



YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**Cila Sistemlerinin Yaşlandırılmış ve Renklenmiş Bulk-Fill Kompozit
Rezinlerin Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Stabilitesine Etkisi**

DOKTORA TEZİ

Ayşem AKTU

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Nuran ULUSOY

Lefkoşa

Eylül 2024

Onay

Aytem Aktu tarafından hazırlanan "Cila Sistemlerinin Yaşlandırılmış Ve Renklenmiş Bulk-Fill Kompozitlerin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Renk Stabilitesine Etkisi" başlıklı tez, kapsam ve nitelik açısından kalite standartlarına uygunluğu ile ilgili Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Doktora Tezi olarak 27/09/2024 tarihinde kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Adı-Soyadı

İmza

- Jüri Başkanı/Danışman: Prof. Dr. Nuran Ulusoy
- Jüri Üyesi: Prof. Dr. Arzu Müjdecı
- Jüri Üyesi: Prof. Dr. Yıldırım Hakan Bağış
- Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Aziz Çalışkan
- Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Emine Atasayar

Nuran Ulusoy
.....
Arzu Müjdecı
.....
Yıldırım Hakan Bağış
.....
Aziz Çalışkan
.....
Emine Atasayar
.....

Anabilim Dalı Başkanı Onayı

Nuran Ulusoy

27.09.2024

Prof. Dr. Nuran Ulusoy
Anabilim Dalı Başkanı

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onay

.../.../2024

Prof. Dr. Kemal Hüsnü Can Başer

Enstitü Müdürü

Kemal Hüsnü Can Başer


Etik İkelere 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.

Ayşem Aktu

09/2024

Teşekkür

Doktora eğitimim boyunca bana tüm özverisi ile engin bilgilerini sunan her zaman yol gösteren değerli danışman hocam **Prof. Dr. Nuran Ulusoy'a**

Tez çalışmamın şekillenmesinde bolca emeği ve katkısı olan değerli hocalarım **Prof. Dr. Yıldım Hakan Bağış** ve **Yrd. Doç.Dr. Aziz Çalışkan'a**

Tez jürimde yer alan değerli öğretim üyesi **Prof. Dr. Arzu Müjdeci'ye**

Tez çalışmamın başından sonuna her daim yanımda olup bana yol gösteren canım arkadaşım **Yrd. Doç.Dr. Emine Atasayar 'a**

Tez çalışmam boyunca her zaman beni motive etmeyi başaran çok sevdiğim çalışma arkadaşlarım **Dt. Pelinsu Aydın** ve **Dt. Selin Nur Ayaz'a**

Doktoraya başlamamda en büyük destekçim olup, tez çalışmama bire bir katkısı olan **canım babama,**

Benden maddi ve manevi hiç bir şeyi esirgemeyip bana her daim destek olan **canım anneme,**

Her zaman yanımda olup bana inanan, tüm stresime ortak olan biricik nişanlım **Cankat Ongan'a**

Sonsuz teşekkür ederim

Saygılarımla,

Dt. Ayşem Aktu

Özet

Cila Sistemlerinin Yaşlandırılmış ve Renklenmiş Bulk-Fill Kompozit Rezinlerin Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Stabilitesine Etkisi

Aktu Ayşem

Doktora / Restoratif Diş Tedavis Anabilim Dalı

09/2024 , 93 sayfa

Amaç: Bu çalışmanın amacı, iki farklı cila tekniğinin; yaşlandırılmış ve kahve ile renklenmiş bulk-fill kompozit rezinlerin renk stabilitesi, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey morfolojisindeki değişiklikler üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

Yöntem: Omnichroma Flow Bulk (OB), Charisma Bulk Flow One (CB), Estelite Bulk Fill Flow (EB) ve Estelite Sigma Quick (kontrol grubu) kullanılarak 112 adet disk şeklinde örnek hazırlandı. Örnekler uygulanan cila sistemlerine göre iki alt gruba ayrıldı ($n = 16$) ve termal döngü ile yaşlandırıldı. Yüzey pürüzlülüğünü (R_a) ölçmek için bir profilometre ve renk stabilitesini (ΔE_{00}) ölçmek için bir spektrofotometre kullanıldı. Farklı cila işlemleri uygulanan gruplardan rastgele alınan birer örneğin yüzey morfolojisindeki değişiklikler taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirildi.

Bulgular: Yüzey pürüzlülüğü değerlendirildiğinde; yaşlandırma öncesi ve sonrasında disk kullanılarak cilalanan gruplarda EB grubu en yüksek R_a değeri gösterdi. Twist kullanılarak cilalanan gruplarda ise yaşlandırma sonrasında R_a için istatistiksel bir fark gözlenmedi. OB grubu, yaşlandırmadan önce ve sonra en yüksek ΔE_{00} değerlerine ve ayrıca kahveyle lekelenme sonrasında en yüksek ΔE_{00} değerlerine sahip olarak bulundu. Kahve ile renklendirme sonrasında yeniden cila uygulaması, test edilen tüm örneklerde ΔE_{00} değerlerini düşürdü ancak test edilen materyallerin hepsinde klinik olarak kabul edilebilir seviyede renk değişimi göstermedi.

Sonuç: Elmas içerikli Twist ile yapılan cila, alüminyum oksit içerikli disklerle yapılan cilaya kıyasla tüm örneklerde daha düzensiz ve pürüzlü yüzeyler oluşturdu. Test edilen örneklerin hepsi de kahve içinde bekletildiğinde renk değişimi (ΔE_{00}) gösterdi. Kahve ile renklenmiş olan materyallere yeniden cila işlemi uygulandığında; CB twist grupları hariç, kahve ile lekelenmiş diğer kompozit rezinlerinin renk değerleri klinik olarak kabul edilebilir seviyelere ulaştı. Diskler ile yapılan cila ile kıyaslandığında; iki aşamalı twist sistemi ile yapılan yeniden cilalama işlemi, EB kompozit rezinin yüzeyinde renk değişimi açısından en iyi sonuçları verdi.

Anahtar kelimeler: tek renk tonlu bulk-fill, yaşlandırma, renk stabilitesi, yüzey pürüzlülüğü, SEM, cila

Abstract

Effect of polishing systems on the surface roughness and color stability of aged and stained bulk-fill resin composites

Aktu Ayşem

PhD / Department of Restorative Dentistry

09/2024 , 93 sayfa

Objective: The aim of this study was to investigate how two different polishing techniques affect the color stability, surface roughness and changes in surface morphology of aged and coffee-stained bulk-fill resin composites.

Materials and methods: 112 disc-shaped samples were prepared using Omnicroma Flow Bulk(OB), Charisma Bulk Flow One(CB), Estelite Bulk Fill Flow(EB), and Estelite Sigma Quick(control). Samples were divided into two subgroups($n = 16$) and aged by thermocycling. A profilometer was used to measure the surface roughness(R_a) and a spectrophotometer was used for color stability(ΔE_{00}). One Sample was randomly selected from every group, polished with different polishing techniques and the changes in surface morphology were evaluated using a scanning electron microscope.

Results: The EB group had the highest R_a values before and after aging. No statistical difference was observed for R_a in the Twist groups after aging. The OB group had the highest ΔE_{00} values before and after aging and the highest after coffee-staining. Re-polishing reduced ΔE_{00} in all materials but did not restore all to clinically acceptable levels.

Conclusion: Polishing bulk-fill composites with diamond-containing twist; resulted in more irregular and rough surfaces than aluminum oxide discs. All materials showed ΔE_{00} change when immersed in coffee. After re-polishing, color values of coffee-stained resin composites reached clinically acceptable levels, except for CB twist groups. Compared to discs; the two-step twist polishing system yielded the best results in color change after re-polishing only on the EB resin composite surface.

Keywords: Single-shade bulk-fill, aging, surface roughness, color stability, SEM, polishing

İçindekiler

Onay	I
Etik İlkelere Uygunluk Beyanı	II
Teşekkür	III
Özet	IV
Abstract	VI
Şekiller Listesi.....	XI
Kısaltmalar	XII

BÖLÜM I

Giriş.....	1
------------	---

BÖLÜM II

Genel Bilgiler	5
Kompozit Rezinler	5
Kompozit Rezinlerin Yapısı	5
Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	6
Güncel Kompozit Rezinler	7
Kompozit Rezinlerde Bitirme ve Cila İşlemleri	12
Kompozit Rezin Bitirme ve Cila Materyalleri	14
Yüzey Pürüzlülüğü	16
Kompozit Rezinlerde Renk	20
Diş Hekimliğinde Renk	21
Renk Sistemleri	21
Dişlerin Renk Özellikleri.....	25
Diş Hekimliğinde Renk Tonu Belirleme Yöntemleri.....	25
Renk Seçimini Etkileyen Faktörler	32
Kompozit Rezinlerde Renk Sistemleri	33

BÖLÜM III

Yöntem.....	37
Deney Grupları	37
Çalışmada Kullanılan Materyaller.....	37
Çalışma Gruplarının Hazırlanması	39

Örneklerin Bitim ve Cila İşlemleri	42
Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü	44
SEM Değerlendirmesi	45
Renk Değerlerinin Ölçümü	45
Yaşlandırma İşlemi.....	46
Örneklerinin Kahvede Bekletilmesi	46
İstatistiksel Analiz	47

BÖLÜM IV

Bulgular.....	49
Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları	49
Renk Bulguları	51
SEM Bulguları.....	53

BÖLÜM V

Tartışma.....	57
---------------	----

BÖLÜM VI

Sonuç ve Öneriler.....	61
Kaynaklar	63
Ekler	76
Özgeçmiş.....	79

Tablolar Listesi

Tablo 1 Kompozit rezinlerin sınıflandırılması.....	6
Tablo 2 Bulk-fill kompozit rezinlerin sınıflandırılması.....	9
Tablo 3 Çalışmada kullanılan kompozit rezinler.....	38
Tablo 4 Yaşlandırma öncesi ve sonrasında alınan yüzey pürüzlülük değerlerinin (Ra) karşılaştırılması.....	49
Tablo 5 Cila sistemlerinin yaşlandırma, renklendirme ve yeniden cila işlemi sonrasında karşılaştırılması.....	52

Şekiller Listesi

Şekil 1 Farklı çeşit cila lastikleri.....	16
Şekil 2 Optik profilometre	17
Şekil 3 Mekanik profilometre	18
Şekil 4 Tarayıcı elektron mikroskobu.....	19
Şekil 5 Anatomik Kuvvet Mikroskobu	20
Şekil 6 Munsell renk sistemi	22
Şekil 7 CIE (L*a*b*) Renk Uzayı	24
Şekil 8 CIEDE2000 formülü.....	24
Şekil 9 Vitapan klasik skalası.....	27
Şekil 10 Toothguide 3D-Master Renk Skalası.....	27
Şekil 11 VITA Linear Guide 3D.....	28
Şekil 12 Spektrofotometre.....	29
Şekil 13 Kolorimetreler.....	30
Şekil 14 Dijital kamera ve görüntüleme sistemi.....	31
Şekil 15 Çok renk tonlu kompozit rezinler	33
Şekil 17 Şekil 16 Grup renk tonlu kompozit rezin.....	34
Şekil 17 Tek renk tonlu kompozit rezin.....	35
Şekil 18 Charisma Bulk Flow ONE (Kulzer).....	37
Şekil 19 Omnichroma Bulk Flow (Tokuyama)	38
Şekil 20 Estelite Bulk Fill Flow (Tokuyama)	38
Şekil 21 Çalışma şeması.....	40
Şekil 22 Kompozit örneklerin hazırlanması.....	41
Şekil 23 Kompozit örneklerin hazırlanması.....	41
Şekil 24 Super-snap rainbow disk.....	42
Şekil 25 Kompozit rezinlere cila uygulama aşamaları	43
Şekil 26 Perthometer M2, (Almanya).....	44
Şekil 27 Altın kaplama cihazı ve elektron mikroskobu	45
Şekil 28 Kompozit örneklerin yaşlandırılması.....	46
Şekil 29 Kompozit örneklerin kahvede bekletilmesi.....	47
Şekil 30 Cila işlemi uygulandıktan sonra yaşlandırma öncesi ve sonra örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri.....	51
Şekil 31 Cila işlemi uygulanan örneklerin, yaşlandırma öncesi ve sonra, kahve ile renklendirme sonrası ve yeniden cila işlemi sonrası elde edilen ortalama renk stabilitesi değerlerinin grafik üzerinde gösterilmesi	53
Şekil 32 Disk ile cilalanan örneklerin 500x ve 2000x büyültme altındaki elektron mikroskobu görüntüleri	55
Şekil 33 Twist ile cilalanan örneklerin 500x ve 2000x büyültme altındaki elektron mikroskobu görüntüleri	56

Kısaltmalar

mm	Milimetre
cm	Santimetre
μm	Mikrometre
nm	Nanometre
L*	CIE renk sistemi renk değeri koordinatı
a*	CIE renk sistemi kırmızı-yeşil koordinatı
b*	CIE renk sistemi sarı-mavi koordinatları
ΔE_{00}	CIEDE2000 renk farkı
CIE Komisyonu)	Commission Internationale de l'eclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)
D65	6500 Kelvin derecesi
LED	Işık yayan diyot
R _a	Ortalama yüzey pürüzlülüğü
Bis-GMA	Bisfenol-A-Glisidilmetakrilat
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	Üretan dimetakrilat
EBADMA	Etilen bütül akrilat dimetilakrilat
SEM	Tarayıcı Elektron Mikroskobu
AFM	Anatomik Kuvvet Mikroskobu
°C	Santigrat
p	İstatistiksel anlamlılık
>	Büyüktür
<	Küçüktür
n	Örnek sayısı
ANOVA	Varyans analizi
EB	Estelite Bulk Fill Flow
CB	Charisma Bulk Flow ONE
OB	Omnichroma Flow Bulk

BÖLÜM I

Giriş

Kompozit rezinler, hastaların optik ve mekanik özellikler açısından artan estetik beklentilerini karşılamak için diş hekimliğinde sıkça kullanılmaktadır (Fontes vd., 2009). İlk dönemlerde üretilen kompozit rezin materyalleri doğal diş renginde olmakla birlikte; büyük doldurucu partikülleri içerdikleri için, renk stabilitesi ve cilalanabilirlik açısından problemler yaratmışlardır. Materyallerin özellikleri geliştirildikçe, renk stabilitesi ve aşınma açısından problemler de azalmıştır. Makro ve mikro içerikli kompozit rezinlerin aşınma direncini ve cilalanabilirliğini artırmak amacıyla bileşenlerde değişiklikler yapılmıştır. Doldurucu partikül miktarının artırılıp, doldurucu partikül boyutunun küçültülmesi sonucunda mikrohibrit ve daha sonra nanohibrit kompozit rezinler geliştirilmiştir. Ancak, doldurucu partikül miktarındaki bu artış, polimerizasyon büzülmesine yol açmıştır. Bu durumun önüne geçmek amacıyla uygun tabakalama yöntemleri geliştirilmiştir (Paolone vd., 2020).

Geleneksel kompozit rezinlerin uygulanması sırasında tabakalama tekniğinin kullanılması önerilmektedir. Kompozit rezinin 2 mm'lik tabakalar halinde uygulanması, özellikle derin kaviterde uygulama süresini uzatabilir (Jang vd., 2015; Freitas vd., 2020). Geleneksel kompozit rezinlere kıyasla, bulk-fill kompozit rezinler günümüzde sıkça kullanılmaktadır. Bunun nedeni; derin kaviterde zaman alıcı teknikleri azaltma, tek bir katmanla 4-5 mm'ye kadar kaviteri doldurabilme ve polimerizasyon büzülmesini azaltma gibi avantajlardır. Bunun aksine ilk üretilen bulk-fill kompozit rezinlerin kaviteye tek başlarına uygulanması mümkün değildi. Bu tip bulk-fill kompozit rezinlerin okluzal tabakası için ek olarak geleneksel bir kompozit rezin tabakası gerekmektedir. Bu ilk kategori bulk-fill kompozitler "baz" veya "düşük viskoziteli" bulk-fill kompozit rezinler olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde, doldurucu partikül miktarı arttırılmış, ek katmana ihtiyaç duymadan tek seferde uygulanabilen bulk-fill kompozit rezinler üretilmiştir. Bu kompozit rezinler ile kavite tek seferde restore edilebilir. Bu yeni kategori bulk-fill kompozit rezinler "tam vücut" veya "yüksek viskoziteli" kompozitler olarak sınıflandırılmaktadır (Türkün vd.,2004 ; Palone vd.,2020). Son zamanlarda, fiziksel özellikleri geleneksel bulk-fill kompozitlere benzer olan tek renk tonlu bulk-fill kompozit rezinler çeşitli firmalar tarafından üretilmiştir. Bu kompozit rezinler, iş akışını basitleştirmenin yanı

sıra renk seçimi gereksinimini de ortadan kaldırmayı amaçlamıştır. Çalışmamızda, metakrilat bazlı düşük viskoziteli bulk-fill rezin kompozit olan Estelite Bulk-Fill Flow (Tokuyama, Tokyo, Japonya), iki üretan dimetakrilat bazlı bulk-fill rezin kompozit olan Omnichroma Flow Bulk (Tokuyama, Tokyo, Japonya) ve Charisma Bulk Flow One (Kulzer, Leipziger, Almanya) kullanıldı. Omnichroma Flow Bulk, düşük doldurucu içeriği ve düşük viskozitesi ile 3.5 mm'lik katmanlarda uygulanmaya uygundur (Ipek & Bilge, 2024). Benzer şekilde, Charisma Bulk Flow ONE ek bir tabaka gerektirmeyen ilk akışkan, tek renkli bulk-fill kompozit rezin olarak öne çıkmakta ve restoratif işlemleri önemli ölçüde basitleştirmektedir (Kulzer.com). Çalışmada kullanılan bir diğer kompozit rezin olan Estelite Bulk Fill Flow 4 mm kalınlığa kadar tek seferde uygulanabilir, ek bir katmana ihtiyaç duymaz ve beş renk tonu mevcuttur.

Başarılı bir estetik restorasyon için; uygulama tekniğinin ötesinde, seçilen malzemenin belirli özelliklere sahip olması gerekir. Bu özellikler arasında partikül ve rezin matrisinin bileşimi, yüzey pürüzsüzlüğü ve renk uyumu yer alır ve hepsi doğal diş yapısını yakından taklit etmelidir (Fontes vd., 2009; Barutçigil & Yıldız, 2012). Bulk-fill kompozit rezinler, şeffaflığın artması ve polimerizasyon modülatörlerinin varlığı nedeniyle yüksek derecede polimerizasyon gösterirler (Bilgili vd, 2020). Ancak, bahsedilen özelliklerin yanı sıra, bulk-fill kompozit rezinlerin aşınma direncinin düşük olması nedeniyle marjinal kırıklar, renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğüne neden olan plak birikimi gibi dezavantajları olduğu bildirilmiştir (Karadaş & Demirbuğa, 2017). Yüzey pürüzlülüğü, kompozit rezinlerin renk değişimini etkileyen önemli faktörlerden biridir.

Renk değişimi, L^* , a^* ve b^* parametrelerindeki farkları tek bir birleşik ölçüye dönüştüren Delta E (ΔE^*) ile ölçülür (Sabatini vd.,2011). “Klinik olarak kabul edilebilir” renk değişiminin eşliğini tanımlamak için çeşitli ΔE^* eşikleri önerilmiştir. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale d'Eclairage) tarafından geliştirilen CIE Lab* ölçeği, bir nesnenin renk özelliklerini bu üç parametreyi kullanarak tanımlar. CIELAB formülü, restoratif malzemelerin rengini belirlemek için sıklıkla kullanılırken, CIEDE2000 formülü günümüzde ΔE_{00} değerlendirmesi için tercih edilen yaklaşım olmuştur (Luo vd.,2001).

Kompozit restorasyonlardaki renk değişimi zamanla plak birikimi ve diyet nedeniyle içsel veya dışsal kaynaklı olabilir (Schulze vd.,2003; Paolone vd.,2022).

Kompozit rezinlerin dış kaynaklı renklenmesine çeşitli faktörler neden olabilir; bunlar arasında ağız gargaralarının kullanımı ve oral ortamda asidik veya lekeleyici yiyecek ve içeceklerin tüketimi yer alır. Önceki araştırmalar, kahve, çay, kırmızı şarap ve kola gibi içeceklerin ışıkla sertleşen kompozit rezin restorasyonlarda renk değişimine neden olabileceğini göstermektedir (Türkün & Türkün, 2004; Ertas vd., 2006).

