında yapılmalıdır. Laboratuvar işlemleri de aynı aydınlatma koşullarında gerçekleştirilmelidir.

Floresan Özellik

Materyal tarafından, ışığın emilimi ve daha uzun dalga boyundaki ışığın kendiliğinden yayılmasıdır. Geleneksel olarak; materyal tarafından emilen morötesi ışığın, mavimsi tayfta görünür ışık olarak yayıldığı varsayılır. Materyaller aynı zamanda daha kısa dalga boyunda görünür ışığı absorbe ederek; daha uzun dalga boylu görünür ışık olarak yansıtabilirler⁶⁶. Floresan özellik dışın canlı görünümüne ve parlaklığına belirli bir katkı sağlar.

Yarı saydamlık

Materyalin ışık geçirgenliği özelliğidir. Şeffaflık ve opaklık arasındaki eğilim olarak da tanımlanabilir^{47,56}.

Opaklık

Bir materyali maskeleyebilme gücünün ölçüsüdür. İdeal boya maddesinin altındaki rengi saklayabilir özellikte olmasının gerekliliğinden ortaya çıkmış bir kavramdır⁶⁶. Opaklık, materyalin ışık geçirmesini engelleyen bir özellikken, yarı saydamlık, ışığın içinden geçmesine izin vermesi anlamına gelir.

Saydamlık

Işığın hiç eksilme olmadan tamamen materyal içinden geçmesidir⁶⁶.

2.4.6. Renk Tespit Yöntemleri

Renk analizi için iki yöntem kullanılır. Bunlar, görsel ve aletsel renk analizleridir. Görsel renk analizi, bir nesnenin renginin renk standartları ile karşılaştırılmasıdır. Diş hekimliğinde görsel renk analizi, renk skalaları kullanılarak yapılır. Görsel renk analizinin üç dezavantajı vardır:

1. Skaladaki mevcut renkler yetersizdir.
2. Dişhekimleri arasında ve aynı bireyde renk eşlemesi konusunda tutarsızlıklar vardır. Bu nedenle bir standardizasyon sağlanamaz.
3. Elde edilen sonuçları CIE renk spesifikasyonunda göstermek imkansızdır.

Diş hekimliğinde renk ölçümü amaçlı kullanılan cihazlar; tristimulus kolorimetre, spektrofotometre ve dijital kameralardır⁶⁷ (Tablo 3).

Tablo 3: Diş hekimliğinde renk seçiminde kullanılan cihazlar⁶⁷.

Ürün	Cihaz Tipi	Donanım	Ölçüm Alanı	Kullanımı
ClearMatch (Smart Technology, Ore)	Dijital renk analizi ile dijital görüntü	Dijital kamera	Görüntü boyutu büyütmeyle bağlı	Bireysel ve farklı skalalarla uyumlu seçim
ShadeEye NCC (Shofu Dental, Calif)	Kolorimetre	Kablosuz küçük el aleti	3mm prob çapı	Shofu ve Vita klasik porselen renk seçimi
ShadeScan (Cynovad, Canada)	Dijital renk analizi ile dijital görüntü	Fiber optik kablolu LCD ekranlı el aleti	Tüm diş görüntüsü	Farklı skalalarla uyumlu seçim
ShadeVision (X- Rite, Mich)	Dijital renk analiz ile dijital görüntü	Kablosuz, LCD ekranlı el aleti	Tüm diş görüntüsü	Farklı skalalarla uyumlu seçim
Vita Easyshade (Vident, Calif)	Spektrofotometre	Kablolu küçük el aleti	5mm prob çapı	Vita klasik ve 3D Master renk skalası

Kullanılan cihazın tipine ve ölçülecek cisme göre optik elementlerin düzenlenmesi farklılık gösterir. Optik elementler; ışık kaynağı, entegre edilmiş küre, dalga boyu seçme cihazı ve fotoreseptörden oluşur. Tercih edilen ışık kaynakları titreşimli ksenon ve halojen lambalardır⁶⁷. Cihaz içinde ışığı dar bir spektral banda bölmek için prizmalar, ızgaralar ve engelleyici filtreler kullanılır. Fotodiyot ve fototüp gibi fotodedektörler ışık enerjisini elektrik akımına çevirirler.

2.4.6.1. Kolorimetre

Kolorimetre, ışığın dalga boyu ve yoğunluğuna göre renk ölçümü yapan cihazlardır⁶².

Tristimulus kolorimetre, gözdeki algılayıcılarla aynı özellikteki üç renk filtresi yardımıyla yansıyan ışık ışınlarını kırmızı, yeşil ve mavi renk oranında çözümler. CIE' nin belirlediği standart gözlemci ve aydınlatma koşullarında tristimulus değerleri ile hesaplama yapar⁶⁴. Cihazın hassasiyeti ve tekrarlanabilirliği filtrelerinin eskimesine bağlı olarak zayıflar. Filtrelerin CIE renk tespit sistemi ile uyumluluğu iyi değildir. Bunun yanında, kolorimetreler metamerizm miktarını da belirleyemezler⁶⁷.

Bu cihazlara örnek olarak, IDL Color-Eye (Instrument development laboratories), Chromoscan (Standart+Corpl ve Minolta Chroma-Meter Minolta Corp.), ShadeScan (Courtesy Cynovad, Montreal, Canada), Shade-Vision (Courtesy X-rite, Grandville, Mich.), Shade-Eye NCC (Natural Color Consept) verilebilir⁶⁶.

ShadeScan (Cynovad, Canada):

ShadeScan (Cynovad, Saint-Laurent, Canada) bir renk ölçer ile dijital görüntüyü kombine eder. Otokalibrasyona izin veren, ana ünit içine yerleştirilmiş sıvı kristal görüntüleme ekranı olan el aletinden oluşur. Shade Scan halojen ışık kaynağı içerir ve 45/0 ölçüm geometrisi kullanır. Halojen ışık çevresel ışıktan etkilenmeyecek kadar parlak olduğundan, cihaz herhangi bir aydınlatma altında kullanılır⁶⁶.

ShadeScan elektronik renk seçim üniti, dijital görüntüleri yakalar ve görüntüleri Artificial Vision™ yazılımı ile çevirerek renkleri belirler. Görüntü kablo ile bağlı bir el aleti ile yakalanır ve 1,5" x 2" LCD ekranı üzerinde gösterilir veya bilgisayara yüklenir. ShadeScan sistemi tek kağıt, çoklu-grafik laboratuvar raporları biçiminde düzenlenen renk haritaları, translusensi haritaları, renk tonu, renk parlaklığı ve renk ayrıntısı farklılık haritalarını sağlar. ShadeScan aynı zamanda diş beyazlatmanın potansiyel sonuçlarını göstermek için ShadeWhite™ özelliğine sahiptir⁷².

ShadeScan yazılım sisteminin veri tabanı VITA Classical (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), VITA 3D-Master (VITA Zahnfabrik), Ivoclar Chromascop (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Shofu Vintage Halo (Shofu Dental San Marcos, Calif), Noritake (Noritake Dental Supply Co Ltd, Nagoya, Japan), ve Dentsply EsthetX (Dentsply Caulk, Milford, Del) renk skalalarını destekler.

ShadeScan'ın Avantajları⁷²:

1. Renk seçiminin geleneksel görsel yöntemini geliştirir.
2. Renk, translusensi, renk tonu, renksel parlaklık ve renk ayrıntısının detaylı haritalandırmasını oluşturur.
3. Çoklu-grafik laboratuvar reçete (formül, talimat) raporlarını meydana getirir.
4. Laboratuvar ile elektronik iletişimi kolaylaştırır.
5. Öğretim programlarında yararlı olabilir.
6. ShadeWhite özelliği diş beyazlatmanın potansiyel sonuçlarını gösterir.

ShadeScan'ın Dezavantajları⁷²:

1. Birçok fonksiyonu için bilgisayar gereklidir.
2. Bağlı olan el aleti ile kumanda paneli ağırdır ve ısınma süresi 10 dakikadır.
3. Kullanımı karmaşıktır.
4. Geleneksel görsel renk seçim yönteminden daha fazla zaman alıcıdır.
5. Geniş el aleti nedeniyle kullanımı yalnızca anterior dişlerle sınırlıdır.
6. Küçük LCD ekranı görüntüleme için zor olabilir.

ShadeScan'ın avantaj ve dezavantajlarının yanında, kolorimetrelerin bazı genel avantaj ve dezavantajları da bulunur.

Kolorimetrelerin avantajları⁶⁷:

1. Kullanımı kolaydır.
2. Spektrofotometrelere göre ekonomiktir.

Kolorimetrelerin dezavantajları^{62,64,68}:

1. Düz ve eğimli yüzeylerde uyumsuz sonuçlar verebilir.
2. Ölçülecek materyalin yarı saydam olması ve kullanılan yönteme göre ölçümler materyalden ışık saçılmasından etkilenebilirler.

Kolorimetreler, yarı saydam materyalleri okumada yetersiz olduğundan; kolorimetreler ile toplanan veriler değişiklik gösterebilir. Bu nedenle, renk ölçümünde standart bir arka plan kullanılmalıdır⁶⁹.

2.4.6.2. Spektrofotometre

Örnekten yansıyan ışık miktarının, referans alınan 5, 10, 20 nm aralıklarla görünebilir spektrumdaki beyaz geçisine oranını ölçmek için tasarlanmıştır. Spektral yansıtma fonksiyonu ile cismin renk parametreleri hesaplanır^{64,67}.

Spektrofotometrelerin avantajları^{67,70}:

1. Objektiftir.
2. Standart koşullarda hatasız sonuç verir.
3. Metamerizm değerlendirilebilir.

Spektrofotometrelerin dezavantajları⁷¹:

1. Pahalıdır.
2. Klinik kullanımı pratik değildir.
3. Standardizasyonu güçtür.

2.4.6.3. Dijital Kamera

Dijital kameraların renk ölçümünde kullanılması giderek popüler hale gelmiştir. Avantajı tüm cismin renk görünümünün, görüntüler halinde izlenebilmesidir. Kolorimetrik ve multispektral olarak iki farklı yaklaşım kullanılır. X, Y, Z tristimulus değerleri bir formül ile hesaplanarak R, G, B (**R**ed, **G**reen ve **B**lue) olarak ifade edilir⁶⁷.

Kamera algılayıcıları CIE'nin standart gözlemcisi ile aynı spektral hassasiyete sahip olmadığı için kameradaki RGB değerleri CIE'nin XYZ değerleri ile eşleşmez. Bu nedenle ölçüm yapılırken, kameranın RGB değerleri CIE'nin XYZ değerleri ile uyumlu hale getirilmelidir. Bu işleme "kamera kalibrasyonu" adı verilir. Bu amaçla en

çok tercih edilen yöntem, bilinen XYZ değerlerinin bulunduğu bir referans tablo yardımıyla kameranın ayarlanması ve her parça için ortalama RGB değerlerinin bu şekilde kaydedilmesidir

Dijital fotoğraf ve spektrofotometrenin birlikte kullanımı renk tespitinde kullanılan yeni bir yöntemdir^{64,67}. Bu yöntemde hastanın dişlerine yakın üç dört farklı renk tespit edilerek, 35 mm kamera ile önceden ayarlanmış bir ışık kaynağında fotoğraf alınır. Ölçü ve fotoğraf laboratuvara gönderildikten sonra, teknisyen hastanın diş rengini ve skaladaki rengi fotoğraftan tespit eder. En yakın seçim için bir bilgisayar programından yararlanır.

2.5. Simanlar

Tam seramik restorasyonların simantasyonunda, özellikle laminate restorasyonlarda, istenilen final renginin oluşturulmasında ve seramiğin kesilmiş diş yüzeyine yapıştırılmasında, simanların önemi büyüktür. Bu nedenle tam seramik sabit restorasyon ile diş arasındaki boşluk bir siman veya yapıştırma ajanı ile doldurulur. Restorasyonu prepare edilmiş bir diş üzerinde tutan mekanizmalar adeziv olmayan (mekanik) bağlanma, mikromekanik bağlanma ve moleküler bağlanma olarak üç kısımda incelenebilir. Pek çok vakada, bu mekanizmalar bir arada işlev görür⁷³.

Tam seramik restorasyonların daimi olarak uygulanması için birkaç siman tipi mevcuttur. Bu simanlar arasında çinko fosfat, polikarboksilat, cam iyonomer ve kompozit rezin simanlar yer alır (Tablo 4). Çinko fosfat, polikarboksilat ve cam iyonomer simanlar tam seramik restorasyonların final renkleri üzerinde düzenleme yapmaya olanak vermezler. Dolayısı ile yapıştırma işleminden sonra restorasyonun rengi, altındaki simanın rengini bir miktar yansıtacağından, tam seramik restorasyonun final rengi öngörülemez. Bu sorunun üstesinden gelmek için, kompozit rezin siman kitleri farklı renk seçeneklerinde üretilmiştir (Variolink II).

Tablo 4: Yaygın olarak kullanılan yapıştırma simanlarının özellikleri⁷⁴.

