

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**AĞIZ ÇALKALAMA SULARININ MİNE VE FARKLI YAPIDAKİ
RESTORATİF MATERYALLERİN RENK STABİLİTESİ VE
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

Dt. Sinem SÜSLÜ ARSLAN

**Restoratif Diş Tedavisi Programı
UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA
2022**

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**AĞIZ ÇALKALAMA SULARININ MİNE VE FARKLI YAPIDAKİ
RESTORATİF MATERYALLERİN RENK STABİLİTESİ VE YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Dt. Sinem SÜSLÜ ARSLAN

**Restoratif Diş Tedavisi Programı
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Filiz YALÇIN ÇAKIR**

**ANKARA
2022**

ONAY

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

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

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

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

o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. (1)

X Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. (2)

o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. (3)

...../...../.....
Sinem SÜSLÜ ARSLAN

i“*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*”

- . (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü** üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- . (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü** üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı** ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- . (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir * Tez **danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü** üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.**

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Prof. Dr. Filiz YALÇIN ÇAKIR danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

SİNEM SÜSLÜ ARSLAN

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bana sağladığı akademik katkılarının yanı sıra, her konuda bilgelikle, şefkatle yol gösteren ve yanımda olan, desteğini hiçbir zaman eksik hissetmediğim çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Filiz YALÇIN ÇAKIR'a,

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitim süresince bana katkılarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Sevil Gürkan, Prof. Dr. Şükran Bolay, Prof. Dr. Gül Özgünaltay, Prof. Dr. Jale Görücü, Prof. Dr. Meserret Başeren, Prof. Dr. Arlin Kiremitci, Prof. Dr. Rüya Yazıcı, Prof. Dr. Filiz Yalçın Çakır, Prof. Dr. Esra Ergin, Doç. Dr. Elif Öztürk Bayazıt, Doç. Dr. Uzay Koç Vural, Doç. Dr. Dilşad Öz, Doç. Dr. Zeynep Bilge Kütük, Dr. Öğr. Üyesi Cansu Atalay, Uzm. Dt. Ece Meral ve Öğr. Gör. Aybüke Uslu Tekçe'ye,

Hayatımda yeni bir döneme başlarken kazanmayı hayal edemeyeceğim kadar harika bir dostluk için melek kalpli eşkıdemlim ve şimdinin uzmanı Dt. Yasemin Çakmakçı ve bu yolda beraber ağlayıp güldüğümüz canım eşkıdemlilerim Dt. İlknur Elitok ve Sabina Jalilli'ye,

Yaşadığımız tüm zorlukları gülerek atlatmayı öğreten, asistan odasında kurduğumuz eğlenceli, kahkaha dolu hayatımız için canım kıdemlilerim ve şimdinin uzmanları Dt. Gamze Kes, Dt. Esra Yıldırım Manav, Dt. Simge Canatan Keskin ve Dt. Ece Aytaç'a,

Beraber çalışırken her işimizi kolaylaştıran değerli araştırma görevlisi arkadaşlarım ve idari personelimize,

Bugün olduğum kişi olmamı sağlayan, bana çalışkan, dürüst, Atatürkçü ve iyi bir insan olmayı öğreten, her daim arkamda olan, elde ettiğim veya edemediğim tüm başarılarımın mimarı en değerlim annem ve babam Sevgi ve Mehmet Ali Süslü'ye, destek ve sevgisini hiçbir zaman esirgemeyip, beni her konuda yüreklendiren canım abim Yiğit Süslü'ye, eşi Dildar Süslü ve sonsuz sevgimle bana en güzel mutlulukları yaşatan minik yeğenim Yağız Ali'ye

Hayatıma girmesiyle beni tamamlayan, sonsuz sevgisini ve desteğini her zaman hissettiğim, varlığıyla sonsuz güç aldığım biricik eşim Erşu Arslan'a, aile üyesi olmaktan mutluluk duyduğum ve her konuda desteklerini hissettiğim Erdem Arslan, Şule Arslan ve kardeşimiz Eylül Arslan'a

Tüm kalbimle teşekkür ederim.