Kompozit rezinlerin cilalanabilme özelliklerinin iyi olması, önemlidir çünkü, pürüzlülük gibi yüzey özellikleri restorasyonların klinik başarıyı önemli ölçüde etkiler. Yetersiz şekilde bitirilmiş ve iyi cilalanmamış yüzeyler aşınmaya ve plak birikimine daha yatkındır, bu da leke oluşumu, ikincil çürükler ve diş eti hasarı riskini artırarak klinik başarıyı tehlikeye atabilir. Restorasyonların cilalanması kompozit rezinlerin renklenme ve yaşlanma süreçlerini yavaşlatmak için çok önemlidir. Yaşlanmaya bağlı değişiklikleri araştırmak için farklı mekanizmalar önerilmiştir. Yapay yaşlandırma, kısa ve uzun vadeli etkileri analiz etmek için kullanılabilir ve bu durum malzemenin mekanik ve optik özelliklerinde değişikliklere neden olabilir (Dantas vd., 2018). Mylar strip altında polimerize edilmeyen kompozit rezinin dış tabakası yeterince sertleşmez ve bu durum, yüzeyde yumuşak ve yapışkan bir tabaka oluşmasına neden olur. Bu tabaka, organik bağlayıcı maddeler açısından zengindir ancak bu yüzey, yeterince dayanıklı değildir. Dolayısıyla, restorasyon sonrası bu yumuşak yüzeyin düzgün ve dayanıklı bir hale getirilmesi için ekstra konturlama ve bitirme işlemleri yapılması gerekir. Bu işlemler, restorasyonun hem estetik hem de fonksiyonel açıdan ideal hale gelmesini sağlar. Bitim işlemi, restorasyonu istenen anatomiye şekillendirmeyi içerirken, cila işlemi yüzeyi bitim araçlarının neden olduğu çizikleri gidermek için düzeltmeyi içerir. Ayrıca, pürüzsüz yüzeylere sahip restorasyonların daha rahat, estetik açıdan hoş ve hastalar tarafından daha iyi kabul edildiği iyi bilinmektedir (Augusto vd., 2022). Önceki çalışmalarda, yüzey pürüzlülüğü değerlerinin 0.2µm'den az olmasının intraoral restorasyonlar için ideal olduğu ve 0.2µm'den daha pürüzlü bir restorasyonun bakteriyel tutunmayı kolaylaştırdığı bildirilmiştir (Aytac vd.,2016 ; Elmarsafy vd.,2023). Genellikle 0.3 µm civarındaki yüzey pürüzlülüğündeki küçük değişiklikler, dilin ucu tarafından kolayca fark edilebilir ve belirgin pürüzlülük oluşturur (Wheeler& Millar, 2020; Szczepaniak vd., 2022). Bu nedenle, bitirme ve cila işlemleri sadece standart bir estetik oluşturmak için değil, aynı zamanda kompozit restorasyonun uzun

ömürlülüğü için de çok önemlidir. Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğüne cila sistemlerinin etkileri tek bir faktöre bağlı değildir. Bu nedenle, çeşitli cila sistemlerinin, kullanılması gereklidir. Mevcut çok sayıda cila sistemiyle, belirli kompozit rezinler üzerinde en iyi parlatma etkisini hangi sistemin sağladığını değerlendirmek çok önemlidir.

Bitirme ve cila işlemleri sırasında istenen parlak yüzeyi elde etmek, giderek daha ince aşındırıcılar içeren bir dizi aletin kullanılmasını gerektirir. Geleneksel olarak, alüminyum oksit ile kaplanmış yüksek esnekliğe sahip çok aşamalı poliüretan bazlı diskler, kompozit rezin restorasyonları cilalamak için sıklıkla kullanılmaktadır. Son zamanlarda, disklere alternatif olarak elmas içerikli parlatıcılar ve silikon sentetik kauçuklar ortaya çıkmıştır. Bu yeni sistemler, hibrit kompozitlere yüzey parlaklığı sağlamak ve restorasyonu bitirmek için gereken klinik süreyi de azaltmaktadır. Ancak, bu konularla ilgili bilimsel literatürdeki tutarsızlıklar ve modern kompozit rezinler ve cila sistemleri ile ilgili daha fazla araştırma yapılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, yaşlandırma öncesi ve sonrası hem tek renk tonlu hem de çok renk tonlu bulk-fill kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi üzerindeki iki farklı bitirme ve cila sisteminin etkisini değerlendirmektir. Ayrıca çalışmada kahve ile renklendirilen tek renk tonlu ve çok renk tonlu bulk-fill kompozit rezinlerin renk stabilitesi üzerindeki yeniden cilalamanın etkisi de araştırıldı. Bu çalışma, aşağıdaki alternatif hipotezler doğrultusunda gerçekleştirildi:

Çalışmada test edilen alternatif hipotezler:

H_{A1}: Farklı cila teknikleri, bulk-fill kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü etkiler.

H_{A2}: Farklı cila teknikleri, bulk-fill kompozit rezinlerin renk stabilitesini etkiler.

H_{A3}: Farklı cila sistemleriyle cilalanan tek renkli ve çok renkli bulk-fill kompozit rezinler, farklı yüzey pürüzlülüğü özellikleri sergiler.

H_{A4}: Farklı cila sistemleriyle cilalanan tek renkli ve çok renkli bulk-fill kompozit rezinler, renk stabilitesi açısından birbirinden farklılık gösterir.

H_{A5}: Yeniden cilalama işlemi, kahve lekesi bulunan bulk-fill kompozit rezinlerin rengini iyileştirir.

BÖLÜM II

Genel Bilgiler

Kompozit Rezinler

Kompozit terimi, materyallerin fiziksel karışımı anlamına gelmektedir. İlk kez 1962 yılında Dr. Ray Bowen tarafından tanıtılmıştır (Dayangaç, 2011). Günümüzde, kompozit rezinlerin gelişimi, fiziksel ve mekanik özelliklerini artırmaya odaklanmaktadır.

Kompozit Rezinlerin Yapısı

Kompozit rezinler organik matris fazı, inorganik faz ve ara faz olmak üzere üç ayrı fazdan oluşmaktadır. Kompozit rezinlerde en yaygın olarak kullanılan monomerik matrisler, 2,2-bis[4(2-hidroksi-3-metakriloksipropiloksi)-fenil propan (Bis-GMA) ve üretan dimetakrilat (UDMA)'dır (Anusavice vd., 2013; Craig vd., 2006). Her iki monomer zincirinin iki ucunda polimerizasyon sırasında artacak reaktif karbon çift bağı bulunur. Bis-GMA monomeri yüksek viskoziteye sahiptir. Düşük moleküler ağırlığa sahip ve çift fonksiyonlu karbon çift bağı olan bileşikler, örneğin trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), kompozit rezin karışımının viskozitesini azaltmak ve kontrol etmek için kullanılır. Silorane adı verilen yeni bir monomer sistemi, polimerizasyonun neden olduğu küçülme ve iç stresleri azaltmak için geliştirilmiştir (Craig vd.,2006). Kompozit rezinlerin içinde bulunan inorganik maddeler, matris içerisinde çeşitli şekil ve boyutlarda dağılan kuartz, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko ve yitrium cam gibi dolgu partiküllerini içerir (Dayangaç, 2011). Stronsiyum, baryum, çinko ve yitrium gibi elementler rezine radyoopasite kazandırırken, silika partikülleri karbürün mekanik özelliklerini artırır, ışığı geçirir ve yayar. Bu özellikler, kompozit rezine mine benzeri yarı şeffaf bir görünüm kazandırır. Bununla birlikte, kristalin yapının sertliği kompozit rezinin bitirme ve cila işlemlerini zorlaştırabilir. Bu nedenle, modern kompozit rezinler genellikle silikanın nonkristalin formu kullanılarak üretilmektedir (Altun, 2005). Kompozit rezinlerde, organik polimer matris fazı ile inorganik faz

arasında güçlü bir bağlanma sağlanması gerekmektedir. Bu bağlanma, ara faz olarak görev yapan silisyum hidrojenli bileşikler tarafından gerçekleştirilir. Bu bileşikler "silan" olarak adlandırılır ve inorganik ile organik bileşenleri birbirine bağlamada önemli bir rol oynar. Kimyasal olarak dayanıklı ve inert olan silanlar, sıvı halde veya esnek katı formda çeşitli formlarda bulunabilirler (Sakaguchi vd., 2018).

Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler, üç temel ölçüte göre gruplandırılmaktadır. Bu gruplama kriterleri şunlardır (Tablo 1):

1. Partikül Boyutuna Göre: Kompozit rezinler, içerdikleri inorganik dolgu parçacıklarının boyutlarına bağlı olarak sınıflandırılır.
2. Viskozitelerine Göre: Rezin matrisinin viskozite özelliklerine dayanarak kompozit rezinler sınıflandırılır.
3. Polimerizasyon Yöntemlerine Göre: Kompozit rezinler, kullanılan polimerizasyon yöntemlerine göre kategorize edilir.

Tablo 1

Kompozit rezinlerin sınıflandırılması

	KOMPOZİT REZİN	PARTİKÜL BOYUTU
İnorganik Partikül Boyutu Ve Yüzdelerine Göre	Megafil	50-100 µm
	Makrofil	10-100 µm
	Midifil	1-10 µm
	Minifil	0.1-1 µm
	Mikrofil	0.01-0.1 µm
	Hibrit	0.04-1 µm
	Nanofil	0.005-0.01 µm

Viskozitelerine Göre	Kondanse edilebilen kompozit rezinler	Akışkan kompozit rezinler
Polimerizasyon Yöntemlerine Göre	Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler Işık ile polimerize olan kompozit rezinler Hem ışık hem kimyasal olarak polimerize olabilen kompozit rezinler	

Güncel Kompozit Rezinler

Farklı kavite morfolojisi, boyutu, uygulama bölgesi ve hastaların estetik beklentilerine göre piyasada çok çeşitli kompozit rezin türleri bulunmaktadır. Bunlar arasında nanokompozitler, ormoserler, self-adeziv kompozit rezinler, akışkan kompozit rezinler, siloran bazlı kompozit rezinler, fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler ve bulk fill kompozit rezinler yer almaktadır. Ayrıca, iyon salınımı yapan ve antibakteriyel özelliklere sahip kompozit rezinler de üretilmiştir (Çelik,2017).

Nanokompozitler

Diş minesini, boyutları 10 nm ile 200 nm arasında değişen %96 hidroksiapatitten oluşur. İntertübüler dentin 2-5 nm kalınlığında ve 60 nm uzunluğundadır. Mine ve dentin, 20-75 nm uzunluğunda uzanan kolajen fibrillerle birbirine bağlanır. Diş yapısının bu özellikleri, diş hekimliğinde nano-materyallerin uygulamaları için sağlam bir temel oluşturur (Mandhalkar vd.,2023). Kompozit rezinlerdeki inorganik fazlar nano boyuta ulaştığında, nanokompozit olarak adlandırılırlar. Nanokompozitler, dağılan fazın nano boyutta olduğu matrisin türüne bağlı olarak metal, seramik veya polimer olabilir. İnorganik doldurucuların boyutları 0.005-0.01 μm (2-20 nm) aralığındadır ve bu boyutlar, görünür ışığın dalga boyutlarından daha küçüktür. Dolayısıyla, görünür ışıkla etkileşimlerde, yani absorpsiyon veya saçılım gibi olaylarda bulunmazlar (Çelik,2017). Nanofiller ve

nanohibritler, yaygın olarak bulunan iki farklı nanokompozit türüdür. Nanofiller, 1 ile 100 nm boyutundaki parçacıklardan oluşurken, nanohibritler 0,4 ile 5 µm arasında değişen daha büyük parçacıklardan oluşur (Khurshid vd.,2015).

Siloran Bazlı Kompozit Rezinler

Polimerizasyon büzülmesini en aza indirmek için geliştirilen siloran monomeri, adını siloksan ve oksiran fonksiyonel gruplarından alır. Siloksan, materyale yüksek derecede hidrofobik özellik kazandırırken, siklik eter özelliğine sahip sikloalifatik oksiran, halka polimerizasyonu yoluyla büzülmeyi azaltarak materyalin dayanıklılığını artırır (Sakaguchi vd.,2012).

Self-Adeziv Kompozit Rezinler

Self-adeziv kompozit rezinler düşük viskoziteli materyaller arasında yer alır. Özellikle küçük I. sınıf kavitele ve çürüksüz servikal lezyonların restorasyonunda kullanılır. Asit-baz nötralizasyon reaksiyonlarına girmezler ve florür salınımı yapan cam dolgu maddeleri içermezler (Çelik,2017).

Akışkan Kompozit Rezinler

Bu materyallerde, doldurucu partiküllerin miktarının azaltılması, daha akışkan bir kıvam elde edilmesini sağlamıştır. Akışkan kompozitler genellikle yüksek ısıl genleşme katsayılarına ve düşük elastisite modüllerine sahiptir. Bu durum, kavite duvarlarına ve diş dokularına adaptasyonlarının geleneksel kompozitlere kıyasla daha iyi olmasına katkıda bulunur. Ancak, polimerizasyon sürecinde büzülme miktarı daha fazla olabilir. Ayrıca, bu materyaller çiğneme kuvvetlerinin oluşturduğu basınçlara karşı yeterli direnç göstermez ve aşınma dayanımları da düşüktür (Çelik,2017).

Ormoserler

Geleneksel kompozitlerle ilgili bazı sınırlamaları aşmak amacıyla, organik olarak modifiye edilmiş seramik teknolojisi anlamına gelen "ormoser" adında yeni bir kompozit rezin tanıtılmıştır. Bu materyale, "organik-modifikasyon-seramik" kelimelerinin ilk hecelerinden oluşan "ormoser" adı verilmiştir (Çelik,2017). Ormoserler, çok fonksiyonlu üretilen ve tioeter metakrilat alkoksilanlardan çözünme ve jelasyon süreci (sol-jel süreci) ile sentezlenir. Ormoser matrisinin polimerizasyon

öncesinde bir polimer olduğu belirtilir. Bu matris, kompozitlerdeki organik dimetakrilat monomer matrisine kıyasla düşük büzölmeye sahip seramik polisiloksandan oluşur. Ormoser içerisindeki inorganik moleküller, Bis-GMA'dan daha uzundur, bu da malzemenin daha düşük hacimsel büzölmeye sahip olmasını sağlar. Doldurucu partiküllerin eklenmesi, %2-8 olan hacimsel büzölmeyi, doldurucular eklendiğinde %1-3'e düşürür. Doldurucu partikül büyüklüğü 1–1.5 µm boyutundadır. Ormoserler, geleneksel kompozit rezinlerin polimerizasyon büzölmesinden kaynaklanan sorunları aşmak amacıyla ve aynı zamanda düşük büzölme, yüksek aşınma direnci, biyouyumluluk ve çürüğe karşı koruma gibi avantajlar sundukları için formüle edilmiştir (Kalra vd.,2012).

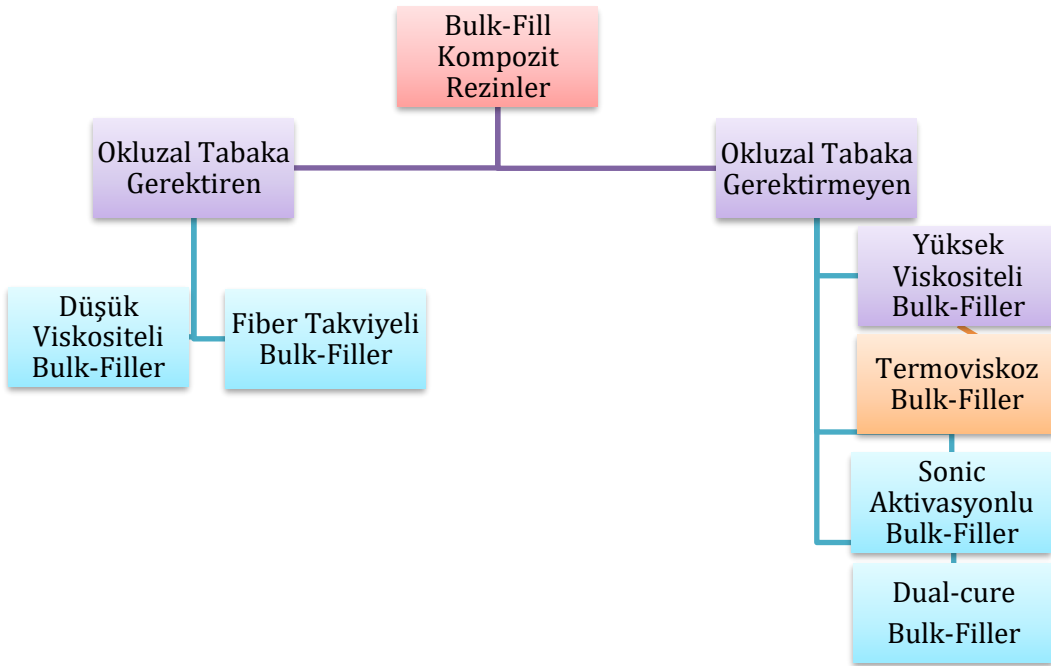
İyon Salabilen Kompozit Rezinler

Kompozit rezinlerle ilgili başlıca hedeflerden biri, ağızdaki pH değişikliklerine yanıt olarak iyon salabilen, sekonder çürüğü önleyebilen ve çürüğe neden olan bakterileri inhibe edebilen materyallerin geliştirilmesidir. Bu hedefin, kompozit materyalin yapısına eklenen florür, kalsiyum, hidroksil gibi fonksiyonel iyonlar sayesinde gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir (Çelik,2017).

Bulk-Fill Kompozit Rezinler

Derin kavitelelerin restorasyon sürecini hızlandırmak ve tabakalama yönteminden kaynaklanan sorunları çözmek amacıyla üreticiler, kütleli uygulama için tasarlanmış kompozit rezinler geliştirmiştir. 'Bulk-fill kompozitler,' tek bir uygulamada 4-5 mm kalınlıkta yeterli polimerizasyon sağlamaya yardımcı olurlar (Misilli vd.,2021).

Bulk-fill kompozitlerin mekanik özellikleri ve uygulama tekniklerindeki farklılıklara göre iki ana türü bulunmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2*Bulk-fill kompozit rezinlerin sınıflandırılması***Viskozitelerine Göre Sınıflandırma****Düşük Viskoziteli Bulk-Fill Kompozit Rezinler**

Yerleştirilmesi kolay olan düşük viskoziteli akışkan bir malzemedir. Derin ve erişilmesi zor kavitelere uyum sağlayabilirler. Bu malzemeler, mekanik özellikler açısından daha düşük performans sergiler; yüzeyleri, geleneksel/mikrohibrit veya nanohibrit kompozit rezinlere kıyasla daha az aşınma direncine sahiptir. Bu nedenle, geleneksel bir kompozit ile okluzal kaplama yapılması gerekir, bu da iki aşamalı bir bulk-fill tekniği anlamına gelir. Bu gruptaki bulk-filller ayrıca akışkan bulk-fill kompozitler olarak da adlandırılır (Van Ende vd.,2017).

Yüksek Viskoziteli Bulk Fill Kompozit Rezinler

Tam gövde bulk-fill kompozit rezinler, düşük viskoziteli bulk-fill rezinlere kıyasla daha yüksek inorganik dolgu maddesi içeriğine sahiptir. Bu özellik, bu tip kompozit rezinlere daha fazla aşınma direncine sahip olmasını ve çiğneme yüklerini daha iyi yönetmesini sağlar. Bu nedenle, tüm boşluğu doldurmak ve oklüzal yüzeyi

nihai bir tabaka olarak şekillendirmek için kullanılabilirler, geleneksel bir kompozit ile kaplanmalarına gerek yoktur (Van Ende vd.,2017).

Modifiye Edilmiş Yüksek Viskoziteli Bulk-Fill Kompozit Rezinerler

Modifiye edilmiş yüksek viskoziteli bulk-fill kompozit rezinler, diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan ve genellikle posterior dişlerin restorasyonlarında tercih edilen malzemelerdir (Van Ende vd.,2017).

Sonik Aktivasyonlu Bulk-Fill Kompozit Rezinerler

Sonik aktivasyonlu bulk-fill kompozit rezinler (SonicFill 3 Kerr; Orange, CA, ABD) hava ile çalışan bir el aleti kullanılarak sonik titreşimle uygulanır ve böylece malzemenin viskozitesi yaklaşık %84 oranında azaltılır. Akışkan bir kompozit olarak kaviteye kolayca uygulanabilir, ardından daha viskoz bir duruma döner ve gerekli anatomiyi oluşturmak için şekillendirilebilir (Van Ende vd.,2017).

Termoviskoz Bulk-Fill Kompozit Rezinerler

Termo-viskozite teknolojisi kullanılan ilk materyaldir. Dolgu yüzeyi, rezin matris ile uyumlu hale getirilmiş ve sıcaklık arttığında düşük viskozitesinin sürekliliğini sağlamak amacıyla işlenmiştir. Bu teknolojinin etkisi, 68 °C sıcaklıkta bir kompozit ısıtıcı aracılığıyla akışkan bir kıvamda uygulanan, ancak normal sıcaklıkta şekillendirilebilen bir materyal oluşturmaktır. Bu özellik, materyalin yüksek sıcaklıkta akışkan, normal sıcaklıkta ise şekillendirilebilir olmasını sağlar (Van Ende vd.,2017).

Fiber Takviyeli Bulk-Fill Kompozit Rezinerler

Bu gruba örnek olarak EverX Posterior (GC Avrupa NV, Leuven, Belçika) verilebilir. Fiber takviyeli kompozit rezinler, büyük kavitelere restorasyon yaparken dentin yerine kullanılır. Fiber dolgular, çatlak yayılmasını önlemeye ve inhibe etmeye eğilimlidir, bu da kompozitlerin başarısızlıklarının en yaygın nedenlerinden biri olan kırılmayı engeller (Van Ende vd., 2017).

