

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**GİNGİVAL PORSELENLERİN RENK DEĞİŞİMİNİN VE
YÜZEY ÖZELLİKLERİNİN İN VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Gulaiym BATYRBEKOVA

**Protetik Diş Tedavisi Programı
UZMANLIK TEZİ**

ANKARA

2021

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**GİNGİVAL PORSELENLERİN RENK DEĞİŞİMİNİN
VE YÜZEY ÖZELLİKLERİNİN İN VİTRO
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Gulaiym BATYRBEKOVA

**Protetik Diş Tedavisi Programı
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. H. Canan HEKİMOĞLU**

**ANKARA
2021**

ONAY SAYFASI

05/08/2021

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına

Dt. Gulaiym BATYRBEKOVA'nın 05.08.2021 tarihinde jürimiz önünde yaptığı savunmasında "GİNGİVAL PORSELENLERİN RENK DEĞİŞİMİNİN VE YÜZEY ÖZELLİKLERİNİN İN VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı çalışması jürimiz tarafından Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Alper ÇAĞLAR

Tez Danışmanı : Prof. Dr. H. Cenan HEKİMOĞLU

Üye : Prof. Dr. Mehmet MUHTAROĞULLARI

ONAY : Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Tülin TANER
Dekan Vekili

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü/Dekanlık tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- ✓ Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

29 /07/2021

Gulaiym Batyrbekova

¹ "Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metodların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, omniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sisteminde yüklenir

* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bana her türlü desteğini veren, mesleki bilgisini, becerisini ve hayattaki tecrübelerini paylaşan, her konuda yol gösteren çok değerli hocam ve tez danışmanım sayın Prof. Dr. H. Canan Hekimoğluna'a,

Uzmanlık eğitimi boyunca hem klinik hem teorik eğitimde desteklerini esirgemeyen, üzerimde emeği olan ve aralarında olmaktan her zaman gurur duyduğum çok değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Mehmet Muhtarogulları, Prof. Dr. Kıvanç Akça, Doç. Dr. M. Barış Güncü dahil olmak üzere, tüm Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Uzmanlık hayatım boyunca her zaman akademik ve mesleki bilgisini sabırla benimle paylaşan ve hiçbir konuda yardımını esirgemeyen Öğr. Gör. Dr. Nigar Baghirova, Öğr. Gör. Dr. Elif Melike Akarca, Öğr. Gör. Diler Deniz, Dt. Saliha Çağla İncearık, eş kıdemlilerim ve diğer asistan arkadaşlarıma,

Çok güzel anıları birlikte biriktirdiğimiz, uzmanlık hayatım boyunca Ankara'yı güzelleştiren sevgili arkadaşlarıma,

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmalarım boyunca bana sonsuz sevgi ve anlayış gösteren, varlığı ve desteği en büyük güç kaynağım olan sevgili eşim ve hayat arkadaşım Ulan Sharshenov'a,

Hayatım boyunca yanımda olup bana inanan, güvenen, sonsuz sevgi ve desteklerini hissettiğim babam Ulanbek Batyrbekov, annem Ainura Makeshova, dedem ve babaanneme sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Batyrbekova G. Gingival Porselenlerin Renk Değişiminin ve Yüzey Özelliklerinin in Vitro Olarak Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Programı Uzmanlık Tezi, Ankara, 2021. Bu in vitro çalışmanın amacı iki farklı gingival porselen maddelerinin ısıl döngü işlemi öncesi ve sonrasında ölçülen pürüzlülük, translusensi ve renkteki değişiminin değerlendirilmesi ve ısıl döngünün bunların üzerinde olan etkisini incelemektir. IPS e.max Ceram Gingiva (Ceram) ve IPS InLine Gingiva (InLine) diş eti porselenlerinin G1, G3, G5 renklerindeki porselen tozları kullanılmıştır. Toplamda 66 adet 2×10 mm boyutlarında disk şekilli örnek (n=11) hazırlanmıştır ve glaze edilmiştir. Örnekler porselen markasına göre 2 gruba ve renklerine göre 3 alt gruba ayrılmıştır. Isıl döngü tahmini ağız ortamında 5 seneye karşılık gelen 6000 döngü uygulanmıştır. Örneklerin renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri ısıl döngü öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümleri spektrofotometre cihazı (*Konica Minolta CM 3600A*, Osaka, Japonya) ile yapılmıştır ve TEM ile incelenmiştir. Ardından renk değişimi ve translusensi parametreleri (TP) hesaplanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü (ortalama yüzey pürüzlülük [Ra; µm]) kontakt profilometre (*Perthometer, M1 Mahr, Göttingen*, Almanya) ile ölçülmüştür. Renk farkı, ısıl döngü öncesi pürüzlülük ve translusensi parametresi (TP) verileri Kruskal Wallis testi ile değerlendirilmiş, grupların farklılık gösterdiği durumda Dunn Bonferonni ikili karşılaştırma testi kullanılmıştır. Pürüzlülük ve translusensi parametresi (TP) verilerinin ısıl döngüye bağlı olarak değişimi gruplar arasında değerlendirilmesinde tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi ve Bonferroni düzeltmesi ile ikili karşılaştırma testi uygulanmıştır. $p<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Renk değişimi tüm gruplarda klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliği eşiği ($\Delta E_{00}=2,9$) ve klinik olarak algılanabilir renk değişikliği eşiği ($\Delta E_{00}=2,1$) değerlerinin altındadır. Isıl döngüden sonra bütün gruplarda pürüzlülük artışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. En fazla pürüzlülük artışı IPS e.max Ceram grubunda tespit edilmiştir. Örneklerin ısıl döngü öncesi ve sonrasında translusensi parametrelerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır ve tüm gruplarda çok az artış gözlenmiştir. En yüksek translusensi değerleri G1 ve sırasıyla G3 ve G5 renklerindedir. Isıl döngü

gingival porselen maddelerin pürüzlülük değerlerinde (Ra) istatistiksel olarak anlamlı artışa, translusensilerinde ise minimal artışa sebep olmuştur. Bütün grupların ısıl döngüden sonra renk değişimi klinik olarak algılanabilir eşik değerinden daha az gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Gingival porseleni, renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü, ısıl döngü.

Destekleyen Kurumlar: H. Ü. B. A. P. K. B. Destek projesi (Proje ID: 18839)



ABSTRACT

Batyrbekova G. In Vitro Evaluation of Color Stability and Surface Properties of Gingival Porcelains, Hacettepe University Faculty of Dentistry, Prosthetic Dentistry Program Specialization Thesis, Ankara, 2021. The aim of this in vitro study was to evaluate the effect of thermocycling on the color stability, translucency and surface roughness of two different gingival porcelain materials. Two gingival porcelains IPS e.max® Ceram Gingiva and IPS InLine Gingiva were tested. Using porcelain powders of G1, G3, G5 colors, a total of 66 disc-shaped specimens (n=11) 2×10 mm in dimension were prepared and glazed. The samples were divided into 2 groups according to the porcelain type and 3 subgroups according to their colors. The thermocycling was performed at 6000 cycles simulating an oral environment of 5 years. Color and surface roughness measurements of the samples were made before and after the thermocycling. Color measurements were made with a spectrophotometer (Konica Minolta CM 3600A, Osaka, Japan). Color change and translucency parameters were then calculated. Surface roughness (mean surface roughness [Ra; μm]) was measured using a contact profilometer (Perthometer, M1 Mahr, Göttingen, Germany). Color difference, roughness and translucency parameter (TP) data before thermocycling were evaluated with Kruskal Wallis test followed by Dunn Bonferonni paired comparison test. Two-way ANOVA in repeated measurements and pairwise comparison test with Bonferroni correction were used to evaluate the change in roughness and translucency parameter (TP) data between groups due to thermocycling. $p < 0.05$ was considered statistically significant. Color change was below the clinically acceptable color change threshold ($\Delta E_{00} = 2.9$) and clinically perceptible color change threshold ($\Delta E_{00} = 2.1$) in all groups. After the thermocycling, the increase in roughness was statistically significant in all groups. The highest roughness increase was detected in the IPS e.max Ceram group. The change in the translucency parameters of the samples before and after the thermocycling was not statistically significant but little increase was observed in all groups. The highest translucency values were seen in G1, G3 and G5 colors, respectively. Thermal cycling caused a statistically significant increase in the roughness values (Ra) of the materials and a minimal increase in their

translucency. Color change of all groups after thermocycling was less than the clinically perceptible threshold.

Keywords: Gingival porcelain, color stability, surface roughness, thermocycling.

Supported by H. Ü. B. A. P. K. B. Support Project (Project ID: 18839)



İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
TABLolar	xiv
ŞEKİLLER	xv
GRAFİKLER	xviii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Dental Seramikler	3
2.2. Dental Seramiklerin Tarihçesi	3
2.3. Dental Seramiklerin Yapısı	6
2.4. Dental Seramiklerin Sınıflandırılması	8
2.4.1. Cam Matriks Seramikler	10
2.4.1.1. Feldspatik Seramikler	10
2.4.1.2. Sentetik Seramikler	10
2.4.1.3. Cam İnfiltrate Seramikler	12
2.4.2. Polikristalin Seramikler	12
2.4.3. Rezin Matriks Seramikler	14
2.5. Gülüş Estetiği	15
2.6. Beyaz ve Pembe Estetik	16
2.7. Gingival Defektleri Düzeltme Yöntemleri	20
2.7.1. Gingival Defektleri Cerrahi Düzeltme Yöntemleri	21
2.7.2. Gingival Defektleri Protetik Düzeltme Yöntemleri	22
2.8. Gingival Porselenler	23
2.9. Işık ve Renk Olgusu	25
2.10. Renk Sistemleri	26
2.10.1. Munsell Renk Sistemi	27

2.10.2. CIELAB Renk Sistemi	29
2.10.3. Renk Farkı	30
2.11. Işık ve Renk ile İlgili Terimler	31
2.12. Diş Hekimliğinde Renk Analiz Yöntemleri	33
2.12.1. Görsel Renk Analizi	33
2.12.2. Aletli Renk Analizi	38
2.13. Yüzey Pürüzlülüğü	42
2.13.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri	43
2.13.2. Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri	44
2.14. Isıl Döngü	45
3. GEREÇ VE YÖNTEM	47
3.1. Örneklerin Hazırlanması	48
3.2. Renk Ölçümü	50
3.3. Translusensi Ölçümü	52
3.4. Yüzey Pürüzlülüğün Ölçümü	52
3.5. Isıl Döngü	53
3.6. TEM Taraması	54
3.7. İstatistiksel Analizler	55
4. BULGULAR	57
4.1. Renk Değişimi	57
4.2. Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi	60
4.3. Translusensi Verilerinin Değerlendirilmesi	64
4.4. TEM Analizi	67
5. TARTIŞMA	73
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	86
7. KAYNAKÇA	88

SİMGELER VE KISALTMALAR

>	Büyük
<	Küçük
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
±	Artı Eksi
x	Katı
ΔE	Renk Değişimi
μm	Mikrometre
nm	Nanometre
mm/s	Milimetre/Saniye
mN	Milnewton
ADA	American Dental Association-Amerika Diş Hekimleri Birliği
Al ₂ O ₃	Alüminyum Oksit
AR-GE	Araştırma ve Geliştirme
ATZ	Alümina ile Güçlendirilmiş Zirkonya
BDT/BDÜ	Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Üretim- Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM)
BES	Beyaz Estetik Skalası
BG	Basic Gingiva-Temel Gingiva
C	Kübik
Ca ₅ (PO ₄) ₃ F	Florapatit
CIE	Commission International de l'Eclairage
FİB-TEM	Odaklanmış İyon Demeti – Taramalı Elektron Mikroskop
FSZ	Tamamen Stabilize edilmiş Zirkonya
GO	Gingival Opak
GPa	Gigapaskal
ISO	International Organization for Standardization- Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu
KAlSi ₂ O ₆	Potasyum ve Alüminyum Silikat
K ₂ Al ₂ Si ₆ O ₁₆	Potasyum Feldspar

K₂O	Potasyum Oksit
K₂O-Al₂O₃-6SiO₂	Potasyum Alüminyum Silikat
KW	Kruskal Wallis
LCD	Liquid-Crystal Display- Sıvı Kristal Ekran
LED	Light Emitting Diode- Işık Yayan Diyot
Li₂SiO₃	Lityum Metasilikat
Li₄SiO₄	Lityum Ortosilikat
Li₂Si₂O₅	Lityum Disilikat
M	Monoklinik
MPa	Megapaskal
Na₂O	Sodyum Oksit
Na₂O-Al₂O₃-6SiO₂	Sodyum Alüminyum Silikat
PES	Pembe Estetik Skalası
PSZ	Kısmen Stabilize Edilmiş Zirkonya
Ra	Ortalama Yüzey Pürüzlülük
SBDG	Subepitelyal Bağ Dokusu Greft
SCI	Specular Components Included-Yansıtıcı Elemanı dahil
SCE	Specular Components Excluded-Yansıtıcı Elemanı hariç
SDG	Serbest Diş eti Greft
SiO₂	Silisyum Dioksit
(SiO₄)⁴⁻	Silisyum Oksijen Tetrahedron
T	Tetragonal
TEM	Taramalı Elektron Mikroskop (SEM- Scanning Electron Microscope)
TG	Termal Genleşme katsayısı- Isısal Genleşme katsayısı
TP	Translusensi Parametresi
TZP	Tetragonal Zirkonya Polikristalleri
Y-TZP	Yitriyum ile Stabilize edilmiş Polikristalin Zirkonya
ZL G	Zirkonia Kaplama Maddesi
ZrO₂	Zirkonyum Dioksit
ZTA	Zirkonya ile Güçlendirilmiş Alümina

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Güncel seramik sınıflandırması (Tablo (30) no'lu kaynağı esas alarak hazırlanmıştır).	9
3.1. Çalışmada kullanılan gingival porselen markaları, üretici firmaları ve renkleri.	47
3.2. Çalışma gruplarının şematik hali.	48
3.3. Porselenlerin fırınlanma sıcaklıkları.	49
4.1. Gingival porselen örneklerin renk gruplarına göre ortalama L, a*, b* değerleri.	57
4.2. Renk farkı verilerinin tanıtıcı istatistikleri ve test sonuçları.	58
4.3. Renk farkının materyal tipine ve rengine göre ortalama değerleri.	58
4.4. Isıl döngü öncesi (Ra ₀) ve sonrasında (Ra ₁) Ra değerlerinin tanıtıcı istatistikleri ve test sonucu.	60
4.5. Isıl döngü öncesi ve sonrası Ra değerleri verisi için iki yönlü varyans analizi sonuçları.	61
4.6. Ra değerlerinin materyal tipine ve rengine göre ortalama değerleri.	62
4.7. Isıl döngü öncesi (TP ₀) ve sonrası (TP ₁) TP değerlerin tanıtıcı istatistikleri ve Kruskal Wallis test sonucu.	64
4.8. TP değerlerinin materyal tipine ve rengine göre ortalama değerleri.	66

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. MÖ 700 yıllarda İtalya, Etruria'daki bir mezarda bulunan Etrüsk takma protezin kopyası.	3
2.2. Silisyumun tetrahedral konfigürasyonu.	7
2.3. PES değişkenleri (A ve B resimleri) ve BES değişkenleri (C ve D resimleri).	20
2.4. Gülümsemde diş eti papilleri (a), siyah üçgen alanlar (b) ve uzun interdental temas alanlar (c) ortaya çıkabilir.	25
2.5. Optik prizma, uzun dalga boylarındaki ışığı daha kısa dalga boylarına bükerek veya kırarak, böylece renklere ayırır.	26
2.6. Munsell'in renk sistemi.	27
2.7. Munsell renk sisteminde ana renk (hue) düzenlenmesi.	28
2.8. Munsell renk sisteminde parlaklık (value) ve doygunluk (chroma) düzenlenmesi.	28
2.9. CIELAB L * C * H * kutupsal renk koordinatları (a) ve L * a * b * dikdörtgen koordinatlar (b).	29
2.10. Seramik restorasyonun gün ışığı (a), tungsten lamba (b) ve floresan lamba (c) altında görünümü.	31
2.11. Doğal dişlerde floresans olgusu.	32
2.12. Doğal dişlerin translusensi özelliği.	32
2.13. Görsel diş (a) ve diş eti (b) renk seçimi.	33
2.14. VİTA Classical renk skalası.	35
2.15. Vita Toothguide 3D-MASTER renk skalası.	36
2.16. Gingiva Solution renk skalası.	37
2.17. ShadeStar kolorimetre cihazı.	39
2.18. VİTA Easyshade V spektrofotometre cihazı.	40
2.19. SpectroShade Micro spektrofotometre cihazı.	41
2.20. Konika Minolta CM 3600A spektrofotometre cihazı.	42
2.21. Spectra Magic™ yazılımının bilgisayardaki ekran görüntüsü.	42
3.1. Çalışmada kullanılan gingival porselen tozları.	47
3.2. Örneklerin hazırlanması için kullanılan kalıp.	49
3.3. Örneklerin fırınlanmadan önce (a) glaze işleminden sonraki (b) görüntüsü.	49
3.4. Örneklerin kalınlık (a) ve çapının (b) ölçülmesi.	50

3.5. Örnekler. IPS Inline G1 (a), IPS Inline G3 (b), IPS Inline G5 (c), IPS e.max Ceram G1 (d), IPS e.max Ceram G3 (e), IPS e.max Ceram G5 (f).	50
3.6. Konica Minolta CM-3600A spektrofotometre cihazı.	51
3.7. Siyah ve beyaz kalibrasyon aparatları.	51
3.8. Örneklerin pürüzlülük ölçüm yönleri.	53
3.9. Çalışmada kullanılan ısıt döngü cihazı.	53
3.10. Karbon kaplanmak üzere hazır hale getirilmiş örnekler.	54
3.11. Leica EM model Au/Pd/C kaplama kaplama cihazı.	54
3.12. Çalışmada kullanılan FİB-TEM cihazı.	55
4.1. a) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G1 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G1 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.	68
4.2. a) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G3 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G3 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.	68
4.3. a) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G5 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G5 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.	68
4.4. a) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G1 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G1 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.	69
4.5. a) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G3 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G3 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.	69
4.6. a) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G5 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G5 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.	69
4.7. a) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G1 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G1 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.	70
4.8. a) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G3 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G3 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.	70
4.9. a) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G5 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G5 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.	70
4.10. a) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G1 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G1 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.	71

- 4.11.** a) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G3 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G3 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü. 71
- 4.12.** a) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G5 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G5 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü. 71



GRAFİKLER

Grafik	Sayfa
4.1. Renk farkı verilerinin alt gruplara göre kutu-çizgi grafiği.	58
4.2. IPS InLine Gingiva (Grup 1) ve IPS e.max® Ceram Gingiva (Grup 2) grupların renk farkı verilerinin kutu-çizgi grafiği.	59
4.3. Renk farkı verilerinin materyallerin renklerine (G1, G3 ve G5) göre grafiksel görünümü.	59
4.4. Isıl döngü öncesi (Ra_0) ve sonrası (Ra_1) pürüzlülük değişiminin grafiksel gösterimi.	62
4.5. Örneklerin ısı döngü öncesi pürüzlülük verilerinin materyallere göre kutu-çizgi grafiği.	63
4.6. Örneklerin ısı döngü sonrası pürüzlülük verilerinin materyallere göre kutu-çizgi grafiği.	63
4.7. Isıl döngü öncesinde ölçülen TP_0 değerlerin grafiksel görünümü.	65
4.8. Isıl döngü öncesi (TP_0) ve sonrası (TP_1) translusensi değişiminin grafiksel gösterimi.	66
4.9. Örneklerin ısı döngü öncesi translusensi verilerin renklere (G1, G3 ve G5) göre kutu-çizgi grafiği.	67

1. GİRİŞ

Uzun yıllardır diş hekimliği uygulamalarında doğal estetiği sağlamak için seramik restorasyonlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Gün geçtikçe artan estetik beklentiler ile diş hekimliğinde hedeflenen tedavi sonuçlarının arasında estetik birincil hale gelmiştir. Hastalar kendi gülümsemelerini değerlendirirken; diş rengi, ışık geçirgenlik derecesi, yapısı, dişin şekli, boyutu ve arktaki konumu gibi etkenlere önem vermektedir (1).

Genellikle birçok çalışma beyaz renk estetiği üzerinde yoğunlaşmış iken, mukogingival bileşenin renk dağılımı ve değerlendirilmesi daha az sayıda araştırılmıştır (2). Dişlerin rengi, şekli ve diziliminden başka diş eti ve mukozanın rengi ve özellikleri de estetik rehabilitasyonda önemli rol oynar. Bu durum özellikle yüksek gülme hattına sahip hastalarda, estetik sonuçların sağlanmasında engel veya sorun oluşturabilmektedir. Günümüzde implant diş hekimliği alanında ve özellikle anterior bölgede estetik ile ilgili zorlukların olduğu durumlarda daha da önem kazanmaktadır (3, 4).

Yumuşak dokudaki eksiklikler cerrahi operasyonlar ile düzeltilebilir ancak bu aşamalar daha fazla zaman ve maliyet gerektirmektedir. Hastalar cerrahi bir işlem istemeyebilir veya genel sağlık durumları uygun olmayabilir. Her şeye rağmen cerrahi operasyonlar yapılsa da sonuçlar her zaman tam olarak öngörülemeyebilir. Böyle olgularda estetik sonuçları yakalamak ve diş eti ile ilgili estetik sorunları en aza indirmek için gingival porselen kullanımı iyi bir protetik çözüm seçeneği olmaktadır (5-7). Diş eti porseleni, implant/diş destekli sabit restorasyonların servikal bölgelerine uygulanarak doğal kron kök oranını sağlamak, uygun mukogingival konturlar oluşturmak, interproksimal diş eti papilinin yeniden biçimlendirilmesi ve gövde altının şekillendirilmesi için kullanılabilir.

Ancak gingival porselenin zaman içinde geçirdiği renk ve yüzey değişimi ile ilgili yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle diş eti porselen maddelerinin zaman içinde uğrayacağı değişiklikleri gözlemlemek ve değerlendirmek önemlidir. Karşımızdaki bu durum, konunun dikkatle incelenmesi için ihtiyaç yaratmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; iki farklı gingival porselen maddelerinin ısı döngü işlemleri öncesi ve sonrasında renk, translusensi ve yüzey pürüzlülüğü ölçümlerindeki değışimlerinin in-vitro olarak değeriendirilmesidir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dental Seramikler

Diş hekimliği uygulamalarında seramikler diş eksikliğini tamamlamak ve doğal estetiği sağlamak için kullanılan 4 ana gruptan biridir (8). Diğer 3 ana grup metaller, polimerler ve kompozitlerdir.

Seramik kelimesi, kelimenin tam anlamıyla “yanmış şeyler” anlamına gelen Yunanca "keramos" kelimesinden türetilmiştir. Ancak daha belirgin olarak, yanma veya ateşleme ile üretilen bir malzeme anlamına gelmektedir (9, 10).

Seramik, genellikle silikat doğasına sahip toprağa benzer, inorganik bir malzemedir. Bir veya daha fazla metalin metal olmayan bir element ile ve genellikle oksijenle, kombinasyonu olarak tanımlanmaktadır. Seramikler, doğada tipik olarak kristal şekilde bulunmaktadır. Seramik maddesi, ısı ve elektrik enerjisi iletkenliğine sahip değildir. Güçlü, sert, kırılğan ve inerttir. Kimyasal ve biyokimyasal olarak kararlı maddelerden oluşmaktadır (11).

2.2. Dental Seramiklerin Tarihçesi

Dental seramiklerinin tarihi, protezlerin altın bantlar ve tellerle tutturulduğu cam veya fildişi ile yapıldığı eski Mısır dönemlerine kadar uzanabilmektedir (12). Böyle bir protez MÖ 700 yıllarda Etruria'daki bir mezarda bulunmuştur (Şekil 2.1.). Gelişmiş seramikler ise, belki de dünyada ilklerden olarak Tang hanedanı döneminde IX. yüzyılda dekorasyon için kullanıldığı bilinmektedir (13).



Şekil 2.1. MÖ 700 yıllarda İtalya, Etruria'daki bir mezarda bulunan Etrüsk takma protezin kopyası (14).

Uzun süren çabalardan sonra, 1720’li yıllarda Avrupalılar seramik yapma tekniğine hâkim olmayı başarmışlardır (15). Seramiklerin diş hekimliği alanında mine ve diş eti rengini taklit edebilme potansiyeli ile kullanılabileceğini Pierre Fauchard bildirmiş ve 1728 yılında *‘Le Chirurgien Dentiste, ou Traité des Dents’* isimli kitabında bundan söz etmiştir (15, 16). Fransız eczacı Alexis Duchateau 1774 yılında diş hekimliğinde protetik tedavide seramiği kullanmıştır (16, 17). Porozlu yüzey özelliğinden dolayı fil dişinden hazırlanan protezlerin zaman içinde renk değiştirmesi ve koku yapmasından bıkan Parisli diş hekimi Nicholar Dubois de Chemant’ın yardımı ile ilk porselen protezi Guerhard porselen fabrikasında yaptırmıştır (16, 17). O zamandan itibaren, dental seramikler kayıp doğal dişlerin yerlerini tamamlamak için kullanılmıştır. Estetik ve hijyen gerekliliklerini yerine getirebildikleri için de bir devrim olmuş ve sürekli olarak geliştirilmiştir. Yine Paris’te Giuseppangelo Fonzi 1808 yılında gömülü platin pinleri içeren ayrı ayrı oluşturulmuş ve ‘terrometalik’ diye adlandırılan porselen dişleri tanıtmıştır (16).

Seramiğin rengi ve translusensi özelliğinde gelişmeler Elias Widmanın 1885 yılında vakumlu fırınlamayı öne sürmesi ve ilk defa kullanması sonucu olmuştur (18). Metal porselen sisteminde Fonzi’nin 77 yıl önce ürettiği platin çivili porselen dişlerinden sonra ikinci bir gelişme Logan tarafından 1885 yılında kaydedilmiştir (15, 18). Logan porselen ve post arasında olan tutuculuk sorununu platin postların üzerine porselen uygulaması ile çözmüştür.

Dr. Charles Land 1886’da feldspatik porseleni platin yaprağın üzerine işleyerek sabit protezlerin yapımında porselenin kullanımına öncülük etmiştir (19). Tanıttığı porselenin inley, onley ve jaket kronlarda kullanımı için 1887’de patent almıştır (20). Land’ın çalışmaları ile estetik ve fonksiyonel seramik restorasyonlar yapılmaya başlanmıştır. Bununla birlikte, orijinal dental porselen yüksek feldspatik cam içeriğinden dolayı son derece kırılğan ve zayıf özellikteydi (9). Bu yapı nasıl güçlendirilebilir ve desteklenebilir diye araştırmalar devam etmekteydi. Bu nedenle, yüksek estetik özelliklerine rağmen ilk dental porselenler 19.yy’ın ortalarına kadar diş hekimliğinde yaygın kullanılmamıştır (20).

Vakumlu fırınlamanın 1949 yılında tanıtılması ile dental seramiklerin özelliklerinde gelişmeler kaydedilmiştir (12). Gün geçtikçe yaygınlığının artması ile beraber diş rengine benzer görünümlü malzemelere olan talebin çoğalması dental porselenlerin üzerinde çalışmaların artmasına ve malzemenin özelliklerinde ilerlemelere yol açmıştır. Lösitin (potasyum ve alüminyum silikat— KAlSi_2O_6) 1950'lerde ortaya çıkması ve porselenin içeriğine ilave edilmesi ile yüksek genleşme katsayısına sahip porselenin altın alaşımları ile kuvvetli bağlantı oluşturması sağlanmıştır (15, 18, 19). Bu sayede kronların ve seramik restorasyonların özellikleri daha çok geliştirilmiştir.

Weinstein, 1962'de veneer porselen ve metal altyapı arasındaki ısısal genleşme katsayısı (Termal genleşme katsayısı (TG)) uyumsuzluğu sorununu porselen ile altın alaşımların yapısını değiştirerek vakumlu fırınlama sayesinde çözmüştür (21, 22) Ancak bu yöntemde porselenin pişirme sıcaklığının, altının fırınlama sıcaklığına göre daha fazla olmasından dolayı deformasyonlar görülmüştür. Daha sonra Abraham altına uyumlu olacak şekilde düşük ısı porselenini geliştirmiştir ve bu sayede metal destekli porselen restorasyonlarda büyük ilerlemeler kaydedilmiştir (17).

Günümüzde oldukça başarılı ve yaygın bir şekilde kullanılan tam porselen sistemlerin alt yapısı, Mc Lean ve Hughes tarafından 1965 yılında ortaya çıkartılan alümina kristalleri ile kuvvetlendirilmiş alt yapıli jaket kronlara (23) dayanmaktadır. Bu jaket kronun alt yapısı hacimsel olarak %40-50 oranında alüminyum oksit ve feldspatik porselenden oluşmaktadır. Cam yapısı içindeki alumina tanecikleri sayesinde elastik modülü artar ve çatlakların ilerlemesi engellenir. Sonuçta yapı 1,5 kat güçlenmiş olur (24).

McLean ve Sced, 1976 yılında “çift folyo” adını verdikleri bir teknik geliştirmiştir. Bu teknikte iki kat platin yaprak alçı model üzerine adapte edilmiş ve en üstteki yaprak ise kalay ile kaplanmıştır. Altta kalan platin yaprağın porselendeki çatlağın ilerlemesini durdurarak porselenin güçlenmesini sağladığını öne sürmüşlerdir (23). Bu sistem piyasaya ilk olarak Vita-Pt (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) ticari ismi ile çıkmıştır. Ancak kronun iç yüzeyinde kalan platin yaprak gri

renklenmeye neden olduğu için bu yöntemin estetik olarak dezavantajlı olduğu zamanla anlaşılmıştır.

1980’li yıllardan itibaren artmış dayanıklılık ve estetiği bir arada sunan üretim tekniklerinin gelişmesi ile beraber tam porselen sistemlerine ilgi artmıştır. Bunlardan biri 1980’li yılların başında Adair ve Grossman tarafından geliştirilen dökülebilir cam seramik Dicor (Dentsply Int. York, PA) sistemidir. Dayanıklılığı arttırmak için zirkonyum oksit (ZrO_2) ve alüminyum oksit (Al_2O_3) ilave edilmiştir. Bir diğeri de Sozia ve Riley tarafından 1983 yılında porselenin fırınlama büzülmesine ait sorunların ortadan kaldırılması amacıyla geliştirilen Cerestore (Ceramco, Dentsply International, Inc.; Canada) sistemidir.

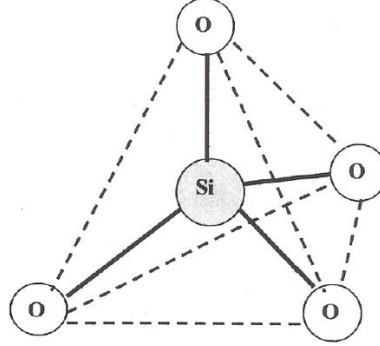
1990’ların başında preslenebilir cam seramik (IPS Empress) tanıtılmıştır. IPS Empress hacimsel olarak yaklaşık %34 lōsit içermektedir. 1990’ların sonunda ise preslenebilir farklı bir cam seramik (IPS Empress 2) piyasaya sür÷lm÷şt÷r. IPS Empress 2 hacimsel olarak yaklaşık %70 lityum disilikat kristal içermektedir ve kırılmaya oldukça dirençlidir.

Dental seramikler bu aşamadan günümüze kadar daha birçok gelişim aşamasından geçmiştir ve hala da gelişmeye devam etmektedir.

2.3. Dental Seramiklerin Yapısı

Dental seramikler, esas olarak oksijenin bir veya daha fazla metalik veya yarı metalik element ile bileşiklerini içeren (alüminyum, bor, kalsiyum, seryum, lityum, magnezyum, fosfor, potasyum, silisyum, sodyum, titanyum ve zirkonyum), metalik olmayan inorganik yapılardır (14). Dental seramiklerin çoğu kristal faz ve silikat cam matris fazı içermektedir. Merkezde Si^{4+} katyonların ve her köşesinde O^- anyonların olduğu $(SiO_4)^{4-}$ tetrahedron zincirleri (Şekil 2.2.) ile karakterize yapılardır. Bu sayede elde edilen yapı kapalı değildir ve hem kovalent hem iyonik bağlar oluşturabilmektedir. $(SiO_4)^{4-}$ tetrahedron köşelerini paylaşarak bağlanmaktadır. Her biri her silisyum atomu için iki oksijen atomu içeren tetrahedronun bağlı zincirleri

olarak düzenlenirler. Tüm silikat yapılarındaki birincil yapısal birim, negatif yüklü silisyum oksijen tetrahedron (SiO_4^{4-})'dur (14).