ÖZET

Süslü Arslan, S., Ağız Çalkalama Sularının Mine ve Farklı Yapıdaki Restoratif Materyallerin Renk Stabilitesi ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkilerin İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2022. Bu *in vitro* çalışmanın amacı; günümüzde hastaların temin edebildiği 4 farklı ağız çalkalama suyunun (Listerine Advanced White, Listerine Total Care, Meridol, Oral-B Pro-Expert) insan minesini ve nanofil (Filtek Ultimate), nanoseramik (Ceram.x SphereTEC™one) ve nanohibrit (Tetric EvoCeram) yapıdaki üç kompozit rezin ve bir cam hibrit restoratif sisteminin (EQUIA Forte HT Fil) renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini incelemektir. Dört farklı restoratif materyalden 10×2 mm silindirik teflon kalıplar kullanılarak toplam 240 örnek hazırlandı (n=60). Altmış adet çekilmiş üst daimi santral diş, mine-sement sınırınının 1-2 mm apikalinden kesilerek ayrıldıktan sonra ve kron kısımları bukkal yüzeyleri üstte olacak şekilde akril bloklara yerleştirildi. Restoratif materyaller ve mine örneklerinden oluşan 5 grup, test edilen ağız çalkalama sularına göre 5 alt gruba ayrıldı (n=12): **I. Grup: Mine;** Ia: Mine + Distile su, Ib: Mine + Listerine Advanced White, Ic: Mine + Listerine Total Care, Id: Mine + Meridol, Ie: Mine + Oral-B Pro-Expert; **II. Grup: Ceram.x SphereTEC™ one kompozit (Dentsply Sirona);** IIa: Ceram.x SphereTEC™ one kompozit + Distile su, IIb: Ceram.x SphereTEC™ one kompozit + Listerine Advanced White, IIc: Ceram.x SphereTEC™ one kompozit + Listerine Total Care, IId: Ceram.x SphereTEC™ one kompozit + Meridol, IIe: Ceram.x SphereTEC™ one kompozit + Oral-B Pro-Expert; **III. Grup: Filtek Ultimate kompozit (3M ESPE);** IIIa: Filtek Ultimate kompozit + Distile su, IIIb: Filtek Ultimate kompozit + Listerine Advanced White, IIIc: Filtek Ultimate kompozit + Listerine Total Care, IIId: Filtek Ultimate kompozit + Meridol, IIIe: Filtek Ultimate kompozit + Oral-B Pro-Expert; **IV. Grup: Tetric EvoCeram Bulk Fill kompozit (İvoclar vivadent);** IVa: Tetric EvoCeram Bulk Fill kompozit + Distile su, IVb: Tetric EvoCeram Bulk Fill kompozit + Listerine Advanced White, IVc: Tetric EvoCeram Bulk Fill kompozit + Listerine Total Care, IVd: Tetric EvoCeram Bulk Fill kompozit + Meridol, IVe: Tetric EvoCeram Bulk Fill kompozit + Oral-B Pro-Expert; **V. Grup: EQUIA Forte HT Fil cam hibrit restoratif sistem (GC Corp.);** Va: EQUIA Forte HT Fil + Distile su, Vb: EQUIA Forte HT Fil + Listerine Advanced White, Vc: EQUIA Forte HT Fil + Listerine Total Care, Vd: EQUIA Forte HT Fil + Meridol, Ve: EQUIA Forte HT Fil + Oral-B Pro-Expert). Örnekler 24 saat boyunca 37°C deki distile suda bekletildikten sonra spektrofotometre (VITA Easyshade Advance) ile renk ölçümü, profilometre (Mahr Perthometer M2) ile yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapıldı. Beyazlık İndeksleri (WI_D) hesaplandı. Daha sonra, her örnek, 20 ml ağız çalkalama sularında 12 saat süreyle (1 yılda günde 2 kere ağız çalkalama suyu kullanımına eşdeğer), solüsyonlar her 3 saatte bir çalkalanılarak bekletildikten sonra renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri tekrarlandı. Elde edilen veriler, iki yönlü varyans analizi (ANOVA), üç yönlü karma varyans analizi (ANOVA) ve SPSS (The Statistical Package for The Social Sciences) 23 programı kullanılarak analiz edildi (p<0,05). Örnekler ve ağız çalkalama suları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,001). Listerine Total Care, Listerine Advanced White ve Meridol kullanılan gruplarda, en yüksek renk değişikliği mine daha sonra ise Ceram.X örneklerinde görülürken, Oral-B Pro-Expert'e maruz bırakılan restoratif materyal ve mine örneklerinden Tetric EvoCeram, Filtek Ultimate ve EQUIA Forte HT Fil örneklerinde diğer gruplara göre daha fazla renk değişikliği tespit edildi. Tüm ağız

çalkalama suları için; en yüksek ΔW_{ID} değerleri Tetric EvoCeram grubunda görülürken, en düşük ΔW_{ID} değerleri EQUIA Forte HT Fil ve daha sonra mine gruplarında görüldü. Tüm ağız çalkalama suları için, en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri mine örneklerinde elde edilirken, en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri EQUIA Forte HT Fil gruplarında elde edildi. Ağız çalkalama suları, restoratif materyalleri ve mineyi renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü açısından farklı etkiledi.

Anahtar Kelimeler: Ağız çalkalama suyu, kompozit rezin, cam hibrid restoratif sistem, renk, yüzey pürüzlülüğü.

ABSTRACT

Süslü Arslan, S., **Effects of Different Mouth Rinses on the Color Stability and Surface Roughness of Enamel and Different Restorative Materials. Hacettepe University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Specialization Thesis, Ankara, 2022.** The aim of this in vitro study was to examine the effects of 4 different mouthwashes (Listerine Advanced White, Listerine Total Care, Meridol, Oral-B Pro-Expert) on the color stability and surface roughness on human enamel and 4 different restorative materials (Ceram.x SphereTEC™one, nanoceramic; Tetric EvoCeram, nanohybrid; Filtek Ultimate, nanofill; EQUIA Forte HT Fil, glass hybrid restorative system). A total of 240 (10x2 mm) cylindrical discs were prepared from the restorative materials (n=60 per group). Sixty extracted upper permanent central incisors were cut 1-2 mm apical to the enamel-cementum junction and the crowns were placed on acrylic blocks with their buccal surfaces on top. Five groups prepared from restorative materials and human enamel were divided into 5 subgroups (n=12): **Group I: Enamel**; Ia : Enamel + Distiled water, Ib: Enamel + Listerine Advanced White, Ic: Enamel + Listerine Total Care, Id: Enamel + Meridol , Ie: Enamel + Oral-B Pro-Expert; **Group II: Ceram.x SphereTEC™ one composite (Dentsply Sirona)**; Iia: Ceram.x SphereTEC™ one + Distilled water, Iib: Ceram.x SphereTEC™ one + Listerine Advanced White, Iic: Ceram.x SphereTEC™ one + Listerine Total Care, Iid: Ceram.x SphereTEC™ one + Meridol, Iie: Ceram.x SphereTEC™ one + Oral-B Pro-Expert; **Group III: Filtek Ultimate composite (3M ESPE)**; IIIa: Filtek Ultimate + Distilled water, IIIb: Filtek Ultimate + Listerine Advanced White, IIIc: Filtek Ultimate + Listerine Total Care, IIId: Filtek Ultimate + Meridol, IIIe: Filtek Ultimate + Oral-B Pro-Expert; **Group IV: Tetric EvoCeram Bulk Fill composite (İvoclar vivadent)**; IVa: Tetric EvoCeram Bulk Fill + Distilled water, IVb: Tetric EvoCeram Bulk Fill + Listerine Advanced White, IVc: Tetric EvoCeram Bulk Fill + Listerine Total Care, IVd: Tetric EvoCeram Bulk Fill + Meridol, IVe: Tetric EvoCeram Bulk Fill + Oral-B Pro-Expert; **Group V: EQUIA Forte HT Fil glass hybrid restorative system (GC Corp.)**; Va: EQUIA Forte HT Fil + Distilled water, Vb: EQUIA Forte HT Fil + Listerine Advanced White, Vc: EQUIA Forte HT Fil + Listerine Total Care, Vd: EQUIA Forte HT Fil + Meridol, Ve: EQUIA Forte HT Fil + Oral-B Pro-Expert). After the specimens were kept in distilled water at 37°C for 24 hours, color measurement was made using a spectrophotometer (VITA Easyshade Advance) and surface roughness was measured using a profilometer (Mahr Perthometer M2) and the WI_D indices were calculated. Each specimen was then subjected to 20 ml mouthwash for 12 hours (equivalent to using mouthwash twice a day for 1 year) and the solutions were shaken every 3 hours. At the end of this period, color and surface roughness measurements were repeated. Data were analysed using two-way analysis of variance (ANOVA), three-way mixed analysis of variance (ANOVA) and the SPSS (The Statistical Package for The Social Sciences) 23 program. The results were evaluated at the $p < 0.05$ significance level. The interaction between the specimens and mouthwashes was statistically significant for ΔE_{00} ($p < 0.001$). In the Listerine Total Care, Listerine Advanced White and Meridol, the highest color change was observed in enamel and then Ceram.X, while Tetric EvoCeram, Filtek Ultimate and EQUIA Forte HT Fil exposed to Oral-B Pro-Expert exhibited higher color changes than the other groups. For all mouthwashes; the highest ΔWI_D values were seen in the Tetric EvoCeram, while the lowest ΔWI_D values were seen in the EQUIA Forte HT Fil and enamel. The lowest