Arka Grup Dişlerde Kompozit Rezin Uygulaması

İlk zamanlarda, arka grup dişlerin restorasyonlarında tercih edilen malzeme amalgam olmuştur. Amalgam, estetik olmamasına ve içeriğinde bulunan cıva nedeniyle toksik olmasına rağmen, onlarca yıl boyunca çok başarılı bir restoratif malzeme olmuştur. Amalgamın dezavantajları nedeniyle, arka grup dişlerin restorasyonunda kullanılmaya başlanan kompozit rezinlerin başladı ve materyalin geliştirilmesi halen de devam-etmektedir (Kopperud vd., 2016). Malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek için çeşitli dolgu partikülleri eklendi. Bu değişiklikler malzemenin bazı özelliklerini iyileştirdi, ancak polimerizasyon büzülmesi, özellikle çok duvarlı boşluklarda büyük bir dezavantaj olmaya devam etti. Büzülmeyi azaltmak için arka grup dişlerde küçük miktarlarda kompozit dolgu malzemesinin kademeli olarak yerleştirilmesi önerildi. Ancak, kompozit rezinlerin kaviteye yerleştirilmesinde kullanılan tabakalama tekniğinin geniş kavitelere zaman alması ve polimerizasyon büzülmesi gibi dezavantajlarından dolayı 2010 yılında bulk-fill kompozit rezinler tanıtıldı (Condon & Ferracane, 2010). Bu kompozit rezinler kaviteye 4-5 mm kalınlıktaki tabakaların polimerize edilmesine izin vererek kompozit rezinlerin klinik yerleşimini kolaylaştırmayı amaçlar (Bucuta & Ili ,2014 ; Zorzin vd.,2015). Bu malzemeler, geleneksel kompozit rezinlere kıyasla gelişmiş ışık geçirgenliği ve kürlenme derinliğine sahiptir. Yüksek moleküler ağırlıklı monomerler ve yeni alternatif fotobaşlatıcılar içeren dolgu modifikasyonları ile kürlenme yetenekleri artırılmış daha şeffaf bir malzemedir (Ersen vd.,2020; Ilie vd.,2013).

Kompozit Rezinlerde Bitirme ve Cila İşlemleri

Bitim; restorasyonun kenarlarındaki düzensizliklerin giderilmesi, anatomik konturların oluşturulması ve yüzey pürüzlülüğünün azaltılması işlemidir. Cila ise; bitim işlemi sırasında restorasyon yüzeyinde oluşan küçük çizikleri ve pürüzlülüğü azaltmak aynı zamanda da mineye benzer parlak bir yüzey elde etmek için bitim işleminden sonra uygulanır (Ölmez & Kisbet, 2012).

Bitim ve cila materyalleri genel olarak dört gruba ayrılabilir:

- 1) Kaplanmış aşındırıcılar (aşındırıcı diskler veya şeritler);
- 2) Kesici aletler (karbid frezler ve taşlar);

- 3) Mikron boyutunda frezler ve kauçuk aşındırıcılar;
- 4) Serbest partikül aşındırıcılar (cilalama macunları veya tozları) (Yap vd.,2004).

Aşındırıcı Tipleri ve Bileşenleri

Diş hekimliği uygulamalarında, bitirme ve cila işlemleri için kullanılan aşındırıcı türleri arasında alüminyum oksit, karbid bileşikleri, elmas partikülleri, silikon dioksit, zirkonyum oksit ve zirkonyum silikat bulunmaktadır (Zimmerli vd.,2011).

Alüminyum oksit

Alüminyum oksit, yapısından dolayı aşındırıcı olarak veya kesici aletlerin içeriğinde kullanılabilir. Alüminyum oksit partiküllerinin beyaz taşlara ilave edilmesi, kağıt veya polimer diskler ve bantlara yapıştırılması ya da lastik uçlara katılması ile bitirme ve cila malzemeleri üretilmektedir (Ölmez & Kisbet, 2012). İstenen parlak yüzeyi elde etmek için bitirme ve cila işlemlerinde giderek incelen aşındırıcılarla bir dizi alet kullanmak esastır. Geleneksel olarak, alüminyum oksit kaplı yüksek esnekliğe sahip diskler, kompozit rezinlerin restorasyonların cilasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Karbid bileşikleri

Bu aşındırıcılar silikon karbid, bor karbid ve tungsten karbiden oluşur ve genellikle tungsten karbiden üretilir. Silikon ve bor partikülleri, bir bağlayıcı ile birleştirilerek disk ve lastiklere eklenir ve düşük hızda dönen aletlerde kullanılır. Silikon karbid, elmastan sonraki en sert aşındırıcıdır (Jefferies,2007).

Elmas partikülleri

İlk zamanlarda elmas aletler, elmas tozunun yumuşak bakır veya demir yüzeylere çekiçlenerek uygulanmasıyla üretilmiştir. Buna karşın, 1932'de WH Drendrel tarafından geliştirilen modern elmas, elmas parçacıklarının paslanmaz çeliğe sinterleme veya galvanik metal bağ ile eklenmesiyle üretilmiştir. Elmas içerikli cila frezleri; restoratif malzemelerin, şekillendirilmesi ve cilalanması için kullanılır. Bu frezler genellikle kompozit rezin yüzeyinde belirgin bir pürüzlülük bırakır ve bu nedenle ek bir bitirme ve cilalama işlemi gerektirir (Ölmez & Kisbet, 2012)

Silikon dioksit

Silikon dioksit, lastik bitirme ve cila malzemelerinin içeriğinde bulunmaktadır. Kauçuk veya elastomerik bitim ve cila malzemelerinde genellikle bir olarak kullanılır (Jefferies,2007).

Zirkonyum oksit

Döner aletlere takılan lastik bitirme ve cilalama malzemeleri ile birlikte kullanılır. Bu malzeme, yüksek dayanıklılığı ve etkili aşındırma yeteneği sayesinde, özellikle diş hekimliğinde, restoratif işlemler sırasında tercih edilir. Zirkonyum dioksit, porselen benzeri yapısıyla hem sağlam hem de biyouyumlu olduğu için, bu tür cilalama sistemlerinde önemli bir bileşen olarak öne çıkar. Bu aşındırıcılar, diş yüzeylerinin hassas ve pürüzsüz bir şekilde cilalanmasını sağlar, bu da restorasyonun hem estetik hem de fonksiyonel kalitesini artırır (Jefferies,2007).

Zirkonyum silikat

Silikon dioksite benzer şekilde, dental aşındırıcılarda kullanılan lastik benzeri bitirme ve cila malzemelerinde bulunur. Bu mineral, doğal olarak oluşan ve diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan bir madde olup, stripler, diskler ve patlar gibi çeşitli cilalama ajanlarında tercih edilir. Doğal yapısı sayesinde, yüzeylerin pürüzsüzleştirilmesi ve parlatılmasında etkilidir. Ayrıca, bu tür cilalama ajanları, diş yapısına zarar vermez (Jefferies,2007).

Kompozit Rezin Bitirme ve Cila Materyalleri

Elmas Bitirme Frezleri

Elmas içerikli frezlerin üretiminde çeşitli teknikler kullanılır; bunlar genellikle elektrolitik kaplama, mikro kaynak ve sinterleme gibi yöntemlerdir (Rathi vd.,2018). Elmas bilinen en sert maddedir, bu yüzden çok etkili bir aşındırıcıdır. Farklı boyutlarda ve dayanıklılıkta kullanabilirler. Elmas aşındırıcıların klinik verimliliği, boyutlarına, aralarındaki boşluklara ve elmas parçacıklarının bağlanmasına bağlıdır. Elmas parçacıklarının boyutu, elmas içerikli malzemeler için genellikle aşağıdaki gibi sınıflandırılır (Rathi vd.,2018) :

Kalın grenli elmas frez (125-150 μ) - Yeşil

Orta grenli elmas frez (88-125 μ) - Mavi

İnce grenli elmas frez (60-74 μ) - Kırmızı

Çok ince grenli elmas frez (38-44 μ) – Sarı

Karbid Bitirme Frezleri

En sık kullanılan karbid bitirme frezleri, çeşitli restoratif materyaller ve diş yapıları için şekil verme ve cilalama amacıyla 12, 20 veya 40 bıçak içerir. Bıçak sayısı azaldıkça kesme verimliliği artar. Bu sebeple, bitirme işleminin ardından 8 bıçaklı frezler yüzeyde daha fazla pürüz bırakırken, 12, 20 ve 40 bıçaklı frezler daha düzgün ve pürüzsüz bir yüzey sağlar. Karbid bitirme frezleri, daha az aşındırıcı oldukları için, diş eti yakınında elmas frezlere kıyasla daha güvenilir olabilir (Jefferies,2007).

Taşlar

Taşlar, aşındırıcı parçacıkların sinterlenerek veya organik reçine ile bağlanarak homojen bir kütle oluşturulmasıyla üretilir. Taşların rengi, kullanılan aşındırıcının türünü gösterir: silikon karbid içeren taşlar yeşil renkte, alüminyum oksit içeren taşlar ise beyaz renktedir. Taşlar, bir döner metal shaftın ucuna sabitlenir.

Restorasyonları şekillendirme ve bitirme amacıyla kullanılırlar ve elmas frezlerden daha düşük aşındırma gücüne sahiptirler (Jefferies,2007).

Aşındırıcı kaplanmış bitirme ve cila disk ve bantları

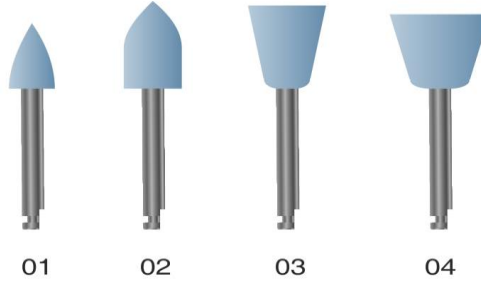
Kaplamalı aşındırıcı diskler ve bantlar, aşındırıcı partiküllerin ince bir polimer veya plastik arka plana yapıştırılmasıyla üretilir. Bitim ve cila diskleri, restorasyonlarda şekillendirme, bitim ve cilalama için kullanılır. Bu disklerin üzerindeki ince aşındırıcı tabaka, sınırlı bir klinik kullanım süresi boyunca etkilidir, bu nedenle bu diskler tek kullanımlık olarak tasarlanmıştır. Bahsedilen malzemelerin çoğu, alüminyum oksit aşındırıcı ile kaplanmıştır. Diskler, genellikle daha kalın grenliden başlayıp ve süper ince grenlerle tamamlanacak şekilde kullanılır. Kaplamalı aşındırıcı diskler ve bantlar, özellikle düz veya konveks yüzeylerde oldukça faydalıdır. Ancak, kaplamalı bitirme ve cilalama disklerinin arka dişlerde okluzal ve konkav ön lingual bölgelerde sınırlı kullanımı vardır. Bu bölgelerde daha etkili sonuçlar elde etmek için farklı cila materyalleri tercih edilir (Ölmez & Kisbet, 2012).

Lastikler

Cila lastikleri, ince veya çok ince sert aşındırıcı parçacıkların daha yumuşak, esnek bir matris içine ilave edilmesiyle elde edilir. Çeşitli diş boyutları ve konturlarına uyum sağlamak için farklı şekil ve setler halinde satılırlar. Lastikler genellikle yavaş hızda çalışan el aletleri için üretilip "mandren" ucuna yerleştirilerek kullanılırlar. Mandrenler, paslanmaz çelikten üretilir. Bu aletlerde kullanılan aşındırıcılar genellikle silikon karbid, alüminyum oksit, elmas, silikon dioksit ve zirkonyum oksit içeriklidir (Jefferies,2007).

Şekil 1

Farklı tipte cila lastikleri



Aşındırıcı emdirilmiş fırçalar ve keçeler

Fırçalar, 1990'ların sonlarında piyasaya tanıtılmıştır. Polimer kıllarına çeşitli aşındırıcı partiküller emdirilmiş olan bu fırçalar, sivri uçlu veya çanak şeklinde farklı tasarımlarda bulunabilir. Seramik ve kompozit rezin restorasyonlarda, diğer bitirme ve cila araçlarının ulaşamadığı girintiler, fissürler ve arayüz bölgeleri gibi alanlara bu fırçalarla kolayca ulaşılabilir (Jefferies,2007).

Yüzey Pürüzlülüğü

Bir materyalin özelliklerinden veya üretim yönteminden kaynaklanan yüzey düzensizliklerine yüzey pürüzlülüğü denir (Paravina & Powers,2004). Kompozit rezinlerin renklenmesinin ana faktörlerden birisi de yüzey pürüzlülüğüdür. Yüzey pürüzlülüğünün 0,2 µm den fazla olması kompozit restorasyonun plak birikimine ve

renklenmeye yatkınlığını artırır (Bollen vd.,1997). Restorasyonun pürüzlülüğünün 0,3 µm ve üzerinde olmasının dil tarafından algılanabildiği ve hastalar tarafından hissedebileceği bildirilmiştir (Wheeler vd.,2020). İdeal olarak yapılmış bitirme ve cila işlemleri kompozit restorasyonun klinik ömrü ve estetiğinin yanısıra hasta memnuniyetini de artırır (Krejci vd.,1999).

Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için çeşitli teknikler mevcuttur. İn-vitro şartlarda yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için optik ve taramalı elektron mikroskobu, kontakt profilometre, lazer temassız profilometre ve atomik kuvvet mikroskobu gibi çeşitli yöntemler kullanılabilir. Yüzey pürüzlülüğünü tek başına değerlendirmek yeterli olmayabilir bundan dolayı tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) gibi kalitatif (nitel) ve yüzey profili analizi (profilometre) gibi kantitatif (sayısal) metodlar kullanılabilir. Bunların yanı sıra son yıllarda Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ile de yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmaktadır (Rodriguez vd.,2009).

Profilometreler:

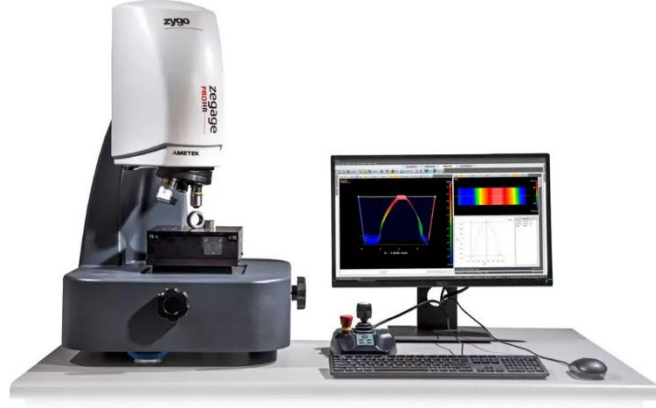
Profilometreler optik ve mekanik profilometri olmak üzere iki farklı tipte üretilmişlerdir. Her iki metod da benzer pürüzlülük parametreleri kullanarak kantitatif ölçümler yapmaktadır. (Yanikoglu & Sakarya,2020 ; Joniot vd.,2006)

Optik Profilometreler:

Yüzeyin doğal karakteri optik profilometreler ile gösterilebilir. Yüzey topografyası üç boyutludur. Optik profilometreler üç boyutlu ölçüm sağlar. Yüzey ile mekanik temas yoktur ve optik ışınlar kullanılarak tarama yapılır. Cihaz, yüzey üzerinde belirlenen referans noktaları arasındaki mesafede ölçümü gerçekleştirir. Cihazın optik işaretleri 100mm²lik bir alanda birkaç nanometrelik bir çözünürlük sağlar (Joniot vd.,2006).

Şekil 2

Optik profilometre



Mekanik Profilometreler:

Mekanik profilometreler iki-boyutlu ölçüm yaparlar. İncelenecek yüzey üzerinde sivri elmas uçlu kalem ile tarama yapmaktadır. Uçlar genellikle 1.5 ile 2.5 μm arasında değişmektedir. Bu uçlar ölçüm yapılan yüzeyde, yüzey düzensizliklerine çapraz yönde ve değerlendirme uzunluğu boyunca hareket ederken meydana gelen titreşimler büyütülerek hareketli bir şerit üzerine kaydedilebilmekte veya göstergeden okunarak yüzey pürüzlülüğü belirlenebilmektedir (Filiz vd.,2023).

Mekanik profilometrelerin değerleri dijital ve analog yazılım kullanılarak kaydedilebilir.

Bu değerlerden;

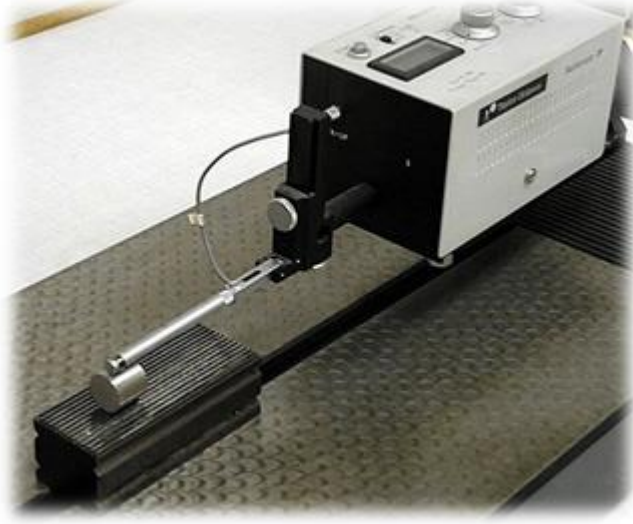
- R_a ; belirli bir ölçüm mesafesinde tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamlarının aritmetik ortalamasını,

- R_{max} ; belirli mesafedeki en yüksek ve en derin noktalar arası mesafeyi,

- R_z ; belirli mesafedeki birbirini izleyen 5 maksimum yükseklik ve derinliğin ortalamasını ifade etmektedir. Yüzey pürüzlülüğü genellikle aritmetik ortalama pürüzlülük (R_a) olarak ifade edilir (Inan vd.,2008).

Şekil 3

Mekanik profilometre



Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM):

Taramalı elektron mikroskobu, malzemelerin yapısını mikro veya nanometre ölçeklerinde görüntüler ve taramalı elektron dedektörü kullanılarak üç boyutlu bir görüntü elde eder (Aslan vd.,2012). SEM dedektör geometrisi, elektron dedektörünün elektron ışını kaynağı etrafında simetrik olarak konumlandırılır. Her dedektör dairesel bir diskin bir çeyreğini kaplar (Butterfield, vd.,2017).

Şekil 4

Tarayıcı elektron mikroskobu



Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM):

Atomik kuvvet mikroskobu; yüzey analizi yaparak topografya ve mekanik özellikleri ayrıntılı bir şekilde inceleyebilir; bu da dental malzemelerin performansı ve dayanıklılığı hakkında önemli bilgiler sağlar. Numunenin yüzeyi keskin bir prob

ile taranarak yüksek çözünürlüklü görüntüler oluşturulur. Çeşitli bitirme ve parlatma işlemlerinden sonra dental kompozitlerin yüzey dokusunu değerlendirmede AFM'nin etkinliği yüksektir (Nguyen-Tri vd.,2020).

Şekil 5

Atomik Kuvvet Mikroskobu



Kompozit Rezinlerde Renk

Renk ve Renk Kavramları

Renk, bir madde ile ışık enerjisinin fiziksel etkileşimi sonucu oluşan görsel algı ve psiko-fiziksel bir tepki olarak, gözlemci tarafından sübjektif şekilde algılanır. İnsan gözü, objeden yansıyan bu dalga boylarını renk olarak algılar (Keyf vd., 2009). Bazı dalga boyları obje tarafından emilirken, diğer dalga boyları objeye çarparak yansır. Dental restorasyonların estetik özellikleri ise opaklık, translüsentlik, floresans (ışılma) ve parlaklık gibi ince detaylara bağlıdır (Keyf vd., 2009).

Opaklık

Bir materyalin ışığın geçmesini engelleyen özelliği olarak tanımlanır. Eğer bütün renkler absorbe edilmeden yansıtılıyorsa, obje beyaz olarak görülür. Opak materyaller ışığı tamamen engeller ve arkasındaki nesnelere görünmez hale getirir. Bu özellik, diş restorasyonlarında malzemenin doğal diş yapısına uyum sağlaması açısından önemlidir (Sakaguchi & Powers, 2012).

Translüsentlik

Opaklık ile transparanlık arasında bir dereceyi ifade eder. Genellikle dişin translüsensi arttıkça, parlaklığı azalır çünkü göze daha az ışık yansır. Translüsent materyaller, bir miktar ışığın geçmesine izin verirken, arkasındaki detayları tam olarak göstermez. Diş minesinin doğal yapısı translüsent olduğu için, restorasyonlarda bu özellik doğal bir görünüm sağlamak için önemlidir (Sakaguchi & Powers, 2012).

Floresanslık

Bir materyal tarafından absorbe edilen ışığın uzun dalga boylarında yayılmasını ifade eder. Doğal dişler, floresans özellik gösterir. Diş minesi ve dentin doğal olarak floresans özelliği gösterir; UV ışığı altında hafif mavi-beyaz bir ışık yayarlar. Diş restorasyonlarında kullanılan materyallerin benzer bir floresans özelliği göstermesi, doğal bir görünüm sağlamak açısından önemlidir. Özellikle güneş ışığı veya farklı aydınlatma koşullarında restorasyonun doğal dişlerle uyumlu görünmesi için bu özellik önemlidir (Fondriest, 2004).

Metamerizm

Belirli bir ışık kaynağında belirlenmiş bir cismin renginin, başka bir ışık kaynağı altında farklı görünmesidir. Aynı görünen ancak spektral yansımaları farklı olan iki renge verilen isimdir. Bu fenomen, metamerizm olarak adlandırılır (Sengez & Dörter, 2019).

Diş Hekimliğinde Renk

Estetik diş hekimliğinin ana hedefi, hastaya hem sağlıklı bir diş yapısı hem de estetik açıdan güzel bir gülüş kazandırmaktır. Gülüş estetiğinde en önemli detay genellikle dişlerin rengidir. Estetik kaygıları olan hastalar genellikle daha parlak ve beyaz dişlere sahip olmayı arzular ve bu nedenle diş hekimlerine başvururlar. Diş hekimi, hastanın bu isteğini dikkate alarak, hastanın fiziksel ve psikolojik özelliklerine en uygun diş rengini belirlemelidir (Trakyalı, 2013).