Tip	Markası	Formu	İçeriği
Kompozit rezin (Kimyasal olarak polimerize olan)	All-Bond C&B Lutin Composite (<i>Bisco</i>)	Pat/pat	Bis-GMA+Kuvars
	Panavia 21 (<i>Kuraray</i>)	Pat/pat	Modifiye Bis-GMA+baryum cam doldurucu
	Comspan (<i>Dentsply/Caulk</i>)	Pat/pat	Bis-GMA
Kompozit rezin (hem ışık hem kimyasal olarak polimerize olan)	Dicor LAC (<i>Dentsply/York</i>)	Pat/pat	Üretan dimetakrilat
	Panavia F2.0 (<i>Kuraray</i>)	Pat/pat	MDP monomer
	Variolink II (<i>Ivoclar Vivadent</i>)	Pat/pat	Bis-GMA+Üretan dimetakrilat+tri-etilen glikoldimetakrilat
Cam iyonomer	Glasionomer Type I (<i>Shofu</i>)	Toz/likit	Toz: floroalüminosilikat cam Likit: poliakrilik asit, sitrik asit
	Ketac Cem (<i>ESPE-Premier</i>)	Toz/likit	Toz: Cam doldurucular, Na,Ca,Al,florosilikat,kurutulmuş akrilik+maleik asit Likit: tartarik asit+su
Hibrit (cam iyonomer+rezin)	Advance (<i>Dentsply/Caulk</i>)	Toz/likit	Toz: Cam doldurucu Likit: OEMA+su
	Vitremer Luting Cement (<i>3M</i>)	Toz/likit	Toz: stronsiyum floroaminosilikat cam Likit: polikarboksilik asit kopolimeri+2-HEMA+su
Polikarboksilat	Carbokxylon (<i>3M</i>)	Toz/likit	Toz: çinko oksit Likit: poliakrilik asit
	Durelon (<i>ESPE-Premier</i>)	Toz/likit	Toz: Çinko oksit, kalay oksit, stanöz florür Likit: %40 poliakrilik asit
Çinko fosfat	Fleck's Zinc Cement (<i>National Keystone Products/Mizzy</i>)	Toz/likit	Toz: çinko oksit Likit: ortofosforik asit
	Modem Tenacin (<i>Caulk</i>)	Toz/likit	Toz: çinko oksit+alüminyum fosfat Likit: ortofosforik asit

2.5.1. Kompozit Rezin Simanlar

Rezin esaslı kompozit simanlar, seramik restorasyonların yapıştırılması için geliştirilmiş bir materyaldir⁷⁵. Kompozit rezin simanların yapısı ve karakteristiği geleneksel restoratif kompozitlere benzer. Aynı şekilde organik matriks içinde inorganik doldurucular (Bis-GMA, TEGDMA, UDMA gibi) bulunur. Kompozit rezin simanlar, polimerizasyon işleminin başlama şekline göre üç grupta sınıflandırılır⁷⁵. Kimyasal olarak aktive olanlar (autopolymerizing); Maryland köprüler ve postlarda, ışıkla aktive olanlar (light-cured, photoactivated); veneer kronlarda, hem kimyasal hem de ışık ile aktive olanlar (dual-cured); inley, onley ve tam seramik kronlarda kullanılırlar. Işıkla aktive olan kompozit simanların klinik avantajları, uzun çalışma zamanı ve renk stabiliteleridir⁷⁶. Hem kimyasal hem de ışıkla aktive olan kompozit simanların klinik avantajları ise, ışığın ulaşmadığı alanlarda yeterli derecede polimerize olabilmesi ve kontrollü çalışmaya izin vermesidir. Yapılarında kimyasal aktivasyon için bir peroksitamin, ışık aktivasyonu için kamforkinon içerirler⁷⁷.

Kompozit rezin simanlar, kesilmiş diş ve tam seramik kron ile tek bir ünite oluşturarak yapının mekanik özelliklerini geliştirir. Aynı zamanda, destek dişin temel rengini maskeleyerek final restorasyon rengini etkiler.

Tam seramik restorasyonların yarı saydam özelliklerinden dolayı, final renklerinin düzenlenmesi zor bir konudur. Kompozit rezin siman ve destek dişin rengi tam seramik restorasyonların görünümünü etkileyebilir. Bu etki bazı deneylerde^{78,79} farklı şekillerde gösterilmiştir. Çalışmalarda kullanılan deney tasarımlarının çeşitliliği, seramik örneklerinin rengi, yapıştırıcı siman ve renk ölçüm cihazları bu farklılıkları

yaratır. Eğer bu faktörler ideal olarak oluşturulamaz ise, optimal estetik görünüm yaratılamaz.

Kompozit rezin siman kitleri, çeşitli renkleri içerirler. Bu sayede, final rengi üzerinde ayarlamalar yapılabilir. Ancak, farklı renklerdeki kompozit rezin simanların kullanım etkileri tam olarak incelenmemiştir. Kompozit rezin simanların klinik kullanımları için objektif temel prensipler yoktur.

Bu çalışmanın amacı, farklı yapılarıdaki tam seramik modellerde, değişik renkteki kompozit rezin simanların final rengi üzerine olan etkilerini incelemektir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Laboratuvarları ve Kulez Protez Laboratuvarı'nda yürütüldü.

Üç farklı kor yapıyla desteklenen tam seramik modellerde, değişik renkteki yapıştırıcı simanların, tam seramik modellerin bitim renkleri üzerine etkileri ShadeScan ile karşılaştırıldı.

Tam seramik modellerde, siman uygulanmadan önce ve siman uygulandıktan sonra oluşan renkler arasındaki farklılık, normal dağılım göstermediği için Mann Whitney U testi ile analiz edildi.

Tablo 5: Çalışmada kullanılan tam seramik sistemler.

Sistem Adı	Üretici Firma
Finesse® All-Ceramic (FAC)	Dentsply Ceramco, Burlington, Amerika Birleşik Devletleri
Vita In-Ceram® Alumina (ICA)	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
Vita In-Ceram® Zirconia (ICZ)	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya

Tablo 6: Çalışmada kullanılan yapıştırıcı simanlar.

Siman Adı	Renk	Üretici Firma
Variolink II	White 110	Ivoclar Vivadent AG, Bendererstrasse 2, Lihtenştayn
Variolink II	Yellow 210	Ivoclar Vivadent AG, Bendererstrasse 2, Lihtenştayn

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Tam seramik sistemlerin her birinden “Vitapan Classical” renk skalasına göre, 10 adet A1renkli, 10 adet A2 renkli olmak üzere, 20’ şer adet tam seramik örnekler renk analizi için gruplandırıldı. Çalışmada kullanılmak üzere 0,5 mm kor, 1 mm dentin porseleni olacak şekilde, 1,5 mm kalınlıkta, 10 mm çapında toplam 60 test örneği hazırlandı.

3.1.1. Finesse All-Ceramic (FAC) Örneklerin Hazırlanması

Disk şeklinde 0,6 mm kalınlığında ve 10 mm çapında mum örnekler hazırlandı. Daha sonra mum örnekler üretici firmanın talimatlarına göre hazırlanan revetmana (Investment Powder, Ceramco, Burlington, Amerika), sisteme ait manşet içersinde alındı. Buhar banyosunda mumlar uzaklaştırıldı. Yerine, seramik kor yapının basınç ve ısı ile yerleştirilmesi için manşet üzerine A1 örnek elde etmek için A1 ignots, A2 örnek elde etmek için A2 ignots (Finesse All-Ceramic Ignots, Ceramco, Burlington, Amerika) yerleştirildi. Daha sonra sisteme ait basınçlı fırına (Multimat

Touch & Press, Dentsply, Burlington, Amerika) alındı. 930°C'de 4,25 bar basınç ile akışkan hale gelen ignots, 30 dakika süreyle revetmendaki mum boşluğuna gönderildi. Kademeli olarak 10 dakika soğutulduktan sonra fırından çıkartıldı.

Elde edilen kor örnekleri 0,6 mm'den 0,5 mm ($\pm 0,02$ mm) kalınlığa indirmek için, gren boyutu 100 μ m olan elmas frezler (Bredent, Senden, Almanya) kullanıldı. Kullanılan frezlerin çapı 5 mm, uzunluğu 14 mm'ydı. Frez, laboratuvar piyasemenine (Ultimate 500K; NSK, Kanuma, Japonya) monte edildi. Motorun dönme hızı 20000 min⁻¹ 'e ayarlanarak sabitlendi. Örnekler, ortalama 100 g olarak kabul edilen parmak basıncı⁸⁰ ile 0,1 mm materyal kaldırılarak aşındırıldı.

Disk şeklinde hazırlanan kor materyalinin üzerine, 1,1 mm kalınlığında dentin porseleni (A1 örnekler için Finesse Low-Fusing Porcelain A1, A2 örnekler için Finesse Low-Fusing Porcelain A2) üretici firmanın önerileri doğrultusunda, sisteme ait vakumlu fırında kontrollü olarak pişirildi. Örneklerin kalınlıklarını 1,1 mm'den 1 mm'ye indirmek için 0 nolu silikon karbit su zımparası (Sonnenflex Schleifmittel 400, Almanya) kullanıldı. Daha sonra, hazırlanan örneklerin kalınlıkları dijital bir kumpas ile ölçüldü. Kor kalınlığı 0,5 mm, dentin porselenin kalınlığı 1 mm olacak şekilde toplam kalınlığı 1,5 mm olan tam seramik diskler hazırlandı.

3.1.2. In-Ceram Alumina (ICA) Örneklerin Hazırlanması

Öncelikle 10 mm çapında, 0,6 mm kalınlığında disk şeklinde mum örnekler hazırlandı. Bu mum örnekler, üretici firmanın talimatları doğrultusunda hazırlanan day materyali (Vita In-Ceram® Special Plaster, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) içerisine gömüldü. Daha sonra, buhar banyosunda mumlar day materyalinden uzaklaştırıldı. 38 g toz (Vita

In-Ceram Alumina Powder, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) ile 5 ml likit (Vita In-Ceram Alumina/Zirkonia Mixing Fluid, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) ultrasonik karıştırıcıda (Vita In-Ceram Vitasonic II, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) hazırlandı. Hazırlanan bu karışım, day materyali üzerinde mum uzaklaştırılarak oluşturulan, disk şeklindeki bölümlere fırça ile yerleştirildi. Daha sonra, sinterleme işlemi için pişirme fırınına alındı (Vita Inceramat, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya). Üretici firmanın talimatları doğrultusunda, kademeli olarak 1120°C' ye kadar 4,5 saat sinterize edildi. Aynı şekilde kademeli olarak soğumaya bırakıldı. Sinterize yapı, day materyali üzerinden uzaklaştırıldı.

Sinterlenmiş yapıya, hem direncini artırmak, hem de rengini belirlemek için bir fırça ile cam emdirme işlemi uygulandı (Vita In-Ceram Alumina Glass Powder, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya). A1 örnekler için, Vita In-Ceram Alumina Glass Powder AL1, A2 örnekler için ise, Vita In-Ceram Alumina Glass Powder AL2 kullanıldı. Cam emdirme işlemi uygulanmış örnekler, platin folyo üzerinde ikinci pişirme işlemi için üretici firmanın önerileri doğrultusunda, kontrollü olarak 1110°C'ye kadar 2,5 saat sisteme ait vakumlu fırında pişirildi.

Cam emdirilmiş örnekleri 0,6 mm'den 0,5 mm ($\pm 0,02$ mm) kalınlığa indirmek için, gren boyutu 100 μm olan elmas frezler (Bredent, Senden, Almanya) kullanıldı. Kullanılan frezlerin çapı 5 mm, uzunluğu 14 mm'ydı. Frez, laboratuvar piyasemenine (Ultimate 500K; NSK, Kanuma, Japonya) monte edildi. Motorun dönme hızı 20000 min^{-1} e ayarlanarak sabitlendi. Örnekler, ortalama 100 g olarak kabul edilen parmak basıncı⁸⁰ ile 0,1 mm materyal kaldırılarak aşındırıldı. Örnekler üzerindeki fazla cam partiküllerinin uzaklaştırılması için, 50 μm 'lik Al_2O_3 kumlarıyla 6 bar basınç altında kumlama işlemi yapıldı. Sonra, dijital bir kumpas ile örneklerin farklı yerlerinden ölçüm yapılarak 0,5 mm kalınlık test edildi.

Disk şeklinde hazırlanan kor materyalinin üzerine, 1,1 mm kalınlığında dentin porseleni (A1 örnekler için Vitadur Alpha AL1, A2 örnekler için Vitadur Alpha AL2) üretici firmanın önerileri doğrultusunda, sisteme ait vakumlu fırında kontrollü olarak pişirildi. Örneklerin kalınlıklarını 1,1 mm'den 1 mm'ye indirmek için 0 nolu silikon karbit su zımparası (Sonnenflex Schleifmittel 400, Almanya) kullanıldı. Hazırlanan örneklerin kalınlıkları dijital bir kumpas ile ölçüldü. Kor kalınlığı 0,5 mm, dentin porselenin kalınlığı 1 mm olacak şekilde toplam kalınlığı 1,5 mm olan tam seramik diskler hazırlandı.

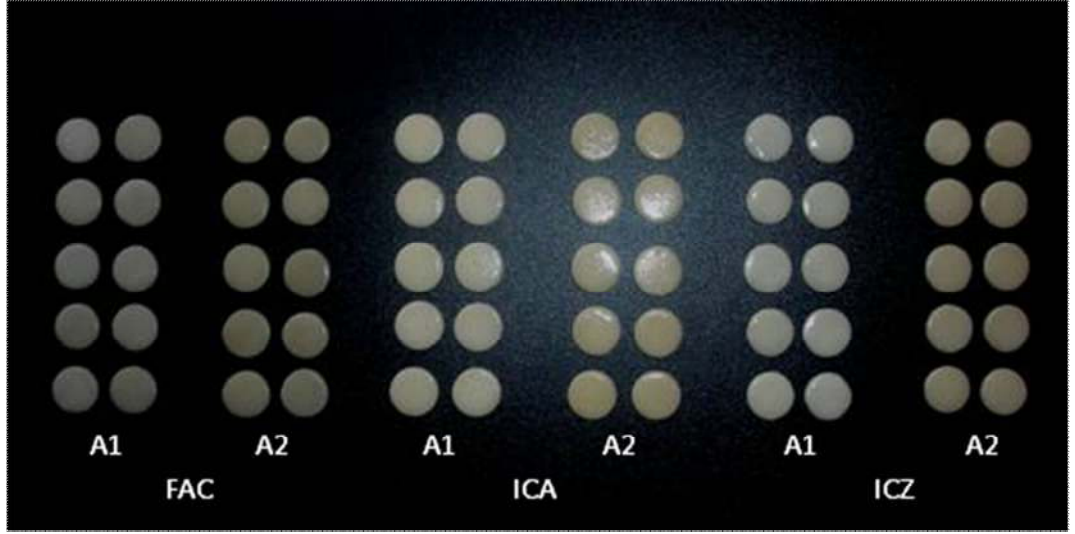
3.1.3. In-Ceram Zirconia (ICZ) Örneklerin Hazırlanması

Aynı şekilde 10 mm çapında, 0,6 mm kalınlığında disk şeklinde mum örnekler hazırlandı. Bu mum örnekler, üretici firmanın talimatları doğrultusunda hazırlanan day materyali (Vita In-Ceram® Special Plaster, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) içerisine gömüldü. İki saat sonra buhar banyosunda mumlar day materyalinden uzaklaştırıldı. 45 g toz (Vita In-Ceram Zirconia Powder, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) ile birkaç damla likit (Vita In-Ceram Alumina/Zirkonia Mixing Fluid, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) ultrasonik karıştırıcıda (Vita In-Ceram Vitasonic II, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) hazırlandı. Bu karışım, day materyali üzerinde mum uzaklaştırılarak oluşturulan, disk şeklindeki bölümlere fırça ile yerleştirildi. Daha sonra sinterleme işlemi için pişirme fırınına alındı (Vita Inceramat, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya). Üretici firmanın talimatları doğrultusunda kademeli olarak 1120°C' ye kadar 4,5 saat sinterize edildi. Aynı şekilde, kademeli olarak soğumaya bırakıldı. Sinterize yapı day materyali üzerinden uzaklaştırıldı.