surface roughness value was obtained in enamel, while the highest surface roughness value was obtained in EQUIA Forte HT Fil. Mouthwashes tested affected the color and surface roughness of restorative materials and enamel differently.

Keywords: Mouthwash, resin composite, glass hybrid restorative system, color, surface roughness.

İÇİNDEKİLER

ONAY	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
ŞEKİLLER	xv
TABLOLAR	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ağız Çalkalama Suları	3
2.2. Antibakteriyel Ağız Çalkalama Suları	4
2.2.1. Bisguanidler	5
2.2.2. Fenol Bileşikleri	6
2.2.3. Kuarterner Amonyum Bileşikleri	7
2.2.4. Oksijenize Edici Ajanlar	7
2.2.5. Bitki Alkoloidleri	8
2.2.6. Metal Tuzları	8
2.3. İnsan Minesinin Yapısı	9
2.4. Kompozit Rezinlerin Gelişimi	10
2.4.1. Kompozit Rezinlerin Yapısı	12
2.4.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	14
2.5. Cam İyonomer Simanlar (CİS)	20
2.5.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar (GCİS)	21
2.5.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar (RMCİS)	22
2.5.3. Nano Özellikli Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar (Nano-iyonomer)	23
2.5.4. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)	23
2.5.5. Güçlendirilmiş Cam İyonomer Simanlar	24
2.6. Renk	28

2.6.1. Renk Ölçüm Sistemleri	29
2.6.2. Diş Renginin Ölçülmesi	32
2.7. Yüzey Pürüzlülüğü	35
2.7.1. Profilometreler	35
3. GEREÇ VE YÖNTEM	38
3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller	38
3.2. Örneklerin Hazırlanması	41
3.2.1. Restoratif Materyal Örneklerinin Hazırlanması	41
3.2.2. Mine Örneklerinin Hazırlanması	43
3.3. Örnek Gruplarının Oluşturulması ve Ağız Çalkalama Sularına Maruz Bırakılması	44
3.4. Renk Ölçümü	48
3.5. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü (Ra)	50
3.6. İstatistiksel Analiz	51
4. BULGULAR	52
4.1. Renk Bulguları- ΔE_{00}	52
4.2. Beyazlık İndeksi Bulguları- ΔWID	65
4.3. Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları-(Ra) (μm)	69
5. TARTIŞMA	74
6. SONUÇLAR	91
7. KAYNAKLAR	92

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
AFM	Atomik Kuvvet Mikroskobu
ANOVA	Analysis of variance
ART	Atravmatik Restoratif Tedavi
BisGMA	Bisfenol-A glisidil metakrilat
Ca⁺²	Kalsiyum
CCD	Algılayıcı (digital kamera)
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
CİS	Cam İyonomer Siman
cm	Santimetre
dk	Dakika
EGDMA	Etilen Glikol Dimetakrilat
F⁻	Florür
F-PRG	Partikül aktif
GCİS	Geleneksel Cam İyonomer Siman
H⁺	Hidrojen iyonu
HEMA	Hidrosietil Metakrilat
K	Kelvin
LED	Light Emitting Diode
mm	Milimetre
mW/cm²	miliWatt/santimetrekare
pH	Power of Hydrogen
PRG	Prereacted glassionomers
Ra	Ortalama pürüzlülük
RMCİS	Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman
SEM	Scanning Electron Microscopy (Tarayıcı elektron mikroskobu)
sn	Saniye
S-PRG	Yüzey aktif
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat

UDMA	Üretandimetakrilat
WI_D	Beyazlık indeksi
YVCİS	Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Siman
ZrO₂	Zirkonya
$\Delta E, \Delta E_{00}$	Renk farklılığı
μm	Mikrometre