Renk Sistemleri

Günümüzde rengin iyi anlaşılması için uygulanan bir çok sistem vardır. CIE L*a*b* ölçeği, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından (Commission

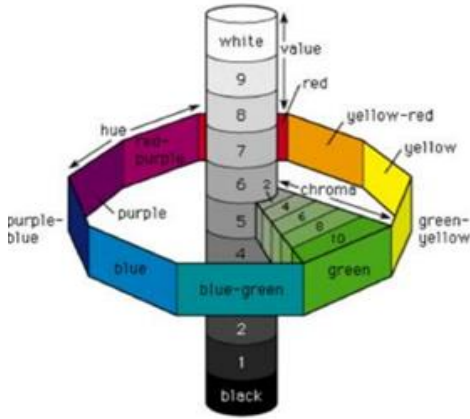
Internationale d'Eclairage) geliştirilmiş olup bir nesnenin renk özelliklerini üç parametre kullanarak tanımlar. CIELAB formülü, özellikle restoratif malzemelerin renklerini hizalamak için sıkça kullanılırken, CIEDE2000 formülü şu anda ΔE_{00} değerini değerlendirmek için tercih edilen yöntem olarak kabul edilmektedir (Luo vd., 2001).

Munsell Renk Sistemi

Görsel değerlendirmede sıkça kullanılan bu yöntem, 1905 yılında Albert H. Munsell tarafından geliştirilmiş olup rengi ton, doygunluk ve parlaklık olmak üzere üç boyutta tanımlamaktadır (Paravina vd., 2017). Bu renk sisteminde, renkler silindirik koordinatlar üzerinde gösterilir (Şekil 6).

Şekil 6

Munsell renk sistemi



Parlaklık (Value), bir rengin koyuluğunu veya açıklığını ifade eder. Bu özellik, renkteki siyah ve beyazın oranının değişimiyle belirlenir. Yoğunluk arttıkça daha açık renkler ortaya çıkar, yoğunluk azaldıkça renkler daha koyu bir görünüm kazanır. Başka bir deyişle, açık renkler daha az gri içerirken, koyu renkler daha fazla gri içerirler (Keyf vd.,2009).

Doygunluk (Chroma), bir rengin saflık veya doygunluk derecesini ifade eder. Bu özellik, birim alana düşen renk miktarını gösterir. Parlaklık ile ters orantılıdır, yani parlaklık arttıkça doygunluk azalır (Keyf vd.,2009). Düşük doygunluktaki renkler

soluk veya zayıf olarak nitelendirilirken, yüksek doygunluktaki renkler güçlü veya doymuş olarak tanımlanır. Örneğin, dişler aynı tonlarda olabilir ancak doygunlukları farklı olduğunda daha sarı görünebilirler (Wee vd.,2002).

Ton (Hue), bir rengin diğer renklerden ayırt edilmesini sağlayan özelliktir ve renk çeşidini ifade eder. Bu sistemde, 5 ana renk ve 5 ara renk bulunur. Ana renkler sarı, kırmızı, mavi, yeşil ve mor olarak adlandırılır ve asal tonlar olarak bilinirler. Daha sonra sarı-kırmızı, yeşil-sarı, mavi-yeşil, mor-mavi, kırmızı-mor gibi beş ara ton eklenerek toplamda 10 farklı ton elde edilmiştir (Klaff vd.,2010).

CIE Renk Sistemi

Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), çeşitli renk sistemleri önermiştir. Renk ölçümleri yapılırken, elde edilen sonuçların güvenilirliğini sağlamak için gözlemci standartlarının ve ölçüm koşullarının kullanılması büyük önem taşır. Bu nedenle, CIE standardı 6500 Kelvin renk sıcaklığına sahip gün ışığını temsil eden CIE Standart Illuminant D65'i tavsiye etmektedir (Iyer vd.,2020).

CIE (L*a*b*) Renk Uzayı

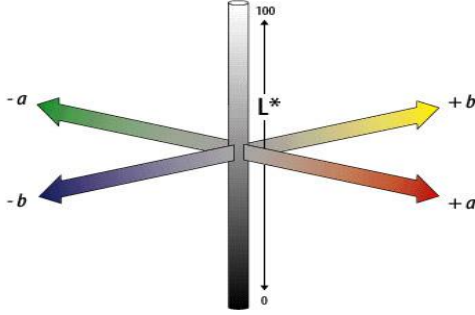
En yaygın kullanılan formül CIE L*a*b* sistemidir. CIE L*a*b* sisteminin renk koordinatları şunlardır: L* (açıklık, siyahtan beyaza kadar değişen akromatik koordinatlar), a* (-a* yeşil, +a* kırmızı), ve b* (-b* mavi, +b* sarı). Kutupsal koordinatlar C* (kroma) ve H* (ton) ise a* ve b* kromatik koordinatlarının bilinen değerlerinden hesaplanır (Fidan & Dereli ,2021).

CIELAB formülünde renk farkı formülü aşağıdaki gibi:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

Şekil 6

CIE ($L^*a^*b^*$) Renk Uzayı



CIEDE2000 Renk Uzayı

CIEDE2000 formülü, 2001 yılında geliştirilmiş olup CIELAB formülü ile karşılaştırıldığında renk uzayının çeşitli bölgelerinde gelişmiş güvenilirlik faktörleri sunar. Kabul edilebilirlik ve algılanabilirlik seviyeleri değerlendirilirken, CIEDE2000 renk farklılığı hesaplama formülünün CIELAB formülüne göre daha iyi uyum sağladığı rapor edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, insan gözünün algıladığı renk farklılıklarını yakalamada CIELAB ve CIEDE2000 formülleri karşılaştırıldığında, CIEDE2000 formülünün daha başarılı olduğu bulunmuştur (Gómez-Polo vd., 2016).

Şekil 7

CIEDE2000 formülü

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

Dişlerin Renk Özellikleri

Yeni süren dişler, opak ve tebeşirimsi bir görünüme sahiptir. Bu durum, yüzeysel mine tabakasının organik içeriğinin fazla olması, minerallerin az olması ve aralarının boşluklu oluşundan kaynaklanır. Yaşlanma süreciyle birlikte mine tabakası inceler, alttaki dentinin sarımsı rengi daha belirgin hale gelir. Mine rengi, kalınlığına ve mineralizasyon derecesine bağlı olarak süt beyazı veya açık sarı tonlarda olabilir. Işık, doğal dişlerin yüzeyine çarptığında her katmanda farklı derecelerde yansır, absorbe olur ve iletilir. İnsan gözü, bu yansıtıcı ışığı algılayarak dişlerin rengini belirler. Dentin, organik bileşikler içerir ve daha uzun dalga boylarını etkili bir şekilde yansıtarak sarımsı bir görünüm oluşturur. Özellikle ön bölgedeki maksiller dişler, mandibular dişlere göre daha sarı bir görünüm sergiler. Kanin dişler ise daha yoğun bir sarı renge sahiptir ve ağız içinde en yoğun renk tonuna sahip dişlerdir. Her bölgedeki dişlerin renk yoğunluğu farklı olduğundan, tek bir diş için bile bir renk gradyanı görülebilir. Doğal bir dişin uzun eksenini boyunca kesici dişten orta kısma doğru hafiflik artar ve diş daha kırmızı ve sarı tonlarda görünür (Chen & Liu, 2014).

Diş Hekimliğinde Renk Tonu Belirleme Yöntemleri

Diş hekimliğinde renk seçimi, hastayı estetik açıdan memnun etmek ve doğal bir görünüm elde etmek için büyük önem taşır. İnsan gözü, rengi her zaman açık, net ve sürekli algılayamadığından, renk belirlemede kişisel farklılıklar görülebilir. Doğal dişlerle uyumlu restorasyonlar yapabilmek için diş rengini doğru tanımlamak esastır. Bu nedenle klinikte renk belirleme için çeşitli yöntemler geliştirilmiş olup, diş hekimliğinde renk ölçümü genellikle görsel veya enstrümantal olarak yapılmaktadır.

Görsel Renk Seçimi

Görsel ölçüm, dişlerle renk skalaları arasında yapılan görsel karşılaştırmaya denir. Renk tespitinde sıklıkla kullanılır fakat güvenilir olmayan sonuçlar vermektedir (Chen vd., 2012).

Renk Skalaları

Rengin görsel olarak değerlendirilmesi öznedir. Günümüzde bu işlem, renk skalaları kullanılarak yapılmaktadır (Sengez & Dörter, 2019). İlk sistematik renk skalası, Clark tarafından üretilen ve 60 seramik örnek içeren 'Tooth Color Indicator'dır. Sonrasında birçok ürün piyasaya sürülse de esas devrim, 1950'lerin ortalarında satışa çıkarılan 'Vitapan Classical' (VC, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) (Şekil 10) renk skalasıyla gerçekleşmiştir. Bir sonraki önemli gelişme, 1990'ların sonlarında 'Toothguide 3D-Master' (TG, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) (Şekil 11) renk skalasının geliştirilmesiyle yaşanmıştır. Son olarak, 'VITA Linear Guide 3D Master' (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) (Şekil 12) renk skalası da kullanıma sunulmuştur (Paravina, 2009).

Vitapan Klasik (Vita Lumin Vacuum)

Vitapan Klasik (Vita Lumin Vacuum) renk skalası (Şekil 10), 1956 yılında piyasaya sürülmüştür ve 16 renk örneğinden oluşmaktadır. Bu skala, renk tonlarına göre şu-aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

- A: sarı – kırmızı
- B: sarı – kahverengi
- C: gri
- D: kırmızı – sarı - gri

Yoğunluk ise A1, B3, D4 gibi rakamlarla belirtilmiştir. Bu skala kullanılırken önce renk tonu, sonra yoğunluk, en son parlaklık eşleştirilmesi yapılır (Sengez & Dörter, 2019); (Brewer vd., 2004).

Şekil 10

Vitapan klasik skalası



VITA Toothguide 3D-Master Renk Skalası

VITA Toothguide 3D-Master Renk Skalası tasarımında parlaklık değerine odaklanılmıştır. Bunun sebebi, bir rengin içerdiği gri tonların miktarı olan parlaklık değerinin, renk tonuna göre çok daha önemli olmasıdır. Bu skalada toplam 26 renk tonu bulunmaktadır. Vitapan Classical ile karşılaştırıldığında, VITA Toothguide'ın doğal dişlerle daha iyi uyum sağladığı, daha geniş bir renk yelpazesine sahip olduğu ve renklerin daha eşit bir şekilde dağıldığı belirtilmiştir (Paravina, 2009).

Şekil 11

Toothguide 3D-Master Renk Skalası

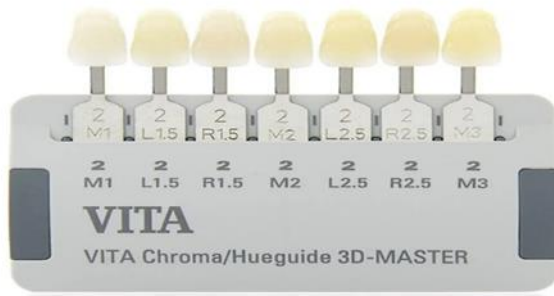


VITA Linear Guide 3D

VITA Toothguide 3D-Master ile arasındaki fark, VITA Linear Guide 3D'nin altı doğrusal olarak düzenlenmiş renk rehberine yapılandırılmış olmasıdır; bunlardan biri parlaklık rehberi, diğer beşi ise ton rehberleridir. Her rehberde üç ile yedi renk örneği bulunmaktadır. Avantajı VITA Toothguide 3D-Master sistemde olduğu gibi en düşük kromayı değil, orta kromayı kullanarak bir parlaklık grubunun seçilmesinde ve daha doğrusal düzenlemeyle renk örneklerinin sıralanmasını sağlamaktır (Corcodel vd.,2010).

Şekil 12

VITA Linear Guide 3D



Enstrümantal Renk Ölçümü

Renk skalaları renk seçiminde sıklıkla kullanılsa da; skalaların doğal diş rengini yansıtmaması, mevcut renk yelpazesinin yetersiz olması ve piyasadaki skalaların birbirinden farklılık göstermesi, görsel renk seçiminin dezavantajlarıdır (Kurtulmuş Yılmaz & Yılmaz, 2011). Aynı zamanda bu teknik yaş, cinsiyet, göz yorgunluğu, gözlemci yeteneği ve çevresel ışık gibi faktörlerden etkilenmektedir. Sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesi ve daha objektif, hızlı, tekrarlanabilir ölçümler yapılabilmesi için enstrümantal renk seçim yöntemlerine ihtiyaç

duyulmuştur. Diş rengini eşleştirmede kullanılan enstrümantasyon teknikleri oldukça pahalı olduğundan diş hekimleri için kolayca erişilebilir değildir, fakat bu teknikler hızla gelişmeye devam etmektedir (Jouhar vd., 2022). Kolorimetreler, RGB cihazları, spektrofotometreler ve spektroradyometreler, enstrümantal renk seçme işlemlerinde kullanılan cihazlardan bazılarıdır (Sarafianou vd., 2012).

Spektrofotometre

Diş hekimliğinde spektrofotometreler, renk eşleştirme işlemlerinde kullanılan en hassas ve hızlı yöntemlerden biridir (Igiel vd., 2017). Bu cihazlar, bir nesneden yansıyan ışık enerjisini 1–25 nm aralıklarla ve görülebilir ışık spektrumu boyunca milimetre hassasiyetinde ölçer. Spektrofotometreler, bu sayede diş rengi uyumunu tam olarak belirleyerek estetik sonuçlar elde edilmesine yardımcı olur (Posavec vd., 2016). Spektrofotometre, optik bir ışın kaynağı, ışığı dağıtan bir araç, ölçüm yapma işlevine sahip bir optik sistem, bir gösterge ve ışığı değerlendirilebilir bir sinyale dönüştüren bir mekanizmaya sahiptir. Spektrofotometreden elde edilen veriler, diş hekimleri için son derece değerli bilgiler sunar ve bu verilerin doğru bir şekilde yorumlanması ve uygulanması, estetik ve fonksiyonel restorasyonlar açısından büyük önem taşır. Cihazların sağladığı ölçümler genellikle diş rengini gösteren kılavuzlara aktarılır ve renk tablosu karşılıklarına dönüştürülür (Jouhar vd.,2022) (Şekil 13).

Şekil 13

Spektrofotometre



Kolorimetreler

Kolorimetreler, stimulus değerlerini kaydeder ve görünür spektrumun kırmızı, yeşil ve mavi bölgelerinde ışığı filtreler. Spektral yansıma kaydetme kapasitesine sahip değildir ve filtrelerin aşırı kullanımı nedeniyle doğrulukları, spektrofotometrelere kıyasla daha azdır. Dişin kapsamlı görünümü, özellikle diş etleri, orta kısım ve kesici üçüncü bölge için  ayrı kayıt kullanılarak sağlanır (Jouhar vd.,2022).

Şekil 14

Kolorimetreler



Dijital Kameralar ve Görüntüleme Sistemleri

Dijital görüntüleme sistemleri, dişlerin rengini ölçmede giderek daha yaygın hale gelmektedir. Kameranın kalitesi ve görüntü işleme yöntemi, hassasiyetini ve doğruluğunu etkiler. Birçok araştırmacı, dijital kameraların uygun standartlaştırma prosedürleri ile uygulandığında dişlerin ve diş etlerinin rengini belirlemede güvenilir araçlar olabileceğini bulmuştur (Jouhar vd.,2022) (Şekil 15).

Şekil 15

Dijital kamera ve görüntüleme



Klinikte Renk Seçimi Kriterleri

1) Çalışma Alanı Aydınlatması

En iyi renk seçimi için ideal olarak öğle güneşi tercih edilir, çünkü öğle saatlerinde güneş ışığı, sabah ve akşam saatlerindeki ışığa kıyasla daha dengeli bir dalga boyu sunar. Sabah ve akşam güneş ışığında daha fazla kırmızımsı ve sarımsı dalga boyları bulunurken, öğle güneşi neredeyse tüm ışık spektrumunu eşit şekilde yansıtarak daha doğru bir renk değerlendirmesi yapılmasına olanak tanır. Bu nedenle, diş rengini en doğru şekilde belirlemek için öğle güneşi altında yapılan renk seçimi en idealidir. Diş kliniklerinin güneş ışığına erişimi olmadığından, güneş ışığını taklit etmek için yapay ışık kullanılmalıdır (Smielecka & Dorocka,2020). Renk seçimi sürecinde, en ideal aydınlatma koşulları, 5500 K (D55) ile 6500 K (D65) arası renk sıcaklığına ve 90 veya daha yüksek bir renk oluşturma indeksine (CRI) sahip ışık altında gerçekleştirilmelidir (Paravina vd., 2017).

2) Mevcut Dişlerin Durumu

Eşleştirilecek komşu dişler, yüzey lekelerinden, plak ve diğer tortulardan arındırılmış olmalıdır. İlgili dişin tükürükle nemli olması gerekir, çünkü nem eksikliği dişin daha beyaz görünmesine neden olur. Renk seçimi sırasında, dişler her seferinde üç alana ayrılmalıdır: diş eti alanı (bu alan dentin doygunluğunun

mükemmel ölçümünü sağlar), orta alan ve kesici uç alanı (bu bölgelerde mine daha yoğundur ve saydamdan şeffafa kadar değişir) (Jouhar vd.,2022).

3) Hekim ve Hastanın Pozisyonu ve Zamanlama

Renk eşleştirme için tercihen ağız boşluğundan yaklaşık 61 cm ile 183 cm uzaklıkta olmak idealdir. Hastanın pozisyonu, hekimin göz seviyesinde olacak şekilde olmalıdır (Alnusayri vd.,2022).

Renk Seçimini Etkileyen Faktörler

1) Yaş

Renk eşleştirme becerileri yaşlanma ile değişikliğe uğrar. Gözün korneası ve lensi yaşla birlikte sararır ve görüntüler daha sarımsı ve kahverengimsi görünür. 60 yaşından sonra birçok insan mavi ve mor renkleri ayırt etmekte sorun yaşar (Redmond vd.,2010).

2) Renk Görme Problemi / Renk Körlüğü

İnsan gözünde renk algısının en karmaşık ve yanlış anlaşılan bölgesi, reseptörler tarafından yayılan enerji ve bu görsel uyarımın beyin tarafından yorumlanmasıdır (Jouhar vd.,2022).

3) Yorgunluk

Yorgun gözler, dinç gözler kadar rengi mükemmel algılayamaz. Genel veya zihinsel yorgunluk nedeniyle görsel hassasiyet azalır (Jouhar vd.,2022).

4) Çevresel Etkiler

Bir nesnenin gözlemlendiği konum, algılanan rengi etkileyebilir. Arka plan ve çevre, algılanan renklerin doygunluğunu ve tonlarını etkileyebilir. Hastanın yüz görünümü, makyajı, diş aletlerinin yansımaları ve hatta duvarlar, oral ortamın ve renk seçimini değiştirebilir. Bu nedenle, dişin renk seçiminden önce hastanın makyajının çıkarılması ve yansımaya neden olan tüm diş aletlerinin çevreden uzaklaştırılması, mükemmel renk eşleşmesini belirlemek için nötr gri bir arka plan oluşturulması önerilir (Jouhar vd., 2022).

Kompozit Rezinlerde Renk Sistemleri

Artan estetik beklentilerden dolayı, yapılan restorasyonların diş dokularının rengini taklit edebilmesi ve uyum sağlaması çok önemlidir. Bu nedenle üretici firmalar diş dokularını en iyi şekilde taklit edebilmek amacıyla çeşitli kompozit rezinler geliştirmiştir.

Çok Renk Tonlu Kompozit Rezinler

Diş rengini dişlerin tipi, bölgesi ve hastanın yaşı gibi çeşitli faktörler etkileyebilmektedir. Bu nedenle kompozit rezinin rengi, doğal dişlerle uyumlu olacak şekilde seçilmelidir. Çeşitli renk farklılıklarından dolayı piyasada her diş rengi ve tonuna uygun olarak tasarlanan kompozit rezinler bulunmaktadır. Bu tür kompozit rezinler, VITA Klasik renk skalasına göre farklı yarı saydamlık ve opasitelerde, çeşitli mine ve dentin tonlarında geliştirilmiştir. Çok renk tonlu kompozit rezinler A, B, C ve D renk tonlarını temsil ederken, sayılar (ör. 1, 2, 3 ve 4) yoğunluk ve parlaklığı belirtir. Ne yazık ki, bu değişken renk tonlarının mevcudiyeti, renk eşleştirme prosedürünü karmaşık hale getirir ve maliyetle birlikte hasta başında geçirilen süreyi artırır (El-Rashidy vd., 2020).

Şekil 16

Çok renk tonlu kompozit rezinler



Grup Renk Tonlu Kompozit Rezinler

Grup renk tonlu kompozit rezinler, her bir renk tonu için önerilen VITA klasik renk tonları setine uygun olarak kullanılan, daha az sayıda tonda mevcut olan bir kompozit sistemi ifade eder (Iyer vd.,2020). Üretici firmalar, bu tip kompozit rezinlerin VITA renk skalasındaki on altı renk yerine, iki ile beş kompozit rezin renk gruplandırması içeren yeni skalalar çıkarmışlardır.