Şekil 2.2. Silisyumun tetrahedral konfigürasyonu (8).

Dental porselenler, feldspar (potasyum ve sodyum alüminosilikatlar), kuartz (silika) ve kaolinin (hidratlı alüminosilikat) karışımından oluşmaktadır (8, 14, 25, 26).

Feldspar, en düşük ergime sıcaklığına sahip bileşendir ve fırınlamada ilk eriyen maddedir. Ana yapıda %60-70 oranında bulunur ve seramiğe doğal bir translusensi verir. Doğada doğal olarak oluştuğu için iki alkali alüminyum silikattan oluşan potasyum alüminyum silikat ($\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2$, potaş feldspar veya ortoklas) ve sodyum alüminyum silikat ($\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2$, sodyum felspar veya albit) içeriği oransal olarak değişebilmektedir (8, 14). Potaş feldsparı, fırınlanmış restorasyonlara translusensiyi kazandırır ve bu özelliğinden dolayı günümüzde piyasada mevcut olan porselen sistemlerin çoğu tarafından tercih edilir. Potasyum alüminosilikat, 1250°C 'den 1500°C 'ye ısıtıldığında camsı matriksi oluşturmak için kaolin ve kuvars ile birleşir ve bütün bileşenleri bir arada tutma görevini üstlenmektedir (8). Sodyum feldspar ise füzyon sıcaklığını düşürür, dolayısıyla porselenin pişirilmesi sırasında yapının akışkanlığı artar. Bunun sonucu kenarların yuvarlanması ve formların değişmesine neden olan piropplastik akışa sebep olmaktadır (14).

Kuartz, seramiğin ana yapısında %25-30 oranında bulunmaktadır. Oldukça yüksek füzyon sıcaklığına sahiptir ve pişirme sıcaklığında aynı kaldığı için diğer bileşenlerin akabileceği bir matriks oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra doldurucu görevi de taşımaktadır (9, 14).

Kaolin, genellikle alümina içeren volkanik kayalardan elde edilen bir kil türüdür. Kaolin, ısıya oldukça dayanıklıdır ancak opak özelliğinden dolayı dental porselenlere çok az miktarda kullanılmaktadır. Bağlayıcı görevi görür ve porselen hamuruna elastikiyet vererek şekillendirilebilirliğini artırır (8, 26, 27).

Dental seramiklere bu esas üç yapıya ek olarak cam modifiye ediciler, opaklaştırıcılar ve renklendiriciler katılabilir. Cam modifiye ediciler eritken olarak kullanılır ve ayrıca ergime sıcaklığını düşürürerek akışkanlığı artırır. Renklendirici olarak metalik pigmentler eklenir. Onların arasında sarı-kahverengi tonlar için titanyum oksit, lavanta rengi için manganez oksit, kahverengi için demir oksit veya nikel oksit, mavi renk için kobalt oksit, yeşil renk için bakır veya krom oksit bulunur. Opaklaştırıcı olarak kalay, titanyum ve zirkonyum oksitler kullanılır (25, 28).

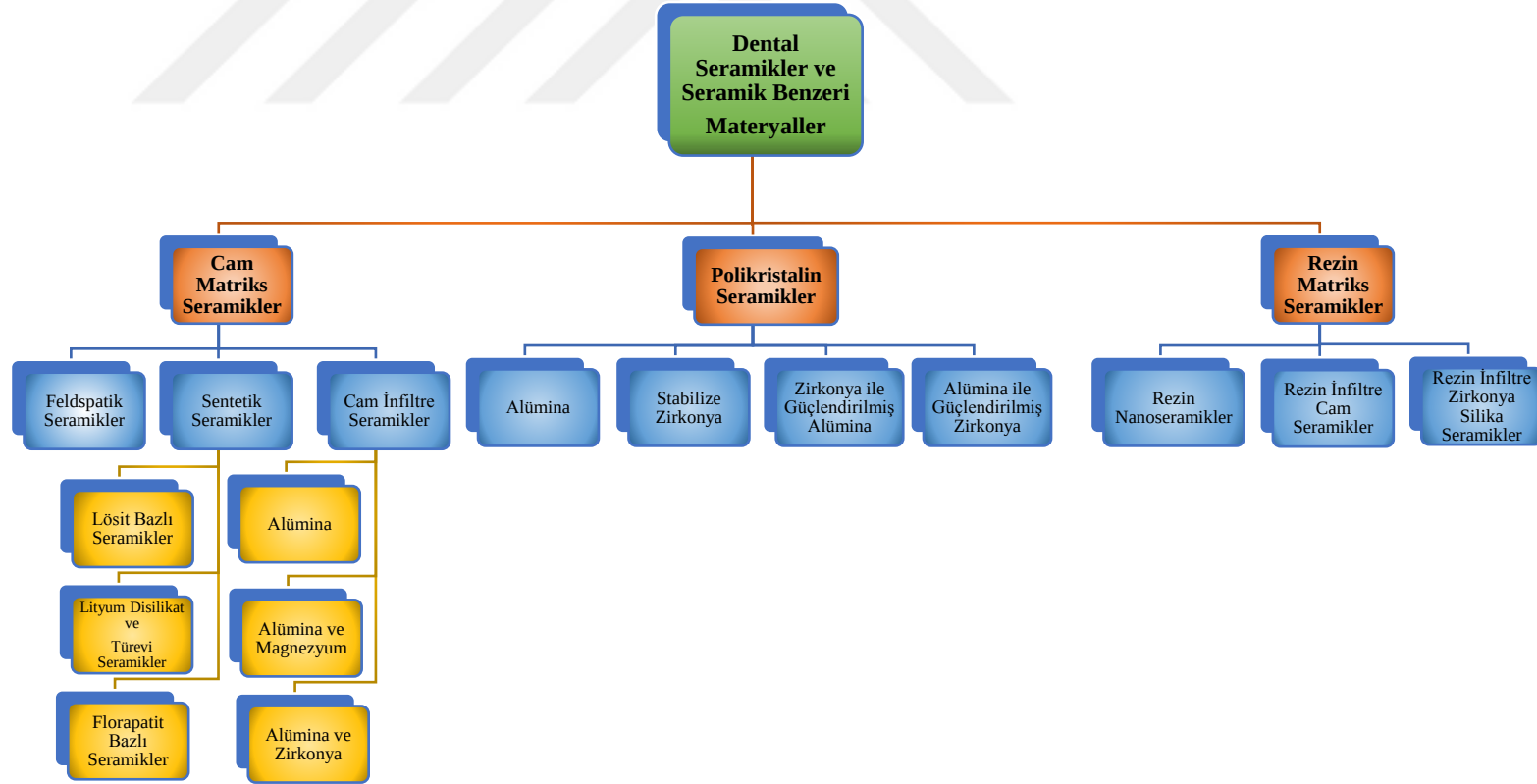
2.4. Dental Seramiklerin Sınıflandırılması

Dental seramikler, kullanım alanları ve endikasyonları, içerik bileşenleri, üretim yöntemleri, fırınlama dereceleri, mikro yapıları, translusensileri, kırılma dayanıklılığı ve aşındırıcılığı gibi birçok özelliklerine göre sınıflandırılabilir (14, 29).

Günümüzde polikristalin seramiklerin artan cazibesi ve hibrit seramiklerin geliştirilmesiyle beraber Gracis ve arkadaşları tarafından yapılan sınıflandırma (30) en güncel bir sınıflandırmalardan biridir. Sınıflandırmada tam seramik ve seramik benzeri maddeler üç ana gruba ayrılmıştır (Tablo 2.1.):

1. Cam matriks seramikler
2. Polikristalin seramikler
3. Rezin matriks seramikler

Tablo 2.1. Güncel seramik sınıflandırması (Tablo (30) no’lu kaynağı esas alarak sunulmuştur).



2.4.1. Cam Matriks Seramikler

2.4.1.1. Feldspatik Seramikler

Bu geleneksel seramik grubu, kaolin, kuartz ve doğal feldspardan (potasyum ve sodyum alüminosilikatların bir karışımı) oluşan üçlü malzeme sistemine dayanmaktadır. Potasyum feldspar ($K_2Al_2Si_6O_{16}$) lösit kristalleri (kristal faz) oluşturmaktadır. Lössit kristallerinin miktarına bağlı olarak restorasyonun dayanıklılığı artmaktadır ve metal alt yapılar ile kullanılması için ısısal genleşme katsayısı uygun hale gelmektedir. Feldspatik seramikler halen metal alaşımı ve seramik alt yapılar üzerinde tabakalama porseleni olarak kullanılmaktadır. Feldspatik porselenlere örnek olarak IPS Empress Esthetic, IPS Empress CAD, IPS Classic, Vita VMK 68, Vitablocs, Ivoclar Vivadent; Vitadur, Vident verilebilir.

2.4.1.2. Sentetik Seramikler

Doğal hammaddelerin kaynaklarına daha az bağımlı kalmak için seramik sanayisi sentetik seramikleri üretmeye başlamıştır. İçeriğinde üreticilere göre değişmesine rağmen genel olarak silikon dioksit (SiO_2), potasyum oksit (K_2O), sodyum oksit (Na_2O) ve alüminyum oksit (Al_2O_3) bulunmaktadır. Bunların cam fazları, lösite ek olarak apatit kristalleri ile birleştirilebilir. Bu sayede metallerle ısısal genleşme uyumluluğu sağlanmaktadır, çatlak oluşumu azalmaktadır veya önceden meydana gelmiş çatlak varsa yayılması yavaşlamaktadır ve daha iyi dayanıklılık elde edilmektedir (31). Tam seramik alt yapılar ile kullanıldıklarında ilgili alt yapı malzemesinin ısısal genleşme katsayısına uyacak şekilde modifiye edilmektedir. Kristal faz ile güçlendirilmiş feldspatik porselenler mekanik özelliklerinin geliştirilmesi ile birlikte, alt yapı malzemesi olarak kullanıma uygundur (30).

a) Lössit Bazlı Seramikler: Camsı matrise homojen olarak dağılmış lösit kristallerinden (%35-45) oluşur. Lössit kristalleri, feldsparın 1150 ° C'de kontrollü pişirilmesi ile oluşturulur.



Yüksek silika içeriği (%60-65) nedeniyle bu seramikler, geliştirilmiş translusensi, floresanslık ve opaklığa sahiptir. Kristal içeriği ise 160 MPa bükülme dayanımı ve kırılma enerjisini emme kabiliyetini sağlamaktadır. Presleme ve bilgisayar destekli üretim için uygundur. IPS d.Sign, Ivoclar Vivadent; Vita VM7, VM9, VM13, Vident; Noritake EX-3, Cerabien, Cerabien ZR, Noritake lösit bazlı seramiklere örnektir (30-32).

b) Lityum Disilikat ve Türevi Seramikler: Camsı matriks içinde dağılmış yaklaşık hacimin %70'ni oluşturan kristal fazdan oluşmaktadır. Üretim sürecinde seramik lityum ortosilikat (Li_4SiO_4) içeren şeffaf cam külçeler olarak üretilir. Ardından gelen kısmi kristalleşme sürecinde, camsı bir fazda gömülü olan lityum metasilikat kristallerin (Li_2SiO_3) oluşumu gerçekleşir. Bu mavi veya ara kristal faz denilen aşamada, seramik bloklar CAD ünitelerinde frezelenmektedir. Devamında frezelenmiş restorasyonlar 850°C 'de sinterlenir ve sonunda lityum disilikat kristalleri $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ olarak oluşur. Bu aşamada restorasyonlar 360 ± 60 MPa bükülme dayanıklılığına sahip olur ve son rengini alır. Lityum disilikat sistemi gelişmelerden sonra ön bölgede inleyler, onleyler, kronlar ve üç üniteli sabit protezler olarak kullanılabilir. Bu durum mekanik özelliklerinin gelişmiş olduğunu göstermektedir. Bu gruba örnek olarak; 3G HS, Pentron Ceramics; IPS e.max CAD, IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent; Obsidian, Glidewell Laboratories; Suprinity, Vita; Celtra Duo, Dentsply; verilebilir (30, 31).

c) Florapatit Bazlı Seramikler: Camsı matriks içine gömülü çeşitli boyutlarda florapatit kristalleri $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ içerir. Zirkonyum oksit ve lityum disilikat alt yapılar için kullanılmaktadır. Modelasyondan sonra doğal dişlerdeki benzer kristal yapı göstermektedir. Optik özelliği 100–300 nm boyutunda olan nanoflorapatit kristalleri ve 1–2 μm uzunluğunda olan mikroflorapatit kristalleri tarafından kontrol edilmektedir. Florapatit bazlı seramiklere örnek olarak IPS e.max Ceram, ZirPress, Ivoclar Vivadent verilebilir (30, 31).

2.4.1.3. Cam İnfiltre Seramikler

Poroziteli kristalin çekirdek seramiğin birbirine bağlı gözenek ağına, ısıtma sırasında düşük viskoziteli ve yüksek ısılatıcı özelliğe sahip lantanit oksitin esas olarak cam infiltrasyonu ile oluşmaktadır. Bu işlem için alümina, alümina ve magnezyum veya alümina ve zirkonya çekirdek seramikler kullanılabilir (14). Seramik malzeme, “slip-cast” veya bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (BDT/BDÜ) tekniği kullanılarak üretilir. Cam infiltre seramiklerin optik özellikleri ve sertliği gözenekli çekirdeğin kimyasal bileşimine bağlıdır. Alümina ve magnezyumdan ($MgAl_2O_4$) oluşan VITA In-Ceram™ SPINELL en düşük sertliğe (400 MPa) ancak çok yüksek translusensiye sahiptir. VITA In-Ceram™ ALUMINA'daki alümina içeriği %80'e ulaşmıştır. Malzemenin optimum yarı saydamlığı ve sertliği (500 MPa) elde edilmiştir. Zirkonya ile güçlendirilmiş alümina çekirdek sayesinde ise, VITA In-Ceram™ ZIRCONIA diğer cam infiltre seramiklere kıyasla en yüksek eğilme dayanımına (600 MPa) sahiptir. Ancak bu grup malzemelerin kullanımı üretim sürecindeki karmaşıklık ve hassasiyeti ve özellikle BDT/BDÜ ile üretim tekniklerinde lityum disilikat ve zirkonyuma ilginin artması nedeni ile azalmıştır (30, 31).

2.4.2. Polikristalin Seramikler

Bu grupta sınıflandırılan seramiklerin temel özelliği: camsı fazı olmayan ince taneli kristal yapıdır. Kristaller, düzenli diziler halinde yoğun bir şekilde düzenlenir, böylece çatlak yayılmasını azaltır, malzemeye yüksek direnç ve kırılma tokluğu mükemmel mekanik özellikleri sağlamaktadır. Camsı matriksin olmaması, seramiğin hidroflorik asitin yüzey aşındırıcı etkisine karşı direncinin nedenidir (31, 33). Bununla birlikte, dayanıklılıktaki artış, polikristalin seramik restorasyonların BDT/BDÜ sistemleri olmadan üretilmeyeceği anlamına gelmektedir. Polikristalin seramikler, doğası gereği nispeten opaktır ve genel olarak kron ve köprülerin alt yapısı olarak kullanılmaktadır.

Alümina:

Alümina yüksek saflıkta (%99,5) alüminyum oksit (Al_2O_3)'ten oluşur. Diğer seramik malzemelerle karşılaştırıldığında, yüksek eğilme dayanımı ($> 500 \text{ MPa}$) ile hidrolize karşı en yüksek direnci ve düşük ısı iletkenliği göstermektedir. Ancak 380 GPa 'lık bir elastik modül ile, kütle kırılmalar gösterme eğilimindedir (31, 33). Procera® AllCeram, Nobel Biocare ve In- Ceram® AL, VITA Zahnfabrik alümina polikristalin seramiklerin piyasadaki örnekleridir (30).

Stabilize Zirkonya:

Zirkonya (zirkonyum dioksit, ZrO_2) yüksek bükülme dayanımı, aşınma ve kırılma direnci gösteren, bununla birlikte kimyasal korozyon, gingival boyanma ve alerjik yanmaya sebep olacak metal içermeyen, biyouyumluluğu yüksek bir maddedir. Saf haliyle zirkonya polimorfik bir seramik malzemedir ve üç kristalografik şekle sahiptir. Bunlar; oda sıcaklığından 1170°C 'ye kadar monoklinik (M), 1170°C 'den 2370°C 'ye kadar tetragonal (T) ve 2370°C 'den erime noktasına kadar kübik (C) şekil (34). Tetragonalden monoklinik dönüşüme bir kesme gerilimi ve büyük (%4) hacimsel genişleme eşlik eder. Hacim artışı sayesinde çatlaklar kapatılabilir. Bu da malzemenin kırılma tokluğunda büyük artışlara yol açar. Bu 'transformasyon sertleştirme' olarak bilinen durumda tetragonal veya kübik fazlar, saf zirkonyanın itriyum, magnezyum, kalsiyum ve seryum gibi oksitlerin eklenmesi ile oda sıcaklığında stabil olmasını sağlamaktadır. Bu oksitler, bu aşamalardan herhangi birini tamamen veya kısmen stabilize eder. Zirkonyanın mikroyapılarına göre, tamamen stabilize edilmiş zirkonya (FSZ), kısmen stabilize edilmiş zirkonya (PSZ) ve tetragonal zirkonya polikristalleri (TZP) olarak sınıflandırılması önerilmiştir (35). Diş hekimliğinde kullanılan zirkonyaların tümü TZP tipidir. Yaygın olarak Y-TZP tercih edilmektedir. Çünkü bu form, işleme ve sinterlemeden sonra en yüksek dayanıklılığa ve kırılma direncine sahiptir (30, 33). Stabilize zirkonya polikristalin seramiklere Nobel Procera Zirconia (Nobel Biocare), Lava/Lava Plus (3M ESPE), In-Ceram YZ (Vita), Zirkon (DCS), Katana Zirconia ML (Noritake) Cercon ht (Dentsply) Prettau Zirconia (Zirkonzahn) IPS e.max ZirCAD (Ivoclar Vivadent) Zenostar (Wieland) örnek olarak verilebilir (30).

Zirkonya ile Güçlendirilmiş Alümina ve Alümina ile Güçlendirilmiş Zirkonya:

Zirkonya genellikle tetragonal fazda kısmen stabilize kalır ve alümina orta derecede tokluk gösterir. Bu nedenle mikro veya nano ölçekte zirkonya ile güçlendirilmiş alümina [ZTA] ve alümina ile güçlendirilmiş zirkonya [ATZ] bileşimlerin gelişiminde bir eğilim vardır. Y-TZP ile karşılaştırıldığında bu bileşimlerin avantajları, düşük sıcaklıkta bozulmaya karşı direnç, daha yüksek dayanıklılık ve kırılma direnci göstermelerinin yanı sıra Y-TZP'nin döngüsel yorulma dayanımının iki katından fazla olmasıdır (30).

2.4.3. Rezin Matriks Seramikler

Rezin matriks seramikler, seramik, cam ve cam seramik gibi inorganik parçacıklarla yüksek oranda doldurulmuş organik bir matriksten oluşan hibrit malzemelerdir. Polimer matriks, hibrit malzemenin inorganik ağını güçlendiren destekleyici bir ağ sağlamaktadır. Rezin matriks seramikler, (ADA diş hekimliği prosedürleri ve isimlendirme yasasının 2013 yılında seramiklerin tanımını güncellemesine göre (30, 36)) %50'den fazla inorganik partikül içerdikleri için dental seramik kategorisine girmiştir. Rezin matriks seramikler, dentinin esnekliğini daha iyi taklit ederler, BDT/BDÜ için uygundurlar, kolay kazınırlar ve düzeltilebilirler (37). Bundan dolayı geleneksel seramik ve cam seramiklere göre üstün özelliktedirler. Rezin-matriks seramikler, inorganik bileşimlerine göre birkaç sınıfa ayrılabilirler:

- Rezin Nanoseramikler (Lava Ultimate, 3M ESPE)
- Rezin İnfiltr Cam Seramikler (RİCS) (VITA Enamic)
- Rezin İnfiltr Zirkonya-Silika Seramikler (MZ100 Blok, Paradigma TM MZ100 Blok, 3M ESPE; Shofu Bock HC, Shofu)

2.5. Gülüş Estetiği

Estetik bir gülümseme, bir kişinin psikososyal yaşamına önemli katkı sağlar. Yüz çekiciliğinin vazgeçilmez bir bileşenidir (38, 39). İnsanlar konuşma sırasında dikkatini, esas olarak muhatap olduğu kişinin ağız ve gözlerine yönlendirir (40, 41). Çünkü ağız yüzdeki iletişimin merkezidir. Gülümseme özelliği ise yüz ifadesinde ve görünümde önemli bir rol oynar. Buradan yola çıkarak gülüş, estetiği kavramına ulaşılmıştır. Gülüş estetiği yüz çekiciliğinde önemli bir yer tutar, bireyin özgüven, psikolojik sağlık ve sosyal davranışları üzerinde önemli etkisi vardır (42, 43)

Estetik bir gülüş, gülümseme sırasında görünen yumuşak dokular ve dişler dahil olmak üzere farklı bileşenlerin etkileşiminin sonucudur (1). Gülme hattı (düşük, orta veya yüksek), dişlerin anatomik şekilleri, diş boyutları ve oranlarının estetik gülüşe etkisi vardır. Bunlardan başka; maksiller kesici dişlerin konumu, maksiller dişlerin diş eti görünümü, mimarisi ve diş eti morfolojisi, maksiller orta hattın yeri veya deviasyonu, gülümseme arkı, bukkal koridor, gülümseme indeksi ve simetrisi dahil olmak üzere gülüş estetiğini etkileyen çeşitli özellikler mevcuttur (41, 44-47). Bütün bu bileşenlerin uyumlu ve simetrik bir bütünü oluşturması gerekmektedir. Çekici bir gülümsemenin kişisel algısında (sosyal boyut) dişlerin boyutu, görünürlüğü ve üst dudakın konumu önemli etkiye sahiptir. Dişlerin rengi ve diş eti görünümü ise bireyin kendi gülümsemesi ile ilgili görünüm memnuniyetini (bireysel boyut) önemli oranda etkiler (1).

Tjan ve ark. (44), estetik ağız rehabilitasyonunda optimum sonuçların önemini dikkate alarak gülümseme ile ilgili 4 önemli özellik tanımlamıştır. Bunlar; gülme hattı, gülümseme sırasında görünen diş sayısı, maksiller ön dişlerin kesici kenar kurvatürünün alt dudak ile paralelliği ve temas durumudur. Başka bir çalışmada ise gülüş estetiğinin 10 belirleyicisi açıklanmıştır (48). Bunlar; gülümseme arkı, üst kesici dişlerin oranları ve simetrisi, üst dişlerin birbirine oranı, diastemalar, diş eti mimarisi, diş eti görünürlüğü, dişlerin rengi ve anatomik şekli, orta hat ve dişlerin açıları, bukkal koridor ve dudak hacmidir. Ayrıca bu çalışmada diş eti görünürlüğünün en üst kabul edilebilir sınırı bildirilmiştir. Diş eti görünürlüğünün 3 mm'den fazla olması estetik

kabul edilmemektedir. Bu değer başka çalışmaların sonuçları ile de doğrulanmıştır (49-51).

Genel olarak hastaların estetik talebinin artması, güzel yüz ve gülüşe karşı artan beklentileri gülüş estetiği kavramını diş tedavileri uygulamalarının merkezine yerleştirmiştir. Son zamanlarda ise gülüş estetiğini vurgulayan “gülüş tasarımı” kavramına yer verilmektedir (52, 53). Gülüş tasarımı, mevcut diş ve diş eti durumunun daha estetik ve daha doğal görünümü için yapılan bir dizi tedavi planları, aşamaları ve uygulamalarıdır.

2.6. Beyaz ve Pembe Estetik

Protetik diş tedavisinin ana amaçlarından biri kayıp veya eksik dokuların doğala en yakın şekilde yeniden kazandırılmasıdır. Başarılı bir protetik restorasyon doğal dişlerin görünümünü taklit etmelidir. Estetik bir sonucu yakalamak için dental restorasyonun kendi başına başarılı olması yeterli değildir. Bunun yanı sıra, onu çevreleyen yumuşak dokunun da sağlıklı olması ve restorasyona uyum sağlaması gerekmektedir (54-56).

Diş eti, ağız mukozasının alveolar kemiği örten ve dişlerin servikallerini çevreleyen bölümdür. Diş eti, serbest diş eti kenarından mukogingival birleşime kadar uzanır (57). Anatomik olarak serbest diş eti, yapışık diş eti ve interdental diş eti olmak üzere 3 kısımdan meydana gelmektedir. Sağlıklı diş etinin rengi gül kurusu pembe olarak tanımlanmaktadır (20). Yüzeyinde “stippling” olarak adlandırılan ve portakal kabuğu görünümünü andıran çöküntüler mevcuttur. Diş eti alttaki bağ dokusuna sıkıca bağlıdır (57). Serbest diş eti marjını bıçak sırtı şeklinde sonlanır ve keskin sivri uçlu papillalar interproksimal boşlukları doldurur (20).

Bir dişin ideal diş eti estetiği; diş etinin seviyesi, doruk (zenith) noktası, diş eti papili, diş etinin rengi ve durumundan etkilenmektedir. İdeal diş eti estetiği kanin ile santral dişlerin gingival marjinlerinin aynı seviyede olması ve lateral dişlerin marjinlerinin ise bu seviyenin hafif aşağısında olması ile sağlanır (48). Çok kullanılan başka bir estetik parametre de gingival konturun en apikal noktası olan gingival doruk

noktasıdır. Estetik alanda yapılan cephe analizlerine göre gingival doruk noktaları bir diş kronunun merkezinde veya hafif distalinde yer almaktadır (58). Diş eti papili komşu dişlerin alveol kemiğinden dişlerin temas noktalarına kadar uzanan boşluğu doldurmalıdır. Eksik veya yetersiz olduğu durumlarda “karanlık üçgenler” adı verilen doğal estetiği olumsuz yönde etkileyen ve bundan dolayı istenmeyen boşluklar oluşmaktadır (58, 59).

Sağlıklı diş eti rengi soluk pembe ve pembeden koyu kırmızı veya mora kadar değişmektedir (60, 61). Diş eti rengi epitel kalınlığı, keratinizasyon derecesi, pigmentasyon ve altta dokunun kanlanması ile ilişkili olarak değişmektedir. Cinsiyet, yaş, konum (sol-sağ mandibular veya sol-sağ maksiller çeneler), cilt tipi, hormonal değişiklikler, kan basıncı, diş eti enflamasyonu, sigara kullanımı ve restorasyonların da diş eti rengi üzerinde etkileri olduğu bildirilmiştir (62, 63).

Yüksek gülme hattına sahip hastalarda (64, 65) ve çoklu diş kaybı olan olgulardaki kusurlar (66) özellikle önem kazanmaktadır. Restorasyonu çevreleyecek yumuşak dokunun durumu, estetik ve doğala en yakın sonuçların hedeflendiği restoratif tedaviler için kritik belirleyici etken olabilmektedir. Bu konu özellikle estetik açıdan önemli olan ön bölgelerde büyük önem taşımaktadır. Yumuşak doku seviyesi kron boyu uzunluğunu etkiler. Ayrıca rengi ve dokusu ile beraber, restorasyonlarının 'doğal' görünümü üzerinde önemli etkilere sahiptir (67).

Çağdaş restoratif diş hekimliğinin son hedefi, özellikle estetik açıdan önemli bölgelerde hem "beyaz" hem "pembe" estetiğe ulaşmaktır (68). "Beyaz estetik" doğal diş yapısı veya diş sert dokularını, "Pembe estetik" ise diş eti papili ve diş etini içeren ve diş veya restorasyonu çevreleyen yumuşak dokuları ifade etmektedir (68, 69).

Beyaz ve pembe estetik daha çok implant diş hekimliğinin gelişmesi ile gündeme gelmiştir. Son zamanlarda implant diş hekimliği çok başarılı ve gün geçtikçe yaygın olarak hastaların tedavisinde kullanılmaktadır. İlk zamanlarda hekimler daha çok implantların kemik ile kaynaşması ve iyileşme süreci için endişe duymuştur ve osseointegrasyona öncelik verilmiştir (70, 71). Ancak zaman içinde implantların sağ kalım ve başarı oranlarındaki artış (72-74) ile beraber hekimlerin ilgi odağı ve

abaları, implantın sağ kalımından başka doğal görünümlü yumuşak dokularla çevrili ve gerçekçi görünüme sahip restorasyonların oluşturulmasına doğru kaymıştır (75, 76).

Estetik bölgedeki implant restorasyonlarının estetik sonuçlarını objektif bir şekilde değerlendirmek için çeşitli sistemler de tanımlanmıştır. İlk olarak Frhauser ve ark. (75) restorasyonları çevreleyen yumuşak dokuların durumunu değerlendirmek için Pembe Estetik Skalasını (PES) geliştirmiştir. Bu skala yedi değeriskenden oluşmaktadır:

1. Mezial papil
2. Distal papil
3. Yumuşak doku seviyesi
4. Yumuşak doku konturu
5. Alveol kemiğin eksikliği
6. Yumuşak doku rengi
7. Yumuşak dokunun yapısı

Bu yedi parametrenin her birinin aynı önemde olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Her bir değeriskene için en fazla 2, en az 0 puanı verilmektedir. Olası maksimum puan ise 14 puandır.

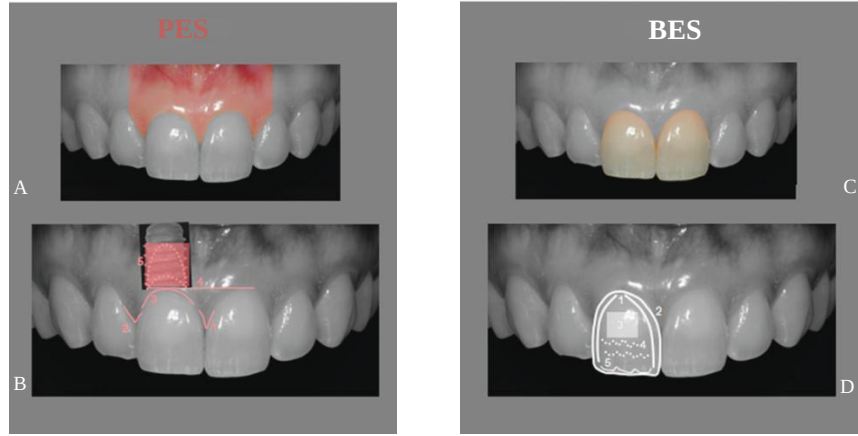
Belser ve meslektaşları (77), PES'e ek olarak Beyaz Estetik Skoru (BES) oluşturmuşlar ve ikisini (PES / BES) birleştiren objektif kapsamlı bir estetik indeks geliştirmişlerdir (şekil 2.3.) (78). Araştırmacıların amacı, ilgili peri-implant yumuşak dokuları ve özellikle restorasyona özgü parametreleri değerlendiren objektif bir indeks geliştirmekti. Belser ve ark. daha önce Frhauser tarafından geliştirilen PES değeriskelerini 7'den 5'e indirgemiiştir. Belser ve ark. tarafından sunulan PES değeriskeleri;

1. Mezial papil,
2. Distal papil,
3. Fasiyal mukozanın kurvaturü,
4. Fasiyal mukozanın seviyesi ve
5. İmplant bölgesinin fasiyal tarafındaki kök dışbükeyliği / yumuşak doku rengi ve dokusu.

BES ise implant restorasyonunun görünen kısmına odaklanmakta ve 5 değişkene dayanmaktadır. Belser ve ark. tarafından sunulan BES değişkenleri;

1. Genel diş formu
2. Klinik kronun ana hatları / hacmi
3. Renk (ton / değer)
4. Yüzey dokusu
5. Translusensi / niteliği

Her değişken 0-1-2 puanlara göre derecelendirilir. En iyi puan 2, 0 ise en zayıf puan olarak değerlendirilmektedir. PES ve BES değerleri ayrı ayrı değerlendirilir ve her biri için klinik kabul edilebilir eşik değeri 6 olarak belirlenmiştir. Mevcut tüm indeksler arasında, PES / BES indeksi (77) çeşitli implant yerleştirme ve restoratif tekniklerin estetik sonuçlarını değerlendirmek için araştırmacılar topluluğu tarafından en yaygın kullanılan ve kabul edilen endeks olmuştur (70).



Şekil 2.3. PES değişkenleri (A ve B resimleri) ve BES değişkenleri (C ve D resimleri) (77).

Bu indeksin kullanımı kolaydır. Dişlerin estetik unsurunu tanımlamada iyi bir yöntemdir ve restorasyonların estetik sonucunu değerlendirmek için ilgili parametreler kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır (79). Hekimler de tedaviye başlamadan önce hedefledikleri beyaz ve pembe estetiği elde etmek için dikkate alınması gereken unsurları bu indeks sayesinde gözden geçirebilmektedir.