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
3.1 Çalışmada Kullanılan Ağız Çalkalama Suları A) Listerine Advanced White B) Listerine Total Care C) Meridol D) Oral-B Pro-Expert	40
3.2. Çalışmada Kullanılan Diş Renginde Estetik Restoratif Materyaller A) Ceram.x SphereTEC™one B) Tetric EvoCeram C) Filtek Ultimate D) EQUIA Forte HT Fill	40
3.3. Kompozit Resin örneklerinin hazırlanması A) Kompozit resin, siman camı,şeffaf band, teflon kalıp B) Teflon kalıp içine kompozitin uygulanması C) Kompozit rezine şeffaf bant altında, iki siman camı yardımıyla basınç uygulanması D) Kompozit resinin ışıkla polimerizasyonu	42
3.4. Cam Hibrid Restoratif Sistem örneklerinin hazırlanması A)Teflon kalıba EQUIA Forte HT Fil uygulanması B) Teflon kalıba EQUIA Forte HT Fil uygulanması C) EQUIA Forte HT Fil örneklerine şeffaf bant altında, iki siman camı yardımıyla basınç uygulanması	42
3.5. Hazırlanan materyal örnekleri	43
3.6. Hazırlanan mine örnekleri	44
3.7. Çalışma Şeması- Her örnek için şemanın Ia bölümünde olduğu gibi ağız çalkalma sularına maruz bırakılmadan öncesi ve sonrası renk/yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapılmıştır.	46
3.8. A) Listerine Advanced White B) Listerine Advanced White uygulanması	47
3.9. A) Listerine Total Care B) Listerine Total Care uygulanması	47
3.10. A) Meridol B) Meridol uygulanması	47
3.11. A) Oral B Pro-Expert B) Oral B Pro-Expert uygulanması	47
3.12. VITA Easyshade Advance (VITA, Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Almanya) spektrofotometre cihazı	48
3.13. Renk ölçümü	49
3.14. Mahr Perthometer M2 yüzey profilometresi (Mahr GmbH, Esslingen am Neckar, Almanya) ile pürüzlülük ölçümü	50

TABLOLAR

Tablo		Sayfa
3.1.	Çalışmada kullanılan materyaller	39
4.1.	Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin L_0 , L_1 , ΔL ; a_0 , a_1 , Δa ; b_0 , b_1 , Δb ve ΔE_{00} değerleri	52
4.2.	Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin ΔE_{00} değerlerinin ortalama ve standart sapma ($\pm SS$) değerleri	61
4.3.	Ağız çalkalama sularındaki restoratif materyaller ve mine örneklerinin renk değışiklikleri bakımından ikili olarak karşılaştırılması	63
4.4.	Restoratif materyaller ve mine örneklerinin ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önceki ve maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerlerinin ortalama ve standart sapma ($\pm SS$) değerleri	65
4.5.	Restoratif materyaller ve mine örneklerinin WI_D ölçümleri bakımından ikili olarak karşılaştırılması	68
4.6.	Restoratif materyaller ve mine örneklerinin ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önceki ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin ortalama ve standart sapma ($\pm SS$) değerleri	70
4.7.	Restoratif materyaller ve mine örneklerinin yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin ikili olarak karşılaştırılması	72

1. GİRİŞ

Günümüzde hastaların marketlerden ve eczanelerden temin edebildiği ağız çalkalama suları; plak kontrolü, çürük önleme ve ağızda bıraktıkları ferahlık etkisi sebebiyle sıklıkla tercih edilmektedir (1). Bazı çalışmalarda hastaların ağız çalkalama sularını günlük 6 kereye kadar kullanabildikleri rapor edilmiştir (2). Birçok ağız çalkalama suyu alkol içermektedir ve düşük pH ya sahiptir (1). Yapılan çalışmalar bu düşük pH'lı ağız çalkalama sularının düzenli kullanımının dentin ve insan minesinde erozyona sebep olabileceğini (3, 4) ve bazı restoratif materyallerin fiziksel özelliklerine olumsuz etkilerinin olabileceğini göstermiştir (5, 6). Bir restorasyonun yüzey özellikleri plak retansiyonu, renklenme ve hasta konforu açısından büyük önem taşımaktadır (1). Hastaların 0,25–0,50 µm arasındaki yüzey pürüzlülüklerini ayırt edebildiği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (7). Bu nedenle bir restorasyonun maksimum pürüzlülüğünün 0,50 µm olarak bitirilmesi gerekmektedir ki hasta diliyle bu bölgedeki pürüzlülüğü ayırt edemeyip yapılan restorasyonun doğal dişleri gibi fonksiyonunu sürdürebilsin (1).

Son zamanlarda, yapılan restorasyon fonksiyonlarının yanı sıra estetik görünümleri de hastalar tarafından tedavinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir (8). Son yıllarda estetik restorasyonlara ilginin artması nedeniyle diş rengi ile uyumlu materyallerin diş hekimliği pratiğinde kullanımı giderek yaygınlaşmakta ve diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin estetik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla çok sayıda araştırma yapılmaktadır (9, 10). Estetik restoratif materyallerden beklenen, çeşitli etkenlere karşı renk stabilitelerini uzun süre muhafaza etmeleridir (11, 12). Fakat restorasyonlarda iç ve dış etkilere bağlı olarak renk değişiklikleri meydana gelebilmektedir (13). Ağız çalkalama sularının içeriğindeki çeşitli renk pigmentlerinin de diş minesini ve yapılan restorasyonlardaki renk değişimi üzerine etkisi tartışma konusudur (12). Kompozit rezinler, günümüz diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyaller arasında en popüler olanıdır. Klinik ömürlerinin uzun olması, üstün estetik özellikleri ve alternatifi olan seramik restorasyonlara göre çok daha ekonomik olmaları sebebiyle anterior ve posterior dişlerin tedavisinde sıklıkla kullanılmaktadır (14). Kompozit rezinlerin içerisindeki doldurucu partiküller; kompozitlere üstün

pürüzsüzlük, parlaklık, dayanıklılık, aşınmaya direnç (15), azalmış mikrosızıntı (16), azalmış polimerizasyon büzülmesi ve yeterli çalışma zamanı sağlamaktadır (17). Ayrıca kullanılan materyallerin özellikleri, fotobaşlatıcılar ve inorganik doldurucuların karakterleri, restorasyonların yüzey özelliklerini etkilediğinden, kompozit rezin restorasyonlardaki renk değişimi ve pürüzlülüğünde pay sahibidir (18).

