



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

**RESTORASYON TAMİRİ AMACIYLA UYGULANAN
TEK RENK TONLU KOMPOZİT REZİNLERİN
RESTORASYONLARIN RENK TONUNA ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

AZİZ ÇALIŞKAN

**Lefkoşa
Aralık, 2022**

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

**RESTORASYON TAMİRİ AMACIYLA UYGULANAN
TEK RENK TONLU KOMPOZİT REZİNLERİN
RESTORASYONLARIN RENK TONUNA ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

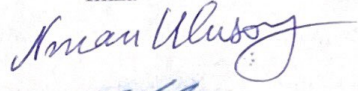
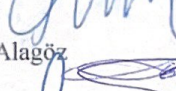
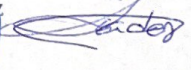
AZİZ ÇALIŞKAN

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Özgür IRMAK**

**Lefkoşa
Aralık, 2022**

Onay

Aziz Çalışkan tarafından hazırlanan **“Restorasyon Tamiri Amacıyla Uygulanan Tek Renk Tonlu Kompozit Rezinlerin Restorasyonların Renk Tonuna Etkisi”** başlıklı tez, kapsam ve nitelik açısından kalite standartlarına uygunluğu ile ilgili Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalında Doktora Tezi olarak 02/12/2022 tarihinde kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Adı - Soyadı	İmza
Jüri Başkanı	Prof. Dr. Nuran Ulusoy	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. İsmail Hakkı Baltacıoğlu	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Gülbike Demirel	
Jüri Üyesi	Yrd. Doç. Dr. Laden Güleç Alagöz	
Danışman	Doç. Dr. Özgür Irmak	

Ana Bilim Dalı Başkanı Onayı

02/12/2022
İmza
Prof. Dr. Nuran Ulusoy
Ana Bilim Dalı Başkanı

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

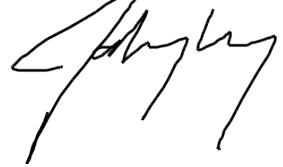
/12/2022
Prof. Dr. Kemal Hüsnü Can Başer
Enstitü Müdürü

Etik İlkelerle Uygunluk Beyanı

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

Dt. Aziz Çalışkan

02/12/2022



Teşekkür

Doktora eğitimi boyunca öğrencisi olmaktan büyük gurur duyduğum, değerli hocam, anabilim dalı başkanımız **Prof. Dr. Nuran Ulusoy**'a,

Gerek doktora eğitimimde gerekse tez çalışmamda her zaman yol gösteren ilk tez danışmanım, değerli **Yrd. Doç. Dr. Laden Güleç Alagöz**'e,

Vizyonuyla ve misyonuyla, bana her alanda yol gösteren, değerli tez danışman hocam **Doç. Dr. Özgür Irmak**'a,

Tez çalışmamın tasarımıyla verdiği destek ve bilgiler için **Prof. Dr. Sevcan Kurtulmuş Yılmaz**'a,

Değerli vakitlerini ayırıp tezin gelişmesinde katkı sağlayan, tez jürimde olan değerli öğretim üyeleri **Doç. Dr. İsmail Hakkı Baltacıoğlu** ve **Doç. Dr. Gülbike Demirel**'e,

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı ve Endodonti Anabilim Dalı'nda görevli öğretim üyesi ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Doktora eğitimine başlamamda büyük desteklerinden dolayı **Dt. Basri Tunçer** ve **Dt. Çetin Özgür Kaldırımoglu**'na,

Hayatım boyunca desteklerini hiç eksik etmeyen, hedeflerime ulaşmam için her zaman yanımda ve yardımcı olan; canım annem **Nermin Çalışkan**, canım babam **Ayhan Çalışkan**, canım kardeşim **Aykut Çalışkan**'a,

Bir mucize gibi hayatıma giren, beni hedeflerime emin adımlarla yürümem için her zaman destekleyen, güler yüzüyle hep enerjisini hissettirip zor zamanlarımda daha güçlü olmamı sağlayan canım eşim **Dt. Sedef Azadi Çalışkan**'a,

Sonsuz teşekkürler.

Dt. Aziz Çalışkan

Özet

Restorasyon Tamiri Amacıyla Uygulanan Tek Renk Tonlu Kompozit Rezinlerin Restorasyonların Renk Tonuna Etkisi

Çalışkan, Aziz

Doktora, Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı

Aralık, 2022, 77 sayfa

Amaç: Bu çalışmanın amacı, tek renk tonlu kompozit rezinlerin tamir amacıyla farklı rezin esaslı restoratif malzemelerin tamirinde kullandığında renk uyum yeteneğini ve yarı saydamlık parametresine etkisini değerlendirmektir.

Yöntem: Çalışmada 8x8x1 mm boyutlarında 2 farklı tek renk tonlu kompozit rezin (Omnichroma ve Vittra Unique) ve bir çok renk tonlu kompozit rezin (GrandioSO, A2), 8x8 mm boyutlarında yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış 1 mm kalınlığındaki 3 farklı taban kompozit rezini (GrandioSO, A2; Admira Fusion, A2; GrandioDisc, Düşük yarı saydamlığa sahip A2) üzerine yerleştirilip tamir restorasyonu taklit edildi. Taban kompozit rezin malzemesinden 8x8x2 mm boyutlarında örnekler hazırlanarak referans restorasyon grubu elde edildi. Tamir restorasyon grubu ile referans restorasyon grubu arasındaki renk farkı ve yarı saydamlık parametresi değişimini hesaplamak için L^* , a^* , b^* değerleri elde edilmesi amacıyla spektrofotometre (Vita EasyShade Compact, Vita Zahnfabrik) kullanıldı. Örneklerin L^* , a^* , b^* değerleri ve CIEDE2000 formülü kullanılarak ΔE_{00} ve YSP₀₀ değerleri hesaplandı. ΔE_{00} sonuçları dikkate alınarak renk uyumu, YSP₀₀ değerlerinin farkları alınarak elde edilen ΔYSP_{00} ile de yarı saydamlık parametresi değişikliği değerlendirildi. Sonuçların istatistiksel analizi 3 yönlü ANOVA ile yapıldı. Tukey's testi ile çoklu karşılaştırmalar yapıldı ($\alpha=0.05$).

Bulgular: Yaşlandırma prosedüründen ve taban kompozit rezininden bağımsız olarak, çok renk tonlu kompozit rezinle yapılan tamir restorasyon gruplarının ΔE_{00} değerleri, tek renk tonlu kompozit rezinlerle yapılan tamir restorasyonlarının ΔE_{00} değerlerine göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p<0.05$). Yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış nanoseraamik hibrit GrandioDisc taban kompozit rezininin tamir edildiği tamir restorasyon grupları, diğer taban kompozit rezinlerinin

tamir edildiği tamir restorasyon gruplarına göre daha yüksek ΔE_{00} değeri gösterdi. Yaşlandırmadan bağımsız olarak tüm taban kompozit rezinlerinin, çok renk tonlu tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların yarı saydımlık parametresi değişimleri arasında anlamlı bir fark oluşmadı. Yaşlandırmadan bağımsız olarak, tüm taban kompozit rezinlerinin çok renk tonlu tamir kompozit rezin ile tamiri edildiği restorasyonların yarı saydımlık parametresi değişimi, tek renk tonlu kompozit rezinler ile tamir edildiği restorasyonların yarı saydımlık parametresi değişiminden anlamlı şekilde daha düşük bulundu.

Sonuç: 1 mm kalınlığındaki taban kompozit rezininin, 1 mm kalınlığındaki tek renk tonlu kompozit rezinler ile tamiri sonucunda klinik olarak kabul edilemez renk değişikliği meydana gelmiştir.

Anahtar kelimeler: CIEDE2000, renk uyumu, restorasyon tamiri, tek renk tonlu kompozit rezin, yarı saydımlık

Abstract

The Effect of Single Shade Resin Composites on The Shade of The Restorations Used for Restoration Repair

Çalışkan, Aziz

PhD, Department of Restorative Dentistry

December, 2022

Objective: The aim of this study is to evaluate the effect of one-shade resin composites on shade matching potential and translucency parameters alteration when they are used for the repair of different resin-based restorative materials.

Methods: 8x8x1 mm 2 different one-shade resin composites (Omnichroma and Vittra Unique) and one multi-shade resin composites (GrandioSO, A2) were placed on aged and non-aged 8x8x1 mm 3 different base resin composites (GrandioSO, A2; Admira Fusion A2; GrandioDisc, Low translucency A2) for simulating a repair restoration. Samples of 8x8x2 mm size were prepared from the base resin composites as the reference restoration group. A spectrophotometer (Vita EasyShade Compact, Vita Zahnfabrik) was used to measure L^* , a^* , b^* values to calculate the shade difference and translucency parameter alteration between the repair restoration groups and the reference restoration groups. ΔE_{00} and YSP_{00} values were calculated using the L^* , a^* , b^* values of the samples and the CIEDE2000 formula. The shade matching was evaluated by considering the ΔE_{00} results, and the translucency parameter alteration (ΔYSP_{00}) was evaluated. 3-way ANOVA followed by Tukey's test was used for statistical analyses ($\alpha=0.05$).

Results: Regardless of the aging and base resin composites, the ΔE_{00} values of the repair restoration groups made with multi-shade resin composite were statistically lower than the ΔE_{00} values of the repair restorations made with one shade resin composites ($p<0.05$). Repair restorations in which the aged and non-aged nano-ceramic hybrid GrandioDisc base resin composites were repaired with any repair resin composite yielded higher ΔE_{00} value than those of the repair restorations in which other base resin composites were used ($p<0.05$). Regardless of the aging procedure, there was no significant difference between ΔYSP_{00} of all base resin

composites that were repaired with multi-shade repair resin composites ($p < 0.05$). Regardless of the aging procedure, ΔYSP_{00} of restorations in which all base resin composites were repaired with multi-shade repair resin composites was found to be significantly lower than the alteration in translucency parameter of restorations repaired with one-shade resin composites ($p < 0.05$).

Conclusion: Clinically unacceptable shade alteration occurred after repairing the 1 mm thick resin composites with 1 mm thick one-shade resin composites.

Keywords: CIEDE2000, shade matching, restoration repair, one-shade resin composite, translucency

İçindekiler

Onay	I
Etik İlkeler Uyumluk Beyanı	II
Teşekkür	III
Özet	IV
Abstract	VI
İçindekiler	VIII
Tablolar	XI
Şekiller	XII
Kısaltmalar	XIII

BÖLÜM I

Giriş	1
-------------	---

BÖLÜM II

Genel Bilgiler	4
Kompozit Rezinler	4
Kompozit Rezinlerin Yapısı	4
Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	4
Restoratif Diş Hekimliğinde Renk	6
Renk ve Optik Özelliklerle İlişkili Olgular	6
Renk Sistemleri	7
Kompozit Rezinlerde Renk	11
Renk Tonu Özelliklerine Göre Kompozit Rezinler	12
Restoratif Diş Hekimliğinde Renk Tonu Belirleme Yöntemleri	16
Kompozit Rezin Restorasyonların Ağız İçi Tamiri	22
Kusurlu Restorasyonların Yönetimi	23
Kompozit Rezin Restorasyonların Tamirinde Göz Önünde Bulundurulması	
Gerekten Kriterler	24
Tamirin Avantajları	26
Tamirin Kontrendikasyonları	27

Ağız İçi Tamir Prosedürleri	27
Kompozit Rezin Restorasyonların Tamirinde Klinik İşlem Basamakları	28

BÖLÜM III

Yöntem	31
Deney Gruplarının Oluşturulması	31
Referans ve Tamir Restorasyon Grupları	31
Çalışmada Kullanılan Restoratif Malzemeler	33
Referans ve Taban Kompozit Rezinleri	33
Tamir Kompozit Rezinleri	35
Örneklerin Hazırlanması	37
Işıklı Polimerize Olan Kompozit Rezin Örneklerin Hazırlanması	38
CAD/CAM Kompozit Rezin Blokların Hazırlanması	38
Isısal Yaşlandırma	39
Renk Tonu ve Yarı Saydırlık Parametresi Ölçümleri	39
Renk Tonu Ölçümleri	40
Yarı Saydırlık Parametresi Ölçümleri	41
Renk Tonu Farkı ve Yarı Saydırlık Parametresi Değişiminin Hesaplanması	41
Renk Tonu Farkının Hesaplanması	42
Yarı Saydırlık Parametresi Değişiminin Hesaplanması	42
İstatistiksel Analiz	42

BÖLÜM IV

Bulgular	43
Renk Farkı Bulguları	43
Taban Kompozit Rezininin Etkisi	43
Tamir Kompozit Rezininin Etkisi	44
Yaşlandırmanın Etkisi	45
Yarı Saydırlık Parametresi Değişimi Bulguları	46
Taban Kompozit Rezininin Etkisi	46
Tamir Kompozit Rezininin Etkisi	47
Yaşlandırmanın Etkisi	49

BÖLÜM V

Tartışma	50
----------------	----

BÖLÜM VI

Sonuç ve Öneriler	60
Kaynakça	61
Ekler	69
Özgeçmiş	72

Tablolar

Tablo 1.	Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	5
Tablo 2.	Çalışmada Kullanılan Restoratif Malzemeler ve Özellikleri	33
Tablo 3.	Referans ve Tamir Restorasyon Grupları	37
Tablo 4.	Tamir Restorasyonlarında Taban Kompozit Rezininin Renk Farkına (ΔE_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar	43
Tablo 5.	Tamir Restorasyonlarında Tamir Kompozit Rezininin Renk Farkına (ΔE_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar	44
Tablo 6.	Tamir Restorasyonlarında Taban Kompozit Rezininin Yaşlandırılmasının Renk Farkına (ΔE_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar	45
Tablo 7.	Tamir Restorasyonlarında Taban Kompozit Rezininin Yarı Saydamlık Parametresi Değişimine (ΔYSP_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar	46
Tablo 8.	Tamir Restorasyonlarında Tamir Kompozit Rezininin Yarı Saydamlık Parametresi Değişimine (ΔYSP_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar	48
Tablo 9.	Tamir Restorasyonlarında Taban Kompozit Rezininin Yaşlandırılmasının Yarı Saydamlık Parametresi Değişimine (ΔYSP_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar	49

Şekiller

Şekil 1.	Munsell Renk Sistemi	8
Şekil 2.	CIE Renk Uzayı	9
Şekil 3.	Çok Renk Tonlu Farklı Işık Geçirgenliğine Sahip Kompozit Resin Sistemlere Bir Örnek (Filtek Ultimate, 3M, https://multimedia.3m.com)	14
Şekil 4.	Grup Renk Tonlu Kompozit Resin Sistemlere Bir Örnek ve Vitapan Klasik Renk Tonu Karşılıkları (OptiShade, Kerr, www.kerrdental.com)	15
Şekil 5.	Tek Renk Tonlu Kompozit Resin Sistemin Polimerizasyon Öncesi ve Sonrası Renk Tonu Uyumu Karşılaştırmaları (Vittra Unique, FGM, https://fgmdentalgroup.com)	16
Şekil 6.	Vitapan Klasik Renk Skalası (www.vita-zahnfabrik.com)	17
Şekil 7.	Vita Toothguide 3D-Master Renk Skalası ve Uygulama Basamakları (www.vita-zahnfabrik.com)	18
Şekil 8.	Vita Linearguide 3D-Master Renk Skalası (www.vita-zahnfabrik.com)	19
Şekil 9.	Dental Spektrofotometre (VITA EasyShade Compact, www.vita-zahnfabrik.com)	21
Şekil 10.	Referans ve Tamir Restorasyon Gruplarının Akış Şeması	31
Şekil 11.	ΔE_{00} Hesaplanmasının Şematik Gösterimi	32
Şekil 12.	ΔYSP_{00} Hesaplanmasının Şematik Gösterimi	32
Şekil 13.	Metakrilat Esaslı Nanohibrit Kompozit Resin (A2, GrandioSo, Voco) ..	34
Şekil 14.	Ormoser Esaslı Kompozit Resin (A2, Admira Fusion, Voco)	35
Şekil 15.	Nano Seramik Hibrit CAD/CAM Kompozit Resin Blok (Düşük yarı saydamlıkta A2, GrandioDisc, Voco)	35
Şekil 16.	Tek Renk Tonlu Kompozit Resin (Omnichroma, Tokuyama)	36
Şekil 17.	Tek Renk Tonlu Kompozit Resin (Vittra Unique, FGM)	36
Şekil 18.	Renk Ölçüm Kutusu	40

Kısaltmalar

D65	6500 Kelvin derecesi
AD	Admira Fusion
SL	Ağırlıklandırma fonksiyonu, açıklık için
SH	Ağırlıklandırma fonksiyonu, ana renk için
SC	Ağırlıklandırma fonksiyonu, doygunluk için
CAD/CAM	Bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim
>	Büyüktür
a*	CIE renk sistemi kırmızı-yeşil koordinatı
L*	CIE renk sistemi renk değeri koordinatı
b*	CIE renk sistemi sarı-mavi koordinatları
H*	CIE renk uzayında ana renk
C*	CIE renk uzayında yoğunluk
ΔE_{00}	CIEDE2000 renk farkı
R_T	CIEDE2000 renk uzayı devir fonksiyonu
YSP ₀₀	CIEDE2000 yarı saydamlık parametresi
ΔYSP_{00}	CIEDE2000 yarı saydamlık parametresi değişimi
CIE	Commission Internationale de l'eclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)
dk	Dakika
FeOOH	Demir hidroksit
Fe ₂ O ₃	Demir oksit
°C	Derece santigrad
Er,Cr:YSGG	Erbium, kromiyum,yitriyum skandiyum ganyum garnet
Er:Yag	Erbium, itriyum alüminyum garnet
DS	GrandioDisc
GR	GrandioSO
pH	Hidrojen gücü (power of hydrogen)
p	İstatistiksel anlamlılık
LED	Işık yayan diyot (light emitting diode)

C=C	Karbon karbon bağı
K	Kelvin
<	Küçüktür
MPa	Megapascal
µm	Mikrometre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
OM	Omnichroma
n	Örnek sayısı
KL	Parametrik faktör, açıklık için
KH	Parametrik faktör, ana renk için
KC	Parametrik faktör, doygunluk için
sa	Saat
sn	Saniye
cm	Santimetre
SS	Standart sapma
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	Üretan dimetakrilat
ANOVA	Varyans analizi
VT	Vittra Unique
yAD	Yaşlandırılmış Admira Fusion
yDS	Yaşlandırılmış GrandioDisc
yGR	Yaşlandırılmış GrandioSO
yOM	Yaşlandırılmış Omnichroma
yVT	Yaşlandırılmış Vittra Unique
%	Yüzde

BÖLÜM I

Giriş

Kompozit rezinler diş hekimliğine tanıtıldıkları günden beri sürekli geliştirilmektedir. Geçmişte kompozit rezinlerin daha çok cilalanabilme, aşınma direnci, polimerizasyon büzülmesi gibi özelliklerini geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmaktaydı, ancak üretici firmalar son zamanlarda estetik ve optik özelliklerine de odaklanmaya başlamıştır (Ferracane, 2011; Mikhail vd., 2013). Kompozit rezinlerin estetik özelliklerinin geliştirilmesiyle hastaların beklentileri büyük ölçüde karşılanmış ve böylece kompozit rezinlerin kullanımı yaygınlaşmıştır (Barutçigil vd., 2021). Kompozit rezinlerin renkle ilgili özellikleri estetik performanslarıyla yakından ilişkilidir (Pereira Sanchez vd., 2019). Kompozit rezin restorasyonlarda, çevre diş sert dokularıyla algılanamayacak şekilde renk uyumu sağlanması kabul edilebilir estetik sonuç için oldukça önemlidir.

Renk uyumu, estetik diş hekimliğinin en zorlu basamaklarından biri olup, hasta memnuniyeti ile yakından ilişkilidir (Iyer vd., 2021; Lee vd., 2010; Riada vd., 2020). Mine ve dentin dokularının farklı optik özellikleri ve dişlerin polikromatik yapıları nedeniyle, üretici firmalar restorasyonların diş dokularıyla renk uyumu sağlayabilmesi için farklı optik özelliklere sahip kompozit rezinler üretmiştir. Diş hekimliğinde birçok kompozit rezin Vitapan Klasik (Vitapan Classic, Vita Zahnfabrik) renk skalası dikkate alınarak üretilmektedir. Bu tip kompozit rezinler tabakalama tekniğiyle kullanılmak üzere tasarlanmış olup, bu tez çalışmasında böyle kompozit rezinleri tanımlamak için “çok renk tonlu kompozit rezin” terimi kullanılacaktır. Bunlar tabakalama tekniğiyle kullanıldığından, malzemeyi uygulayacak klinisyenin restorasyonun final rengini doğru tahmin edebilmesi için malzemenin optik davranışlarını yakından tanıması gerekmektedir. Birden fazla mine ve dentin renk tonu içeren bu sistemlerde renk seçimi oldukça karmaşıktır ve her firmaya ait kompozit rezin seti için bir öğrenme eğrisi bulunmaktadır. Bu çeşitlilik teknik hassasiyet ve tedavi süresini arttırırken; ek olarak, stok çeşitliliğini sağlamak da her zaman mümkün olamayabilmektedir (Iyer vd., 2021). Yeni yaklaşım ise, kompozit rezin uygulamalarının basitleştirilmesi ve bu sayede tedavilerin teknik hassasiyetini azaltmakla birlikte uygulamanın verimliliğini arttırmaktır (Lucena vd.,

2021). Bazı firmalar, ürettikleri tek bir kompozit rezin ile Vitapan Klasik skalasında yer alan 16 renk tonuyla uyum sağladıklarını iddia etmektedir. Böylece klinik uygulamalarda istenilen renk uyumunu sağlamak da kolaylaşmaktadır. Bu kompozit rezinler “bir renk tonlu (one-shade)”, “tek renk tonlu (single-shade)”, “bir renk tonlu evrensel (one-shade universal)” ya da “tek renk tonlu evrensel (single-shade universal)” gibi farklı terimlerle ifade edilmektedir. Bu tez çalışmasında bu tip kompozit rezinleri belirtmek için “tek renk tonlu kompozit rezin” terimi kullanılacaktır. Yazarların bilgisi dahilinde, bu tez çalışmasının hayata geçirildiği zamana kadar “tek renk tonlu kompozit rezin” tanımına uyan 5 farklı kompozit rezin piyasada bulunmaktadır. Bunlar, Omnicroma (Tokuyama), Vittra Unique (FGM), Venus One (Kulzer), ZenChroma (President Dental) ve ONEshade (Olident) ürünleridir.

Diyet, tükürük, yaşlanma gibi nedenlerle ağız içerisinde meydana gelen pH ve sıcaklık değişiklikleri zamanla kompozit rezin restorasyonların bozunmalarına neden olabilmektedir. Bu değişiklikler renklenme, aşınma, çatlak ve kırıklara yola açabilmektedir (Koç-Vural vd., 2017). Bu durumlarda klinisyenler ya restorasyonu tamamen uzaklaştırıp değiştirme yolunu seçebilir ya da restorasyonun tamamının uzaklaştırmadan sadece zarar görmüş kısmı tamir ederek daha basit şekilde çözümleyebilirler. Kompozit rezin restorasyonların tamiri, pulpaya ve çevreleyen diş dokuları üzerindeki etkisi bakımından minimal invaziv bir yaklaşımdır ve hasarlı restorasyonlar yeni kompozit rezin ilavesiyle tamir edilebilmektedir (Ayar vd., 2019). Özellikle ön bölge restorasyonların tamirinde, eski restorasyon ile yeni uygulanan kompozit rezin arasındaki renk uyumu çok önemlidir. Tamirde, ağız içindeki dinamik olaylara bağlı olarak eski kompozit rezin restorasyonun optik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler nedeniyle renk uyumunu sağlamak daha da komplike hale gelebilmektedir (Choi vd., 2006; Gürdal vd., 2018). Bu açıdan bakıldığında, tek renk tonlu kompozit rezinler klinisyenlere daha basit bir restorasyon yapım süreci sağlayarak faydalı olma potansiyeline sahip olabilir.

Tek renk tonlu kompozit rezinler ile ilgili çalışmalarda daha çok ilk tanıtılan tek renk tonlu kompozit rezin olan Omnicroma kullanılmış ve ürünün doğal diş (Kobayashi vd., 2021; Riada vd., 2020), akrilik diş (Arai vd., 2021; de Abreu vd., 2021; Iyer vd., 2021; Oivanen vd., 2021; Pereira Sanchez vd., 2019) ve kompozit

rezin (Chen vd., 2021; Durand vd., 2021) ile olan renk uyumuna odaklanılmıştır. Diğer tek renk tonlu kompozit rezinler ile ilgili çok az çalışma vardır. Günümüze kadar, tek renk tonlu kompozit rezinlerin rezin esaslı kompozit malzemelerin tamirinde renk uyumunu ve yarı saydamlık parametresi değişimine etkisini değerlendiren bir çalışma literatürde bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı farklı rezin esaslı kompozit malzemelerin tamirinde tek renk tonlu kompozit rezinlerin renk uyumunun ve yarı saydamlık parametresi değişimine olan etkisinin incelenmesidir. Bu çalışmanın yokluk hipotezleri şöyledir:

- (1) tek renk tonlu kompozit rezinlerin kullanıldığı tamir restorasyonlarında oluşan renk değişimi ile çok renk tonlu kompozit rezinlerin kullanıldığı tamir restorasyonlarında oluşan renk değişimi arasında fark olmayacaktır;
- (2) her iki tek renk tonlu kompozit rezinin kullanıldığı tamir restorasyonlarında oluşan renk değişimleri arasında fark olmayacaktır;
- (3) tek renk tonlu kompozit rezinlerin kullanıldığı tamir restorasyonlarında meydana gelen yarı saydamlık parametresi değişimi ile çok renk tonlu kompozit rezinlerin kullanıldığı tamir restorasyonlarında meydana gelen yarı saydamlık parametresi değişimi arasında fark olmayacaktır;
- (4) her iki tek renk tonlu kompozit rezinin kullanıldığı tamir restorasyonlarında oluşan yarı saydamlık parametresi değişimleri arasında fark olmayacaktır.