Genellikle diş hekimleri ve teknisyenler, gülümsemenin beyaz bileşeni olan dişleri yeniden yapılandırma ya da şekillendirme konusunda çok bilgilidir (80). Protetik diş tedavisinde restorasyonların üretim tekniklerinin sürekli iyileştirilmesi, bilgisayar teknolojilerinin diş hekimliği alanına yerleşmesi ve yeni diş hekimliği malzemelerinin gelişmesi ile beyaz estetik alanında önemli oranda ilerlemeler elde edilmiştir. Bununla birlikte, anterior bölgedeki karmaşık, çoklu diş kaybı ve tam dişsizlik olgularını restore etmek daha kapsamlı bir yaklaşım gerektirir. Gülüşün pembe bileşeni olan diş etinin daha derinlemesine anlaşılmasını ve restore edilmesini gerektirir (80).

2.7. Gingival Defektleri Düzeltme Yöntemleri

Restore edilecek bölgeler her zaman beyaz ve pembe estetik yönünden elverişli olmayabilir. Dişlerin çekilmesini takiben, periodontal ligament aracılığı ile gelen uyarıların kaybına bağlı olarak alveoler kret hem yatay hem dikey yönde kayba uğramaktadır (81-83). Birçok hastada travmatik diş kaybı ve çekimi, periodontal veya

endodontik hastalığı takiben doku kayıpları görülmektedir (81, 84). Doğumsal diş eksiklikleri, odontojenik kistler, implant kayıpları ve gelişimsel bozukluklar gibi çeşitli durumlar diğer kayıp nedenleridir (84-87). Bir veya daha fazla diş çekimi sadece kemik yapısının değişmesine neden olmaz, aynı zamanda alveol kemiğini saran yumuşak dokuları da etkiler (82, 87). Bu durumlarda pembe estetiği elde etmek zordur. Ancak gingival defektleri cerrahi, ortodontik ve protetik yöntemler gibi farklı yollar ile düzeltilebilmektedir.

2.7.1. Gingival Defektleri Cerrahi Düzeltme Yöntemleri

Lokalize alveoler kret defektlerinin tedavisi için cerrahi tedavi yöntemleri başarılı olarak kullanılmaktadır ve çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (88-90). Uygun cerrahi yöntem defektin durumunun hafif, orta veya şiddetli olmasına ve yapılacak protetik tedavinin diş destekli sabit protetik restorasyon ve implant destekli sabit restorasyon olmasına göre seçilmektedir. Örneğin; hafif ve orta derece şiddette defekt bulunan bölge için yumuşak doku grefti tek başına yeterli olabilirken, büyük defekt alanlarında ve implant planlanan bölgelerde kemik artırımı önerilmektedir (91).

Son yıllarda, yetersiz alveolar kemiğinin rekonstrüksiyonu için yönlendirilmiş kemik rejenerasyonu, partikül greft artırımı, blok greft artırımı, alveol kret ayırma veya alveoler sırt genişletme, distraksiyon osteogenezis, kökün gömülü bırakılması gibi çok sayıda cerrahi teknik tanımlanmıştır (82, 92-95). Kullanılan materyaller arasında otojen kemik, allojenik kemik, xenogreftler, alloplastlar, bariyer membranlar, titanyum ağlar ve folyolar bulunmaktadır (92). Bu teknikler sayesinde yumuşak doku desteklenmekte ve istenilen şekle getirilmektedir.

Yumuşak dokuyu hacimsel olarak büyütmek esas olarak estetik nedenlerle yapılmakla beraber, köprü restorasyonların gövde bölgelerinde ağız hijyenini kolaylaştırmak için de yapılır (96). Bu bölgeler için uygun klasik aşamalar arasında serbest diş eti greftleri (SDG), subepitelyal bağ dokusu greftleri (SBDG), çeşitli rulo ve pedikül flepleri kullanılmaktadır (90). Klinik çalışmalar, çeşitli tekniklerin başarılı olduğunu göstermiştir. Bu tekniklerin kullanımı restorasyonların yapım aşamasında malzeme seçiminde daha fazla esneklik, peri-implant dokuların rengine göre daha iyi

estetik sonuçlar, marjinal mukozal yüksekliğin korunması ve daha yüksek papil skorları sağladığını göstermiştir (97-100).

Daha iyi yumuşak doku estetiğini sağlamak amacı ile papilin varlığını korumak için, çekim işleminden sonra soket artırımı yolu ile sert doku yüksekliğinin kontrol edilmesi ve korunması önerilmektedir (101). Papil yüksekliğinin korunması için başka bir yöntem, ortodontik ekstrüzyondur. Bu yöntem ile interproksimal bölgelerde, bitişikte bulunan yumuşak doku yani diş eti papil yüksekliği korunurken, dikey kemik boyutunun artması sağlanabilmektedir (101). Ortodontik tedavi sırasında ayrıca dişlerin ve periodonsiyumun konumunun değiştirilmesi ile diş eti kenar seviyeleri ve doruk noktaları ayarlanarak pembe estetik sağlanabilmektedir (48, 102). Ayrıca botoks enjeksiyonları da diş eti sorunlarının çözümünde kullanılmaktadır (103).

2.7.2. Gingival Defektleri Protetik Düzeltme Yöntemleri

Gingival defektlerin cerrahi yöntemlerle onarımı son 20 yıldır başarılı bir şekilde sürdürülmektedir. Buna rağmen, bazı durumlarda öngörülemez estetik ve fonksiyonel açıdan tatmin edici olmayan sonuçlarla karşılaşılabilir (80). Bu teknikler invazif ve hassastır. Sonuçları cerrahın yeteneğine bağlı olduğu kadar hastanın anatomisine ve genel sağlık durumuna da bağlı olabilmektedir (59, 104-106). Cerrahi yöntemler ile sert veya yumuşak dokuların yeterli rejenerasyonunun sağlanamadığı veya hasta için daha konservatif tedavinin gerektiği ya da istendiği durumlarda, protetik yöntemlere başvurulabilir.

Protetik açıdan defektli alanların restorasyonu hem sabit hem de hareketli protezlerle yapılabilir (107). Bu amaçla pembe akriller, porselenler, kompozit rezinler ve silikon bazlı yumuşak malzemeler kullanılmaktadır (107-111).

Sabit diş eti protezleri sert ve yumuşak doku kayıplarının bulunduğu ve diş veya implant destekli sabit protezler ile restore edildiği olgular için uygundur (112). Hareketli protezler ise kullanılan materyallere göre rijit veya esnek olabilmektedir (112). Hareketli protezlerde daha çok akriller ve silikonlar, sabit protezlerin yapımında ise kompozit rezinler ve porselenler kullanılmaktadır.

Dayanıklılık, parlatılabilirlik, uzun kullanım süresi ve daha az gözenekli yüzey özelliğinden dolayı bakteriyel tutulumunun daha az olması pembe akrillerin avantajları arasında sayılabilir. Dezavantajları ise tutuculuk için *undercut* bölgelerinin kullanımını sınırlamaları ve sert yapısından dolayı takılıp çıkartılırken yumuşak dokularda irritasyonlara sebep olabilmeleridir (112).

Hareketli protezler için kullanılan diğer seçenek silikon bazlı materyallerdir. Bu maddeler yumuşak ve esnek özelliktedir. Bu özelliklerinden dolayı protez sınırları molar dişlere kadar uzatılabilmektedir ve yumuşak dokuda irritasyona yol açmazlar. Ancak gözenekli yapılarından dolayı çabuk renklenirler ve yüzeylerine bakteriyel tutulum daha kolay meydana gelir. Bu nedenlerden dolayı silikon bazlı yumuşak materyallerden üretilen protezlerin kısa sürede yenilenme ihtiyacı doğmaktadır (112).

Sabit protezlerde kullanılan kompozit rezinlerin uygulaması kolaydır. Diş hekimi ağız içi uygulamalarda restorasyonun şekli, rengi ve niteliğini doğrudan kontrol edebilir. Ayrıca restorasyonun tamiri de kolaydır. Ancak bu uygulama sırasında nem kontrolünü sağlamak zordur. Kompozit rezinlerin diğer dezavantajları arasında zayıf renk stabilitesi, marjın kırıklarına ve aşınmaya karşı hassasiyeti yer almaktadır. Aşınma olduğu zamanlarda ise restorasyonlarda plak birikimi artmaktadır.

Barzilay ve Tamblyn (107) ise hastalarının diş eti eksikliklerini pembe akriller, silikon bazlı materyaller, pembe kompozitler ve gingival porselenler ile tedavi etmişlerdir ve gingival protez terimini kullanmışlardır.

2.8. Gingival Porselenler

Diş/implant destekli sabit restorasyonlarda gingival porselen kullanımı iyi bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır (6, 80, 106, 113-116). Gingival porselenler sıklıkla üstün estetik özellikleri, uzun süreli renk stabilitesi, öngörülebilir sonuçlar için tercih edilmektedir. Bundan başka; bu yöntem tedavinin zamanını, maliyetini ve karmaşıklığını azaltmaya yardımcı olmaktadır (4, 106, 116, 117). Ayrıca restorasyonun diş eti ile komşu alanlarda pürüzsüz, düzgün bir ara yüze sahip olması nedeni ile hastanın rahatlığını arttırmaktadır (106, 117).

Birden fazla dişin sabit bir protezle restore edildiği durumlarda, dişsiz boşluklar ile implant veya dayanak dişler ile uyumlu diş eti seviyeleri, konturu ve dokusu gingival porselen ile oluşturulabilmektedir (56, 107, 115, 117-119). Aynı durumda gingival porselenin kullanımı ile interdental papil görünümü sağlanabilmektedir ve doğal diş oranlarını yeniden yaratmayı mümkün kılmaktadır (5, 6, 56, 107, 115, 117-119).

Gingival porselenin kullanımı bunlarla sınırlı kalmamaktadır. Anterior bölgelerde ince peri-implant mukozası olan hastalarda gri bir gölge ve diş eti renginde koyulaşma ile karşılaşmaktadır (98, 120, 121). Bu durumu düzeltmek için pembe dayanaklar (122), zirkonya dayanaklar veya dayanağın servikal bölgesine pembe porselen işlenmiş dayanaklar kullanılabilmektedir (123-125).

Büyük defektli olgularda eksik dokuların olduğu bölgeleri kapatmak için gingival porselenler gövde üzerine yerleştirilebilir. Dayanak dişe ise uygun bir simetri oluşturmak için, normal diş rengindeki seramikler kullanılabilir (6). Bu durumlarda gingival porselen hava sızdırmazlığı sağladığı için konuşmayı da destekler (7, 106).

Yumuşak doku eksikliği bulunan olgularda, diş teknisyeni durumu düzeltmek için gingival porselenden yararlanmadan beyaz porselen kullandığında aşağıdaki durumlar ile karşılaşılabilir (Şekil 2.4.) (6, 78, 126, 127). Bu durumlar;

- ◇ Çok uzun ve dar dişler,
- ◇ Doğal kron yükseklik-genişlik oranları bozuk dişler,
- ◇ Uzun interdental temas alanları ve siyah üçgenleri kapatmak veya kayıp interproksimal diş dokularını telafi etmek için dikdörtgen diş formları,
- ◇ Koyu servikal embraşurlar,
- ◇ Sınıf III alveolar sırt defektlerinin doğasından kaynaklı ters dönük diş eksenleri,

◇ Diş uzunluğunu azaltmak ve belirli bir diş oranını geri kazanmak için ters gülümseme çizgisi.

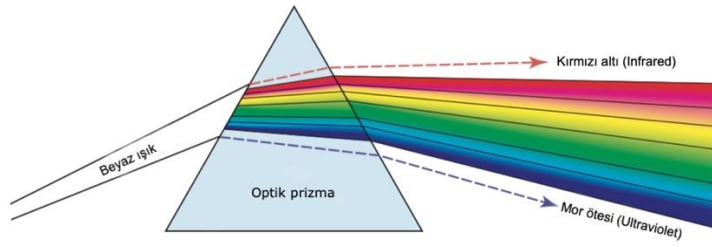


Şekil 2.4. Gülümsemde diş eti papilleri (a), siyah üçgen alanlar (b) ve uzun interdental temas alanlar (c) ortaya çıkabilir (78).

Pembe porselenlerin sınırlı dezavantajları vardır. Hastanın psikolojik beklentisi farklı olabilir ve hastalar gingival porselen bulunan sabit protezlerin şeklini geleneksel tam protezler ile karşılaştırabilmektedir. Diğer bir konu, bu tür uygulamalarda gövde altlarının hijyen için daha dikkatli bakımı gerektirmesidir (106). Gingival porselenlerin kullanımı, tedavi ekibinin ek teorik ve teknik bilgisini geliştirmesini gerektirmektedir (115, 126). Doğru planlanmadan kullanıldıklarında, ağız bakımında sınırlı erişime ve okluzal yüklerin eksen dışı olmasına neden olabilmektedir (106).

2.9. Işık ve Renk Olgusu

Işık, elektromanyetik radyasyondur. Görünür ışık, insan gözü tarafından görülebilir ışık olarak tanımlanmaktadır (78). İnsan gözü, yaklaşık 380-780 nm arasındaki dalga boylarına duyarlıdır (78). Yansıyan ışık yoğunluğu ile gelen ve yansıyan ışıktaki bulunan dalga boylarının birleşik yoğunlukları: rengin tonunu, açıklığını ve yoğunluğunun görünüm özelliklerini belirlemektedir. Bir nesnenin görünür olması için, dış kaynaktan gelen ışığı yansıtması veya iletmesi gerekmektedir. Gelen ışık genellikle polikromatiktir; yani, genellikle "beyaz" ışık olarak bilinen çeşitli dalga boylarının bir karışımıdır (Şekil 2.5.). Gelen ışık, belirli dalga boylarında nesne tarafından seçici olarak emilir veya saçılır ve bu şekilde renk oluşmaktadır (14, 25, 128).



Şekil 2.5. Optik prizma, uzun dalga boylarındaki ışığı daha kısa dalga boylarına bükerek veya kırarak, böylece renklere ayırır (20).

Renk, görünür ışık tarafından gözde tetiklenen ve beyin tarafından yorumlanan psikofiziksel bir histir (25, 78). Göze doğrudan veya bir nesneden gelen ışık retinada odaklanır, gözdeki reseptör hücreleri tarafından algılanır ve beyne iletdikten sonra sinir uyarılarına dönüştürülür (14, 78). Devamında belirli dalga boyları içeren ışık, beyin tarafından bir renk olarak tanımlanmaktadır (78).

Rengi etkileyen üç önemli etken bulunmaktadır:

- Işık kaynağı
- Nesne
- Gözlemci.

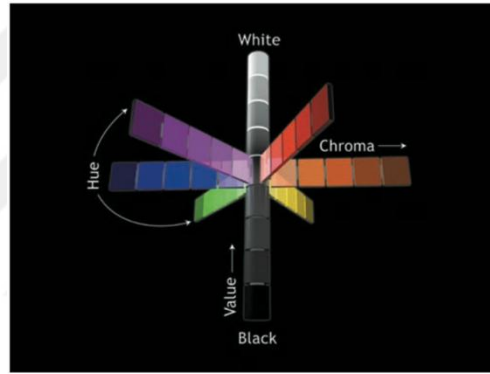
Bu etkenler değişkendir ve herhangi biri değiştiği zaman renk algısı değişmektedir (129).

2.10. Renk Sistemleri

Renklerin sözel olarak tanımlanması sübjektiftir (14, 129, 130). Bütün renkleri düzgün ve objektif bir şekilde tanımlamak, renk farklılıkları ölçülebilmek için farklı renk sistemleri geliştirilmiştir (130, 131). Dış hekimliğinde en sık Munsell ve CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemleri kullanılmaktadır (20, 129, 130).

2.10.1. Munsell Renk Sistemi

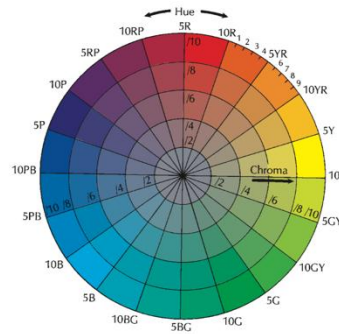
Profesör Albert H. Munsell 1905 yılında her rengin diğer tüm renklerle mantıksal bir ilişkisi olduğunu kaydetmiştir ve renk sistemi geliştirmiştir (78). Munsell renk sisteminde renkler, uzaysal olarak silindirik koordinatlarda gösterilmektedir. Bu sistemdeki üç değişken: Munsell (Hue) renk tonu, Munsell (Value) parlaklık ve Munsell (Chroma) doygunluk'tur (Şekil 2.6.). Silindrin ortasından geçen dikey üzerinden parlaklık (Value) değerlendirilir ve en altta siyahtan en üstte beyaza doğru gri renginin tonlarını temsil etmektedir. Silindrin çevresinde Hue düzenlenmiştir. Doymunluk (Chroma) yatay yönde yer almaktadır ve silindrin dışında doymun saf renkler, merkeze doğru grilik tonu artan renkler görülmektedir (129, 132).



Şekil 2.6. Munsell'in renk sistemi (78).

Munsell renk sisteminde renkler üç sıfat ile belirlenir: ana renk, parlaklık ve doymunluk (20, 78, 129).

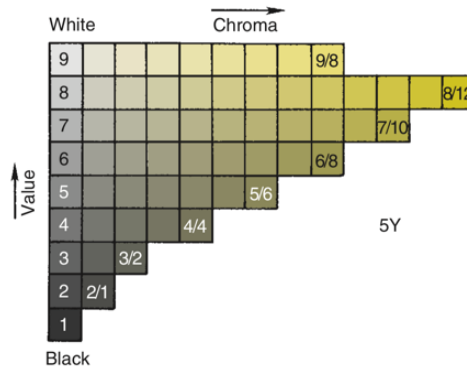
Ana renk (Hue): Rengin belirli bir çeşitliliği olarak tanımlanmaktadır. Bir nesnenin ana rengi kırmızı, yeşil, mavi gibi farklı olabilir. Ana renk nesnenin yüzeyinden yansıyan veya geçen ışığın dalga boyuna göre belirlenmektedir (20). Kısa dalga boyu spektrumun mor kısmına yakın iken, uzun dalga boyu kırmızı kısmına daha yakındır (Şekil 2.7.) (20). Beş tane ana renk (mor, mavi, yeşil, sarı, kırmızı) ve beş tane ara renk (mor-mavi, mavi-yeşil, yeşil-sarı, sarı-kırmızı, kırmızı-mor) mevcuttur (14).



Şekil 2.7. Munsell renk sisteminde ana renk (hue) düzenlenmesi (20).

Parlaklık (Value): Bir rengin açıklığı-koyuluğu veya parlaklığı olarak tanımlanmaktadır (14, 20, 133). Nesnenin yüzeyinden yansıttığı veya içinden ilettiği ışık enerjisi miktarının sonucudur (20). Munsell ise parlaklığı beyazdan siyaha doğru gri bir ölçek olarak tanımlamıştır (Şekil 2.8.) (134). Parlak nesneler az miktarda griye sahip iken, çok miktarda grilik daha az parlaklığa neden olmaktadır (129, 134).

Doygunluk (Chroma): Ana rengin doygunluğu olarak tanımlanmaktadır (14, 20, 133). Doygunluk ve “chroma” terimlerin ikisi de literatürde kullanılmaktadır (134). Her ikisi de belirli bir renk tonunun gücü/koyuluğu, canlılığı veya pigment konsantrasyonu anlamına gelmektedir (Şekil 2.8.) (134). Doygunluk ve parlaklık ters orantılıdır, doygunluk artınca parlaklık azalır (134).

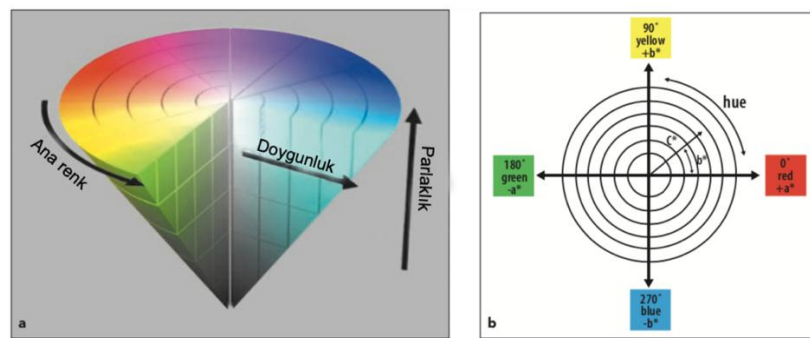


Şekil 2.8. Munsell renk sisteminde parlaklık (value) ve doygunluk (chroma) düzenlenmesi (20).

2.10.2. CIELAB Renk Sistemi

CIELAB renk sistemi, 1976'da 'Commission Internationale de l'Eclairage' (CIE) tarafından tanıtılmış ve o zamandan beri tüm dünyada diş hekimliği alanında renk araştırmaları için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. CIELAB renk sistemi, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından önerilmiştir (20, 128). CIELAB, gözdeki üç ayrı renk reseptörüne (kırmızı, yeşil ve mavi) dayalı kabul edilen renk algısı teorisini desteklemektedir (130) ve Munsell sistemine göre bu sistemin klinik olarak yorumlanması daha kolaydır (20).

CIELAB renk sistemi, rengi L^* , a^* ve b^* şeklinde üç koordinatla tanımlar (Şekil 2.9.) (128, 135-137). L^* , Munsell sisteminin Munsell Value'suna benzer ve rengin açıklığını, parlaklığını veya siyah / beyaz özelliğini temsil eder ve dikey ekseninde gösterilir (20). Mükemmel siyahın L^* değeri sıfır iken, mükemmel yansıtıcı 100 L^* değerine sahiptir (130, 138). L^* , rengin akromatik karakterini tanımlarken, a^* ve b^* koordinatları rengin kromatik özelliklerini tanımlar (20). Yatay ekseninde kızarıklığın (+ a^*) veya yeşilliğin (- a^*) bir ölçüsü a^* değeridir. Yatay ekseninde sarılık (+ b^*) veya mavilik (- b^*) ölçüsü b^* değeridir (136, 137, 139). a^* ve b^* koordinatları nötr renkler (beyaz, griler) için sıfıra yaklaşır ve daha doymuş veya koyu renkler için değerleri artar (128, 130, 137, 140).



Şekil 2.9. CIELAB L^* C^* H^* kutupsal renk koordinatları (a) ve L^* a^* b^* dikdörtgen koordinatlar (b) (78).

CIELAB koordinatları, rengi insan renk algısının yaklaşık olarak aynı kademeleriyle tanımlamaktadır. Bu, CIELAB renk uzayındaki eşit mesafelerin (renk farklılıkları veya ΔE), yaklaşık olarak eşit olarak algılanan ton geçişleri temsil ettiği

anlamına gelmektedir (20, 130). Bu sayede renk ölçümlerinin yorumlanmasını daha anlamlı hale getirmektedir (20).

2.10.3. Renk Farkı

Diş hekimliğinde aynı maddenin iki farklı zaman veya işlem arasında meydana gelen renk değişikliğin hesaplanması için en sık iki CIE formülü; CIELAB (CIE L * a * b *, CIE76) ve daha yeni olan CIEDE2000 kullanılmaktadır (78, 141-144). Bu formüllerde renk farkı, ΔE olarak ifade edilmektedir. Delta sembolü (Δ) bir farkı (değişikendeki artan bir değişikliği) gösterirken, E harfi ise Almanca'da duyum kelimesinin (Empfindung) ilk harfidir (78).

CIELAB formülüne göre renk farkı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

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

Burda ΔL^* rengin açıklığındaki değişikliği; Δa^* ve Δb^* ise sırasıyla yeşil-kırmızı (a^*) ve mavi-sarı (b^*) koordinatlarındaki farklılıkları ifade etmektedir (78, 137, 140).

CIELAB formülünün, özellikle hafif renk farklılıklarında gösterdiği değişebilirlik gibi eksiklikleri gidermek (144, 145) için 2001 yılında geliştirilen CIEDE2000 renk farkı formülü kullanılmaya başlanmıştır ve aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

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

Burada, $\Delta L'$, $\Delta C'$, $\Delta H'$, örneklerin sırasıyla value (L), kroma (C) ve hue (H) değerleri arasındaki meydana gelen metrik farklılıklardır. R_T , mavi bölgedeki kroma ve hue farklılıkları arasındaki etkileşimi açıklayan devir fonksiyonudur (rotation function). S_L , S_C , S_H ağırlıklandırma fonksiyonlarıdır ve algılanan renk farkı açısından lightness, chroma ve hue farklılıklarının göreceli öneminin, rengin CIELAB uzayındaki konumuna göre değişmesine izin vermektedir. K_L , K_C , K_H ise deneysel

koşullardaki varyasyonların algılanan renk farklılıkları üzerindeki etkisine izin vermek için kullanılan parametrik faktörlerdir. Bunlar her bir koordinat için CIEDE2000 farklılıklarındaki metrik farkları düzeltmek için kullanılmaktadır. CIEDE2000 formülü, performansı CIELAB ile karşılaştırıldığında görsel değerlendirmelerle daha iyi uyumu nedeni ile CIE tarafından önerilmektedir (78, 145-148).

2.11. Işık ve Renk ile İlgili Terimler

Metamerizm

Belirli bir aydınlatma koşulu altında aynı gibi görünen ancak farklı spektral yansımaya sahip iki renge metamer denir ve bu fenomen metamerizm olarak bilinmektedir (Şekil 2.10.) (20). Bir floresan aydınlatma altında mükemmel bir şekilde eşleşmiş gibi görünen restorasyonlar, doğal ışık ortamında önemli ölçüde farklı görünebilmektedir (78, 134). Restorasyonların rengini belirlerken, metamerizmden etkilenmemek için renk farklı aydınlatmalar altında saptanarak kontrol edilmelidir. Laboratuvarında işlemler, renk seçimi yapılan ortam aydınlatması ile aynı aydınlatma koşulları altında gerçekleştirilmelidir (14, 20, 78).

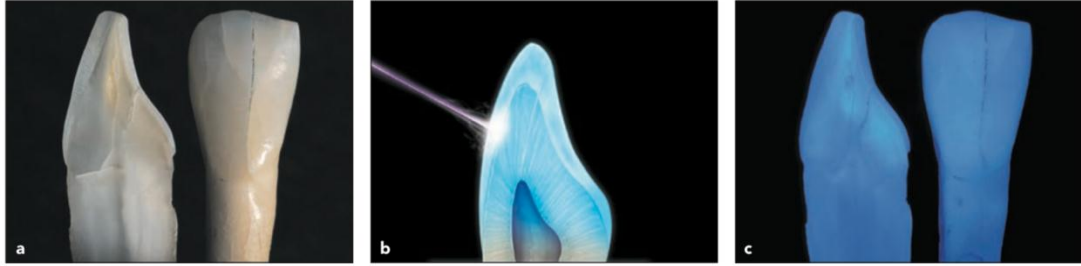


Şekil 2.10. Seramik restorasyonun gün ışığı (a), tungsten lamba (b) ve floresan lamba (c) altında görünümü (78).

Floresans

Doğal diş dokusu, gözle görülmeyen kısa dalga boylarına (300-400 nm) sahip ışığı absorbe etmektedir. Daha sonra diş absorbe ettiği ışığı uzun dalga boyunda yayar. Örneğin; absorbe olan ultraviyole radyasyon yeniden görünür ışık olarak yayılır (Şekil 2.11.) (20). Bu olgu floresans olarak adlandırılır. Doğal dişlerde bu özellikle dentin

sayesinde gerçekleşir (134). Floresans özellik dişin daha canlı, daha parlak görünmesine neden olur (14, 78, 129, 131, 134).



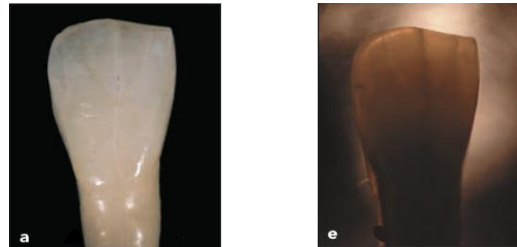
Şekil 2.11. Doğal dişlerde floresans olgusu (78).

Opasite (Opaklık)

Bir malzemenin ışığı absorbe etme ve/veya yansıtma özelliği ile ilgilidir (14). Tam opak bir nesneden hiçbir görüntü ve ışık görülemez (149). Opaklığın karşıt anlamlısı transparandır (131).

Translusensi (Yarı Saydamlık)

Translusenslik, bir malzemenin ışığı geçirebilme derecesidir (Şekil 2.12.) (14). İletilen ışığın büyük bir kısmı difüzyonla karşılaşır, böylece karşı taraftaki nesneler açıkça görülmez (149). Mutlak translusent malzemeye transparan denilir. Yani bütün ışık geçer, yansıma ve absorbsiyon yoktur, opasitesi sıfırdır (78). Translusensi özelliği artarsa parlaklık azalmaktadır (131, 134). Translusensi, belirli kalınlıkta bir malzemenin ideal beyaz ve siyah fonda renk farkı olarak tanımlanan translusensi parametresi (TP) ile karakterize edilebilir (25, 150).



Şekil 2.12. Doğal dişlerin translusensi özelliği (78).

Parlaklık

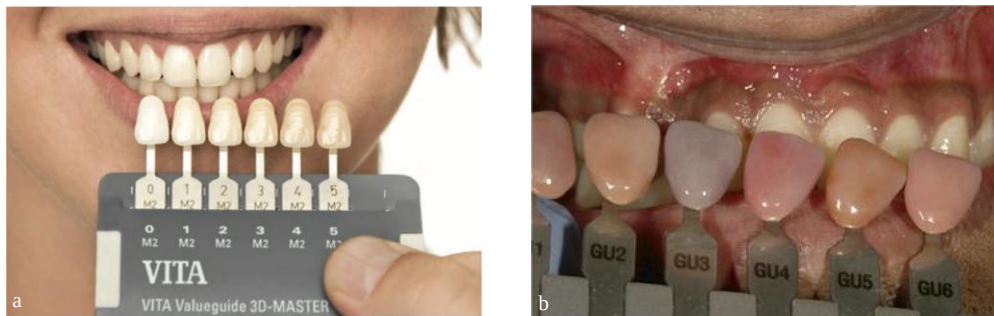
Bir yüzeyden aynaya benzer şekilde yansıyan ışık miktarına karşılık gelen görsel görünüm niteliğidir. Bir nesnenin görsel görünümünü tanımlamak için kullanılan önemli bir parametredir. Parlaklık, gelen ışığın açısı ile dişlerin ve restoratif maddenin yüzey pürüzlülüğüne ve kırılma indeksine bağlıdır. Parlaklık, yüzey pürüzlülüğü ile ters orantılıdır. Bu özellik sadece dental restorasyonların estetiği için değil, aynı zamanda restorasyonların uzun ömürlülüğü, renk stabilitesi ve plak birikimi açısından da önem taşımaktadır (78).

2.12. Diş Hekimliğinde Renk Analiz Yöntemleri

Günümüzde renk analizi için iki yöntem kullanılmaktadır: geleneksel görsel ve teknolojinin sunduğu fırsat ile gelişen aletli renk analizidir (20, 129, 151).

2.12.1. Görsel Renk Analizi

Görsel renk analizi, diş hekimleri tarafından en sık ve yaygın olarak kullanılan renk analiz yöntemidir. Renk analizi, piyasada mevcut olan porselen renk skalaları kullanılarak yapılır (Şekil 2.13.). Renk skalasından en uygun görünen renk sekmesi seçilerek diş veya diş eti ile karşılaştırılır ve renge karar verilir (20, 128, 152). Bu yöntem kolaydır ancak güvenilir değildir ve sonuçları da gözlemcinin öznel kararına dayandığı için tutarsız olabilmektedir (20, 128, 151, 153, 154). Ayrıca piyasada mevcut renk skalaları tüm doğal diş renk yelpazesini temsil etmekte yetersiz kalmaktadır ve sistematik olarak dağıtılamamıştır (151, 155, 156).



Şekil 2.13. Görsel diş (a) ve diş eti (b) renk seçimi (20).

Renk Skalaları

VİTA Classical (VİTA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), VİTA 3D Master (VİTA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) ve Chromascop Renk Skalası (Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Liechtenstein) gibi çeşitli diş rengi skalaları mevcuttur (20). Bunların arasında klinikte sıklıkla VİTA Classical (VİTA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) ve VİTA 3D Master (VİTA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) skalaları kullanılmaktadır (131).