1969 da piyasaya sürüldüklerinden beri; kırılma dayanıklılığı, aşınmaya direnci ve neme hassasiyeti gibi fiziksel ve mekanik özelliklerinin direkt restoratif materyal olarak kullanılabilenleri seviyede geliştirilmesi, cam iyonomerlerin kompozit restorasyonların en büyük alternatifi olmasını sağlamıştır (19). Kompozit rezinlerden farklı olarak florür salımı yapmaları ve reşarj özelliği sebebiyle sekonder çürüklerin önüne geçilmesinde de önemli bir restoratif materyal haline gelmiştir (20). Cam iyonomerler çok farklı mekanizmalarla güçlendirilmiş ve yeni üretilen güçlendirilmiş materyaller cam hibrid olarak isimlendirilmiştir.

Ağız çalkalama suları çürükler ve periodontal hastalıklar gibi ağız hastalıklarını önlenmesinde başarı ile kullanılan ajanlardır (21). Ağız çalkalama sularının yapısında; su, antimikrobiyal ajanlar, tuzlar, koruyucular, alkol ve hidrojen peroksit bulunmaktadır (21). Ağız çalkalama suları , ağız pH'sında azalmaya neden olabileceğinden diş üzerine etkilerinin yanı sıra restoratif materyallerin renk değişimine veya yüzey çözünmesine etkileri de araştırılmaktadır (22). Bu çalışmada market, eczane veya internette satılan ağız çalkalama sularının insan minesini ve farklı yapıdaki restoratif materyallerin (nanofil, nanoseramik ve nanohibrit yapıdaki üç kompozit rezin ve bir cam hibrit restoratif sistemin) renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın sıfır hipotezi test edilen ağız çalkalama sularının; insan minesini ve farklı yapıdaki restoratif materyallerin 1. rengi, 2. yüzey pürüzlülüğü üzerinde fark yaratmayacağı yönündedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağız Çalkalama Suları

Ağız çalkalama suyu, kafanın geri hareket ettirilmesi ile yutulması önlenen, ağız çevresindeki kasların kasılmasıyla ağız ve yutakta çalkalanan su ya da ilaç bazlı sıvıdır. Antiseptik özelliklerinden faydalanmak ve nefesi tazelemek amacıyla kullanılırlar. Ağız çalkalama, tarihte ilk olarak M.Ö. 2700'lerde Çin tıbbında, oral hijyen ürünü olarak uygulanmaya başlanmıştır. Dental plağın uzaklaştırılması için kullanılan ilk ağız çalkalama suyunun bir çocuk ya da bir bebeğin üresi olduğu düşünülmektedir (23). Ancak terapötik antimikrobiyal ağız çalkalama sularının kullanımına dair belgelenmiş klinik ve bilimsel temeller 1960'larda kaydedilmiştir (24).

Bakteri plağının, diş çürüğü ve periodontal hastalıkların oluşmasında en önemli faktör olduğunun anlaşılmasıyla birlikte diş hekimleri, ağız çalkalama sularının kullanılmasını önermiş ve bu konudaki akademik çalışmalar hız kazanmıştır (25). Ağız çalkalama suları çürük ve periodontal hastalıkları engellemek için diş yüzeyinde bulunan plağı etkilemeyi hedefler. Diş fırçalamaya ek olarak kullanılan ağız çalkalama sularının optimal plak kontrolünün sağlanmasında etkili olduğu yönünde görüşler bulunmaktadır (26).

Ağız çalkalama sularındaki aktif bileşenler dördü amonyum bileşikleri, benzoik asitler, borik ve fenolik bileşiklerdir. Bu bileşenlere ek olarak alüminyum, çinko sitrat, asetik asit, sitrik asit ve çinko stearik asit tuzu gibi ajanlar kozmetik ağız çalkalama sularında güzel koku, tat ve renk sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bileşenlerinde bulunan çinko sayesinde bu ürünler; uçucu sülfür ve antimikrobiyal içeriklerine karşı kimyasal olarak aktiftirler. Böylelikle ağız kokusu tedavisinde oldukça etkilidirler (27). Ağız çalkalama sularındaki alkol; tat güçlendirici, çözücü ve ağızda kalan tadı kuvvetlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Piyasadaki bazı ağız çalkalama sularındaki alkol miktarı %27 olmakla beraber bu oran bilhassa 2-3 yaş arası çocuklarda tehlikeli olmaktadır (27).

2.2. Antibakteriyel Ağız Çalkalama Suları

Diş yüzeyindeki bakteri plağının mekanik olarak uzaklaştırılması periodontal ve gingival hastalıkların önlenmesini sağlamaktadır. Günlük olarak fırçalama ve diş ipi kullanımı, plağın

uzaklaştırılması sağlayıp enflamasyonun oluşmasını önlemektedir (28). Ancak çoğu bireyde görülen eksik diş fırçalama ve diş ipi kullanımı bilhassa erişilmesi zor olan bölgelerde gingivitis ve plak birikimine neden olmaktadır (29). Yapılan çalışmalarda diş fırçalama süresinin ortalama 30-60 saniye olduğu belirtilmektedir. Bu süre iyi bir temizlik ve plak eklentilerini uzaklaştırmak için yeterli görülmemiştir (30, 31). Bu nedenle ağız hijyeninin korunması için ilave önlemler alınması gerekmektedir. Bu tedbirlerin başında antibakteriyel ağız çalkalama sularının kullanımı gelmektedir. Diş hekimliğinde antibakteriyel ağız çalkalama suları bazı profesyonel işlemlere yardımcı olarak, koruyucu olarak ve tedavi edici olarak kullanılmaktadır. Hekim antibakteriyel ağız çalkalama suyunu diş çürüğü ve periodontal problemleri önlemek veya tedavi etmek amacıyla önerir. Ağız çalkalama sularının hijyen üzerindeki etkileri birçok çalışma ile incelemiştir (32, 33).