BÖLÜM II

Genel Bilgiler

Kompozit Rezinler

Kompozit kelimesi terimsel olarak, birbiri içerisinde çözünmeyen birbirinden farklı iki veya daha fazla kimyasal maddenin karışımı anlamına gelir (Lutz & Phillips, 1983). İlk dental kompozit rezin 1962 yılında Bowen tarafından geliştirilmiştir (Bowen & Marjenhoff, 1992).

Kompozit Rezinlerin Yapısı

Kompozit rezinler organik matris, inorganik doldurucu ve silan bağlayıcı ajan (ara faz) olmak üzere 3 ana kısımdan oluşur (Torres & Zanatta, 2019). Organik matris, kimyasal olarak bağlanabilen ve sert bir malzeme oluşturabilen, farklı uzunluktaki moleküler zincirler ile rezin monomerlerin karışımından oluşur. Ayrıca başlatıcı, hızlandırıcı, stabilizatör, önleyici ve ultraviyole ışığı soğurucu ajanları içerir. Bisfenol A-glisidil metakrilat (Bis-GMA), üretan dimetakrilat (UDMA), bisfenol A polietilen glikol dieter dimetakrilat (Bis-EMA) ve trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) en yaygın olarak kullanılan monomere örnek verilebilir (Hervás-García vd., 2006; Torres ve Zanatta, 2019). İnorganik doldurucu, malzemenin mekanik direncini arttırmak amacıyla eklenen, cam veya silika partikülleridir. Buna ek olarak içeriğindeki stronsiyum ve baryum elementleri malzemeyi radyopak yapar (Torres & Zanatta, 2019). Silan bağlayıcı ajan inorganik doldurucuları organik matrise bağlayan bir tür ara maddedir. Temel içeriği organik silisyumdur. İki ana bileşenin birleşmesini sağlayarak tüm malzeme bileşenlerinin tek bir gövde gibi davranmasını sağlar ve böylece malzemenin mekanik direncini artırır (Torres & Zanatta, 2019).

Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler birden çok kritere göre sınıflandırılabilir (Tablo 1). Günümüzde en kullanışlı ve kapsamlı olanı, adeziv sistemlerin sınıflandırılmasında da olduğu gibi, klinik kullanıma göre yapılan sınıflamadır.

Tablo 1

Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Polimerizasyon tipine göre	Doldurucu partikül büyüklüğüne göre
Kimyasal yolla polimerize olan	Makro dolduruculu
Işık ile polimerize olan	Midi dolduruculu
Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan	Mini dolduruculu
	Mikro dolduruculu
	Nano dolduruculu
Doldurucu büyüklüğü dağılımına göre	Doldurucu/monomer tipi ve kimyasına göre
Homojen	Siloran
Heterojen	Ormoser
Hibrit	Giomer
	Kompomer
	Antibakteriyel
	Fiber ile güçlendirilmiş
Uygulama tekniğine göre	Renk tonu özelliklerine göre
Direkt	Çok renk tonlu sistemler
Semi-direkt	<i>Tek tip ışık geçirgenliğine sahip</i>
İndirekt	<i>Farklı ışık geçirgenliğine sahip</i>
	Grup renk tonlu sistemler
	Tek renk tonlu sistemler
Klinik uygulama ve kullanım şekline göre	
1. Tabakalama tekniği ile uygulanan	2. Kütlesel (Bulk) uygulanan
<i>Macun kıvamında</i>	<i>Kaide (Dentin replasmanı)</i>
Ön bölge	Akıcı
Arka bölge	<i>Restorasyonun tamamen yapılabildiği</i>
Hem ön hem arka bölge	Akıcı
<i>Akışkan</i>	Macun kıvamlı
Yüksek akıcı	
Orta akıcı	
Düşük akıcı	

Restoratif Diş Hekimliğinde Renk

Renk, dental estetik restorasyonların başarısında kritik rol oynar. Restorasyonlarda kusursuz bir renk uyumu yakalamanın bir sanat olmasının yanında, kullanılacak restoratif malzeme ve uygulama yapılacak dişin optik özelliklerinin bilinmesini de gerektirir. Bu bağlamda diş hekimliğinde renk ve optik özelliklerle ilişkili olgulara hakim olmak önemlidir.

Renk ve Optik Özelliklerle İlişkili Olgular

Işık. Enerjinin bir formu olmakla birlikte, insan gözünün duyarlı olduğu elektromanyetik radyasyon spektrumunun bir parçasıdır. İnsan gözünün algılayabildiği spektrum 360 ile 780 nm dalga boyu aralığındadır. Işık kısa dalga boylarında (400nm) mavi, uzun dalga boylarında ise (700nm) kırmızı görünümündedir (Joiner vd., 2008; Westland, 2004).

Renk. Cisimlerden yansarak gözümüze gelen görünür ışık dalga boylarının algılanıp yorumlanması olarak tanımlanır (Westland, 2004).

Renk Tonu. Aynı rengin varyasyonunu tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Başka bir deyişle aynı rengin farklı yoğunluk veya parlaklığa sahip olan biçimlerini belirtir (Westland, 2004). Örneğin, yeşilimsi sarı, grimsi sarı vb.

Opaklık. Malzemenin ışığın geçişini engelleme yeteneğidir. Bir malzemenin opaklığı yüksek ise yarı saydamlık özelliği düşük olur (Fondriest, 2003).

Saydamlık (Transparanlık). Malzemenin ışığı tamamıyla geçirme yeteneğidir (Westland, 2004).

Yarı saydamlık (Translügenlik). Malzemenin ışığı kısmen geçirebilme yeteneğidir. Yarı saydamlık özelliği arttıkça cisimden yansıyan ışık azalmaktadır (Fondriest, 2003).

Floresans. Malzeme tarafından emilen ışığın daha uzun dalga boyunda başka bir fotonun spontan olarak salımını tetiklemesiyle gerçekleşen ışık verme (ışırma) olayıdır (Sikri, 2010).

Opalesans. Malzemenin ışığı yansıttığı andaki rengi ile ışığı ilettiği andaki renginin farklı olması durumudur. Opal cisimler, prizmalar gibi farklı dalga boylarını değişen derecelerde kırar. Aydınlatma sırasında, opal cisimler ve mine kırmızı rengi

geçirirken, mavi rengi yansıtır. Opalesans özelliği mineye parlaklık katarak dişin canlı görünmesini sağlar (Sikri, 2010).

Metamerizm. Malzemenin renginin ışık kaynağına bağlı olarak farklı algılanması durumudur. Aynı ışık kaynağı altında aynı renkte görünen iki malzeme, farklı ışık kaynakları altında birbirinden farklı renkte görülebilir. Bu olgu diş hekimliğinde renk tespiti yapılan ortamın kontrollü ve doğal olmaması durumunda ortaya çıkabilir. Bu nedenle renk seçimi sırasında, aydınlatma koşullarının standart ve uygun olmasına dikkat edilmelidir (Brokos vd., 2021).

Kontrast. Malzemenin kendi parlaklığı ve gözlemlendiği andaki arka planı arasındaki farktan ortaya çıkar. Yüksek kontrast değerine sahip malzemeler, düşük kontrast değerine sahip malzemelere nazaran daha kolay ayırt edilirler. Görsel renk seçimi sırasında, kontrast etkisinin faydası olmasına rağmen aşırı kontrast gözde kamaşmaya neden olur (Fondriest, 2003).

Yüzey parlaklığı. Malzemenin görünüm ve canlılığı ile yakından ilişkilidir. Parlaklık, malzemenin yüzeyinden yansıyan ışığın, malzeme yüzeyine dağınık olarak yansıyan ışığa oranıdır (Terry vd., 2002). Malzeme yüzeyine çarpan ışık hüzmeleri aynı açıda yansıdığı zaman, malzeme yüksek parlaklık gösterir (Heintze vd., 2006). Doğal dişlerin yüzey morfolojisi yüzey parlaklığını etkilemektedir. Farklı yüzeyler, ışığın yansımalarını farklılaştıracağından renk algısını ve yarı saydamlığı değiştirir. Ön dişlerin vestibül yüzeyindeki morfolojileri ışık yansımaları yaratarak diş canlılık katarken, zamanla birlikte bu anatominin aşınmasıyla yüzeydeki canlılıkta azalma meydana gelmektedir (Terry vd., 2002).

Pigmentasyon. Metal olmayan dental malzemelerin içerisine malzemeye rengini vermesi için partikül ekleme işlemidir. Renk algısı, pigmentler tarafından spesifik ışık dalga boylarının emilmesi ve diğer dalga boylarında yansıtılmasına göre değişir. Pigmentler karıştırılarak farklı renkler elde edilebilir (Sakaguchi vd., 2019).

Renk Sistemleri

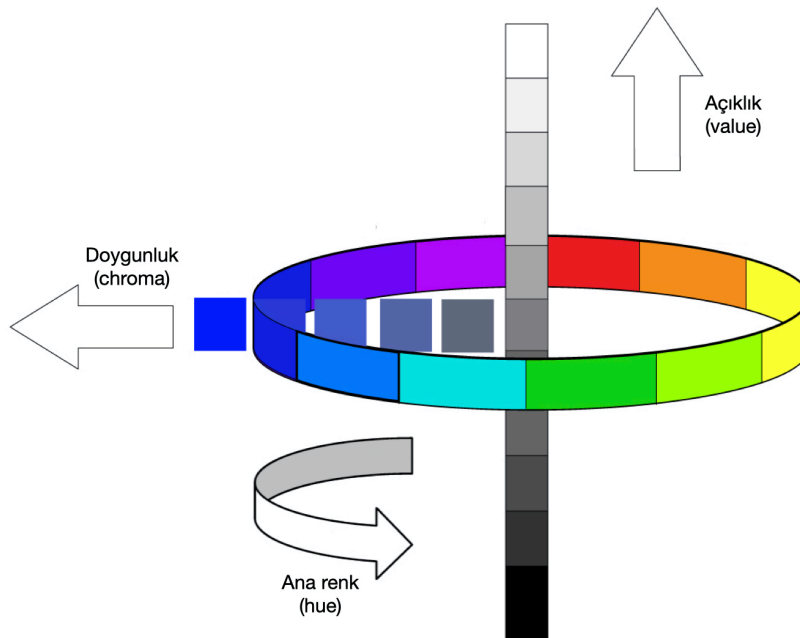
Renk birçok şekilde tarif edilebilir. Rengi tanımlanırken, kırmızı, turuncu, sarı; parlak veya mat; güçlü veya zayıf gibi terimler kullanılabilir. Bilim insanları ve sanatçılar rengi üç boyutta tanımlamış ve bu boyutlara bağlı olarak çeşitli sistemler geliştirmiştir. Bu geliştirilen sistemler üç boyutlu renk alanına evrensel bir renk dili

kazandırmıştır. Günümüzde farklı renk belirleme ve tanımlama sistemleri olmasına rağmen diş hekimliğinde renk ile ilgili yapılan araştırma ve çalışmalarda, bütün renklerin düzgün şekilde ifade edilebildiği Munsell Renk Sistemi ve CIE Renk Uzayı tercih edilmektedir (Luo, 2004; Paravina, 2018).

Munsell Renk Sistemi. Albert H. Munsell tarafından 1905 yılında oluşturulan ve bilinen en eski renk tanımlama sistemidir. Bu sistem temel olarak, ana renk (hue), açıklık (value), doygunluk (chroma) olmak üzere üç ana boyutta ilişkilendirilir (Luo, 2004) (Şekil 1).

Şekil 1

Munsell Renk Sistemi



Ana Renk (Hue). Munsell ana rengi “Kırmızı, sarı, yeşil, mavi veya mor olmak üzere, bir rengi diğerlerinden ayırdığımız nitelik” şeklinde tanımlanmıştır. Görünür spektrumdaki ana renk sıralaması şu şekildedir: mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı. Diş hekimliğinde genellikle renk Vitapan Klasik renk skalasında bulunan A, B, C, D harfleri ile temsil edilir (Fondriest, 2003; Luo, 2004).

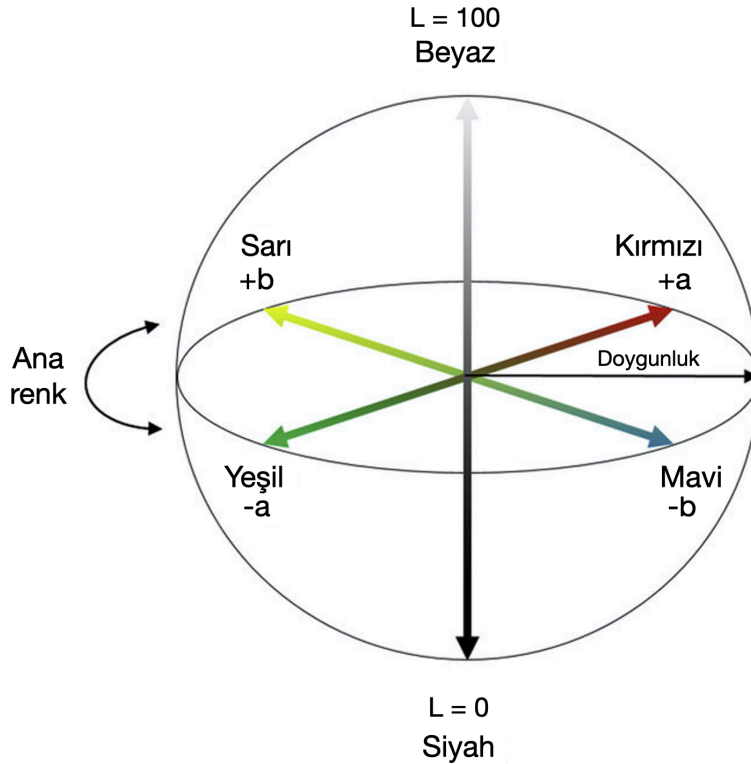
Açıklık (Value). Ana rengin sahip olduğu açıklığı/koyuluğu belirtir. Bu değer ana renkteki beyaz ve siyah oranını gösterir. Düşük açıklık, koyu renkleri ifade ederken fazla oranda siyah içerir. Yüksek açıklık ise daha açık renkleri ifade ederken daha az oranda siyah renk içerir (Fondriest, 2003; Sproull & Preston, 1998).

Doygunluk (Chroma). Munsell doygunluğu “Güçlü rengi zayıftan ayırdığımız nitelik; beyaz veya gri rengi ayırma duyusu; ana rengin gücü; renk yoğunluğu/doygunluğu” olarak tanımlamıştır (Sproull & Preston, 1998). Doygunluk ile açıklık ters orantılıdır, doygunluk arttıkça açıklık azalır. Vita skalalarında doygunluk numaralar ile ifade edilmektedir (Fondriest, 2003).

CIE Renk Uzayı. 1931 yılında (Commission Internationale de l’Eclairage) (CIE) görülebilir spektrumdaki elektromanyetik dalga boyları ile fizyolojik olarak insan gözüyle algılanabilen rengi nicel olarak eşleştirmiştir (Oliveira, 2018) (Şekil 2). Bir nesnenin rengi, spektral yansımaya, ışık kaynağının spektral güç dağılımına ve gözlemciye bağlıdır. Bir renk ölçümü yapılırken sonuçların, güvenilir, tekrarlanabilir ve önceki çalışmalar ile karşılaştırılabilir olması için gözlemci ve ölçüm koşullarının standart olması önemlidir (Della Bona vd., 2015). Bu nedenle (CIE) “standart aydınlatma” kullanılmasını önermiştir. CIE Standart Illuminant D65, 6500 K renk sıcaklığına sahip gün ışığını temsil etmektedir (Iyer vd., 2021).

Şekil 2

CIE Renk Uzayı



CIELab Renk Uzayı. CIE, 1976 yılında bir örneğin tristimulus değerlerini L^* , a^* , b^* koordinatlarına dönüştürüp rengin nicelleştirilmesini sağlayan CIELab'ı tanıtmıştır. L^* , 0 (siyah) ile 100 (beyaz) değerleri arasında bir ölçekte örneğin renk açıklığını temsil ederken, a^* ve b^* değerleri örneğin renk/ton ve doygunluk değerlerini temsil etmektedir. Buna göre, a^* , kırmızı (+) ve yeşil (-) koordinatlarını temsil ederken, b^* ise sarı (+) ve mavi (-) koordinatlarını temsil etmektedir. İki örnek arasındaki renk farkı ΔE ile ifade edilmektedir. Diş rengi ve farkını değerlendiren çalışmaların çoğunda 1976 CIELab renk farkı formülü kullanılmıştır (Iyer vd., 2021).

$$\Delta E_{Lab} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

CIEDE2000 Renk Uzayı. CIELab sisteminden kaynaklı düzensizlikler ile birlikte hesaplanan ve algılanan renk arasındaki farklılığı azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. CIEDE2000 formülü; ağırlıklandırma fonksiyonları (S_L , S_C , S_H) mavi alandaki kroma ve renk etkileşimini azaltmak için, rotasyon terimi (R_T) nötral renklerin düzeltilmesi için, CIELab'ın a^* ekseninin modifikasyonu ve deneysel koşulların varyasyonları için düzeltme terimi olan parametrik faktörler (K_L , K_C , K_H) gibi spesifik doğrulayıcıları içermektedir. S_L , S_C ve S_H sırasıyla, açıklık, doygunluk ve ana renk olmak üzere CIELab sisteminde belirlenen düzensizlikleri çözümlemek amacıyla formüle eklenen ağırlık fonksiyonlarıdır (Della Bona vd., 2015; Pecho vd., 2017). R_T ise CIELab sisteminde yer alan mavi alandaki renk doygunluğu ve renk tonu farklılıkları arasındaki etkileşim miktarını gösteren devir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. R_T , aynı renk doygunluğu yarıçapında yer alan renkler için sıfır (0) değerini alır. K_L , K_C , K_H faktörleri ise açıklık, doygunluk ve ana renk için hesaplanan parametrik faktörler olup, ölçüm yapılan malzemenin yüzeyi veya ölçüm yapıldığı arka plan gibi ortam koşulları nedeniyle meydana gelebilecek hataların düzeltilmesi için formüle eklenmiştir.

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

Yapılan renk ölçümü çalışmalarında parametrik faktörlerin (K_L , K_C , K_H) genellikle 1 olarak dikkate alındığı CIEDE2000 (1:1:1) renk farkı formülü kullanılmıştır (Pecho vd., 2016; Pecho vd., 2017). Bununla birlikte son dönemlerde

görsel ve enstrümantal renk ölçüm yöntemlerinin sonuçlarını karşılaştıran çalışmalara göre, kabul edilebilir eşik değeri bakımından görsel gözlemlere daha yakın sonuçlar veren, K_L değerinin 2 olarak alındığı CIEDE2000 (2:1:1) renk farkı formülü ön plana çıkmıştır (Pecho vd., 2016; Perez vd., 2011). Ayrıca birçok çalışma görsel toleransların değerlendirilmesinde CIEDE2000 formülünün CIELab'a göre daha üstün olduğu belirtilmekte ve dental renk araştırmalarında kullanılması desteklenmektedir (Iyer vd., 2021).

Kompozit Rezinlerde Renk

Diş dokularında meydana gelen madde kayıpları restoratif malzeme ile tedavi edilirken, uygun diş formunu, fonksiyonunu ve estetiği sağlamak hedeflenmektedir. Estetik sonuç için restoratif malzemenin renk ile ilgili özelliklerinin bilinmesi ve diş dokuları ile malzeme arasında renk uyumu olması önemlidir (Iyer vd., 2021). Diş, farklı renk tonu ve yarı saydamlığa sahip çeşitli tabakalardan oluşmaktadır. Farklı tabakalar, algılanan rengi değiştiren farklı optik etkilere neden olur (Oliveira, 2018). Kompozit rezinlerin üretiminde diş dokuları ile benzer özellik göstermesi için yapısına renk pigmentleri eklenerek veya doldurucu partiküllerin şekilleri değiştirilerek diş dokularına benzerlik göstermesi amaçlanmıştır. Pigmentasyona ek olarak uygun yarı saydamlık da sağlandığında diş dokuları ile klinik olarak kabul edilebilir uyum sağlanabilmektedir.

Üretim Sırasında Pigmentasyon Yoluyla Renk Elde Etme. En yaygın kullanılan renk elde etme yöntemidir ve fabrikada üretim sırasında kompozit rezin içerisine renk pigmentleri ilave edilerek gerçekleştirilir. Malzemelerin diş dokusuyla renk uyumu sağlaması için beyaz ana malzemenin içerisine sarı ve grinin farklı tonları ile birlikte bazen mavi, yeşil, kırmızı, beyaz ve siyah olmak üzere farklı inorganik pigmentler eklenmektedir.

Özellikle demir oksit (Fe_2O_3 , kırmızı) ve demir hidroksit ($FeOOH$, sarı) gibi pigmentler yaygın olarak kullanılmaktadır (Klapdohr & Moszner, 2005). Kompozit rezinlerde ışık geçirgenliği renk için önemlidir ve kompozit rezinlerin doldurucu tipi ve yoğunluğuna bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Pigment içeren restoratif malzemeler ışığı seçici olarak yansıtır ve böylece renk oluşumuna etki eder (Pereira Sanchez vd., 2019).

Üretim Sırasında Doldurucu Partiküllerde Yapısal Değişiklikle Renk

Elde Etme. Yapısal renk, görünür ışık ile belirli bir kırılma indisine sahip malzemeler arasındaki etkileşim sonucu oynadıkça değişiklik gösteren bir renktir ve malzemenin farklı dalga boylarını güçlendirmesi veya zayıflatması prensibiyle oluşmaktadır. Pigment ilavesi olmadan, görünür ışığın dalga boyundan daha küçük çapa sahip küresel simetrik nanodoldurucular, bakış açısı ve ışığın geliş açısından bağımsız şekilde, kompozit rezinin yapısal rengine etki edebilmektedir. Işğın, monomerler, pigmentler ve doldurucu partikül gibi bileşenlerden karmaşık saçılma ve absorpsiyonunun sonucunda iletimi değişmektedir. Yapısal renk üretimi, doldurucuların boyutuna ve dağılımına bağlıdır, bu nedenle ideal nanodoldurucuya sahip kompozit rezinler daha iyi renk uyumu sağlayabilirler. Ayrıca kompozit rezin matrisi ile inorganik doldurucu arasındaki yansıtma indisi farkına da dikkat etmek gerekmektedir. Doldurucuların yansıtma indisi 1.47 ile 1.52 arasında değişmeli ve polimerize rezin matrisinin indisine karşılık gelmesi gerekmektedir. Doldurucular ile rezin matris kırılma indislerinin arasında yanlış bir eşleşme olması durumunda, doldurucu-matris arayüzlerinde aşırı yansıma ve kırılmaya bağlı olarak malzemenin opaklığı artabilir. Doldurucular aynı zamanda kırmızıdan sarıya doğru renk oluşturabilmekte ve etrafındaki diş dokusu ile etkileşim göstermektedir. Küresel doldurucular tarafından kırmızıdan sarıya doğru oluşturulan renk, kaviteyi çevreleyen diş dokusundan yansıyan renk ile birleşerek A1'den D4'e kadar Vitapan Klasik skalasında mevcut 16 renk tonu ile uyumlu hale gelmektedir. Diş hekimliğinde kullanılan bu yapısal renk elde etme yöntemi "akıllı kromatik teknoloji" olarak adlandırılmaktadır. Yapısal renk; tavus kuşunun tüyleri ve mücevher böceğı gibi biyolojik dokularda da görülmektedir (Chen vd., 2021; Iyer vd., 2021; Lucena vd., 2021; Paravina vd., 2006a; Pereira Sanchez vd., 2019; Yamaguchi vd., 2021).

Renk Tonu Özelliklerine Göre Kompozit Rezinler

Diş dokuları farklı optik özelliklere sahiptir. Diş dokularının ışık ile olan etkileşimlerini analiz etmek, optik özelliklerini anlayabilmek için oldukça önemlidir. Bu etkileşime bağlı olarak dentin dokusunun bir renk, mine dokusunun ise renk modifiye edici olduğı söylenebilir. Mine dokusu mineralizasyon ve içeriğıne bağlı

farklılıklar olmakla birlikte ışığın ortalama %70.1'nin geçişine izin verirken, bu oran dentin dokusunda ortalama %52.6'tır (Villarroel vd., 2011). Üretici firmalar diş dokularını daha iyi taklit etmek amacıyla kompozit rezinlerin optik özelliklerini geliştirmektedir. Bu amaçla farklı optik özelliklere sahip çeşitli kompozit rezinler üretilmiştir. Dental malzemeler yarı saydam özelliğe sahip oldukları için etrafındaki dokuların optik özelliklerinden etkilenir ve bu durumda restorasyon ile çevreleyen doku arasındaki renk uyumunu olumlu olarak etkiler (Paravina vd., 2006a; Paravina vd., 2006b).

Çok Renk Tonlu Sistemler. Mine ve dentinin ışık geçirgenliğini ayrı ayrı taklit edip etmemesine göre iki farklı çok renk tonlu sistem mevcuttur. Bunlar tek tip ışık geçirgenliğine sahip sistemler ve farklı ışık geçirgenliğine sahip sistemler olarak ikiye ayrılır.

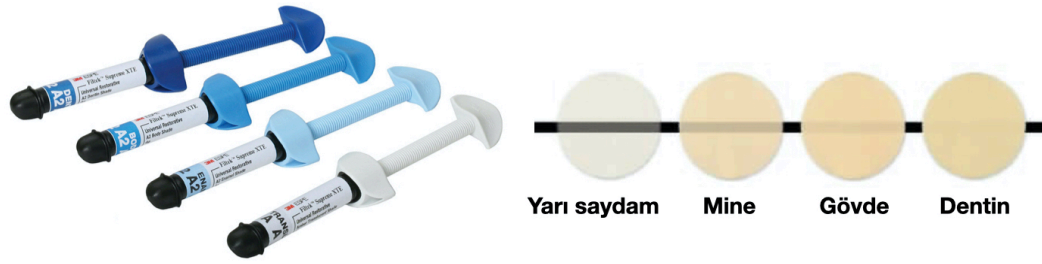
Tek Tip Işık Geçirgenliğine Sahip Çok Renk Tonlu Sistemler. Mine ve dentin gibi dokuların ışık geçirgenliği farkı dikkate alınmaksızın üretilen, bir başka deyişle tek tip ışık geçirgenliğine sahip kompozit rezinleri içeren sistemlerdir. Vitapan Klasik skalası dikkate alınarak üretilmiştir. A1 renginden D4 rengine A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D2, D3, D4 olmak üzere toplam 16 farklı renk tonuna sahip kompozit rezin içerir. Doldurucu tipi ve dağılımına bağlı olarak farklı mekanik ve optik özellik gösterebilirler. Bazı firmalar tek tip ışık geçirgenliğine sahip bu sistemleri kendi içlerinde ön bölgede, arka bölgede ve hem ön bölge hem arka bölgede kullanılabilen olarak 3 gruba ayırmıştır. Estetik gereksinimin ön planda olduğu vakalarda kullanımı sınırlıdır.