Şekil 17

Grup renk tonlu kompozit rezin



Tek Renk Tonlu Kompozit Rezinler

Boyut, şekil, konum ve optik özellikler söz konusu olduğunda yapılan restorasyonlar, ideal olarak komşu dişlerle uyumlu olmalıdır (Costa vd., 2010). Dental restorasyonların rengi, çevredeki renklerden etkilenebilir. Renk değişimini tanımlamak için iki terim kullanılır (Paravina vd., 2006). Eş zamanlı kontrast, bir alan ve çevresi arasındaki algılanan renk farkının, bu renkler ayrı ayrı görüntülendiğinde renk farkının artmasına karşılık gelir. Zıt terim "bukalemun etkisi"dir (renk asimilasyonu, renk indüksiyonu, Von Bezold renk harmanlama efekti veya Von Bezold yayma efekti) burada algılanan renk farkı, renkler birbirine yaklaştıkça azalır (Trifkovic vd., 2018). Tek renk tonlu kompozit rezinler, renk skalasının kırmızından sarıya kadar olan alanı boyunca iletilen ışığı değiştirerek hastanın komşu dişlerinin rengiyle eşleşmesini sağlar. Bukalemun etkisi terimi,

estetik dental materyaller ile sert dental dokular arasında algılanan renk farkını ifade eder ve birlikte gözlemlendiklerinde de tek başlarına görüldüklerinde de beklenenden daha az bir renk farkı ortaya çıkar. Bu algısal bir olgudur ve geleneksel enstrümantal cihazlarla ölçülemez (Ghinea vd., 2011).

Şekil 18

Tek renk tonlu kompozit rezin



Yaşlandırma Yöntemleri

Restoratif diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezinler tükürük, yiyecek ve içecekler, biyofilm, değişken sıcaklıklar, aşınma süreçleri ve ağız içi yükler tarafından olumsuz etkilenebilir. Bununla birlikte, bazı malzemeler bozulmaya karşı diğerlerinden daha dirençlidir ve çeşitli yaşlanma süreçlerine karşı dirençleri birçok in vitro çalışmada değerlendirilmiştir (Szczenio-Włodarczyk vd.,2022 ; Hasanain,2022). Genellikle, bu çalışmalar diş malzemelerinin belirli yaşlanma koşulları altındaki özelliklerindeki değişiklikleri değerlendirmektedir. Yaygın olarak kullanılan bazı yöntemler mevcuttur:

1) Termal Döngü ile Yaşlandırma

Bu yöntem, yeme ve içmenin neden olduğu ağızdaki termal değişiklikleri taklit etmek için dental materyallerin tekrar tekrar değişen sıcaklıklara maruz bırakılmasını içerir. Örneğin, örnekler 5°C ile 55°C arasında binlerce döngü boyunca çevrilerek yıllarca süren termal stresi taklit edebilir (Szczesio-Wlodarczyk vd.,2022).

2) Kimyasallar ile Yaşlandırma

Kimyasallar ile yaşlandırma işlemi; malzemelerin ağız ortamının kimyasal koşullarını taklit eden çeşitli kimyasal çözeltilerde bekletilmesine dayanır. Yaşlandırma işlemi için yaygın olarak kullanılan solüsyonlar yapay tükürük, etanol ve asidik solüsyonlardır. Örneğin, etanol alkollü içeceklerin etkisini taklit ederken, sitrik asit gibi asitler diyet asitlerini temsil eder (Gornig vd.,2022).

3) Ultraviyole ile Yaşlandırma

Ağzın görünür alanlarında kullanılan dental malzemelerin, ışığa maruz kaldıklarında nasıl tepki verebileceklerini değerlendirebilmek amacıyla; UV ışığı veya güneş ışığını taklit eden ışık kullanılır. Bu yöntem, zaman içinde oluşan renk değişikliği ve diğer ışık kaynaklı değişikliklerin anlaşılmasına yardımcı olur (El-Rashidy vd.,2022).

4) Mekanik Yükleme ile Yaşlandırma

Dental materyaller, çiğneme ve ısırma kuvvetlerini taklit eden mekanik yükleme cihazları kullanılarak test edilir. Bu yöntem, materyallerin mekanik aşınma ve yorulma direncini ölçer (Amaechi.,2019).

BÖLÜM III

Yöntem

Deney Grupları

Yapılan çalışmanın ilk aşamasında, farklı bulk-fill kompozit rezinlerin cila materyalleri üzerindeki etkisi; yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi açısından değerlendirildi. Yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için profilometre (Perthometer M2 Mahr; Germany), renk stabilitesini değerlendirmek için ise spektrofotometre (VITA Easy Shade Compact, Vita Zahnfabrik, Germany) kullanıldı. Çalışmanın ikinci aşamasında, örnekler termal döngü (SD Mechatronik Thermocycler, Almanya) ile yaşlandırıldı ve ardından pürüzlülük ve renk değerleri tekrar kaydedildi. Üçüncü aşamada ise yaşlandırılmış örneklerin üzerinde kahvenin etkisini değerlendirmek amacıyla, örnekler 6 gün boyunca kahvede (Nescafe Classic) bekletildi. Ardından kahve boyalı örneklerle yeniden cila işlemi uygulandı ve renk değerleri kaydedildi.

Çalışmada Kullanılan Materyaller

'Charisma Bulk Flow ONE'(Kulzer); ek bir katman gerektirmeyen ilk tek renk tonlu, akışkan bulk-fill kompozit rezindir.

Şekil 19

Charisma Bulk Flow ONE (Kulzer)



‘Omnichroma Flow Bulk’(Tokuyama); A1’den D4’e kadar geniş renk uyumuna sahip, düşük vizkoziteli tek renk tonlu bulk fill kompozit rezindir. 3.5 mm’ye kadar ek katman istemeden uygulanabilir.

Şekil 20

Omnichroma Bulk Flow (Tokuyama)



‘Estelite Bulk Fill Flow’ (Tokuyama); düşük vizkoziteli ,yüksek doldurucu oranına sahip bir kompozit rezindir. Ek tabakaya ihtiyaç duymadan 4mm’ye kadar uygulanabilir. Beş farklı renk tonuna sahiptir (A1,A2,A3,A3.5,B1).

Şekil 21

Estelite Bulk Fill Flow (Tokuyama)



Tablo 5*Çalışmada kullanılan kompozit rezinler*

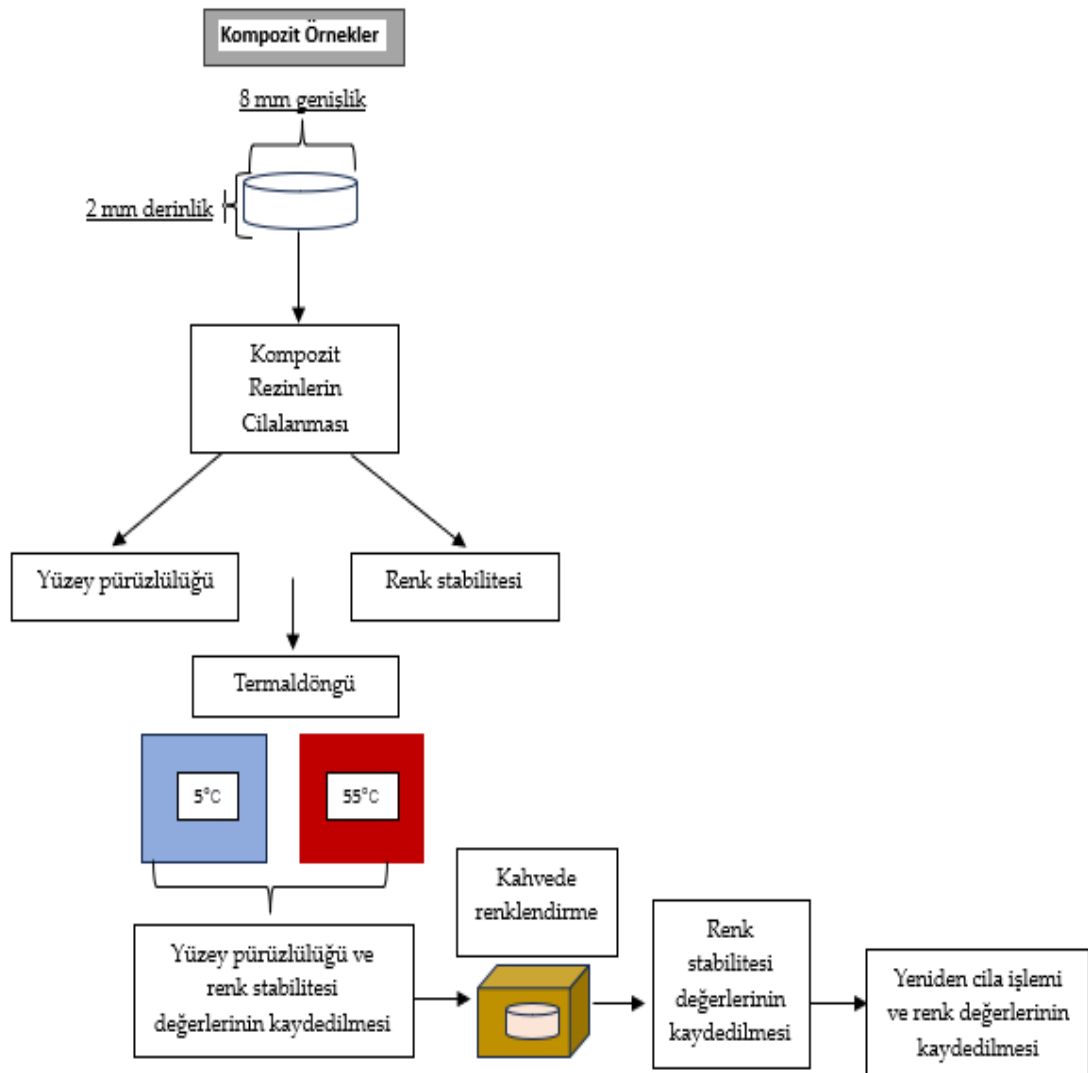
Materyaller	Üretici	Doldurucu Tipi	Organik Matris	Tonlar	Seri No	Doldurucu Oranı	Partikül Boyutu
Estelite Sigma Quick (Kontrol)	Tokuyama	Silica-zirconiafillers, silica-titaniafillers	BisGMA, TEGDMA	A1	E3232	82% wt (71% vol)	0.2µm
Estelite Bulk-Fill Flow (EB)	Tokuyama	Supranano-spherical filler	BisGMA, TEGDMA Bis-MPEPP	A1	41912	70% wt (56% vol)	0.2µm
Omnichroma Flow Bulk (OB)	Tokuyama	Supranano-spherical filler	UDMA/1,9-Nonanediol Dimethacrylate	Universal	011E03	69 wt% (55 vol%)	0.2-0.4µm
Charisma Bulk Flow One (CB)	Kulzer	Ba-Al-F silicateglass, YbF3 and SiO2	UDMA, EBADMA	Universal	NO10026	65 % bywt, or 41 % byvol	0.02-5µm

Çalışma Gruplarının Hazırlanması

Araştırmada kullanılacak örnekleri hazırlamak için teflon kalıp kullanıldı. Kompozit rezinler, teflon plaka üzerine açılmış yuvarlak deliklere (8mm x 2mm) yerleştirildikten sonra her iki tarafı mylar strip ile kapatıldı ve fazla malzemeyi çıkarmak için pürüzsüz bir cam plaka ile bastırıldı (Şekil 23). Daha sonra 1000 mW/cm² yoğunluğundaki LED ışık ünitesi (Woodpecker DTE Kür Işığı LED (1 curing)/Çin) ile 20 saniye boyunca polimerize edildi. LED ışık ünitesinin yoğunluğunu kontrol etmek için bir kür radyo metresi (L.E.D. Kür radyo metresi, Demetron, ABD) kullanıldı. Toplamda 112 disk şeklinde örnek hazırlanarak rastgele üç gruba (n:32) ayrıldı ve bu gruplar daha sonra iki alt gruba (n:16) bölündü. Kontrol grubunu 16 örnek oluşturdu Tüm test grupları, ya çok aşamalı disk sistemi (Super Snap Rainbow Kit, Shofu, Japonya) ya da iki adımlı aşamalı twist sistemi (Diacomp plus Twist, EVE Teknik, Almanya) ile cilalandı.

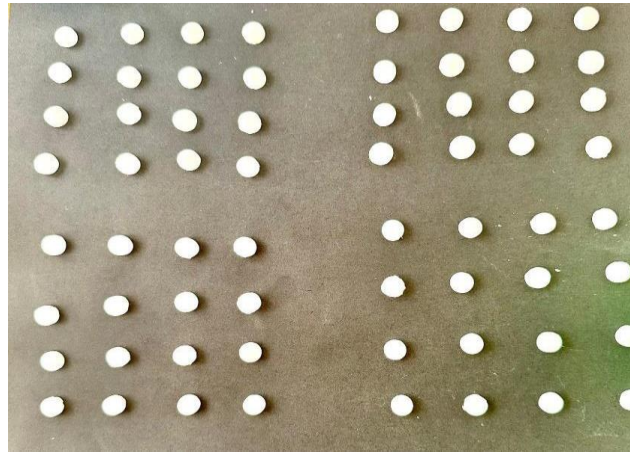
Şekil 22

Çalışma şeması



Şekil 23

Kompozit örneklerin hazırlanması



Örneklerin Bitim ve Cila İşlemleri

Kontrol grubunun 16 örneği hariç diğer test grubu örneklerine, disk veya twist sistemleriyle cila işlemi uygulandı (Şekil 26). İçeriklerinde silikon karbid ve alüminyum oksit bulunan Super-snap Rainbow Diskler (Shofu, Kyoto, Japonya), sırasıyla orta, ince ve süper ince olarak uygulandı. Elmas içerikli Diacomp plus Twist (EVE Teknik, Pforzheim, Almanya) orta ve ince taneli olarak kullanıldı. Cilalama işlemleri su altında uygulandı. Tüm örnekler, hafif basınç altında, 10.000 devir/dakika sabit hızda ve su soğutması ile 15 saniye süreyle sıralı olarak kullanıldı.

Şekil 24

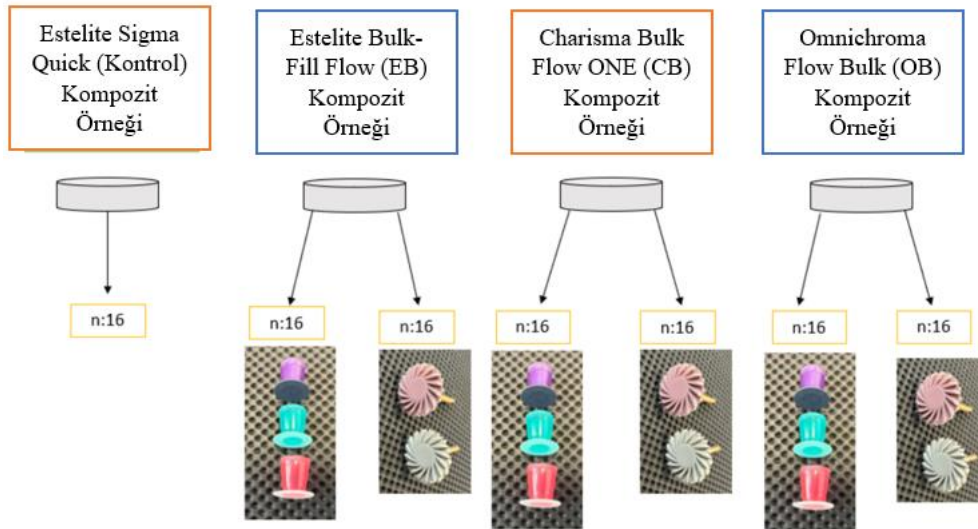
Super-snap rainbow disk



Şekil 25

Diacomp plus Twist

Şekil 26

Kompozit rezinlere cila uygulama aşamaları

Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek amacıyla profilometre (Perthometer M2 Mahr; Germany) kullanıldı. Profilometrenin örnek yüzeyine temas eden algılayıcı ucunun hareket etmesi ile elde edilen veriler yüzey pürüzlülüğünü gösterir. Profilometrenin örnek yüzeyine temas eden hassas ucunun çapı 2,4 mm ve hassasiyeti 0,5 mm/s idi, Algılayıcı uç, incelenecek yüzey üzerinde belirlenen ölçüm mesafesi (5,5 mm) boyunca hareket ettirilerek tarama yapıldı. Her bir örnek için 3 ölçüm yapıldı ve istatistiksel analiz için aritmetik ortalama değerleri kullanıldı.

Şekil 27

Perthometer M2, (Almanya)



SEM Değerlendirmesi

Hazırlanan gruplardan rastgele seçilen örnekler, altın ileten bant ile SEM plakalarına (ZEISS EVO MA 40, ZEISS, Oberkochen, Almanya) sabitlenmiş ve vakum sputter kaplama cihazında (Emitech K550X Sputter Coater, Ashford, Kent, İngiltere) altın kaplandı. Bu cihaz, 60mm çapında, 0.1mm kalınlığında, altın, hızlı değişim hedefi ile donatılmıştır. Örneklerin cilalanmış yüzeylerinin SEM fotomikrografileri, 500x ve 2000x büyütme ile alındı.

Şekil 28

Altın kaplama cihazı ve elektron mikroskobu



Renk Değerlerinin Ölçümü

Tüm örnekler için ilk renk ölçümleri, hazırlığın tamamlanmasını takiben hemen alındı. Her bir örneğin renk özellikleri dört farklı zaman aralığında değerlendirildi: hazırlıktan hemen sonra, yaşlanmayı takiben, lekeleme sonrasında ve son olarak tekrar cilalandıktan sonra. Örnekler, Vita Easyshade Compact model #DEASYCHP spektrofotometre kullanılarak D65 aydınlatma koşullarında, 25°C sıcaklıkta, penceresi olmayan bir dış kliniği odasında ölçüldü. Her bir örneğin renk farkı CIEDE2000 formülü (ΔE_{00}) kullanılarak belirlendi. ΔE_{00} renk farkı, Lou, Cui ve Rigg tarafından belirtilen CIEDE2000 renk farkı formülü Excel'de bir elektronik

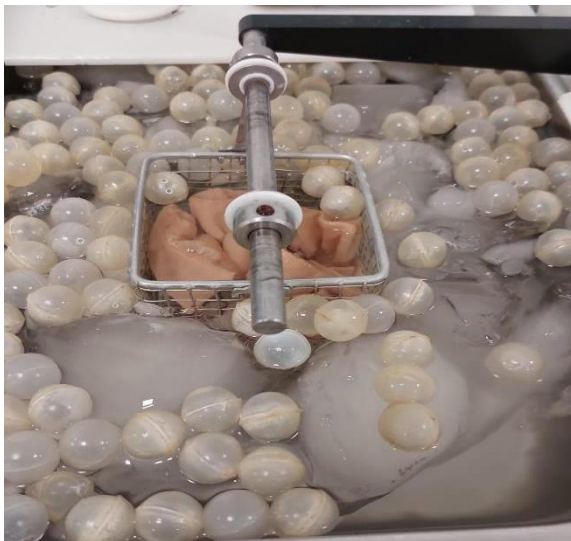
tablo uygulaması kullanılarak hesaplandı. Formülün parametrik faktörleri 2.1.1 olarak belirlendi. Bu formüle göre, renk parametresi ΔE_{00} için kabul edilebilir tespit aralığı, %50-%50 düzeyinde 0,8 ile 1,8 arasındadır. Sonucun 0,8 ve altında olması algılanamaz düzeyi göstermektedir.

Yaşlandırma İşlemi

Örnekler bir termal döngü cihazı (SD Mechatronik Thermocycler, Almanya) kullanılarak yapay yaşlandırmaya (5 ve 55°C, 5000 döngü, her biri 30 saniye) tabi tutuldu.

Şekil 29

Kompozit örneklerin yaşlandırılması



Örneklerinin Kahvede Bekletilmesi

Örnekler, cilalama yöntemlerine göre gruplandırıldıktan sonra bir kahve çözeltilisine (180 ml taze kaynatılmış suya bir çay kaşığı Nescafe Classic, Fransa) konuldu. Kontrol grubu ise distile su içinde tutuldu. Çalışmalarda, bir kahve tüketicisinin günlük 3,2 fincan kahve içtiği, bir fincan kahvenin tüketimi için 15 dakika ayrıldığı ve bir ay boyunca içecek tüketimini simüle etmek için 24 saatlik bir depolama süresi olması gerektiği belirtilmiştir (Ertas vd.,2016). Altı ay boyunca

kahve tüketimini simüle etmek için örnekler, kahve çözeltilerinde 37°C'de altı gün boyunca bekletildi. Kahve çözeltisi her gün değiştirildi. Lekelenme süresi tamamlandıktan sonra, örnekler 10 saniye boyunca durulandı, hava ile kurutuldu ve renk parametreleri kaydedildi. Daha sonra Super-snap Rainbow Disk veya Diacomp plus Twist ile tekrar cilalandı ve renk parametreleri yeniden kaydedildi.

Şekil 30

Kompozit örneklerin kahvede bekletilmesi



İstatistiksel Analiz

Çalışmanın örnekleme büyüklüğü, "G.Power-3.1.9.2" yazılımı kullanılarak %95 güven düzeyinde belirlendi. Analiz sonucunda, $\alpha=0.05$ için standartlaştırılmış etki büyüklüğü benzer bir çalışmadan (Paolone, G. vd., 2020, Tablo 4; 54.9 ± 15.4 , 45.0 ± 11.3 , 38.4 ± 11.6 ve 52.6 ± 9.0) 0.5518 olarak elde edildi. Bu verilere göre her grup için minimum örneklem büyüklüğü, teorik güç %0.95 ile 16 olarak hesaplandı. Analizler IBM SPSS 25 programı kullanılarak yapıldı. İstatistiksel analizin normal dağılım varsayımı Shapiro-Wilk testi ile doğrulandı, varyans homojenliği Levene's testi ile değerlendirildi ve sfersite varsayımı Mauchly's W testi ile değerlendirildi.

Normal dağılım varsayımının sağlandığı etkileşim etkisi olan üç bağımlı grup ortalamaları arasındaki farklılıkları incelemek için İki Yönlü Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi gerçekleştirildi.