Sinterlenmiş yapıya, hem direncini artırmak, hem de rengini belirlemek için bir fırça ile cam emdirme işlemi uygulandı (Vita In-Ceram Zirconia Glass Powder, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya). A1 ve A2 örnekler için, Vita In-Ceram Zirconia Glass Powder Z21N kullanıldı. Cam emdirme işlemi uygulanmış örnekler, platin folyo üzerinde ikinci pişirme işlemi için üretici firmanın önerileri doğrultusunda, kontrollü olarak 1140°C'ye kadar 2,5 saat sisteme ait vakumlu fırında pişirildi.

Cam emdirilmiş örnekler, aynı In-Ceram Alumina disklerin aşındırılmasındaki yöntemlerle aşındırıldı. Sonra, dijital bir kumpas ile örneklerin farklı yerlerinden ölçüm yapılarak 0,5 mm kalınlık test edildi.

Disk şeklinde hazırlanan kor materyalinin üzerine In-Ceram Alumina örneklerde olduğu gibi dentin porseleni uygulandı. Benzer şekilde kor kalınlığı 0,5 mm, dentin porselenin kalınlığı 1 mm olacak şekilde toplam kalınlığı 1,5 mm olan tam seramik diskler hazırlandı.



Resim 1: Finesse All Ceramic (FAC), In-Ceram Alumina (ICA) ve In-Ceram Zirconia (ICZ) sistemlerine ait disk şeklinde hazırlanan örnekler.

3.2. Test Gruplarının Oluşturulması

Yapılan çalışmada, her bir seramik sisteme ait test örnekleri, renk skalalarına göre (A1, A2) kendi içinde iki gruba ayrıldı ($n=10$). Her üç tam seramik sistemden 10'ar adet A1, 10'ar adet A2 renk skalasına sahip 20'şer örnekli test grupları oluşturuldu. Her üç seramik sisteminde, 20'şerden toplam 60 örnekli çalışma grupları hazırlandı (Tablo 7).

Tablo 7: Örnek grupları.

Sistem	Renk	Örnek Sayısı
Finesse® All-Ceramic (FAC)	A1	10
	A2	10
Vita In-Ceram® Alumina (ICA)	A1	10
	A2	10
Vita In-Ceram® Zirconia (ICZ)	A1	10
	A2	10

3.3.1. Tam Seramik Modellerde Siman Uygulanmadan Önce Yapılan Renk Taraması

Hazırlanan seramik disklerde, ShadeScan (Cynovad, Saint-Laurent, Canada) ile tek tek renk taraması yapıldı (Resim 2). Bilgisayara yüklenen görüntüler, ShadeScan yazılımı (ShadeScan Software Version 3.1.0; Cynovad) ile analiz edildi. Bulunan sonuçlar, siman uygulanmadan önce elde edilen renk değerleri olarak değerlendirildi.



Resim 2: ShadeScan cihazı.

3.3.2. Tam Seramik Modellerde Siman Uygulamasından Sonra Yapılan Renk Taraması

Daha önce, siman uygulanmadan renk taraması yapılan seramik disk örneklerden, A1 renk skalasına sahip olanlara white 110, A2 renk skalasına sahip olanlara yellow 210 renk değerlerine sahip, yapıştırıcı rezin siman (Variolink II, Ivoclar Vivadent AG, Bendererstrasse 2, Lihtenştayn) uygulandı (Resim 3). Test örneklerinin hepsinde eşit siman film kalınlığı oluşturmak için, alüminyum bir levha üzerinde 2 mm yüksekliğinde bölmeler bulunan düzenek hazırlandı. Daha sonra, her seramik test gruplarına, aynı anda siman uygulandı. Her grup için 10 adet olan siman uygulanmış örnekler; alüminyum levha üzerine yapıştırıcı siman uygulanan bölümleri gelecek şekilde yerleştirildi. Bir cam ile bütün örneklerle temas edecek şekilde levhaya doğru baskı uygulandı. Levha

üzerindeki 2 mm yüksekliğindeki bölmelere cam teması gözlendi. Böylece, 1,5 mm kalınlığında hazırlanmış olan seramik test örneklerinin her biri, altında 0,5 mm olacak şekilde siman film kalınlığı oluşturuldu. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda, her test örneğine 30 saniye, 470 nm dalga boylu mavi ışık uygulandı (BlueLEX LD-105, Monitex, Shenzhen, Çin). (Resim 4, Resim 5).

Yapıştırıcı siman uygulanan örneklerden SahdeScan ile ikinci defa renk taraması yapıldı. Elde edilen renk değerleri, siman uygulandıktan sonra elde edilen renk değerleri olarak değerlendirildi.



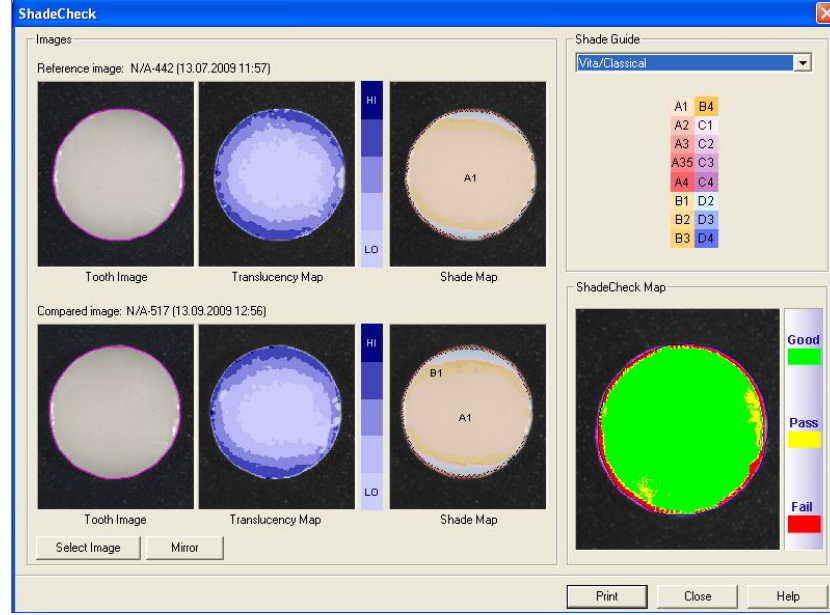
Resim 3: Variolink II rezin siman seti.



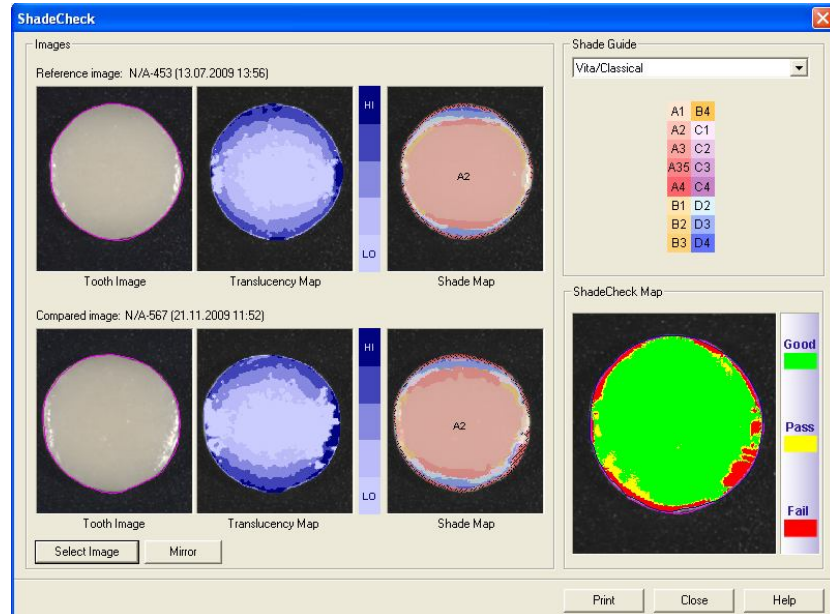
Resim 4: Işık cihazı.



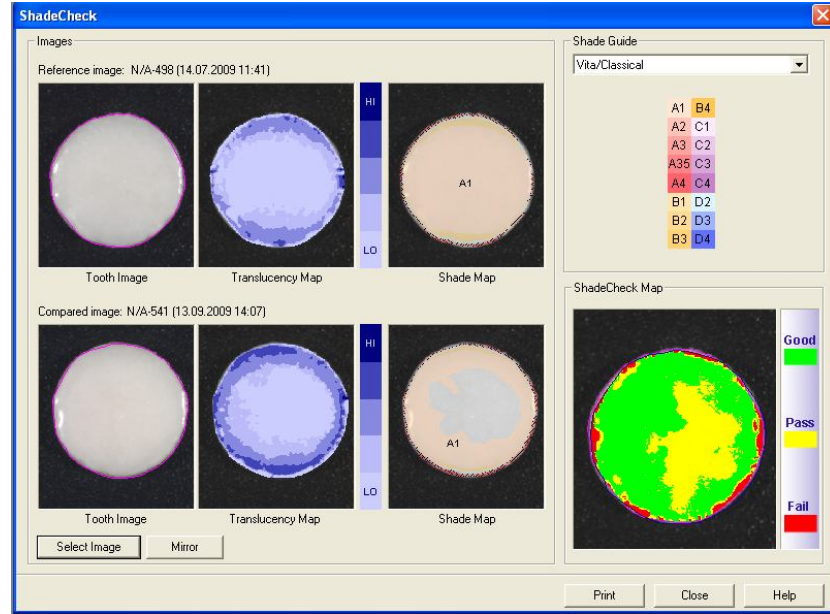
Resim 5: Siman uygulanan örneklere mavi ışık uygulaması.



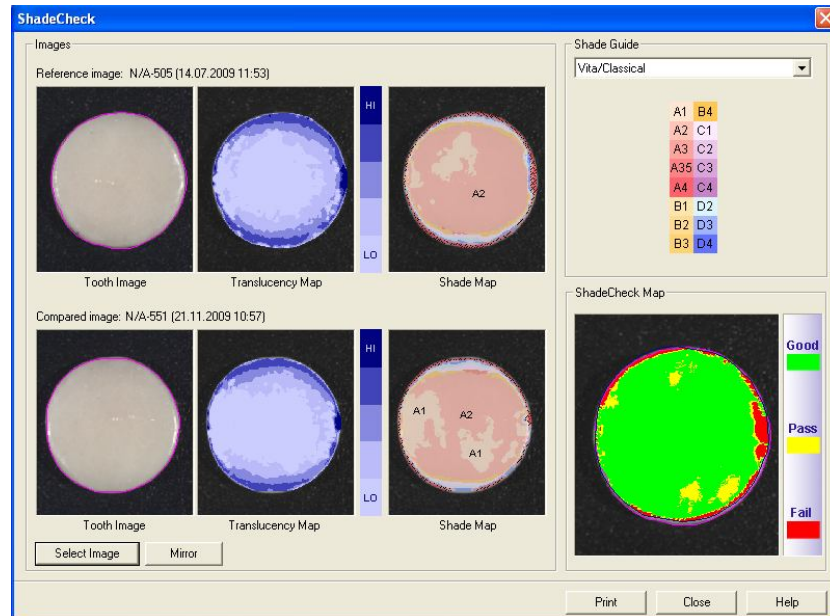
Resim 6: ShadeCheck programı ile FAC A1 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.



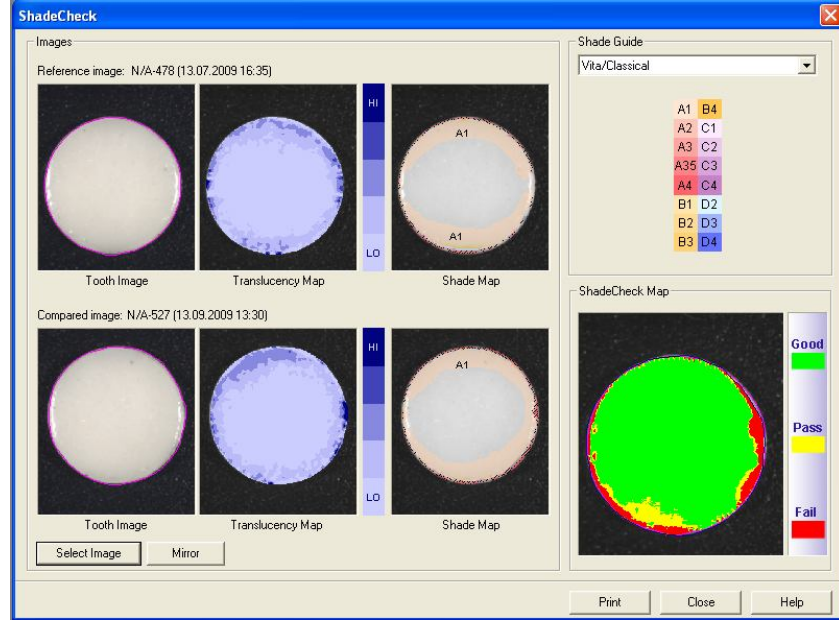
Resim 7: ShadeCheck programı ile FAC A2 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.



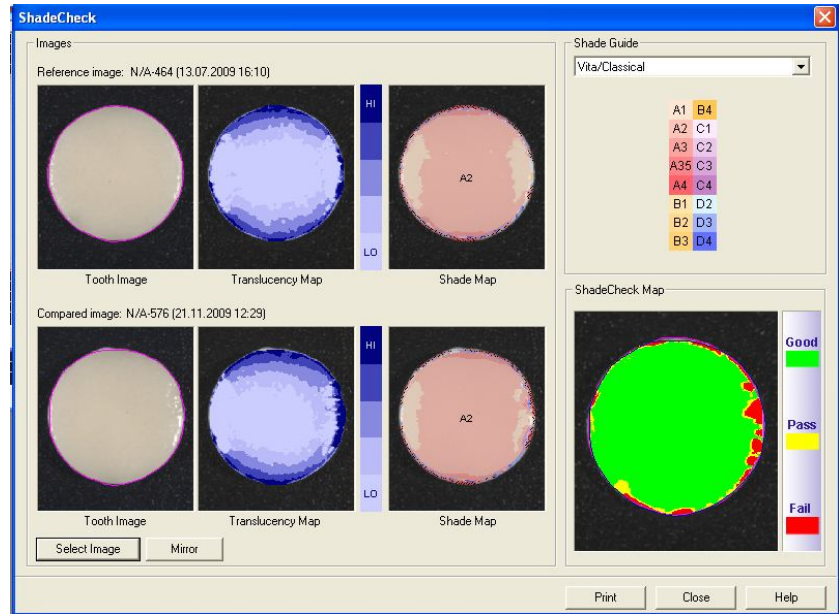
Resim 8: ShadeCheck programı ile ICA A1 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.



Resim 9: ShadeCheck programı ile ICA A2 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.



Resim 10: ShadeCheck programı ile ICZ A1 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.