Farklı Işık Geçirgenliğine Sahip Çok Renk Tonlu Sistemler. Mine ve dentin diş dokularının ışık geçirgenlik farklılığı dikkate alınarak üretilen kompozit rezinleri içeren sistemlerdir. Bu sistemlerde kompozit rezinler genelde dentin, gövde (body), mine (enamel) ve yarı saydam (translügen) olmak üzere 4 tiptir. Bunlar ışık geçirgenliklerine göre azdan çoğa doğru dentin, gövde, mine ve yarı saydam olarak sıralanır (Şekil 3). Bu nedenle, dentin ve gövde kompozit rezinleri dentin dokusu yerine kullanılırken, mine kompozit rezinleri ve yarı saydam kompozit rezinler mine dokusu yerine kullanılmaktadır. Dentin, gövde ve mine kompozit rezinlerinin renk tonları Vitapan Klasik skalasına uygundur. Buna ek olarak, beyazlatılmış dişler için beyaz ve ekstra beyaz olmak üzere özel renk tonları da firmaya bağlı olarak sistemin

içinde bulunabilmektedir. Yarı saydam kompozit rezinler ise üreticiye bağlı olarak değişkenlik gösterse de genellikle berrak, mavi, gri ve kehribar (amber) olmak üzere 4 farklı renk tonunda üretilirler.

Şekil 3

Çok Renk Tonlu Farklı Işık Geçirgenliğine Sahip Kompozit Rezin Sistemlere Bir Örnek (Filtek Ultimate, 3M, <https://multimedia.3m.com>)



Dentin dokusu yerine kullanılan daha opak kompozit rezinler aynı zamanda da hipokalsifiye lekeleri taklit etmede veya genç bireylerin dişlerinin kesici kenarlarındaki opak hale etkisi yaratmada kullanılır. Yarı saydam özelliğe sahip kompozit rezinler ise ilave estetik için mine dokusunun optik özelliklerini taklit eder. Ayrıca farklı renk tonlarına sahip olabilen bu yarı saydam kompozit rezinler, mine dokusunun kesici kenarda yarattığı yanar döner etkiyi yaratmak amacıyla sıklıkla kullanılır (Oliveira, 2018). Dentin kompozit rezininin seçiminde, dentin dokusuna en yakın opaklığı ve renk tonunu sunan herhangi bir kompozit rezin sistem seçilebilir. Gövde kompozit rezinleri genellikle diş dokusu ile restorasyon arasındaki renk geçişi için kromatik tabaka olarak uygulanır. Özellikle dişin servikal ve orta üçlü bölgesinde algılanan renk tonu ve doygunluğundan dolayı bu bölgelerde son tabaka olarak tercih edilir. Bu sistemdeki kompozit rezinler tabakalama tekniği ile uygulanır ve restore edilecek bölgenin ışık geçirgenliği, kullanılacak kompozit rezin tipini belirler. Çok renk tonlu sistemlerde uygulanan kompozit rezinlerin kalınlıkları çok önemlidir. Çünkü restorasyonun final optik özellikleri, uygulanan tüm kompozit rezin tabakalarından doğrudan etkilenmektedir (Dietschi & Fahl, 2016). Bu sistemler hem malzeme seçimi sırasında hem de uygulama sırasında yüksek hassasiyet gerektirir (Iyer vd., 2021; Lucena vd., 2021). Estelite Sigma Quik (Tokuyama), Filtek

Ultimate Universal Restorative (3M), G-ænial Anterior (GC), Vitra Essential (FGM) bu sistemlere örnektir.

Grup Renk Tonlu Sistemler. Çok renk tonlu sistemlere göre renk taklit yeteneği arttırılmış bu sistemde basitleştirilmiş renkler mevcuttur. Bu sistemlerde her bir renk tonu Vitapan Klasik skalasında bulunan birden fazla rengi taklit edebilmektedir (Lucena vd., 2021). Optishade (Kerr), G-ænial A'Chord (GC), Specutra ST (Dentsply Sirona) bu sistemlere örnek olarak verilebilir (Şekil 4).

Şekil 4

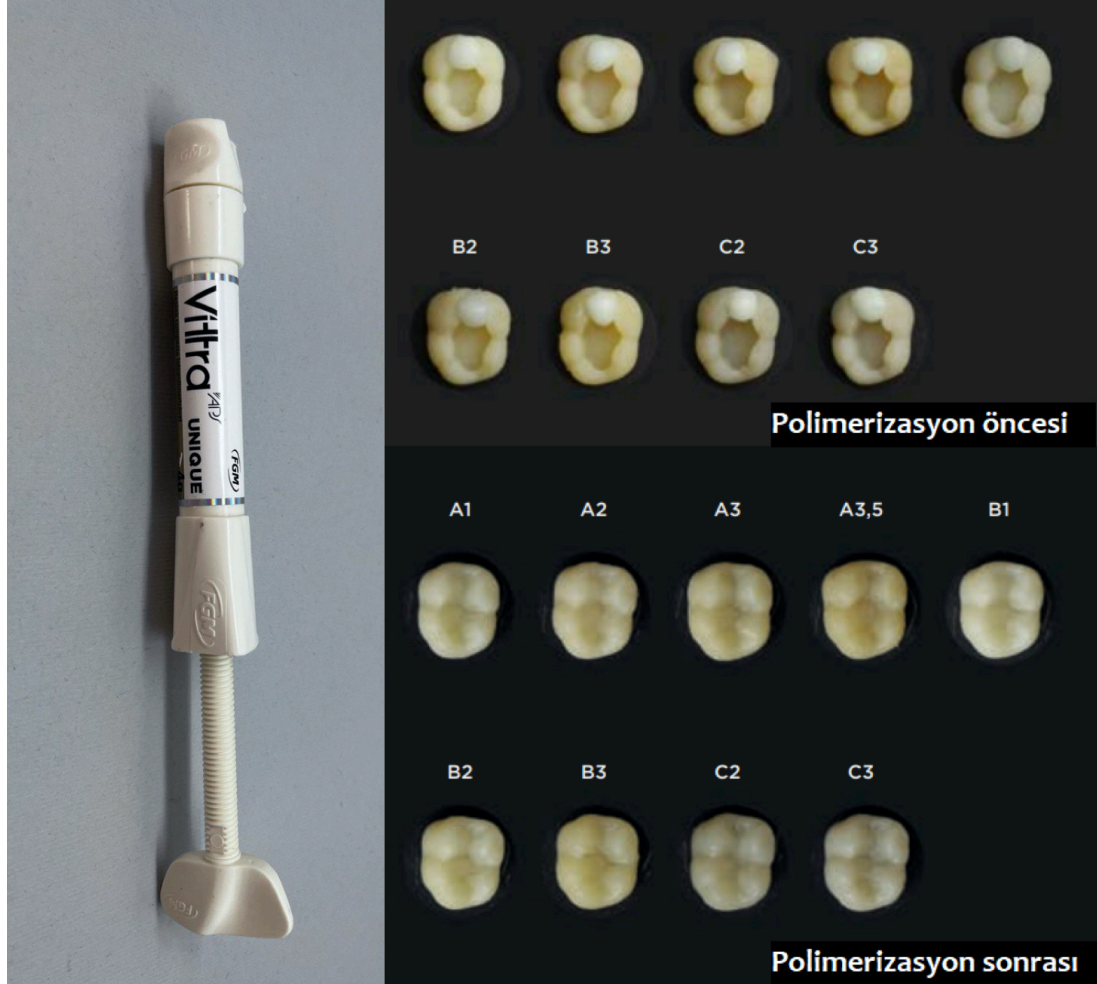
Grup Renk Tonlu Kompozit Rezin Sistemlere Bir Örnek ve Vitapan Klasik Renk Tonu Karşılıkları (OptiShade, Kerr; www.kerrdental.com)



Tek Renk Tonlu Sistemler. Sistem içerisinde tek bir renk tonuna sahip kompozit rezin vardır. Bu kompozit rezin ile Vitapan Klasik skalasındaki 16 renk tonunun taklit edilebildiği iddia edilmektedir. Restorasyonu çevreleyen dokuların renk tonunu taklit edebilen bu sistemlerde, kompozit rezin yüksek yarı saydamlık özelliğine sahiptir. Bu nedenle renklenmiş dentin gibi maskeleme gereken durumlarda altlarında kapatıcı (blocker) kullanılması önerilmektedir (Lucena vd., 2021; Pereira Sanchez vd., 2019). Omnichroma (Tokuyama), Vittra Unique (FGM), Venus One (Kulzer) bu sistemlere örnek olarak verilebilir (Şekil 5).

Şekil 5

Tek Renk Tonlu Kompozit Rezin Sistemin Polimerizasyon Öncesi ve Sonrası Renk Tonu Uyumu Karşılaştırmaları (Vittra Unique, FGM, <https://fgmdentalgroup.com>)



Restoratif Diş Hekimliğinde Renk Tonu Belirleme Yöntemleri

Renk tonu belirlenirken kullanılan tekniklerin çabuk, kolay ve anlaşılabilir olması gerekir (Trakyalı, 2013). Diş hekimliğinde renk tonu belirleme amacıyla birçok yöntem kullanılmaktadır. Renk tonu belirleme yöntemleri temel olarak görsel ve enstrümantal olmak üzere iki ana gruba ayrılır (Mayekar, 2001).

Görsel Renk Tonu Belirleme. Görsel renk tonu belirleme diş hekimliği pratiğinde renk belirleme amacıyla en sık kullanılan yöntemdir ve bu amaçla renk skalaları kullanılmaktadır (Brewer vd., 2004). İlk renk skalası, Clark tarafından 1930'lu yıllarda tanıtılmış ve ilerleyen yıllarda çeşitli renk skalaları piyasaya sürülmüştür. En büyük atılımı 1950'li yıllarda geliştirilen “Vitapan Klasik” (Vitapan

Classical, Vita Zahnfabrik) gerçekleştirmiştir (Paravina, 2009) (Şekil 6). Vitapan Klasik skalası, A, B, C ve D olmak üzere 4 farklı renk grubundan ve her grubun içerisinde farklı doygunluğa sahip olan toplam 16 renk tonundan oluşmaktadır (Paravina, 2009). A grubu kırmızımsı-kahverengi renkte olup; A1, A2, A3, A3.5 ve A4 olmak üzere 5 tondan oluşmaktadır. B grubu kırmızımsı-sarı renkte olup; B1, B2, B3 ve B4 olmak üzere 4 tondan oluşmaktadır. C grubu gri renkte olup; C1, C2, C3 ve C4 olmak üzere 4 tondan oluşmaktadır. D grubu ise kırmızımsı-gri renkte olup; D2, D3, D4 olmak üzere 3 renkten tonundan oluşmaktadır. Her grup içerisinde sayı değeri büyükçe, açıklık azalırken doygunluk artmaktadır (Brewer vd., 2004). Direkt veya indirekt restorasyonlar için geliştirilen çoğu kompozit rezin ve seramik malzeme Vitapan Klasik skalası ile uyumludur. Ancak bu renk skalasının renk tonları CIELab renk uzayındaki mevcut tüm renkleri karşılayamamaktadır (Hassel vd., 2013).

Şekil 6

Vitapan Klasik Renk Skalası (www.vita-zahnfabrik.com)

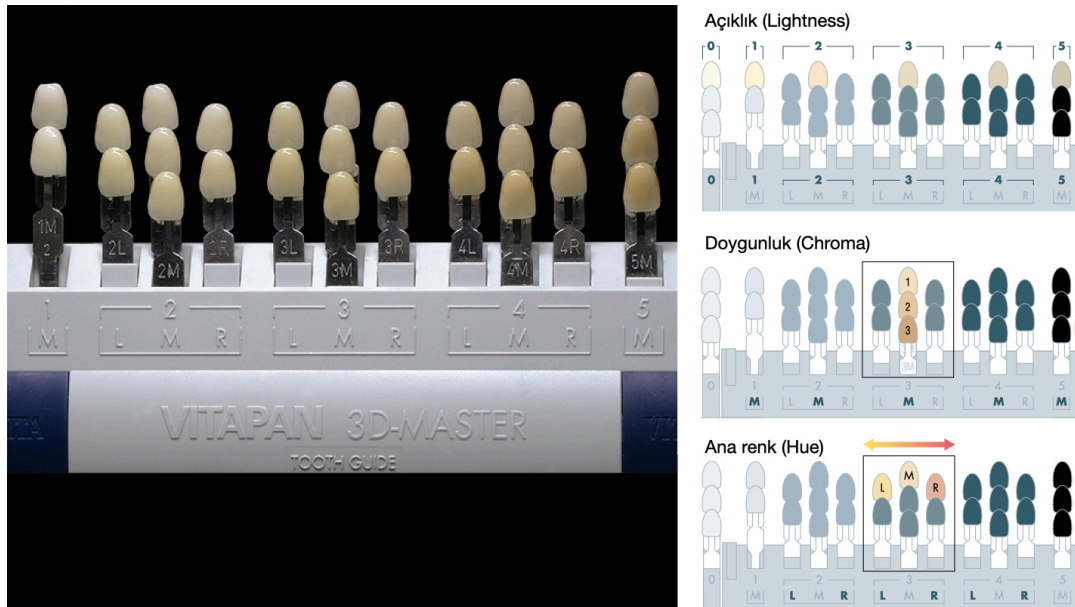


Renk seçimini geliştirmek amacıyla, renk tonları daha sistematik sıralanmış ve genişletilmiş yelpazeye sahip Vita Toothguide 3D-Master (Vita Zahnfabrik) renk skalası 1998 yılında tanıtılmıştır (Hassel vd., 2013) (Şekil 7). Bu skala ile birlikte CIELab renk sistemi dental renk skalasına dahil edilmiştir. Vita Toothguide 3D-Master renk skalasında, 3 tanesi beyazlatılmış dişler için olmak üzere toplamda 29

renk tonu bulunmaktadır. Bu skalada renk tonları sırasıyla açıklık (0, 1, 2, 3, 4, 5), ana renk (M, R, L) ve doygunluk (1, 1.5, 2, 2.5, 3) olarak kodlanmaktadır (Vichi vd., 2011). Bu skalanın kullanımı 3 basamaktan oluşur (Şekil 7). Birinci basamakta parlaklık değeri koyu olandan başlayarak en üst sırada yer alan 0 ile 5 arasında açıklık örneklerine sahip M gruplarından biri seçilir. İkinci basamakta da M grubu dikkate alınarak doygunluk belirlenir. Üçüncü basamakta ise seçilen örnek ile karşılaştırılarak ton belirlenir. Eğer daha kırmızimsı ise “R” ya da daha sarımsı ise “L” seçilir (Torres & Zanatta, 2019).

Şekil 7

Vita Toothguide 3D-Master Renk Skalası ve Uygulama Basamakları (www.vita-zahnfabrik.com)



Vita Toothguide 3D-Master skalasının kullanımı tecrübe istemektedir. Bu nedenle klinisyenler için renk seçimini daha da kolaylaştırmak adına 2008 yılında “Vita Linearguide 3D-Master” (Vita Zahnfabrik) renk skalası tanıtılmıştır (Şekil 8). Bu skalada renk kodları 3D-Master skala ile aynıdır ancak renk tonu seçimi 2 aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak dizi şeklinde hazırlanmış 6 farklı açıklık değerinden uygun olan belirlenir. İkinci basamakta ise farklı ton ve doygunluğa sahip dizi içerisinde renk tonu seçimi yapılır (Vichi vd., 2011).

Şekil 8

Vita Linearguide 3D-Master Renk Skalası (www.vita-zahnfabrik.com)



Diş veya malzemenin renk skalaları ile rengin belirlenmeye çalışıldığı öznel olan görsel yöntemde, aynı aydınlatma koşulları sağlanmaya çalışılsada, genellikle güvenilir olmayan ve tutarsız sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Joiner, 2004). Çünkü odanın rengi, klinik mobilyaları, hastanın kıyafet rengi, hekimin tecrübesi renk tonunu belirlemeyi etkilemektedir (Torres & Zanatta, 2019).

Enstrümantal Renk Tonu Belirleme Yöntemleri. Öznel renk belirleme yöntemlerinin yanı sıra nesnel yöntemlerin geliştirilmesi standardizasyon açısından son derece önemlidir. Bu amaçla birçok dijital renk ölçüm cihazı kullanılmaktadır (Lasserre vd., 2011). Cihaz ile yapılan renk ölçümü, ölçüm yapılan yüzeyden yansıyan ışığın analiz edilmesi prensibine dayandığından, geleneksel yöntemlerden kaynaklı öznel sonuçların önüne geçmektedir (Trakyalı, 2013). Cihaz ile yapılan renk ölçümleri nesnel olmasının yanında sayısal rakamlara dönüştürülebilmekte ve sonuçlar görsel yöntemle göre daha çabuk elde edilebilmektedir (Okubo vd., 1998). Diş hekimliğinde renk ölçümü amacıyla kolorimetre, spektoradyometre, spektrofotometre, dijital kamera ve ağız içi tarayıcılardan faydalanılmaktadır.

Renk ölçüm cihazlarıyla yapılan ölçümlerde kenar kaybı (edge-loss) olarak adlandırılan, çıplak gözle görülebilen ışığın ölçüm yapılacak yüzeyden soğurulmadan kenardan yayılması ve kaybolan ışığın tespit edilememesi sonucu oluşan bir olgu mevcuttur. Kenar kaybı miktarı, aydınlatma kaynağından gelen ışığın dalga boyu

(yeşil, kırmızı veya mavi) ve doğrultusu ile birlikte ölçüm yapılan malzemenin altında bulunan arka plana bağlıdır (Bolt vd., 1994; Johnston vd., 1996).

Renk ölçüm cihazlarının renk ölçümünü doğru ve hassas biçimde yapabiliyor olması önemlidir. Doğruluk, belirli bir örnek için doğru eşleştirme yapabilme yeteneğidir. Hassasiyet ise, ölçümün tekrarlanabilirliği ve yeniden üretilebilirliği değerlendirilerek test edilebilmektedir. Tekrarlanabilirlik, aynı yöntem, uygulayıcı ve cihaz kullanılarak dijital renk ölçümlerinde meydana gelebilen tutarsızlıkların değerlendirildiği bir yöntemdir. Yeniden üretilebilirlik ise farklı yöntem, uygulayıcı ve cihaz kullanılarak değerlendirilen bir yöntemdir (Chu vd., 2010; Kim-Pusateri vd., 2009; Olms & Setz, 2013).

Kolorimetre. Kolorimetreler, insan gözünü taklit edebilen kırmızı, yeşil ve mavi filtrelerle sahip, L^* , a^* , b^* değerlerinde sonuç veren cihazlardır (Chu vd., 2010; Tung vd., 2002). Renk kalitesini kontrol etmek için malzemeler arasındaki renk farkının belirlenmesinde faydalanılmaktadır (Brewer vd., 2004). Diş hekimliğinde renk değerlendirmesi için tasarlanan ilk özel kolorimetre Chromascan (Sterngold) 1980’li yılların başında tanıtılmıştır (Brewer vd., 2004). Daha sonraki yıllarda ShadeScan (Cynovad), ShadeEye NCC (Shofu), ShadeVision (X-Rite) cihazları geliştirilmiş ve piyasaya sürülmüştür. Bu cihazlar klinikte renk değerlendirmesi için üretilmiştir. Kolorimetrenin avantajları; kullanım kolaylığı, düşük maliyet, yakın renk tonlarına sahip örneklerin arasındaki farkları algılayabilme ve ölçebilmedir. Kolorimetreler düz yüzeyler için tasarlanmış olduğundan , doğal olarak düz olmayan dış yüzeylerini ölçmek için çok uygun değildir. Bu nedenle kolorimetreler daha çok laboratuvar ortamında yapılan çalışmalarda düz yüzeyli örneklerin analizinde kullanılmaktadır. Bu cihazların filtreleri kısa sürede eskimekte ve ölçümün doğruluğunu etkileyebilmektedir (Chu vd., 2010; Joiner & Luo, 2017).

Spektroradyometre. Spektroradyometreler, görünür spektrum boyunca malzemeden yayılan veya yansıyan ışının irradyans, ışıma (radiance) gibi radyometrik parametrelerin ölçümü için tasarlanmış cihazlardır. Bu değerler cihaz tarafından CIE renk koordinatlarına dönüştürülebilmektedir (Joiner & Luo, 2017). Spektroradyometreler sabit bir ışık kaynağı içermeyen temassız ölçüm cihazlarıdır. Ölçüm yapılan yüzeyle temas olmadığı için, temaslı ölçüm cihazlarında meydana gelen kenar kaybı olgusu bu cihazda yaşanmamaktadır (Joiner & Luo, 2017).

SpectraScan PR serisi (PhotoResearch), Minolta CS-1000, Minolta CS-2000, Minolta CS-2000A (Konica Minolta) diş hekimliği alanında kullanılan spektrofotometrelere örnektir.

Spektrofotometre. Doğal dişlerin renk aralığının spektrofotometre ile belirlenmesiyle, klinikte renk tonu belirleme kavramına 1973 yılında Sproull tarafından yeni bir boyut kazandırılmıştır (Lasserre vd., 2011). Bu cihazlar piyasaya ilk çıktıklarında pahalı, kompleks ve büyüklerdi, ancak zamanla geliştirilmiş ve renk seçiminde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu cihazlar, malzeme tarafından yansıtılan veya iletilen görünür enerji miktarını her ölçümde sadece bir dalga boyu olacak şekilde açıklık, doygunluk ve ana renk parametreleri için ayrı ayrı ölçerek kaydeder (Trakyalı, 2013). Spektrofotometreler; malzemedен yansıyan ışığın, beyaz yüzeyden yansıyan ışığa oranının ölçülmesi prensibiyle çalışır ve birçok dalga boyunda ölçüm yapabilen sensörleri vardır (Brewer vd., 2004). Bu sensörler, insan gözüyle tespit edilemeyen renkleri algılama özelliğine sahiptirler.

Spektrofotometreler rezin, seramik, renk skalası gibi çeşitli dental malzemelerin renk ölçümünde kullanılarak, renklerinin sayısal olarak ifade edilmesini sağlarlar (Chu vd., 2010). Vita EasyShade , Vita EasyShade Compact, Vita EasyShade Advance (Vita Zahnfabrik), Shade-X (X-Rite), Cyrstaleye (Olympus) piyasada bulunan spektrofotometre cihazlarına örnektir (Şekil 9).

Şekil 9

Dental Spektrofotmetre (Vita EasyShade Compact, www.vita-zahnfabrik.com)



Dijital kameralar. Son yıllarda renk ölçümü için de kullanılmaya başlanmıştır. Nesnenin belirli tek bir noktasının değil, fotografik görselin tümünün renk bilgileri elde edilebilir (Brewer vd., 2004). Dijital kameralar, insan gözündeki spektral duyarlılığa sahip değildirler. Kamera kırmızı, yeşil ve mavi renk (RGB) sinyallerini almakta ve bu değerler CIE formatına dönüştürülebilmektedir (Brewer vd., 2004).

Ağız içi tarayıcılar. Ağız içi tarayıcılar ilk üretildiklerinde dijital ölçü almak için kullanılmaktaydı. Teknolojik gelişmelerle birlikte bazı ağız içi tarayıcılara ilave bir yazılım aracılığıyla dental renk ölçümü yapabilme özelliği de eklenmiştir. Renk ölçümü için ağız içi tarayıcıya yüksek çözünürlüklü bir kamera eklenmiştir. Diş LED (Light emitting diode- ışık yayan diyot) ışığı altında tarandıktan sonra, yazılım elde edilen veriyi Vita renk tonlarına göre tanımlar. Tarayıcıların avantajı, tarama verisi üzerinden dişlerin renk tonları belirlenebildiğinden, renk tonu belirleme için ayrı bir tarama gerekmemesidir. Mevcut ağız içi tarayıcılar arasındaki teknolojik farklılıklara rağmen, renk tonu belirlenmesinde güvenilir sonuçlar vermemektedir ve bu nedenle renk seçimi için henüz tavsiye edilmemektedir (Tabatabaian vd., 2021). Ağız içi tarayıcılardan Trios 3 Basic (3Shape A/S), Trios 3 (3Shape A/S), Omnicam (Dentsply), Primescan (Dentsply Sirona) renk ölçümü yapabilenlere örnek olarak verilebilir.

Kompozit Rezin Restorasyonların Ağız İçi Tamiri

Geçmişten günümüze restoratif diş hekimliğinin en temel ilgi alanı, başta çürük olmak üzere dişlerde pek çok nedenle meydana gelen madde kayıplarının çeşitli malzemelerle restorasyonu olmuştur (Yeşilyurt & Bulucu, 2003). Her ne kadar son yıllardaki gelişmelerle restorasyonların dayanıklılığı artırılmış olsada; pH ve ısı değişiklikleri gibi ağız ortamında meydana gelen dinamik olaylar nedeniyle restorasyonlarda bozulmalar meydana gelmekte ve restorasyonların klinik ömürleri kısalmaktadır (Hatipoğlu & Arıcıoğlu, 2019). Lokalize defektler ve ikincil çürükler diş hekimlerinin bu anlamda en sık karşılaştığı klinik durumlardandır (Blum & Özcan, 2018).