Ayrıca piyasada gingival dokular için mevcut gingival renk skalaları vardır; bunlar Lucitone 199 (Dentsply International Inc, Charlotte, ABD), Ivocap Plus (İvoclar Vivadent; AG, Schaan, Liechtenstein), Eclipse (Dentsply International Inc, Charlotte, ABD), Gingiva Solution (İvoclar Vivadent; AG, Schaan, Liechtenstein) ve VİTA VMK Master Margin/Gingiva Shade Guide (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) olarak kullanıma sunulmuştur.

VİTA Classical Renk Skalası

VITA Classical A1-D4 renk kılavuzu, 1956'da piyasaya sürüldüğünden beri, diş hekimliğinde renk uyumu için altın standart olmuştur (Şekil 2.14.). Restoratif maddelerin çoğu, dental porselen ve kompozitler için uygun bir rehberdir. Renk skalası toplamda 16 renkten oluşmaktadır. Renkler, ana renk (hue) göz önüne alınarak alfabetik sıraya göre sıralanmıştır ve 4 gruba ayrılmıştır:

A- Kırmızımsı-kahverengi,

B- Kırmızımsı-sarı,

C- Gri,

D- Kırmızımsı-gri

Ayrıca sayılar ile chromalar belirlenmiştir. Sayı arttıkça, rengin doygunluğu artmaktadır. (A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D2, D3, D4) (20, 78, 131).



Şekil 2.14. *VITA Classical* renk skalası (157).

***VITA 3D-MASTER* Renk Skalası**

Vita 3D Master renk skalası 1998 yılında tanıtılmıştır (Şekil 2.15.). Ana sekmeleri; sayı-harf ve sayı (örn. 2M1) kombinasyonu olarak ifade edilir ve açıklık, renk tonu ve doygunluk dikkate alınarak oluşturulmuştur. Renk skalasında toplamda 26 renk mevcuttur ve renkler sistematik bir şekilde sıralanmıştır. Esas gruplandırma renklerin açıklık değerine göre 6 grup (0, 1, 2, 3, 4, 5) olacak şekilde yapılmıştır. Sıfırdan 5'e doğru renklerin açıklığı azalmaktadır. Grup 0, 1 ve 5 içinde tek renk tonu var iken, 2, 3 ve 4 numaralı gruplarda farklı harfler ile ifade edilen renk tonları görülmektedir:

- L: sarımsı tonu,
- M: sarı, kırmızı tonlarının arası.
- R: kırmızımsı

Renklerin doygunluğu, renk tonunu belirleyen harften sonra gelen sayı (1-3 arasında) ile tanımlanmaktadır. Klinik kullanımda öncelikle rengin açıklığına karar verilmektedir, devamında sırasıyla doygunluk ve renk tonu seçilmektedir (78, 131). VITA 3D Master renk skalası VITA Classical renk skalasına göre daha çok renk

seçeneğine sahiptir ve daha uygun renk seçimi yapılmasını mümkün kılmaktadır (138, 156, 158).



Şekil 2.15. Vita Toothguide 3D-MASTER renk skalası (159).

Lucitone 199 Renk Skalası

Protez kaidesinin yumuşak dokular bölümü için geliştirilmiş renk skalasıdır. Lucitone 199 renk skalasında aynı şekil ve boyutta dört parlak renk şeridi mevcuttur. Bunlar; orijinal, açık, açık kırmızımsı pembe ve koyudur.

Ivocap Plus Renk Skalası

Protez kaidesinin yumuşak dokular bölümü için geliştirilmiş diğer bir renk skalası Ivocap Plus renk skalasıdır. Ivocap Plus renk skalası dört renkte mevcuttur: P (pembe), US-L (lifli açık pembe), US-P (lifli pembe) ve Pref (Lucitone 199'daki orijinal renge karşılık gelen renk).

Gingiva Solution Renk Skalası

Gingiva solution (*İvoclar Vivadent*; AG, Schaan, Liechtenstein), tam seramik, metal seramik ve kompozit rezinlerden yapılan restorasyonlarda diş etinin protetik rekonstrüksiyonu için kullanılan maddelerin renk seçimi için uygun renk skalasıdır (Şekil 2.16.). IPS e.max®, IPS Style®, IPS InLine®, SR Nexco® restoratif maddeler için çok çeşitli diş eti tonları içermektedir. Gingiva Solution, standardize edilmiş renk geçişlerine sahiptir. Bu renk skalası birden beşe kadar numaralandırılmıştır. Beş

normal gingiva rengi, 5 yoğunluk düzenleyici, zirkonia kaplama maddesi (ZL G), gingival opak renk (GO) ve temel gingiva (BG 34) renk tonlarını sunmaktadır (160).



Şekil 2.16. *Gingiva Solution* renk skalası (161).

Renk skalaları temelde diş hekimlerinin büyük çoğunluğu için mevcut olan tek renk seçim aracıdır. Ancak renk skalası ve dental restorasyonlar için kullanılan gerçek malzemeler arasındaki renk farklılıkları nihai sonucu tutarsızlıklara yatkın hale getirmektedir. Bundan dolayı, teknisyenin kullandığı porselen tozlarının renk skalası ile uyumlu kullanımı önerilmektedir. Ayrıca hem seramik hem de rezin protezler için hazırlanmış renk skalaları mevcut olsa da bu renk skalaların çoğu gerçek restoratif materyalden yapılmamıştır. Bu, renk eşleşmesinde eksikliklere ve metamerik davranış gibi çeşitli sorunlara neden olabilmektedir (78).

Görsel renk seçiminde ortamın aydınlatmasına ve odanın duvar boya renginin gri veya pastel olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Ayrıca hastanın üzerinde dikkati dağıtacak durumlar ortadan kaldırılmalıdır. Örneğin; renkli ruj varsa silinmeli, renkli ceket, takılar varsa çıkarılmalı veya gri renkte hasta önlüğü bağlanmalıdır. Renk seçimi, işleme başlamadan önce yapılmalıdır. Çünkü uzun işlem sırasında dişler dehidrate olur ve açıklık değerleri artar. Dış kaynaklı lekelenmeler varsa temizlenmelidir. Hasta dik ve hekimin göz seviyesinde oturtulmalı ve skala kol mesafesinde (25-35 cm) tutulmalıdır. Gerekli durumlarda dudaklar dikkate alınmaz.

Renk seçimi sırasında, renk skalası dişler veya diş eti ile aynı seviyeye getirilmeli ve 5 saniye içinde karar verilmelidir. Ters durumda gözler yorulabilir ve yanlış renk seçimi yapılabilir. Bunu engellemek için 5 saniyeden sonra nötral gri

zemine bakarak gözler dinlendirilmeli sonra işleme devam edilmelidir (20, 78, 129, 131).

2.12.2. Aletli Renk Analizi

Günümüzde renk kayıt teknolojileri, doğru rengi kaydetmek ve diş teknisyeni ile diş hekimi arasındaki iletişimi kolaylaştırmak ve sonuçta estetik restorasyonların başarılarını arttırmak için geliştirilmiştir. Bu yenilikler, insanın görsel sistemini taklit etmektedir. Ayrıca olumsuz görsel yanılsama etkileri olmadan kesin ve tekrarlanabilir bilgiler sunmaktadır. Bunun yanı sıra, bu sistemlerden birkaçı renk tespiti yapıldıktan sonra ayrıntılı renk analizlerinin basılı veya elektronik olarak diş laboratuvarına iletilmesine yardımcı olmaktadır (20, 78).

Aletli sistemler ile renk saptamasında spektrofotometreler, spektoradyometreler ve kolorimetreler gibi çeşitli cihazlar kullanılmaktadır (78). Diş hekimliğinde genel olarak spektrofotometreler ve spektoradyometreler renk seçim için en güvenilir, hassas ve kullanışlı cihazlardır.

Kolorimetre

Kolorimetreler, insan gözündeki renk reseptörlerine benzer şekilde tasarlanmıştır. Bir nesnenin rengini belirlemek için; bir nesneden yansıyan ışığı içerisindeki kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç renk filtresi aracılığı ile filtrelemektedir. Kolorimetreler, matematiksel işlem yapmadan doğrudan renk koordinatlarının tanımlamasını sağlamaktadır. Spektrofotometreler ve spektoradyometrelere göre genel olarak daha düşük doğruluğa sahiptirler. Ayrıca, filtrelerin eskimesi doğruluğu etkileyebilmektedir. Bu cihazlar diş hekimliğinde klinikte ve hem in vivo hem in vitro araştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır.

Kolorimetrelere örnek olarak; ShadeStar (DeguDent, Hanau, Almanya) ShadeVision (X-Rite Grandville, MI, ABD), ShadeEye (Shofu, Dental GmbH, Ratingen, Almanya), Identa Color II (Identa, Holback, Danimarka), Minolta CR-321 (Konica Minolta, Tokyo, Japonya), Cynovad Shade Scan (Cynovad, Montreal,

Kanada) verilebilir. Günümüzde Degudent tarafından sunulan ShadeStar (Şekil 2.17.) entegre yazılıma sahip, kablosuz, pille çalışır ve taşınabilir bir dental kolorimetre cihazıdır (20, 78, 131, 151).



Şekil 2.17. ShadeStar kolorimetre cihazı (162).

Spektroradyometre

Spektroradyometreler, görünür spektrum üzerindeki dalga boyu aralıklarında ışık yansımalarını ölçmektedir. Monokromatör, dedektör, toplayıcı optikler ve okuyucu olmak üzere dört ana bileşenden oluşmaktadır. Spektroradyometreler, 1-2 nm spektral duyarlılığa ve çeşitli açıklık seçeneklerine sahip yüksek kaliteli, güvenilir renk ölçüm cihazlarıdır. Bu cihazlar ile, temassız in vivo ve in vitro ölçümler yapılabilir. Spektroradyometreler diş hekimliğinde araştırmalarda oldukça yaygın kullanılmaktadır. Özellikle translusensiyi belirlemede ve parlak yüzeylerin renk ölçümünde yararlanılır. Ancak günümüzde spektroradyometreler aktif kullanılmamaktadır (20, 131, 143).

Spektrofotometre

Spektrofotometreler, görsel spektrum boyunca 1-25 nm aralıklarla birçok noktada bir nesneden yansıyan ışık dalga boylarını ölçmektedir. Bu ölçümler, çoğunlukla spesifik bir eğri şeklinde görüntülenen spektral renk verileri üretir. Spektrofotometrelerin sabit bir ışık kaynağına ve genellikle dedektör ile numune

arasında bir açıklığa sahip olmaları spektrometrelerden farkı olan yönüdür. Bir spektrofotometre, görünür spektrumdaki herhangi bir renk için görünür radyant enerji miktarını ölçer ve kaydeder.

Spektrofotometreler, daha çok bilimsel çalışmalarda ve rengin tanımlanmasında kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde iki cisim arasındaki renk farklılığını hesaplamak, diş ve restoratif maddenin rengini saptamak için kullanılırlar. CrystalEye (Olympus America, Center Valley, ABD), Vita Easysshade V (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), Shade-X (X- Rite Grandville, MI, ABD), SpectroShade Micro (MHT, Niederhasli, İsviçre) spektrofotometrelere örnektir.

Vita Easysshade V (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), renk saptaması ve iletişimi için üretilen 5. nesil kontak tipi spektrofotometredir. Easysshade V, bir LED ışık kaynağına sahip, kablosuz, pille çalışan, küçük ve taşınabilir bir cihazdır (Şekil 2.18.). Posterior bölgelerde rahat kullanılmaktadır ve hasta konforunu arttırmaktadır. Tek bir ölçümde, 5 mm'lik bir alanın renk bilgilerinin ortalamasını alır. Sonuçları ise VITA Classical A1-D4, VITA 3D-Master renk skalaları ile uyumlu şekilde sunmaktadır. Easysshade V, tek alan ölçümü, ortalama ölçümler, diş bölgeleri (servikal, orta ve insizal), restorasyon renk doğrulaması (açıklık, doygunluk ve renk tonu karşılaştırmasını içerir) ve renk skalası modu (uygulama / eğitim modu) gibi farklı ölçüm modlarına sahiptir (78, 131, 155, 163).



Şekil 2.18. VITA Easysshade V spektrofotometre cihazı (164).

SpectroShade Micro (MHT, Niederhasli, İsviçre) klinik kullanım için geliştirilen bir diğer spektrofotometre cihazıdır (Şekil 2.19.). Bu cihaz tam yüzey

ölçümü yapmaktadır. Cihazda dijital kamera ile LED birlikte bulunmaktadır. Ayrıca SpectroShade Micro analitik bir yazılım ve LCD dokunmatik ekranla dişin rengini ölçmek için optik liflerle bağlanan çift dijital kamera kullanmaktadır. Diş konumlandırma kılavuz sistemi sayesinde dişin pozisyonuna rehber oluşturulmaktadır ve renk ölçümleri daha kolay yapılabilir. SpectroShade Micro sonuçları, tüm diş için, çoklu gölgeli alanlar için üçte bir oranında veya yarı şeffaflık haritası olarak görüntülenebilmektedir. Manuel haritalama ise belirli alanların renk analizini sağlamaktadır. Alınan iki eşzamanlı görüntülerin yan yana alınarak karşılaştırmaları mümkün kılmaktadır. Bu cihaz farklı skalalara uygun ölçüm yapabilmeyi sağlamaktadır. Bunun yanı sıra ölçümler iç belleğe kaydedilebilmekte veya bilgisayara aktarılabilmektedir (78, 131, 155).



Şekil 2.19. SpectroShade Micro spektrofotometre cihazı (78, 165).

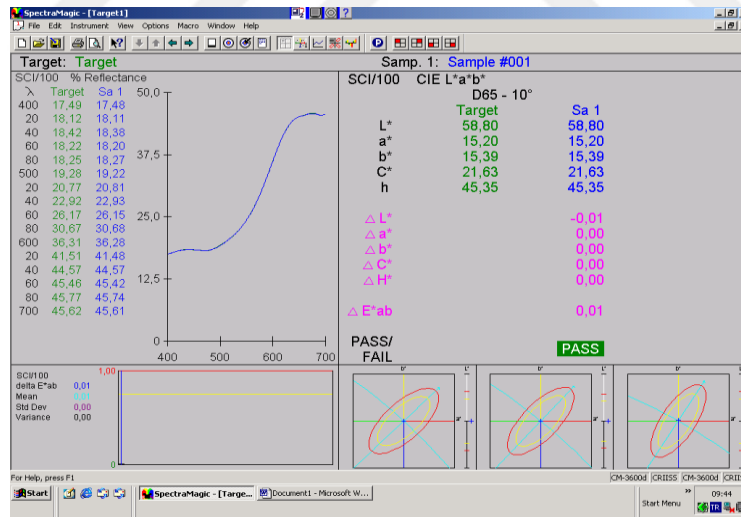
Konika Minolta CM 3600A (Konika Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japonya) laboratuvar, AR-GE ve üretim kullanıcılarının renk ölçüm ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmış, çok yönlü bir masaüstü spektrofotometredir (Şekil 2.20.). Renk değerlerini ve renk farklılıklarını CIELAB renk sistemine göre vermektedir. CM-3600A Spektrofotometre, yansıma veya geçirgenlikte renk ölçme kapasitesine sahiptir. Dolayısıyla plastik, boya, seramik, kimyasal gibi geniş bir uygulama aralığında hizmet sunan yüksek hassasiyetli ve güvenilir bir masaüstü cihazdır (166).



Şekil 2.20. Konica Minolta CM 3600A spektrofotometre cihazı (167).

İki adet ksenon lamba kullanan sistem, tek ölçümde yansıtıcı elemanı hem dahil (SCI) hem de hariç (SCE) tutacak şekilde eşzamanlı renk ölçümü yapabilmektedir. Ölçülen örneğin boyutuna göre 4 mm, 8 mm, 25.4 mm çaplarında açıklığa sahip üç ayrı tablası mevcuttur (166).

Ölçümler bilgisayarda *Spectra Magic* (*Spectra Magic™* Windows 2000/XP/Vista, ABD) yazılımı sayesinde bilgisayar ortamına aktarılarak incelenmektedir (Şekil 2.21.). Bu yazılım sayesinde art arda yapılan iki ölçüm arasında renk farklılıkları (ΔE , Δa , Δb , ΔH , ΔC) hesaplanabilmektedir(166).



Şekil 2.21. Spectra Magic™ yazılımının bilgisayardaki ekran görüntüsü.

2.13. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü, yüzey dokusunun bir bileşenidir. Yüzey pürüzlülüğü nispeten ince aralıklı yüzey kusurlarından oluşur. Kusurların yüksekliği, yönü ve genişliği yüzey desenini belirler (14).

Yüzey pürüzlülüğü restorasyonların uzun dönem başarısını etkiler. Ağız-diş sağlığı ve bakımı açısından da büyük önem taşır. Pürüzlü yüzeylerde renk değişiklikleri, mikrobiyal plak birikimi görülebileceği, oluşan mikrobiyal plağın çürük oluşumu ve diş eti rahatsızlıklarına neden olabileceği bilinmektedir (78, 168-172). Parlak ve pürüzsüz yüzeyler ise hastanın rahatlığını artırır ve ağız hijyeninin sağlanmasını kolaylaştırır. Pürüzlülüğün 0,2 μm 'den daha fazla artışı ile plak birikimi artışı arasında bağlantı vardır (173, 174). Hastalar ise dilin ucu ile 0,3 μm değerindeki pürüzlülük değişiklikleri algılayabilmektedir (175).

2.13.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Bir yüzeyin pürüzlülüğünü ölçmek için geliştirilmiş yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler arasında kontakt profilometre, optik profilometre, atomik kuvvet mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu yer alır (14, 176, 177). Kontakt profilometre ve atomik kuvvet mikroskop yöntemlerinde yüzey pürüzlülüğünü temaslı olarak incelenirken, optik profilometre ve taramalı elektron mikroskobu ile temassız olarak yüzey pürüzlülükleri araştırılabilir. Kontakt profilometre ve taramalı elektron mikroskobu yöntemleri en yaygın kullanılan yöntemlerdir.

Kontakt Profilometre: Profilometreler iki boyutlu ölçüm yapmaktadır. Kontakt profilometre bir kola sahiptir ve bu kolun üzerine elmas bir uç yerleştirilmiştir. Profilometreler, elmas sivri ucun incelenecek bir malzeme yüzeyinde gezdirilmesi sırasında, yüzeydeki girinti ve çıkıntılardan geçerek malzemenin yüzey profilinin çıkarması ilkesine dayalı olarak çalışmaktadır. Elmas uç, 85°'lik açığa ve 5 μm eğrilik yarıçapına sahiptir. Elmas uç, belirli bir eğrilik yarıçapındaki bir destek ile desteklenmiştir. Tutucu kol sürücü ünitesine bağlıdır. Sivri elmas ucun malzeme yüzeyinde gezdirilmesi sırasında girinti ve çıkıntılardan geçerken dikey eksen boyunca hareket eder. Meydana gelen dikey yer değişimleri, elektro-mekanik dönüştürücüler ile elektrik sinyallerine dönüştürülür (178).

Optik profilometre: Yüzey pürüzlülüğünün hem niteliksel hem de niceliksel olarak inceleyen üç boyutlu analiz yöntemidir. Örnek yüzeyine temas etmeden optik ışınlarla yüzey üzerinde belirlenen referans noktaları kullanarak tarama yapmaktadır.

Tamamen emici olmayan bir yüzeye düşen dalga yansımaya uğrar ve dalga olarak yayılır. Bu aynasal yansıma olarak bilinir. Yüzeyin komşu noktaları aynı yükseklikte değilse, ışığın aynasal yansıma dışındaki yönlerde difüzyonu sonucu olarak gözlenen lokal bir faz kayması meydana gelir. Yüzey çok pürüzlüyse, ışık her yöne eşit olarak dağılır ve artık yüzeyin topografyasını temsil etmez. Bu nedenle ölçümler, yalnızca çok yüksek kaliteli ve pürüzsüz olduğu düşünülen yüzeylerin incelenmesinde yararlıdır (178).

Atomik Kuvvet Mikroskobu: Çok yüksek çözünürlüğe sahip temas profilometre yöntemidir. Distorsiyonu önleyebilmek amacı ile nanometre boyutlarında bir uç kullanılarak yüzey taranır (179). Pürüzlülük değerlerinin ölçülmesi ile elde edilen veriler kullanılarak topografik bilgi 3 boyutlu resimsel görüntülere dönüştürülür (180). Atomik kuvvet mikroskobu; alt tabakaya minimal kuvvet iletir. Örnek hazırlama süreci gerektirmediği için yüzey görüntüleri doğrudan elde edilebilir.

Taramalı Elektron Mikroskobu: Çok ince (10 μm) bir elektron demetinin, incelenen yüzey boyunca bir noktadan bir noktaya art arda hareket etmesi ile çalışmaktadır. İnceleme yapılmadan önce örneklerin yüzeyi ince bir metal tabaka (altın veya karbon) ile kaplanır. Ardından, dar ve gittikçe artan elektron demetleri örneğe gönderilerek yüzey taranır. Belirli bir bölgeye çarpan elektronlar yüzey ile etkileşime girerek sekonder elektronlar olarak adlandırılan elektronları yayar. Özel detektörler ile yakalanan sekonder elektronlar elektrik akımına çevrilir ve büyütülürler. Katot tüpüne gönderilen elektriksel sinyaller işlenir ve bilgisayar ekranında yüzeyin üç boyutlu görüntüsü elde edilir (195).

2.13.2. Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri

Yüzey pürüzlülüğü R_a , R_q , R_z ve R_t gibi çeşitli pürüzlülük parametreleri ile tanımlanmaktadır. R_a değeri hem diş hekimliği hem mühendislikte en sık kullanılan parametredir (169, 175).

R_a (Aritmetik ortalama yükseklik): Ortalama yüzey pürüzlülük değeri esas alınır. Genel kalite kontrol için evrensel olarak en çok kullanılan pürüzlülük

parametresidir. Bir ölçüm; bir yüzeyin uzunluğu boyunca, pürüzlülük düzensizliklerinin ortalama çizgiden sapmalarının mutlak değerlerinin aritmetik ortalaması olarak tanımlanır. Bu parametrenin tanımlanması ve ölçülmesi kolaydır. Ra parametresi yüzey pürüzlülüğünün iyi bir genel tanımını verir (176, 181).

Rq: Pürüzlülüğün kare kök ortalamasıdır. Değerlendirme uzunluğundaki yüzey yüksekliklerinin dağılımının standart sapmasını temsil eder (181).

Rz (On Nokta Yüksekliği): Yüzeyin ölçüm uzunluğu boyunca ardışık en yüksek beş tepe noktası ile en alçak beş vadi arasındaki ortalama yükseklik farkını tanımlamaktadır (176, 181).

Rt (Maksimum Profil Yüksekliği): Yüzeyi değerlendirme uzunluğu boyunca en yüksek tepe ile en alçak vadi arasındaki dikey mesafedir (181).

2.14. Isıl Döngü

Diş hekimliği malzemelerinin klinik kullanımlarının uzun sürede göstereceği değişiklikleri öngörmek büyük önem arz etmektedir. Özellikle gün geçtikçe gelişen diş hekimliği sektöründe yeni malzemelerin ortaya çıkması ile onların deneyimlenmesi, varsa başarısızlıkları ve nedenlerinin araştırılması, klinik verimlerinin artırılması ve geliştirilmesi için gerekmektedir (182). Bunları uygulamak için rastgele klinik çalışmalar altın standart iken, gerçekleştirilmesi de oldukça güç, maliyetli ve uzun zaman alıcıdır (183).

Günümüzde in-vitro çalışmalar sıkça yapılmaktadır. Restorasyonlar ağız ortamında beslenme ve solunum işlevlerinde okluzal yüklere ve ısıl değişikliklere maruz kalırlar, nemli ortamda bulunurlar ve fizyolojik yaşlanmaya uğrarlar (182). Bu etkenler, ağız ortamındaki restoratif materyallerin fiziksel ve kimyasal yapısını etkilemektedir. Bu durumları taklit etmek için araştırmalarda yapay yaşlandırma yöntemine sıklıkla başvurulur (183, 184).

Yapay yaşlandırma yöntemlerinden biri ısıl döngü işlemidir ve uluslararası literatürde de yaygın kabul edilmektedir (184). Isıl döngü, ağız ortamında gerçekleşen ısı değişimlerini in-vitro koşullarda uygulanmasıdır. Gerçekleştirilmesi için ısıl döngü cihazı kullanılmaktadır. Isıl döngü cihazının haznesine yerleştirilen örnekler, belirli sayıda tekrarlanan sıcak ve soğuk sıvı banyolarına döngüsel olarak daldırılmaktadır. Sıcak ve soğuk banyolarında sıcaklık dereceleri, döngü sayısı, banyolarda kalma süresi ve devir süresi cihazda ayarlanarak uygulanmaktadır. Sıcak banyoların sıcaklık derecesi 25-100°C'ye kadar, soğuk banyoların derecesi ise -5'ten -100°C'ye kadar ayarlanabilmektedir (182). Ancak bu farklı firmalar arasında değişiklik gösterebilmektedir. Örneklerin sıcak ve soğuk solüsyonda kalma süreleri 10-120 sn. arasında değiştirilebilmektedir (182). Devamlı geri bildirimli kontrol aracılığı ile sıcak ve soğuk banyoların ısıları sabit tutulmaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda gingival porselenlerin rengi, translusensi ve pürüzlülüğü değerlendirilmiştir. Değişiklikler spektrofotometre ve pürüzlülük ölçüm cihazı ile saptanmış ve yüzey değişiklikleri TEM ile incelenmiştir.

Bu araştırmada iki çeşit gingival porselen maddesi kullanılmıştır (Tablo 3.1.) (IPS e.max® Ceram Gingiva ve IPS InLine Gingiva). Her porselen maddesinin Ivoclar Vivadent Gingiva Solution renk skalasına göre G1, G3, G5 renklerinde porselen maddeleri seçilmiştir (Şekil 3.1.).

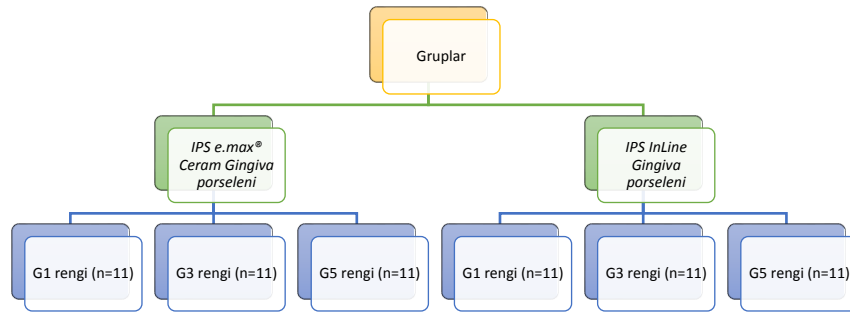
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan gingival porselen markaları, üretici firmaları ve renkleri.

Gingival porselen markası	Kısaltma	Porselen Tipi	Üretici firma	Kullanım Şekli	Rengi
IPS e.max® Ceram Gingiva	Ceram	Nano-florapatit cam seramik	Ivoclar Vivadent; AG, Schaan, Liechtenstein	Metal desteksiz restorasyon	G1, G3, G5
IPS InLine Gingiva	InLine	Lösit içerikli feldspatik porselen	Ivoclar Vivadent; AG, Schaan, Liechtenstein	Metal destekli restorasyon	G1, G3, G5



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan gingival porselen tozları.

Çalışmada gingival porselen tipine göre iki grup ve porselen renklerine göre 3 alt grup oluşturulmuştur. Gruplandırma Tablo 3.2.'de şematik olarak gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Çalışma gruplarının şematik hali.

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü ısıt döngü aşamasından önce gerçekleştirilmiştir ve aynı ölçümler ısıt döngüden sonra tekrarlanmıştır. Örneklerin yüzeylerinin topografik değerlendirmeleri ısıt döngüden önce ve sonra TEM taraması ile yapılmıştır.

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada 2 mm kalınlığında ve 10 mm çapında 66 adet disk şekiline sahip gingival porselen örnekler hazırlanmıştır.

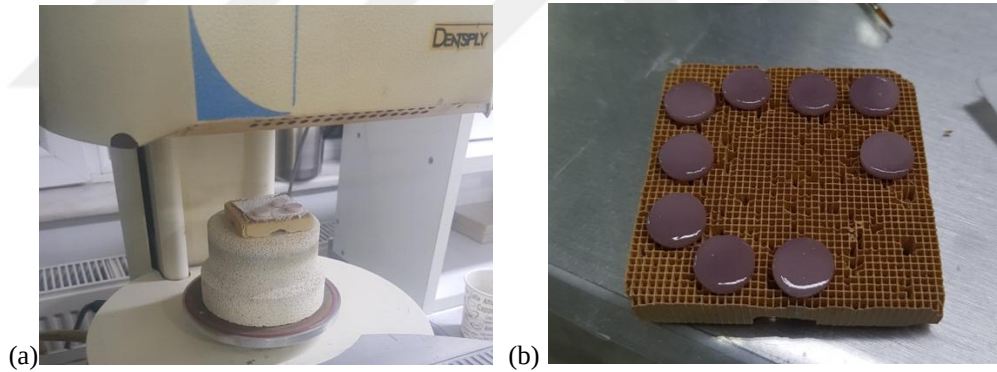
Örneklerin aynı boyutta olabilmesi için, aynı boyutta hazırlanmış metal bir kalıp kullanılmıştır (Şekil 3.2.). Porselen tozu (0,35 g) firmanın önerdiği oranda modelasyon sıvısı (0,2g) ile karıştırılmıştır. Hazırlanan karışım kalıba aktarılmıştır. Bütün örnekler tek ve aynı kişi tarafından hazırlanmıştır. Karışımındaki fazla su peçete (Selpak, Eczacıbaşı Grup, Kocaeli, Türkiye) ile uzaklaştırılmış ve kondanse edilmiştir. Kalıbın elle tutulabildiği sap bölümü serbest bırakılarak hafif parmak basıncı ile kalıptan çıkarılmıştır. Devamında örnekler üreticinin talimatına göre fırında (Multimat Touch, Dentsply International Inc, Charlotte, ABD) önerildiği derecelerde (Tablo 3.3.) pişirilmiştir. Fırından çıkan örneklerin boyutsal ölçümleri bir dijital kumpas (Elektronik Dijital Kaliper, Shan, Çin) ile yapılmıştır (Şekil 3.3.). Disklerin yüzeyinde düzensizlikler ve boyut fazlalıkları saptandığında yüzey aşındırılarak düzeltilmiştir. Ardından örnekler üreticinin talimatlarına göre (Tablo 3.3.) glaze (IPS e.max Ceram Glaze ve IPS Ivoclar; Ivoclar, Vivadent) edilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.2. Örneklerin hazırlanması için kullanılan kalıp.

Tablo 3.3. Porselenlerin fırınlanma sıcaklıkları.

Porselen markası	Stand-by Bekleme ısısı B (°C)	Kapanma süresi S (dk.)	Isı artışı (°C/dk.)	Piştirme ısısı T ₁ (°C)	Bekleme süresi H ₁ (dk.)	Isı artışı (°C/dk.)	Piştirme ısısı T ₂ (°C)	Bekleme süresi H ₂ (dk.)	Vakum 1 (°C)	Vakum 2 (°C)
IPS e.max® Ceram Gingiva	403	4	90	650	0	20	730	2	400	650
IPS InLine Gingiva	403	4	60	910	1	-	-	-	450	909
IPS Ivocolor Glaze	403	6	60	710/830	1	-	-	-	450	709/829



Şekil 3.3. Örneklerin fırınlanmadan önce (a) glaze işleminden sonraki (b) görüntüsü.



Şekil 3.4. Örneklerin kalınlık (a) ve çapının (b) ölçülmesi.

Glaze işleminden sonra dijital kumpas ile bütün örneklerin boyutları ölçülerek doğrulanmıştır (Şekil 3.4). Sonra tüm örnekler ultrasonik temizleyicide (*Euronda, Eurosonic Energy, Italya*) distile su ortamında 10 dakika temizlenmiştir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Örnekler. IPS Inline G1 (a), IPS Inline G3 (b), IPS Inline G5 (c), IPS e.max Ceram G1 (d), IPS e.max Ceram G3 (e), IPS e.max Ceram G5 (f).

3.2. Renk Ölçümü

Örneklerin, başlangıç ve ısı döngü işlemi sonrası renk ölçümü Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ar-Ge Laboratuvarı'nda bulunan *Konica Minolta*

CM-3600A spektrofotometre cihazı (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japonya) ile yapılmıştır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Konica Minolta CM-3600A spektrofotometre cihazı.

Renk ölçümlerinden önce spektrofotometre cihazının kalibrasyonu, üretici firma önerileri doğrultusunda beyaz ve siyah aparatlar (Şekil 3.7.) okutularak gerçekleştirilmiştir. Cihaz ölçümleri; 10 nm aralıklarla, 360-740 nm dalga boyu aralıklarında 8 derecelik açıyla, 4 pulslu “xenon” lambadan gelen ışık kaynağı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.7. Siyah ve beyaz kalibrasyon aparatları.