Resim 11: ShadeCheck programı ile ICZ A2 seramiklerde, siman uygulamadan önce ve siman uygulandıktan sonraki renk verileri.

3.4. İstatistik Analiz

ShadeScan ile elde edilen skalasal renk haritaları üzerinde, örneklerin taranan alanları esas alınarak skorlandı. Her bir örnek için 100 puan üzerinden pikseller puanlanarak sayısal verilere dönüştürüldü. Siman uygulanmadan önce, A1 ve A2 renk skalasına sahip tam seramik modellerde, renk değerleri arasındaki farklılık bağımsız örneklem t testi ile değerlendirildi.

Tam seramik test modellerinde, siman uygulanmadan önce elde edilen renk değerleri ile siman uygulandıktan sonra elde edilen renk değerleri arasındaki renk değişim puanları, Mann Whitney U testi ile değerlendirildi.

Aynı renk skalasına sahip farklı sistemlere ait, tam seramik yapıların renk değerleri ise tek yönlü varyans analizi ile değerlendirildi.

4. BULGULAR

Araştırmada, farklı tam seramik sisteme ait materyallerin renk değerleri ShadeScan ile ölçüldü. Elde edilen renk değerleri ile yapıştırıcı siman uygulandıktan sonra elde edilen renk değerleri arasında farklılık olup olmadığı incelendi.

4.1. Renk Değerleri Sonuçları

Örneklerin her birinin yapıştırıcı siman uygulanmadan ve uygulandıktan sonraki renk değerleri, üç farklı tam seramik sistem için ayrı ayrı tablolar halinde gösterilmiştir (Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10).

Tablo 8: Finesse All-Ceramic (FAC) renk değerleri.

Seramik Türü	Renk	Sıra	Deneme	Puan
Finesse All-Ceramic	A1	1	Önce	82,64
Finesse All-Ceramic	A1	1	Sonra	79,29
Finesse All-Ceramic	A1	2	Önce	80,27
Finesse All-Ceramic	A1	2	Sonra	77,07
Finesse All-Ceramic	A1	3	Önce	78,27
Finesse All-Ceramic	A1	3	Sonra	78,75
Finesse All-Ceramic	A1	4	Önce	81,23
Finesse All-Ceramic	A1	4	Sonra	79,98
Finesse All-Ceramic	A1	5	Önce	83,44
Finesse All-Ceramic	A1	5	Sonra	87,43
Finesse All-Ceramic	A1	6	Önce	75,37
Finesse All-Ceramic	A1	6	Sonra	77,6
Finesse All-Ceramic	A1	7	Önce	80,26
Finesse All-Ceramic	A1	7	Sonra	71,79
Finesse All-Ceramic	A1	8	Önce	76,24
Finesse All-Ceramic	A1	8	Sonra	78,88
Finesse All-Ceramic	A1	9	Önce	80,61
Finesse All-Ceramic	A1	9	Sonra	74,91
Finesse All-Ceramic	A1	10	Önce	78,93
Finesse All-Ceramic	A1	10	Sonra	80,89
Finesse All-Ceramic	A2	1	Önce	74,67
Finesse All-Ceramic	A2	1	Sonra	70,59
Finesse All-Ceramic	A2	2	Önce	70,01
Finesse All-Ceramic	A2	2	Sonra	67,67
Finesse All-Ceramic	A2	3	Önce	79,74
Finesse All-Ceramic	A2	3	Sonra	77,65
Finesse All-Ceramic	A2	4	Önce	76,17
Finesse All-Ceramic	A2	4	Sonra	70,61
Finesse All-Ceramic	A2	5	Önce	75,22
Finesse All-Ceramic	A2	5	Sonra	71,04
Finesse All-Ceramic	A2	6	Önce	76,57
Finesse All-Ceramic	A2	6	Sonra	73,52
Finesse All-Ceramic	A2	7	Önce	77,69
Finesse All-Ceramic	A2	7	Sonra	73,67
Finesse All-Ceramic	A2	9	Önce	77,91
Finesse All-Ceramic	A2	9	Sonra	73,59
Finesse All-Ceramic	A2	10	Önce	76,53
Finesse All-Ceramic	A2	10	Sonra	72,90

Tablo 9: In-Ceram Alumina (ICA) renk değerleri.

Seramik Türü	Renk	Sıra	Deneme	Puan
In-Ceram Alumina	A1	1	Önce	95,28
In-Ceram Alumina	A1	1	Sonra	93,78
In-Ceram Alumina	A1	2	Önce	95,74
In-Ceram Alumina	A1	2	Sonra	94,76
In-Ceram Alumina	A1	3	Önce	96,03
In-Ceram Alumina	A1	3	Sonra	96,31
In-Ceram Alumina	A1	4	Önce	95,17
In-Ceram Alumina	A1	4	Sonra	95,09
In-Ceram Alumina	A1	5	Önce	94,19
In-Ceram Alumina	A1	5	Sonra	95,74
In-Ceram Alumina	A1	6	Önce	96,48
In-Ceram Alumina	A1	6	Sonra	95,91
In-Ceram Alumina	A1	7	Önce	96,48
In-Ceram Alumina	A1	7	Sonra	95,50
In-Ceram Alumina	A1	8	Önce	94,35
In-Ceram Alumina	A1	8	Sonra	95,50
In-Ceram Alumina	A1	9	Önce	94,52
In-Ceram Alumina	A1	9	Sonra	93,13
In-Ceram Alumina	A1	10	Önce	95,91
In-Ceram Alumina	A1	10	Sonra	96,48
In-Ceram Alumina	A2	1	Önce	87,81
In-Ceram Alumina	A2	1	Sonra	91,06
In-Ceram Alumina	A2	2	Önce	87,44
In-Ceram Alumina	A2	2	Sonra	93,15
In-Ceram Alumina	A2	3	Önce	89,28
In-Ceram Alumina	A2	3	Sonra	91,82
In-Ceram Alumina	A2	4	Önce	87,15
In-Ceram Alumina	A2	4	Sonra	91,59
In-Ceram Alumina	A2	5	Önce	90,26
In-Ceram Alumina	A2	5	Sonra	91,70
In-Ceram Alumina	A2	6	Önce	88,56
In-Ceram Alumina	A2	6	Sonra	91,01
In-Ceram Alumina	A2	7	Önce	87,30
In-Ceram Alumina	A2	7	Sonra	91,67
In-Ceram Alumina	A2	8	Önce	88,18
In-Ceram Alumina	A2	8	Sonra	87,88
In-Ceram Alumina	A2	9	Önce	89,54
In-Ceram Alumina	A2	9	Sonra	89,91
In-Ceram Alumina	A2	10	Önce	86,11
In-Ceram Alumina	A2	10	Sonra	86,73

Tablo 10: In-Ceram Zirconia (ICZ) renk değerleri.

Seramik Türü	Renk	Sıra	Deneme	Puan
In-Ceram Zirconia	A1	1	Önce	98,04
In-Ceram Zirconia	A1	1	Sonra	98,04
In-Ceram Zirconia	A1	2	Önce	97,06
In-Ceram Zirconia	A1	2	Sonra	98,04
In-Ceram Zirconia	A1	3	Önce	96,65
In-Ceram Zirconia	A1	3	Sonra	96,07
In-Ceram Zirconia	A1	4	Önce	96,89
In-Ceram Zirconia	A1	4	Sonra	96,19
In-Ceram Zirconia	A1	5	Önce	96,48
In-Ceram Zirconia	A1	5	Sonra	96,65
In-Ceram Zirconia	A1	6	Önce	96,07
In-Ceram Zirconia	A1	6	Sonra	97,46
In-Ceram Zirconia	A1	7	Önce	98,44
In-Ceram Zirconia	A1	7	Sonra	96,48
In-Ceram Zirconia	A1	8	Önce	96,65
In-Ceram Zirconia	A1	8	Sonra	98,04
In-Ceram Zirconia	A1	9	Önce	96,48
In-Ceram Zirconia	A1	9	Sonra	97,46
In-Ceram Zirconia	A1	10	Önce	98,04
In-Ceram Zirconia	A1	10	Sonra	99,02
In-Ceram Zirconia	A2	1	Önce	93,15
In-Ceram Zirconia	A2	1	Sonra	91,67
In-Ceram Zirconia	A2	2	Önce	93,52
In-Ceram Zirconia	A2	2	Sonra	91,52
In-Ceram Zirconia	A2	3	Önce	91,61
In-Ceram Zirconia	A2	3	Sonra	92,36
In-Ceram Zirconia	A2	4	Önce	92,07
In-Ceram Zirconia	A2	4	Sonra	92,16
In-Ceram Zirconia	A2	5	Önce	94,65
In-Ceram Zirconia	A2	5	Sonra	93,70
In-Ceram Zirconia	A2	6	Önce	94,77
In-Ceram Zirconia	A2	6	Sonra	94,31
In-Ceram Zirconia	A2	7	Önce	95,09
In-Ceram Zirconia	A2	7	Sonra	93,98
In-Ceram Zirconia	A2	8	Önce	93,66
In-Ceram Zirconia	A2	8	Sonra	93,19
In-Ceram Zirconia	A2	9	Önce	92,92
In-Ceram Zirconia	A2	9	Sonra	93,29
In-Ceram Zirconia	A2	10	Önce	95,56
In-Ceram Zirconia	A2	10	Sonra	94,06

4.2. İstatistik Bulguları

Araştırmada, $P < 0,05$ gruplar arasında istatistik olarak anlamlı bir fark olduğunu, $P > 0,05$ gruplar arasında istatistik olarak anlamlı bir fark olmadığını ifade etmektedir.

4.2.1 Tam Seramik Modellerde Siman Uygulanmadan Önce Yapılan Renk Analizi Bulguları

Tablo 11: Tam seramik modellerde siman uygulanmadan önce, A1 ve A2 renk skalaları arasında renk değerleri farklılığı olup olmadığının incelenmesi.

Seramik Türü	Renk	N	Ortalama	Std. Sapma	T	P
Finesse All Ceramic	A1	20	79,19	3,360	3,927	0,000*
	A2	20	74,72	3,663		
In-Ceram Alumina	A1	20	95,32	0,948	11,702	0,000*
	A2	20	89,41	2,050		
In-Ceram Zirconia	A1	20	97,21	0,877	11,613	0,000*
	A2	20	93,36	1,196		

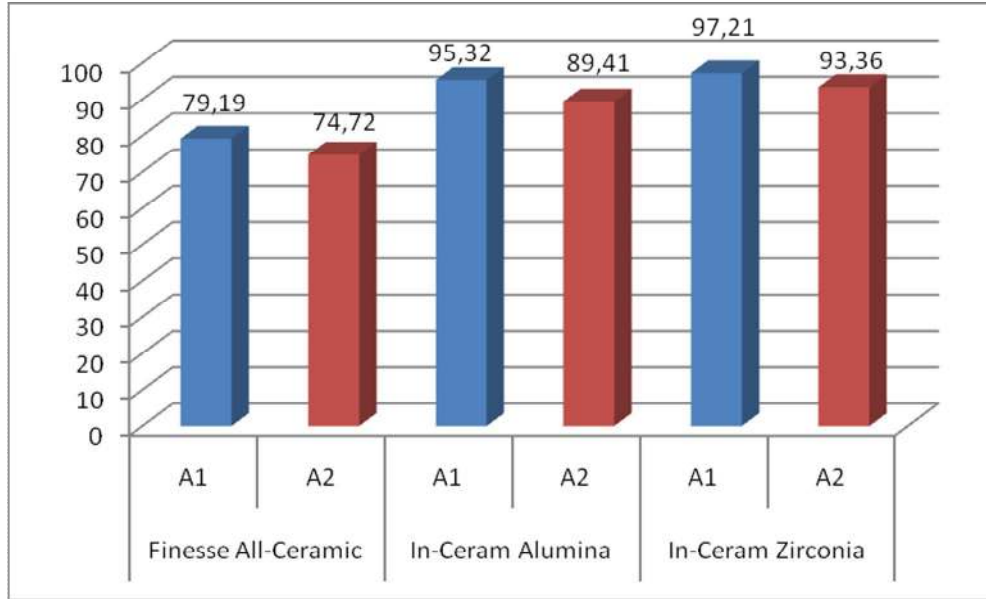
Siman uygulanmadan önce, her üç tam seramik sisteminde, A1 ve A2 renk skalaları için renk değerleri ortalamaları Grafik 1’de gösterilmiştir.

Finesse All-Ceramic türü, A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin ortalama puanı 79,19, Finesse All-Ceramic türü, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin ortalama puanı ise 74,72’dir. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, Finesse All-Ceramic türü için A1

renk skalasına sahip tam seramikler ve A2 renk skalasına sahip tam seramikler arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin puanı, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin puanından anlamlı derecede daha yüksektir.

In-Ceram Alumina türü, A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin ortalama puanı 95,32, In-Ceram Alumina türü, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin ortalama puanı ise 89,41'dir. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, In-Ceram Alumina türü için A1 renk skalasına sahip tam seramikler ve A2 renk skalasına sahip tam seramikler arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin puanı, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin puanından anlamlı derecede daha yüksektir.

In-Ceram Zirconia türü, A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin ortalama puanı 97,21, In-Ceram Zirconia türü, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin ortalama puanı ise 93,36'dır. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, In-Ceram Zirconia türü için A1 renk skalasına sahip tam seramikler ve A2 renk skalasına sahip tam seramikler arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin puanı, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin puanından anlamlı derecede daha yüksektir.



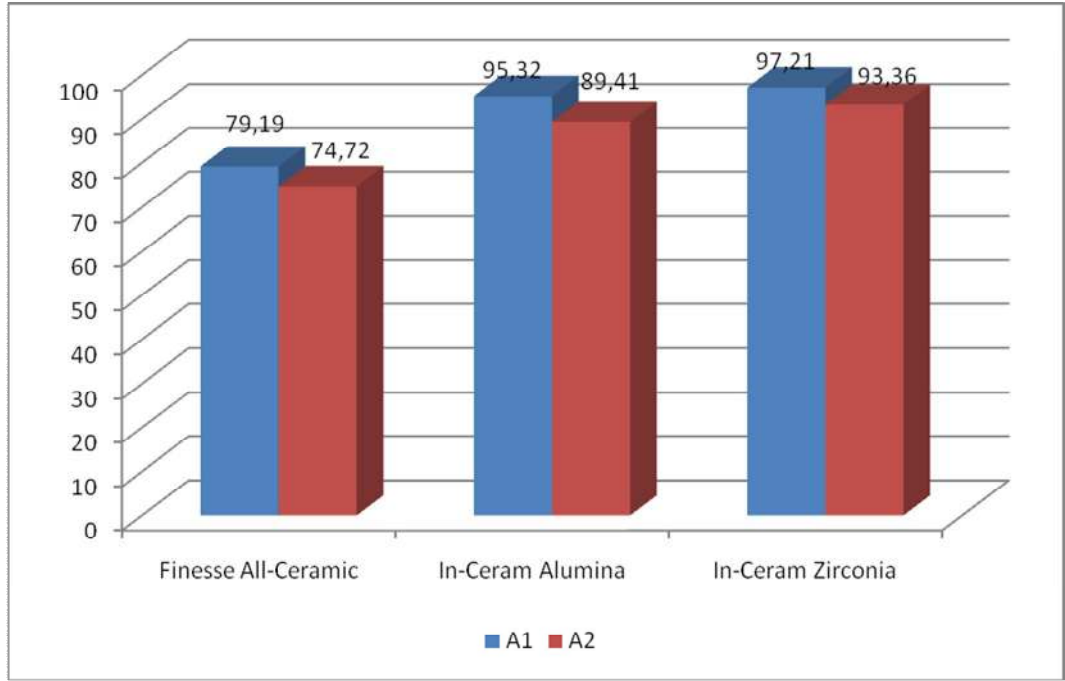
Grafik 1: Tam seramik modellerde, siman uygulanmadan önce renk değerleri ortalamaları.