Mevcut restorasyonların değiştirilmesi, diş hekimliği pratiğindeki en yaygın klinik uygulamalardandır. Çalışmalar, ağız içine uygulanan direkt restorasyonların

neredeyse yarısının yeni yapılan primer tedavilerden çok, eski restorasyonların değiştirilmesi şeklinde olduğunu göstermektedir. Restorasyonların değiştirilmesi yaklaşımı, gereksiz doku kaldırılmasının yanında hastaların daha geniş ve derin restorasyonlara sahip olmalarına, geride kalan diş dokularının zayıflamasına, tedavi sürecinin karmaşık hale gelmesine ve hatta diş kaybına yol açabilmektedir (Blum & Lynch, 2014; Blum vd., 2014). Biyolojik değişikliklerin yanı sıra bu durum ekonomik olarak da bir dezavantaj oluşturmaktadır (Wilson vd., 2016).

Madde kaybını minimum seviyede tutarak sağlam diş yapısını koruma avantajı sağlayan restorasyonların tamiri yaklaşımı, restorasyonu değiştirme işlemine bir alternatiftir. Bu yaklaşım, günümüz restoratif diş hekimliğinde, minimum madde kaybının hedeflendiği “minimal invaziv diş hekimliği” prensibiyle uyumludur (Gordan vd., 2015; Yaman, 2006). Minimal invaziv tedavi yaklaşımının ayrılmaz parçası olan adeziv sistemlerde meydana gelen gelişmeler, hasarlı restorasyonların kompozit rezin kullanılarak ağız içi tamirini mümkün kılarak, restorasyonun ömrünü uzatmaktadır (Blum & Özcan, 2018).

Kusurlu Restorasyonların Yönetimi

Kusurlu kompozit rezin restorasyonların yönetilmesindeki 4 farklı yaklaşım vardır (Hickel vd., 2013; Setcos vd., 2004). Bu yaklaşımlar;

İzleme (Monitoring). Yüzeysel renklenme ve minör kusurlarda klinik olarak bir dezavantaj yoksa durum takip edilir.

Yenileme (Refurbishment). Yeni restoratif malzeme eklemekten düzeltilebilecek minör kusurların varlığında yüzeyin yeniden düzenlenip, pürüzsüz ve cilalı bir yüzey elde edilerek restorasyonun yenilenmesi işlemidir.

Tamir (Repair). Klinik olarak kabul edilemeyen lokal kusurların, minimal invaziv bir yaklaşımla restoratif malzeme eklenerek tedavi edilmesidir.

Değiştirme (Replacement). Restorasyonun tamamen kaldırılıp, baştan yapılması işlemidir. Diş dokularında kayba neden olabilen bir uygulamadır.

Kompozit Rezin Restorasyonların Tamirinde Göz Önünde Bulundurulması Gereken Kriterler

Bölgesel hasarı olan restorasyonlarda, restorasyonun değiştirilmesi yerine tamirine karar verilmesinde, hastanın çürük riski, restorasyonlu dişin klinik durumu ve fiyat/fayda değerlendirmesi önemli rol oynar. Kompozit rezin restorasyonların tamirinde göz önünde bulundurulması gereken kriterler hasta merkezli ve diş merkezli olmak üzere iki kategori altında incelenebilir (Blum vd., 2014).

Hasta Merkezli Kriterler. Ağız sağlığı iyi, düzenli hekim kontrolüne giden ve ağız bakım motivasyonu yüksek bireyler, tamir prosedürü için uygun adaylardır. Ayrıca karmaşık tıbbi geçmişi veya kooperasyon eksikliği olan hastalar da tamir prosedürleri için uygun bireylerdir; çünkü bu hastalarda durum karmaşık ve müdahale edecek zaman sınırlıdır. Tamir işlemleri sırasında genellikle lokal anesteziye ihtiyaç duyulmaması, kompleks tıbbi geçmişi ve dental korkusu olan hastalar için de bir avantajdır (Blum vd., 2014). Tedavi uygulanacak hastaya tamire dair prosedürlerin, avantajlarının ve dezavantajlarının anlatılması önemlidir (Blum vd., 2014). Hastanın restorasyonu değiştirmek istemediği veya renk uyumsuzluğuna rağmen memnun olduğu, anestezi yapılmasının uygun olmadığı durumlarda da tamir seçeneği gündeme gelebilmektedir (Wilson vd., 2016).

Diş Merkezli Kriterler. Diş özgül kriterleri değerlendirmek için tek bir diagnostik yaklaşımın yetersiz olmasından dolayı ilave araçlardan da faydalanılmalıdır. Örneğin, görsel muayene için büyütme araçları kullanılabilir. Radyografik görüntülerin kalitesi, klinik değerlendirmenin hassasiyeti ve özgünlüğü için önemlidir (Blum & Özcan, 2018). Ayrıca dişte mevcut eski tedavinin başarısı ve olası riskleri gibi kriterler de göz önünde bulundurulmalıdır (Wilson vd., 2016).

İkincil Çürükler. Diş hekimliğinde, direkt restorasyonların %50-60'ı ikincil çürük nedeniyle değiştirilmektedir. İkincil çürük tanısı koymak bazı durumlarda öznel olduğundan, klinik muayene özenle yapıp ikincil çürük varsa gözden kaçırılmamalıdır. İkincil çürük nedeniyle yapılan müdahaleler sonucu daha büyük restorasyonlara gereksinim olmaktadır. Tanı neticesinde uygulanacak alternatif tedavi seçenekleri, diş dokularını korumalı, restorasyon ve dişin ömrünü uzatmalı ve maliyeti düşürmelidir (Mjör & Gordan, 2002; Mjör vd., 2002). İkincil çürük görülen restorasyonlar, primer çürük başlangıcı olan dişlermiş gibi tedavi edilmelidir.

Müdahale minimal ve çürüğün ilerlemesini engelleyecek kadar sınırlı olmalıdır. Tamir işlemi, mevcut restorasyonun klinik ve radyografik olarak çürük içermeyen kısmına dokunulmayarak gerçekleştirilmelidir (Blum vd., 2014; Mjör & Toffenetti, 2000; Mjör vd., 2002).

Lokalize Marjinal Kusurlar ve Lekelenme. Diş hekimi marjinal defektlerin her zaman ikincil çürük varlığını belirtmediğinin farkında olmalıdır. Hasta tarafından fark edilemeyen küçük defektler için hekim, hastayı yakından takip ederek, plak birikimi, yemek birikimi veya çürük başlangıcı belirtisi olan renkleşme meydana gelene kadar tamir işlemini erteleyebilir. Eğer marjinal kusur sınırlıysa tamir prosedürleri ile düzeltilebilir. Dışsal renkleşmelere doğal eğilimleri olduğundan, ön bölge kompozit rezin restorasyonlarda görülen marjinal kusur ve renklenmelerin tamirinde beklenen estetik sonucu elde etmek zor olabilir. Tamir veya değiştirme yerine, basit bir bitirme ve cilalama ile diş dokusunu koruyan yenileme (refurbishment) yaklaşımı tercih edilebilir. Estetiğin önemli olduğu durumlarda eğer yoğun bir renklenme varsa restorasyonun tamamen değişimi daha olumlu sonuçlar verebilir (Blum & Özcan, 2018; Blum vd., 2014).

Yüzeysel Renk Düzeltme. Diş-restorasyon renk uyumu olmayan restorasyonlarda, doğru renk tonuna sahip kompozit rezin ile restorasyon yüzeyi kaplanarak tamir edilebilir. Bu durumda ideal bir tamir için aynı marka ve tür kompozit rezinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Yapılan restorasyonun işlem basamaklarını bilen bir hekimin de bu işlemi yapması daha doğru olacaktır. Bu yüzden kullanılan malzeme ve tekniğin kaydedilmesi önemlidir (Blum & Özcan, 2018; Blum vd., 2014).

Restorasyonun Aşınması. Restorasyonlarda görülen aşınma sonucu dişlerde pasif sürme veya komşu dişlerde devrilmeler meydana gelebilir. Eğer meydana gelen aşınma oklüzal yüzey ile sınırlı ve tamir yapılması için yeterli mesafe varsa, aşınmış oklüzal yüzey kompozit rezin ile kaplanarak problem çözülebilir. Proksimal alanda görülen aşınmalarda eğer anatomik formu tamir etmek için boşluk yok ise alternatif tedavi seçenekleri düşünülmelidir (Blum & Özcan, 2018; Blum vd., 2014).

Kütlesel Kırık. Kütlesel kırık görülen hastalarda, eğer restorasyon yakın zamanda yapılmışsa, kırığa neden olacak faktörleri ortadan kaldırmak önemlidir. Bir süredir hizmet eden restorasyonlarda yorulmaya bağlı olarak da kütlesel kırık

görülebilir. Eğer kütleli kırık restorasyonun yarısından az ise tamir işlemi yapılabileceği ancak restorasyonun kalan kısmının da dikkatle değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Blum vd., 2014; Mjör & Gordan, 2002).

Restorasyona Komşu Diş Dokusunun Kırılması. Yetersiz veya desteklenmeyen diş dokusu, oklüzal temas noktalarının konumu, restoratif malzemenin uygun olmayan bölgelere yerleştirilmesi, parafonksiyonel alışkanlıklar, oklüzal travma ve kompozit rezin restorasyon yapılırken meydana gelen polimerizasyon büzülmesine bağlı oluşan stresler gibi çeşitli nedenler restorasyona komşu diş dokularında kırıklara sebep olabilirler. Kırığa neden olan durumun teşhisi kesin doğru ise tamir yapılabilir. Fakat kırığa neden olabilecek faktörler minimize edilmeli mümkünse ortadan kaldırılmalıdır; örneğin aşırı oklüzal kuvvetlerin görüldüğü brüksist hastalarda koruyucu olarak gece plağı kullanılabılır (Blum vd., 2014).

Tamirin Avantajları

Restorasyonun tamamen değiştirilmesi çoğu zaman pahalı bir tedavi seçeneği olmakla beraber, daha büyük restorasyon yapılacak olması sağlıklı diş dokusu miktarını ve pulpanın canlılığını tehlikeye atmaktadır. Restorasyonun değiştirilmesi pulpal cevap riskini arttırmakla beraber diş kaybı sürecini hızlandırabilir. Restorasyonun değiştirilmesinin bu dezavantajları dikkate alındığında, tamir işlemi daha minimal invaziv bir teknik olup birçok avantaj sağlamaktadır. Tamirin avantajları şu şekilde özetlenebilir;

- Diş dokularını korur ve doku kaybını azaltır,
- Pulpanın zarar görme potansiyelini azaltır,
- Tamir edilecek alan çok geniş olmadığı sürece anesteziye gerek yoktur,
- İyatrojenik zarar riskini azaltır,
- Tedavi süresini kısaltır,
- Maliyeti düşürür,
- Restorasyonun ömrünü uzatır (Blum & Lynch, 2014).

Tamirin Kontrendikasyonları

Tamir her ne kadar birçok avantaja sahip olsa da aşağıdaki durumlarda uygulanması önerilmez:

- Tamir prosedürlerini kabul etmeyen hastalarda,
- Düzenli olarak hekim kontrolüne gelmeyen hastalarda,
- Çürük riski yüksek hastalarda,
- Restorasyonun altında yaygın çürük görülen durumlarda,
- Tamir uygulamasının birçok kez başarısız olduğu restorasyonlarda,
- Tamir uygulanacak malzeme hakkında gerekli bilgi olmadığı ve işlem için

hangi malzeme kullanılması gerektiğine dair şüphenin olduğu durumlarda (Blum vd., 2011; Blum vd., 2014).

Ağız İçi Tamir Prosedürleri

Mevcut Restorasyonun Erken Dönemde Yapılan Tamiri. Restorasyonun yapıldığı seansta veya restorasyon yapıldıktan itibaren 14 gün içinde yapılan tamirleri içerir. Kompozit rezin restorasyonlarda yeni polimerize edilmiş kompozit rezin yüzeyinde halihazırda mevcut serbest radikallerin bulunması sayesinde tamir kompozit rezini ile restorasyon arasında bağlanma sağlanabilmektedir. Ayrıca metakrilat esaslı kompozit rezinlerin tamirinde aynı tip kompozit rezin kullanılması oksijen inhibisyon tabakası sayesinde bağlanmayı kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte polimerize edilmiş kompozit rezinde 14 güne kadar yeterli miktarda reaksiyona girmemiş C=C bağlarının ve serbest radikallerin olması adeziv sistem gerektirmeden tamiri mümkün kılabilir (Arhun & Tuncer, 2018). Restorasyon kütlesi içerisinde boşluk, yetersiz arayüz teması, yetersiz anatomi, renk uyumsuzluğu nedeniyle renk düzeltme gereksinimi, oklüzyon kontrolü sırasında erken temas nedeniyle meydana gelen kırıklar nedeniyle uygulanması gerekebilir (Arhun & Tuncer, 2018; Rinastiti vd., 2010).

Mevcut Restorasyonun Geç Dönemde Yapılan Tamiri. Kompozit rezin restorasyonların tamiri çoğunlukla aylar veya yıllar sonra gerekebilir. Ancak bu restorasyonların ağız ortamındaki tükürük, bakteri, enzim, diyet ve sıcaklık değişiklikleri gibi etkenlere bu süreçte maruz kaldığını klinisyenlerin unutmaması gerekmektedir. Çünkü bu koşullar kompozit rezin restorasyonların çoğunda su

emme, kimyasal bozunma gibi değişiklikler meydana getirebilmektedir. Bu gibi nedenlere bağlı olarak eskimiş kompozit rezin restorasyonun tamir prognozu tahmin edilemez. Eski restorasyon ile yeni uygulanmış tamir kompozit rezini arasındaki bağ, en zayıf halka olarak düşünülebilir. Bu nedenle eski restorasyon ile yeni uygulanan kompozit rezin arasındaki bağlanma kuvvetini arttırmak ve aralarında tam bir uyum sağlamak son derece önemlidir (Arhun & Tuncer, 2018).

Kompozit Rezin Restorasyonların Tamirinde Klinik İşlem Basamakları

Tamir işleminde hedef, mevcut restorasyon ve/veya diş sert dokularına yeterli düzeyde bağlanma sağlamaktır. Teorik olarak, tamir bağlanma dayanımının mevcut kompozit rezinin kohezyon dayanımı kadar olması istenir. Klinik olarak yeterli bağlanma kuvveti 15-30 MPa olmalıdır (Arhun & Tuncer, 2018). Kompozit rezinlerin tamirinde bağlanma, kompozit rezinin organik matrisi ile kimyasal olarak, açıkta kalan doldurucu partikülleri ile kimyasal olarak ve makro/mikro-mekanik kilitlenme ile 3 şekilde elde edilebilir. Kompozit rezin restorasyonların tamir işlemi hakkında netleşmiş ve genel kabul görmüş bir prosedür olmasa da klinik işlem basamakları 4 ana başlık altında toplanabilir.

Mevcut Restorasyonun Değerlendirilmesi. Mevcut klinik durumun tamir işlemine uygunluğunun onaylanması amacıyla yapılması gereken klinik ve radyografik incelemeler yapılır.

Yüzey hazırlığı. Yeterli bağ kuvveti elde edilmesi amacıyla eskimiş restorasyonun yüzeyel tabakası kaldırılır. Böylece temiz, yeterli pürüzlülük ve yüzey alanıyla birlikte ıslanabilirliğin artmasını sağlayan yüksek yüzey enerjisi elde edilir. Bu amaçla farklı malzeme ve cihazlar kullanılmaktadır (Arhun & Tuncer, 2018).

Asit İle Pürüzlendirme. Genellikle fosforik asit ve hidroflorik asit kullanılmaktadır. Fosforik asit kompozit rezin yüzeyinde yeterli pürüzlülüğü sağlayamamaktadır ve bu nedenle kompozit rezin restorasyon yüzeyinde sadece temizleyici etki yaptığı düşünülmelidir. Ancak tamir sınırları içerisinde diş dokusunun olduğu durumlarda, fosforik asit mine ve dentin üzerinde etki gösterdiğinden kullanılabilir. Hidroflorik asit, fosforik asitten farklı olarak, restoratif malzemenin açıkta olan cam partiküllerini çözerek silan ile bağlanma için mevcut düzensizlikleri azaltmaktadır. Fakat cam parçacık içermeyen kompozit rezinlerde bir

etkisi yoktur. Bu nedenle, hidroflorik asidin etkisi uygulanan malzemedeki doldurucu partiküllerine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca, hidroflorik asidin ağız içi uygulamaları yumuşak doku üzerindeki olası zararlı etkileri ile birlikte diş dokularına bağlanmayı azaltması nedeniyle kullanımı sınırlıdır (Arhun & Tuncer, 2018).

Hava Abrazyon İle Pürüzlendirme. Ağız içi hava abrazyon cihazları ile yaklaşık 10 mm mesafeden 2-3 bar basınçta ortalama 10 sn süreyle parçacık püskürterek yüzey temizlenebilir ve pürüzlendirilebilir. Parçacıklar 30-50 µm boyutlarında silikon dioksitle kaplı alüminyum oksit partiküllerinden oluşmaktadır. Silika kaplama veya tribokimyasal yüzey koşullandırma olarak da ifade edilmektedir. Uygulama sırasında saçılan partikülleri çekmesi için iyi bir emici kullanılması gerekmektedir (Arhun & Tuncer, 2018).

Frezle İle Pürüzlendirme. Ticari olarak birçok farklı büyüklük ve aşındırma özelliğine sahip elmas frez bulunmaktadır. Aşındırıcı partiküllerin boyutu, frezlerin kesme etkinliğini ve dolayısıyla kompozit rezin yüzeyinde yarattıkları mikromorfolojiyi değiştirir; buna bağlı olarak da tamir kompozit reziniyle mevcut restorasyonun bağlantısını etkilemektedir. Hava abrazyon yaklaşımı ile benzer bağlanma dayanımı ve ıslanabilirlik göstermektedir. Frez ile pürüzlendirme sonrası adeziv uygulanması klinik olarak yeterli ve kabul edilebilir bir bağlantı sağlamaktadır. Klinik olarak freze ulaşım kolaylığı, ekstra bir cihaz gerektirmemesi ve maliyetin düşük olması nedeniyle daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu yöntem, hidroflorik asit uygulaması ve hava abrazyon ile pürüzlendirmeye göre daha güvenlidir (Arhun & Tuncer, 2018).

Lazer İle Pürüzlendirme. Ağız içi tamirde lazerin kullanım amacı diğer mekanik yüzey işlemleri gibi yüzey pürüzlülüğünü ve enerjisini arttırarak yeterli bağlanma dayanımını sağlamaktır. Bu amaçla diğ hekimliğinde; Er:YAG, Er,Cr:YSGG lazerleri kullanılmaktadır (Arhun & Tuncer, 2018).

Kimyasal Bağlanma. Restorasyon yüzeyindeki pürüzlülük mikromekanik bağlanma sağlamasına rağmen, adeziv rezin, silan, akışkan kompozit rezin gibi ara malzemelerin yüzeyi daha iyi ıslatmak ve tamir kompozit rezinin restorasyona daha iyi bağlanmasını sağlamak amacıyla kullanılması gerekmektedir. Ayrıca silan gibi özel primerler kullanılmasıyla tamir kompozit rezini ile restorasyonun doldurucu

partikülleri arasında kimyasal bağlantı sağlanabilmektedir. Benzer şekilde adeziv rezinlerde, sadece yüzeydeki girintilere akarak değil, aynı zamanda açıkta olan doldurucu partiküllere ve matrise olan kimyasal birleşme eğilimi sayesinde bağlanma gerçekleştirmektedir. Restorasyonun tamiri gereken durumlarda, diş dokularının uygulama alanında olma ihtimali çok yüksektir ve bu durumlarda adeziv sistem kesinlikle kullanılmalıdır (Arhun & Tuncer, 2018).

Adeziv Sistem Uygulanması. İdeal bir tamir bağlanma dayanımı için adeziv uygulaması gerekmektedir. Kullanılan adeziv rezinin suya olan eğilimi tamir işleminde uzun süreli bağlanma dayanımını etkilemektedir. Çünkü hidrofilik adeziv rezin su emme eğilimindedir ve zamanla hidrolitik bozunmalar meydana gelmektedir. Bu nedenle ekstra olarak hidrofobik rezin uygulaması bağlanma dayanımını arttırmakla birlikte mikrosızıntıyı azaltmaktadır. Üç basamaklı asit, primer ve adezivin ayrı aşamalarda uygulandığı sistemler düşük hidrofilik özellik göstermelerinden dolayı, kendinden asitli sistemlere göre daha üstündür (Arhun & Tuncer, 2018).

Tamir Kompozit Rezini Uygulanması. Eğer aynı hekim yapmadıysa veya restorasyon kaydı mevcut değilse kompozit rezin restorasyonun yapımında ne tip bir kompozit rezin kullanıldığı bilinemeyebilir; bu nedenle hasta kayıtları çok önem arz etmektedir. Tamir edilecek kompozit rezin restorasyonun organik yapısına benzer kompozit rezin kullanılması tavsiye edilmektedir ancak zorunlu değildir (Blum & Özcan, 2018; Blum vd., 2014).

BÖLÜM III

Yöntem

Deney Gruplarının Oluşturulması

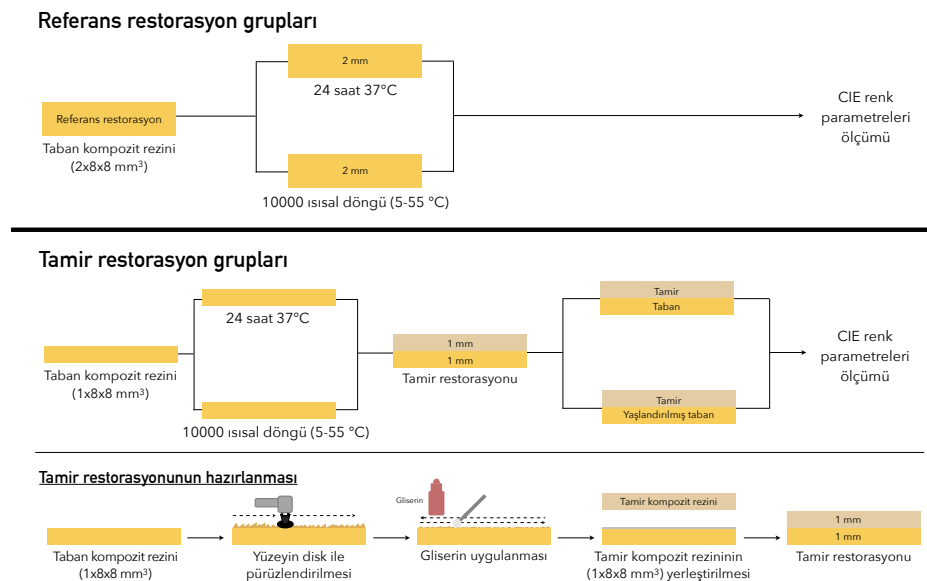
Bu çalışmada tamir amacıyla uygulanan kompozit rezin ile mevcut restorasyonun renk uyumu ve yarı saydamlık değişimi incelendi. Bu amaçla “referans restorasyon grubu” ve “tamir restorasyonu grubu” olmak üzere iki ana grup oluşturuldu.

Referans ve Tamir Restorasyon Grupları

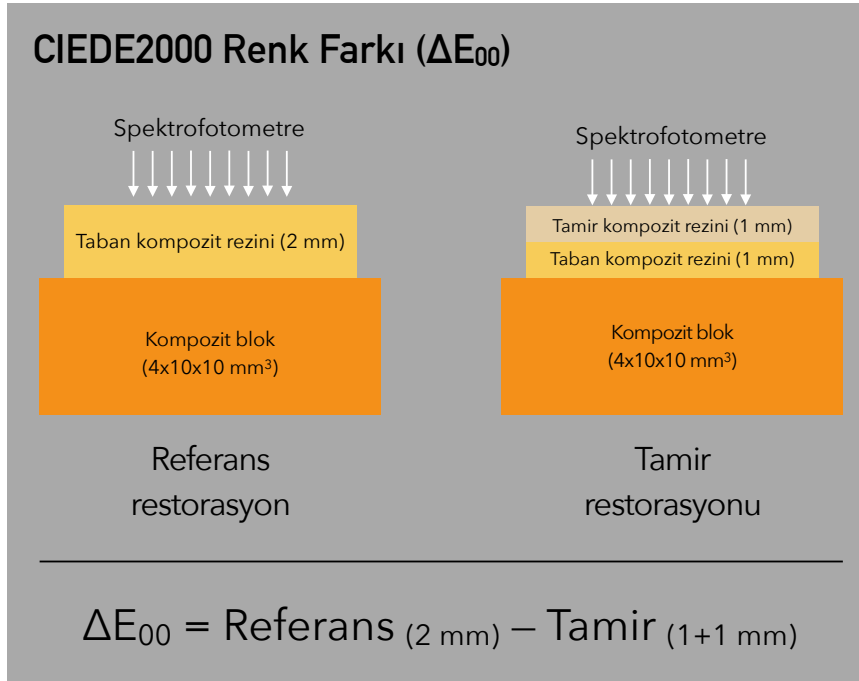
Referans restorasyon gruplarındaki örnekler, taban kompozit rezininden hazırlanan 2 mm kalınlığındaki numunelerden oluşturuldu. Deneysel tamir restorasyon gruplarındaki örnekler ise 1 mm kalınlığında hazırlanmış yaşlandırılmamış (24 sa) ve yaşlandırılmış (10000 ısısal döngü) taban kompozit rezini üzerine, 1 mm kalınlığında tamir kompozit rezini yerleştirilmesiyle elde edildi (Şekil 10). Referans gruplarının ve tamir restorasyonu gruplarının renk ve yarı saydamlık parametreleri ölçümleri yapıldıktan sonra ΔE_{00} (Şekil 11) ve ΔYSP_{00} (Şekil 12) hesaplandı.