Ağız çalkalama suları, birinci ve ikinci jenerasyon olarak ikiye ayrılmaktadır (34, 35). Birinci jenerasyon ağız çalkalama suları kısa vadeli antibakteriyel etki gösterirler; bu nedenle hastalık kontrolünde pek etkili değildirler. İkinci jenerasyon grubuna dahil olan ağız çalkalama sularının en önemli özellikleri ise dayanıklı olmasıdır. Yumuşak ve sert dokuya tutunurlar. Uzun süreli etki göstermeleri yavaş salınımlarından kaynaklanmaktadır. Böylelikle birinci jenerasyon ağız çalkalama sularına göre ikinci jenerasyon ağız çalkalama suları çürük ve gingivitis önleme ve azaltmada daha da etkilidirler (36). Ağız çalkalama suları içeriklerine göre bisguanidler, fenol bileşikler, kuarterner amonyum bileşikler, okside edici ajanlar, bitki alkaloidleri ve metal tuzları olarak ayrılmaktadırlar.

2.2.1. Bisguanidler

Bu grupta klorheksidin, oktenidin ve aleksidin gibi antibakteriyal etkilere sahip olan bisguanidler yer almaktadır. Bis-biguanid biyosit, klorheksidin katyonik olup, birçok mikroorganizmaya karşı etkilidirler. Geniş spektrumlu antibakteriyel etki ile düşük toksisiteye sahiptirler. Klorheksidin anti-gingivitis ve antiplak ajanı olarak altın standart gösterilir ve çürüklerin önlenmesindeki etkinliği de klinik çalışmalarla ispatlanmıştır. Moleküler yapısı simetrik, terminal 4-klorofenil gruplarına sahip heksametilen köprüsü içermektedir (37).

Klorheksidindeki primer mekanizma hücre membranını parçalamak, kullanılan konsantrasyonlara göre hücre büyümesini durdurmak ve bunlarla birlikte hücre ölümüne sebep olmaktır. İkinci etkisi ise glikositik ve proteolitik enzimlerin inhibe etmesi yoluyla etki göstermesidir. Katyonik özellikte olmasından dolayı oral mukozaya ve diş yüzeyine adezyon sağlayarak pelikül oluşmasını engeller ve uzun süre etkinlik gösterir (38).

Gram negatif ve gram pozitiflere karşı antimikrobiyal özellikte olmasına karşın, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Proteusa* karşı daha az duyarlı, bakteri sporlarına, aside dirençli boyanan basillere ve bazı mantar türlerine karşı da etkili değildirler. Antimikrobiyal etkisini en iyi pH 5-7 arasında gösterirken, pH 8 ve üzerinde etkinliği azalır (39). Yüksek konsantrasyonda bakterisit, düşük konsantrasyonda bakteriyostatik etki gösterirler (40).

Klorheksidin içeren ürünler; ağız çalkalama suları, ağız spreyleri, jeller, diş cilaları ve diş macunları şeklinde olup %0.2 ve %0.12'lik konsantrasyonlarda kullanılmaktadır (39). Klorheksidin kullanımına bağlı bazı yan etkiler oluşmaktadır. Bunlar tad değişikliği, parotis şişmesi, mukoza erozyonu, dişler ve mukoza üzerinde boyanma şeklindedir. Düzenli olarak 1 hafta süre ile klorheksidinli ağız çalkalama suyu kullanan bireylerin ağızdaki kompozit dolgu, kron köprü gibi restorasyonlar ve dişlerde açık kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişebilen renklemeler görülmektedir (41).

2.2.2. Fenol Bileşikleri

Fenolik ajanların ilk kullanımı 1865 yılında Joseph Anster tarafından karbolik sprey şeklinde cerrahi antisepsisi içindir ve bu ajanların uzun süredir klinik kullanımları bulunmaktadır. Bu grupta Listerin, Timol, Fenol, 2-Fenil fenol ve Hekzil rezorsinol yer almaktadır. Listerine ağız çalkalama suları; ADA tarafından onaylanan ilk antigingivit ve antiplak ağız çalkalama suyu olma özelliklerine sahiptir. Listerine ağız çalkalama sularının değişen miktarlarda alkol içeren birçok jenerik versiyonları piyasaya sürülmüştür (42).

Listerin ağız çalkalama suları; fenol, timol, esansiyel yağlar, metil salisilat ve eucalyptolin %26.9'luk alkol içerisindeki kombinasyonundan oluşmaktadır. Listerinin bakterilere karşı etki mekanizması, içeriğinde bulunan fenollerin hücre duvarına hasar vermesi ile bakteri enzimlerini etkisiz hale getirmesi sonucu oluşur. Düşük konsantrasyonlarda kullanıldığında esansiyel enzimlerin inaktivasyonu olurken, yüksek konsantrasyonda hücre proteinlerinin çökmesi ve hücre duvarının parçalanması söz konusudur (43).

Bazı hastalar ağız çalkalama suyunu kullandıkları ilk zamanlarda acı tat ve yanma hissi ortaya çıkardığını bildirmişse de bunun birkaç gün içerisinde ortadan kalktığını belirtmişlerdir (44).