Tablo 12: Aynı renk skalasına sahip farklı tür tam seramik sistemlerinde renk değerlerinin analizi.

Seramik Rengi	Seramik Türü	N	Ortalama	Std. Sapma	F	P	Fark
A1	FAC	20	79,19	3,360	99,495	0,000*	FAC-ICA
	ICA	20	95,32	0,948			FAC-ICZ
	ICZ	20	97,21	0,877			
A2	FAC	20	74,72	3,663	171,471	0,000*	FAC-ICA
	ICA	20	89,41	2,050			FAC-ICZ
	ICZ	20	93,36	1,196			ICA-ICZ

A1 renk skalasına sahip tam seramikler içinde, Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin ortalama puanı 79,19, In-Ceram Alumina türü tam seramiklerin ortalama puanı 95,32 ve In-Ceram Zirconia türü tam seramiklerin ortalama puanı ise 97,21'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda, A1 renk skalasına sahip değişik türdeki tam seramikler arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin ortalama puanı, diğer türlerdeki tam seramiklerin ortalama puanından anlamlı derecede daha düşüktür.

A2 renk skalasına sahip tam seramikler içinde, Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin ortalama puanı 74,72, In-Ceram Alumina türü tam seramiklerin ortalama puanı 89,41 ve In-Ceram Zirconia türü tam seramiklerin ortalama puanı ise 93,36'dır. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda, A2 renk skalasına sahip değişik türdeki tam seramikler arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin ortalama puanı, diğer türlerdeki tam seramiklerin ortalama puanından anlamlı derecede daha düşüktür. In-Ceram Zirconia türü tam seramiklerin ortalama puanı ise diğer türlerdeki tam seramiklerin ortalama puanından anlamlı derecede daha yüksektir.



Grafik 2: Aynı renk skalasına sahip seramik sistemlerinde renk değerleri ortalamalarının karşılaştırılması.

4.2.2. Tam Seramik Modellerde Siman Uygulanmadan Önce
Ve Siman Uygulandıktan Sonra Yapılan Renk Analizi Bulguları

Tablo 13: Tam seramik modellerde, yapıştırıcı siman uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra, A1 ve A2 renk skalaları için renk değerleri farklılığı olup olmadığının incelenmesi.

Seramik Türü	Renk	Deneme	N	Ortalama	Std. Sapma	Mann Whitney U	P
Finesse AllCeramic	A1	Önce	10	80,84	3,023	24,000	0,049*
		Sonra	10	77,55	2,947		
	A2	Önce	10	76,53	4,385	17,000	0,038*
		Sonra	10	72,91	3,624		
In-Ceram Alumina	A1	Önce	10	95,41	0,851	45,000	0,705
		Sonra	10	95,22	1,073		
	A2	Önce	10	88,16	1,261	15,000	0,008*
		Sonra	10	90,65	1,959		
In-Ceram Zirconia	A1	Önce	10	97,08	0,805	44,500	0,674
		Sonra	10	97,35	0,968		
	A2	Önce	10	93,70	1,307	37,000	0,326
		Sonra	10	93,02	1,028		

Tam seramik modellerde, yapıştırıcı siman uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra A1 ve A2 renk skalaları için renk değerleri ortalamaları Grafik 3’de gösterilmiştir.

Finesse All-Ceramic türü, A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı 80,84, sonraki ölçüm ortalama puanı ise 77,55'tir. Uygulanan Mann Whitney U testi sonucunda, Finesse All-Ceramic türü, A1 renk skalasına sahip tam seramikler için önceki ölçüm puanları ile sonraki ölçüm puanları arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). Buna göre, belirli aralıklarla yapılan ölçümler sonucunda Finesse All-Ceramic türü, A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin ortalama puanlarında anlamlı bir düşüş gözlemlendi.

Finesse All-Ceramic türü, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı 76,53, sonraki ölçüm ortalama puanı ise 72,91'dir. Uygulanan Mann Whitney U testi sonucunda, Finesse All-Ceramic türü, A2 renk skalasına sahip tam seramikler için önceki ölçüm puanları ile sonraki ölçüm puanları arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). Buna göre, belirli aralıklarla yapılan ölçümler sonucunda Finesse All-Ceramic türü, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin ortalama puanlarında anlamlı bir düşüş gözlemlendi.

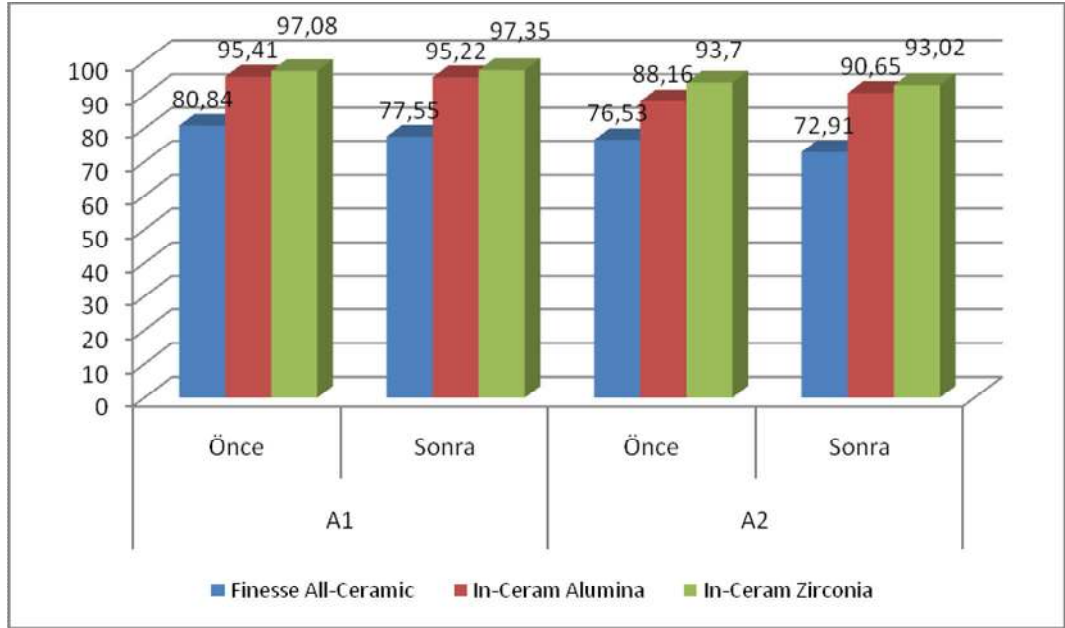
In-Ceram Alumina türü, A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı 95,41, sonraki ölçüm ortalama puanı ise 95,22'dir. Uygulanan "Mann Whitney U" testi sonucunda, In-Ceram Alumina türü, A1 renk skalasına sahip tam seramikler için önceki ölçüm puanları ile sonraki ölçüm puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$).

In-Ceram Alumina türü, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı 88,16, sonraki ölçüm ortalama puanı ise 90,65'tir. Uygulanan "Mann Whitney U" testi sonucunda, In-Ceram Alumina türü, A2 renk skalasına sahip tam seramikler için önceki ölçüm puanları ile sonraki ölçüm puanları arasında anlamlı bir farklılık

bulundu ($p<0,05$). Buna göre, belirli aralıklarla yapılan ölçümler sonucunda In-Ceram Alumina türü, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin ortalama puanlarında bir artış gözlemlendi.

In-Ceram Zirconia türü, A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı 97,08, sonraki ölçüm ortalama puanı ise 97,35'tir. Uygulanan "Mann Whitney U" testi sonucunda, In-Ceram Zirconia türü, A1 renk skalasına sahip tam seramikler için önceki ölçüm puanları ile sonraki ölçüm puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$).

In-Ceram Zirconia türü, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı 93,70, sonraki ölçüm ortalama puanı ise 93,02'dir. Uygulanan "Mann Whitney U" testi sonucunda, In-Ceram Zirconia türü, A2 renk skalasına sahip tam seramikler için önceki ölçüm puanları ile sonraki ölçüm puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$).



Grafik 3: Tam seramik modellerde, siman uygulanmadan önce ve siman uygulandıktan sonra, A1 ve A2 renk skalası için renk değerleri ortalamaları.

Tablo 14: A1 ve A2 renk skalalarına sahip tam seramik sistemlerinde, yapıştırıcı siman uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra renk değerlerinde farklılık olup olmadığının incelenmesi.

Seramik Renkleri	Deneme	Seramik Türü	N	Ortalama	Std. Sapma	F	P	Fark
A1	Önce	FAC	10	80,84	3,023	48,728	0,000*	FAC-ICA FAC-ICZ
		ICA	10	95,41	0,851			
		ICZ	10	97,08	0,805			
	Sonra	FAC	10	77,55	2,947	50,922	0,000*	FAC-ICA FAC-ICZ
		ICA	10	95,22	1,073			
		ICZ	10	97,35	0,968			
A2	Önce	FAC	10	76,53	4,385	99,616	0,000*	FAC-ICA FAC-ICZ ICA- ICZ
		ICA	10	88,16	1,261			
		ICZ	10	93,70	1,307			
	Sonra	FAC	10	72,91	3,624	98,234	0,000*	FAC-ICA FAC-ICZ
		ICA	10	90,65	1,959			
		ICZ	10	93,02	1,028			

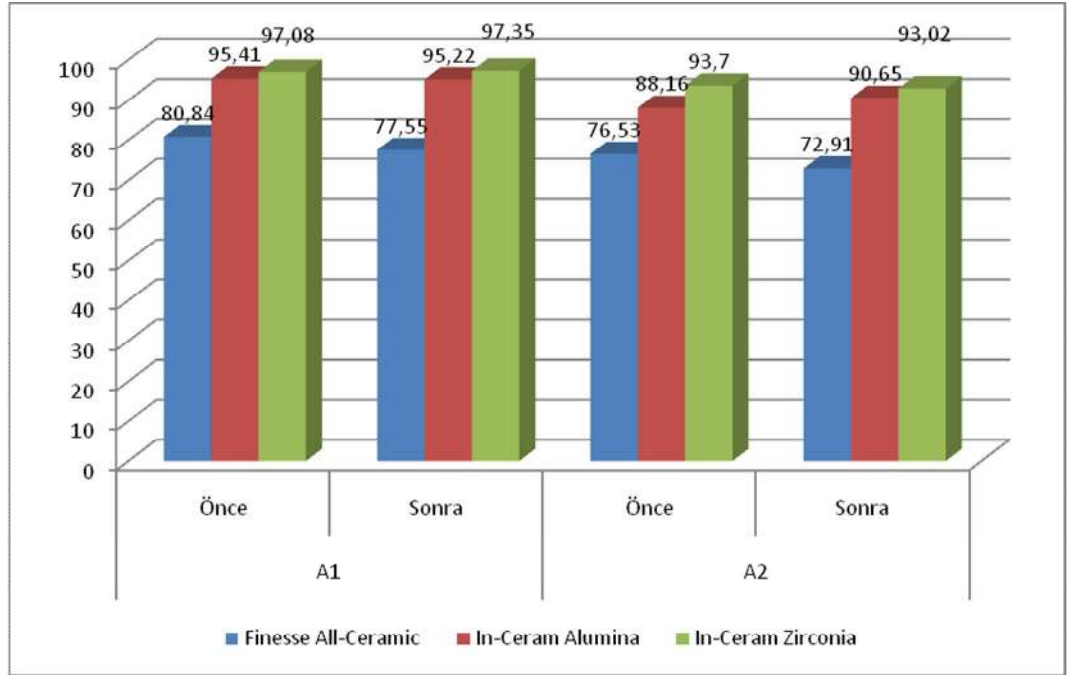
A1 renk skalasına sahip tam seramikler içinde Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı 80,84, In-Ceram Alumina türü tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı 95,41 ve In-Ceram Zirconia türü tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı ise 97,08'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda, A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin önceki ölçümleri içinde, değişik türdeki tam seramikler arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p < 0,05$). Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı, diğer türlerdeki tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanından anlamlı derecede daha düşüktür.

A1 renk skalasına sahip tam seramikler içinde Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin sonraki ölçüm ortalama puanı 77,55, In-Ceram Alumina türü tam seramiklerin sonraki ölçüm ortalama puanı 95,22 ve In-Ceram Zirconia türü tam seramiklerin sonraki ölçüm ortalama puanı ise 97,35'tir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda, A1 renk skalasına sahip tam seramiklerin sonraki ölçümleri içinde, değişik türdeki tam seramikler arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin sonraki ölçüm ortalama puanı, diğer türlerdeki tam seramiklerin sonraki ölçüm ortalama puanından anlamlı derecede daha düşüktür.

A2 renk skalasına sahip tam seramikler içinde Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı 76,53, In-Ceram Alumina türü tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı 88,16 ve In-Ceram Zirconia türü tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı ise 93,70'tir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin önceki ölçümleri içinde, değişik türdeki tam seramikler arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı, diğer türlerdeki tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanından anlamlı derecede daha düşüktür. In-Ceram Zirconia türü tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanı, diğer türlerdeki tam seramiklerin önceki ölçüm ortalama puanından anlamlı derecede daha yüksektir.

A2 renk skalasına sahip tam seramikler içinde Finesse All-Ceramic türü tam seramiklerin sonraki ölçüm ortalama puanı 72,91, In-Ceram Alumina türü tam seramiklerin sonraki ölçüm ortalama puanı 90,65 ve In-Ceram Zirconia türü tam seramiklerin sonraki ölçüm ortalama puanı ise 93,02'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda, A2 renk skalasına sahip tam seramiklerin sonraki ölçümleri içinde, değişik türdeki tam seramikler arasında anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,05$). Finesse All-

Ceramic türü tam seramiklerin sonraki ölçüm ortalama puanı, diğer türlerdeki tam seramiklerin sonraki ölçüm ortalama puanından anlamlı derecede daha düşüktür.