Şekil 10

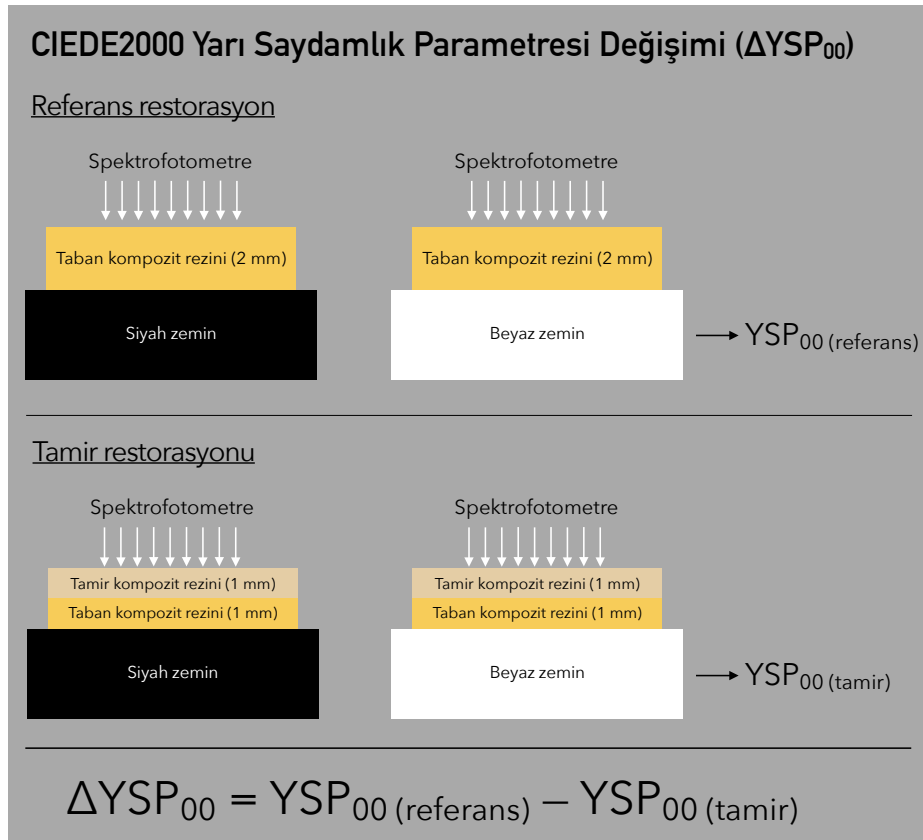
Referans ve Tamir Restorasyon Gruplarının Akış Şeması



Şekil 11

 ΔE_{00} Hesaplanmasının Şematik Gösterimi

Şekil 12

 ΔYSP_{00} Hesaplanmasının Şematik Gösterimi

Çalışmada Kullanılan Restoratif Malzemeler

Çalışmada, “referans” restorasyon malzemesi ve tamir edilecek “taban” restorasyon malzemesi olarak bir geleneksel nanohibrit kompozit rezin, bir ormoser kompozit rezin ve bir nanoseramik hibrit CAD/CAM kompozit rezin blok kullanıldı. Seçilen taban kompozit rezinlerinin üzerine “tamir” restorasyon malzemesi olarak ise, bir “çok renk tonlu” kompozit rezin ve iki farklı “tek renk tonlu” kompozit rezin kullanıldı (Tablo 2).

Tablo 2

Çalışmada Kullanılan Restoratif Malzemeler ve Özellikleri

Ürün	Kod	Renk tonu	Organik matris	Doldurucu	Üretici	Lot #
Admira Fusion (Ormoser)	AD	Çok renk tonlu, A2	Aromatik ve alifatik dimetakrilat, metakrilat-işlevselleştirilmiş polisiloksan	Silikon oksit nano doldurucu, cam seramik doldurucu, projenik silikon dioksit; ağırlıkça %84, hacimce %69	Voco	2106728
GrandioDisc (Nanoseramik hibrit)	DS	Çok renk tonlu, düşük yarı saydımlıkta A2	%14 UDMA, DMA	İşlevselleştirilmiş cam seramik; ağırlıkça %86, hacimce %71	Voco	2109637
GrandioSO (Nanohibrit)	GR	Çok renk tonlu, A2	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	Cam seramik doldurucu, işlevselleştirilmiş silikon dioksit nanopartiküller, pigmentler: ağırlıkça %89, hacimce %73	Voco	2105341
Omnichroma (Nano dolduruculu)	OM	Tek renk tonlu	UDMA, TEGDMA, mekinol, dibütil hidroksil toluen, UV emici	Küresel silika zirkonya ve kompozit doldurucu; ağırlıkça %79, hacimce %68	Tokuyama	644
Vittra Unique (Mikrohibrit)	VT	Tek renk tonlu	Metakrilat monomerleri, fotobaşlatıcı bileşimi, yardımcı başlatıcılar, stabilizatörler ve silan karılımı	Bor alüminyum silikat cam; ağırlıkça %72-80, hacimce %52-60	FGM	21020

Referans ve Taban Kompozit Rezinleri

Metakrilat Esaslı Nanohibrit Kompozit Rezin (GrandioSo, Voco). Işıklı polimerize olan, radyopak bir restoratif malzemedir. Metakrilat matris içerisinde ağırlıkça %89 inorganik doldurucu bulunmaktadır. Adeziv sistemle birlikte direkt

restoratif uygulamalarda kullanılmaktadır. A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, C2, D3, OA1, OA2, OA3.5, BL, insizal, GA3.25, GA5 olmak üzere 17 farklı renk tonu bulunmaktadır. GrandioSo, çalışmada ilgili referans (2 mm) ve taban (1 mm) kompozit rezini örneklerinin hazırlanmasında A2 renk tonunda kullanıldı (Şekil 13).

Şekil 13

Metakrilat Esaslı Nanohibrit Kompozit Resin (A2, GrandioSo, Voco)



Ormoser Esaslı Kompozit Resin (Admira Fusion, Voco). Işıklı polimerize olan, radyopak nanohibrit ormoser restoratif malzemedir. Ormoser terimi, organik olarak modifiye edilmiş seramik (**organically modified ceramics**) kelimelerinin birleştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. İnorganik doldurucu miktarı ağırlık olarak %84'tür. Ormoserler, organik matrisinde ana komponent olarak metakrilat polisioksan kullanılması ve dimetakrilat monomerinin azaltılması ile geleneksel kompozit rezinlerden ayrılmaktadır. Ormoserler, geleneksel kompozit rezinlere göre daha düşük polimerizasyon büzülmesi ve yüksek aşınma direnci göstermektedir (Ajlouni et al., 2005). Bağlayıcı bir ajan ile birlikte direkt restoratif uygulamalarda kullanılmaktadır. A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, B2, B3, C2, D3, OA1, OA2, OA3, OA3.5, BL, insizal, GA3.25, GA5 olmak üzere 18 farklı renk tonu vardır. Admira Fusion, çalışmada ilgili referans (2 mm) ve taban (1 mm) kompozit rezini örneklerinin hazırlanmasında A2 renk tonunda kullanıldı (Şekil 14).

Şekil 14

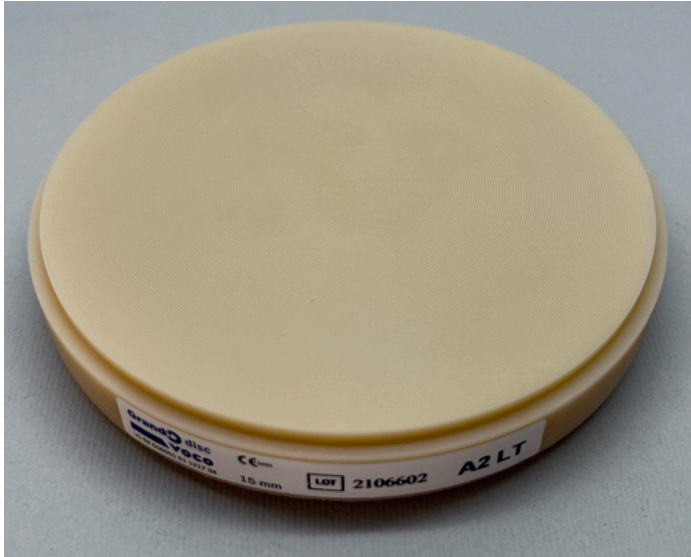
Ormoser Esaslı Kompozit Resin (A2, Admira Fusion, Voco)



Nanoseramik Hibrit CAD/CAM Kompozit Rezin Blok (GrandioDisc, Voco). Tek diş restorasyonlarda kullanılmak üzere üretilmiş seramik içerikli CAD/CAM kompozit rezindir. Polimer matris içerisinde ağırlıkça %86 inorganik doldurucu içermektedir. Diş dokusuna benzer elastikiyet modülü ile birlikte bükülme direnci ve aşınmaya dayanıklılığı yüksektir. Üretim sırasında fırınlama gerektirmez. Tamir edilebilirliği ve ince kenarlarda bile freze edilebilmesi, avantajları arasında yer alır. Ağız içinde veya ağız dışında cilalanabilir. Yüksek ve düşük yarı saydamlığa sahip iki farklı ışık geçirgenliğine sahip ürün grubu vardır. Yüksek yarı saydamlığa sahip olanlarda A1, A2, A3, A3.5 renk tonları, düşük yarı saydamlığa sahip olanlarda ise A1, A2, A3, A3.5, B1, C2, BL (ağartma- bleach) renk tonları mevcuttur. GrandioDisc, çalışmada ilgili referans (2 mm) ve taban (1 mm) kompozit rezini örneklerinin hazırlanmasında düşük yarı saydam özelliğe sahip A2 renk tonunda kullanıldı (Şekil 15).

Şekil 15

Nanoseramik Hibrit CAD/CAM Kompozit Rezin Blok (Düşük yarı saydamlık A2, GrandioDisc, Voco)



Tamir Kompozit Rezinleri

Tek Renk Tonlu Nano Dolduruculu Kompozit Rezin (Omnichroma, Tokuyama). Omnichroma, direkt restoratif uygulamalarda kullanılmak üzere üretilmiş, halojen veya LED ışık cihazı ile polimerize olan bir kompozit rezindir.

İçerisinde pigment veya boya bulundurmaz. Yapısında bulunan 260 nm boyutundaki sferik (küresel) doldurucu sayesinde, doğal dişlere benzer şekilde kırmızıdan sarıya yapısal renk göstermektedir. Vitapan Klasik skalasındaki A1'den D4'e kadar mevcut 16 farklı renk tonu ile uyum sağlayarak uygulandığı dişin rengini aldığı iddia edilmektedir. İçeriğinde UDMA, TEGDMA ve 260 nm boyutunda silika ve zirkonya doldurucu bulunmaktadır. Doldurucu içeriği ağırlıkça %79, hacimce %68'dir. Omnichroma, çalışmada ilgili tamir (1 mm) kompozit rezini örneklerinin hazırlanmasında kullanıldı (Şekil 16).

Şekil 16

Tek Renk Tonlu Kompozit Resin (Omnichroma, Tokuyama)



Tek Renk Tonlu Mikrohibrit Kompozit Resin (Vittra Unique, FGM). Ön ve arka bölge dişlerin mevcut bütün kavitelerinde kullanılabilen, ışıkla polimerize olan radyopak mikrohibrit kompozit rezindir. Yapısal özelliği sayesinde dişin rengine büründüğü ve Vitapan Klasik skalasındaki 16 farklı renk tonu ile uyum sağladığı iddia edilmektedir. İçeriğinde inorganik doldurucu oranı ağırlık olarak %72-80 arasında iken hacimce %52-60 arasındadır. Farklı foto başlatıcıları içinde barındırdığından uygulanan ışığın kürleme kapasitesinin arttığı bir kompozit rezindir. Vittra Unique, çalışmada ilgili tamir (1 mm) kompozit rezini örneklerinin hazırlanmasında kullanıldı (Şekil 17).

Şekil 17

Tek Renk Tonlu Kompozit Resin (Vittra Unique, FGM)



Metakrilat Esaslı Çok Renk Tonlu Kompozit Rezin (GrandioSo, Voco).

Pozitif kontrol grubu olarak, bu çalışmada kullanılan taban kompozit rezinlerinden olan ve yaygın klinik kullanımı bulunan GrandioSo tamir kompozit rezini olarak da kullanıldı. GrandioSo, çalışmada ilgili tamir (1 mm) kompozit rezini örneklerinin hazırlanmasında A2 renk tonunda kullanıldı (Şekil 13).

Örneklerin Hazırlanması

Referans restorasyon grupları için toplam 72 numune; tamir restorasyon grupları için ise 72 taban ve 72 tamir kompozit rezininden oluşan toplam 144 numune hazırlandı (n=12) (Tablo 3). Referans ve tamir restorasyon grubu örneklerinin hazırlanmasının şematik gösterimi Şekil 10'da yer almaktadır.

Tablo 3

Referans ve Tamir Restorasyon Grupları

Referans restorasyon grupları (2 mm taban)	24 saat	AD _{referans}	
		GR _{referans}	
		DS _{referans}	
	10000 ısısal döngü	yAD _{referans}	
		yGR _{referans}	
		yDS _{referans}	
Tamir restorasyon grupları (1 mm taban + 1 mm tamir)	24 saat	AD _{taban} (Ormocer)	+ GR _{tamir} (Çok renk tonlu)
			+ OM _{tamir} (Tek renk tonlu)
			+ VT _{tamir} (Tek renk tonlu)
		GR _{taban} (Nanohibrit)	+ GR _{tamir} (Çok renk tonlu)
			+ OM _{tamir} (Tek renk tonlu)
			+ VT _{tamir} (Tek renk tonlu)
	10000 ısısal döngü	DS _{taban} (Nanoseramik hibrit CAD/CAM)	+ GR _{tamir} (Çok renk tonlu)
			+ OM _{tamir} (Tek renk tonlu)
			+ VT _{tamir} (Tek renk tonlu)
		yAD _{taban} (Ormocer)	+ GR _{tamir} (Çok renk tonlu)
			+ OM _{tamir} (Tek renk tonlu)
			+ VT _{tamir} (Tek renk tonlu)
	24 saat	yGR _{taban} (Nanohibrit)	+ GR _{tamir} (Çok renk tonlu)
			+ OM _{tamir} (Tek renk tonlu)
			+ VT _{tamir} (Tek renk tonlu)
		yDS _{taban} (Nanoseramik hibrit CAD/CAM)	+ GR _{tamir} (Çok renk tonlu)
			+ OM _{tamir} (Tek renk tonlu)
			+ VT _{tamir} (Tek renk tonlu)

Işıklı Polimerize Olan Kompozit Rezin Örneklerin Hazırlanması

Referans restorasyon gruplarındaki örnekler için 2 mm yüksekliğe; tamir restorasyon gruplarındaki örnekler için ise 1 mm yüksekliğe sahip 8x8 mm boyutlarında termoplastik poliüretan kalıplar kullanıldı.

Her bir örnek için cam lamel üzerine şeffaf bant (Hawe Stopstrip, Kerr) ve üzerine ilgili kalıp yerleştirildi. Kompozit rezin, kalıp içerisine kompozit spatülü yardımıyla yerleştirildikten sonra üzeri bir başka şeffaf bant ve cam lamel ile örtüldü. Lamele hafif basınç uygulandı, kalıp üzerindeki lamel ve şeffaf bant uzaklaştırıldıktan sonra, kalıbın üzerine taşan kompozit rezin, spatül yardımıyla uzaklaştırıldı. Şeffaf bant ve cam lamel tekrar kalıbın üzerine örtüldü ve kompozit rezin LED ışık cihazı (LED B, Woodpecker) ile 20 sn süreyle polimerize edildi. Işık uygulaması sırasında cihazın ucunun cam yüzeyine dik yerleştirilmesine ve uygulama boyunca cam ile sürekli temasta olmasına dikkat edildi. İlk ışık uygulamasından sonra siman camı ve şeffaf bant uzaklaştırılıp, kompozit rezin örneğin üst yüzeyinden 4 kadrandan 20'şer sn süreyle ilave olarak ışık uygulandı.

Referans restorasyon gruplarındaki tüm kompozit rezin örneklerinin ölçüm yapılacak yüzeyleri, tamir restorasyon grubundaki taban kompozit rezin örneklerinin tamir edilecek yüzeyleri ve tamir restorasyon grubundaki tamir kompozit rezini örneklerinin ölçüm yapılacak yüzeyleri cila diski setiyle (Super-Snap Rainbow, Shofu) bitirildi ve parlatıldı. Bu amaçla, siyah (kalın, konturlama), mor (orta, bitirme), yeşil (ince, parlatma) ve pembe (ultra ince, süper parlatma) renkli diskler 4 basamak olarak su soğutması altında sırayla uygulandı.

CAD/CAM Kompozit Rezin Blokların Hazırlanması

Referans restorasyon gruplarındaki örnekler için 2 mm kalınlığında 24 adet, tamir restorasyon gruplarındaki örnekler için ise 1 mm kalınlığında 24 adet, 8x8 mm boyutlarında CAD/CAM kompozit rezin bloklar, CAD/CAM diskin (düşük yarı saydamlığa sahip A2) hassas kesim cihazında (IsoMet 1000, Buehler) elmas testereyle su soğutması altında kesilmesiyle elde edildi.

Referans restorasyon gruplarındaki tüm CAD/CAM kompozit rezin blokların ölçüm yapılacak yüzeylerine ve tamir restorasyon grubundaki taban CAD/CAM

kompozit rezin bloklarının tamir edilecek yüzeylerine, ışıkla polimerize olan kompozit rezin örneklerle uygulanan bitirme ve parlatma işlemlerinin aynısı yapıldı.

İşlenmiş tüm örneklerin kalınlıkları dijital kumpas (± 0.01 mm çözünürlük) ile ölçüldü. Bir mm'lik kalıp kullanılarak hazırlanan örneklerin bitirme ve cilalama işlemleri sonrasında kalınlıkları 0.98 mm olacak şekilde ayarlandı. İki mm'lik kalıp kullanılarak hazırlanan örneklerin bitirme ve cilalama işlemleri sonrasındaki kalınlıkları ise 1.96 mm olacak şekilde ayarlandı.

Isısal Yaşlandırma

Bitirme ve parlatma işlemlerinin ardından tüm örnekler, 37°C distile suda 24 sa bekletildi. Süre sonunda, referans restorasyon grubundaki örneklerin yarısı ile tamir restorasyon grubunun taban kompozit rezinlerinin yarısı, termal döngü cihazında (Thermocycler THE-1100/THE-1200, SD Mechatronik) her iki banyo süresi 30'ar sn, transfer süresi 10 sn olacak şekilde 10000 ısısal döngü ile yaşlandırıldı. Böylelikle yaşlandırılmış referans restorasyon grubu ve yaşlandırılmış taban kompozit rezin grupları elde edildi.

Renk Tonu ve Yarı Saydamlık Parametresi Ölçümleri

Referans restorasyon grubu ve tamir restorasyon grubu örneklerinin L, a, b değerlerini belirlemek için dental spektrofotometre (Vita EasyShade Compact, Vita Zahnfabrik) kullanıldı. 2008 yılında piyasaya sunulan bu cihaz, taşınabilir ve kablolu bir spektrofotometredir. Ucunda D65 etkisi sağlayan LED aydınlatma sayesinde ölçüm sırasında yüzeyi standart olarak aydınlatmaktadır. Vitapan Klasik ve Vita Toothguide 3D-Master renk skalaları ile uyumlu sonuçlar vermekle birlikte ölçülen yüzeyin L*, a*, b*, C* ve H* değerlerini de ölçebilmektedir. “Tek diş (tooth single)”, “diş bölgeleri (tooth areas)” ve “restorasyon (restoration)” olmak üzere 3 farklı modu vardır. “Tek diş” modunda cihazın ucu dişin tam ortasına yerleştirilerek ölçüm yapılır. Dişin hem Vitapan Klasik hem Vita Toothguide 3D-Master renk skalalarına göre renk tonunu belirtir. Ayrıca dişin L*, a*, b* değerlerini de gösterir. “Diş bölgeleri” modu dişin servikal, orta üçlü ve kesici kenarının renk tonlarını ölçme için kullanılır. Ölçüm yapılan yerin L*, a*, b* değerleri de tespit edilir.

Restorasyon modu ise, hedeflenen renk ile restorasyonun sonuç rengi arasındaki farkı ΔE olarak verir.

Örneklerin CIEDE2000 parametrelerinin ölçümleri sırasında, ölçümlerin ortam koşullarından etkilenmemesi ve standart koşullar altında gerçekleştirilebilmesi amacıyla, ölçümler standart aydınlatmaya sahip bir renk ölçüm kutusu içerisinde, karanlık bir odada oda sıcaklığında yapıldı.

Renk ölçüm kutusu 35x35x70 cm boyutlarında olacak şekilde gri kalın mukavva kullanılarak hazırlandı. İçi nötral gri (%18) fon kartonu ile kaplanan kutunun tavan kısmında gün ışığını taklit edebilen 6500°K'lık D65 floresan lamba (Master LEDtube 600 mm HO 8W865 T8, Philips) kullanıldı. Kutunun ölçüm sırasında örnek ve cihaz koyulacak ön tarafı da sağ ve soldan ışık gelişini engelleyebilecek şekilde kapatıldı (Şekil 18).

Şekil 18

Renk Ölçüm Kutusu



Renk Tonu Ölçümleri

Ölçümler sırasında ölçüm kutusu zemininin renk ölçümlerini etkilememesi için, ölçümler A2 renk tonunda 4 mm kalınlığında 10x10 mm boyutlarındaki kompozit rezin blok (GrandioSo, Voco) üzerinde yapıldı. Bu amaçla, ölçüm kutusunun iç orta kısmına kompozit rezin blok yerleştirildi.

Referans Restorasyon Gruplarının Renk Tonu Ölçümleri. Kompozit rezin blok üzerine yerleştirilen 2 mm kalınlıktaki referans restorasyon grupları örneklerinin cilalanmış üst yüzeylerinin tam ortasından spektrofotometrenin “tek diş” modu ile 3 ayrı ölçüm yapıp, L^* , a^* ve b^* değerleri kaydedildi.

Tamir Restorasyon Gruplarının Renk Tonu Ölçümleri. Tamir restorasyon gruplarının renk ölçümleri 1 mm kalınlığında taban kompozit rezini üzerine 1 mm kalınlığında tamir kompozit rezini yerleştirildikten sonra yapıldı.

Tamir Restorasyon Grubu Örneklerinin Hazırlanması. Yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış 1 mm kalınlığındaki taban kompozit rezini örneklerinin tamir kompozit rezini yerleştirilecek yüzeyleri kalın tanecikli kompozit rezin bitirme diskinin (SuperSnap, Shofu) su soğutması altında 3 kere yüzeye basınç uygulamadan temas ettirilmesiyle pürüzlendirildi. Daha sonra suyla 15 sn süreyle yıkanıp, havayla iyice kurutuldu. Kurutulan yüzeye adeziv uygulama fırçası ile optik geçiş sağlaması için saf gliserin uygulandı (Chongkavinit & Anunmana, 2021; Yildirim vd., 2021). Tamir kompozit rezin örneği taban kompozit rezinin gliserin uygulanmış yüzeyine yerleştirilip, hafifçe bastırıldı ve böylece tamir restorasyonları (1+1 mm) elde edilmiş oldu. Her bir tamir restorasyonu, 10x10x4 mm boyutlarındaki aynı kompozit rezin bloğun üzerinde yerleştirildi ve örneklerinin cilalanmış üst yüzeylerinin tam ortasından spektrofotometrenin “tek diş” modu ile 3 ayrı ölçüm yapıp, L^* , a^* ve b^* değerleri kaydedildi.

Yarı Saydamlık Parametresi Ölçümleri

Örneklerin yarı saydamlık parametresi ölçümleri için ışık geçirmeyen siyah zemin kullanıldı. Siyah ve beyaz zemin için ayrı ayrı olmak üzere, zemin üzerine yerleştirilen referans restorasyon (2 mm) ve tamir restorasyon (1+1 mm) grupları örneklerinin cilalanmış üst yüzeylerinin tam ortasından spektrofotometrenin “tek diş” modu ile 3 ayrı ölçüm yapıldı. Her bir örneğin siyah zemin üzerine yapılan ölçümlerinden elde edilen, L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalamaları L_{siyah} , a_{siyah} , b_{siyah} olarak; beyaz zemin üzerine yapılan ölçümlerinden elde edilen L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalamaları ise L_{beyaz} , a_{beyaz} ve b_{beyaz} olarak kaydedildi.

Renk Tonu Farkı ve Yarı Saydamlık Parametresi Değişiminin Hesaplanması

Her örnekten yapılan 3 ölçümde elde edilen L^* , a^* , b^* değerlerinin aritmetik ortalaması hesaplanarak CIEDE2000 formülüne uygulandı. Tüm hesaplamalar için bilgisayar tablolama programı (Office Excel 2019, Microsoft) kullanıldı.

Renk Tonu Farkının Hesaplanması

Referans restorasyon grupları ile tamir restorasyon grupları arasındaki renk tonu farkını belirlemek için ilgili örneklerin L^* , a^* , b^* parametreleri ve bu parametrelerden hesaplanan C^* ve H^* parametreleri aşağıdaki formüle yerleştirildi ve CIEDE2000 renk farkı (ΔE_{00}) elde edildi. K_L , K_C , K_H parametrik katsayı oranları 2:1:1 olarak kullanıldı (Pecho vd., 2016; Perez vd., 2011).

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

Yarı Saydamlık Parametresi Değişiminin Hesaplanması

Her gruptaki örneklerin yarı saydamlık parametresi değişiminin (ΔYSP_{00}) hesaplanması için, L_{siyah} , C_{siyah} , H_{siyah} ve L_{beyaz} , C_{beyaz} , H_{beyaz} değerleri CIEDE2000'in yarı saydamlık parametresi formülüne yerleştirilmiş ve her örnek için YSP_{00} değeri elde edilmiştir. ΔYSP_{00} , referans grubundaki örneklerin $YSP_{00(Referans)}$ değerlerinden, ilgili taban malzemesi grubunun $YSP_{00(Taban+Tamir)}$ değerleri çıkartılarak hesaplanmıştır (Xia & Xiong, 2021).

$$YSP_{00} = \sqrt{\left(\frac{L_{beyaz}-L_{siyah}}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{C_{beyaz}-C_{siyah}}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{H_{beyaz}-H_{siyah}}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{C_{siyah}-C_{beyaz}}{K_C S_C}\right) \left(\frac{H_{siyah}-H_{beyaz}}{K_H S_H}\right)}$$

$$\Delta YSP_{00} = YSP_{00(Referans)} - YSP_{00(Taban+Tamir)}$$

İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile, varyansların homojenliği ise Levene's test ile analiz edildi. Taban malzemesinin, tamir malzemesinin ve yaşlandırmanın ΔE_{00} değerleri ve ΔYSP_{00} üzerine etkisi 3 yönlü varyans analizi ile değerlendirildi. Çoklu karşılaştırmalar için Tukey testi kullanıldı. İstatistiksel analizlerde için bilgisayar yazılımı (Jamovi Project 2021, versiyon 1.6, <https://www.jamovi.org>) kullanıldı ($\alpha=0.05$).