BÖLÜM IV

Bulgular

Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

R_a ölçümlerinin zaman ve gruplara göre dağılımı Tablo 4 ve Şekil 31’de gösterildi. Disk ve twist grupları için yapılan analizler; yaşlanma öncesi ve sonrasında R_a ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koydu ($p<0.05$). Disk çalışma grupları için yaşlanma öncesi değerlendirmelerinde, CB (0.14 ± 0.05), OB (0.14 ± 0.05) ve EB (0.23 ± 0.05) gruplarının R_a ölçümlerinin kontrol grubunun (0.03 ± 0.00) ölçümlerine göre daha yüksek olduğu gözlemlendi. Benzer şekilde, twist çalışma grupları için de CB (0.27 ± 0.08), OB (0.35 ± 0.05) ve EB (0.42 ± 0.05) grupları için R_a ölçümlerinin kontrol grubunun (0.03 ± 0.00) ölçümlerinden daha yüksek olduğu gözlemlendi. CB ve EB grupları arasındaki R_a ölçümlerinde, EB grubunun daha yüksek bir değer gösterdiği belirlendi.

Disk çalışma grupları için yaşlanma sonrası yapılan testlerde, OB (0.23 ± 0.05) ve EB (0.28 ± 0.04) gruplarının R_a ölçümlerinin kontrol grubunun (0.12 ± 0.04) ölçümlerinden daha yüksek olduğu tespit edildi. Ek olarak, EB grubunun R_a ölçümü (0.28 ± 0.04), CB grubunun (0.19 ± 0.05) ölçümlerinden daha yüksek bulundu. Twist çalışma grupları için yapılan testlerde, CB (0.37 ± 0.06), OB (0.41 ± 0.08) ve EB (0.46 ± 0.05) gruplarının R_a ölçümlerinin kontrol grubunun (0.12 ± 0.04) ölçümlerinden daha yüksek olduğu belirlendi. Twist gruplarının R_a ölçümleri, disk gruplarının R_a ölçümlerinden daha yüksektir. Tüm gruplarda, yaşlanma sonrası R_a ölçümleri, yaşlanma öncesi R_a ölçümlerinden daha yüksek bulundu. Disk ve twist grupları arasında zaman açısından R_a ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edildi ($p<0.05$).

Tablo 4

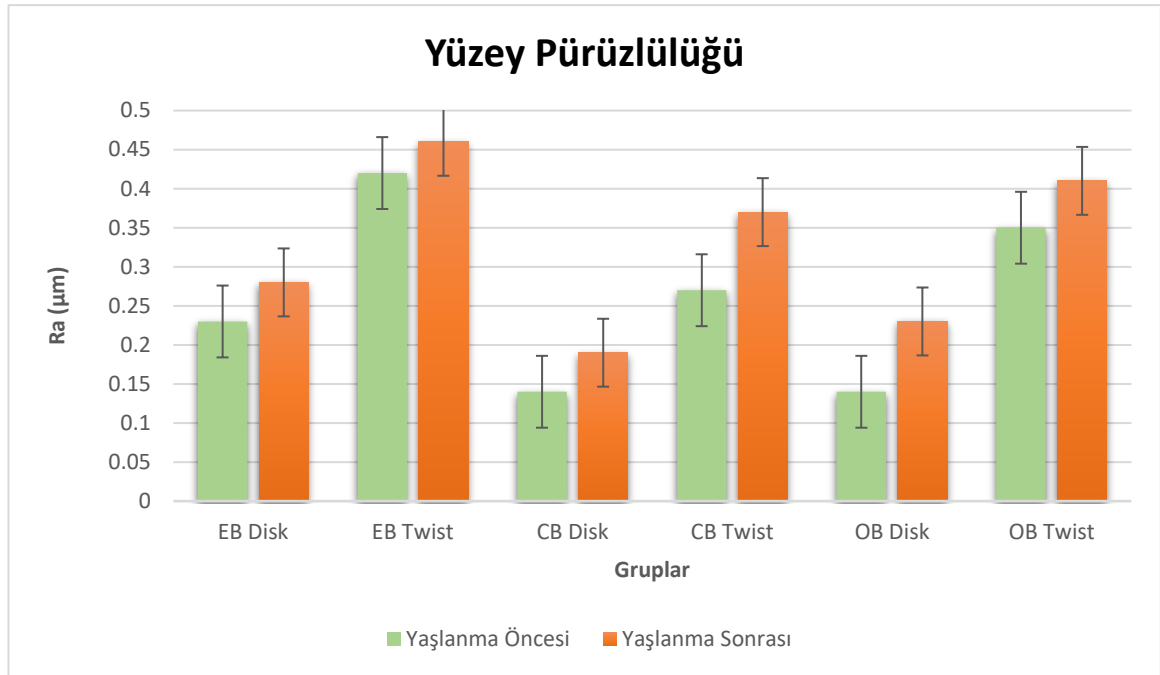
Yaşlandırma öncesi ve sonrasında alınan yüzey pürüzlülük değerlerinin (Ra) karşılaştırılması

Materyal	Cila Sistemi	Yaşlanma Öncesi	Yaşlanma Sonrası	p- değeri
EB	Disk	0,23±0,05 ^b	0,28±0,04 ^b	<0,001*
	Twist	0,42±0,05 ^A	0,46±0,05 ^A	
CB	Disk	0,14±0,05 ^a	0,19±0,05 ^a	<0,001*
	Twist	0,27±0,08 ^B	0,37±0,06 ^A	
OB	Disk	0,14±0,05 ^a	0,23±0,05 ^b	<0,001*
	Twist	0,35±0,05 ^A	0,41±0,08 ^A	

Tabloda ölçüm zamanları arasındaki farkların ortalaması ± standart sapma değerleri sunulmuştur ($p \leq 0.05$). Farklı harfler, aynı sütun içinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları belirtir. Küçük harfler "disk grupları"nı, büyük harfler "twist grupları"nı ifade eder. Kısaltmalar: "EB" Estelite Bulk Fill Flow, "CB" Charisma Flow ONE, "OB" Omnicroma Bulk Fill.

Şekil 31

Cila işlemi uygulandıktan sonra yaşlandırma öncesi ve sonra örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri



Renk Bulguları

Tüm örneklerin ΔE_{00} değerleri; yaşlandıktan, kahve ile renklendirildikten ve tekrar cilalandıktan sonra alındı (Tablo 5, Şekil 32). Disk ve twist grupları için yaşlandıktan sonra, kahve ile renklendirme ve tekrar cilalama sonrasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlendi ($p < 0.05$). Her iki grupta da, önemli bir renk değişikliğine rağmen, CB grubu klinik olarak kabul edilebilir aralıkta bir değer sergiledi. Disk çalışma grupları için yapılan ΔE_{00} testlerine göre, yaşlandıktan sonra OB (3.06 ± 0.54), EB (1.83 ± 0.42) ve CB (1.56 ± 0.32) gruplarının renklendirme ölçümleri kontrol grubunun (1.26 ± 0.25) renklendirme ölçümünden daha yüksek bulundu. Twist çalışma grupları için yapılan testlere göre, yaşlandıktan sonra OB (3.05 ± 0.41), EB (1.78 ± 0.39) ve CB (1.62 ± 0.45) gruplarının renklendirme ölçümleri kontrol grubunun (1.26 ± 0.25) renklendirme ölçümünden daha yüksek bulundu. OB grubu, yaşlandıktan sonra yapılan ölçümler arasında en yüksek ΔE_{00} değerini gösterdi ve hem disk hem de twist cilalama yöntemleri klinik olarak kabul edilemez

aralıkta değerler verdi. Hiçbir test edilen örnek, kahve ile renklendirme sonrasında klinik olarak kabul edilebilir bir değer göstermedi. Tüm örneklerde, twist gruplarının renklendirme ölçümü, disk gruplarının renklendirme ölçümünden daha yüksek bulundu. OB grubu, disk ve twist cilalama sonrası örneklerden sonra kahveyle renklendirildikten sonra en yüksek ΔE_{00} değerini gösterdi. Tekrar cilalandıktan sonra, sadece CB grubu, disk ve twist gruplarının klinik olarak kabul edilebilir eşiklerine göre renklendirme ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdi.

Tablo 5

Cila sistemlerinin yaşlandırma, renklendirme ve yeniden cila işlemi sonrasında karşılaştırılması

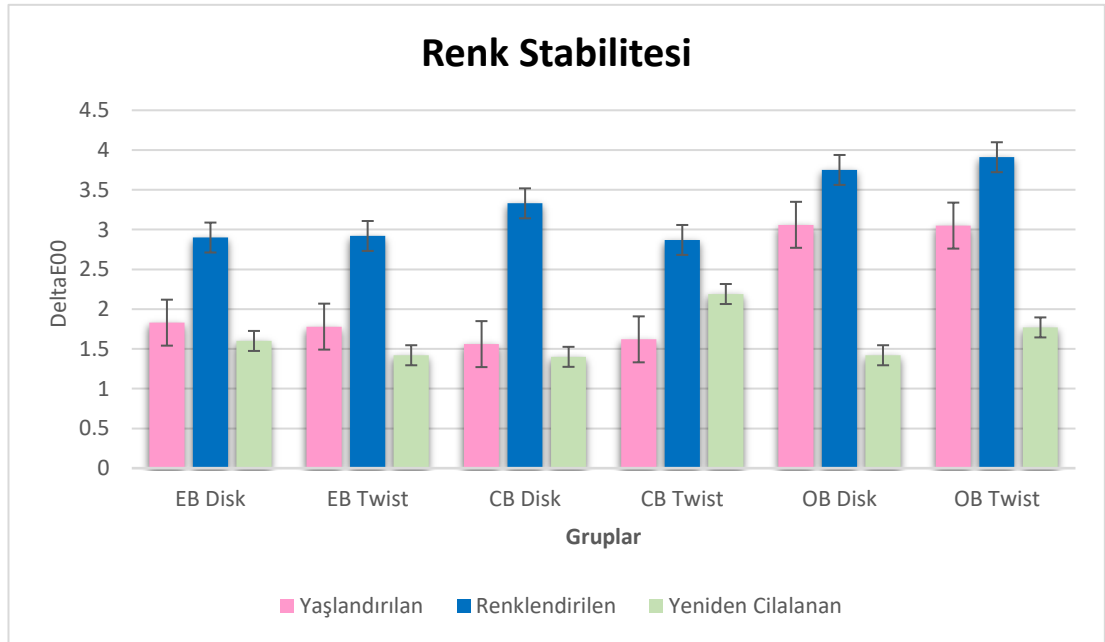
Materyal	Cila Sistemi	Yaşlanma (SD)	p-değeri	Renklenme (SD)	p- değeri	Yeniden Cila (SD)	p- değeri
EB	Disk	1,83±0,42 ^a	0,515	2,90±0,45 ^a	0,906	1,60±1,27 ^a	0,293
	Twist	1,78±0,39 ^A		2,92±0,66 ^A		1,42±0,72 ^A	
CB	Disk	1,56±0,32 ^a	0,654	3,33±0,8 ^a	0,128	1,40±0,58 ^a	0,013*
	Twist	1,62±0,45 ^A		2,87±0,87 ^A		2,19±1,02 ^A	
OB	Disk	3,06±0,54 ^b	0,930	3,75±0,70 ^b	0,445	1,42±0,76 ^a	0,293
	Twist	3,05±0,41 ^B		3,91±0,57 ^B		1,77±1,05 ^A	

Not: Tabloda ölçüm zamanları arasındaki farkların ortalaması ± standart sapma değerleri sunulmuştur ($p \leq 0.05$). Farklı harfler, aynı sütun içinde istatistiksel olarak anlamlı

farklılıkları belirtir (Küçük harfler "disk grupları"nı, büyük harfler "twist grupları"nı ifade eder). Kısaltmalar: 'EB' Estelite Bulk Fill Flow, 'CB' Charisma Flow ONE, 'OB' Omnichroma Bulk Fill.

Şekil 32

Cila işlemi uygulanan örneklerin, yaşlandırma öncesi ve sonra, kahve ile renklendirme sonrası ve yeniden cila işlemi sonrası elde edilen ortalama renk stabilitesi değerlerinin grafik üzerinde gösterilmesi



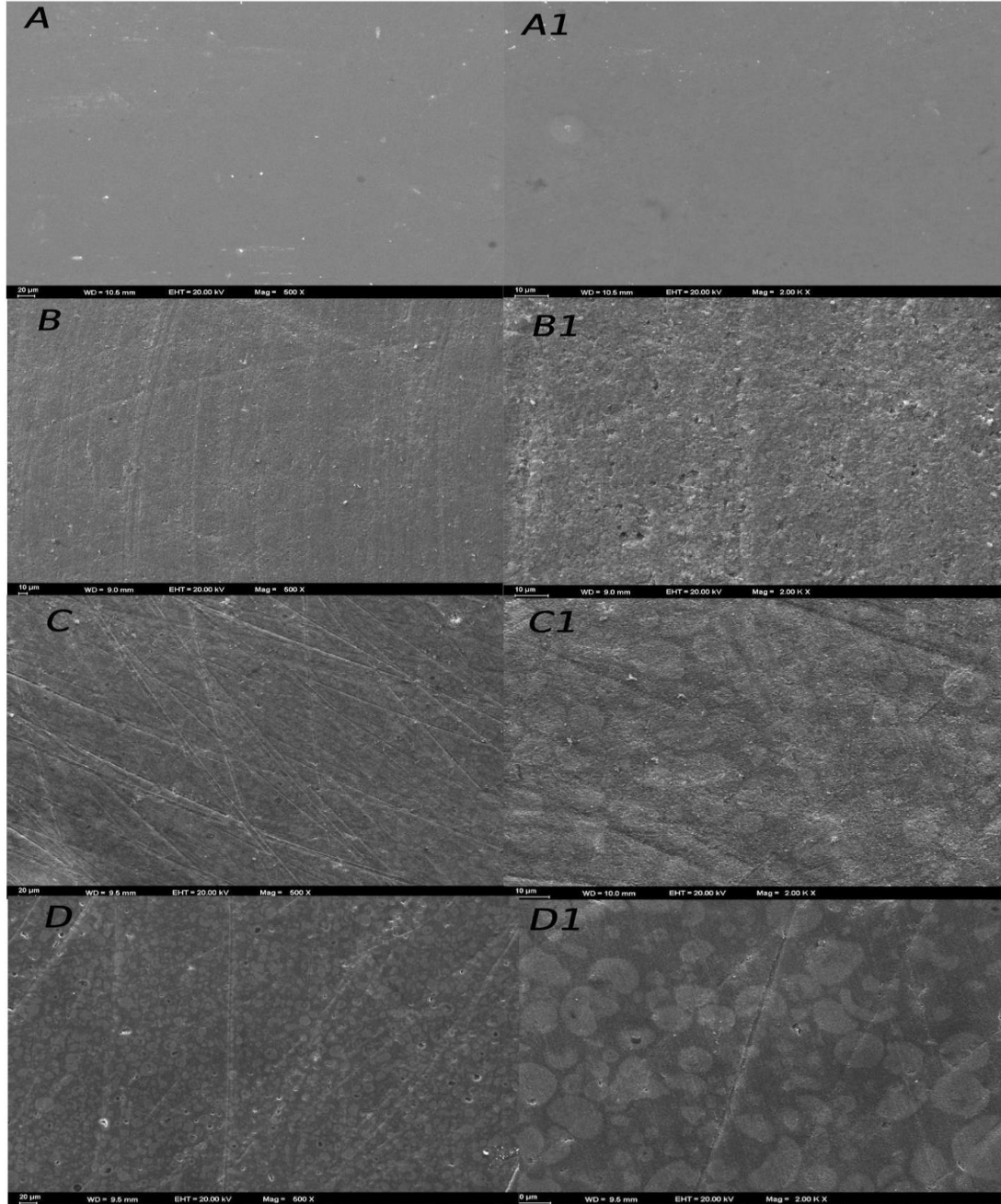
SEM Bulguları

Farklı restoratif malzemelerin kombinasyonları için belirgin yüzey topografyaları gözlemlendi. Malzemelerin SEM görüntüleri Şekil 5 ve 6'da verilmiştir. SEM gözlemleri, Mylar bant ile polimerize edilen kompozit örneklerde daha pürüzsüz yüzeyler sağlandığını doğrulamaktadır (Şekil 5(A ve A1)). Cilalanmış kompozit yüzeylerinin analizi, disk kullanımının, cilalama sırasında çiziklere neden olduğunu göstermiştir. Bu çizikler, muhtemelen disk kenarlarından kaynaklanmaktadır (Şekil 5(B ve B1, C ve C1, D ve D1)). Bununla birlikte, twist kullanımı (Şekil 6(E ve E1, F ve F1, G ve G1)) disklerden daha düzensiz ve pürüzlü bir yüzey bitişi sağlamıştır.

Çalışmada, profilometre verileri ve SEM görüntüleri genellikle birbirini destekler tarzda sonuçlar ortaya koymuştur. Mylar bant karşısında polimerize edilen ve cila işlemi uygulanmayan kontrol grubunda, pürüzsüz bir kompozit yüzey gözlemlenmiştir. Genel olarak twist ile cilalanan örnekler, disk ile cilalanmış örneklerden daha pürüzlü yüzeyler ortaya koymuştur. Cila sonrasında örneklerin bazı bölgelerinde küçük yüzey kusurları görülmekle birlikte, genellikle örnek yüzeylerinin pürüzsüz yüzeylere sahip oldukları gözlenmiştir. 2000x büyütmede, örnekler çok derin kusurlar göstermemiştir. Charisma Bulk Flow One'un disklerle cilalanması, diğer gruplara göre daha homojen bir yüzey sağlamıştır. Genellikle 500x büyütmede disklerle cilalanmış örneklerde ince çizikler görülmekle birlikte, 2000x büyütme ile yüzeyler daha detaylı olarak incelendiğinde kompozit yüzeyini bozabilecek derin çizikler çok yaygın değildir.

Şekil 33

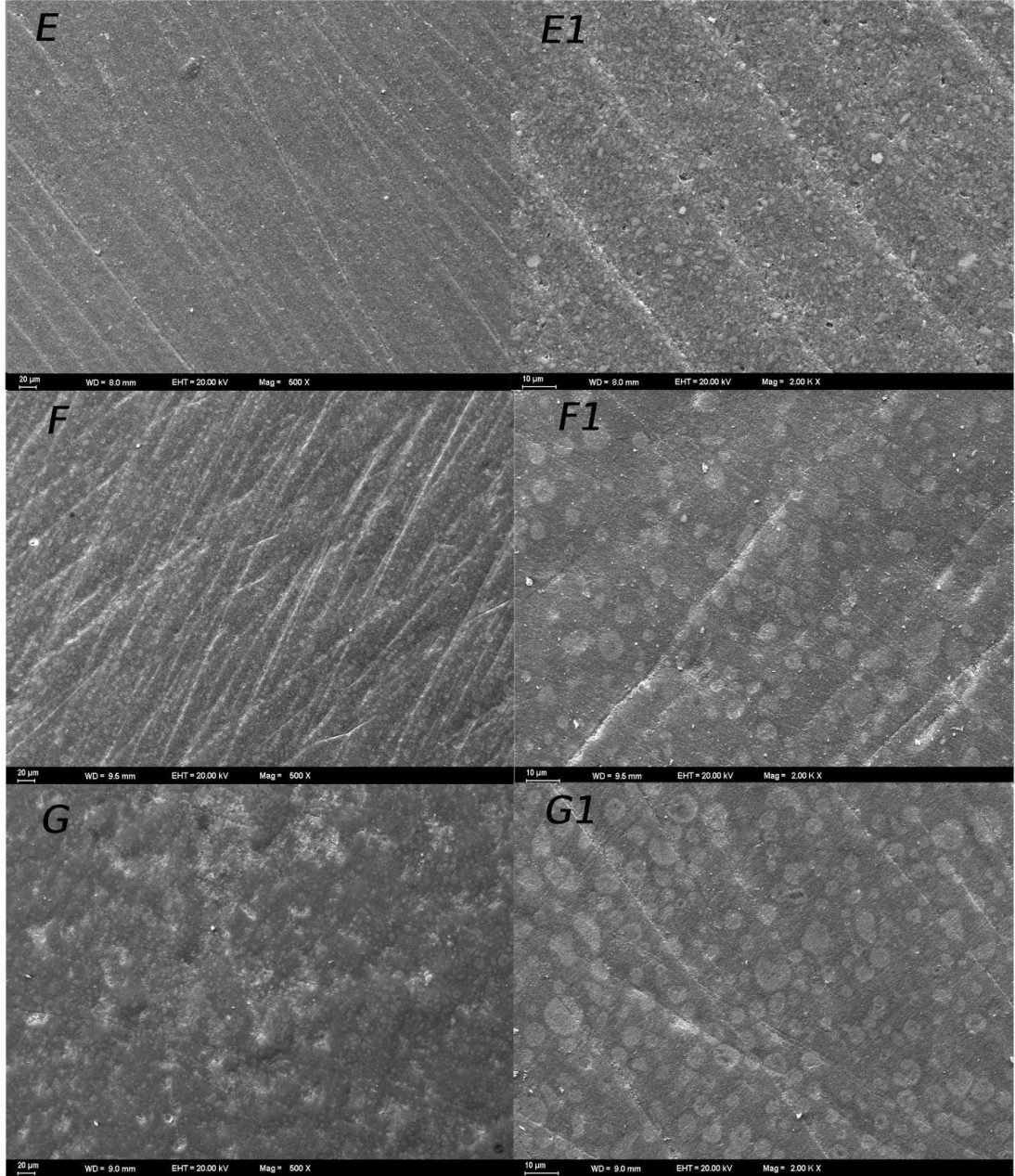
Disk ile cilalanan örneklerin 500x ve 2000x büyültme altındaki elektron mikroskobu



Not: Cilalanan örnekler sırası ile; (A): Estelite Sigma Quick 500X (Mylar), (A1): Estelite Sigma Quick 2000X (Mylar strip), (B): Charisma Bulk Flow One 500X (B1): Charisma Bulk Flow One 2000X, (C): Omnichroma Flow Bulk 500X (C1): Omnichroma Flow Bulk 2000X, (D): Estelite Bulk Flow 500X (D1): Estelite Bulk Flow 2000X.