Ölçümler her örnek için beyaz (b) ve siyah (s) zeminler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir disk örneğin merkezine denk gelecek şekilde 3 ölçüm yapılmıştır ve 3 ölçümün ortalama L^* , a^* , b^* değerleri elde edilmiştir. Beyaz zemindeki L^* , a^* , b^* değerlerinin ortalamaları L_B^* , a_B^* , b_B^* , siyah zemindeki L^* , a^* , b^* değerlerinin ortalamaları ise L_S^* , a_S^* , b_S^* olarak kaydedilmiştir.

Uluslararası Standardizasyon Örgütü 7491 standardına göre (Diş malzemeleri-Renk stabilitesinin belirlenmesi), renk ölçümü yapılan zemin dayanıklı ve beyaz olmalıdır (185, 186). Bu çalışmada da renk değişikliğinin (ΔE) sayısal ölçümlerin yapılabilmesi için CIEDE 2000 renk fark formülü kullanılarak beyaz fonda yapılan ölçümler ile hesaplamalar yapılmıştır:

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

Bu formülde $\Delta L' = L_1 - L_0$; $\Delta C' = C_1 - C_0$; ve $\Delta H' = 2\sqrt{C_1 C_0} \sin(\Delta h'/2)$. L_0 , C_0 ve H_0 ifadeleri yaşlandırmadan önce ölçülen renk değerleridir. Bu tez çalışmasında parametrik değerler, CIEDE (1:1:1) sistemindeki gibi $K_L=1$, $K_C=1$, $K_H=1$ olarak tercih edilmiştir.

3.3. Translusensi Ölçümü

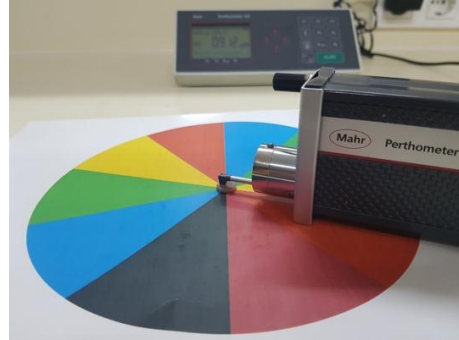
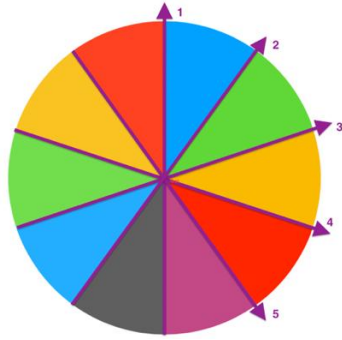
Translusensi parametresi (TP) ısı döngü işleminden önce ve sonra siyah ile beyaz fonda ölçülmüş L_S , a_S^* , b_S^* ve L_B , a_B^* , b_B^* değerlerin aşağıdaki formüle yerleştirilmesi ile ısı döngüden önceki TP_0 ve TP_1 değerleri hesaplanmıştır:

$$TP = ([L_S - L_B]^2 + [a_S - a_B]^2 + [b_S - b_B]^2)^{1/2} \quad (150).$$

3.4. Yüzey Pürüzlülüğün Ölçümü

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü (ortalama yüzey pürüzlülük [R_a ; μm]) ölçümü için Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi bünyesindeki Ar-Ge laboratuvarında mevcut kontakt profilometre cihazı (*Perthometer, MI Mahr, Göttingen, Almanya*) kullanılmıştır. Profilometre cihazında ölçümler sırasında 5 mikrometre yarıçapında elmas uç, 4-mN ölçme kuvveti ile 0.5 mm/s ilerleme hızında ve otomatik geri dönüş ile örneklerin yüzeyinden geçmiştir. Standardizasyon ISO 4288:1998'a göre yapılmıştır (187). Tüm örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri, merkezden geçen 5 farklı yönde yapılmıştır (Şekil 3.8.). Devamında her örnek için yapılan 5 ölçümün ortalaması (R_a ; μm) hesaplanmıştır. Profilometre cihazı, her

örneğin ölçümünden sonra kalibrasyon bloğu okutularak kontrol edilmiştir. Isıl döngü aşamasından sonra da pürüzlülük ölçümleri benzer yöntem ile tekrarlanmış ve yeni değerler kaydedilmiştir.



Şekil 3.8. Örneklerin pürüzlülük ölçüm yönleri.

3.5. Isıl Döngü

Isıl döngü işlemi, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi bünyesindeki Ar-Ge laboratuvarında bulunan ısıl döngü cihazı (THE-1100, *SD Mechatronik Thermocycler, Feldkirchen-Westerham, Almanya*) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklere ısıl işlem, tekrarlanan sıcak ve soğuk distile su banyolarında her birinde 30 sn bekletme ve 10 sn geçiş süresi ile ISO 11405 önerilerini (188) uygulayarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9.). Soğuk su banyosu $5 \pm 1^\circ\text{C}$, sıcak su banyosu $55 \pm 1^\circ\text{C}$ arasındadır. Toplamda 6000 ısıl döngü işlemi gerçekleştirilmiştir (189).



Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan ısıl döngü cihazı.

3.6. TEM Taraması

Yüzey değişikliklerini tespit etmek için Hacettepe Üniversitesi Hünitek İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezinde FİB-TEM cihazı (*GAIA 3, Tescan, Brno, Çekya*) ile tarama yapılmıştır. Başlangıçta her gruptan hazırlanan 11. örnekler ve ısıt döngüden sonra her gruptan rastgele birer örnek TEM taraması için seçilmiştir. Örneklerin yüzeyi etil alkol ile temizlendikten sonra (Şekil 3.10.) Leica EM model (ACE 600, Leica Microsystems, Hessen, Almanya) kaplama cihazı (Şekil 3.11.) ile vakumlu bir ortamda karbon film ile kaplamıştır.

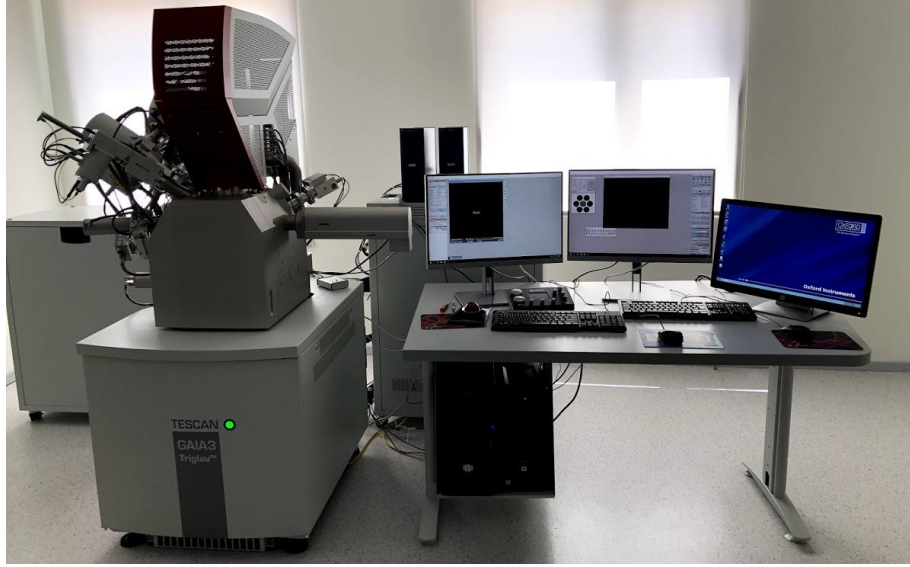


Şekil 3.10. Karbon kaplanmak üzere hazır hale getirilmiş örnekler.



Şekil 3.11. Leica EM model Au/Pd/C kaplama kaplama cihazı.

Devamında örneklerin yüzeyleri FİB-TEM (*GAIA 3, Tescan, Brno, Çekya*) taramalı elektron mikroskobu (Şekil 3.12.) kullanılarak x1000 ve x5000'lik büyütmede incelenmiştir, fotoğraflar alınmıştır ve topografik açıdan değerlendirilmiştir.



Şekil 3.12. Çalışmada kullanılan FİB-TEM cihazı.

Örnek Sayısının Belirlenmesi

Çalışmada 6 alt grup oluşturulmuş ve buna göre gereken en az örneklem sayısı hesaplanmıştır. Translusensi için %80 güç için toplamda en az 36 gözlem (her alt grupta 6 gözlem) ve %90 güç için 42 gözlem yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Pürüzlülük ve renk değişimi için ise fark daha yüksek olduğu için %80 güç için 12 örnek (her grupta 2 örnek) ve %90 güç için 18 örneğin yeterli olacağı saptanmıştır. Tüm değişkenler için ölçütlerin sağlanması ve translusensi hesaplamalarına aktarılabilmesine dikkat edilmiştir. Buna göre her grup için örnek sayısı $n=10$ olarak belirlenmiştir. TEM taraması için her ısıl döngü öncesi bir örneğe ihtiyacımız olduğu için, her grup için 11 örnek hazırlanmıştır.

3.7. İstatistiksel Analizler

Öncelikle her grup için ısıl döngü öncesi ve sonrası renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ortalamaları ve translusensi parametreleri hesaplanmıştır. Veriler IBM SPSS sürüm 23 programına yüklenmiş ve ardından analizler yapılmıştır. Tüm veriler için $p<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Tanımlayıcı istatistikler, normal dağılıma sahip sürekli değişkenler için ortalama ve standart sapma, normal dağılıma sahip olmayan sürekli değişkenler için

ise ortanca, 25.-75. yüzdellikler ve kategorik değişkenler için ise sıklıklar ve yüzde olarak ifade edilmiştir. Sürekli değişkenlerin normalliğini belirlemek için, Shapiro-Wilk testi, histogram, kutu-çizgi ve Q-Q grafiklerini kullanarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Normal dağılan bağımsız değişkenler için gruplar arası (alt gruplara göre) tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Normal dağılım göstermeyen değişkenler için ise, Kruskal-Wallis (KW) varyans analizi kullanılmıştır. Farklılık çıktığında parametrik test için Tukey, parametrik olmayan test için Dunn-Bonferroni ikişerli karşılaştırmalar ele alınmıştır.

Pürüzlülük ve translusensi skorlarının zaman içinde değişiminin gruplar arasında benzer olup olmadığı, tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Gruplar arası farklılık çıkması durumunda ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi ile incelenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Renk Değişimi

Örneklerin renk değişiminin hesaplanması için kullanılan ortalama L, a*, b* değerleri Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Gingival porselen örneklerin renk gruplarına göre ortalama L, a*, b* değerleri.

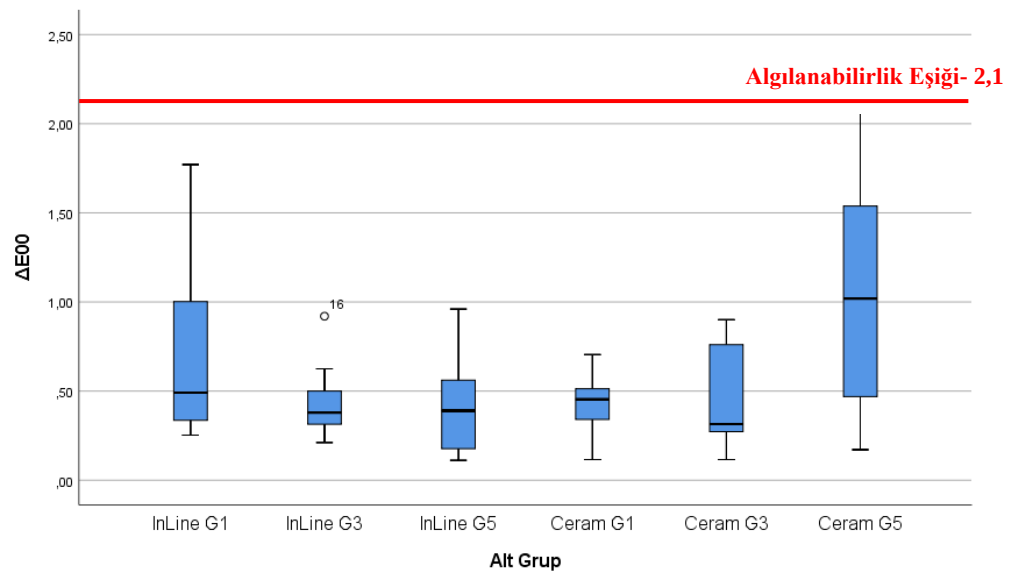
		<i>IPS InLine Gingiva</i>			<i>IPS e.max® Ceram Gingiva</i>		
		G1	G3	G5	G1	G3	G5
Beyaz fon	L₀	59,33±1,06	58,30±0,95	47,78±0,49	62,03±1,74	62,50±1,25	52,07±2,30
	a₀*	13,93±0,72	12,06±0,57	9,61±0,36	13,62±0,24	10,69±0,39	8,83±0,28
	b₀*	13,71±1,13	5,97±0,36	2,37±0,17	13,35±0,25	5,11±0,25	0,15±0,25
	L₁	59,51±0,66	58,56±1,07	47,96±0,74	62,17±1,68	62,49±1,15	51,52±2,85
	a₁*	14,16±0,63	12,12±0,45	9,57±0,47	13,71±0,30	10,60±0,38	8,91±0,39
	b₁*	14,05±0,86	6,09±0,28	2,43±0,25	13,68±0,25	5,20±0,20	0,37±0,73
Siyah fon	L₀	57,12±1,21	56,73±1,12	46,17±0,70	60,62±2,22	61,89±1,29	50,19±2,98
	a₀*	10,58±0,46	9,34±0,42	7,56±0,33	10,95±0,24	9,19±0,27	7,83±0,29
	b₀*	11,20±0,75	4,14±0,30	1,08±0,11	11,48±0,41	4,36±0,27	-0,02 ± 0,64
	L₁	57,21±1,19	56,34±0,59	46,07±0,87	60,55±2,00	61,81±1,28	51,09±3,24
	a₁*	10,42±0,49	9,50±0,20	7,62±0,22	10,90±0,24	9,10±0,34	7,86±0,17
	b₁*	11,08±0,70	4,24±0,21	1,03±0,16	11,59±0,42	4,43±0,29	-0,10±0,54

Gingival porselenlerin ısı döngüden sonra gerçekleşen renk değişim verilerinin ortalama, standart sapma, çeyrek 1, çeyrek 3, en büyük ve en küçük değerleri Tablo 4.2.'de verilmiştir. ΔE_{00} değerleri Kruskal Wallis testi ile değerlendirilmiş ve alt grupların arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Tablo 4.2 ve Grafik 4.1.) ($p=0,072$). İstatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmediği için gruplar arasında çoklu karşılaştırmalar yapılmamıştır.

Tablo 4.2. Renk farkı verilerinin tanıtıcı istatistikleri ve test sonuçları.

			N	Ortanca	Standart Sapma	Çeyrek		En Küçük	En Büyük
						1.	3.		
ΔE_{00}	IPS InLine Gingiva	G1	10	0,714	0,498	0,320	1,040	0,253	1,771
		G3	10	0,444	0,207	0,301	0,531	0,211	0,920
		G5	10	0,421	0,276	0,167	0,602	0,112	0,960
	IPS e.max® Ceram Gingiva	G1	10	0,430	0,164	0,323	0,530	0,116	0,705
		G3	10	0,435	0,287	0,241	0,776	0,116	0,901
		G5	10	1,059	0,658	0,467	1,610	0,171	2,076

KW=10,125^{a, b}; p=0,072;

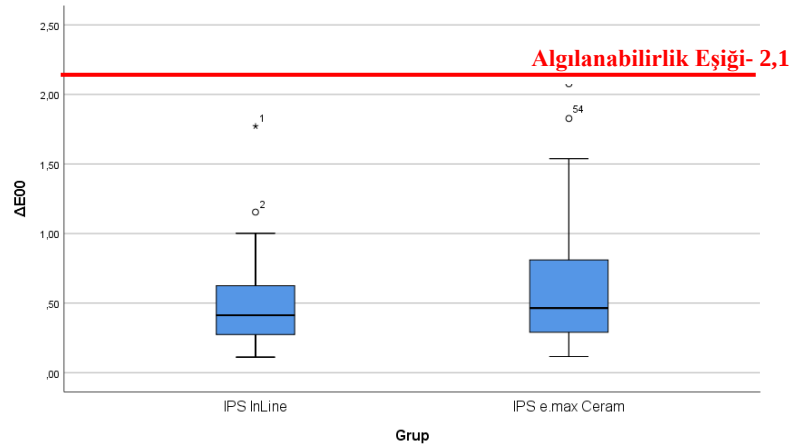
**Grafik 4.1.** Renk farkı verilerinin alt gruplara göre kutu-çizgi grafiği.

Örneklerin materyal tipine ve renklere göre renk değişimi ortalama değerleri Tablo 4.3.'de verilmiştir.

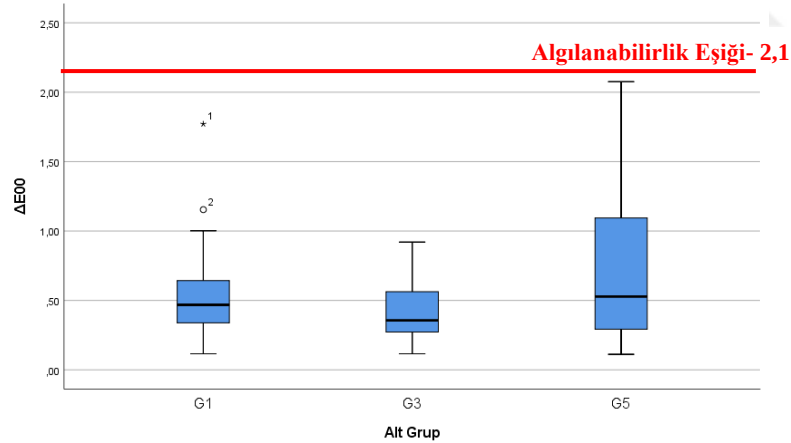
Tablo 4.3. Renk farkının materyal tipine ve rengine göre ortalama değerleri.

Materyal Tipi				Renkler			
IPS InLine Gingiva	IPS e.max® Ceram Gingiva	p değeri		G1	G3	G5	p değeri
ΔE_{00}	0,526±0,364	0,641±0,509	0,506	0,572±0,389	0,440±0,244	0,739±0,590	0,265

Renk değişimi materyaller açısından değerlendirildiğinde IPS InLine Gingiva grubunun renk değişimi ile IPS e.max® Ceram Gingiva grubunun renk değişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Grafik 4.2.). Renk değişimi renkler açısından değerlendirildiğinde G1, G3, G5 renkleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Grafik 4.3.).



Grafik 4.2. IPS InLine Gingiva (Grup 1) ve IPS e.max® Ceram Gingiva (Grup 2) grupların renk farkı verilerinin kutu-çizgi grafiği.



Grafik 4.3. Renk farkı verilerinin materyallerin renklerine (G1, G3 ve G5) göre grafiksel görünümü.

Tüm gruptaki renk değişimi, klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliği eşiğinin ($\Delta E_{00}=2,9$) ve klinik olarak algılanabilir renk değişikliği eşiği olan $\Delta E_{00}=2,1$ değerlerinin (54) altında gerçekleşmiştir. InLine G3 ve G5 ile Ceram G1, G3 alt gruplarında renk değişikliği benzer düzeyde gözlenmiştir ve algılanabilir renk değişikliğinin çok altında kalmıştır. Ancak InLine G1 alt grubunda renk değişimi biraz

daha fazla ve Ceram G5 alt grubunda ise en yüksek renk değişimi değerleri gözlenmiştir. En son materyal alt grubunun renk değişimi diğer alt gruplara göre daha fazla olsa da algılanabilir renk değişimi eşiğinin yarısından daha az olarak seyretmiştir.

4.2. Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan gingival porselen materyallerin ısı döngü öncesi (Ra_0) ve sonrasında (Ra_1) elde Ra verilerinin ortanca, standart sapma, çeyrek 1, çeyrek 3, en büyük ve en küçük değerleri Tablo 4.4.'de gösterilmiştir.

Isıl döngü öncesinde ölçülen Ra değerleri Kruskal Wallis testi ile değerlendirilmiş ve alt gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (Tablo 4.4) ($p=0,520$). İstatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmediği için alt gruplar arasında çoklu karşılaştırmalar yapılmamıştır.

Tablo 4.4. Isıl döngü öncesi (Ra_0) ve sonrasında (Ra_1) Ra değerlerinin tanıtıcı istatistikleri ve test sonucu.

			N	Ortanca	Standart Sapma	Çeyrek		En Küçük	En Büyük
						1.	3.		
Ra_0	IPS InLine Gingiva	G1	10	0,399	0,054	0,347	0,454	0,327	0,467
		G3	10	0,471	0,113	0,358	0,533	0,328	0,694
		G5	10	0,484	0,112	0,399	0,582	0,295	0,672
	IPS e.max® Ceram Gingiva	G1	10	0,445	0,066	0,406	0,458	0,396	0,601
		G3	10	0,464	0,092	0,388	0,524	0,295	0,607
		G5	10	0,465	0,102	0,380	0,596	0,337	0,613

KW=4,206^{a, b}; $p=0,520$;

			N	Ortanca	Standart Sapma	Çeyrek		En Küçük	En Büyük
						1.	3.		
Ra_1	IPS InLine Gingiva	G1	10	0,436	0,051	0,406	0,476	0,347	0,519
		G3	10	0,513	0,079	0,429	0,564	0,416	0,654
		G5	10	0,514	0,078	0,455	0,566	0,361	0,601
	IPS e.max® Ceram Gingiva	G1	10	0,579	0,134	0,460	0,675	0,378	0,800
		G3	10	0,635	0,168	0,490	0,755	0,473	0,971
		G5	10	0,635	0,168	0,490	0,755	0,473	0,971

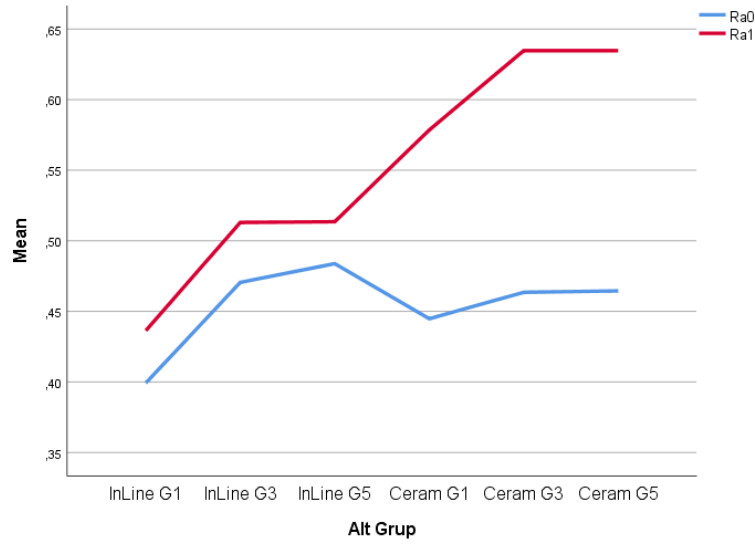
Örneklerin ısı döngü öncesi ve sonrası pürüzlülük verilerinin değerlendirilmesi için tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizinden yararlanılmıştır.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, ısı döngüye bağlı olarak örneklerin pürüzlülük ölçümleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Isı döngüden sonra örneklerin pürüzlülüğünde artış gözlenmiştir. Grup ve zaman değişkeni birlikte değerlendirildiğinde, zaman*grup etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.5.) ($p < 0.05$). Zaman*alt grup ve zaman*alt grup*grup arasındaki etkileşimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p = 0.092$).

Tablo 4.5. Isı döngü öncesi ve sonrası Ra değerleri verisi için iki yönlü varyans analizi sonuçları.

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P değeri
Zaman	0,275	1	0,275	24,436	0,000
Zaman x Alt Grup	0,113	5	0,023	2,012	0,092
Alt Grup	0,220	5	0,044	3,474	0,009

Isı döngü öncesi ve sonrasında, Ra değerleri açısından alt gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p = 0.009$). Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırmalar Dunn-Bonferroni düzeltmesi ile incelenmiştir (Grafik 4.4.). İkili karşılaştırma sonucunda farklılıkların InLine G1 ve Ceram G3 ($p = 0.011$) ile InLine G1 ve Ceram G5 ($p = 0.011$) arasında olduğu saptanmıştır.



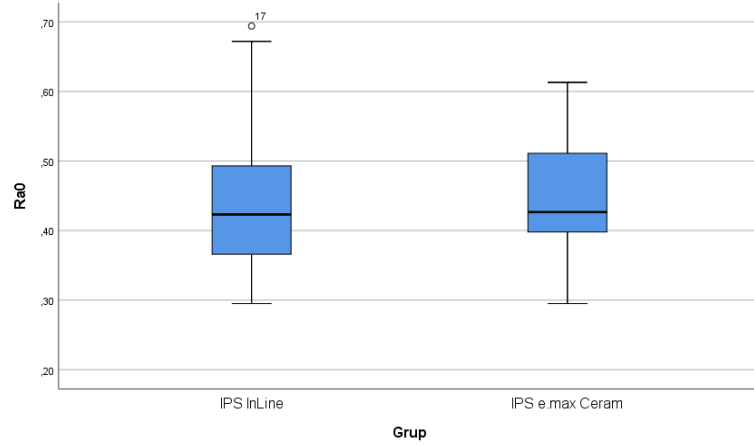
Grafik 4.4. Isıl döngü öncesi (Ra_0) ve sonrası (Ra_1) pürüzlülük değişiminin grafiksel gösterimi.

Örneklerin materyal tipine ve renklerine göre ısı döngü öncesi ve sonrası Ra ortalama değerleri Tablo 4.6.'da verilmiştir.

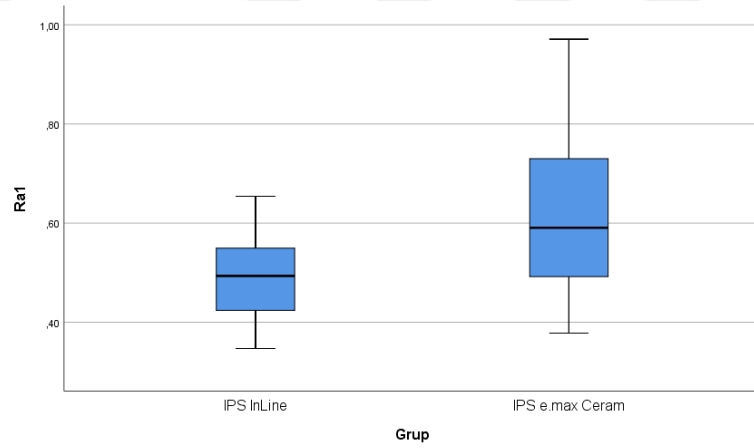
Tablo 4.6. Ra değerlerinin materyal tipine ve rengine göre ortalama değerleri.

	Materyal Tipi			Renkler			
	IPS InLine Gingiva	IPS e.max® Ceram Gingiva	p değeri	G1	G3	G5	p değeri
Ra₀	0,448±0,102	0,458±0,085	0,462	0,423±0,063	0,460±0,101	0,474±0,105	0,341
Ra₁	0,489±0,077	0,616±0,154	0,001	0,511±0,124	0,577±0,144	0,574±0,142	0,181
p değeri	0,032	0,000		0,003	0,008	0,019	

Isıl döngü öncesi örneklerin pürüzlülükleri materyal tipine göre değerlendirildiğinde, IPS InLine Gingiva ve IPS e.max® Ceram Gingiva grupların arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Grafik 4.5.). Ancak ısı döngüden sonra materyallerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,001$). Ceram grubunun pürüzlülüğünde InLine grubuna göre daha fazla artış olmuştur. (Grafik 4.6.).



Grafik 4.5. Örneklerin ısı döngü öncesi pürüzlülük verilerinin materyallere göre kutu-çizgi grafiği.



Grafik 4.6. Örneklerin ısı döngü sonrası pürüzlülük verilerinin materyallere göre kutu-çizgi grafiği.

Isıl döngü öncesi ve sonrası pürüzlülük değerleri ve ısı döngü işlemi sonucunda değişimi renklere göre değerlendirildiğinde G1, G3, G5 renkleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Örneklerin ısı döngüden sonra pürüzlülük artışı ile renk değişimi arasındaki ilişkiye bakıldığında pürüzlülükte meydana gelen artış ile ΔE_{00} arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p>0,01$).

4.3. Translusensi Verilerinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan gingival porselen materyallerin ısı döngüsü öncesi (TP₀) ve sonrasında (TP₁) elde edilen TP verilerinin ortanca, standart sapma, çeyrek 1, çeyrek 3, en büyük ve en küçük değerleri Tablo 4.7.'de verilmiştir.

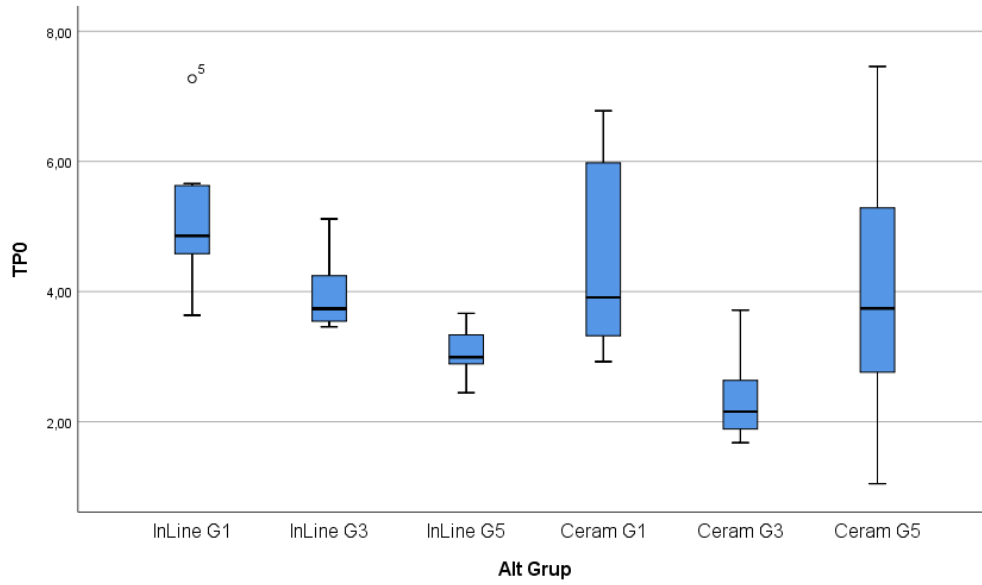
Tablo 4.7. Isıl döngüsü öncesi (TP₀) ve sonrası (TP₁) TP değerlerinin tanıtıcı istatistikleri ve Kruskal Wallis test sonucu.

			N	Ortalama	Standart Sapma	Çeyrek		En Küçük	En Büyük
						1.	3.		
TP ₀	IPS InLine Gingiva	G1	10	5,063	1,012	4,455	5,637	3,637	7,271
		G3	10	3,957	0,544	3,526	4,324	3,457	5,116
		G5	10	3,066	0,350	2,883	3,369	2,446	3,667
	IPS e.max® Ceram Gingiva	G1	10	4,452	1,439	3,293	6,114	2,923	6,778
		G3	10	2,382	0,700	1,876	2,854	1,679	3,715
		G5	10	4,062	1,898	2,743	5,538	1,048	7,458

KW=30,092^a; p<0,05;

			N	Ortalama	Standart Sapma	Çeyrek		En Küçük	En Büyük
						1.	3.		
TP ₁	IPS InLine Gingiva	G1	10	5,412	0,686	4,708	6,109	4,286	6,172
		G3	10	4,068	0,673	3,582	4,627	3,162	5,134
		G5	10	3,282	0,576	2,799	3,775	2,516	4,205
	IPS e.max® Ceram Gingiva	G1	10	4,666	1,038	3,903	5,660	3,541	6,634
		G3	10	2,347	0,739	1,709	2,967	1,657	3,578
		G5	10	4,237	2,410	1,208	6,490	1,016	6,928

Isıl döngüsü öncesinde ölçülen TP₀ değerleri Kruskal Wallis testi ile değerlendirilmiş ve alt gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Tablo 4.7.) (p<0,05). İstatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edildiği için gruplar arasında Dunn-Bonferroni düzeltmesi ile ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Sonuç olarak, farkın Ceram G3 grubu ile InLine G1, G3 ve Ceram G1 arasında ve InLine G1 ile InLine G5 grupları arasında olduğu belirlenmiştir (Grafik 4.7.).