BÖLÜM IV

Bulgular

Renk Farkı Bulguları

Tamir restorasyonlarının ΔE_{00} değerleri 0.78 ile 11.30 arasında çıktı. En düşük ΔE_{00} değeri GR_{taban} kompozit rezininin çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonlarda (0.78 ± 0.25), en yüksek ΔE_{00} değeri ise DS_{taban} kompozit rezininin tek renk tonlu VT_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonlarda (11.30 ± 0.51) elde edildi.

Taban Kompozit Rezininin Etkisi

Tamir restorasyonlarının renk farkına taban kompozit rezininin etkisini gösteren çoklu karşılaştırmalar Tablo 4'te yer almaktadır. Yaşlandırmadan bağımsız olarak, DS_{taban} taban kompozit rezininin kullanıldığı tüm tamir restorasyonlarının ΔE_{00} değerleri, AD_{taban} ve GR_{taban} taban kompozit rezinlerinin kullanıldığı tüm tamir restorasyonlarının ΔE_{00} değerlerinden anlamlı olarak büyük bulundu ($p < 0.05$).

Tablo 4

Tamir Restorasyonlarında Taban Kompozit Rezininin Renk Farkına (ΔE_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar

			Tamir kompozit rezini		
			Çok renk tonlu	Tek renk tonlu	Tek renk tonlu
			GR_{tamir}	OM_{tamir}	VT_{tamir}
Taban kompozit rezini	24 saat	Ormoser AD_{taban}	1,21±0,28 ^A	8,47±0,42 ^A	9,07±0,47 ^A
		Nanohibrit GR_{taban}	0,78±0,25 ^A	7,87±0,46 ^A	8,74±0,74 ^A
		CAD/CAM DS_{taban}	4,52±0,32 ^B	10,30±0,88 ^B	11,30±0,51 ^B
	10000 ısısal döngü	Ormoser yAD_{taban}	1,13±0,25 ^A	8,25±0,35 ^A	9,27±0,42 ^A
		Nanohibrit yGR_{taban}	1,42±0,63 ^A	8,55±0,59 ^A	9,08±0,36 ^A
		CAD/CAM yDS_{taban}	3,56±0,43 ^B	10,00±0,33 ^B	11,00±0,51 ^B

Her bir yaşlandırma grubu ve her bir tamir kompozit rezini için, aynı harfe sahip ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir ($p > 0.05$). Harfler **sütunları** karşılaştırır.

Tamir Kompozit Rezininin Etkisi

Tamir restorasyonlarının renk farkına tamir kompozit rezinin etkisini gösteren çoklu karşılaştırmalar Tablo 5'te yer almaktadır. Yaşlandırmadan bağımsız olarak, tüm taban kompozit rezinlerinin çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔE_{00} değerleri, tüm taban kompozit rezinlerinin tek renk tonlu kompozit rezinler ile tamir edildiği restorasyonların ΔE_{00} değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bulundu ($p < 0.05$).

Tablo 5

Tamir Restorasyonlarında Tamir Kompozit Rezininin Renk Farkına (ΔE_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar

				Tamir kompozit rezini		
				Çok renk tonlu	Tek renk tonlu	Tek renk tonlu
				GR _{tamir}	OM _{tamir}	VT _{tamir}
Taban kompozit rezini	24 saat	Ormocer	AD _{taban}	1,21±0,28 ^a	8,47±0,42 ^b	9,07±0,47 ^b
		Nanohibrit	GR _{taban}	0,78±0,25 ^a	7,87±0,46 ^b	8,74±0,74 ^c
		CAD/CAM	DS _{taban}	4,52±0,32 ^a	10,30±0,88 ^b	11,30±0,51 ^c
	10000 ısısal döngü	Ormocer	yAD _{taban}	1,13±0,25 ^a	8,25±0,35 ^b	9,27±0,42 ^c
		Nanohibrit	yGR _{taban}	1,42±0,63 ^a	8,55±0,59 ^b	9,08±0,36 ^b
		CAD/CAM	yDS _{taban}	3,56±0,43 ^a	10,00±0,33 ^b	11,00±0,51 ^c

Her bir taban kompozit rezini için, aynı harfe sahip ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir ($p > 0.05$). Harfler **satırları** karşılaştırır.

Farklı tek renk tonlu kompozit rezinlerin etkisi kendi aralarında karşılaştırıldığında; yaşlandırılmamış GR_{taban} ve DS_{taban} taban kompozit rezinlerinin tek renk tonlu OM_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔE_{00} değerleri, bu taban kompozitlerinin tek renk tonlu VT_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔE_{00} değerlerinden anlamlı olarak daha düşük bulundu ($p < 0.05$). Yaşlandırılmış yAD_{taban} ve yDS_{taban} taban kompozit rezinlerinin tek renk tonlu OM_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔE_{00} değerleri, bu kompozitlerin tek renk tonlu VT_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔE_{00} değerlerinden anlamlı olarak daha düşük bulundu ($p < 0.05$).

Yaşlandırmanın Etkisi

Tamir restorasyonlarının renk farkına yaşlandırmanın etkisini gösteren çoklu karşılaştırmalar Tablo 6’da yer almaktadır. Tek renk tonlu tamir kompozit rezinleri (OM_{tamir} ve VT_{tamir}) ile yapılan tamirlerde, taban kompozit rezinin yaşlandırılmasının ΔE_{00} değerine anlamlı bir etkisi olmadı ($p>0.05$).

Tablo 6

Tamir Restorasyonlarında Taban Kompozit Rezininin Yaşlandırılmasının Renk Farkına (ΔE_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar

		Tamir kompozit rezini			
		Çok renk tonlu	Tek renk tonlu	Tenk renk tonlu	
		GR_{tamir}	OM_{tamir}	VT_{tamir}	
Taban kompozit rezini	AD_{taban}	24 saat	1,21±0,28 ^A	8,47±0,42 ^A	9,07±0,47 ^A
		10000 ısısal döngü	1,13±0,25 ^A	8,25±0,35 ^A	9,27±0,42 ^A
	GR_{taban}	24 saat	0,78±0,25 ^A	7,87±0,46 ^A	8,74±0,74 ^A
		10000 ısısal döngü	1,42±0,63 ^A	8,55±0,59 ^A	9,08±0,36 ^A
	DS_{taban}	24 saat	4,52±0,32 ^A	10,3±0,88 ^A	11,3±0,51 ^A
		10000 ısısal döngü	3,56±0,43 ^B	10±0,33 ^A	11±0,51 ^A

Her bir taban kompozit rezinin ve her bir tamir kompozit rezini için, aynı harfe sahip ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir ($p>0.05$). Harfler **sütunları** karşılaştırır.

Tamir kompozit rezini fark etmeksizin, tamir edilen ormoser (AD_{taban}) ve nanohibrit (GR_{taban}) taban kompozit rezinlerinin yaşlandırılmasının tamir restorasyonlarının ΔE_{00} değerine anlamlı bir etkisi olmadı ($p>0.05$).

Yalnızca, yaşlandırılmış yDS_{taban} taban kompozit rezininin çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔE_{00} değerleri, yaşlandırılmamış DS_{taban} taban kompozit rezininin çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔE_{00} değerlerine göre anlamlı olarak daha düşük bulundu ($p<0.05$).

Yarı Saydamlık Parametresi Değişimi Bulguları

Tamir restorasyonlarının ΔYSP_{00} değerleri +0.48 ile -3.09 arasında çıktı. En düşük ΔYSP_{00} değeri DS_{taban} taban kompozit rezininin çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonlarda (-0.02 ± 0.45), en yüksek ΔYSP_{00} değeri ise yDS_{taban} kompozit rezininin tek renk tonlu OM_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonlarda (-3.09 ± 0.25) elde edildi.

Taban Kompozit Rezininin Etkisi

Tamir restorasyonlarının yarı saydamlık parametresi değişimine taban kompozit rezininin etkisini gösteren çoklu karşılaştırmalar Tablo 7’de yer almaktadır. Yaşlandırmadan bağımsız olarak, tüm taban kompozit rezinlerinin çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompoziti ile tamir edildiği restorasyonların ΔYSP_{00} değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$).

Tablo 7

Tamir Restorasyonlarında Taban Kompozit Rezininin Yarı Saydamlık Parametresi Değişimine (ΔYSP_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar

				Tamir kompozit rezini		
				Çok renk tonlu GR_{tamir}	Tek renk tonlu OM_{tamir}	Tek renk tonlu VT_{tamir}
Taban kompozit rezini	24 saat	Ormoser	AD_{taban}	$0,17 \pm 0,53^A$	$-2,14 \pm 0,46^A$	$-1,43 \pm 0,48^A$
		Nano-hibrit	GR_{taban}	$0,48 \pm 0,28^A$	$-2,13 \pm 0,22^A$	$-1,25 \pm 0,26^A$
		CAD/CAM	DS_{taban}	$-0,02 \pm 0,45^A$	$-2,94 \pm 0,21^B$	$-2,78 \pm 1,15^B$
	10000 ısısal döngü	Ormoser	yAD_{taban}	$-0,14 \pm 0,44^A$	$-2,61 \pm 0,55^{A,B}$	$-1,75 \pm 0,45^A$
		Nano-hibrit	yGR_{taban}	$0,30 \pm 0,30^A$	$-2,23 \pm 0,25^A$	$-1,38 \pm 0,30^A$
		CAD/CAM	yDS_{taban}	$-0,27 \pm 0,47^A$	$-3,09 \pm 0,25^B$	$-2,42 \pm 0,29^B$

Her bir yaşlandırma grubu ve her bir tamir kompozit rezini için, aynı harfe sahip ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir ($p > 0.05$). Harfler **sütunları** karşılaştırır.

Yaşlanmamış taban kompozit rezinlerinin tek renk tonlu tamir kompozitleri (OM_{tamir} ve VT_{tamir}) ile tamir edildiği restorasyonlar için, DS_{taban} taban kompozit rezini diğer taban kompozit rezinlerine göre tamir restorasyonlarında daha yüksek ΔYSP_{00} değerlerine neden oldu ($p < 0.05$).

Tek renk tonlu OM_{tamir} tamir kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonları için, yaşlanmış yAD_{taban} taban kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonunun ΔYSP_{00} ile yaşlanmış yGR_{taban} taban kompozit rezini ve yaşlanmış yDS_{taban} taban kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonlarının ΔYSP_{00} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$); fakat yaşlanmış yDS_{taban} taban kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonunun ΔYSP_{00} değeri, yaşlanmış yGR_{taban} taban kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonunun ΔYSP_{00} değerlerinden daha yüksek oldu ($p < 0.05$).

Tek renk tonlu VT_{tamir} tamir kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonları için, yaşlanmış yAD_{taban} taban kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonunun ΔYSP_{00} değeri ile yaşlanmış yGR_{taban} taban kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonlarının ΔYSP_{00} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$); fakat yaşlanmış yDS_{taban} taban kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonunun ΔYSP_{00} değerleri, hem yaşlanmış yAD_{taban} taban kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonunun ΔYSP_{00} değerlerinden hem de yGR_{taban} taban kompozit rezini kullanılmış tamir restorasyonunun ΔYSP_{00} değerlerinden daha yüksek oldu ($p < 0.05$).

Tamir Kompozit Rezininin Etkisi

Tamir restorasyonlarının yarı saydamlık parametresi değişimine tamir kompozit rezinin etkisini gösteren çoklu karşılaştırmalar Tablo 8’de yer almaktadır. Yaşlandırmadan bağımsız olarak, tüm taban kompozit rezinlerinin çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔYSP_{00} değerleri, aynı taban kompozit rezinlerinin tek renk tonlu tamir kompozit rezinleri ile tamir edildiği restorasyonların ΔYSP_{00} değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bulundu ($p < 0.05$).

Tablo 8

Tamir Restorasyonlarında Tamir Kompozit Rezininin Yarı Saydımlık Parametresi Değişimine (ΔYSP_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar

				Tamir kompozit rezini		
				Çok renk tonlu GR_{tamir}	Tek renk tonlu OM_{tamir}	Tek renk tonlu VT_{tamir}
Taban kompozit rezini	24 saat	Ormoser	AD_{taban}	0,17±0,53 ^a	-2,14±0,46 ^b	-1,43±0,48 ^c
		Nano-hibrit	GR_{taban}	0,48±0,28 ^a	-2,13±0,22 ^b	-1,25±0,26 ^c
		CAD/CAM	DS_{taban}	-0,02±0,45 ^a	-2,94±0,21 ^b	-2,78±1,15 ^b
	10000 ısısal döngü	Ormoser	yAD_{taban}	-0,14±0,44 ^a	-2,61±0,55 ^b	-1,75±0,45 ^c
		Nano-hibrit	yGR_{taban}	0,30±0,30 ^a	-2,23±0,25 ^b	-1,38±0,30 ^c
		CAD/CAM	yDS_{taban}	-0,27±0,47 ^a	-3,09±0,25 ^b	-2,42±0,29 ^c

Her bir taban kompozit rezini için, aynı harfe sahip ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir ($p>0.05$). Harfler **satırları** karşılaştırır.

Yaşlandırmadan bağımsız olarak, hem ormoser esaslı AD_{taban} taban kompozit rezininin hem de nanohibrit GR_{taban} taban kompozit rezinlerinin, çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonlar en düşük ΔYSP_{00} değerini gösterirken, aynı taban kompozitlerinin tek renk tonlu OM_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonlar en yüksek ΔYSP_{00} değerini gösterdi.

Yaşlanmamış nanoseramik hibrit DS_{taban} taban kompozit rezininin tamir edildiği restorasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı en düşük ΔYSP_{00} çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile yapılan tamir restorasyonunda görüldü ($p<0.05$). Aynı taban kompozit rezininin tek renk tonlu OM_{tamir} ve VT_{tamir} tamir kompozit rezinleri ile tamir edildiği restorasyonların ΔYSP_{00} değerleri arasında fark bulunmadı ($p>0.05$).

Yaşlanmış nanoseramik hibrit yDS_{taban} taban kompozit rezininin tamir edildiği restorasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı en düşük ΔYSP_{00} değeri çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile yapılan tamir restorasyonlarında görüldü ($p<0.05$). Aynı taban kompozit rezininin tek renk tonlu OM_{tamir} tamir kompoziti ile tamir edildiği restorasyonlarda en yüksek ΔYSP_{00} değeri görüldü ($p<0.05$).

Tek renk tonlu kompozit rezinlerin tamir restorasyonların ΔYSP_{00} değerine etkileri kendi aralarında karşılaştırıldığında; yaşlandırılmamış AD_{taban} ve GR_{taban} taban

kompozit rezinlerinin OM_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔYSP_{00} değerleri, aynı taban kompozit rezinlerinin VT_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔYSP_{00} değerlerinden anlamlı derecede yüksek bulundu ($p < 0.05$). Yaşlandırılmamış DS_{taban} taban kompozit rezininin her iki tek renk tonlu kompozit rezin ile tamir edildiği restorasyonların ΔYSP_{00} değerleri benzer bulundu ($p > 0.05$).

Yaşlandırılmış tüm taban kompozit rezinlerinin (yAD_{taban} , yGR_{taban} ve yDS_{taban}), OM_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonların ΔYSP_{00} değeri, VT_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edilen restorasyonların ΔYSP_{00} değerlerinden anlamlı derecede yüksek bulundu ($p > 0.05$).

Yaşlandırmanın Etkisi

Tamir restorasyonlarının yarı saydamlık parametresi değişimine yaşlandırmanın etkisini gösteren çoklu karşılaştırmalar Tablo 9’da yer almaktadır. Tüm taban kompozit rezinleri için, taban kompozit rezinlerinin yaşlandırılması, tamir restorasyonlarının ΔYSP_{00} değerleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadı ($p > 0.05$).

Tablo 9

Tamir Restorasyonlarında Taban Kompozit Rezininin Yaşlandırılmasının Yarı Saydamlık Parametresi Değişimine (ΔYSP_{00}) Etkisini Gösteren Çoklu Karşılaştırmalar

			Tamir kompozit rezini		
			Çok renk tonlu	Tek renk tonlu	Tek renk tonlu
			GR_{tamir}	OM_{tamir}	VT_{tamir}
Taban kompozit rezini	AD_{taban}	24 saat	0,17±0,53 ^A	-2,14±0,46 ^A	-1,43±0,48 ^A
		10000 ısısal döngü	-0,14±0,44 ^A	-2,61±0,55 ^A	-1,75±0,45 ^A
	GR_{taban}	24 saat	0,48±0,28 ^A	-2,13±0,22 ^A	-1,25±0,26 ^A
		10000 ısısal döngü	0,30±0,30 ^A	-2,23±0,25 ^A	-1,38±0,30 ^A
	DS_{taban}	24 saat	-0,02±0,45 ^A	-2,94±0,21 ^A	-2,78±1,15 ^A
		10000 ısısal döngü	-0,27±0,47 ^A	-3,09±0,25 ^A	-2,42±0,29 ^A

Her bir taban kompozit rezinin ve her bir tamir kompozit rezini için, aynı harfe sahip ortalamalar istatistiksel olarak farklı değildir ($p > 0.05$). Harfler **sütunları** karşılaştırır.

BÖLÜM V

Tartışma

Bu tez çalışmasında, bir çok renk tonlu kompozit rezin ve iki farklı tek renk tonlu kompozit rezinin tamir amacıyla; ormoser, nanohibrit ve seramik hibrit CAD/CAM kompozit rezin olmak üzere 3 farklı taban kompozit rezini üzerine uygulanması sonucu elde edilen tamir restorasyonlarının renk parametreleri ölçülerek ΔE_{00} ve ΔYSP_{00} değişimleri incelendi. Bu amaçla, 1 mm kalınlıktaki taban kompozit rezini üzerine, 1 mm kalınlığındaki tamir kompozit rezini eklenmiş tamir restorasyonunun L^* , a^* , b^* parametreleri ve 2 mm kalınlığındaki referans kompozit rezinin L^* , a^* , b^* parametreleri kullanıldı ve tamir restorasyonlarının CIEDE2000'e göre ΔE_{00} ve ΔYSP_{00} değerleri hesaplandı. Çalışmanın sonuçlarına göre, birinci ve üçüncü yokluk hipotezleri; tek renk tonlu kompozit rezin kullanılan tamir restorasyonlarının çok renk tonlu kompozit rezin kullanılan tamir restorasyonların ΔE_{00} ve ΔYSP_{00} değerleri arasında fark olmasından dolayı reddedildi. İkinci ve dördüncü yokluk hipotezleri de, her iki tek renk tonlu kompozit rezinin kullanıldığı tamir restorasyonlarının ΔE_{00} ve ΔYSP_{00} değerleri arasında fark olmasından dolayı reddedildi. Resin esaslı kompozit malzemeler, farklı tip, boyut, şekil ve monomer formülasyonlarında doldurucu partikül içeriklerinden, aynı renk tonuyla lanse edilseler bile farklı optik özelliklere sahip olabilirler. Bu durum da farklı estetik sonuçlara yol açabilir (Arikawa vd., 2007).

Klinik şartlarda restorasyonların renk tonunun belirlenmesinde görsel ve enstrümantal teknikler kullanılmaktadır. Görsel renk tonu belirleme ortam aydınlatması ve renk koşullarından etkilenebilmektedir. Enstrümantal ölçümler nesnel ve sayısal sonuç verdiklerinden dolayı görsel değerlendirmeye göre daha güvenilir (Okubo vd., 1998). Bu nedenle bu çalışmada enstrümantal ölçüm araçlarından Vita EasyShade Compact spektrofotometre kullanılmıştır. Bu spektrofotometrenin ölçüm yapılacak yüzeyi aydınlatmak için kendi ışık kaynağı olduğundan ötürü ölçümler sırasında ortam koşullarından etkilenmediği bildirilmiştir (Posavec vd., 2016; Yılmaz vd., 2019). Buna rağmen çalışmamızda standart ortam aydınlatma ve koşullarını sağlamak amacıyla ölçümler, karanlık bir oda da ve renk ölçüm kutusu içerisinde yapıldı.

Diş hekimliği alanında renk farkı ile ilgili çoğu çalışmada CIELab renk farkı formülü kullanılmıştır. Ancak 2000 yılında, hesaplanan ile algılanan renk farkını azaltmak için CIEDE2000 renk farkı formülü geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalar, CIEDE2000 renk farkı formülünün CIELab renk farkı formülüne göre insan gözü tarafından algılanan renk farkına daha yakın sonuç verdiğini göstermiştir (Gómez-Polo vd., 2016). ΔE_{00} formülü, ΔE_{Lab} formülü ile karşılaştırıldığında, bazı ilave parametreler içermektedir. K_L , K_C , K_H sırasıyla parlaklık, yoğunluk ve ton için parametrik katsayılarıdır (Luo vd., 2001). Bu parametrik katsayıların oranları, değerlendirme tolerans değerlerindeki değişiklikleri kontrol etmek amacıyla ve algılanabilirlik yerine kabul edilebilirlik değerinin ayarlanmasında bir yol olarak önerilmiştir. Diş hekimliği alanında yapılan çalışmalarda 1:1:1 veya 2:1:1 oranları kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, K_L , K_C , K_H parametrik katsayı oranlarının 2:1:1 olduğu CIEDE2000 formülünde elde edilen sonuçların, insan gözüyle yapılan değerlendirmelere daha yakın olduğunu belirttiğinden ötürü bu çalışmada da 2:1:1 parametrik katsayı oranı tercih edilmiştir (Pecho vd., 2016; Perez vd., 2011).

Restoratif malzemenin renk uyumuyla ilgili değerlendirmelerde, “algılanabilir eşik” ve “kabul edilebilir eşik” olmak üzere kullanılan iki değer vardır (Paravina vd., 2015). Gözlemciler tarafından belirlenebilen/algılanabilen ufak renk farkı algılanabilir eşik değer olarak tanımlanır. Renk farkı değerinin gözlemcilerin %50’si tarafından gözle fark edebildiği ancak kalan %50’si tarafından fark edilemediği durum %50:50 algılanabilir eşik değeridir. Benzer şekilde renk farkının gözlemcilerin %50’si tarafından kabul edilebildiği ancak kalan %50’si tarafından kabul edilemediği durum da kabul edilebilir eşik değeridir (International Organization for Standardization, 2016; Paravina vd., 2019). Paravina vd. (2015) CIEDE2000 formülü için algılanabilir eşik değeri 0.8, kabul edilebilir eşik değeri 1.8 olarak belirtmişlerdir. Bu tez çalışmasında da sonuçların yorumlanmasında bu eşik değerler dikkate alınmıştır. Buna göre, tamir restorasyonunun renk farkı değerleri $\Delta E_{00} \leq 0.8$ ise algılanabilir eşik değerinin altında, $0.8 < \Delta E_{00} \leq 1.8$ ise klinik olarak kabul edilebilir, $\Delta E_{00} > 1.8$ ise klinik olarak kabul edilemez şeklinde değerlendirildi.

Bazı klinik vakalarda, rezin esaslı restorasyonların hemen tamiri gerekebilmektedir. Erken temas, hatalı restorasyon konturu, yanlış renk tonu seçimine bağlı diş ile restorasyon arasındaki renk uyumsuzluğu gibi durumlarda

restorasyonun kısmen uzaklaştırılıp yeni bir tabaka eklenmesiyle hatalar giderilebilir (Rinastiti vd., 2010; Rocca vd., 2010). Bu çalışmada, erken dönem (24 saat) tamirin ΔE_{00} sonuçlarına göre, nanohibrit kompozit rezinin (GR_{taban}) nanohibrit çok renk tonlu kompozit (GR_{tamir}) ile tamiri algılanabilir eşik değerinin altında (0.78 ± 0.25) ΔE_{00} değeri gösterdi. Ormoser esaslı kompozit rezinin (AD_{taban}) nanohibrit çok renk tonlu kompozit (GR_{taban}) ile tamiri algılanabilir eşik değerinin üzerinde ancak kabul edilebilir eşik değerinin altında ΔE_{00} değeri (1.21 ± 0.28) gösterdi. Ormoser kompozit rezin (AD_{taban}) ve nanohibrit kompozit rezinin (GR_{taban}) tek renk tonlu kompozit rezinler ile yapılan hemen tamiri klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinin çok üzerinde renk uyumsuzluğu gösterdi. Bu değerler 7.87 ile 9.07 arasındadır. Bu durum, tek renk tonlu kompozit rezinler olan Omnicroma ve Vittra Unique kompozitlerinin renk pigmenti içermemeleri ve yüksek yarı saydamlık özelliklerinden kaynaklı olabilir. Nanoseramik hibrit CAD/CAM taban kompozit rezininin erken dönem tamiri sonucunda ise tüm tamir restorasyonlarında klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinin üzerinde sonuç çıktı. Bu durum, CAD/CAM malzemesinin düşük yarı saydam özelliği nedeniyle ortaya çıkmış olabilir.

Dental restorasyonlar ağız içerisinde fonksiyon halindeyken meydana gelen pH, sıcaklık ve fonksiyonel kuvvetlere bağlı olarak farklı streslere maruz kalmaktadır. Bu nedenle laboratuvar ortamında yapılacak çalışmalarda, ağız içerisinde meydana gelen bu değişimleri taklit edebilmek amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Isısal döngü, bir dişe veya restoratif malzemeye ağız ortamını in vitro olarak taklit edecek şekilde ısısal değişim uygulanmasını belirtmektedir (Alani & Toh, 1997). Bu yaşlandırma yönteminde amaç malzemelerin ağız içinde dayanımını öngörebilmek için, ağız ortamında meydana gelen ısısal değişimleri laboratuvar ortamına taşımaktır. Isısal döngü ile yaşlandırma diş hekimliğinde kullanılan yaşlandırma tekniklerinden en yaygın uygulananlarından biridir. Bu yöntemde kullanılan cihaz; birbirine komşu farklı sıcaklıklara sahip iki su tankı ve malzemeleri banyo tanklarına sırayla daldırabilen taşıyıcı koldan oluşmaktadır (Nakata vd., 2007). Isısal döngü için sıcaklık değerleri $0-68^{\circ}\text{C}$ arasında, bekleme süreleri ise 10-120 sn arasında değişmektedir (Shortall, 1982). ISO standartlarına göre ısısal döngü $5-55^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığında uygulanmaktadır (International Organization for Standardization, 2003). Isısal döngü ile yaşlandırmada 10000

döngünün, yaklaşık 1 senelik ağız içi fonksiyona denk geldiği belirtilmiştir (Gale & Darvell, 1999). Bu tez çalışmasında, 1 senelik yaşlanmış restorasyonu taklit edebilmek amacıyla 5-55°C’de 10000 ısısal döngü işlemi uygulandı.