Şekil 34

Twist ile cilalanan örneklerin 500x ve 2000x büyültme altındaki elektron mikroskobu görüntüleri



Not: Cilalanan örnekler sırası ile; (E): Charisma Bulk Flow One 500x (E1): Charisma Bulk Flow One 2000x, (F): Omnichroma Fill Bulk 500x (F1): Omnichroma Fill Bulk 2000x, (G):Estelite Bulk Fill Flow 500x (G1): Estelite Bulk Fill Flow 2000x.

BÖLÜM V

Tartışma

Literatürde kompozit restorasyonların cilalanması için birçok bitirme ve cila sistemi önerilmiştir (Choi vd.,2005; Antonson vd.,2011; Can Say vd.,2014). Ancak konuyla ilgili literatür taramasında, OB ve CB gibi yeni nesil tek renk tonlu bulk-fill kompozit rezinlerin diskler ve iki aşamalı elmas içerikli yeni cila sistemleri ile cilalanmış yüzeylerinin optik özelliklerinin karşılaştırıldığı herhangi bir çalışma bulunamamıştır.

Araştırma sonuçlarımız, farklı cila sistemlerinin bulk-fill kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi üzerinde etkisi olduğunu gösterdiği için 1. ve 2. hipotezler kabul edilmiştir. Aynı şekilde, tek renk tonlu ve çok renk tonlu bulk-fill kompozitlerin yüzey pürüzlülükleri arasında istatistiksel fark olduğundan 3. hipotez de kabul edilmiştir. Tek renk tonlu ve çok renk tonlu bulk-fill kompozitlerin renk stabilitesi açısından farklı olduğunu belirten 4. hipotez de kabul edilmiştir.

Kompozit rezinler ağız içinde uygulandıktan sonra yaşlanmaya başlar. Bu klinik durumu daha hassas bir şekilde taklit etmek için tüm test edilen örnekler bir yaşlanma sürecine tabi tutulmuştur. Literatürde yaşlandırma çalışmalarında 10.000 termal döngünün bir yıllık klinik işlevle eşdeğer olduğu bildirilmiştir (Morresi vs.,2014). Ancak diş hekimlerinin genellikle hastalar için yılda iki kez diş kontrolü düzenlediğini gözönüne alan Elmarsafy ve diğerlerinin çalışmalarında örneklerini 5.000 termal döngü ile yaşlandırarak altı aylık klinik işlevi taklit etmişlerdir (Elmarsafy& Hussein,2023). Benzer şekilde, çalışmamızda da kompozit rezinlerin altı aylık ağız içi kullanım sonrası durumunu değerlendirmek için örnekler 5.000 termal döngü ile yaşlandırıldı.

Kompozit rezinlerin optik ve mekanik özellikleri, ağız içi çevresel koşullara maruz kaldıklarında değişebilir. Çeşitli dışsal ve içsel faktörler, restorasyonların kalitesini ve renk stabilitesini etkileyebilir, bu da lekelere yol açabilir (Luo & Rigg, 2001; Paolone vd.,2022). Literatüre göre, kahve, çay ve şarap gibi içecekler kompozitlerde leke oluşturabilir (Türkün&Türkün, 2004; Ertas vd.,2006). Hasanain yapmış olduğu çalışmada; içecek tüketimini altı ay boyunca simüle edecek şekilde örneklerini 6 gün boyunca seçtikleri içekte bekletmiştir (Hasanain,2022). Ertas ve Hasanain'in yapmış oldukları çalışmalarındaki gibi,

çalışmamızda örnekler kahve solüsyonunda 6 gün boyunca renklendirildi (Ertas vd.,2006; Hasanain,2022).

Akışkan kompozit rezinlerde organik matris oranı artarken doldurucu partikül miktarı azalır. Bu, daha yüksek su emilimine ve dolayısıyla daha fazla renklenmeye neden olabilir. Sonuç olarak, çalışmamızda akışkan rezin kompozit olan OB grubu, nanohibrit kompozit rezin Estelite Sigma Quick'e kıyasla diğer test edilen akışkan kompozit rezinler arasında daha fazla renklenme göstermiştir. İpek & Bilge, çeşitli kompozit rezinlerin renk stabilitesini yaygın içeceklerde test ettikten sonra, akışkan kompozit grubu Omnichroma Bulk Flow'un daha fazla renk değişikliği gösterdiğini bulmuşlardır. Bu sonuç, bizim bulgularımızla da uyumludur (Ipek&Bilge, 2024). Ayrıca, OB'nin büyük doldurucu boyutuna rağmen, disklerle parlatıldığında daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermesinin nedeni homojen küresel yapısından kaynaklanmış olabilir.

Kompozit restorasyonların estetiğini geri kazanmak için yeniden cilalama iyi bir seçenek olabilir. Bu çalışmanın son hipotezi olan 5. hipotez; kahve lekeli kompozit rezinlerin yeniden cilalandığında renklerini iyileştirdiği doğrulanmıştır. Kahve lekeli EB ve OB örneklerinin disk ve twist sistemleri ile, CB örneklerinin ise yalnızca disklerle tekrar cilalanması, bu kompozitlerin klinik olarak kabul edilebilir bir renk stabilitesine yeniden ulaşmasını sağlamıştır. Ancak, twist ile parlatma sistemi, kahve lekeli Charisma Bulk Flow One'ın rengini iyileştirmiş olsa da, elde edilen değerler klinik olarak kabul edilebilir seviyenin üzerinde kalmıştır. Bu durum, twist cila sistemlerinin estetik beklentinin yüksek olduğu klinik durumlarda kullanımını sınırlayabilir.

Bazı çalışmalarda, mylar bant altında polimerize edilen kompozit rezinlerin en düşük yüzey pürüzlülük değerlerini gösterdiği belirtilmiştir (Venturini vd.,2006 ; Erdemir & Yıldız,2012; Chowdhury vd.,2023). Estelite Sigma Quick, mylar bant altında polimerize edildiğinde en düzgün yüzeyi göstermiştir (Alqarni vd.,2021). Kontrol grubumuzun sonuçları yaşlanma öncesi ve sonrası en düşük yüzey pürüzlülük değerlerini sergilemiştir ve bu sonuçlar önceki çalışmalarla uyumludur.

Disk grupları incelendiğinde, R_a değerleri hem yaşlanma öncesi hem de sonrasında klinik olarak kabul edilebilir eşik değerinde bulundu. OB ve CB grupları arasında bir fark yokken, EB grubunun R_a ölçümü bu iki grubun üzerinde bir değer sergiledi. Twist grupları analiz edildiğinde ise, üç test grubunun R_a değeri hem

yaşlanma öncesi hem de sonrası eşik değerinde bulunmuştur.

Kompozit rezinlerin cilalanabilirliği genellikle yapısal özelliklerine ve birçok farklı faktöre bağlıdır. Ancak, R_a 'nın sadece restoratif malzemenin türüne bağlı olmadığı, kullanılan cila sistemlerinin de R_a üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Pratten & Johnson, 1988). Cila materyalinin içeriği, aşındırıcının sertliği ve tane büyüklüğü yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkilidir. Bitirme ve cila süreçlerinde yüzeyin bir kısmının kaldırılması, mikro çatlaklara ve düzensizliklere neden olabilir (Sarac vd., 2006). Cila işlemi her aşama için özelleştirilmiş olup, aşırı sert kompozitlerde bile optimal sonuçlar sağlamaktadır.

Yapılan literatür taramalarına göre, alüminyum oksit içeren esnek disklerin, kompozit rezin restorasyonlarında en düzgün yüzeyleri oluşturduğu gözlemlenmiştir (Ishii vd., 2020 ; Filiz vd., 2023). Bu çalışmada, alüminyum oksit partikülleri ile kaplanmış Super-Snap diskler ve elmas içeren Diacomp plus Twist kullanılmıştır. Super-Snap diskler, kompozit restorasyonlarda yüksek parlaklık elde etmek için kullanılan aşındırıcı disklerdir. Bu aşındırıcı diskler, Mohs sertlik derecesi 9 olan alüminyum oksit parçacıklarına sahiptir, bu da onları test edilen malzemelerden dolgu partiküllerini ve rezin matrisini homojen bir şekilde çıkarmak için ideal kılar (Mukhija vd., 2012; Ishii vd., 2020). Tepe ve diğerleri, Super-Snap disklerle cilalama sonrası $0.3\mu\text{m}$ 'nin altında R_a değerleri rapor etmişlerdir (Tepe vd., 2023). Benzer şekilde çalışmamızda Super-Snap disklerle cilalanan örnekler, daha düşük R_a değerleri gösterdi. Bununla birlikte, Diacomp plus Twist, elmas içeren iki aşamalı bir cila sistemidir. Mohs sertliği 10 olan bu sert elmas aşındırıcılar, disklerle cilalanan gruplardan daha pürüzlü yüzeyler oluşturdu. Twist'in sert elmas aşındırıcıları, dimetakrilat esaslı kompozit rezin yüzeylerinde daha derin çiziklere neden olabildiği ve incelenen materyallerde pürüzlülüğü arttırabileceği bildirilmiştir (Mukhija vd., 2012).

Çalışmamızda SEM bulguları değerlendirildiğinde; tüm kompozit rezin gruplarında disklerle cilalanan örneklerin, twist ile parlatılan örneklerden daha düzgün yüzeyler gösterdiği görülmüştür. Araştırma sonuçlarımız; profilometre ile kaydedilen yüzey pürüzlülüğü bulguları ile SEM incelemeleri arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur.

Kompozit rezinlerin renk özelliklerini değerlendirmek için CIEDE2000 (ΔE_{00}) formülü kullanılır (Luo & Rigg, 2001; Pérez vd., 2007). Renk farkı

formülünün amacı, belirli deneysel koşullar altında renkli örnekler çiftleri arasındaki algılanan renk farkını (ΔE) nicel bir şekilde sunmaktır. Algılanabilirlik, diş ve restorasyon arasındaki renk farkını ayırt etmeye bağlıdır, kabul edilebilirlik ise diş renginin görsel uyumuyla ilgilidir. Algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik için eşik değerleri sırasıyla 0.8 ve 1.8'dir (Paravina vd., 2015).

Bu çalışmada, kontrol grubunun yaşlanma öncesi ve sonrası ΔE_{00} değerleri incelendiğinde, diğer gruplardan istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. OB grubu dışında, tüm diğer disk ve twist grupları klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} değerleri sergilemiştir.

Kahve solüsyonunda renklendirildikten sonra disk ve twist gruplarının ΔE_{00} değerlerine bakıldığında, tüm grupların görsel olarak algılanabilir eşik değerini aştığı ve klinik olarak kabul edilemez hale geldiği görülmüştür. Su emilimi, kompozit rezin ve matris arasındaki arayüzde mikro çatlaklara neden olarak, boşluklarda leke penetrasyonuna ve renginin değişmesine yol açabilir (Bagheri& Burrow, 2007). Ağız içi koşullarda, kompozit rezinler kahvedeki renk vericiler nedeniyle rezin yüzeyine emilim ve absorpsiyon yapabilir ve sonuç olarak istenmeyen renk değişikliklerine neden olabilir (Anfe vd.2011).

Yeniden cila işlemi, restorasyon yüzeylerindeki dış renklenmeyi düzeltmek için minimal invaziv bir yöntemdir. Bu yöntem, dış renklenmeye maruz kalan kompozit rezinlerin değiştirilmesini önleyebilir (Mundim vd.2010 ; Anfe vd.2011). Bu çalışmada, disklerle yeniden cila işlemi yapılan tüm örnekler başarılı olmuş ve klinik olarak kabul edilebilir seviyeye ulaşmıştır.

Bu in vitro çalışma, kısıtlamaları dahilinde, tek renkli ve çok renkli bulk-fill kompozitler üzerinde cila sistemlerinin etkisini incelemiştir. Ancak, farklı cila sistemleri kullanılarak in vivo ve in vitro çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır. Ayrıca, bu çalışmada cilalanmış örneklerin yaşlandırma sürecinden önceki SEM bulguları incelenmiştir. Gelecekteki araştırmalar, hem cilalanmış hem de cilalanmamış örneklerin yaşlandırma öncesi ve sonrası SEM analizlerini inceleyebilir. Bir diğer sınırlama ise çalışmada sadece kahve kullanılarak renk değişikliğinin araştırılmasıdır. Farklı çözeltilerin kompozit rezinlerin renk değişikliği üzerindeki etkisi gelecekteki çalışmalarda araştırılabilir. Son olarak, literatürde tek renk tonlu bulk-fill kompozitler üzerine yapılan çalışmaların azlığı, bu kompozit rezinlerin üzerine daha fazla araştırma yapılması gerektiğini göstermektedir.

BÖLÜM VI

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada; tek ve çok renk tonlu bulk-fill kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi üzerinde iki farklı cila sisteminin etkisi yaşlandırma öncesi ve sonrası araştırılmış, bunun yanısıra kahve ile renklendirilen tek ve çok renk tonlu bulk-fill kompozit rezinlerin yeniden cilalanmasının renk stabilitesi üzerindeki etkisi de incelenerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Yaşlandırma ve kahve ile renklendirme, kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesini önemli ölçüde etkilemektedir.
- Kullanılan cila materyali kompozit rezinin yüzey özelliklerinde oldukça etkili olmuştur. Çok aşamalı Super-Snap disklerle cilalanan bulk-fill rezinler iki aşamalı Diacomp plus Twist ile cilalanan örneklerden daha pürüzsüz yüzeyler sergilemişlerdir.
- Kahve ile lekelenmiş restorasyonlara yeniden cila yapılması, restorasyonların yüzey kalitesini değiştirmeye yardımcı olmuştur. Ancak yeniden cilalama işlemi; iki aşamalı twist ile cilalanan CB grupları hariç, diğer bulk-fill kompozitlerde lekeleri tamamen ortadan kaldırmak ve renklenmeyi klinik olarak kabul edilebilir bir seviyeye getirmek için yeterli olmuştur.
- 10 Mohs sertliğine sahip elmas içerikli, iki aşamalı cilalama sistemi Diacomp plus Twist, kahveyle lekelenmiş metakrilat bazlı kompozit rezinlerin yeniden cilalanması için tercih edilebilir ve renkleşmiş kompozit klinik olarak kabul edilebilir bir seviyeye geri dönebilir.
- Diskler ile yapılan cila ile kıyaslandığında; iki aşamalı Diacomp plus twist sistemi ile yapılan yeniden cilalama işlemi, EB kompozit rezinin yüzeyinde renk değişimi açısından en iyi sonuçları ortaya çıkarmıştır.

-Çalışmanın sınırlılıkları dahilinde yüzey düzensizliklerinin ağız ortamında renk değişikliklerine neden olma sorununu ele almak için çeşitli cila yöntemleriyle daha fazla araştırmaya ve daha fazla in vivo ve ek in vitro çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, ağız ortamındaki mekanik stresler, pH değişiklikleri ve enzimatik aktivite gibi faktörlerin etkisi de ayrıntılı olarak araştırılmalıdır.

Kaynaklar

- Alnusayri, M.; Sghaireen, M.; Mathew, M.; Alzarea, B.; Bandela, V. (2022). Shade Selection in Esthetic Dentistry: A Review. *Cureus*, 14, e23331.
- Alqarni, D., Alghamdi, A., Saad, A., Alzahrani, A. A., & Hosaka, K. (2021). Effect of surface polishing on nano-hardness and elastic modulus of different resin composites after immersion in alcoholic medium. *Journal of Composites Science*, 5(12), 327. <https://doi.org/10.3390/jcs5120327>
- Amaechi, B.T. (2019). Protocols to Study Dental Caries In Vitro: pH Cycling Models. In: Papagerakis, P. (eds) *Odontogenesis. Methods in Molecular Biology*, vol 1922. Humana Press, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9012-2_34
- Anfe, T. E., Agra, C. M., & Vieira, G. F. (2011). Evaluation of the possibility of removing staining by repolishing composite resins submitted to artificial aging. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(4), 260–267. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00435.x>
- Antonson, S. A., Yazici, A. R., Kilinc, E., Antonson, D. E., & Hardigan, P. C. (2011). Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *Journal of Dentistry*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.01.006>
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (Eds.). (2012). *Phillips' science of dental materials*. Elsevier Health Sciences.
- Aslan, H., Başoğlu, M. S., İlknur, A. E., Özbay, C., et al. (2012). Atomik kuvvet mikroskopu veterayıcı elektron mikroskopuyla timpanosklerotik plakların analizi. *Journal of Medical Updates*, 2(3).
- Atasayar, E., & Ulusoy, N. (2023). The effect of blocker application on color matching of different colored composite resin systems. *Materials*, 16(14), 4954. <https://doi.org/10.3390/ma16144954>

- Augusto, M.G.; de Andrade, G.S.; Mathias-Santamaria, I.F.; Dal Piva, A.M.d.O.; Tribst, J.P.M.(2022). Comparison of Polishing Systems on the Surface Roughness of Resin Based Composites Containing Different Monomers. *Journal of Composites Science*. 6, 146.
<https://doi.org/10.3390/jcs6050146>
- Aytac, F., Karaarslan, E. S., Agaccioglu, M., Tastan, E., Buldur, M., &Kuyucu, E. (2016). Effects of novel finishing and polishing systems on surface roughness and morphology of nanocomposites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28(4), 247–261.
<https://doi.org/10.1111/jerd.12215>
- Bagheri, R., Tyas, M. J., & Burrow, M. F. (2007). Subsurface degradation of resin-based composites. *Dental Materials*, 23(8), 944–951.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.06.035>
- Barutçigil, Ç., & Yıldız, M. (2012). Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and Silorane based composites. *Journal of Dentistry*, 40.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.12.017>
- Bilgili, D., DüNDAR, A., Barutçugil, Ç., Tayfun, D., & Özyurt, Ö. K. (2020). Surface properties and bacterial adhesion of bulk-fill composite resins. *Journal of Dentistry*, 95, 103317.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103317>
- Bollenl, C. M., Lambrechts, P., & Quirynen, M. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental materials*, 13(4), 258-269.
- Brewer, J. D., Wee, A., & Seghi, R. (2004). Advances in color matching. *Dental Clinics of North America*, 48(2), 341–358.
<https://doi.org/10.1016/j.cden.2004.01.004>

- Bucuta, S., & Ilie, N. (2014). Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clinical oral investigations*, 18, 1991-2000.
- Butterfield, N., Rowe, P. M., Stewart, E., Roesel, D., & Neshyba, S. (2017). Quantitative three-dimensional ice roughness from scanning electron microscopy. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 122(5), 3023-3041.
- Can Say, E., Yurdagüven, H., Yaman, B. C., & Özer, F. (2014). Surface roughness and morphology of resin composites polished with two-step polishing systems. *Dental Materials Journal*, 33(3), 332-342.
<https://doi.org/10.4012/dmj.2013-287>
- Chen, H., & Liu, Y. (2014). Teeth. *Advanced Ceramics for Dentistry*, 5(21). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394619-5.00002-X>
- Chen, H., Huang, J., Dong, X., Qian, J., He, J., Qu, X., & Lu, E. (2012). A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 43(8), 649-659.
- Choi, M.-S., Lee, Y.-K., Lim, B.-S., Rhee, S.-H., & Yang, H.-C. (2005). Changes in surface characteristics of dental resin composites after polishing. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 16(4), 347-353.
<https://doi.org/10.1007/s10856-005-0634-9>
- Chowdhury, D., Mukherjee, S., Maity, I., & Mazumdar, P. (2023). Surface roughness and microhardness evaluation of composite resin restorations subjected to three different polishing systems immediately and after 24 h: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 26(6), 639-645. https://doi.org/10.4103/jcde.jcde_106_23
- Condon JR, Ferracane JL. 2000. Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. *J Am Dent Assoc.*;131(9):497-503

- Corcodel, N., Rammelsberg, P., Jakstat, H., Moldovan, O., Schwarz, S., & Hassel, A. J. (2010). The linear shade guide design of Vita 3D-master performs as well as the original design of the Vita 3D-master. *Journal of oral rehabilitation*, 37(11), 860-865.
- Costa, J., Fox, P., & Ferracane, J. (2010). Comparison of Various Resin Composite Shades and Layering Technique with a Shade Guide. *Journal of Oral Rehabilitation*, 37(1), 114-124. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2010.00322.x>
- Craig, R. G., Powers, J. M., & Sakaguchi, R. L. (2006). *Craig's restorative dental materials 13th edition*. St. Louis, Mo: Mosby Elsevier
- Çelik, Ç. (2017). Güncel kompozit rezin sistemler. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*, 3(3), 128-137.
- Dantas, D. C. B., Mathias, I. F., Borges, A. B., Torres, C. R. G., & Caneppele, T. M. F. (2018). Effects of artificial accelerated aging on the optical properties of resin composites. *Bioscience Journal*, 1105–1113. <https://doi.org/10.14393/bj-v34n2a2018-39497>
- Elmarsafy, S., Abdelwahab, S., & Hussein, F. (2023). Influence of polishing systems on surface roughness of four resin composites subjected to thermocycling aging. *Dental Research Journal*, 20(1), 35. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.372652>
- El-Rashidy, A. A., Abdelraouf, R. M., & Habib, N. A. (2022). Effect of two artificial aging protocols on color and gloss of single-shade versus multishade resin composites. *BMC Oral Health*, 22(1), 321. <https://doi.org/10.1186/S12903-022-02351-7/TABLES/8>
- Erdemir, U., Sancakli, H. S., & Yildiz, E. (2012). The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. *European Journal of Dentistry*, 06(02), 198–205. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1698951>
- Ersen, K. A., Gürbüz, Ö., & Özcan, M. (2020). Evaluation of polymerization shrinkage of bulk-fill resin composites using microcomputed tomography. *Clinical oral investigations*, 24, 1687-1693.