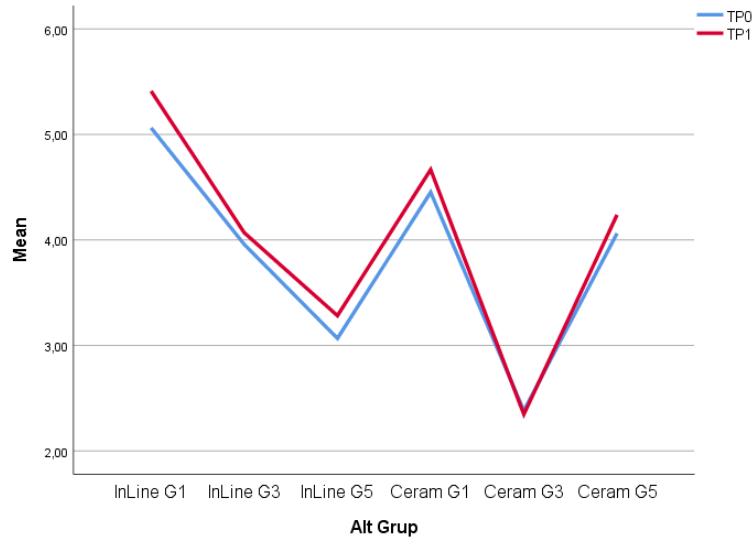
Grafik 4.7. Isıl döngü öncesinde ölçülen TP_0 değerlerin grafiksel görünümü.

Örneklerin ısı döngü öncesi ve sonrası translusensi değerlerindeki değişimin değerlendirilmesi için tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizinden yararlanılmıştır.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, ısı döngüye bağlı olarak örneklerin translusensi parametrelerindeki değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,185$).

Isıl döngü öncesi ve sonrasında, TP değerleri açısından alt gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$). Farkın hangi alt gruplar arasında olduğunu belirlemek için ikili karşılaştırmalar Dunn-Bonferroni düzeltmesi ile incelenmiştir (Grafik 4.8.).

İkili karşılaştırmalar sonucunda farklılık: Ceram G3 grubunun InLine G1 ve G3 ile Ceram G1 ve G5 grupların arasından ve InLine G5 grubu ile InLine G1 grupların arasından geldiği tespit edilmiştir (Grafik 4.8.).



Grafik 4.8. Isıl döngü öncesi (TP₀) ve sonrası (TP₁) translusensi değişiminin grafiksel gösterimi.

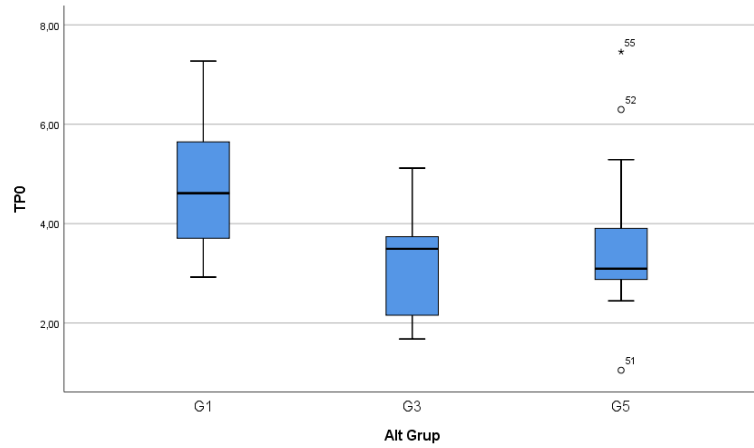
Örneklerin materyal tipine ve renklere göre ısıl döngü öncesi ve sonrası TP ortalama değerleri Tablo 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.8. TP değerlerinin materyal tipine ve rengine göre ortalama değerleri.

	Materyal Tipi			Renkler			
	IPS InLine Gingiva	IPS e.max® Ceram Gingiva	p değeri	G1	G3	G5	p değeri
TP ₀	4,029±1,067	3,632±1,657	0,095	4,757±1,251	3,169±1,012	3,564±1,423	0,001
TP ₁	4,254±1,090	3,750±1,832	0,202	5,039±0,938	3,207±1,119	3,760±1,774	0,000
p değeri	0,049	0,943		0,093	0,881	0,575	

Isıl döngü öncesi ve sonrası translusensi değerleri materyal tipine göre değerlendirildiğinde IPS InLine Gingiva ve IPS e.max® Ceram Gingiva gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,095$). Isıl döngü işlemi sonucunda translusensi değerindeki değişim materyaller açısından değerlendirildiğinde IPS InLine Gingiva grubundaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$), ancak IPS e.max® Ceram Gingiva grubunda değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.8.).

Isıl döngü öncesi translusensi değerleri renklere göre değerlendirildiğinde G1, G3, G5 renkleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Farkın hangi gruplar arasından kaynaklandığını araştırmak için ikili karşılaştırmalar Dunn-Bonferroni düzeltmesi ile incelenmiştir. İkili karşılaştırmalar sonucunda fark G1 ile G3 ve G1 ile G5 grupların arasından geldiği tespit edilmiştir (Grafik 4.9.).



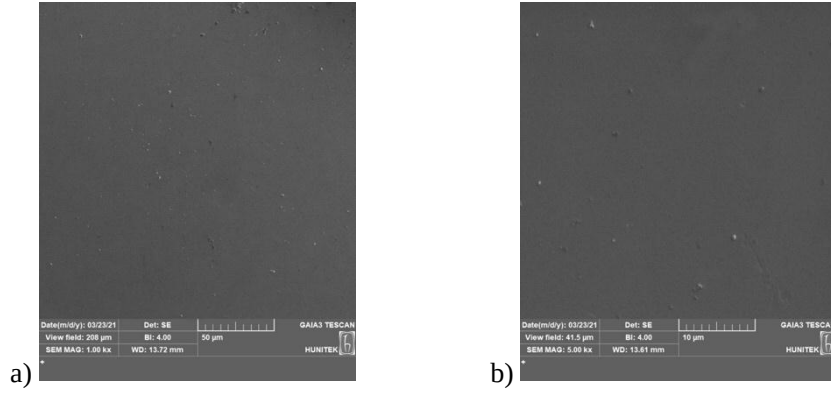
Grafik 4.9. Örneklerin ısı döngü öncesi translusensi verilerinin renklere (G1, G3 ve G5) göre kutu-çizgi grafiği.

Isıl döngüden sonra translusensi değerindeki değişim renklere göre değerlendirildiğinde G1, G3, G5 renkleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).

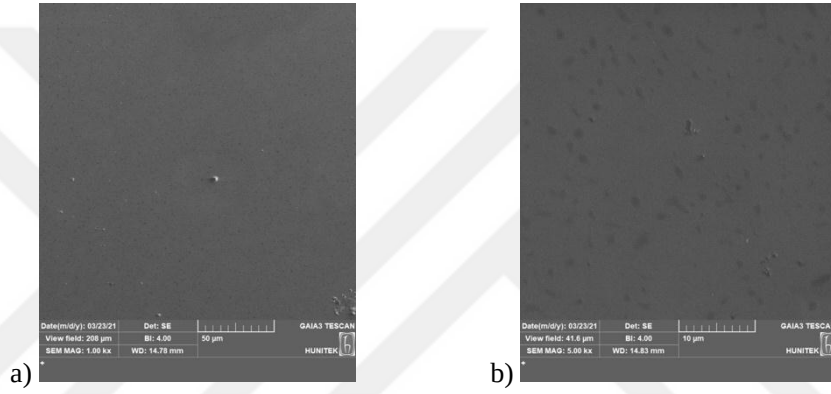
4.4. TEM Analizi

Örneklerin yüzeyinde ısı döngü işleminden sonra meydana gelebilecek topografik değişiklikleri analiz etmek için TEM görüntüleri alınarak x1000 ve x5000'lik büyütmede incelenmiştir.

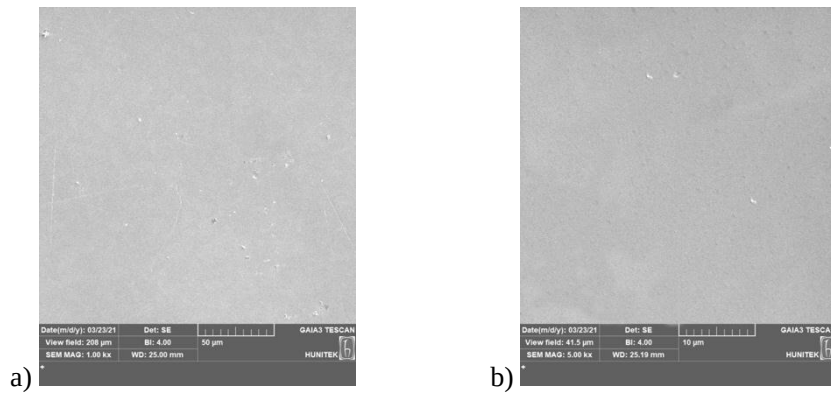
Örneklerin merkezini gösteren ısı döngü öncesi x1000 ve x5000 büyütmeli TEM görüntüleri şekiller ile aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.1.-4.6.).



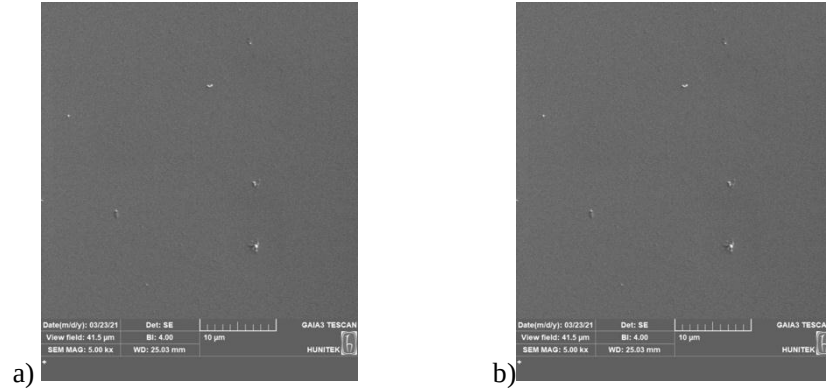
Şekil 4.1. a) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G1 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G1 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.



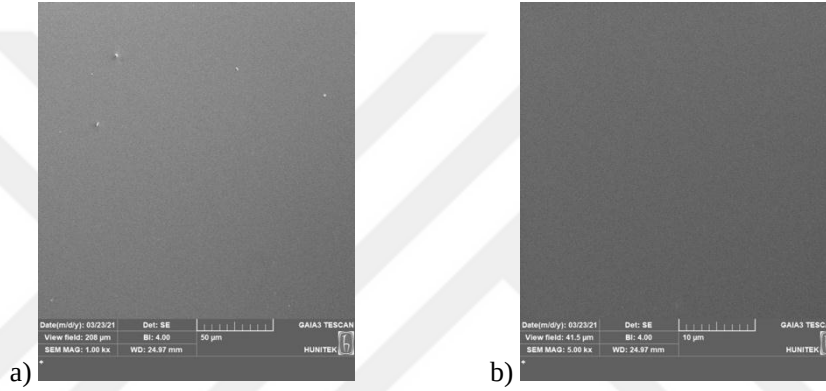
Şekil 4.2. a) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G3 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G3 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.



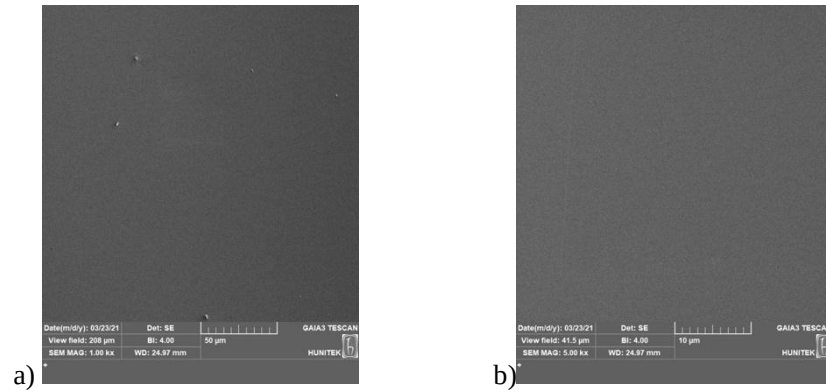
Şekil 4.3. a) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G5 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS InLine Gingiva G5 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.



Şekil 4.4. a) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G1 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G1 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.

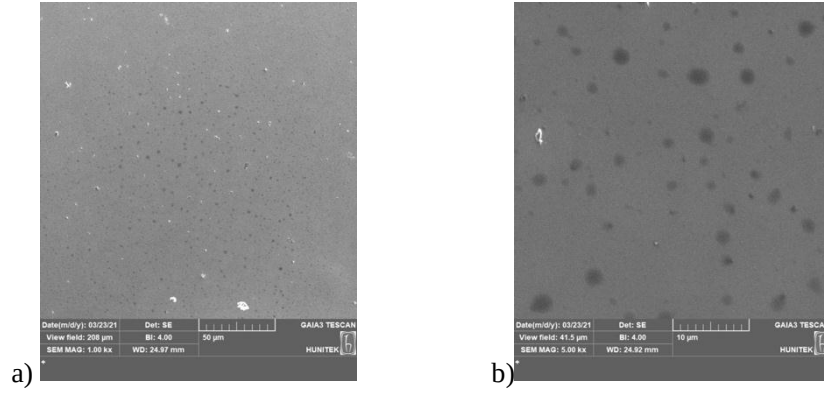


Şekil 4.5. a) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G3 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G3 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.

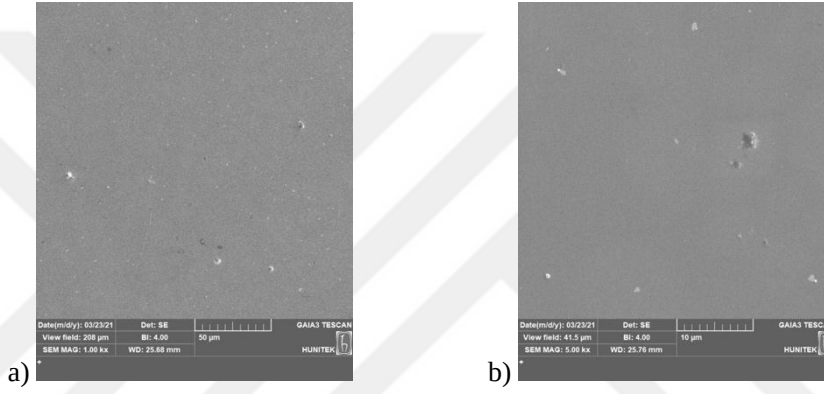


Şekil 4.6. a) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G5 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü öncesi IPS e.max® Ceram Gingiva G5 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.

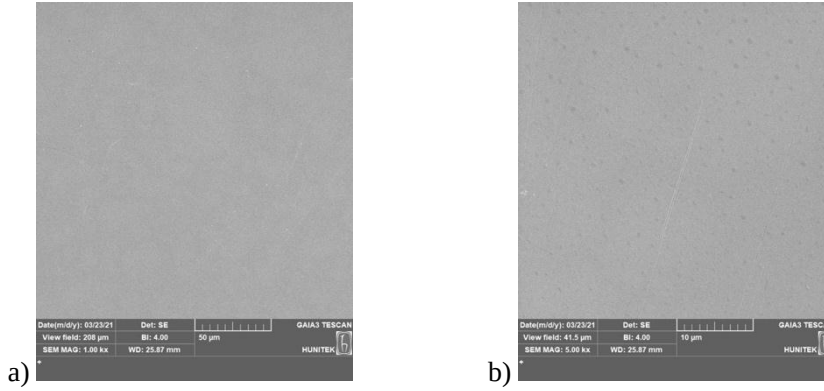
Örneklerin merkezini gösteren ısı döngü sonrası x1000 ve x5000 büyütme TEM görüntüleri aşağıda verilmiştir (Şekil 4.7.-4.12.).



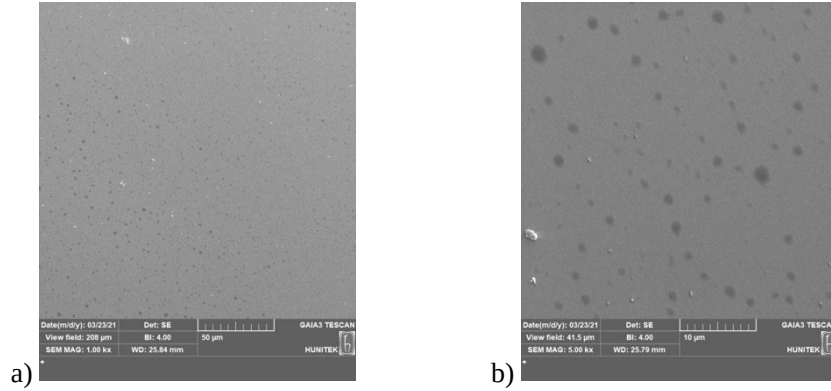
Şekil 4.7. a) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G1 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G1 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.



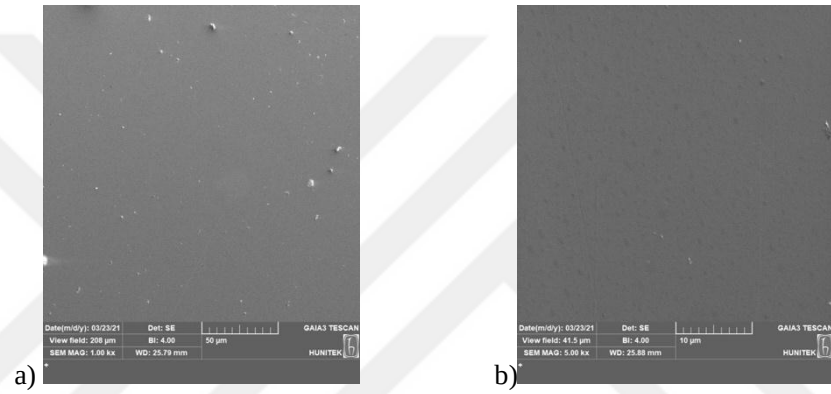
Şekil 4.8. a) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G3 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G3 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.



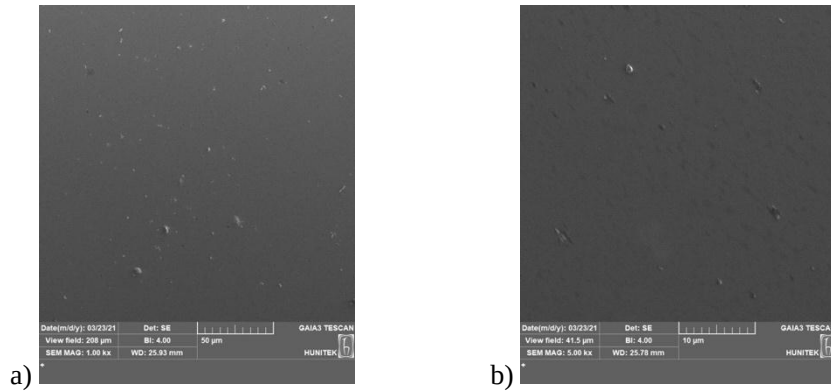
Şekil 4.9. a) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G5 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS InLine Gingiva G5 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.



Şekil 4.10. a) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G1 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G1 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.



Şekil 4.11. a) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G3 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G3 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.



Şekil 4.12. a) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G5 grubu x1000 büyütme TEM görüntüsü. b) Isıl döngü sonrası IPS e.max® Ceram Gingiva G5 grubu x5000 büyütme TEM görüntüsü.

Isıl döngü öncesi alınan TEM görüntülerinde örneklerin yüzeyi oldukça düzgün ve homojen gözlenmektedir. Sadece yer yer porselen tozlarının erimemiş

parçacıkları gözükmemekte. Oysa ısı döngü sonrasında alınan TEM görüntülerinde değişiklikler sınırlı olmakla birlikte daha çok yüzey çıkıntıları şeklinde düzensizliklerin arttığı görülmüştür (Şekil 4.7.-4.12.).



5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı iki farklı gingival porselen maddelerinin ısıl döngü işlemi öncesi ve sonrasında ölçülen pürüzlülük, translusensi ve renkteki değişiminin değerlendirilmesi ve ısıl döngünün bunların üzerinde olan etkisini incelemektir.

Çalışmamızda oluşturduğumuz sıfır hipotez (H_0): gingival seramik materyallere uygulanan ısıl döngü işleminin materyallerin pürüzlülüğü, renk stabilitesi ve translusensilerini etkilemeyeceğidir.

Seramikler çok estetik malzemelerdir ve diş hekimliğinde yaygın kullanıma sahiptir. Kısmi diş eksiklikleri uzun yıllardır seramik restorasyonlar ile restore edilmektedir. Ancak implant diş hekimliğindeki gelişmeler sayesinde artık dişsiz hastalar da sabit restorasyonlara sahip olabilmektedir ve bu sabit restorasyonların kullanım alanlarını genişletmektedir.

Sabit restorasyonların yapımının esas amaçları, kayıp dokuların hem fonksiyonel olarak hem estetik olarak yerine getirilmesidir. Estetik sonuçlar için dişler ile beraber diş eti sağlığı da çok büyük önem taşımakta ve bu iki bileşenin birbiri ile uyumlu olması gerekmektedir (75, 190-194). Bu konunun önem kazanması ile beyaz estetik ve pembe estetik kavramları ortaya çıkmış (75, 195) ve bir bütün olarak değerlendirilmesi araştırmacılar tarafından önerilmiştir (77).

Beyaz estetik, restorasyonlar ile sağlanırken pembe estetiğin optimal düzeyde sağlanması daha karmaşık yol ve yöntemlerin kullanımını gerektirmektedir. Defektin hacmine ve miktarına göre çeşitli cerrahi yöntemler ve greftler bu durumu düzeltmek için geliştirilmiştir ve yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (196-198). Ancak çoklu diş kaybı, büyük miktarda sert doku eksiklikleri olan olgularda, yüksek ve orta gülme hattına sahip hastalarda, beyaz ve pembe estetiği bir arada sağlayan restorasyonları yapmak çok zorlayıcı olabilmektedir (127). Hem cerrahi açıdan işlemin karmaşıklığı, hassasiyet gerektirmesi, invazif olması ve greft gerektiği zaman ek cerrahi bölgesinin oluşması, greftin büzülmesi hem de hastanın genel sağlık durumu ve anatomisi bu tekniklerin başarısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (196). Hastaların büyük

çoğunluğunda gülümseme sırasında diş eti görünürlüğünün olduğu bir çalışmada gösterilmiştir; 207 erkek ve 247 kadın bireylerin fotoğraflarının incelenmesi sonucunda katılımcıların yaklaşık olarak %80'inde gülümserken diş etinin görüldüğü saptanmıştır (44).

Hastaların genel sağlığının ek cerrahi işlemlere uygun olmadığı durumlarda, daha konservatif tedavi seçenekleri tercih edilebilir. Uygulanacak cerrahi aşamaların sonuçlarının öngörülemediği veya istenilen boyutlarda doku kazancının sağlanamadığı olgularda pembe estetiği geliştirmek, dişlerin arasında diş eti papilinin görüntüsünü sağlamak için gingival porselenlerden yararlanmak mümkündür (106, 112, 126, 127, 199).

İnce biyotipe sahip hastalarda anterior bölgede yerleştirilen implantlarda zirkonya dayanakların submukozal bölümünün pembe porselen ile kaplanması iyi bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü ince peri-implant mukoza alttaki dayanağı yansıtarak rengini değiştirebilmektedir (98). Bir çalışmada, peri-implant mukoza renginin doğal diş eti renginden farklı olup olmadığı, 40 hastada spektrofotometrik ve görsel olarak değerlendirilmiştir (200). Değerlendirme sonucunda peri-implant mukozada daha koyu, yeşil ve mavi bileşenler olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu renk değişikliklerinin implantların %60'ında konuşma mesafesinden görülebildiği rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada ise ince diş eti biyotipi olan hastalarda dayanak maddesinin peri-implant yumuşak doku rengine etkisini araştırmışlardır (201). Otuz yedi hastanın anterior bölgesine altın, titanyum ve zirkonya dayanaklar yerleştirilmiştir. Sonuçta hangi tip restoratif madde seçilirse seçilsin, peri-implant yumuşak doku rengi doğal diş çevresindekinden farklı olarak bulunmuştur. Ancak bu fark zirkonya ve altın dayanaklarda daha az orandadır. Yukarıda bahsedilen durumlarda gingival porselen ile geliştirilmiş zirkonya dayanaklar daha doğal ve estetik sonuçları ulaşmak için elverişli olabilir. Büchi ve ark. (123) bu konuda araştırma yapmışlardır. On hastaya zirkonya dayanak, diğer on hastaya submukozal bölümü pembe porselen ile kaplanmış zirkonya dayanaklar kullanılmıştır. Değerlendirmeler spektrofotometre cihazı ile yapılmış ve komşu doğal dişlerin mukozası ile karşılaştırılmıştır. Zirkonya dayanakların submukozal bölümün pembe porselen ile kaplanması girişiminin estetik sonucu olumlu yönde etkilemediği

sonucuna varmışlardır. Çalışmada, sadece zirkonya dayanak kullanılan hastaların yarısında, gingival porselen ile geliştirilmiş zirkonya dayanaklar kullanılan hastaların ise ikisinde peri-implant mukoza kalınlığının 2 mm'den fazla olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada peri-implant mukoza kalınlığının 2 mm veya daha fazla olduğu durumlarda dayanaktan renk yansımalarının olmadığı ve bu kalınlığın kritik bir önem taşıdığı açıklanmıştır (201).

Gingival porselenler diş eksikliğinin olmadığı durumlarda da pembe estetiği sağlamak için kullanılabilir. Sağlıklı ama azalmış periodonsiyuma sahip bir hastada hassasiyet şikayetini gidermek için gingival *veneer* olarak kullanıldığı olgular da mevcuttur (202).

Gingival porselenler hastanın konforunu artırır ve tedavinin karmaşıklığını, maliyetini ve zamanını azaltır. Gingival porselenleri kullanmaksızın restorasyonlar yapıldığı zaman uygun olmayan kron yükseklik-genişlik oranları yanlış, uzun temas noktalarına sahip dikdörtgen dişler, ters dönük diş eksenleri, koyu embraşurler, ters gülümseme çizgileri şeklinde doğal ve estetik olmayan sonuçlarla karşılaşılabilir (6, 106, 127).

Seramikler birçok yönden araştırılmış ve araştırılmaktadır. Buna rağmen, özellikle implant diş hekimliğinde yaşanan ilerlemeler ile beraber kullanımı gün geçtikçe artan gingival porselenler hakkında çok fazla literatür bilgisi bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışma gingival porselenlerin zaman içinde gösterdiği renk ve yüzey değişikliklerini anlamak üzere tasarlanmıştır.

Doğru renk seçimi estetik restorasyon yapımı için kilit etkenlerden birisidir (203). Klinik uygulamada renk seçimi görsel teknik, spektrofotometrik aletler ve fotoğraflar ile yapılabilmektedir. Görsel renk seçimi sıklıkla renk skalaları ile yapılmaktadır. Hekimlerin çok büyük bölümü bu yöntemi kolaylığından ve maliyet avantajından dolayı tercih etmektedir (151, 153, 204). Farklı diş eti renk skalalarının karşılaştırıldığı bir çalışmada; Ivoclar Vivadent IPS Gingiva renk skalasının, diş eti dokularının doğru görsel renk seçimi için daha yüksek potansiyele sahip olduğu bulunmuştur (63). Ancak yapılan birçok çalışmada, renk seçiminde görsel tekniğe göre

aletli renk analiz yöntemlerinin daha objektif, kesin ve tutarlı sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır (205-207). Klinik renk seçim aletleri, ilgili yazılıma sahip spektrofotometreler, kolorimetreler ve dijital kamera sistemlerini içermektedir. Spektrofotometreler ve kolorimetreler entegre standart aydınlatmaya sahiptir ve ortam ışığından etkilenmemektedir. Kolorimetreler, renk değerlerini ölçer ve görünür spektrumun kırmızı, yeşil ve mavi bölgelerindeki ışığı filtrelerken, spektrofotometreler tüm görünür spektrum boyunca 1-25 nm aralıklarla bir nesneden yansıyan ışık enerjisi miktarını ölçerek rengi belirler (208). En hassas renk verileri, spektrometrik ölçüm kullanılarak elde edilebilir (209-211). Ancak piyasada özellikle diş eti rengini ölçmek için tasarlanmış spektrofotometreler mevcut değildir. Bu nedenle spektrofotometreler, diş eti rengini daha objektif bir şekilde ölçmek için CIELAB uzayının renk koordinatları ile birlikte kullanılabilir (121, 212, 213). Gingival dokular ile ilgili yapılmış birkaç çalışmada renk analizi spektrofotometre ile yapılmıştır (114, 200, 212, 214-217). Ancak yine de yumuşak doku renginin analizinde objektif ve subjektif değerlendirme arasında bir korelasyon olduğu Paniz ve ark. (218) tarafından gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmada da renk verilerinin daha hassas ölçülmesi için spektrofotometre cihazı kullanılmıştır.

Zaman içinde restorasyonun renginin stabil kalması yani renk değişimine uğramaması, en az doğru renk seçimi kadar önem taşımaktadır. İki renk arasında veya iki zaman diliminde değişen renk farkını ölçmek için kullanılan en yaygın formül CIE-L*a*b* renk sisteminden türetilmiştir ve $\Delta E_{ab} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ formülü ile ifade edilir. Burada ΔE_{ab} , renk farkının büyüklüğüne eşittir (153, 219). Renk değişimini analiz etmek için 2004 yılında tanıtılan CIEDE2000 renk farkı formülü, onun önceli olan CIELAB renk farkı formülü yerine önerilmiştir ve birçok çalışmada kullanılmıştır (54, 220-222). Diş eti rengindeki farklılıkları saptamak için bu iki formülün karşılaştırıldığı bir çalışmada, diş etinin renk farkı eşiklerinin değerlendirilmesinde de CIEDE2000 renk farkı formülünün CIELAB formülünden daha iyi uyum sağladığı gösterilmiştir (144, 223, 224). Dolayısıyla, bu çalışmada da CIEDE2000 (ΔE_{00}) renk farkı formülü kullanılmıştır.

Renk farklılıklarının boyutunun değerlendirmesinde görsel eşik değerlerinden yararlanılmaktadır. Bunlar % 50:50 algılanabilirlik eşiği ve % 50:50 kabul edilebilirlik

eşığıdır. Gözlemcilerin %50'si tarafından gözle farkedilebilir, diğer %50 gözlemcilerin gözle fark edemedikleri renk değişim değeri algılanabilir eşik değeri olarak tanımlanmaktadır. Aynı şekilde gözlemcilerin %50'si tarafından kabul edilebilir, % 50'si tarafından kabul edilmeyen renk değişim değeri ise % 50:50 kabul edilebilir eşik değeridir (225, 226). Bu değerler üzerine diş hekimliğinde çok araştırılma yapılmıştır. Dental seramikler için ΔE_{00} 'nin % 50:50 algılanabilir eşik değeri; 0,8-1,23 arasında ve % 50:50 kabul edilebilir eşik değeri; 1,8-2,23 arasında belirlenmiştir (143, 144). Bu değerlerin üzerindeki renk fark değerleri, klinik olarak kabul edilemeyen renk değişimleri olarak kabul edilmektedir.

Gingival dokulardaki renk değişiminin değerlendirildiği çalışmalarda algılanabilir ve kabul edilebilir eşik değerleri üzerinde incelemeler yapılmıştır. Sailer ve ark. (227) CIELAB formülünü kullanarak, diş eti renk değişikliklerinin algılanma eşik değerini diş hekimi, diş teknisyenleri ve bu meslekten olmayan katılımcılar ile değerlendirmiştir. Diş hekimleri ile diş teknisyenleri, bu meslekten olmayan insanlardan daha küçük renk değişikliklerini fark etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda gingival dokular için ortalama algılanabilir eşik değeri $\Delta E 3.1 \pm 1.5$ olarak belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise renk değişimi % 50:50 algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerleri hem CIELAB hem de CIEDE2000 renk formülleri ile değerlendirilmiştir (54). Çalışmanın sonucuna göre gingival renkler için ΔE_{00} 'nin % 50:50 algılanabilir eşik değeri; 2,1 ve % 50:50 kabul edilebilir eşik değeri; 2,9 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada da bu eşik değerler referans olarak alınmıştır.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre; ortalama ΔE değerleri sırası ile en düşük değerden en yüksek değere doğru InLine G5 (0,421), Ceram G1 (0,430), Ceram G3 (0,435), InLine G3 (0,444), InLine G1 (0,714), Ceram G5 (1,059) şeklinde değişim göstermiştir.