Lee ve ark.'nın (45) yaptıkları çalışmada, Listerin ağız çalkalama suyunun içerisinde 7 gün boyunca beklettikleri restoratif materyallerde klinik olarak kabul edilebilir ($\Delta E < 3,7$) bir renk değişikliği olduğunu gözlemlemişlerdir.

Sadaghiani ve ark. (1), restoratif materyaller üzerinde ağız çalkalama sularının yüzey pürüzlülüğü açısından etkilerini inceledikten sonra Listerinin restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünde istatistiksel olarak anlamlı olmasa dahi bir artışa neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Miranda ve ark. (21) ise alkol ve hidrojen peroksit içeren ağız çalkalama sularının rezin bazlı dolgu materyallerinin yüzey pürüzlülüğünü 12 ve 24 saat sonra yaptıkları ölçümlerde zamana bağlı olarak arttırdığını tespit etmişlerdir.

Triklosan ise geniş bir antibakteriyel aktivite ve düşük bir toksisiteye sahip noniyonik ve bis-fenol mikrop öldürücüdür (46).

2.2.3. Kuarterner Amonyum Bileşikleri

Kuarterner amonyum bileşenleri, benzalkonyum klorür ve cetylpridinium chloride (CPC) gibi katyonik antiseptiklerdir. Bakterilerin hücre zarının geçirgenliğini artırarak, hücre içeriğinin zarar görmesini sağlayan bakterisid etkili ajanlardır. Başlıca gram negatif ve gram pozitif organizmalar üzerinde etkili oldukları için erken plak birikim dönemlerinde daha da etkilidirler. Doğada anyon olarak bulunup, pozitif yüklü olmasından ötürü ağız dokularına başlangıç tutunması klorheksidine göre daha fazladır. Antibakteriyel etkisi klorheksidine eş değer olmasına rağmen gingivitis önlemede ve plağı inhibe etmede daha az etkilidirler (47).

Dişlerde boyama, yumuşak dokularda yanma ve iritasyon gibi bazı yan etkilerine rağmen yüksek konsantrasyonlarda kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Düşük konsantrasyonlarda kullanıldığında plağı ve gingivitis % 25-35 oranında azalttığı belirtilmiştir. % 0.2 veya % 0.1'lik konsantrasyonlarda günde 2-4 kez kullanılmasının plağı % 67-73 oranında inhibe ettiği de tespit edilmiştir (48).

2.2.4. Oksijenize Edici Ajanlar

Bu grupta yer alan ajanlar; peroksitler (Hidrojen peroksit) ve perboratlardır (tamponlanmış sodyum peroksiborat ve peroksi karbonat). Beyazlatma tedavilerinde, supra-gingival plağın kontrolünde, nekrozitan ülseratif gingivitis tedavisinde kullanılmaktadır. Hidrojen peroksit içeren ağız çalkalama sularının bakteriyel plağa bağlı gingivitisin önlenmesinde etkisi bulunmaktadır. Hidrojen peroksitin uzun süreli kullanımında ise *Candida albicans* artışına bağlı kronik oral enfeksiyonlar, oral ülserasyonlar ve oral mikrofloranın değişimi gözlenebilir. Hidrojen peroksidin

anaeroplara karşı özellikle *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir (49).

2.2.5. Bitki Alkoloidleri

Oral hijyen ürünlerinde çeşitli bitkisel alkoloidler kullanılmaktadır. Bunlardan üzerinde en fazla araştırma yapılanı *sanguinarin* isimli alkoloiddir. Sanguinarinin Orta ve Güney Amerika ve Kanada'da yetişen *Sanguinaria Canadensis* bitkisinden bir benzofenan-thridine alkaloidi olduğunu tespit edilmiştir. Bitki alkoloidleri antienflamatuar ve antimikrobiyal özellikleri sayesinde diş macunları ve ağız çalkalama suları gibi oral hijyen ürünlerinde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda günde 2 kez 14 gün boyunca %0.01 konsantrasyonda kullanılan sanguinarinin içeren ürünün plak indeksini %38 oranında azalttığı görülmüştür. Ayrıca klorheksidinle kıyaslandığında plak eliminasyonuna da daha az etkili olduğu tespit edilmiştir (50).

2.2.6. Metal Tuzları

Bakır, çinko ve kalay gibi çeşitli ağır metal iyonları dıştaşı ve dental plak birikimini engellemektedir. Çinko tuzları dental plağın asitliğini azaltıp, glikolitik enzimleri inhibe ederek ve bakterilerin diş yüzeyine tutunmasına engel oluşturarak plak formasyonunu inhibe etmektedir (51). Plak inhibisyonu nedeniyle metal iyonları içeren ağız çalkalama sularının kullanılması dişlerde boyanmalara neden olmuştur. Gümüş ve civa tuzlarının kullanımları dişleri boyaması, yumuşak doku ve sistemik etkilerinden dolayı sınırlı kalmış, bu sebeple çinko tuzları ise geniş kullanım alanı bulmuştur. Çinko tuzlarının hem ağız çalkalama suları hem de diş macunu şeklinde kullanılmasıyla gingivitis ve plak değerlerini önemli ölçüde düşürdüğü rapor edilmiştir (52). Klorheksidinin çinko iyonları ile birlikte kullanıldığında sinerjistik etki gözlenirken, kalay iyonlarıyla kullanıldığında antagonistik etki gösterdiği belirlenmiştir (53).

Ağız sağlığının korunmasında en sık kullanılan metal iyonu floridlerdir. Stanöz florid ve amin florid gibi florid içerikli bileşikler plağı inhibe edici etkiye sahiptir (54). Florür uygulamaları mine remineralizasyonunun artmasını sağlamaktadır. Florür uygulamaları en çok diş macunları, ağız çalkalama suları, florür vernikleri ve jelleri

şeklindedir. Plak ve tükürükte florür artışı 0,3 ppm'i aştığında çürüğe karşı anlamlı derecede koruyucu etkilerin saptandığı tespit edilmiştir (55).