- Ertas, E., Güler, A. U., Yücel, A. Ç., Köprülü, H., & Güler, E. (2006). Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*, 25(2), 371–376.
<https://doi.org/10.4012/dmj.25.371>
- Fidan, M., & Dereli, Z. (2021). Translüsensi Özelliğinin Polisaj Uygulanan Kompozit Rezinlerde Cielab ve Ciede Renk SistemlerineGöre Karşılaştırılması.
- Filiz, H., Avunduk, A. T. E., & Yanardağ, E. C. (2023). Diş hekimliğinde yüzey pürüzlülüğü araştırma yöntemleri: derleme makalesi. *Uşak Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2(2), 28-35.
- Fondriest, J. (2004). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 91(6), 553.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2004.03.015>
- Fontes, S. T., Fernández, M. R., Moura, C. M., & Meireles, S. S. (2009). Color stability of a nanofill composite: Effect of different Immersion Media. *Journal of Applied Oral Science*, 17(5), 388–391.
<https://doi.org/10.1590/s1678-77572009000500007>
- Freitas, F., Pinheiro de Melo, T., Delgado, A. H., Monteiro, P., Rua, J., Proença, L., Caldeira, J., Mano Azul, A., & Mendes, J. J. (2020). Varying the polishing protocol influences the color stability and surface roughness of bulk-fill resin based composites. *Journal of Functional Biomaterials*, 12(1), 1.
<https://doi.org/10.3390/jfb12010001>
- Ghinea, R., Ugarte-Alvan, L., Yebra, A., Pecho, O. E., Paravina, R. D., & del Mar Perez, M. (2011). Influence of surface roughness on the color of dental resin composite. *J Zhejiang Univ-Sci B (Biomed & Biotechnol)*, 12(7), 552–562. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1000374>
- Gómez-Polo, C., Muñoz, M. P., Lorenzo Luengo, M. C., Vicente, P., Galindo, P., & Martín Casado, A. M. (2016). Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(1), 65–70.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.07.001>

- Hasanain, F. A. (2022). Effect of Ageing, Staining and Polishing on the Colour Stability of a Single, a Group Shade and Nano Fill Dental Composite: An In vitro Study. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 16(7).
<https://doi.org/10.7860/jcdr/2022/57606.16627>
- <https://www.kulzer.com/int2/en/products/charisma-bulk-flow-one.html>
- <https://www.tokuyama-us.com/estelite-bulk-fill-flow-dental-composite/>
- Igiel, C.; Lehmann, K.M.; Ghinea, R.; Weyhrauch, M.; Hangx, Y.; Scheller, H.; Paravina, R.D. (2017). Reliability of visual and instrumental color matching. *J.Esthet. Restor. Dent.* 29, 303–308.
- Ilie, N., Bucuta, S., & Draenert, M. (2013). Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Operative dentistry*, 38(6), 618-625.
- Ipek, İ., & Bilge, K. (2024). The effect of different liquids on the surface roughness and color stability of single shade and nanohybrid resin composites: An AFM and SEM analysis. *Microscopy Research and Technique*. <https://doi.org/10.1002/jemt.24586>
- Ishii, R., Takamizawa, T., Tsujimoto, A., Suzuki, S., Imai, A., Barkmeier, W., Latta, M., & Miyazaki, M. (2020). Effects of finishing and polishing methods on the surface roughness and surface free energy of bulk-fill resin composites. *Operative Dentistry*, 45(2). <https://doi.org/10.2341/18-246-1>
- Iyer BDS, R., Rajendra Babani BDS, V., Yaman DDS, P., Dennison DDS, J., & Joseph Dennison, C. (2020). Color match using instrumental and visual methods for single, group, and multi-shade composite resins.
<https://doi.org/10.1111/jerd.12621>
- İnan, H., Tamam, E., & Bağış, B. (2008). Tam protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerinin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. *Selçuk Üniv Dışhek Fak Derg*, 17(3), 171-6.

- İskender, N., Ersöz, B., Aydın, N., Karaoğlanoğlu, S., & Oktay, E. A. (2021). Investigation of water absorption and color change of indirect composite resins. *European Annals of Dental Sciences*.
<https://doi.org/10.52037/eads.2021.0021>
- Jang, J. H., Park, S. H., & Hwang, I. N. (2015). Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill resin composites and highly filled flowable resin. *Operative dentistry*, 40(2), 172-180.
- Jefferies SR,(2007) Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry:A state-of-the-art review.*Dent Clin North Am* ; 51:379-97
- Joniot S, Salomon JP, Dejou J, Gregoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative Dentistry* 2006;31 (1):39-46.
- Jouhar, R.; Ahmed, M.A.; Khurshid, Z. An Overview of Shade Selection in Clinical Dentistry. *Appl. Sci.* 2022, 12, 6841.
<https://doi.org/10.3390/app12146841>
- Kakaboura A, Fragouli, M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Material Science: Materials in Medicine*. 2007;18 (1): 155-163
- Kalra, S., Singh, A., Gupta, M., & Chadha, V. (2012). Ormocer: An aesthetic direct restorative material; An: in vitro: study comparing the marginal sealing ability of organically modified ceramics and a hybrid composite using an ormocer-based bonding agent and a conventional fifth-generation bonding agent. *Contemporary clinical dentistry*, 3(1), 48-53.
- Karadaş, M., &Demirbuğa, S. (2017). Evaluation of color stability and surface roughness of bulk-fill resin composites and nanocomposites. *Meandros Medical and Dental Journal*, 18(3), 199–205.
<https://doi.org/10.4274/meandros.36855>

- Keyf, F., Uzun, G., & Altunsoy, S. (2009). Diş hekimliğinde renk seçimi. Hacettepe Diş hekimliği Fakültesi Dergisi, 33.
- Khurshid, Z., Zafar, M., Qasim, S., Shahab, S., Naseem, M., & AbuReqaiba, A. (2015). Advances in nanotechnology for restorative dentistry. *Materials*, 8(2), 717-731. <https://doi.org/10.3390/ma8020717>
- Klaff, D. (2010). Achieving the predictable composite resin restoration: the nature of colour. *International Dentistry SA*, 12, 64-77.
- Kopperud, S. E., Staxrud, F., Espelid, I., & Tveit, A. B. (2016). The post amalgam era: Norwegian dentists' experiences with composite resins and repair of defective amalgam restorations. *International journal of environmental research and public health*, 13(4), 441.
- Krejci, I., Lutz, F., & Boretti, R. (1999). Resin composite polishing--filling the gaps. *Quintessence international*, 30(7).
- Kurtulmus Yilmaz, S., & Yilmaz, B. (2011). Hekimlerin ve Dental Teknisyenlerin VITA Toothguide 3D-Master Skalası ile Renk Seçimi Başarılarının Değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Dental*
- Luo, M. R., Cui, G., & 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>
- Lutz, F., Setcos, J. C., & Phillips, R. W. (1983). New finishing instruments for composite resins. *Journal of the American Dental Association* (1939), 107(4), 575-580.
- Mandhalkar, R., Paul, P., & Reche, A. (2023). Application of nanomaterials in restorative dentistry. *Cureus*, 15(1).
- Miletic V. (2018). Development of dental composites. In: Miletic V, editor. *Dental composite materials for direct restorations*. Cham: Springer https://doi.org/10.1007/978-3-319-60961-4_1.

- Cabadağ, Ö. G., Misilli, T., & Gönülo, N. (2021). Bulk-fill kompozit rezinlere güncel bakış. *Selcuk Dental Journal*.
- Morresi, A. L., D'Amario, M., Capogreco, M., Gatto, R., Marzo, G., D'Arcangelo, C., & Monaco, A. (2014). Thermal cycling for restorative materials: Does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 29, 295–308. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2013.09.013>
- Mukhija, B.; Kandaswamy, D.; Venkatesh, V.(2012). Surface Roughness of a nanocomposite after finishing with different polishing systems—A two dimensional profilometric evaluation. *International. J. Clin. Dent*5, 319–326
- Mundim, F. M., Garcia, L. da, & Pires-de-Souza, F. de. (2010). Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *Journal of Applied Oral Science*, 18(3), 249–254. <https://doi.org/10.1590/s1678>
- Nguyen-Tri, P.; Ghassemi, P.; Carriere, P.; Nanda, S.; Assadi, A.A.; Nguyen, .(2020). Recent Applications of Advanced Atomic Force Microscopy in Polymer Science: A Review. *Polymers* 12, 1142. <https://doi.org/10.3390/polym12051142>
- Ölmez, A., & Kisbet, S. (2012). Kompozitrezinrestorasyonlardabitirmeve polisajişlemlerindeki yeni gelişmeler. *Acta Odontologica Turcica*, 30(2), 115-22.
- Paolone, G., Formiga, S., De Palma, F., Abbruzzese, L., Chirico, L., Scolavino, S., Goracci, C., Cantatore, G., & Vichi, A. (2022). Color stability of resin based composites: Staining procedures with liquids—a narrative review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 34(6), 865–887. <https://doi.org/10.1111/jerd.12912>
- Paolone, G., Moratti, E., Goracci, C., Gherlone, E., & Vichi, A. (2020). Effect of finishing systems on surface roughness and gloss of full-body bulk-fill resin composites. *Materials*, 13(24), 5657. <https://doi.org/10.3390/ma13245657>
- Paravina, R. D., & Powers, J. M. (2004). Esthetic color training in dentistry.

- 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., Ghinea, R., Herrera, L. J., Bona, A. D., Igiel, C., Linninger, M., Sakai, M., Takahashi, H., Tashkandi, E., & Mar Perez, M. del. (2015). Color difference thresholds in Dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(S1). <https://doi.org/10.1111/jerd.12149>
- Paravina, R., Chu, S., Sailer, I., & Miesleszko, A. (2017). Color Theory. In L. Huffman (Ed.), *Color in dentistry: A clinical guide to predictable esthetics* (pp. 11–37). Quintessence Publishing Co.
- Perez, M. del, Ghinea, R., Herrera, L. J., Ionescu, A. M., Pomares, H., Pulgar, R., & Paravina, R. D. (2011). Dental Ceramics: A CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *Journal of Dentistry*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.09.007>
- Pérez, M. Del, Saleh, A., Yebra, A., & Pulgar, R. (2007). Study of the variation between cielab. DELTA.E* and CIEDE2000 color-differences of resin composites. *Dental Materials Journal*, 26(1), 21–28.
<https://doi.org/10.4012/dmj.26.21>
- Posavec, I.; Prpić, V.; 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 Stomatol. Croat.* 50, 337–347
- Pratten, D. H., & Johnson, G. H. (1988). An evaluation of finishing instruments for an anterior and a posterior composite. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 60(2), 154–158. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(88\)90306-x](https://doi.org/10.1016/0022-3913(88)90306-x)
- Rathi NV, Chandak MG, Mude GA.(2018) Comparative evaluation of dentinal caries in restored cavity prepared by galvanic and sintered burs.
Contemporary Clin Dent

- Redmond, T.; Zlatkova, M.B.; Garway-Heath, D.F.; Anderson, R.S. (2010). The effect of age on the area of complete spatial summation for chromatic and achromatic stimuli. *Investig. Ophthalmology Vis. Sci.* 51, 6533–6539.
- Rodriguez JM, Curtis R V., Bartlett DW. (2008). Surface roughness of impression materials and dental stones scanned by non-contacting laser profilometry. *Dent Mater.* 2009;25(4):500–505. doi:10.1016/j.dental. 10.003
- Sabatini, C., Campillo, M., & Aref, J. (2011). Color stability of ten resin-based restorative materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 24(3), 185–199. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00442.x>
- Sakaguchi RL, Powers JM. (2012). Restorative materials-Composites and Polymers. *Craig's Restorative Dental Materials*. 13th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; . p. 161 98.
- Sarac, D., Sarac, Y. S., Kulunk, S., Ural, C., & Kulunk, T. (2006). The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(1), 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.04.012>
- Sarafianou, A., Kamposiora, P., Papavasiliou, G., & Goula, H. (2012). Matching repeatability and interdevice agreement of 2 intraoral spectrophotometers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 107(3), 178–185.
- Schulze, K. A., Marshall, S. J., Gansky, S. A., & Marshall, G. W. (2003). Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dental Materials*, 19(7), 612–619. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(03\)00003-4](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(03)00003-4)
- Sengez, G., & Dörter, C. (2019). Estetik diş hekimliğinde renk seçimi. *Selcuk Dental Journal*, 6(2), 213–220. <https://doi.org/10.15311/selcukdentj.430209>
- Szczepaniak, M.E., Krasowski, M., Bołtacz-Rzepkowska, E. (2022). The Effect of Various Polishing Systems on the Surface Roughness of Two Resin Composites—An In Vitro Study *Coatings* 12(7), 916; <https://doi.org/10.3390/coatings12070916>

- Szczesio-Wlodarczyk, A.; Fronczek, M.; Ranoszek-Soliwoda, K.; Grobelny, J.; Sokolowski, J.; Bociong, K. (2022). The First Step in Standardizing an Artificial Aging Protocol for Dental Composites—Evaluation of Basic Protocols. *Molecules*, 27, 3511. <https://doi.org/10.3390/molecules27113511>
- Tepe, H., Erdilek, A. D., Sahin, M., Efes, B. G., & Yaman, B. C. (2023). Effect of different polishing systems and speeds on the surface roughness of resin composites. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 26(1), 36–41. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_395_22
- Trakyalı, G. (2013). Diş Rengi Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler Methods Used For Tooth Color Determination. *EÜ Dişhek Fak Derg*, 34(1), 1–10.
- Trifkovic, B., Powers, J. M., & Paravina, R. D. (2018). Color adjustment potential of resin composites. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2260-6>
- Türkün, L. Ş., & Türkün, M. (2004). Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 16(5), 290–301. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2004.tb00056.x>
- Van Ende, A., De Munck, J., Lise, D. P., Van Meerbeek, B., & Ermis, B. (2017). Bulk-fill composites: a review of the current literature. *Journal of Adhesive Dentistry*, 19(2), 95–109.
- Venturini, D., Cenci, M. S., Demarco, F. F., Camacho, G. B., & Powers, J. M. (2006). Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and Microleakage of resin composite restorations. *Operative Dentistry*, 31(1), 11–17. <https://doi.org/10.2341/04-155>
- Wee, A. G., Monaghan, P., & Johnston, W. M. (2002). Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *The Journal of prosthetic dentistry*, 87(6), 657–666.
- Wheeler, J., Deb, S., & Millar, B. J. (2020). Evaluation of the effects of polishing systems on surface roughness and morphology of dental composite resin.

British Dental Journal, 228(7), 527–532. <https://doi.org/10.1038/s41415-0201370-8>

Yanikoglu ND, Sakarya RE.(2020).Test methods used in the evaluation of the structure features of the restorative materials: A literature review. J Mater Res Technol.;9(5):9720–9734. doi:10.1016/j.jmrt.2020.06.049

Yap, A. U., Yap, S. H., Teo, C. K., & Ng, J. J. (2004). Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. Operative Dentistry-University Of Washington-, 29(1), 100-104.

Zimmerli B, Lussi A, Flury S.(2011).Operator variability using different polishing methods and surface geometry of a nanohybrid composite. OperDent;36:52-9

Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U.(2015). Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. Dent Mater. ;31(3):293–301.

Ekler

Ek 1.

İntihal Raporu

CİLA SİSTEMLERİNİN YAŞLANDIRILMIŞ VE RENKLENMİŞ BULK-FİLL KOMPOZİT REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK STABİLİTESİNE ETKİSİ

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

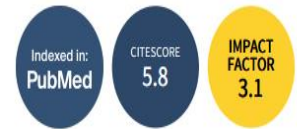
1	acikbilim.yok.gov.tr Internet	594 words — 6%
2	dergipark.org.tr Internet	239 words — 2%
3	acikerisim.dicle.edu.tr Internet	67 words — 1%
4	www.mdpi.com Internet	67 words — 1%
5	docplayer.biz.tr Internet	51 words — 1%
6	www.researchgate.net Internet	42 words — < 1%

Ek 2.

Yayın



an Open Access Journal by MDPI



CERTIFICATE OF PUBLICATION

The certificate of publication for the article titled:

Effect of Polishing Systems on the Surface Roughness and Color Stability of Aged and Stained Bulk-Fill Resin Composites

Authored by:

Ayşem Aktu; Nuran Ulusoy

Published in:

Materials 2024, Volume 17, Issue 14, 3576



Basel, August 2024

Maryam Tabrizian

Prof. Dr. Maryam Tabrizian
Editor-in-Chief

Article

Effect of Polishing Systems on the Surface Roughness and Color Stability of Aged and Stained Bulk-Fill Resin Composites

Ayşem Aktu ^{*} and Nuran Ulusoy

Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Near East University, 99138 Nicosia, Türkiye; nuran.ulusoy@neu.edu.tr

* Correspondence: aysem.aktu@neu.edu.tr

Abstract: The aim of this study is to investigate how two different polishing techniques affect the color stability, surface roughness, and changes in surface morphology of aged and coffee-stained bulk-fill resin composites. A total of 112 disc-shaped samples were prepared using Omnichroma Flow Bulk (OB), Charisma Bulk Flow One (CB), Estelite Bulk Fill Flow (EB), and Estelite Sigma Quick (control). Samples were divided into two subgroups ($n = 16$) and aged using thermocycling. A profilometer was used to measure the surface roughness (R_a) and a spectrophotometer was used for color stability (ΔE_{00}). The EB group had the highest R_a values both before aging (disc: 0.23 ± 0.05 , twist: 0.42 ± 0.05) and after aging (discs: 0.28 ± 0.04 , twist: 0.46 ± 0.05). The OB group had the highest ΔE_{00} values before and after aging (discs: 3.06 ± 0.54 , twist 3.05 ± 0.41) and the highest after coffee-staining (discs: 3.75 ± 0.70 , twist: 3.91 ± 0.57). Re-polishing reduced the ΔE_{00} values in all materials but did not restore all to clinically acceptable levels. According to the results of this study, it can be concluded that the surface roughness and color stability of resin composites are notably influenced by the polishing technique, aging process, and coffee staining. Specimens that were polished using the multi-stage Super-Snap discs consistently exhibited smoother surfaces across all bulk-fill resin composites compared to those polished with the two-stage Diacomp plus Twist.

Keywords: single-shade bulk-fill; aging; SEM; surface roughness; color stability; polishing



Citation: Aktu, A.; Ulusoy, N. Effect of Polishing Systems on the Surface Roughness and Color Stability of Aged and Stained Bulk-Fill Resin Composites. *Materials* 2024, 17, 3576. <https://doi.org/10.3390/ma17143576>

Academic Editor: Roberto De Santis

Received: 1 July 2024

Revised: 11 July 2024

Accepted: 17 July 2024

Published: 19 July 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Resin composites are frequently used in dentistry to meet the increasing aesthetic expectations of patients in terms of their optical and mechanical properties [1]. In order to improve the wear resistance and polishability of earlier macro- and micro-filled resin composites, changes in the ingredients have been made. An increased filler load and decreased filler size resulted in the creation of microhybrid and nanohybrid resin composites [2]. However, this increase in filler load also led to greater rigidity and curing stress, necessitating the use of appropriate layering techniques. It is recommended to utilize a stratified technique during the application of traditional resin composites. Applying the composite resin in 2 mm increments can extend the time required for application, especially in deeper cavities [3,4]. Nowadays, bulk-fill resin composites with an increased filler content are available, eliminating the necessity for additional composite layers. The first bulk-fill resin composites were designed as base materials to be topped with a conventional resin composite for the occlusal layer. This initial category of bulk-fill composites is known as “base” or “low viscosity” composites. More recently, bulk-fill composites with a higher filler load have been introduced as one-step materials that do not require an occlusal capping layer. This newer category is classified as “full-body” or “high viscosity” composites, which are to be applied to deep cavities [2,5].

Compared to conventional composite resins, bulk-fill composite resins are frequently used today due to advantages such as reducing time-consuming techniques in deep cavities, being able to fill cavities up to 4–5 mm in a single increment, and reducing polymerization

Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ

1. **Adı Soyadı:** Ayşem Aktu
2. **Doğum Tarihi:** 20.10.1998
3. **Doğum Yeri:** Gazimağusa/Kıbrıs
4. **Akademik Ünvanı:** Araştırma Görevlisi
5. **İş Adresi:** Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Derece	Alan	Universite	Yıl
Lisans	Diş Hekimliği	Yakın Doğu Üniversitesi	2021
Y. Lisans	Diş Hekimliği	Yakın Doğu Üniversitesi	2021
Doktora	Restoratif Diş Tedavisi	Yakın Doğu Üniversitesi	2021-Halen

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

1. 8-11 Eylül 2022 26. Türk Diş Hekimleri Birliği Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi
-Servikal Eksternal Kök Rezorpsiyonlu Dişin Endodontik ve Restoratif Rehabilitasyonu - Olgu Sunumu