InLine G3 ve InLine G5 ile Ceram G1 ve Ceram G3 alt gruplarındaki renk değişikliği; benzer düzeyde ve algılanabilir renk değişikliğinin çok altında gözlenmiştir. InLine G1 grubunda renk değişimi biraz daha fazla ve Ceram G5 grubunda ise en yüksek renk değişimi değerleri gözlenmiştir. Ancak Ceram G5

grubunu başka gruplara göre en yüksek renk değişimi göstermesine rağmen görsel olarak algılanabilir diş eti renk değişim eşiğinin yarısından daha az olarak seyretmiştir.

Isıl döngü sonrası renk değişimi materyaller ve renkler açısından karşılaştırıldığında IPS InLine Gingiva grubu ile IPS e.max® Ceram Gingiva grubunun renk değişimi arasında ve G1, G3 ve G5 renkleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Literatürde pembe porselenler ile ilgili çalışmaların az olması ve bu konuya benzer bir çalışma ile karşılaşılmaması nedeni ile bu çalışmanın sonuçları dental seramikler üzerinde yapılan çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre IPS e.max® Ceram Gingiva grubunda ısıl döngü sonucunda anlamlı bir renk değişikliği olmamıştır. Bu sonuçlar kompozitlerin ve seramiklerin renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine yaklaşık 1 seneye denk gelen yapay yaşlandırmanın ve fırçalamanın etkisini araştıran bir çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir (228). Diğer bir çalışmada ise ısıl döngü uygulanmış IPS e.max Ceram dikkate değer renk değişimi ($\Delta E=1.61>1$) göstermiştir (229). Çalışmada ısıl döngü sayısı 21900'dür. Bu çalışmada uygulanan ısıl döngü sayısının yaklaşık 3,5 katı kadardır ve sonuç bu durumdan kaynaklanmış olabilir.

Restorasyonların renk değiştirmeden uzun ömürlü olmaları diş hekimleri tarafından hedeflenmektedir. Renk değişiklikleri; malzeme tarafından su ve boya emilimi, yüzey pürüzlülüğü, diyet ve ağız hijyenindeki eksiklikler sonucu malzeme yüzeyindeki lekelenme ve opaklıkta değişiklikler nedeni ile meydana gelir (228, 230, 231). Hekimler restorasyonun üretiminde doğru materyal seçimi ve pürüzsüz yüzeyli restorasyonların yapımı ile bu süreci en az düzeye indirebilirler.

Pürüzlülük sadece renk değişikliklerine değil yüzeyde artan mikrobiyal plak birikimine de bağlı olarak restorasyonu çevreleyen yumuşak dokularda inflamatuvar reaksiyon, periodontitis ve dayanak dişlerde çürük gibi biyolojik etkilere de neden olabilmektedir (174, 232, 233). Fiziksel açıdan pürüzlülüğün zararlı etkileri, materyallerde ve daha fazla plak birikimi nedeni ile oluşan renklenmeden başka

materyallerde oluşan mikro çatlakların yayılması ile kırılmaya daha fazla yatkınlık, karşıt restorasyon ve/veya dişin aşınmasında artış olarak görülebilmektedir (233-236).

Cam seramikler için üreticiler tarafından önerilen en uygun yüzey bitirme işlemi glazedir. Glaze uygulaması sırasında porselen yüzeyine sürülen şeffaf düşük ısı porseleninin materyallerin camsı fazıyla entegre olduğu ve ısıyla birlikte yüzey düzensizliklerini doldurduğu düşünülmektedir. Porselenlerde glazeli yüzeyler ile parlatılmış yüzeylerin plak birikimi yönünden karşılaştırıldığı bir çalışmada, glazeli yüzeylerde daha az plak birikimi gözlenmiştir (237). Henry ve ark, sabit bölümlü protezlerin altındaki dokulardaki değişiklikleri değerlendirdiği çalışmada, mükemmel biyouyumluluğu nedeniyle glazeli yüzeyi porseleninin pürüzlü yüzeylere kıyasla üstünlüğünü bildirmiştir (238). Bu nedenle bu çalışmada örneklerin yüzeyindeki düzensizlikler parlatma işlemi ile düzeltildikten sonra glaze işlemi uygulanmıştır.

Bu çalışmada, örneklerin yüzey pürüzlülüğü günümüzde güvenilir bir yöntem olarak kabul edilen profilometre kullanılarak değerlendirilmiştir (177, 239-241). Bu yöntem mine yüzeylerinin herhangi bir bozulma olmadan değerlendirilmesini sağladığından aynı örnekler üzerinde ısıl döngü işlemleri öncesi ve sonrası morfolojik değişiklikleri belirlemek için kullanılmıştır.

Örneklerin pürüzlülükleri Ra değerleri ile incelenmiştir. Ra değerinin iki boyutlu olduğu ve sadece pürüzlülük yüksekliği hakkında bilgi verdiği, yüzeyin profili hakkında ise hiçbir bilgi vermediğini belirten yazarlar vardır (242). Yüzeyin profili hakkında bilgi edinmek için, taramalı elektron mikroskobu kullanılabilmektedir. Bu şekilde taramalı elektron mikroskobu ile nitel ölçümlerin ve profilometrik ölçümler ile nicel verilerin kombinasyonu, yüzeyin kesin bir değerlendirmesini sağlamaktadır (14, 175). Bu çalışmada da örneklerin yüzey incelemesinde bu iki yöntem art arda kullanılmıştır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, ısıl döngüden sonra en yüksek pürüzlülük artış değerleri IPS e.max® Ceram Gingiva G5 ve IPS e.max® Ceram Gingiva G3 gruplarında, ardından sırasıyla IPS e.max® Ceram Gingiva G1, IPS InLine Gingiva G3, G1 ve G5 gruplarında görülmüştür. Genel olarak IPS e.max® Ceram Gingiva alt

gruplarında ısı döngüden kaynaklı pürüzlülükte artış IPS InLine Gingiva alt gruplarından daha fazla gözlenmiştir. Bu durum istatistiksel analiz sonucu ile desteklenmiştir; gruplar arasında ısı döngüden önce pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamış iken ısı döngüden sonra anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

Örneklerde ısı döngüye bağlı olarak pürüzlülükte artış gözlenmiştir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu yüzden çalışmanın sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Klinik açıdan baktığımızda ise dilin ucu 0,25-0,5 μm 'lik pürüzlülükteki değişiklikleri algılayabildiğinden (14, 175) restorasyonun yüzeyi daha pürüzsüz olduğunda hasta kendini rahat hissetmektedir. Bu çalışmada incelediğimiz örneklerde, ısı döngüden sonra 0,03-0,17 μm değerinde pürüzlülükteki artış tespit edilmiştir. Sonuç olarak IPS InLine Gingiva ile IPS e.max Ceram Gingiva materyallerinde ısı döngü işleminden sonra pürüzlülükte hastaların fark edemeyecekleri düzeyde artışlar olduğu saptanmıştır.

Bakteriyel plağın yüzeye adezyon göstermemesi için ideal yüzey pürüzlülüğünün 0,2 μm 'den az olması gerektiği, bazı çalışmaların sonuçlarında bildirilmiştir. Ancak Willems ve ark. (243-245) doğal diş yapılarından en pürüzsüz yüzeyli diş minesinin bile okluzal temas alanlarında Ra değerinin $0.64 \pm 0.25 \mu\text{m}$ olduğunu açıklamıştır. Bu veriler dikkate alındığında, bu çalışmada kullanılan materyallerin hem ısı döngü öncesinde hem ısı döngü sonrasında Ra değerleri doğal diş minesinin temas alanlarındaki pürüzlülük değerinden daha düşük seyretmiştir (Tablo 4.4). Bununla beraber IPS e.max Ceram grubunun pürüzlülük değerlerinin bu değere yakın olduğu dikkati çekmektedir.

Yaşlandırmanın zirkon alt yapı için kullanılan farklı tabakalama seramiklerinin yüzey özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada yaşlandırmadan sonrası IPS e.max Ceram grubunun yüzey pürüzlülüğünde diğer seramiklere göre anlamlı bir artış gözlemlenmemiştir (246).

Restorasyonların renginin algılanmasını etkileyen diğer bir etken kullanılan materyallerin translusensi özelliğidir (149, 247, 248). Translusensi parametresi sıkça sadece anterior restorasyonlar için önemli gibi gözükse de arka dişlerde de alt yapı malzemesinin rengini maskeleyen ya da tam tersine yansıtma özelliğinden dolayı dikkat edilmesi gerekmektedir (150). Bununla beraber bu özellik rengin algılanmasını da etkilemektedir.

CIE L*a*b* sistemine dayalı olarak, bir malzemenin translusensisi genellikle translusensi parametresi (TP) ile belirlenir. TP, doğrudan translusensinin görsel değerlendirmelerine karşılık gelen, siyah ve beyaz arka fonlar üzerinde aynı kalınlıktaki bir malzemenin renk farkını ifade eder. Materyal tam opak ise TP değeri sıfırdır. TP değeri ne kadar büyük olursa, bir malzemenin gerçek translusensisi o kadar yüksek olur (249, 250). Hem partiküllerin fiziksel yapısı (emilime yol açması) hem de matristeki partiküllerin bağıl kırılma indeksi ışığın saçılma miktarını etkiler (251). Küçük parçacıklardan (yaklaşık 0,1 μm çapında) oluşan bir malzeme, daha az opaktır. Oysa, büyük parçacıklar (yaklaşık 10 μm çapında) ışık çarptığında yüzey yansımalarına, ışık geçerken kırılmaya ve absorpsiyona neden olur (250, 251).

Hastalarda diş eti translusensi parametrelerini ölçen ve TP ile diş eti kalınlığı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma yapılmıştır (252). Çalışmanın sonuçlarına göre bunların arasında negatif bir korelasyon gözlenmiştir. Yani diş eti kalınlığı arttıkça TP değerleri azalmıştır. Ancak peri-implant mukozasının kalınlığı 2.0 mm'den büyük olunca, TP'de önemli bir değişiklik saptanmaması dikkati çekmektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre TP değerleri dikkate alındığında tüm alt gruplarda ısıl döngü işlemine bağlı olarak değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Renklere göre TP karşılaştırıldığında; G1, G3 ve G5 renklerin TP değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. G1 renginin TP değerinde, G3 ve G5 renklerinin TP değerlerine göre fark bulunmuştur. G1, G3 ve G5 renkleri arasında fark bulununca ısıl döngünün buna etkisi incelendiğinde bir farklılık gözlenmemiştir. Bütün renkler için değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Çalışmanın sonuçlarında ise IPS e.max Ceram grubunun daha küçük nano-florapatit cam seramik partikülleri içermesine rağmen TP değerleri IPS InLine grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olmasa da biraz daha az çıkmıştır. Bu sonuçlar, farklı *lamine* veneer seramik maddelerinin optik özelliklerini yaşlandırmaya bağlı olarak inceleyen bir çalışmanın sonuçları ile uyumludur. Yaşlandırma sonucunda hem IPS InLine Gingiva hem IPS e.max Ceram Gingiva grubundaki örneklerin translusensilerinde artış gözlemlenmiştir. IPS e.max Ceram Gingiva grubunun TP değerlerinin, IPS InLine Gingiva grubununkine göre daha az olduğu saptanmıştır (250).

Ağız ortamının sıcaklığına etki eden önemli etkenlerden biri soluk almadır. Solunum sırasındaki hava sıcaklığının, nemin ve hava hızının, ağız sıcaklığını kökten değiştirebileceğini birkaç iddia mevcuttur. Ancak nefes alma esas olarak üst çenenin ön dişlerini etkiler ve genel ağız ortamının sıcaklığına sadece hafif bir etkisi var gibi görünmektedir (183, 253, 254). Ağız boşluğundaki sıcaklık değişiklikleri ise dinamiktir, bu nedenle ağız fizyolojisine en yakın sıcaklık aralığını tanımlamak çok zordur. Sıvılar 0-100°C aralığında içilebilir iken, sıcak ve soğuk gıdalar bu aralığın dışındaki sıcaklıklarda olabilmektedir (255). Diş yüzeyinde olası en düşük sıcaklık muhtemelen 0°C'dir. Çünkü bir buz parçasının yenilmesi hariç eriyen buzdan daha soğuk bir şey yemek veya içmek pek karşılaşılan bir durum değildir (256).

En yüksek tahammül edilebilen sıcaklık da öznelidir. Plant ve ark. (257) 'nın yaptığı çalışmada kahveyi katılımcıların 60°C ile 68°C arasındaki sıcaklıkta rahatsızlık duyarak yudumlayabildiğini belirlemişlerdir. Ancak kahvenin 68°C'nin üzerinde yudumlanamayacak kadar sıcak olduğunu saptamışlar. Nispeten sıcak kabul edilmesine rağmen kahvenin 55°C ile 60°C arasında içilebilir ve 50°C ile 55°C arasında büyük oranlarda serbestçe içilebilir olduğunu belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada ise sıcak yemek sırasında dişlerin yüzey sıcaklığı ölçülmüş ve 43°C ile 53°C arasında olduğu bildirilmiştir (258). Ağız ortamında dişlerden başka, restorasyonlar da farklı pH değerleri ve sıcaklık dalgalanmalarından kaynaklanan ısısal değişikliklere sürekli maruz kalırlar (184).

Tükürük, nemli ağız ortamının temel kimyasal bileşenidir ve %99'u sudan oluşmaktadır. Seramiklerin cam bileşenini hidrasyon, hidroliz ve iyon değişimi reaksiyonları ile çözebilir, seramik malzemelerden alkali iyonların seçici sızmasına neden olabilir. Bu durum malzemelerin yüzey özelliklerinde, mikro yapısında ve mekanik özelliklerinde değişikliklere yol açabilir (236, 259).

Dental maddelere, doğal yaşlanma sürecini laboratuvar ortamında dikkate alan ve ağız koşullarını taklit eden ısıl döngü işlemi uygulanmaktadır. Bu yöntem ile farklı seramiklerin renk stabilitesi (260), translusensisi (261), yüzey özellikleri ve bağlantı dayanımları gibi çeşitli özellikleri çok sayıda in vitro çalışmada araştırılmıştır (262-264). Bununla birlikte, çalışmalar arasında büyük farklılıklar vardır ve çeşitli dental maddelerin yaşlanmasını taklit etmek için uygun döngü sayısı için standart bir protokol bulunmamaktadır. Araştırmacılardan Gale ve Darvell (183), yaklaşık 10.000 ısıl döngünün 1 yıllık klinik işleve karşılık geldiğini öne sürmüştür. Bu tahmin, bu tür döngülerin ağız ortamında günde 20 ila 50 kez meydana gelebileceği hipotezine dayanmaktadır. Bu yaklaşım, bazı araştırmacılar tarafından kabul görmüş ve sıklıkla tercih edilmektedir (265-267). Bu konuda son 15 yılda yayınlanan 193 çalışmanın dahil edildiği literatür derlemesi yapılmıştır (184). Derlemede ısıl döngü sayısının 100 döngü (268, 269) ile 100 000 döngü (270) arasında değiştiği belirlenmiştir. Derlemede sonucunda farklı çalışmalar arasında yapılan karşılaştırmalardan açıkça anlaşılan standart bir protokol olmadığı sonucuna varılmıştır. Dental maddelerin farklı özelliklerini araştıran ve 6000 ısıl döngü uygulayan çalışmalara sık rastlanılmaktadır (271-273). Bu çalışma da, ısıl döngü ile fırçalamanın BDT/BDÜ seramik örneklerin yüzey pürüzlülüğü ve rengi üzerine etkisini araştıran çalışmada (189) olduğu gibi tahmini ağız ortamında 5 seneye karşılık gelen 6000 ısıl döngü uygulanmıştır.

Çalışmada aynı markanın iki farklı gingival porselen tozları incelenmiştir. Diş eti rengini dikkate alan yeterli çalışma olmaması nedeniyle (227), klinik restorasyonlar için günümüzde standart bir diş eti renk skalası mevcut değildir (228, 229). Ayrıca her markanın kendine özgü diş eti renkleri ve renk dağılımları mevcuttur. Örneğin; VITAVM®9 gingival porselenlerin 5 rengi mevcuttur ve renkler açıktan koyuya doğru sıralanmıştır. Kuraray Noritake Cerabien™ZR markasının gingival porselenleri doku kiti olarak geçmektedir ve 7 renkten oluşmaktadır. Doku renkleri birden yediye kadar

renkler olarak adlandırılmıştır. Renkler; genel pembe, açık pembe, koyu pembe, ilk üç rengin 1/3 oranında karışımı, opaklığı artırılmış pembe, parlak ve ışıltılı pembe ile derin pembe olarak sıralanmaktadır (230). Yapılan bu çalışmada ise kullandığımız İvoclar Vivadent IPS Gingiva porselen renkleri 5 esas gingiva rengi, 5 yoğunluk düzenleyici, zirkon kaplama maddesi (ZL G), gingival opak renk (GO) ve temel gingiva (BG 34) renk tonlarından oluşmaktadır (127). Yukarıda da bahsedildiği gibi gingival porselenlerin standart renklerde olmamasından dolayı, çalışmada farklı markaların gingival porselenlerini karşılaştırmak mümkün olmamıştır.

Piyasada kullanıma sunulmuş gingival porselenler sınırlı sayıda bulunmaktadır. Bu durum kullanımlarını zorlaştıran ve sınırlayan bir etkidir. On farklı zirkon altyapılı pembe porselenin 20 sağlıklı gönüllünün diş eti ile uyumunu araştıran bir çalışmada, tüm porselen örneklerde algılanabilir eşik değerinin üzerinde bir renk farkı saptanmıştır (114). Başka bir çalışmada farklı diş eti renk skalaları ile gingival restoratif maddelerinin diş eti arasında renk uyumluluğu değerlendirilmiştir (3). Gingival restoratif maddelerden başka iki farklı gingival kompozit ve 3 farklı gingival porselen maddeleri dikkate alınmıştır. Çalışmanın sonucunda gingival renk skalaları ve gingival restoratif maddelerin çoğunluğu % 50:50 kabul edilebilirlik eşiğinin üzerinde önemli ölçüde farklılık sergilediği gözlemlenmiştir. Bu çalışmaların sonucunda, gingival restoratif maddeler kullanarak optimal estetik sonuçlar hedeflendiği zaman, her hastanın durumunun özel olarak değerlendirilmesi ve restoratif maddeler gerekli olursa birkaç rengi karıştırarak klinik olguya uyarlanması önerilmektedir. Ayrıca renk seçeneklerinin ve renk skalalarının geliştirilmesi sonucu pembe porselenlerin klinik kullanımının arttırılabileceği düşünülmektedir.

Literatürde gingival porselenlerin fiziksel özellikleri konusunda bilgi eksikliği vardır. Çalışmamız bu konuda ilk araştırmalardan biri olarak gözükmektedir ve bu nedenle in vitro olarak planlanmış ve yapılmıştır. Şüphesiz ki, in vivo randomize çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bizim yaptığımız çalışmanın daha kapsamlı, güvenilir düzeyi daha yüksek klinik çalışmalara katkıda bulunacağına inanmaktayız. Bu çalışmanın sonuçları ile hem diş hekimlerinin hem teknisyenlerin çoklu diş kaybı olan ve rezorbe kretlerde yapılacak sabit restorasyonların planlamasında ve diğer gingival porselenlerin uygulanacağı tedavi planlamalarına daha bilinçli yaklaşım

gösterebilme ve gelecekte oluşabilecek değişiklikleri öngörebilmelerine yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Farklı marka gingival porselenler renkli içecekler ile daha uzun süreli ısıl döngüler uygulanarak araştırılabilir.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

IPS InLine Gingiva ve IPS e.max Ceram Gingiva diş eti porselenlerinin G1, G3 ve G5 renklerinin dahil edildiği çalışmamızda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

1. Tüm gruplarda ısıl döngüden sonra renk değişimi, klinik olarak kabul edilebilir ve klinik olarak algılanabilir renk değişikliği eşik değerlerinin altında gözlemlenmiştir. IPS e.max Ceram G5 alt grubunun renk değişikliği diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Materyal tipi ve renkler yönünden örneklerin renk değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

2. Isıl döngüden sonra tüm gruplarda yüzey pürüzlülüğünde artış saptanmıştır. IPS e.max Ceram grubunun pürüzlülüğündeki artış IPS InLine grubuna göre daha fazla olmuştur. Isıl döngü öncesi ve sonrası pürüzlülük değerleri ve ısıl döngü işlemi sonucunda pürüzlülük değişimi renklere göre değerlendirildiğinde G1, G3, G5 renkleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

3. Tüm gruplarda, ısıl döngüye bağlı olarak TP değerlerinde minimal artış görülmüştür. Diğer bir ifade ile parlaklık çok az düzeyde azalmıştır. Isıl döngüden sonra IPS InLine Gingiva grubunun TP değerindeki değişim az olmak ile beraber istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. TP değerlerindeki değişim renklere göre değerlendirildiğinde ise G1, G3, G5 renkleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

4. Bu in vitro çalışmanın sonuçlarına göre; gingival porselenler için standart bir gingival renk skalasının hazırlanmasına gereksinim olduğu sonucuna varılmıştır. Standart değerler taşıyan yeni bir gingival renk skalası ile diş hekimlerinin ideal renk seçimine rehber olması ve diş teknisyenlerine bilgi aktarımında büyük kolaylık ve doğruluk sağlaması beklenebilir.

5. Bu çalışma in vitro olarak tek markanın iki gingival porselenleri üzerinde yapılmıştır. Çünkü bu konu ile ilgili standart bir protokol bulunmamaktadır. Daha ileri ve başka marka gingival porselenleri dikkate alan kapsamlı in vitro çalışmaların

yapılması önerilebilir. Ayrıca klinik ortamda hasta ağızında gingival porselenlerin özelliklerini ve verimlerini incelemek için in vivo çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



7. KAYNAKÇA

1. Van der Geld P, Oosterveld P, Van Heck G, Kuijpers-Jagtman AM. Smile attractiveness. Self-perception and influence on personality. *Angle Orthod.* 2007;77(5):759-65.
2. Schnitzer S, Türp JC, Heydecke G. Color distribution and visual color assessment of human gingiva and mucosa: a systematic review of the literature. *Int J Prosthodont.* 2004;17(3):327-32.
3. Sarmast ND, Angelov N, Ghinea R, Powers JM, Paravina RD. Color Compatibility of Gingival Shade Guides and Gingiva-Colored Dental Materials with Healthy Human Gingiva. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2018;38(3):397-403.
4. Belser U, Gallucci G, Afrashtehfar KI, Buser D, editors. Prosthetically driven techniques to compensate peri-implant soft tissue deficiencies. *Forum implantologicum*; 2016: Quintessence Publishing Group.
5. Priest GF, Lindke L. Gingival-colored porcelain for implant-supported prostheses in the aesthetic zone. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1998;10(9):1231-40; quiz 42.
6. Malament KA, Neeser S. Prosthodontic management of ridge deficiencies. *Dent Clin North Am.* 2004;48(3):735-44.
7. Hannon SM, Colvin CJ, Zurek DJ. Selective use of gingival-toned ceramics: case reports. *Quintessence Int.* 1994;25(4):233-8.
8. Babu PJ, Alla RK, Alluri VR, Datla SR, Konakanchi A. Dental Ceramics: Part I ®C An Overview of Composition, Structure and Properties. *American Journal of Materials Engineering and Technology.* 2015;3(1):13-8.
9. McLean JW. The science and art of dental ceramics. Chicago: Quintessence; 1979.
10. Rosenblum MA, Schulman A. A review of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc.* 1997;128(3):297-307.
11. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *J Prosthet Dent.* 2017;117(5):e1-e105.
12. El-Meliegy E, Noort Rv. Glasses and glass ceramics for medical applications. New York: Springer; 2011.
13. Leinfelder KF. Porcelain esthetics for the 21st century. *J Am Dent Assoc.* 2000;131 Suppl:47s-51s.
14. Anusavice K. Phillips' science of dental materials. 12 ed. St. Louis, Mo. : Elsevier; 2013.
15. Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent.* 1996;75(1):18-32.
16. Ring ME. Dentistry : An illustrated history. New York: Abradale Press/Harry N. Abrams; 1993.

17. Jones DW. Development of dental ceramics. An historical perspective. *Dent Clin North Am.* 1985;29(4):621-44.
18. Tural Z, Yİ, Tuncer E. Dental seramiklerin tarihsel gelişimi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2015;25:157-66.
19. Bergmann CP, Stumpf A. *Dental Ceramics Microstructure, Properties and Degradation.* Berlin: Heidelberg Springer Berlin Heidelberg; 2013. Available from: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-38224-6>.
20. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics.* St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016.
21. Weinstein M, Katz, S., Weinstein, AB. US patent. 3 052 982. 1962.
22. Weinstein M, Weinstein, AB. US patent. 3 052 983. 1962.
23. Wildgoose DG, Johnson A, Winstanley RB. Glass/ceramic/refractory techniques, their development and introduction into dentistry: A historical literature review. *J Prosthet Dent.* 2004;91(2):136-43.
24. Qualtrough AJ, Piddock V. Dental ceramics: what's new? *Dent Update.* 2002;29(1):25-33.
25. Sakaguchi RL, Ferracane J, Powers JM. *Craig's Restorative Dental Materials.* St. Louis, Missouri: Elsevier; 2019.
26. Naylor PW, King AH. *Introduction to metal-ceramic technology.* Chicago: Quintessence; 2009.
27. Hamouda IM, El-Waseffy NA, Hasan AM, El-Falal AA. Evaluation of an experimental dental porcelain. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2010;3(8):610-8.
28. Shillingburg HT, Sather DA, al e. *Fundamentals of fixed prosthodontics.* 4th ed. Hanover Park, IL: Quintessence Publishing; 2012.
29. Helvey GA. Classification of dental ceramics. *Inside Continuing Education.* 2013;13:62-8.
30. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont.* 2015;28(3):227-35.
31. Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Bajraktarova-Misevska C, Grozdanov A. Contemporary dental ceramic materials, a review: chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. *Open access Maced. J. Med. Sci* 2018;6(9):1742.
32. Noort RV. *Introduction to dental materials.* London: Mosby; 2009.
33. Li RWK, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *J Prosthodont Res.* 2014;58(4):208-16.
34. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res.* 2013;57(4):236-61.

35. Chevalier J, Gremillard L, Virkar AV, Clarke DR. The tetragonal- monoclinic transformation in zirconia: lessons learned and future trends. *J Am Cerami Soc.* 2009;92(9):1901-20.
36. American Dental Association. CDT: Code on dental procedures and nomenclature. <http://www.ada.org/en/publications/cdt/>. 2013.
37. Moshaverinia A. Review of the Modern Dental Ceramic Restorative Materials for Esthetic Dentistry in the Minimally Invasive Age. *Dent Clin North America.* 2020;64(4):621-31.
38. Lukez A, Pavlic A, Trinajstic Zrinski M, Spalj S. The unique contribution of elements of smile aesthetics to psychosocial well- being. *J Oral Rehabil.* 2015;42(4):275-81.
39. Shaw WC, Rees G, Dawe M, Charles C. The influence of dentofacial appearance on the social attractiveness of young adults. *Am J Orthod.* 1985;87(1):21-6.
40. Thompson LA, Malmberg J, Goodell NK, Boring RL. The distribution of attention across a talker's face. *Discourse Processes.* 2004;38(1):145-68.
41. Koidou VP, Chatzopoulos GS, Rosenstiel SF. Quantification of facial and smile esthetics. *J Prosth Dent.* 2018;119(2):270-7.
42. Nevin JB, Keim R. Social psychology of facial appearance. *Biomechanics and esthetic strategies in clinical orthodontics.* Saint Louis Mo: Elsevier; 2005. p. 94-109.
43. Hosoda M, Stone- Romero EF, Coats G. The effects of physical attractiveness on job- related outcomes: A meta- analysis of experimental studies. *Pers. Psychol.* 2003;56(2):431-62.
44. Tjan AH, Miller GD, The JG. Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent.* 1984;51(1):24-8.
45. Kokich VO, Kokich VG, Kiyak HA. Perceptions of dental professionals and laypersons to altered dental esthetics: asymmetric and symmetric situations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(2):141-51.
46. Witt M, Flores-Mir C. Laypeople's preferences regarding frontal dentofacial esthetics: periodontal factors. *J. Am. Dent. Assoc.* 2011;142(8):925-37.
47. Wang C, Hu Wj, Liang Lz, Zhang Yl, Chung KH. Esthetics and smile- related characteristics assessed by laypersons. *J Esthet Restor Dent .* 2018;30(2):136-45.
48. Machado AW. 10 commandments of smile esthetics. *Dental press J Orthod.* 2014;19(4):136-57.
49. Kokich Jr VO, Asuman Kiyak H, Shapiro PA. Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Restor Dent .* 1999;11(6):311-24.
50. Suzuki L, Machado AW, Bittencourt MAV. An evaluation of the influence of gingival display level in the smile esthetics. *Dental Press J Orthod.* 2011;16(5):37-9.

51. Hunt O, Johnston C, Hepper P, Burden D, Stevenson M. The influence of maxillary gingival exposure on dental attractiveness ratings. *The Eur. J. Orthod.* 2002;24(2):199-204.
52. Davis NC. Smile design. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):299-318, vii.
53. Iliev GV, Romeo G. Harmony of smile design in the facial context. *Int J Esthet Dent.* 2020;15(1):92-106.
54. Gómez-Polo C, Casado AMM, Gómez-Polo M, Montero J. Colour thresholds of the gingival chromatic space. *J. Dent.* 2020;103:103502.
55. Adolphi D. Natural esthetics. Sao Paulo; Chicago: Quintessence Editora; 2002. Available from: <http://books.google.com/books?id=rAFqAAAAMAAJ>.
56. Bayindir F, Bayindir YZ, Gozalo-Diaz DJ, Wee AG. Coverage error of gingival shade guide systems in measuring color of attached anterior gingiva. *J Prosthet Dent.* 2009;101(1):46-53.
57. Newman MG, Takei H, Klokkevold PR, Carranza FA. Carranza's clinical periodontology. St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders; 2011.
58. Ekrem O, YAVUZ İ, YILDIZ O. Gülümseme estetiğinin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2018;28(4):583-91.
59. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J. Periodontol.* 1992;63(12):995-6.
60. Dummett CO. Oral Pigmentation. *J. Periodontol.* 1960;31(5):356-60.
61. Bodecker C. Relation of histology and histopathology to clinical dentistry. *J Dent Educ.* 1939;4:55.
62. Heydecke G, Schnitzer S, Türp JC. The color of human gingiva and mucosa: visual measurement and description of distribution. *Clin Oral Investig.* 2005;9(4):257-65.
63. Bayindir F, Bayindir YZ, Gozalo-Diaz DJ, Wee AG. Coverage error of gingival shade guide systems in measuring color of attached anterior gingiva. *J Prosthet Dent.* 2009;101(1):46-53.
64. Buser D, Martin W, Belser UC. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: anatomic and surgical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19 Suppl(7):43-61.
65. Belser U, Martin WC, Jung R. Implant therapy in the esthetic zone single-tooth replacements. Berlin; Chicago; London; Paris: Quintessence Publishing Co; 2007.
66. Belser UC, Buser D, Hess D, Schmid B, Bernard JP, Lang NP. Aesthetic implant restorations in partially edentulous patients--a critical appraisal. *Periodontol* 2000. 1998;17:132-50.
67. Chang M, Wennström JL, Ödman P, Andersson B. Implant supported single-tooth replacements compared to contralateral natural teeth. Crown and soft tissue dimensions. *Clinical oral implants research.* 1999;10(3):185-94.

68. Singh VP, Uppoor AS, Nayak DG, Shah D. Black triangle dilemma and its management in esthetic dentistry. *Dent Res J (Isfahan)*. 2013 May;10(3):296-301.
69. Doğu Ömür D. Tek Diş İmplant Üstü Protezlerde Estetik Seçenekler. *Türkiye Klinikleri J Prosthodont-Special Topics*. 2016;2(3):52-60.
70. Fuentealba R, Jofré J. Esthetic failure in implant dentistry. *Dental Clinics*. 2015;59(1):227-46.
71. Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Implants Res*. 1990;1(1):33-40.
72. Avivi-Arber L, Zarb GA. Clinical effectiveness of implant-supported single-tooth replacement: the Toronto Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996;11(3):311-21.
73. Scheller H, Urgell JP, Kultje C, Klineberg I, Goldberg PV, Stevenson-Moore P, et al. A 5-year multicenter study on implant-supported single crown restorations. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*. 1998;13(2):212-8.
74. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, et al. Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clin Oral Implants Res*. 1997;8(3):161-72.
75. Fürhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single- tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clinical oral implants research*. 2005;16(6):639-44.
76. Papaspyridakos P, Chen C-J, Singh M, Weber H-P, Gallucci G. Success criteria in implant dentistry: a systematic review. *J. Dent. Res.*. 2012;91(3):242-8.
77. Belser UC, Grütter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber HP, Buser D. Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single- tooth implants using objective esthetic criteria: a cross- sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4- year follow- up using pink and white esthetic scores. *J. Periodontol*. 2009;80(1):140-51.
78. Chu SJ, Paravina RD, Sailer I, Mielezsko AJ. *Color in dentistry : a clinical guide to predictable esthetics*: Quintessence Publishing Co; 2017.
79. Chen J, Chiang C, Zhang Y. Esthetic evaluation of natural teeth in anterior maxilla using the pink and white esthetic scores. *Clinical implant dentistry and related research*. 2018;20(5):770-7.
80. Coachman C, Calamita M. The reconstruction of pink and white esthetics. *Int Dent SA*. 2010;12(3):88-93.
81. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24 Suppl:237-59.
82. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP. A systematic review of post-extractional alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23 Suppl 5:1-21.