Grafik 4: A1 ve A2 renk skalalarına sahip tam seramik sistemlerinde yapıştırıcı siman uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra elde edilen renk değerleri ortalamalarının analizi.

5. TARTIŞMA

Tam seramik kronlar, özellikle optimal estetik gereksinimlerin bulunduğu anterior bölgede, yaygın olarak kullanılır. Diş hekimleri, tam seramik sistemlerin dental estetik görünümü arttırdığını düşünürler. Tam seramik kronların en önemli faydası, materyalin yarı saydam özelliğinden dolayı, kron içerisinden ışık geçişine kısmi olarak izin vermeleridir. Bu optik özellik, ışık geçişine izin vermeyen metal destekli seramik kronlara kıyasla, tam seramik kronların estetik özelliklerini geliştirir. Fakat tam seramik restorasyonların yarı saydam olmaları, renk uyumlama işlemini daha bir karmaşık hale getirir⁸¹.

Bununla beraber diş hekimliğinde renk uyumlaması, geleneksel olarak renk skalaları ile yapılır. Görsel renk uyumlaması, birçok faktörden etkilenir ve kişiye özeldir^{82,83}. Son yıllarda, renklerin sayısal olarak ifade edilmesini sağlayan bir standart geliştirmek amacıyla, renk bilimi ve renk teorisinden faydalanılır. Bu sayede, restoratif diş hekimliğinde renk verilerinin iletimi daha kolay ve hassas yapılır^{83,84}.

Kolorimetre ve spektrofotometre gibi renk ölçüm cihazlarının faydaları sayesinde kullanımları artmıştır. Literatürde, görsel renk analizi ile aletsel renk analizlerini karşılaştıran birçok çalışma mevcuttur. Son yıllarda aletsel renk analizlerinde, spektrofotometrik cihazların yanı sıra bilgisayarlı kolorimetre cihazlarının da sıklıkla kullanıldığını görmekteyiz. Bu cihazlar, diş hekiminin seçtiği ve dental laboratuvarın oluşturduğu renkler arasındaki uyumu önemli ölçüde geliştirmiştir⁸⁵. Biz bu çalışmamızda, bilgisayarlı kolorimetre cihazından (ShadeScan) faydalanarak tam seramik örneklerin renk verilerini elde ettik.

Okubo ve ark. yaptıkları çalışmada, klinik renk skalası ile doğal dişlerin renk uyumunun belirlenmesinde, görsel renk analizi ve bilgisayarlı kolorimetre cihazını (Colortron II) karşılaştırmışlardır. Görsel renk analizi ile kolorimetre cihazı arasında renk uyumu açısından, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bununla birlikte, kolorimetre cihazı tekrarlanan ölçümlerde aynı sonuçları vermesi açısından görsel renk analizinden daha başarılı bulunmuştur⁸⁶.

Raigrodski ve ark. maksillar santral kesici dişleri restorasyon gerektiren beş farklı hastada, yapılan metal destekli seramik kronun renk uyumunu sağlamada, kolorimetre cihazı (ShadeScan, Cynovad) ile geleneksel görsel renk analizini karşılaştırmışlardır. Görsel renk analizi ve kolorimetre cihazı ile hazırlanan kronların, komşu dişler ile renk uyumu açısından aralarında fark olmadığı ifade edilmiştir. Bununla beraber, kolorimetre cihazı ile yapılan renk analizlerinin daha hızlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır⁸⁷.

Dancy ve ark. renk ölçüm cihazlarının, seramik restorasyonların klinik renk seçiminde etkilerini incelemişlerdir. Bunun için, metal destekli ya da tam seramik restorasyon yapılacak 40 hasta rastgele iki gruba ayrılmış; ilk grubun renk seçimi geleneksel görsel yöntemle, ikinci grubun renk seçimi ise dijital bir fotoğraf makinesi (Nikon 90s Camera) ile elde edilen fotoğrafların, kolorimetre cihazında (Colortron II) değerlendirilmesiyle elde edilmiştir. Çalışma sonucunda; geleneksel görsel yöntem ile fotokolorimetrik teknik yöntem arasında önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir⁸⁸.

Dozic ve ark. deneysel ve klinik şartlarda, beş farklı renk ölçüm cihazının (ShadeScan, Easyshade, Ikam, IdentaColor II ve ShadeEye), renk hassasiyetlerini değerlendirmişlerdir. Klinik şartlarda

Easyshade ve Ikam sistemlerinin; deneysel şartlarda ise diğer sistemlerin daha güvenilir olduğu bildirilmiştir⁸⁹.

Daha önce yapılan çalışmalar⁸⁶⁻⁸⁹ doğrultusunda, görsel renk analizi ile renk ölçüm cihazları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Ancak tekrarlanabilirlik açısından renk ölçüm cihazları daha başarılı bulunmuştur. Bu nedenle, deneysel şartlarda⁸⁹ çok sayıda seramik örneklerin final renklerini değerlendirdiğimiz çalışmamızda, tekrarlanabilirlik özelliği iyi olan ve ortamın ışığından etkilenmeyen renk ölçüm cihazı (ShadeScan) tercih edildi.

Başka bir çalışmada Lim ve ark. tam seramiklerin translusensilerini spektrometre ve spektrofotometre cihazları ile karşılaştırmışlar. Bunun için, kor ve veneer porseleni (Vita Lumin) 1,5 mm kalınlığında olacak şekilde, A2 ve A3 skala renklerinde örnekler hazırlanmıştır. Daha sonra seramik örneklerin translusensi parametreleri, her iki cihazla da beyaz ve siyah zemin rengi üzerinde ölçülmüştür. Elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi uygulanmış, sonuç olarak her iki cihazın translusensi parametrelerinde yüksek benzerlik görülmüştür⁹⁰.

Renk ölçüm cihazlarıyla ilgili son çalışmalardan birini Lehmann ve ark. yapmıştır. Bu deneyde, dört farklı renk ölçüm cihazı (VITA Easyshade (A), VITA Easyshade compact (B), Degudent Shadepilot (C) ve X-Rite Shadevision (D)) spektrofotometrik referans sistemine göre karşılaştırmalı olarak test edilmiştir. Elektronik dental renk ölçüm cihazlarının mükemmel tekrarlanabilirlik özellikleri bu çalışmada doğrulanmıştır. Ancak, bazı ölçüm cihazlarının renk koordinat değerlerinde spektrofotometrik referans sisteminden sapmalar görülmüştür. Cihazlardan C ve D, A ve B' den daha yüksek duyarlık göstermiştir⁹¹.

Kim-Pusateri ve ark. yaptıkları in-vitro çalışmada, ShadeScan cihazının farklı renk skalası modlarındaki güvenilirliğini değerlendirmişlerdir. Sonuçta, ShadeScan cihazının farklı skala modlarında yaptığı renk analizi güvenilirliği; Vita Classical = % 95,00, Vita 3D-Master = % 91.20 ve Chromascop = % 76.50 olarak bulunmuştur⁹². Biz de bu çalışmamızda, ShadeScan cihazı ile yaptığımız renk taramalarını, “Vita Classical” renk skalası modunda gerçekleştirdik.

Tam seramik estetik restorasyonların rengi, öncelikle materyal kalınlığı ve alt yapı rengi tarafından kontrol edilir². Tam seramikler uygun kalınlıkta translusenstir⁵. Farklı kor materyalleri ile tam seramik restorasyonlarda, translusenslik çeşitlilik gösterir. Tam seramik sistemlerin kalınlıkları ve zemin renklerinin final rengi üzerine olan etkileri ile ilgili, literatürde birçok çalışma mevcuttur.

Douglas ve ark. invitro çalışmalarında, üç tam seramik sistemleri (Empress, In-ceram Alumina, In-ceram Spinell) ve metal destekli iki seramik sistemlerinde (Vintage, VMK- 95) renk skalası için gerekli dentin porseleni kalınlıklarını (1 mm, 1,2 mm, 1,5 mm ve 2,0 mm) incelemişlerdir. ≤ 2 mm kalınlıklarındaki dentin porseleninde, tam seramik sistemlerin renk uyumu, metal destekli seramik sistemlerden daha iyi bulunmuştur. Yarı-saydam tam seramik sistemlerden hazırlanan örneklerin klinik renk uyumunun, metal destekli seramiklerin renk uyumundan daha başarılı olduğu rapor edilmiştir. Yarı-saydam sistemlerin kalınlıklarının 1 mm’ den 2 mm’ ye doğru arttırılmasının, renk uyumunu olumsuz yönde etkilediği gözlenmiştir⁹³.

Vichi ve ark. değişik kalınlıklardaki (1 mm, 1,5 mm, 2 mm) cam seramik disklerin (IPS-Empress) yapıştırılmasında kullanılan simanların (Variolink II), final rengi üzerine etkilerini incelemişlerdir. 2 mm

kalınlığındaki cam seramik diskte, yapıştırıcı simanın final rengi üzerine etkili olmadığı gözlenmiştir. Kalınlık 1,5 mm olduğunda, yapıştırıcı simanın renginin, final rengi üzerine etkisinin göz önünde bulundurulması gerektiği önerilmiştir. Cam seramiğin kalınlığının 1 mm olması durumunda, final renginin öngörülememesi nedeniyle uygulanmasının kontrendike olduğu bildirilmiştir⁹⁴.

İki farklı tam seramik (IPS-Empress, In-Ceram Spinell) sistemi oluşturan veneer porselen ve kor katmanları kalınlıklarının, seramik rengi üzerine etkilerini araştıran Shokry ve ark. sadece kor ve veneer porselen kalınlıklarının renk üzerinde etkili olmadığını, aynı zamanda bu iki katmanın etkileşiminin de önemli olduğunu bildirmişlerdir⁹⁵.

Corciolani ve ark. spektrofotometre (EasyShade) kullanarak, bir seramik sistem (Vita VM13) üzerinde, farklı kalınlıklardaki (0,25- 0,90 mm dentin porseleni, 0,35- 0,75 mm şeffaf dentin porseleni ve 0,15- 0,50 mm mine porseleni) renk parametreleri için, cihaz içinde depolanan referans renk verileri ile karşılaştırma yapmışlardır. Dentin porseleni kalınlığının artmasıyla renk yoğunluğunun da (chroma) arttığı, aksine şeffaf dentin porseleni kalınlığının artmasıyla renk yoğunluğunun azaldığı sonucuna varılmıştır⁹⁶.

Son ve ark. çalışmalarında, Lava ve IPS e.max Press tam seramiklerden; A1, A2 ve A3,5 skala renklerine sahip, 2 mm seramik kor ve 0 mm'den 2 mm'ye artacak şekilde dentin porselen test örnekleri hazırlamışlar. Her 0,05 mm'lik dentin porseleni artışıyla oluşan renk değişimini spektrodymetre (Color Sense II) cihazı ile karşılaştırmışlardır. Sonuçta Lava seramiklerde dentin porselen kalınlığındaki her 0,05 mm'lik artışa bağlı olarak oluşan renk değişimi IPS e.max Press seramiklerden daha az bulunmuştur⁹⁷.

Çalışmamızda; 0,5 mm kor, 1 mm dentin porseleni olacak şekilde, toplam 1,5 mm kalınlığında seramik diskler kullanıldı. Önceki çalışmaların⁹³⁻⁹⁵ gösterdiği gibi, test örneklerinin daha ince hazırlanması, özellikle cam seramiklerin yarısaydam olmaları nedeniyle, final renginin öngörülememesine ve renk uyumunda başarısızlığa neden olabilirdi. Örneklerin, toplam kalınlıkları 2 mm olacak şekilde de hazırlanabilirdi. Ayrıca bu kalınlıktaki tam seramik modellerde, alttaki zemin rengini ve siman rengini yansıtmadıkları için⁹⁴ daha başarılı bir renk uyumu elde edilebilirdi. Ancak tam seramik restorasyonların klinik uygulamalarında, her zaman 2 mm kalınlığında yer olmayabilir. Bu nedenle çalışmamızda, tam seramik test örnekleri önceki çalışmaların^{93,94,97} ışığında, 1,5 mm kalınlığında olacak şekilde hazırlandı.

Daha önce belirtildiği gibi^{2,94}, tam seramik restorasyonların renk stabilitelerini etkileyen faktörlerden bir diğeri de yapıştırıcı simanlardır. Dolayısı ile tam seramiklerde iyi bir renk uyumu için, yapıştırıcı ajanın renginin de göz önünde bulundurulması gerekir. Bu amaca yönelik olarak, geliştirilmiş birçok kompozit rezin siman vardır.

Kompozit rezin simanların sertleşme mekanizmaları farklılık gösterir. Bu mekanizmalar; kimyasal olarak, belirli bir dalga boyundaki görünür ışık ya da her iki yöntemi de içeren (dual-cure) mekanizmalar yolu ile olabilir. Kompozit rezin simanların sertleşme mekanizmalarına göre; renk stabilitelerini ve tam seramiklerin final rengi üzerine olan etkilerini inceleyen birçok çalışma vardır.

Hekimoğlu ve ark. kimyasal yolla sertleşen (Dyract Cem), hem ışık hem de kimyasal yolla sertleşen (Twinlook) ve sadece ışık ile sertleşen (En Force) resin simanların renk stabilitelerini hızlandırılmış yaşlandırma tekniği ile incelemiştir. Her biri farklı mekanizmalarla sertleşen bu resin simanlardan hazırladıkları deneysel diskleri özel fırında (Weather-Ometer) 300, 600 ve 900 saat bekleterek renk stabilitelerini spektrofotometre ile karşılaştırmışlardır. Deney sonucunda, kimyasal olarak sertleşen simanların renk değişiminin diğerlerinden biraz daha fazla olduğu ancak bunun anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmiştir⁹⁸.

Koishi ve ark. invitro koşullarda, hem ışık hem de kimyasal yolla sertleşen (dual-cure) altı çeşit kompozit resin simanın (Bistite II, Clapearl DC, Dicor Light Activated Cement, G-Cera Cosmotech II, Lute-It ve Variolink II) sertleşme mekanizmalarına göre renk stabilitelerini incelemiştir. Bu çalışma sonucunda, hem ışık hem de kimyasal olarak sertleşen kompozit resin simanların, sadece kimyasal olarak sertleşen kompozit resin simanlara göre, renklerinin daha stabil olduğu görülmüştür⁹⁹. Bu çalışmanın verileri doğrultusunda, araştırmamızda kullandığımız yapıştırıcı siman (Variolink II), hem kimyasal olarak hem de ışık ile polimerize olma özelliğine sahiptir. Böylece, siman renginin daha stabil olması amaçlandı.