Restoratif malzemelerin mekanik ve fiziksel özellikleri ağız ortamında kullanılmasına bağlı olarak zamanla değişime uğramaktadır. Uzun süre kullanım sonrası rezin esaslı malzemelerde su elimi meydana gelebilmektedir (Gornig vd., 2022). Yaşlanma prosedürleri, malzemenin yansıtma indeksi ve su emilimine bağlı olarak yarı saydam özelliğini arttırarak veya azaltarak, kompozit rezinlerin renk özelliklerini etkileyebilmektedir (Lee & Lee, 2008; Lee vd., 2004). Bu çalışmanın sonuçlarına göre; yaşlandırılmış nanohibrit kompozit rezinin (yGR_{taban}) çok renk tonlu kompozit rezin (GR_{tamir}) ile tamiri ve yaşlandırılmış ormoser esaslı kompozit rezinin (yAD_{taban}) çok renk tonlu kompozit rezin (GR_{tamir}) ile tamiri, algılanan eşik değerin üzerinde ancak klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinin altında ΔE_{00} değeri gösterdi. Isısal döngü ile yaşlandırılmış CAD/CAM malzemesinin çok renk tonlu kompozit rezin ile tamirinde anlamlı bir ΔE_{00} değeri düşümüne neden oldu. Bunun nedeni CAD/CAM malzemesinin düşük yarı saydam özelliğinde olması ve ısısal döngü sonrası daha yarı saydam hale gelmesinden kaynaklı olabilir. Ancak, yaşlandırma prosedüründen bağımsız olarak, CAD/CAM kompozit rezininin çok renk tonlu kompozit rezin ile tamiri klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinin üzerinde ΔE_{00} değeri gösterdi. Diğer taban malzemelerinin tamiri yaşlandırma prosedüründen etkilenmedi. Ancak, istatistiksel olarak anlamlı şekilde ΔE_{00} değerinin artmasına neden olmasa da nanohibrit kompozit rezinin (GR_{taban}) çok renk tonlu kompozit rezin (GR_{tamir}) ile tamirinde ΔE_{00} değeri algılanabilir eşik seviyesinin altındayken yaşlandırma sonrası algılanabilir eşik seviyesinin üstüne, klinik olarak kabul edilebilir değere yükseldi. Kompozit rezin restorasyon aynı tip ve aynı renk tonuna sahip kompozit rezin ile tamir edilse bile, tamir edilecek malzemenin yaşlanma durumu estetik sonucu etkileyebilir. Bu bakış açısıyla, daha uzun yaşlanma daha yüksek renk farklılıklarına neden olabileceği öne sürülebilir.

Diş dokularının optik özelliklerini taklit edebilmek için, farklı optik ve yarı saydam özelliklerine sahip kompozit rezinler tabakalama tekniği ile uygulanmaktadır (Vichi vd., 2007). Restorasyonun final rengi uygulanan son tabakanın değil, tüm uygulanmış tabakaların optik özelliklerini yansıtır. Bu nedenle uygulanan dental

malzemenin kalınlığı optik özellikleriyle yakından ilişkilidir (Lucena vd., 2021). Bizim çalışmamızda, 1 mm kalınlığındaki nanohibrit kompozit rezin üzerine 1 mm kalınlığında aynı kompozit rezin uygulandı ve 2 mm kalınlıktaki referans örnek ile farklı ΔE_{00} değeri gösterdi. Ancak bu renk farkı algılanabilir eşik değerin altında çıktı ($\Delta E_{00} = 0.78 \pm 0.25$). Bu durum, tabaka halinde uygulanmış (1+1 mm) ve kütsel olarak uygulanmış 2 mm kalınlığındaki kompozit rezin örnekleri arasında ışık geçişinin farklı davranış göstermesinden kaynaklı olabilir. Tabaka halinde uygulanmış örneklerde difüzyon iletimi artarken, doğrusal (straight-line) ışık geçişi azalır ve sonuç olarak daha düşük yarı saydamlık gösterir (Horie vd., 2012).

Diş hekimliğinde malzemelerin yarı saydam özelliklerinin değerlendirilmesinde, kontrast oranı veya yarı saydamlık parametreleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Vichi vd., 2014). Bu tez çalışmasında malzemelerin yarı saydamlık özellikleri YSP ile değerlendirildi. YSP, bir malzemenin siyah ve beyaz zemin üzerindeki yansıyan renk farkı olarak tanımlanmaktadır (Vichi vd., 2014). Malzemenin YSP değeri sıfıra eşit ise tam opaktır, değer arttıkça yarı saydamlık özelliği de artmaktadır (Paravina vd., 2002). YSP farklılığının algılanabilirliği ve kabul edilebilirliği üzerine yapılan bir in vitro çalışmada; algılanabilir ΔYSP_{00} eşik değeri 0.62, klinik olarak kabul edilebilir ΔYSP_{00} eşik değeri 2.62 birim olarak belirtilmiştir (Salas vd., 2018). Bu tez çalışmasında, tamir kompozit rezininin, tamir restorasyonun YSP değerine etkisini hesaplamak için, referans restorasyon grubunun YSP_{00} değerinden, tamir restorasyon grubunun YSP_{00} değeri çıkartılmıştır. Pozitif ΔYSP_{00} değeri restorasyonun yarı saydamlığının azaldığını; negatif ΔYSP_{00} değeri ise restorasyonun yarı saydamlığının arttığını göstermektedir. YSP bulgularının eşik değerlere göre yorumlanmasında $|\Delta YSP_{00}|$ mutlak değeri göz önünde bulunduruldu.

Elde edilen sonuçlara göre; yaşlanmış ve yaşlanmamış taban kompozit rezinlerinin GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamiri tek renk tonlu tamir kompozit rezinleri yapılan tamir restorasyon gruplarına göre istatistiksel olarak en düşük ΔYSP_{00} değerleri (ΔYSP_{00} : $AD_{\text{taban}} + GR_{\text{tamir}} = |0.17|$; $GR_{\text{taban}} + GR_{\text{tamir}} = |0.48|$; $DS_{\text{taban}} + GR_{\text{tamir}} = |-0.02|$; $yAD_{\text{taban}} + GR_{\text{tamir}} = |-0.14|$; $yGR_{\text{taban}} + GR_{\text{tamir}} = |0.30|$; $yDS_{\text{taban}} + GR_{\text{tamir}} = |-0.27|$) vermesinin yanında, algılanabilir eşik değerin altında değişikliğe neden oldu. Tek renk tonlu tamir kompozit rezinlerin tamir restorasyonlarının YSP_{00} değerine etkisi kendi içerisinde karşılaştırdığımızda,

yaşlanmamış AD_{taban} ve GR_{taban} taban kompozit rezinlerinin OM_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamiri (ΔYSP_{00} : $AD_{\text{taban}}+OM_{\text{tamir}} = |-2.14|$; $GR_{\text{taban}}+OM_{\text{tamir}} = |-2.12|$), VT_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamirine (ΔYSP_{00} : $AD_{\text{taban}}+VT_{\text{tamir}} = |-1.43|$; $GR_{\text{taban}}+VT_{\text{tamir}} = |-1.25|$) göre istatistiksel olarak daha yüksek ΔYSP_{00} değeri gösterse de her ikisi de klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin altında değişikliğe neden oldu.

Yaşlanmamış DS_{taban} taban kompozit rezininin tamirinde (ΔYSP_{00} : $DS_{\text{taban}}+OM_{\text{tamir}} = |-2.94|$; $DS_{\text{taban}}+VT_{\text{tamir}} = |-2.78|$) ise tek renk tonlu tamir kompozit rezinlerinin YSP_{00} değişimi üzerine etkisi arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmasa da elde edilen değer klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin üzerindedir. Yaşlanmış bütün taban kompozit rezinlerinin tek renk tonlu VT_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamiriyle elde edilen tamir restorasyon grupları (ΔYSP_{00} : $yAD_{\text{taban}}+VT_{\text{tamir}} = |-1.75|$; $yGR_{\text{taban}}+VT_{\text{tamir}} = |-1.38|$; $yDS_{\text{taban}}+VT_{\text{tamir}} = |-2.42|$) algılanabilir eşik değerin üzerinde, klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin altında ΔYSP_{00} değeri gösterdi. Yaşlandırılmış taban kompozit rezinlerinin tek renk tonlu OM_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamirinde, yAD_{taban} ($|-2.61|$) ve yGR_{taban} ($|-2.23|$) taban kompozit rezinleri için algılanabilir eşik değerin üzerinde ancak klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin altında ΔYSP_{00} değeri gözlemlendi. Yaşlanmış yDS_{taban} taban kompozit rezininin tek renk tonlu OM_{tamir} tamir kompozit rezini ile tamir edildiği restorasyonlarda ($|-3.09|$) kabul edilebilir eşik değerin üzerinde ΔYSP_{00} değerine neden oldu. Bu sonuçları değerlendirdiğimizde, çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezini ile yapılan tamir işleminin ΔYSP_{00} değerine etkisi algılanabilir seviyenin altında olması, aynı firmaya ait ve aynı renk tonuna sahip malzemelerin kullanılmasına atfedilebilir. Ancak tek renk tonlu tamir kompozit rezinlerin, çok renk tonlu GR_{tamir} tamir kompozit rezinine nazaran daha yüksek ΔYSP_{00} değerine neden olması yüksek yarı saydam özelliklerine atfedilebilir. Çünkü kompozit rezinlerin yarı saydam özellikleri arttıkça renk uyum yetenekleri artmaktadır (Paravina vd., 2006a). Hatta yapılan bir çalışmada, kompozit rezinlerin çevre dış dokularla olan renk uyumları yüksek yarı saydam özelliklerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Abdelraouf & Habib, 2016). Bunu dikkate aldığımızda, bizim sonuçlarımızda tek renk tonlu tamir kompozit rezinlerinin yüksek ΔYSP_{00} değerine neden olduğunu destekler niteliktedir.

ΔYSP_{00} 'nin klinik eşik değerinin belirlenmesinde, santral dişler arasındaki YSP_{00} farkının kullanıldığı in vivo çalışmanın sonucuna göre klinik olarak kabul edilebilir eşik değer 1.33 olarak bulunmuştur (Xia & Xiong, 2021). İn vivo bu çalışmanın sonucu dikkate alarak bu tez çalışmasının ΔYSP_{00} sonuçları değerlendirildiğinde; çok renk tonlu kompozit rezin kullanılan tamir restorasyon grupları klinik olarak kabul edilebilir ΔYSP_{00} değerler gösterdi. Tek renk tonlu OM_{tamir} tamir kompozit rezini kullanılan tamir restorasyon grupları, klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin üzerinde ΔYSP_{00} değeri gösterdi. Tek renk tonlu VT_{tamir} tamir kompozit rezinin GR_{taban} taban kompozit rezini üzerine uygulanmasıyla elde edilen tamir restorasyon grubu klinik olarak kabul edilebilir ΔYSP_{00} değeri gösterirken, diğer tüm taban kompozit rezini ile elde edilen tamir restorasyon grupları klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin üzerinde ΔYSP_{00} değeri gösterdi. Yukarıda bahsedilen bu eşik YSP değeri doğal dişler üzerinde yapılan hesaplamalar sonucunda ortaya atılmış olduğundan restorasyonlarda elde edilen YSP değerleriyle birebir kıyaslanamayabilir. Bu nedenle restorasyonların klinik YSP eşik değerinin belirleneceği in vivo çalışmalara ihtiyaç vardır.

Tek renk tonlu kompozit rezinin (Omnichroma) etrafını çevreleyen kompozit rezin varlığında performansını değerlendiren bazı çalışmalar yapılmıştır. Chen vd. (2021) yaptıkları çalışmada, A1, A2, A3 ve A4 renk kodlarına sahip Estelite Sigma Quick (Tokuyama) kompozit rezinden klinik olarak sınıf I kaviteyi taklit edecek şekilde merkezinde 2 mm derinliğinde 4 mm çapında kavite olacak şekilde 5 mm kalınlık 10 mm çapa sahip toplam 120 silindir örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan bu kaviteler; adeziv uygulaması sonrası küme nano dolduruculu A3B renk tonunda Filtek Supreme Ultra (3M) kompozit rezin, mikrohibrit dolduruculu grup renk tonlu Essentia (GC) kompozit rezin ve nanodolduruculu tek renk tonlu Omnicroma kompozit rezin ile her grupta 10 örnek olacak şekilde doldurulmuş ve polimerize edilmiştir. Bitirme ve polisaj işlemleri biten örnekler 24 saat 37°C distile suda bekletilmiştir ve kolorimetre ile D65 aydınlatma koşullarında L^* , a^* ve b^* değerleri belirlenip renk uyumları değerlendirilmiştir. A1 renk tonlu örneklerde Filtek (2.4 ± 0.5) ve Omnicroma (2.5 ± 0.7) klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinin üzerinde ΔE_{00} değeri gösterirken, Essentia (1.6 ± 0.3) algılanabilir eşik değerinin üzerinde ancak klinik olarak kabul edilebilir çıkmıştır. A2 renk tonlu örneklerde ise

Omnichroma (0.8 ± 0.3) algılanabilir eşik değerin altında ΔE_{00} değeri gösterirken Essentia (2.4 ± 0.6) ve Filtek (2.4 ± 0.5) klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin üzerinde ΔE_{00} değeri göstermiştir. A3 renk tonlu örneklerde Omnichroma (1.7 ± 0.6) algılanabilir eşik değerin üzerinde ancak kabul edilebilir eşik değerin altında ΔE_{00} değeri gösterirken, diğer iki kompozit rezin klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin üzerinde ΔE_{00} değeri (Filtek: 3.6 ± 0.7 ; Essentia: 3.5 ± 0.6) göstermiştir. A4 renk tonlu örneklerde ise bütün kompozit rezinler kabul edilebilir eşik değerin üzerinde ΔE_{00} değeri (Filtek: 7.5 ± 0.6 ; Essentia: 6.6 ± 0.7 ; Omnichroma: 4.1 ± 0.7) göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde, tek renk tonlu kompozit rezin Omnichroma bizim çalışmanın aksine renk tonuna bağlı olarak klinik olarak kabul edilebilir sonuçlar vermiştir. Bu durum restorasyonu çevreleyen doku varlığının tek renk tonlu kompozit rezinler için sonucu belirlemede etken olduğunu gösteriyor diyebiliriz. Ayrıca renk tonuna bağlı olarak farklı sonuçlar çıkması, bizim çalışmamızın farklı renk tonlarıyla yapılmasında farklı sonuçlar elde edebileceğimizi ve çalışmanın farklı renk tonlarına sahip kompozit rezinler içinde yapılması gerekliliğini göstermektedir.

Durand vd. (2021) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise, B2B ve C2B renk tonunda Filtek Z350 XT (3M) kompozit rezinden 4 mm kalınlığında 11 mm çapında örnekler hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerle klinik olarak sınıf I kaviteyi taklit etmesi için merkezde olacak şekilde 1.5 mm derinlikte 5 mm çapında kavite açılmıştır. Kaviteler, adeziv rezin uygulanmasının ardından Omnichroma, B2E renk tonunda Harmonize (Kerr) ve B2 renk tonunda Filtek Universal (3M) ile doldurulmuştur. Spektroradyometre ile L^* , a^* , b^* değerleri belirlenmiş ve CIEDE2000 formülü kullanılarak renk uyumu değerlendirilmiştir. Elde edilen ΔE_{00} değerlerine göre, Filtek kompozit rezin her iki renk tonunda da klinik olarak kabul edilemez bir sonuç gösterirken, C2B renk tonunda Harmonize kompozit rezini algılanabilir eşik değerin üstünde ancak klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin altında ΔE_{00} değeri (0.83 ± 0.19) göstermiştir. Tek renk tonlu kompozit rezin Omnichroma ise her iki grupta da algılanabilir eşik değerinin üzerinde ancak kabul edilebilir eşik değerinin altında uyum göstermiştir. Tek renk tonlu kompozit rezinler, yüksek yarı saydamlık özellikleri sayesinde etrafındaki dokuların renk özelliklerini yansıtır ve çevreleyen dokuya bağlı olarak farklı optik özellikler gösterebilir (Abdelraouf & Habib, 2016).

Yukarıda bahsedilen çalışmaların sonuçları direk olarak bizim çalışmamızla karşılaştırılamayabilir. Bizim çalışmamızda, tamir kompozit rezini etrafını çevreleyen herhangi bir doku veya malzeme olmayan taban kompozit rezini üzerine direkt yerleştirildi. Bu çalışma düzeneği, klinikte karşımıza çıkan etrafında herhangi bir diş dokusu olmayan küçük kırıkların tamiri dikkate alınarak hazırlandı. Tek renk tonlu kompozit rezinlerin yüksek yarı saydamlığa sahip olması ve çalışmamızda çevreleyen dokunun olmaması, ΔE_{00} değerlerinin kabul edilebilir eşik değerinin üzerinde çıkmasının nedenlerinden olabilir.

Klinik olarak tamir edilecek restorasyon yüzeyinin kimyasal veya mekanik uygulamalarla hazırlanması tavsiye edilmektedir. Mekanik pürüzlendirme için lazer, kumlama ve elmas frezler kullanılabilir (Loomans & Özcan, 2016). Elmas frezlerin temini ve kullanımı kolay olmakla birlikte özel ekipman gerektirmezler. Kalın tanecikli bitirme diskleri kompozit rezin restorasyonların tamirinde yüzey pürüzlendirme için kullanıldıklarında elmas frezlere benzer sonuçlar göstermiştir (Karadaglioglu vd., 2022). Elmas frez ile karşılaştırıldığında daha düz ve standart bir yüzey pürüzlendirmesi olduğundan bu çalışmada bitirme diskleri tercih edildi.

Eski kompozit rezin restorasyonların tamirinde adeziv sistem uygulanabilirken, kompozit rezinlerin hemen tamirinde gerek olmayabilir (Rinastiti vd., 2010). Buna ek olarak, kullanılan adezive bağlı olarak, adeziv kompozit rezin uygulamalarının final rengine etki edebilmektedir (Alabdulwahhab vd., 2015; Ritter vd., 2016). Çalışmamızda, adeziv tabakanın renk tonuna etkisini elimine etmek, hemen ve geç tamir senaryolarını standardize etmek için taban kompozit rezini ile tamir kompozit rezini arasında adeziv sistem kullanmadık. Ayrıca bu çalışmada tamir için kullanılan kompozit rezinin, yalnızca tamir edilecek malzemenin renk tonuna etkisinin incelenmesi amaçlandı. Malzemeler arasındaki optik geçişi sağlamak ve hava boşluklarını engellemek amacıyla adeziv tabaka yerine optik likit kullanıldı (Horie vd., 2012). Bu amaçla optik jel, distile su, imersiyon yağı ve gliserin kullanılabilir (Dede vd., 2017; Dozić vd., 2003; Kim vd., 2016; Paul vd., 2002; Perroni vd., 2016). Gliserinin refraktif indeksi optik jel ile benzer olup, diş hekimliği alanındaki araştırmalarda ve klinik çalışmalarda bir ortamdan diğer ortama ışık geçişini arttırdığı için optik bağlantı malzemesi olarak kullanılabilir (Ceylan vd., 2013). Bu tez çalışmasında gliserin tercih edildi.

Dental restorasyonlar, uygulandığı dişin morfolojik yüzey özelliklerine uygun olarak bitirilmektedir. Bu nedenle restorasyonlar yerine bağlı olarak iç bükey ve dış bükey yüzeylere sahiptirler. Yüzey topografisi kompozit rezinin optik özelliklerini ve renk algısını etkileyebilmektedir (Arai vd., 2021). Üretici talimatları doğrultusunda spektrofotometre ile daha hassas ve doğru ölçümler yapabilmek için çalışmamızda örnekler düz olarak hazırlandı. Çalışmada farklı kalınlık ve renk tonlarındaki kompozit rezinler karşılaştırılmadı. Taban ve tamir kompozit rezinleri arasındaki renk uyumunu değerlendirebilmek için, farklı kalınlıkta ve farklı renk tonunda ve farklı tipte kompozit rezinlerin çeşitli kalınlıklardaki tek renk tonlu kompozit rezinler ile tamirinin in vivo ve in vitro olarak incelendiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

BÖLÜM VI

Sonuç ve Öneriler

Bu in vitro çalışmada, 1 mm kalınlığındaki taban kompozit rezini üzerine 1 mm kalınlığındaki tamir kompozit rezini uygulanıp, 2 mm kalınlığındaki referans grubu ile karşılaştırıldı. Tamir kompozit rezinini çevreleyecek herhangi bir doku veya malzeme uygulanmadı. Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir;

Tek renk tonlu kompozit rezinlerin hem erken dönem tamir hem de geç dönem tamirde renk uyum performansları (ΔE_{00}) klinik olarak kabul edilemezdir. Çok renk tonlu kompozit rezinin aynı renk tonundaki çok renk tonlu kompozit rezin ile tamiri klinik olarak kabul edilebilir. Klinisyen tamir kompozit rezini seçerken bu bilgileri dikkate almalıdır.

Düşük yarı saydamlığa sahip CAD/CAM kompozit rezinin hem çok renk tonlu kompozit rezin ile hem de tek renk tonlu kompozit rezinler ile tamiri klinik olarak kabul edilemez renk değişimi (ΔE_{00}) göstermiştir. Tamir edilecek restoratif malzemenin yapısının ve renk özelliklerinin bilinmesi tamir restorasyonun renk uyumunun kabul edilebilir seviyede olmasında etkili bir faktördür.

Çok renk tonlu tamir kompozit rezini ile yapılan tamir restorasyonlarında, algılanamaz bir yarı saydamlık değişimi (ΔYSP_{00}) olmuştur.

Tek renk tonlu OM_{tamir} ve VT_{tamir} tamir kompozit rezinlerin direkt kompozit (ormoser ve nanohibrit) rezinlerin tamirinde kullanması, tamir restorasyonunun yarı saydamlık parametresini değiştirmiştir ancak bu değişiklik klinik olarak kabul edilebilir seviyededir.