83. Van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot DE. Alveolar bone dimensional changes of post- extraction sockets in humans: a systematic review. *J. Clin. Periodontol.* 2009;36(12):1048-58.
84. Kuchler U, von Arx T. Horizontal ridge augmentation in conjunction with or prior to implant placement in the anterior maxilla: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29 Suppl:14-24.
85. Akcalı A, Nizam N. Alveol Kret Defektlerinin Tedavisinde Yumuşak Doku Ogmentasyon Yöntemleri: Literatür Derlemesi. *EÜ Dişhek Fak Derg.* 2014;35:1-9.
86. Resnik RR, Misch CE. *Misch's contemporary implant dentistry.* 4 ed. St. Louis: Elsevier; 2021.
87. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(4):313-23.
88. Buser D, Dula K, Belser U, Hirt H-P, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. I. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1993;13(1):29-45.
89. Simion M, Baldoni M, Rassi P, Zaffe D. A comparative study of the effectiveness of e-PTFE membranes with and without early exposure during the healing period. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1994;14(2):166-80.
90. Thoma DS, Buranawat B, Hämmerle CH, Held U, Jung RE. Efficacy of soft tissue augmentation around dental implants and in partially edentulous areas: a systematic review. *J Clin Periodontol.* 2014;41 Suppl 15:S77-91.
91. Seibert JS, Salama H. Alveolar ridge preservation and reconstruction. *Periodontol 2000.* 1996;11:69-84.
92. McAllister BS, Haghighat K. Bone augmentation techniques. *J. Periodontol.* 2007;78(3):377-96.
93. Masaki C, Nakamoto T, Mukaibo T, Kondo Y, Hosokawa R. Strategies for alveolar ridge reconstruction and preservation for implant therapy. *J. Prosthodont. Res..* 2015;59(4):220-8.
94. Buser D, Chappuis V, Kuchler U, Bornstein M, Wittneben J, Buser R, et al. Long-term stability of early implant placement with contour augmentation. *J Dent Res.* 2013;92(12 Suppl):176S-82S.
95. Salama M, Ishikawa T, Salama H, Funato A, Garber D. Advantages of the root submergence technique for pontic site development in esthetic implant therapy. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007;27(6):521-7.
96. Prato GP, Cairo F, Tinti C, Cortellini P, Muzzi L, Mancini EA. Prevention of alveolar ridge deformities and reconstruction of lost anatomy: a review of surgical approaches. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2004;24(5):434-45.

97. Cornelini R, Barone A, Covani U. Connective tissue grafts in postextraction implants with immediate restoration: a prospective controlled clinical study. *Practical procedures & aesthetic dentistry: PPAD*. 2008;20(6):337-43.
98. Jung RE, Holderegger C, Sailer I, Khraisat A, Suter A, Hämmerle C. The effect of all-ceramic and porcelain-fused-to-metal restorations on marginal peri-implant soft tissue color: a randomized controlled clinical trial. *Int. J. Periodontics Restor. Dent*. 2008;28(4):357-65.
99. Kan JY, Rungcharassaeng K, Morimoto T, Lozada J. Facial gingival tissue stability after connective tissue graft with single immediate tooth replacement in the esthetic zone: consecutive case report. *J. Oral Maxillofac. Surg*. 2009;67(11):40-8.
100. Speroni S, Cicciù M, Maridati P, Grossi GB, Maiorana C. Clinical investigation of mucosal thickness stability after soft tissue grafting around implants: a 3-year retrospective study. *Indian J Dent Res*. 2010;21(4):474-9.
101. Zetu L, Wang HL. Management of inter- dental/inter- implant papilla. *J. Clin. Periodontol*. 2005;32(7):831-9.
102. Monnet-Corti V, Antezack A, Pignoly M. Perfecting smile esthetics: keep it pink! *L'Orthodontie française*. 2018;89(1):71-80.
103. Dym H, Pierre 2nd R. Diagnosis and treatment approaches to a "Gummy Smile". *Dent Clin North Am*. 2020;64(2):341-49.
104. Kois JC. Predictable single tooth peri-implant esthetics: five diagnostic keys. *Compend Contin Educ Dent*. 2001;22(3):199-206; quiz 8.
105. Salama H, Salama MA, Garber D, Adar P. The interproximal height of bone: a guidepost to predictable aesthetic strategies and soft tissue contours in anterior tooth replacement. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1998;10(9):1131-41; quiz 42.
106. Coachman C, Salama M, Garber D, Calamita M, Salama H, Cabral G. Prosthetic gingival reconstruction in a fixed partial restoration. Part 1: introduction to artificial gingiva as an alternative therapy. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2009;29(5):471-7.
107. Barzilay I, Irene T. Gingival prostheses--a review. *J Can Dent Assoc*. 2003;69(2):74-8.
108. Ziahosseini P, Hussain F, Millar B. Management of gingival black triangles. *Br. Dent. J.*. 2014;217(10):559-63.
109. Ankli V, Limeira FIR, Yamauti M, Sá TCM. Gingival veneer used as prosthetic solution for esthetic-compromised malpositioned dental implant. *Contemp Clin Dent*. 2018;9(1):123-7.
110. Vinnakota DN, Akula SR, Kukunoor S, MEMPALLY H. Diverse modalities of gingival replacement: A report of three cases. *Contemp Clin Dent*. 2012;3(3):320-2.
111. Gopakumar A, Sood B. Conservative management of gingival recession: The gingival veneer. *J Esthet Restor Dent* . 2012;24(6):385-93.

112. Çakan U, BALCI N, Demir B. Diş eti protezleri. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2014;24(3):20-8.
113. Saadat F, Mosharraf R. Prosthetic management of an extensive maxillary alveolar defect with an implant-supported restoration. J. Dent. (Tehran, Iran). 2013;10(3):256-63.
114. Valente NA, Sailer I, Fehmer V, Thoma DS. Color differences between pink veneering ceramics and the human gingiva. Int J Periodontics Restorative Dent. 2018;38(Suppl):s59-s65.
115. Salama M, Garber D, Calamita M, Salama H. Prosthetic gingival reconstruction in fixed partial restorations. Part 3: laboratory procedures and maintenance. Restorative Dent. 2010;30:19-29.
116. Viana PC, Kovacs Z, Correia A. Purpose of esthetic risk assessment in prosthetic rehabilitations with gingiva-shade ceramics. Int J Esthet Dent. 2014;9(4):480-9.
117. Papaspyridakos P, Amin S, El- Rafie K, Weber HP. Technique to match gingival shade when using pink ceramics for anterior fixed implant prostheses. J. Prosthodont.. 2018;27(3):311-3.
118. Duncan JD, Swift Jr EJ. Use of Tissue- Tinted Porcelain to Restore Soft- Tissue Defects. J. Prosthodont.. 1994;3(2):59-61.
119. Goodacre CJ. Gingival esthetics. J Prosthet Dent. 1990;64(1):1-12.
120. Park SE, Da Silva JD, Weber HP, Ishikawa- Nagai S. Optical phenomenon of peri- implant soft tissue. Part I. Spectrophotometric assessment of natural tooth gingiva and peri- implant mucosa. Clinical oral implants research. 2007;18(5):569-74.
121. Bressan E, Paniz G, Lops D, Corazza B, Romeo E, Favero G. Influence of abutment material on the gingival color of implant- supported all- ceramic restorations: a prospective multicenter study. Clinical oral implants research. 2011;22(6):631-7.
122. Sumi T, Takeshita K, Takeichi T, Coelho PG, Jimbo R. Patient-specific gingiva-colored abutments: a case series. Int J Periodontics Restorative Dent. 2014;34(4):469-75.
123. Buchi D, Sailer I, Fehmer V, Hammerle C, Thoma DS. All-ceramic single-tooth implant reconstructions using modified zirconia abutments: a prospective randomized controlled clinical trial of the effect of pink veneering ceramic on the esthetic outcomes. Int J Periodontics Restorative Dent. 2014;34(1):29-37.
124. Kim TH, Cascione D, Knezevic A, Nowzari H. Restoration using gingiva-colored ceramic and a ridge lap pontic with circumferential pressure: a clinical report. J Prosthet Dent.. 2010;104(2):71-6.
125. Kamalakidis S, Paniz G, Kang K-H, Hirayama H. Nonsurgical management of soft tissue deficiencies for anterior single implant-supported restorations: a clinical report. J Prosthet Dent. 2007;97(1):1-5.

126. Vailati F, Belser C, editors. Implant-supported fixed prostheses with integrated artificial gingiva for the esthetic cone the pink power concept. Forum Implantologicum; 2011.
127. Alani A, Maglad A, Nohl F. The prosthetic management of gingival aesthetics. Br Dent J. 2011;210(2):63-9.
128. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. J Prosthet Dent. 2009;101(3):193-9.
129. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş hekimliğinde renk seçimi. Hacettepe Diş Hek Fak Derg. 2009;33(4):52-8.
130. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. J. Dent.. 2004;32:3-12.
131. Önal BR, Duygu; Türkün, L. Şebnem; . Restoratif Diş Hekimliğinde Renk Seçimi. Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics. 2015;1(3):21-7.
132. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. J Prosthet Dent.. 1973;29(4):416-24.
133. Hatrick CD, Eakle WS. Dental materials : clinical applications for dental assistants and dental hygienists. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016.
134. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. Int J Periodontics Restorative Dent. 2003;23(5):467-80.
135. de l'Éclairage CI. Light as a true visual quantity: Principles of measurement. CIE Central Bureau CIE. 1978;41.
136. Tabatabaian F. Color aspect of monolithic zirconia restorations: a review of the literature. J Prosthodont. 2019;28(3):276-87.
137. Papageorgiou-Kyrana A, Kokoti M, Kontonasaki E, Koidis P. Evaluation of color stability of preshaded and liquid-shaded monolithic zirconia. J Prosthet Dent. 2018;119(3):467-72.
138. Rutkūnas V, Dirsė J, Bilius V. Accuracy of an intraoral digital scanner in tooth color determination. J Prosthet Dent.. 2020;123(2):322-9.
139. de l'Éclairage CI. Colorimetry. CIE Pub. 1986;15:566.
140. Billmeyer FW, Saltzman M. Principles of color technology. 2nd ed. New York ; Toronto: J. Wiley; 1981.
141. ISO. ISO/TR 28642:2016. Dentistry—Guidance on color measurement. Geneva: International Organization for Standardization 2016.
142. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color- difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. Color Research & Application. 2005;30(1):21-30.
143. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. J Esthet Restor Dent . 2015;27:S1-S9.
144. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. J. Dent.. 2010;38:e57-e64.

145. de L'Eclairage CI. CIE 15: 2004 Technical Report. Colorimetry 3rd ed, Vienna, Austria. 2004.
146. Gómez-Polo C, Muñoz MP, Luengo MCL, Vicente P, Galindo P, Casado AMM. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *J Prosthet Dent.* 2016;115(1):65-70.
147. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour- difference formula: CIEDE2000. *Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur.* 2001;26(5):340-50.
148. CIE P. CIE Technical Report: Colorimetry. CIE Publication, CIE Central Bureau, Vienna, Austria. 2004;15:3.
149. Vichi A, Louca C, Corciolani G, Ferrari M. Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dental materials.* 2011;27(1):97-108.
150. Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthodont.* 1995;8(1):79-86.
151. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent.* 1998;80(6):642-8.
152. Kalantari MH, Ghorraishian SA, Mohaghegh M. Evaluation of accuracy of shade selection using two spectrophotometer systems: Vita Easyshade and Degudent Shadepilot. *Eur J Dent.* 2017;11(2):196-200.
153. Igiel C, Weyhrauch M, Wentaschek S, Scheller H, Lehmann KM. Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods. *Dent. Mater.* 2016;35(1):63-9.
154. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002;81(8):578-82.
155. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J. Dent.* 2010;38:e2-e16.
156. Paravina RD, Powers JM, Fay R-M. Color comparison of two shade guides. *Int J Prosthodont.* 2002;15(1):73-8.
157. <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-classical-A1-D4-shade-guide-39699h>.
158. Bayindir F, Kuo S, Johnston WM, Wee AG. Coverage error of three conceptually different shade guide systems to vital unrestored dentition. *J Prosthet Dent.* 2007;98(3):175-85.
159. <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Toothguide-3D-MASTER-26230h>.
160. Vivadent I. Gingiva Solution Brochure.
161. https://www.ivoclarvivadent.com/en_US/shop/p/MetalCeramics/ShadeGuideGingivaSolution/p/674209.

162. <http://www.dentsplyestore.com.au/www/770/files/shadestardfu.pdf>.
163. <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Easyshade-V-78900> hme.
164. https://www.vita-zahnfabrik.com/pdb_GG2G50G200_en h.
165. <https://spectroshade.us/products/spectroshade-micro-ii>.
166. https://www.konicaminolta.com/instruments/download/catalog/color/pdf/cm3600a_catalog_eng.pdf.
167. <https://www5.konicaminolta.eu/tr/oelcuem-cihazlari/ueruenler/renk-oelcuemue/spektrofotometre-masauestue/cm-3600a/tanitim.html>.
168. Quirynen M, Bollen C. The influence of surface roughness and surface- free energy on supra- and subgingival plaque formation in man: A review of the literature. *J. Clin. Periodontol.* 1995;22(1):1-14.
169. da Silva TM, Salvia ACRD, de Carvalho RF, Pagani C, da Rocha DM, da Silva EG. Polishing for glass ceramics: which protocol? *J. Prosthodont. Res.* 2014;58(3):160-70.
170. McConnell MD, Liu Y, Nowak AP, Pilch S, Masters JG, Composto RJ. Bacterial plaque retention on oral hard materials: effect of surface roughness, surface composition, and physisorbed polycarboxylate. *J Biomed Mater Res A.* 2010;92(4):1518-27.
171. Motro PFK, Kursoglu P, Kazazoglu E. Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. *J Prosthet Dent.* 2012;108(4):231-7.
172. Kursoglu P, Motro PFK, Kazazoglu E. Correlation of surface texture with the stainability of ceramics. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):306-13.
173. Bollenl CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental materials.* 1997;13(4):258-69.
174. Quirynen M, Marechal M, Busscher H, Weerkamp A, Darius P, van Steenberghe D. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation: an in vivo study in man. *J. Clin. Periodontol.* 1990;17(3):138-44.
175. Jones C, Billington R, Pearson G. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br. Dent. J.* 2004;196(1):42-5.
176. Whitehead S, Shearer A, Watts D, Wilson N. Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J. Oral Rehabil.* 1995;22(6):421-7.
177. Alhabdan AA, El-Hejazi AA. Comparison of surface roughness of ceramics after polishing with different intraoral polishing systems using profilometer and SEM. *J Dent Health Oral Disord Ther.* 2015;2(3):1-11.
178. Joniot S, Salomon JP, Dejou J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative dentistry.* 2006;31(1):39-46.

179. Verran J, Rowe DL, Boyd RD. The effect of nanometer dimension topographical features on the hygienic status of stainless steel. *J. Food Prot.* 2001;64(8):1183-7.
180. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med.* 2007;18(1):155-63.
181. Gadelmawla E, Koura MM, Maksoud TM, Elewa IM, Soliman H. Roughness parameters. *J. Mater. Process. Technol.* 2002;123(1):133-45.
182. Tekbaş A M OAB, Sayın Özel G. Ağız ortamının simülasyonu açısından termal ve loading siklusun önemi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2016;26(4):0-.
183. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent.* 1999;27(2):89-99.
184. Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, et al. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2014;29:295-308.
185. ISO. ISO 7491: Dental materials determination of colour stability. . Geneva: International Organization for Standardization 2000.
186. Lee S-M, Choi Y-S. Effect of ceramic material and resin cement systems on the color stability of laminate veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent.* 2018;120(1):99-106.
187. Mühlemann S, Bernini JM, Sener B, Hämmerle CH, Özcan M. Effect of aging on stained monolithic resin- ceramic CAD/CAM materials: quantitative and qualitative analysis of surface roughness. *J Prosthodont.* 2019;28(2):e563-e71.
188. ISO T. 11405. Dental materials—Guidance on testing of adhesion to tooth structure. 1994:1-14.
189. Yuan JC-C, Barão VAR, Wee AG, Alfaro MF, Afshari FS, Sukotjo C. Effect of brushing and thermocycling on the shade and surface roughness of CAD-CAM ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 2018;119(6):1000-6.
190. Morley J, Eubank J. Macroesthetic elements of smile design. *J. Am. Dent. Assoc.* 2001;132(1):39-45.
191. Oringer R, Iacono V. Periodontal cosmetic surgery. *J Int Acad Periodontol.* 1999;1(3):83-90.
192. Garber DA, Salama MA. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontology* 2000. 1996;11(1):18-28.
193. Ke XP, Wang CW, Sun HQ, Yang Y, Luo XY, Liu TS. A quantitative research on clinical parameters of gingival contour for anterior teeth esthetic analysis and design. *J Esthet Restor Dent .* 2018;30(6):532-7.

194. Belser U, Buser D, Higginbottom F. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding esthetics in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19(Suppl):73-4.
195. Patil AS, Ranganath V, Yerawadekar SA, Kumar CN, Sarode GS. Pink Esthetics: A Study on Significant Gingival Parameters. *J Contemp Dent Pract*. 2020;21(2):207-10.
196. Wennström JL. Mucogingival therapy. *Annals of periodontology*. 1996;1(1):671-701.
197. Breault L, Shakespeare R, Fowler E. Enhanced fixed prosthetics with a connective tissue ridge augmentation. *General dentistry*. 1999;47(6):618-22.
198. Capri D, Albehbehani Y, Smukler H. Augmentation of an anterior edentulous ridge for fixed prosthodontics with combined use of orthodontics and surgery: a clinical report. *J Prosthet Dent*.. 2003;90(2):111-5.
199. Papadimitriou DE, Chochlidakis KM, Weitz DS, Wazirian B, Ercoli C. Surgical and prosthetic management of ridge deficiency for an implant-supported restoration in the esthetic zone. *J Prosthet Dent*.. 2014;112(3):409-13.
200. Benic GI, Scherrer D, Sancho- Puchades M, Thoma DS, Hämmerle CH. Spectrophotometric and visual evaluation of peri- implant soft tissue color. *Clinical oral implants research*. 2017;28(2):192-200.
201. Lops D, Stellini E, Sbricoli L, Cea N, Romeo E, Bressan E. Influence of abutment material on peri- implant soft tissues in anterior areas with thin gingival biotype: a multicentric prospective study. *Clinical oral implants research*. 2017;28(10):1263-8.
202. Capa N. An alternative treatment approach to gingival recession: gingiva-colored partial porcelain veneers: a clinical report. *J Prosthet Dent*.. 2007;98(2):82-4.
203. Montero J, Gómez Polo C, Rosel E, Barrios R, Albaladejo A, López- Valverde A. The role of personality traits in self- rated oral health and preferences for different types of flawed smiles. *J. Oral Rehabil*.. 2016;43(1):39-50.
204. Goldstein GR, Schmitt GW. Repeatability of a specially designed intraoral colorimeter. *J Prosthet Dent*.. 1993;69(6):616-9.
205. Mahn E, Tortora SC, Olate B, Cacciuttolo F, Kernitsky J, Jorquera G. Comparison of visual analog shade matching, a digital visual method with a cross-polarized light filter, and a spectrophotometer for dental color matching. *J Prosthet Dent*. 2021;125(3):511-6.
206. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e2-16.
207. Lehmann KM, Devigus A, Igiel C, Wentaschek S, Azar MS, Scheller H. Repeatability of color-measuring devices. *Eur J Esthet Dent*. 2011;6(4):428-35.
208. Khurana R, Tredwin C, Weisbloom M, Moles D. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *Br. Dent. J.*. 2007;203(12):675-80.

209. Karamouzos A, Papadopoulos M, Kolokithas G, Athanasiou A. Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *J. Oral Rehabil.* 2007;34(8):613-21.
210. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle C. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J. Dent. Res.* 2002;81(8):578-82.
211. Gehrke P, Riekeberg U, Fackler O, Dhond G. Comparison of In Vivo Visual, Spectrophotometric and Colorimetric Shade Determination of Teeth and Implant-supported Crowns Vergleichsstudie zur visuellen, spektrophotometrischen und kolorimetrischen Farb. *Int. J. Comput. Dent.* 2009;12:247-63.
212. Gómez-Polo C, Montero J, Gómez-Polo M, Casado AMM. Clinical study on natural gingival color. *Odontology.* 2019;107(1):80-9.
213. Gómez-Polo C, Montero J, Casado AMM. Dental student, dentist, dental assistant, and layperson perception of pink gingival porcelain color. *J Prosthet Dent.* 2020.
214. Polo CG, Montero J, Casado AMM. Proposal for a gingival shade guide based on in vivo spectrophotometric measurements. *J Adv Prosthodont.* 2019;11(5):239-46.
215. Wang J, Lin J, Gil M, Da Silva JD, Wright R, Ishikawa-Nagai S. Optical effects of different colors of artificial gingiva on ceramic crowns. *J. Dent.* 2013;41:e11-e7.
216. Wang J, Lin J, Seliger A, Gil M, da Silva JD, Ishikawa-Nagai S. Color effects of gingiva on cervical regions of all-ceramic crowns. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25(4):254-62.
217. Sala L, Carrillo-de-Albornoz A, Martín C, Bascones-Martínez A. Factors involved in the spectrophotometric measurement of soft tissue: A clinical study of interrater and intrarater reliability. *J Prosthet Dent.* 2015;113(6):558-64.
218. Paniz G, Bressan E, Stellini E, Romeo E, Lops D. Correlation between subjective and objective evaluation of peri-implant soft tissue color. *Clinical oral implants research.* 2014;25(8):992-6.
219. de l'Eclairage CI. Recommendations on uniform color spaces, color-difference equations, psychometric color terms. Paris: CIE. 1978.
220. Pérez Mdel M, Saleh A, Yebra A, Pulgar R. Study of the variation between CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color-differences of resin composites. *Dent Mater J.* 2007;26(1):21-8.
221. Lee YK. Comparison of CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color-differences after polymerization and thermocycling of resin composites. *Dent Mater.* 2005;21(7):678-82.
222. del Mar Pérez M, Saleh A, Yebra A, Pulgar R. Study of the variation between CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color-differences of resin composites. *Dent. Mater. J.* 2007;26(1):21-8.

223. Pérez MM, Ghinea R, Herrera LJ, Carrillo F, Ionescu AM, Paravina RD. Color difference thresholds for computer-simulated human Gingiva. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(2):e24-e30.
224. Ren J, Lin H, Huang Q, Zheng G. Determining color difference thresholds in denture base acrylic resin. *J Prosthet Dent*.. 2015;114(5):702-8.
225. Paravina RD, Swift Jr EJ. Color in dentistry: improving the odds of correct shade selection. *J Esthet Restor Dent* . 2009;21(3):202-8.
226. del Mar Perez M, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, et al. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J. Dent*.. 2011;39:e37-e44.
227. Sailer I, Fehmer V, Ioannidis A, Hämmerle C, Thoma DS. Threshold value for the perception of color changes of human gingiva. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2014;34(6):757-62.
228. Roselino LdMR, Cruvinel DR, Chinelatti MA, Pires-de FdCP. Effect of brushing and accelerated ageing on color stability and surface roughness of composites. *J. Dent*.. 2013;41:e54-e61.
229. Palla E-S, Kontonasaki E, Kantiranis N, Papadopoulou L, Zorba T, Paraskevopoulos KM, et al. Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. *J Prosthet Dent*.. 2018;119(4):632-42.
230. Catelan A, Briso AL, Sundfeld RH, Dos Santos PH. Effect of artificial aging on the roughness and microhardness of sealed composites. *J Esthet Restor Dent*. 2010;22(5):324-30.
231. Gregorius WC, Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Roggenkamp CL, Powers JM, Paravina RD. Effects of ageing and staining on color of acrylic resin denture teeth. *J. Dent*.. 2012;40:e47-e54.
232. Sorensen JA. A rationale for comparison of plaque-retaining properties of crown systems. *J Prosthet Dent*. 1989;62(3):264-9.
233. Rashid H. The effect of surface roughness on ceramics used in dentistry: A review of literature. *Eur J Dent*. 2014;8(4):571-9.
234. Preis V, Behr M, Kolbeck C, Hahnel S, Handel G, Rosentritt M. Wear performance of substructure ceramics and veneering porcelains. *Dental Materials*. 2011;27(8):796-804.
235. Kim M-J, Oh S-H, Kim J-H, Ju S-W, Seo D-G, Jun S-H, et al. Wear evaluation of the human enamel opposing different Y-TZP dental ceramics and other porcelains. *J. Dent*.. 2012;40(11):979-88.
236. Tang X, Luo H, Bai Y, Tang H, Nakamura T, Yatani H. Influences of multiple firings and aging on surface roughness, strength and hardness of veneering ceramics for zirconia frameworks. *J. Dent*.. 2015;43(9):1148-53.
237. Haralur SB. Evaluation of efficiency of manual polishing over autoglazed and overglazed porcelain and its effect on plaque accumulation. *J Adv Prosthodont*. 2012;4(4):179-86.

238. Henry PJ, Johnston JF, Mitchell DF. Tissue changes beneath fixed partial dentures. *J Prosthet Dent.* 1966;16(5):937-47.
239. Tholt B, Miranda-Júnior WG, Prioli R, Thompson J, Oda M. Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Operative dentistry.* 2006;31(4):442-9.
240. Alencar-Silva FJ, Barreto JO, Negreiros WA, Silva PG, Pinto-Fiamengui LMS, Regis RR. Effect of beverage solutions and toothbrushing on the surface roughness, microhardness, and color stainability of a vitreous CAD-CAM lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent.* 2019;121(4):711. e1-. e6.
241. Akar GC, Pekkan G, Çal E, Eskitaşcıoğlu G, Özcan M. Effects of surface-finishing protocols on the roughness, color change, and translucency of different ceramic systems. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):314-21.
242. Stout K. Surface roughness~ measurement, interpretation and significance of data. *Materials & Design.* 1981;2(5):260-5.
243. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int.* 1993 Sep;24(9):641-58.
244. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M, Vanherle G. The surface roughness of enamel-to-enamel contact areas compared with the intrinsic roughness of dental resin composites. *J. Dent. Res.* 1991;70(9):1299-305.
245. Vrochari AD, Petropoulou A, Chronopoulos V, Polydorou O, Massey W, Hellwig E. Evaluation of surface roughness of ceramic and resin composite material used for conservative indirect restorations, after repolishing by intraoral means. *J. Prosthodont.* 2017;26(4):296-301.
246. Tang X, Tan Z, Nakamura T, Yatani H. Effects of ageing on surface textures of veneering ceramics for zirconia frameworks. *J. Dent.* 2012;40(11):913-20.
247. Brodbelt RH, O'Brien WJ, Fan PL. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res.* 1980;59(1):70-5.
248. Zhang Y, Griggs JA, Benham AW. Influence of powder/liquid mixing ratio on porosity and translucency of dental porcelains. *J Prosthet Dent.* 2004;91(2):128-35.
249. Villarroel M, Fahl N, De Sousa AM, de Oliveira OB. Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *J Esthet Restor Dent .* 2011;23(2):73-87.
250. Bagis B, Turgut S. Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers. *J. Dent.* 2013;41:e24-e30.
251. Kim JH, Lee YK, Powers JM. Influence of a series of organic and chemical substances on the translucency of resin composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2006;77(1):21-7.
252. Jun S-H, Ahn J-S, Chang BM, Lee JD, Ryu J-J, Kwon J-J. In vivo measurements of human gingival translucency parameters. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013;33(4):427-34.

253. Boehm RF. Thermal environment of teeth during open-mouth respiration. *J. Dent. Res.* 1972;51(1):75-8.
254. Ernst CP, Canbek K, Euler T, Willershausen B. In vivo validation of the historical in vitro thermocycling temperature range for dental materials testing. *Clin Oral Investig.* 2004;8(3):130-8.
255. Barclay C, Boyle E, Williams R, Marquis P. The effect of thermocycling on five adhesive luting cements. *J. Oral Rehabil.* 2002;29(6):546-52.
256. Palmer D, Barco M, Billy E. Temperature extremes produced orally by hot and cold liquids. *J Prosthet Dent.* 1992;67(3):325-7.
257. Plant C, Jones D, Darvell B. The heat evolved and temperatures attained during setting of restorative materials. *Br. Dent. J.* 1974;137(6):233-8.
258. Crabtree M, Atkinson H. A preliminary report on the solubility of decalcified dentine in water. *Aust J Dent.* 1955;55:340-2.
259. Cesar PF, Gonzaga CC, Miranda Jr WG, Yoshimura HN. Effect of ion exchange on hardness and fracture toughness of dental porcelains. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007;83(2):538-45.
260. Gürdal I, Atay A, Eichberger M, Cal E, Üsümez A, Stawarczyk B. Color change of CAD-CAM materials and composite resin cements after thermocycling. *J Prosthet Dent.* 2018;120(4):546-52.
261. Aljanobi G, Al-Sowygh ZH. The effect of thermocycling on the translucency and color stability of modified glass ceramic and multilayer zirconia materials. *Cureus.* 2020;12(2).
262. Aljanobi G, Al-Sowygh ZH. The effect of thermocycling on the translucency and color stability of modified glass ceramic and multilayer zirconia materials. *Cureus.* 2020;12(2):e6968.
263. Minami H, Hori S, Kurashige H, Murahara S, Muraguchi K, Minesaki Y, et al. Effects of thermal cycling on surface texture of restorative composite materials. *Dent. Mater. J.* 2007;26(3):316-22.
264. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2015;114(4):587-93.
265. Papageorgiou-Kyrana A, Kokoti M, Kontonasaki E, Koidis P. Evaluation of color stability of preshaded and liquid-shaded monolithic zirconia. *J Prosthet Dent.* 2018;119(3):467-72.
266. Vasiliu R-D, Porojan SD, Bîrdeanu MI, Porojan L. Effect of thermocycling, surface treatments and microstructure on the optical properties and roughness of CAD-CAM and heat-pressed glass ceramics. *Materials (Basel).* 2020;13(2):381.
267. Seyidaliyeva A, Rues S, Evagorou Z, Hassel AJ, Rammelsberg P, Zenthöfer A. Color stability of polymer- infiltrated- ceramics compared with lithium disilicate ceramics and composite. *J Esthet Restor Dent.* 2020;32(1):43-50.
268. Mathew M, Parameswaran Nair E, Krishnan V K. Bonding agent is a decisive factor in determining the marginal leakage of dental composites subjected to thermal cycling: an in vitro study. *J. Oral Rehabil.* 2001;28(1):68-77.

269. Stojanac I, Drobac M, Petrović L, Stojšin I. Microleakage of contemporary composite systems in dentin cavities. *Medicinski pregled*. 2009;62(7-8):295-303.
270. Moreau JL, Weir MD, Giuseppetti AA, Chow LC, Antonucci JM, Xu HH. Long- term mechanical durability of dental nanocomposites containing amorphous calcium phosphate nanoparticles. *J. Biomed. Mater. Res. Part B: Applied Biomaterials*. 2012;100(5):1264-73.
271. Pradiés G, Godoy- Ruiz L, Özcan M, Moreno- Hay I, Martínez- Rus F. Analysis of surface roughness, fracture toughness, and weibull characteristics of different framework—veneer dental ceramic assemblies after grinding, polishing, and glazing. *J. Prosthodont.*. 2019;28(1):e216-e21.
272. Rosentritt M, Sawaljanow A, Behr M, Kolbeck C, Preis V. Effect of tooth brush abrasion and thermo-mechanical loading on direct and indirect veneer restorations. *Clinical oral investigations*. 2015;19(1):53-60.
273. Özcan M, Alander P, Vallittu P, Huysmans M-C, Kalk W. Effect of three surface conditioning methods to improve bond strength of particulate filler resin composites. *J Mater Sci Mater Med*. 2005;16(1):21-7.