Barath ve ark. yaptıkları çalışmada, iki tam seramik materyalin (Empress 2 ve In-Ceram Alumina) final renkleri üzerine, üç farklı yapıştırıcı ajanın (Zinc Phosphate Cement, Glass Ionomer Cement ve Compolute) etkilerini, siyah ve beyaz zemin renkleri kullanarak spektrofotometre cihazı (Luci 100) ile incelemiştir. Çalışma sonucunda; Empress 2 seramik örnekler, In-Ceram Alumina seramik örneklerden daha translusent bulunmuştur. Aynı zamanda yapıştırıcı ajanların, tam seramik restorasyonların final renkleri üzerinde değişikliğe neden oldukları sonucuna varılmıştır. Yapıştırıcı ajan ve zemin rengi göz önünde

bulundurulduğunda; hiçbir yöntemde, tam seramik restorasyonların sonuç rengi öngörülememiştir¹⁰⁰. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde, Finesse-All Ceramic örnekler, In-Ceram Alumina örneklerle göre alttaki siman renginden daha fazla etkilendiler. Bu da, Finesse-All Ceramic örneklerin In-Ceram Alumina örneklerle göre daha yarısaydam olduğunu gösterir.

Yaptığımız deneylerde, yapıştırıcı simanın tam seramik sistemlerin final rengi üzerine olan etkilerinin gösterildiği çalışmalar^{100,101} göz önünde bulundurularak, her bir tam seramik örneğe, kendi renk skalası ile uyumlu rezin siman (Variolink II) uygulandı.

Çalışmamızda; zemin renginin final rengi üzerine etkisini standardize etmek için, seramik örneklerin tamamında, ölçümler aynı zemin rengi üzerinde yapıldı. Bu amaçla, siman uygulanmadan önce ve siman uygulandıktan sonra yapılan renk ölçümleri, siyah zemin rengi üzerinde gerçekleştirildi. Bunun nedeni ise, ShadeScan renk ölçüm cihazının kalibrasyonunun, en iyi siyah zemin rengi üzerinde olmasıdır.

Rezin simanlarla ilgili bir diğer çalışmada Chang ve ark. tam seramik kronların yapıştırılmasında kullanılan kompozit rezin simanların optik etkilerini incelemişlerdir. Bunun için, üç değişik kompozit rezin simanın (Variolink II, Esthetic ve Nexus II), iki farklı tam seramik (Empress ve Katana) kronlarda oluşturduğu renk değişimleri, spektrofotometre cihazı (Crystaleye) ile incelenmiştir. Tam seramik yapılarda, kompozit rezin simanların optik etkilerinin, kron tipi ve alanına bağlı olarak değişiklik gösterdiği gözlenmiştir. Zirkonya kronlarla (Katana) kompozit rezin simanların kullanımında, sadece servikal alanlarda anlamlı bir renk değişikliği gözlenmiştir. Bunun aksine, lityumdisilikat kronlarla (Empress) kompozit rezin simanların kullanımında ise, hem gövde hem de servikal

alanlarda anlamlı bir renk değişikliği gözlenmiřtir¹⁰¹. Bizim alışmamızda da, lityumdisilikat yapıdaki Finesse-All Ceramic örneklerde renk değişikliği en fazla olurken, zirkonyum yapısındaki In-Ceram Zirkonia örneklerde renk değişimi gözlenmemiştir.

Çalışmamızda kullanılan A1 ve A2 renk skalasına sahip tam seramik modellerde, A1 ve A2 renk skalaları arasında renk değerleri farklılığı olup olmadığı, bağımsız örneklem t testi ile değerlendirildi. Test sonucunda, her iki renk skalasına sahip renk değerleri arasında, tam seramik modellerin her üçünde de, anlamlı bir farklılık gözlendi. Değişik renk skalasına sahip seramiklerin renk değerleri arasında uyumluluğun olmaması beklenen bir sonuçtu.

Aynı renk skalasına sahip Finesse-All Ceramic, In-Ceram Alumina ve In-Ceram Zirkonia seramik modellerin renk değerleri arasında farklılık, uygulanan tek yönlü varyans analizi ile belirlendi. Sonuçta aynı renk skalasına sahip her üç seramik sistemin renk değerlerinin, birbirleriyle uyumlu olmadıkları gözlendi. Bunun nedeni, kullanılan porselen tozlarının ve fırınlama tekniklerinin her seramik sistemi için değişiklik göstermesi olabilir.

Siman uygulanmadan önce yapılan renk ölçümleri ile siman uygulandıktan sonra yapılan renk ölçümlerinin farklılığı, elde edilen renk verileri normal dağılım göstermediği için, “Mann Whitney U” testi ile değerlendirildi. Test sonucunda, Finesse-All Ceramic A1 ve Finesse-All Ceramic A2 tam seramik modellerin siman uygulanmadan önce ve siman uygulandıktan sonra elde edilen renk verileri arasında anlamlı bir farklılık gözlendi. Bu değişiklik, daha önce yapılan alışmalarla^{94,95,100} benzerlik gösterir. Simantasyon sonucunda Finesse-All Ceramic tam seramik modellerin renklerinde meydana gelen değişim, yarısaydam özelliklerinden

kaynaklanır. Bu da uygulanan rezin simanın renginin Finesse-All Ceramic tam seramiğin rengi ile tam bir uyum içerisinde olmadığını gösterir.

A1 ve A2 renk skalasına sahip In-Ceram Alumina modellerde, “Mann Whitney U” testine göre, siman uygulanmadan önce ve siman uygulandıktan sonra yapılan renk ölçümleri değerlendirildi. In-Ceram Alumina A2 renk skalasına sahip seramik modellerde, siman uygulanmadan önce ve siman uygulandıktan sonra elde edilen renk verileri arasında anlamlı bir farklılık gözlemlendi. Bu da In-Ceram Alumina A2 modellerde, simantasyondan sonra seramik renginde değişiklik meydana geldiğini gösterir. Final rengindeki değişim, kullanılan rezin siman ile In-Ceram Alumina A2 tam seramik sistemin renklerinin tam bir uyum içerisinde olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak In-Ceram Alumina A1 renk skalasına sahip seramik modeller için, siman uygulanmadan önce ve siman uygulandıktan sonra elde edilen renk verileri arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmedi. Bu da istenilen bir sonuçtur. Bunun nedeni, In-Ceram Alumina A1 renk skalasına sahip seramik modellerin renginin, uygulanan siman rengi ile tam bir uyum içerisinde olması olabilir.

Aboushelib ve ark. kaplama tekniklerinin zirkonya veneer restorasyonların final rengi üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla; zirkonya üzerine dentin porseleni, bir kat maskeleme tabakası (IPS e.max ZirLiner 1) ile renklendirilmiş zirkonya üzerine dentin porseleni ve koyu chroma dentin porseleni ile kaplanmış zirkonya üzerine dentin porseleni kullanmışlardır. Bir spektrofotometre (Spectro Shade Micro, MHT) cihazı ile renk farklılığı (“Vita Classical” renk skalasına göre A1) değerlerini hesaplamışlardır. Hedef renk ile karşılaştırıldığında test edilen değişkenlerin üç kombinasyonunun da kabul edilebilir bir renk uyumuna sahip olduğunu görmüşlerdir¹⁰².

Tam anlamıyla veneerlendiğinde, renklendirilmiş zirkonya yapılar, klinik olarak kabul edilebilir renk uyumu gösterirler. Bir diş veya kor yapı materyali gibi koyu renkte bir arka fonu maskeleye kapasitesine sahiptirler.

Yaptığımız çalışmada, siman uygulanmadan önce ve siman uygulandıktan sonra yapılan renk ölçümleri arasındaki farklılık, hem In-Ceram Zirkonia A1 hem de In-Ceram Zirkonia A2 renk skalasına sahip seramiklerde anlamlı bulunmadı. Bunun nedeni zirkonyanın ışık geçişine izin vermeyen opak yapısıdır. Dolayısı ile In-Ceram Zirkonia modellerin rengi, altlarına uygulanan yapıştırıcı simanın renginden bağımsızdır. Gözlenen bu sonuç daha önce yapılan benzer çalışmalarla^{102,103,104} paralellik gösterir.

6. SONUÇ

Yaptığımız deneysel çalışmanın verileri doğrultusunda, aşağıdaki sonuçlar elde edildi.

Finesse-All Ceramic, In-Ceram Alumina ve In-Ceram Zirkonia tam seramik sistemlerin aynı renk skalasına sahip deneysel modellerinin, fırınlama tekniklerine bağlı olarak, renk değerlerinin aynı olmadığı gözlemlendi.

Finesse-All Ceramic tam seramik deneysel modellerin final rengi, doğrudan yapıştırıcı simanın renginden etkilendi. Bu da Finesse-All Ceramic tam seramik modellerin In-Ceram Alumina ve In-Ceram Zirkonia tam seramik modellerden daha yarısaydam olduğu gerçeğini bir kez daha gösterdi.

In-Ceram Alumina A1 tam seramik deneysel modellerin final rengi, yapıştırıcı simanın renginden etkilenmedi. Buna karşın, In-Ceram Alumina A2 tam seramik deneysel modellerin final rengi, doğrudan yapıştırıcı simanın renginden etkilendi. In-Ceram Alumina tam seramik modellerin yarısaydam özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, In-Ceram Alumina A1 tam seramik modellerin renginin yapıştırıcı simanlarla olan renk uyumu, In-Ceram Alumina A2 tam seramik modellerin yapıştırıcı simanlarla olan renk uyumundan daha iyi olduğu gözlemlendi.

In-Ceram Zirkonia tam seramik deneysel modellerin final rengi, yapıştırıcı simanın renginden bağımsız olarak değişmedi. Bu da In-Ceram Zirkonia tam seramik modellerin opak yapıda olduklarını gösterdi.

7. ÖZET

Farklı “Core” Destekli Porselen Restorasyonların Simantasyonunda Kullanılan Değişik Renkteki “Dual Cure” Simanların Renk Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Bu çalışmanın amacı; tam seramik modellerde, farklı renkteki simanların etkilerini incelemektir. Bu doğrultuda, iki değişik renkteki üç farklı kor destekli seramikte, iki farklı tondaki simanların final rengi üzerine olan etkileri incelenecektir.

Bu çalışmada, Finesse-All Ceramic, In-Ceram Alumina ve In-Ceram Zirkonia tam seramik örneklerinden eşit kalınlıkta diskler hazırlandı. Bu üç farklı kor yapıyla desteklenen tam seramik modellerde, değişik renkteki yapıştırıcı simanların, tam seramik modellerin bitim renkleri üzerine etkileri ShadeScan ile karşılaştırıldı.

ShadeScan ile elde edilen skalasal renk haritaları üzerinde, örneklerin taranan alanları esas alınarak skorlandı. Her bir örnek için 100 puan üzerinden pikseller puanlanarak sayısal verilere dönüştürüldü. Siman uygulanmadan önce, A1 ve A2 renk skalasına sahip tam seramik modellerde, renk değerleri arasındaki farklılık bağımsız örneklem t testi ile değerlendirildi.

Tam seramik modellerde, siman uygulanmadan önce ve siman uygulandıktan sonra oluşan renkler arasındaki farklılık, normal dağılım göstermediği için Mann Whitney U testi ile analiz edildi.

Aynı renk skalasına sahip farklı sistemlere ait, tam seramik yapıların renk değerleri ise tek yönlü varyans analizi ile değerlendirildi.

Sonuç olarak; her  tam seramik sistemleri arasında, yapıştırıcı simanın rengine bağlı olarak final rengi en çok değişen sistem Finesse-All Ceramic'lerdir. Daha az miktarda olmakla birlikte final renkleri değişen bir diğer seramik sistemi de In-Ceram Alumina'dır. In-Ceram Zirconia tam seramik sistemlerinin final rengi hiçbir şekilde altlarındaki yapıştırıcı rezin simanlardan etkilenmedi.

Anahtar kelimeler: Tam seramik, Renk, Rezin siman, ShadeScan, Kor.

8. SUMMARY

The Investigation of The Effects of Various Colored Dual Cure Cements Used in Cementation of Different Core Supported Porcelain Restorations on The Color

The purpose of this study is to investigate the effects of different colored cements on all ceramic models. In this regard, the effects of cements with two shades on final color of two different colored, three various core-supported ceramic will be examined.

In this study, discs of equal thickness from the Finesse All-Ceramic, In-Ceram Alumina and In-Ceram Zirconia all ceramic samples were prepared. The effects of various colored adhesive cements on all ceramic models' final color were compared with ShadeScan on all ceramic models supported with these three different core structures. The samples were scored on the basis of the scanned areas.

The samples were scored based on the scanned areas on the scale color maps obtained by ShadeScan. Scored over 100 points for each sample pixels are graded and converted into numerical data. Before applying cement, the difference between color values were evaluated with independent sampling t test on all ceramic models that have A1 and A2 color scale.

The difference between the colors before and after the application of cement were analyzed by Mann-Whitney U test because of that it didn't show a normal distribution.

The color values of all ceramic structures belonging to different systems that have the same color scale were evaluated with one-way analysis of variance.

As a result, the system that has the most changing final color depending on the color of adhesive cement was Finesse-All Ceramic in each of three all ceramic systems. In-Ceram Alumina is another ceramic system that has a small amount of final color changing. The final color of In-Ceram Zirconia all ceramic systems didn't affected in any way by the adhesive resin cements beneath them.

Key words: All Ceramic, Color, Resin Cement, ShadeScan, Core.

9. KAYNAKLAR

1. Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. J Prosthet Dent 2002; 87: 657- 66.
2. Jorgenson MW, Goodkind RJ. Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensionsof color, porcelain thickness, and repeated firings. J Prosthet Dent 1979; 42: 96- 105.
3. Davis BK, Aquilino SA, Lund PS, Diaz-Arnold AM, Denehy GE. Colorimetric evaluation of the effect of porcelain opacity on the resultant color of porcelain veneers. Int J Prosthodont 1992; 5: 130- 6.
4. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. J Prosthet Dent 2000; 83: 412- 7.
5. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials J Prosthet Dent 2002; 88: 4- 9.
6. Jones DW. Development of dental ceramics an historical perspective. Dent Clin North Am 1985; 29: 621- 43.
7. O' Brien WJ. Ceramics. Dent Clin North Am 1985; 29: 667- 72.
8. Anusavice KJ. Philips' Science of dental materials. 11 th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Science; 2003.

9. Yavuzylmaz H, Turhan B, Bavbek B, Kurt E. Tam seramik sistemleri I. GÜ Dişhek Fak Derg 2005; 22: 41- 8.

10. Mc Lean JM. The science and art of dental ceramics. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1980: Volume1.