Kaynakça

- Abdelraouf, R. M., ve Habib, N. A. (2016). Color-matching and blending-effect of universal shade bulk-fill-resin-composite in resin-composite-models and natural teeth. *BioMed Research International*, 2016, 4183432. <https://doi.org/10.1155/2016/4183432>
- Alabdulwahhab, B. M., Alshethry, M. A., Almoneef, M. A., Almanie, M. A., Almaziad, M. M., ve Alokla, M. S. (2015). The effect of dental adhesive on final color match of direct laminate veneer (DLV): In vitro study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(5), 307-313. <https://doi.org/10.1111/jerd.12128>
- Alani, A. H., ve Toh, C. G. (1997). Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Operative Dentistry*, 22(4), 173-185.
- Arai, Y., Kurokawa, H., Takamizawa, T., Tsujimoto, A., Saegusa, M., Yokoyama, M., ve Miyazaki, M. (2021). Evaluation of structural coloration of experimental flowable resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(2), 284-293. <https://doi.org/10.1111/jerd.12674>
- Arhun, N., ve Tuncer, D. (2018). Chapter 16 Repair of Direct Resin Composite Restorations. İçinde V. Miletic (Ed.), *Dental Composite Materials for Direct Restorations* (245-267). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-60961-4>
- Arikawa, H., Kanie, T., Fujii, K., Takahashi, H., ve Ban, S. (2007). Effect of filler properties in composite resins on light transmittance characteristics and color. *Dental Materials Journal*, 26(1), 38-44. <https://doi.org/10.4012/dmj.26.38>
- Ayar, M. K., Guven, M. E., Burduroglu, H. D., ve Erdemir, F. (2019). Repair of aged bulk-fill composite with posterior composite: Effect of different surface treatments. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(3), 246-252. <https://doi.org/10.1111/jerd.12391>
- Barutçigil, K., Dünder, A., Batmaz, S. G., Yıldırım, K., ve Barutçigil, Ç. (2021). Do resin-based composite CAD/CAM blocks release monomers? *Clinical Oral Investigations*, 25(1), 329-336. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03377-3>
- Blum, I. R., ve Özcan, M. (2018). Reparative Dentistry: Possibilities and Limitations. *Current Oral Health Reports*, 5(4), 264-269. <https://doi.org/10.1007/s40496-018-0191-1>
- Blum, I. R., Jagger, D. C., ve Wilson, N. H. (2011). Defective dental restorations: to repair or not to repair? Part 1: direct composite restorations. *Dental Update*, 38(2), 78-80, 82. <https://doi.org/10.12968/denu.2011.38.2.78>
- Blum, I. R., ve Lynch, C. D. (2014). Repair versus replacement of defective direct dental restorations in posterior teeth of adults. *Primary Dental Journal*, 3(2), 62-67. <https://doi.org/10.1308/205016814812143969>
- Blum, I. R., Lynch, C. D., ve Wilson, N. H. (2014). Factors influencing repair of dental restorations with resin composite. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 6, 81-87. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S53461>
- Bolt, R. A., Bosch, J. J., ve Coops, J. C. (1994). Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. *Physics in Medicine and Biology*, 39(7), 1133-1142. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/39/7/006>

- Bowen, R. L., ve Marjenhoff, W. A. (1992). Dental composites/glass ionomers: the materials. *Advances in Dental Research*, 6, 44-49. <https://doi.org/10.1177/08959374920060011601>
- Brewer, J. D., Paravina, R. D., Seghi, R. R., Wee, A. G., ve Ishikawa-Nagai, S. (2004). Chapter 7 Color Matching: Instruments for Color Matching in Dentistry. İçinde R. D. Paravina & J. M. Powers (Eds.), *Esthetic Color Training in Dentistry* (1. baskı, 139-181). Elsevier Mosby.
- Brokos, I., Polychronakis, N., Polyzois, G., Lagouvardos, P., ve Krejci, I. (2021). Illuminant metamerism effects on interbrand and intrabrand color differences of direct composite resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*, S0022-3913(21)00216. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.04.006>
- Ceylan, G., Dede, D. Ö., Külünk, Ş., ve Dede, F. Ö. (2013). Effects of refractive index solutions on the color of different luting cements. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(1), 88-91. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.654244>
- Chen, F., Toida, Y., Islam, R., Alam, A., Chowdhury, A. F. M. A., Yamauti, M., ve Sano, H. (2021). Evaluation of shade matching of a novel supra-nano filled esthetic resin composite employing structural color using simplified simulated clinical cavities. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(6), 874-883. <https://doi.org/10.1111/jerd.12671>
- Choi, M. S., Lee, Y. K., Lim, B. S., Rhee, S. H., Yang, H. C., ve Lim, Y. J. (2006). Changes in color and translucency of porcelain-repairing resin composites after thermocycling. *Journal of Biomedical Materials Research, Part B: Applied Biomaterials*, 78(1), 1-6. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30437>
- Chongkavinit, P., ve Anunmana, C. (2021). Optical effect of resin cement, abutment material, and ceramic thickness on the final shade of CAD-CAM ceramic restorations. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 125(3), 517.e1-517.e8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.029>
- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., ve Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38 Suppl 2, e2-16. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.001>
- De Abreu, J. L. B., Sampaio, C. S., Benalcázar Jalkh, E. B., ve Hirata, R. (2021). Analysis of the color matching of universal resin composites in anterior restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(2), 269-276. <https://doi.org/10.1111/jerd.12659>
- Dede, D. Ö., Ceylan, G., ve Yilmaz, B. (2017). Effect of brand and shade of resin cements on the final color of lithium disilicate ceramic. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(4), 539-544. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.07.014>
- Della Bona, A., Pecho, O. E., Ghinea, R., Cardona, J. C., ve Pérez, M. M. (2015). Colour parameters and shade correspondence of CAD-CAM ceramic systems. *Journal of Dentistry*, 43(6), 726-734. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.02.015>
- Dietschi, D., ve Fahl, N. (2016). Shading concepts and layering techniques to master direct anterior composite restorations: an update. *British Dental Journal*, 221(12), 765-771. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.944>
- Dozić, A., Kleverlaan, C. J., Meegdes, M., Van Der Zel, J., ve Feilzer, A. J. (2003). The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 90(6), 563-570. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(03\)00517-1](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(03)00517-1)

- Durand, L. B., Ruiz-López, J., Perez, B. G., Ionescu, A. M., Carrillo-Pérez, F., Ghinea, R., ve Pérez, M. M. (2021). Color, lightness, chroma, hue, and translucency adjustment potential of resin composites using CIEDE2000 color difference formula. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(6), 836-843. <https://doi.org/10.1111/jerd.12689>
- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite - State of the art. *Dental Materials*, 27(1), 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>
- Fondriest, J. (2003). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 23, 467-479. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2004.03.015>
- Gale, M. S., ve Darvell, B. W. (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of Dentistry*, 27(2), 89-99. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(98\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(98)00037-2)
- Gómez-Polo, C., Portillo Muñoz, M., Lorenzo Luengo, M. C., Vicente, P., Galindo, P., ve Martín Casado, A. M. (2016). Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(1), 65-70. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.07.001>
- Gordan, V. V., Riley, J. L., Rindal, D. B., Qvist, V., Fellows, J. L., Dilbone, D. A., Brotman, S. G., Gilbert, G. H., ve National, D. P.-B. R. N. C. G. (2015). Repair or replacement of restorations: A prospective cohort study by dentists in The National Dental Practice-Based Research Network. *Journal of the American Dental Association*, 146(12), 895-903. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2015.05.017>
- Gornig, D. C., Maletz, R., Ottl, P., ve Warkentin, M. (2022). Influence of artificial aging: mechanical and physicochemical properties of dental composites under static and dynamic compression. *Clinical Oral Investigations*, 26(2), 1491-1504. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04122-0>
- Gürdal, I., Atay, A., Eichberger, M., Cal, E., Üsümez, A., ve Stawarczyk, B. (2018). Color change of CAD-CAM materials and composite resin cements after thermocycling. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(4), 546-552. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.12.003>
- Hassel, A. J., Zenthöfer, A., Corcodel, N., Hildenbrandt, A., Reinelt, G., ve Wiesberg, S. (2013). Determination of VITA Classical shades with the 3D-Master shade guide. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(3-4), 721-726. <https://doi.org/10.3109/00016357.2012.715197>
- Hatipoğlu, Ö., ve Arıcıoğlu, B. (2019). Repair versus replacement: A questionnaire examining the repair preferences of Turkish dentists in dental restorations. *International Journal of Oral and Dental Health*, 5(1), 077. <https://doi.org/10.23937/2469-5734/1510077>
- Heintze, S. D., Forjanic, M., ve Rousson, V. (2006). Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dental Materials*, 22(2), 146-165. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.04.013>
- Hickel, R., Brühshaver, K., ve Ilie, N. (2013). Repair of restorations--criteria for decision making and clinical recommendations. *Dental Materials*, 29(1), 28-50. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.07.006>
- Horie, K., Nakajima, M., Hosaka, K., Kainose, K., Tanaka, A., Foxton, R. M., ve Tagami, J. (2012). Influences of composite-composite join on light transmis-

- sion characteristics of layered resin composites. *Dental Materials*, 28(2), 204-211. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.10.006>
- International Organization for Standardization. (2003). *ISO TS 11405 Dental materials — Testing of adhesion to tooth structure*.
- International Organization for Standardization. (2016). *ISO TR 11450 Dentistry: Guidance on Colour Measurement*.
- Iyer, R. S., Babani, V. R., Yaman, P., ve Dennison, J. (2021). Color match using instrumental and visual methods for single, group, and multi-shade composite resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(2), 394-400. <https://doi.org/10.1111/jerd.12621>
- Johnston, W. M., Hesse, N. S., Davis, B. K., ve Seghi, R. R. (1996). Analysis of edge-losses in reflectance measurements of pigmented maxillofacial elastomer. *Journal of Dental Research*, 75(2), 752-760. <https://doi.org/10.1177/00220345960750020401>
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32 Suppl 1, 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.013>
- Joiner, A., ve Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: a review. *Journal of Dentistry*, 67S, S3-S10. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.09.006>
- Joiner, A., Hopkinson, I., Deng, Y., ve Westland, S. (2008). A review of tooth colour and whiteness. *Journal of Dentistry*, 36, 2-7. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.02.001>
- Karadaglioglu, O. I., Alagoz, L. G., Caliskan, A., ve Vaizoglu, G. A. (2022). The Effect of Different Surface Roughening Systems on the Micro-Shear Bond Strength of Aged Resin Composites. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 25(1), 37-43. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_95_21
- Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L., ve Wee, A. G. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(3), 193-199. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)60028-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(09)60028-7)
- Kim, H. K., Kim, S. H., Lee, J. B., ve Ha, S. R. (2016). Effects of surface treatments on the translucency, opalescence, and surface texture of dental monolithic zirconia ceramics. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(6), 773-779. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.11.020>
- Klapdohr, S., ve Moszner, N. (2005). New inorganic components for dental filling composites. *Microscopy Research and Technique*, 136(1), 21-45. <https://doi.org/10.1007/s00706-004-0254-y>
- Kobayashi, S., Nakajima, M., Furusawa, K., Tichy, A., Hosaka, K., ve Tagami, J. (2021). Color adjustment potential of single-shade resin composite to various-shade human teeth: Effect of structural color phenomenon. *Dental Materials Journal*, 40(4), 1033-1040. <https://doi.org/10.4012/dmj.2020-364>
- Koç-Vural, U., Kerimova, L., Baltacioglu, İ. H., ve Kiremitçi, A. (2017). Bond strength of dental nanocomposites repaired with a bulkfill composite. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(3), e437-e442. <https://doi.org/10.4317/jced.53501>
- Lasserre, J. F., Pop-Ciutrla, I. S., ve Colosi, H. A. (2011). A comparison between a new visual method of colour matching by intraoral camera and conventional visual and spectrometric methods. *Journal of Dentistry*, 39 Suppl 3, e29-e36. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.11.002>

- Lee, S. H., ve Lee, Y. K. (2008). Effect of thermocycling on optical parameters of resin composites by the brand and shade. *American Journal of Dentistry*, 21(6), 361-367. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19146128>
- Lee, Y. K., Lim, B. S., Rhee, S. H., Yang, H. C., ve Powers, J. M. (2004). Changes of optical properties of dental nano-filled resin composites after curing and thermocycling. *Journal of Biomedical Materials Research, Part B: Applied Biomaterials*, 71(1), 16-21. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30057>
- Lee, Y. K., Yu, B., Lee, S. H., Cho, M. S., Lee, C. Y., ve Lim, H. N. (2010). Shade compatibility of esthetic restorative materials--A review. *Dental Materials*, 26(12), 1119-1126. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.08.004>
- Loomans, B., ve Özcan, M. (2016). Intraoral repair of direct and indirect restorations: Procedures and guidelines. *Operative Dentistry*, 41(S7), S68-S78. <https://doi.org/10.2341/15-269-LIT>
- Lucena, C., Ruiz-López, J., Pulgar, R., Della Bona, A., ve Pérez, M. M. (2021). Optical behavior of one-shaded resin-based composites. *Dental Materials*, 37(5), 840-848. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.02.011>
- Luo, M. R., Cui, G., ve Rigg, B. (2001). The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Research & Application*, 26(5), 340-350. <https://doi.org/10.1002/col.1049>
- Luo, M. R. (2004). Chapter 2 Colorimetry. İçinde R. D. Paravina & J. M. Powers (Eds.), *Esthetic Color Training in Dentistry* (1. baskı, 17-38). Elsevier Mosby.
- Lutz, F., ve Phillips, R. W. (1983). A classification and evaluation of composite resin systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(4), 480-488. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(83\)90566-8](https://doi.org/10.1016/0022-3913(83)90566-8)
- Mayekar, S. M. (2001). Shades of a color. Illusion or reality. *Dental Clinics of North America*, 45(1), 155-72, vii.
- Mikhail, S. S., Schricker, S. R., Azer, S. S., Brantley, W. A., ve Johnston, W. M. (2013). Optical characteristics of contemporary dental composite resin materials. *Journal of Dentistry*, 41(9), 771-778. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.07.001>
- Mjör, I. A., ve Gordan, V. V. (2002). Failure, repair, refurbishing and longevity of restorations. *Operative Dentistry*, 27(5), 528-534.
- Mjör, I. A., ve Toffenetti, F. (2000). Secondary caries: a literature review with case reports. *Quintessence International*, 31(3), 165-179.
- Mjör, I. A., Dahl, J. E., ve Moorhead, J. E. (2002). Placement and replacement of restorations in primary teeth. *Acta Odontologica Scandinavica*, 60(1), 25-28. <https://doi.org/10.1080/000163502753471961>
- Nakata, T., Fujita, M., Nagano, F., Noda, M., ve Sano, H. (2007). Effect of a new thermal cycling method on bond strength of two-step self-etching adhesive systems. *Dental Materials Journal*, 26(5), 635-641. <https://doi.org/10.4012/dmj.26.635>
- Oivanen, M., Keulemans, F., Garoushi, S., Vallittu, P. K., ve Lassila, L. (2021). The effect of refractive index of fillers and polymer matrix on translucency and color matching of dental resin composite. *Biomaterial Investigations in Dentistry*, 8(1), 48-53. <https://doi.org/10.1080/26415275.2021.1906879>
- Okubo, S. R., Kanawati, A., Richards, M. W., ve Childress, S. (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(6), 642-648. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(98\)70049-6](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(98)70049-6)

- Oliveira, D. (2018). Chapter 11 Esthetic of Dental Composites. İçinde V. Miletic(163-170). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-60961-4>
- Olms, C., ve Setz, J. M. (2013). The repeatability of digital shade measurement--a clinical study. *Clinical Oral Investigations*, 17(4), 1161-1166. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0796-z>
- Paravina, R. (2018). Chapter 10 Understanding Color. İçinde R. E. Goldstein, S. J. Chu, E. A. Lee, & C. F. J. Stappert (Eds.), *Ronald E. Goldstein's Esthetics in Dentistry* (3. baskı, 271-272). Wiley-Blackwell.
- Paravina, R. D. (2009). Performance assessment of dental shade guides. *Journal of Dentistry*, 37, e15-e20. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.02.005>
- Paravina, R. D., Westland, S., Imai, F. H., Kimura, M., ve Powers, J. M. (2006a). Evaluation of blending effect of composites related to restoration size. *Dental Materials*, 22(4), 299-307. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.04.022>
- Paravina, R. D., Westland, S., Kimura, M., Powers, J. M., ve Imai, F. H. (2006b). Color interaction of dental materials: Blending effect of layered composites. *Dental Materials*, 22(10), 903-908. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.11.018>
- Paravina, R. D., Ghinea, R., Herrera, L. J., Bona, A. D., Igiel, C., Linninger, M., Sakai, M., Takahashi, H., Tashkandi, E., ve Perez, M. M. (2015). Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27 Suppl 1, S1-9. <https://doi.org/10.1111/jerd.12149>
- Paravina, R. D., Ontiveros, J. C., ve Powers, J. M. (2002). Curing-dependent changes in color and translucency parameter of composite bleach shades. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 14(3), 158-166. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2002.tb00516.x>
- Paravina, R. D., Pérez, M. M., ve Ghinea, R. (2019). Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(2), 103-112. <https://doi.org/10.1111/jerd.12465>
- Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N., ve Hämmerle, C. H. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*, 81(8), 578-582. <https://doi.org/10.1177/154405910208100815>
- Pecho, O. E., Ghinea, R., Alessandretti, R., Pérez, M. M., ve Della Bona, A. (2016). Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dental Materials*, 32(1), 82-92. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.10.015>
- Pecho, O. E., Ghinea, R., Perez, M. M., ve Della Bona, A. (2017). Influence of gender on visual shade matching in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(2), E15-E23. <https://doi.org/10.1111/jerd.12292>
- Pereira Sanchez, N., Powers, J. M., ve Paravina, R. D. (2019). Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(5), 465-470. <https://doi.org/10.1111/jerd.12488>
- Perez, M. M., Ghinea, R., Herrera, L. J., Ionescu, A. M., Pomares, H., Pulgar, R., ve Paravina, R. D. (2011). Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *Journal of Dentistry*, 39 Suppl 3, e37-e44. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.09.007>

- Perroni, A. P., Amaral, C., Kaizer, M. R., Moraes, R. R., ve Boscato, N. (2016). Shade of resin-based luting agents and final color of porcelain veneers. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28(5), 295-303. <https://doi.org/10.1111/jerd.12196>
- Posavec, I., Prpić, V., ve Zlatarić, D. K. (2016). Influence of light conditions and light sources on clinical measurement of natural teeth color using VITA Easyshade advance 4,0[®] spectrophotometer. Pilot study. *Acta Stomatologica Croatica*, 50(4), 337-347. <https://doi.org/10.15644/asc50/4/7>
- Riada, M. I., Gamal, W. M., ve Morsy, A. S. (2020). Color matching of a single shade structurally colored universal resin composite with the surrounding hard dental tissues. *Egyptian Dental Journal*, 66(4), 2721-2727. <https://doi.org/10.21608/edj.2020.36824.1192>
- Rinastiti, M., Ozcan, M., Siswomihardjo, W., ve Busscher, H. J. (2010). Immediate repair bond strengths of microhybrid, nanohybrid and nanofilled composites after different surface treatments. *Journal of Dentistry*, 38(1), 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.08.009>
- Ritter, D. D., Rocha, R. O., Soares, F. Z., ve Lenzi, T. L. (2016). Do adhesive systems influence the color match of resin composites. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 14(2), e212e-216. <https://doi.org/10.5301/jabfm.5000277>
- Rocca, G. T., Bonnafous, F., Rizcalla, N., ve Krejci, I. (2010). A technique to improve the esthetic aspects of CAD/CAM composite resin restorations. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 104(4), 273-275. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(10\)60138-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60138-2)
- Sakaguchi, R. L., Ferracane, J. L., ve Powers, J. M. (2019). Chapter 4 Fundamentals of Materials Science. İçinde R. L. Sakaguchi, J. L. Ferracane, & J. M. Powers(14. baskı, 57). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-01767-1>
- Salas, M., Lucena, C., Herrera, L. J., Yebra, A., Della Bona, A., ve Pérez, M. M. (2018). Translucency thresholds for dental materials. *Dental Materials*, 34(8), 1168-1174. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.05.001>
- Setcos, J. C., Khosravi, R., Wilson, N. H., Shen, C., Yang, M., ve Mjör, I. A. (2004). Repair or replacement of amalgam restorations: decisions at a USA and a UK dental school. *Operative Dentistry*, 29(4), 392-397.
- Shortall, A. C. (1982). Microleakage, marginal adaptation and composite resin restorations. *British Dental Journal*, 153(6), 223-227. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4804895>
- Sikri, V. (2010). Color: Implications in dentistry. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(4), 249-255. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.73381>
- Sproull, R. C., ve Preston, J. D. (1998). Chapter 10 Understanding Color. İçinde R. E. Goldstein (Ed.), *Esthetics in Dentistry Volume 1* (210-211). BC Decker.
- Tabatabaian, F., Beyabanaki, E., Alirezaei, P., ve Epakchi, S. (2021). Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(8), 1084-1104. <https://doi.org/10.1111/jerd.12816>
- Terry, D. A., Geller, W., Tric, O., Anderson, M. J., Tourville, M., ve Kobashigawa, A. (2002). Anatomical form defines color: function, form, and aesthetics. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*, 14(1), 59-78.

- Torres, C. R. G., ve Zanatta, R. F. (2019). Chapter 14 Composite Restoration on Anterior Teeth. İçinde *Modern Operative Dentistry: Principles for Clinical Practice* (1. baskı, 465-479). Springer Nature.
- Trakyalı, G. (2013). Diş rengi belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 34(1), 1-10.
- Tung, F. F., Goldstein, G. R., Jang, S., ve Hittelman, E. (2002). The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(6), 585-590. <https://doi.org/10.1067/mpr.2002.129803>
- Vichi, A., Carrabba, M., Paravina, R., ve Ferrari, M. (2014). Translucency of ceramic materials for CEREC CAD/CAM system. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 26(4), 224-231. <https://doi.org/10.1111/jerd.12105>
- Vichi, A., Fraioli, A., Davidson, C., ve Ferrari, M. (2007). Influence of thickness on color in multi-layering technique. *Dental Materials*, 23(12), 1584-1589. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.06.026>
- Vichi, A., Louca, C., Corciolani, G., ve Ferrari, M. (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dental Materials*, 27(1), 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.018>
- Villarroel, M., Fahl, N., De Sousa, A. M., ve De Oliveira, O. B. (2011). Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(2), 73-87. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2010.00392.x>
- Westland, S. (2004). Chapter 1 Color. İçinde R. D. Paravina & J. M. Powers (Eds.), *Esthetic Color Training in Dentistry* (1. baskı, 3-16). Elsevier Mosby.
- Wilson, N., Lynch, C. D., Brunton, P. A., Hickel, R., Meyer-Lueckel, H., Gurgan, S., Pallesen, U., Shearer, A. C., Tarle, Z., Cotti, E., Vanherle, G., ve Opdam, N. (2016). Criteria for the replacement of restorations: Academy of Operative Dentistry European Section. *Operative Dentistry*, 41(S7), S48-S57. <https://doi.org/10.2341/15-058-O>
- Xia, H., ve Xiong, F. (2021). Clinical threshold of the translucency parameter of maxillary central incisors. *Dental Materials Journal*, 40(2), 547-551. <https://doi.org/10.4012/dmj.2020-137>
- Yamaguchi, S., Karaer, O., Lee, C., Sakai, T., ve Imazato, S. (2021). Color matching ability of resin composites incorporating supra-nano spherical filler producing structural color. *Dental Materials*, 37(5), e269-e275. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.01.023>
- Yaman, B. C. (2006). Amalgam restorasyonlarda onarım. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 40(1), 43-57.
- Yeşilyurt, C., ve Bulucu, B. (2003). Restorasyonların Değiştirilme Nedenleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 13(2), 63-75.
- Yildirim, B., Recen, D., ve Tekeli Simsek, A. (2021). Effect of cement color and tooth-shaded background on the final color of lithium disilicate and zirconia-reinforced lithium silicate ceramics: An in vitro study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(2), 380-386. <https://doi.org/10.1111/jerd.12611>
- Yılmaz, B., Irmak, Ö., ve Yaman, B. C. (2019). Outcomes of visual tooth shade selection performed by operators with different experience. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(5), 500-507. <https://doi.org/10.1111/jerd.12507>

Ekler

Ek 1.

İntihal Raporu

Restorasyon Tamiri Amacıyla Uygulanan Tek Renk Tonlu Kompozit Rezinlerin Restorasyonların Renk Tonuna Etkisi

ORIGINALITY REPORT

2 %	2 %	1 %	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	acikbilim.yok.gov.tr Internet Source	1 %
2	docplayer.biz.tr Internet Source	<1 %
3	dergipark.org.tr Internet Source	<1 %
4	docplayer.nl Internet Source	<1 %
5	RECEN, Duygu, ÖNAL, Banu and TÜRKÜN, Lezize Şebnem. "Deneyimin kompozit rezinlerin renk seçimi üzerine etkisinin bir spektrofotometre kullanılarak değerlendirilmesi", Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 2016. Publication	<1 %
6	acikerisim.kku.edu.tr Internet Source	<1 %
7	acikerisim.uludag.edu.tr Internet Source	<1 %

10	tez.yok.gov.tr Internet Source	<1 %
11	lib.baskent.edu.tr Internet Source	<1 %
12	libratez.cu.edu.tr Internet Source	<1 %
13	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 Internet Source	<1 %
14	www.rjpbcs.com Internet Source	<1 %
15	RECEN, Duygu, ÖNAL, Banu and TÜRKÜN, Lezize Şebnem. "Deneyimin kompozit rezinlerin renk seçimi üzerine etkisinin bir spektrofotometre kullanılarak değerlendirilmesi", Gazi Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi, 2016. Publication	<1 %

Exclude quotes

Off

Exclude matches

< 5 words

Exclude bibliography

On

Ek 2.**Yayın**

3.11.2022 17:30

ScholarOne Manuscripts

Dental Materials Journal**Decision Letter (DMJ2022-125.R1)****From:** chiefdmj@gmail.com**To:** aziz.caliskan@neu.edu.tr**CC:****Subject:** Dental Materials Journal - Decision on Manuscript ID DMJ2022-125.R1**Body:** 07-Sep-2022

Dear Mr. ÇALIŞKAN:

It is a pleasure to accept your manuscript entitled "Shade matching potential of one-shade resin composites used for restoration repair" in its current form for publication in the Dental Materials Journal. The comments of the reviewer(s) who reviewed your manuscript are included at the foot of this letter.

Thank you for your fine contribution. On behalf of the Editors of the Dental Materials Journal, we look forward to your continued contributions to the Journal.

Sincerely,
Prof. Kanji Tsuru
Editor in Chief, Dental Materials Journal
chiefdmj@gmail.com

[Editor's Comments]

Associate Editor

Comments to the Author:

AE comments:

Dear Authors,

The manuscript was appropriately revised according to the reviewer's comment. Thanks for your prompt response and effort.

[Reviewer(s)' Comments]

Reviewer#1

Comments to the Author

(There are no comments.)

Reviewer#2

Comments to the Author

Thank you very much for your efforts to improve the paper. The paper was correctly revised based on reviewer's comments. So, I think this paper can be acceptable for publication on DMJ.

Date Sent: 07-Sep-2022 Close Window

Özgeçmiş

Adı ve Soyadı: Aziz ÇALIŞKAN

Doğum Tarihi: 13/05/1991

Doğum Yeri: Bakırköy/İSTANBUL

Akademik Unvanı: Araştırma Görevlisi

Cep Telefonu: +90 533 840 66 59

İş Adresi: Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

E-postası: drazizcaliskan@gmail.com

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Diş Hekimliği	İstanbul Üniversitesi	2009-2014
Y. Lisans	Diş Hekimliği	İstanbul Üniversitesi	2009-2014

Görevler

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Araştırma Görevlisi	Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2018-halen

Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler: Türk Dişhekimleri Birliği, Restoratif Dişhekimliği Derneği

Eserler

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

- A1.** Alagöz, L.G., Çalışkan, A. (2022). Intraoral Repair of Dental Restorations with Resin Composite. *Cyprus Journal of Medical Science*, 7(4), 431-437
- A2.** Karadağlioğlu, Ö.İ., Alagöz, L.G., Çalışkan, A., Vaizoğlu, G.A. (2022). The Effect of Different Surface Roughening Systems on the Micro-Shear Bond Strength of Aged Resin Composites. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 25, 37-43.

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:

- B1.** Çalışkan, A., Küçük, M., Alagöz, L.G. (March 2019). *Endodontic and Restorative Treatment of Mandibular First Molar Tooth with Radix Entomolaris Variation: Case Report*. [Oral Presentation]. 1st International Hippocrates Congress on Medical and Health Sciences, Ankara.
- B2.** Alagöz, L.G., Çalışkan, A., Ulusoy, N. (September 2019). *Investigation of Combined Restoration of Maxillary Premolar with FEM*. [Poster]. 25th TDA International Dental Congress, İstanbul
- B3.** Aktu, A., Çalışkan, A., Basmacı, F., Irmak, Ö. (September 2022). *Servikal Eksternal Kök Rezorpsiyonlu Dişin Endodontik ve Restoratif Rehabilitasyonu: Olgu Sunumu*. [Poster]. 26th TDA International Dental Congress, İstanbul.
- B4.** Başarı, B., Çalışkan, A., Irmak, Ö., Ulusoy, N. (September 2022). *Anterior Mine Hipoplazisinin Beyazlatma ve Rezin İnfiltrasyon Uygulamalarıyla Tedavisi: Olgu Sunumu*. [Poster]. 26th TDA International Dental Congress, İstanbul.