11. Axthelm- Hoffman W. History of dentistry. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1980.

12. Preston DJ. Perspectives in dental ceramics. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1988.

13. Wall J, Cipra DL. Alternative crown system. Dent Clin North Am 1992; 36: 765- 81.

14. Deany IL. Recent advances in ceramics for dentistry. Crit Rev Oral Biol Med 1996; 7(2): 134- 43.

15. Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. J Prosthet Dent 2004; 92(6): 557- 62.

16. Wen MY, Mueller HJ, Chai J, Wozniak WT. Comparative mechanical property characterization of 3 all-ceramic core materials. Int J Prosthodont 1999; 12(6): 534- 41.

17. Raigrodski AJ. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: A review. Dent Clin North Am 2004; 48(2): 531- 44.

18. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. Dent Mater 2004; 20(5): 449- 56.

19. Chong KH, Chai J, Takahashi Y, Wozniak W. Flexural strength of in-ceram alumina and in-ceram zirconia core materials. Int J Prosthodont 2002; 15(3): 183- 8.

20. Yilmaz H, Aydin C, Gul BE. Flexural strength and fracture toughness of dental core ceramics. J Prosthet Dent 2007; 98(2): 120- 8.

21. Yavuzylmaz H, Ulusoy MM, Kedici PS, Kansu G. Protetik diş tedavisi terimler sözlüğü. 1. Basım. Ankara: Türk Prost ve İmp Derneği Ankara Şubesi Yayınları; 2003.

22. Mc Lean JM. The science and art of dental ceramics. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1980: Volume2.

23. Yamamoto M. Metal Ceramics: Principles and methods of Makoto Yamamoto. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1985. 171-3.

24. Yamamoto M. Metal Ceramics: Principles and methods of Makoto Yamamoto. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1985. 276.

25. McCabe JF. Applied dental materials. 7th ed. London: Mass Publishing Co; 1994. 77- 86.

26. O'Brien WJ. Dental materials, properties and selection. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1989. 210- 24.
27. Van Noort R. Introduction to dental materials. 2 th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Science; 2005.
28. Zaimoğlu A, Can G, Ersoy E, Aksu L. Dişhekimliğinde maddeler bilgisi. 1. Basım. Ankara: Ank Üniv Dişhek FakYayınları; 1993.
29. Kelly J, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. J Prosthet Dent 1996; 75(1): 18-32.
30. Shillenburg HT, Hobo S, Whitset LD. Fundamentals of fixed prosthodontics. 2nd ed. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1981.
31. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. Dent Clin North Am 2004; 48(2): 513- 30.
32. Chiche GJ, Pinavit A. Esthetic of anterior fixed prosthodontics. London: Quintessence Publishing Co; 1994.
33. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. St Lois: The CF Mosby Co; 2001.
34. Sulaiman F, Chai J. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera Crowns. Int J Prosthodont 1997;10: 478- 84.

35. Erçoban E. İki farklı kor yapım tekniğine sahip In-Ceram ve IPS Empress tam porselen sistemlerinin farklı dentin kalınlıkları ve farklı fırınlama sayılarında gösterdikleri renk değişikliklerinin incelenmesi. Doktora. Ankara: Ankara Üniversitesi; 1998.

36. Yüksel G, Çekiç C, Özkan P. Metal desteksiz porselen sistemleri. Atatürk Üniv Dişhek Fak Derg 2000; 10(2): 79- 89.

37. Wall J, Cipra DL. Alternative crown system. Dent Clin North Am 1992; 36: 765- 81.

38. Lang SA, Star CB. Castable glass ceramics for veneer restorations. J Prosthet Dent 1992; 67: 590- 4.

39. Tinschert J, Zvez D, Anusavice KJ. Structural reliability of alumina, feldspar, leucite, mica, and zirconia based ceramics. J Dent 2000; 28; 529- 35.

40. Oyar P. Farklı diş preparasyonlarının metal destekli ve tam seramik kronlarda stres dağılımına etkisinin sonlu elemanlar stres analiz yöntemi ile incelenmesi. Ankara: Ank Üniv Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2002.

41. Oh SC, Dong JK, Lüthy H, Schärer P. Strength and microstructure of IPS Empress 2 glass-ceramic after different treatments. Int J Prosthodont 2000; 13(6): 468- 72.

42. Yavuzylmaz H, Turhan B, Bavbek B, Kurt E. Tam seramik sistemleri II. GÜ Dişhek Fak Derg 2005; 22: 49- 60.

43. McLaren EA, Terry DA. CAD/CAM systems, materials, and clinical guidelines for all-ceramic crowns and fixed partial dentures. *Compend Contin Educ Dent* 2002; 23(7): 637- 41.

44. Luthardt RG, Sandkuhl O, Reitz B. Zirconia-TZP and alumina- advanced technologies for the manufacturing of single crowns. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 1999; 7(4): 113- 9.

45. Fritzsche J. Zirconium oxide restorations with the DCS precident system. *Int J Comput Dent* 2003; 6(2): 193- 201.

46. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004; 48: 341- 58.

47. Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. 1 st ed. Quintessence Int 1991; 22: 525- 31.

48. Russel MD, Gulfranz M, Moss BW. In vivo measurement of color changes in natural teeth. *J Oral Rehabil* 2000; 27: 786- 92.

49. Wozniak WT, Moser JB. How to improve shade matching in the dental operator. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. *J Am Dent Assoc* 1981; 102: 209- 10.

50. Mc Caslin AJ, Haywood VB, Potter BJ, Dickinson GL, Russel CM. Assessing dentin color changes from nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc* 1999; 130: 1485- 90.

51. Lee YK, Yoon TH, Lim B, Kim CW, Powers JM. Effect of color measuring made and light source on the color of shade guides. J Oral Rehabil 2002; 29: 1099- 107.

52. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain fused to metal crowns: A clinical comparison. Int J Periodont Rest Dent 2004; 24 (3): 222- 31.

53. Zaimoğlu A, Can G, Ersoy E, Aksu L. Dişhekimliğinde maddeler bilgisi. 2. Basım. Ankara: Ank Üniv Dişhek Fak Yayınları; 2004.

54. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. J Prosthet Dent 202; 88 (6): 585- 90.

55. Joiner A. Tooth color: a review of the literature. J Dent 2004; 32: 3- 12.

56. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: The science and strategies. Int J Periodont Rest Dent 2003; 23 (5): 467- 79.

57. Ubassy G. Shape and color: the key to successful ceramic restorations. 1st ed. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1993.

58. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent 2001;86 (5): 453- 7.

59. Seghi RR, Johnston WM, O' Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. J Prosthet Dent 1986; 56 (1): 35- 40.
60. Karamouzos A, Papadopoulos MA, Kolokithas G, Athanasiou AE. Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. J Oral Rehabil 2007; 34: 613- 21.
61. Mulla FA, Weiner S. Effects of temperature on color stability of porcelain stains. J Prosthet Dent 1991; 65 (4): 507- 12.
62. Anusavice KJ. Phillip's science of dental materials. 10 th ed. Philadelphia: WB Saunders Co; 1996.
63. Razzoog ME, Lang BE, Russel ME, May KB. A comparison of the color stability of conventional and titanium dental porcelain. J Prosthet Dent 1994; 71 (5): 453- 6.
64. O' Brien WJ. Dental materials and their selection. 3 rd ed. Canada: Quintessence Publishing Co; 2002.
65. Sato RR, Shiraishi A, Ishibashi K. Using a computer color matching system. A newly developed spectrophotometer designed for clinical application. Int J Prosthodont 1994; 7: 50- 8.
66. Poravina RD, Powers JM. Esthetic color training in dentistry. 1 st ed. China: Elsevier- Mosby; 2004.
67. Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's restorative dental materials. 12 th ed. USA: Elsevier- Mosby; 2006.

68. Cho BH, Lim YK, Lee YK. Comparison of the color of natural teeth measured by a colorimeter and shade vision system. Dent Mater 2006; 23: 1307- 12.

69. Okuba SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. J Prosthet Dent 1998; 80: 642- 8.

70. Cal E, Güneri P, Köse T. Comparison of digital and spectrophotometric measurements of color shade guides. J Oral Rehabil 2006; 33: 221- 8.

71. Ishikawa-Nagai S, Ishibashi K, Tusuruta O, Weber HP. Reproducibility of tooth color radiation using a computer color matching technique applied of ceramic restorations. J Prosthet Dent 2005; 93(2): 129- 37.

72. Properties of ShadeSacr [online]. 2010 [cited 14 June 2010]. Available from: URL: http://www.airforcemedicine.afms.mil/idc/groups/public/documents/afm/ctb_109491.pdf

73. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. Sabit protezlerin temelleri. Ünsal MK, Üşümez (Çev). 3. Baskı. İstanbul: Quintessence Yayıncılık Ltd Şti; 2010.

74. Matsumura H, Kawahara M, Tanaka T, Atsuta M. A new porcelain repair system with a silane coupler, ferric chloride, and adhesive opaque resin. J Dent Res 1989; 68: 813- 8.

75. Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent* 2000; 13: 60- 76.

76. Peutzfeldt A. Dual-cure resin cements: in vitro wear and effect of quantity of remaining double bonds, filler volume, and light curing. *Acta Odont Scand* 1995; 53(1): 29- 34.

77. Lee IB, Um CM. Thermal analysis on the cure speed of dual cured resin cements under porcelain inlays. *J Oral Rehabil* 2001; 28(2): 186- 97.

78. Azer SS, Ayash GM, Johnston WM, Khalil MF, Rosenstiel SF. Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 397- 401.

79. Karaagaciloglu L, Yilmaz B. Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. *Oper Dent* 2008; 4: 386- 91.

80. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Assessing the cutting efficiency of dental diamond burs. *J Am Dent Assoc* 1996; 127(6): 763- 72.

81. Chang J, Da Silva JD, Sakai M, Kristiansen J, Ishikawa-Nagai S. The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. *J Dent* 2009; 37: 937- 43.

82. Culpepper WD. A comparative study of shade-matching procedures. *J Prosthet Dent* 1970; 24: 166- 73.

83. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. Dent Clin North Am 2004; 48: 341- 58.

84. Klemetti E, Matela AM, Haag P, Kononen M. Shade selection performed by novice dental professionals and colorimeter. J Oral Rehabil 2006; 33(1): 31- 5.

85. Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. J Prosthet Dent 2008; 99: 361- 8.

86. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. J Prosthet Dent 1998; 80: 642- 8.

87. Raigrodski AJ, Chice GJ, Aoshima H, Spiekerman F. Efficacy of a computerized shade selection system in matching the shade of anterior metal-ceramic crowns-a pilot study. Quintessence Int 2006; 37: 793- 802.

88. Dancy WK, Yaman P, Dennison JB, O'Brien WJ, Razzoog ME. Color measurements as quality criteria for clinical shade matching of porcelain crowns. J Esthet Restor Dent 2003; 15(2): 114- 21.

89. Dozic A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. J Prosthodont 2007; 16(2): 93- 100.

90. Lim HN, Yu B, Lee YK. Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. J Prosthet Dent 2010; 104: 239- 46.

91. Lehmann KM, Igiel C, Schmidtmann I, Scheller H. Four color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. J Dent 2010; 38s: e65- e70.

92. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Dunford RG, Wee AG. In vitro model to evaluate reliability and accuracy of a dental shade-matching instrument. J Prosthet Dent 2007; 98: 353- 8.

93. Douglas RD, Przybylska M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. J Prosthet Dent 1999; 82: 143- 9.

94. Vichi A, FerrariM, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. J Prosthet Dent 2000; 83: 412- 7.

95. Shokry TE, Shen C, Elhosary MM, Elkhodary AM. Effect of core and veneer thicknesses on the color parameters of two all-ceramic systems. J Prosthet Dent 2006; 95: 124- 9.

96. Corciolani G, Vichi A, Louca C, Ferrari M. Influence of layering thickness on the color parameters of a ceramic system. *Dent Mater* 2010; 26: 737- 42.

97. Son HJ, Kim WC, Jun SH, Kim YS, Ju SW, Ahn JS. Influence of dentin porcelain thickness on layered all-ceramic restoration color. *J Dent* 2010; 38s: e71- e7.

98. Hekimoglu C, Anil N, Etikan I. Effect of accelerated aging on the color stability of cemented laminate veneers. *Int J Prosthodont* 2000; 13(1): 29 - 33.

99. Koishi Y, Tanoue N, Atsuta M, Matsumura H. Influence of visible-light exposure on colour stability of current dual-curable luting composites. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 387- 93.

100. Barath VS, Faber FJ, Westland S, Niedermeier W. Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction luting agents and different backgrounds. *Adv Dent Res* 2003; 17: 55- 60.

101. Chang J, Da Silva JD, Sakai M, Kristiansen J, Ishikawa-Nagai S. The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. *J Dent* 2009; 37: 937- 43.

102. Aboushelib MN, Dozic A, Liem JK. Influence of framework color and layering technique on the final color of zirconia veneered restorations. *Quintessence Int* 2010; 41(5): e84- 9.

103. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: Core materials. J Prosthet Dent 2002; 88: 4- 9.

104. Sailer I, Holderegger C, Jung RE, Suter A, Thiévent B, Pietrobon N, Gebhard-Achilles W, Hämmerle CH. Clinical study of the color stability of veneering ceramics for zirconia frameworks. Int J Prosthodont 2007; 20: 263- 9.

10. EKLER

Teşekkür

Hem öğrencilik hem de doktora hayatım süresince mesleki bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, karşılaştığım zor durumlarda beni anlayışla karşılayan ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Çetin SUCA'ya,

Başta bölüm başkanımız Prof. Dr. Cihan AKÇABOY olmak üzere, üzerimde emekleri olan Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nın tüm öğretim üyelerine,

Doktora hayatım boyunca birlikte görev yaptığım sevgili asistan arkadaşlara,

İyi ve kötü günlerimde hep yanımda olan ve sevgisiyle beni destekleyen canım nişanlım Elifcan KIVRAK'a,

Tüm hayatım boyunca beni her anlamda destekleyen sevgili annem, babam ve ablalarımın teşekkürlerini sunarım.

11. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad: Eser

Soyad: Şimşek

Uyruğu: T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: 30/05/1980 Balıkesir

Eğitim Durumu

2004 yılında başlamış olduğum doktora eğitimime Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalında araştırma görevlisi olarak devam etmekteyim.

1999-2004 Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

1994-1997 Balıkesir Cumhuriyet Lisesi

1991-1994 Bandırma Şehit Süleyman Bey Ortaokulu

1986-1991 Macarlar Köyü İlkokulu (Balıkesir)

Yabancı Dil

İngilizce