2.3. İnsan Minesinin Yapısı

İnsan minesi; dişlerin anatomik kuronunu örten, insan organizmasının en sert dokusudur. Mine, dişin tek ektoderm kökenli dokusudur. Mine dokusu, mineralize olmuş bağ dokusu olan dentin ve dişin bağ dokusu olan pulpayı örter ve korur. Lifsel organik matriksin üzerine çökelmiş kristaller yığıdır. Ameloblast hücreleri tarafından yapılan organik matriksin ve bu matriksin lifsel yapısının yol göstericiliğiyle kristallerin belirli düzen içinde yığılması minenin kendine özgü bir yapı kazanmasını sağlamaktadır (56).

Mine dokusunun kimyasal yapısını; %2 oranında organik %96 oranında inorganik yapı oluşturmaktadır. İnorganik yapısının büyük miktarını kalsiyum hidroksiapatit kristalleri oluşturmaktadır. Mine dokusunda çeşitli kalsiyum fosfat tuzlarının yanı sıra sodyum, magnezyum, karbonatlar ve az olmakla birlikte değişen oranlarda flor, demir ve manganat tuzları bulunmaktadır. Eriyik protein ve keratoprotein türü proteinler ise minenin organik yapısını oluşturmaktadır (56).

Mine, yan yana dizilmiş mine prizmalarından oluşmaktadır. Mine prizmaları hafif burğu, dalgalı şekilde ve kesintisiz seyrederek. Mine prizmaların mine-dentin sınırındaki çapının mine dış yüzeyindeki çapına oranı ise 1:2 'dir. Mine dokusunun 1mm² sinde 30.000-40.000 mine prizması bulunmaktadır. Mine prizmalarının kesit şekilleri; uzun akslarına dikey olursa heksagonal, uzun akslarına paralel olursa boğumlu bir sütun olarak, at nalı ya da balık pulu şeklinde ve kesimin hafif eğik olduğu durumlardaysa anahtar deliği şeklinde görüntü vermektedir. Her mine prizmasının belirli prensip içinde yığılmış çoğunluğunu kalsiyumhidroksiapatit kristallerinin oluşturduğu bir mine sütunu, hatta bir mine ünitesi olduğunu elektron mikroskopuyla gösterilmiştir (56).

Minenin prizma yapısından dolayı; enine çizgiler, perikimatiler, Retzius çizgileri, Neonatal çizgi ve Hunter-Schreager çizgileri gözlenir.

Mine prizmaları elektron mikroskobu ile incelendiğinde, mine prizmalarını oluşturan mine sütununun kenarlarının dalgali olduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar prizmanın kenarlarının dalgali olmasının çizgilenme şeklinde görünümüne neden olduğu görüşünde birleşmişlerdir (minede enine çizgiler).

Dişlerde minenin 20-80 µm aralıklarla, adeta tabakalar halinde birbiri üzerine çökeldiği izlenimini veren bir başka çizgilenme görülür ve bu çizgilenmelere Retzius çizgileri denir. Bu çizgiler; dişin aksına dik olan kesitlerde ağaç gövdesindeki halkalara, aksa paralel kesitlerde ise soğan kabuğuna benzerler. Çizgiler kolede 45°'lik açı, kesici kenarda 15°'lik açı ile mine yüzeyine ulaşırlar.

Retzius çizgilerinin minenin dış yüzeyine ulaştığı yerde dişi çepeçevre saran oluklar görülür ve bu oluklara perikimati denir. Perikimatiler mine-sement birleşimine paralel seyrederek ve aralıkları çiğneyici yüzey ya da kesici kenara doğru azalır. Perikimatilerin aralıkları ortalama olarak 0,09-0,15 mm'dir. Genç dişlerde belirgin görülmesine karşılık yaşlı dişlerde aşınıp kaybolmuşlardır.

Doğum sırasında; mine mineralizasyonu kısa süreliğinde olsa duraklar ve bunun sonucunda, geniş bir retzius çizgisi ve onun mine yüzeyine ulaştığı yerde oldukça geniş bir perikimati oluşur. Süt dişlerinin koleye yakın bölgelerinde rastlanan bu çizgiye Neonatal çizgi adı verilir ve sürekli dişlerde görülmez.

Mine prizmaları, mine-dentin sınırından dış yüzeye kadar 'S' harfi şeklinde kavisler yapar. Kesitlerde; bu kavisli prizmalarının kesite paralel gelen kısımları açık renk görülürken dikey gelen kısımları koyu renkli gözüktürler. Açık renkli gözüken kısımlara parazon, koyu renkli gözüken kısımlara ise diazon denir. Bu çizgilenmeler optik bir efekt olup Hunter-Schreager çizgileri adı verilmiştir ve daha çok tüberkül uçlarında rastlanılır (56).

2.4. Kompozit Rezinlerin Gelişimi

Kelime anlamı olarak kompozit; metal, polimer, seramik gibi iki veya daha fazla materyalin karışımıdır (57). Fiziksel olarak birleştirilen parçaların istenilen

özelliklerinin ortak noktada buluşması hedeflenmiştir (58). Diş hekimliği alanında kullanılan kompozitler; dimetakrilat rezin monomerlerinin oluşturduğu çapraz bağlı polimer matriks ve bu yapıya bağlanmış olan güçlendirici inorganik doldurucular ile silandan oluşmaktadır (57).

Estetik restorasyonlar için geliştirilen ilk materyal silikat simandır ve alüminyum-silikat cam ile fosforik asitten oluşmaktadır. Silikat simanların mekanik özelliklerini kaybetmesi, ağız sıvılarında çözünmesi ve renklenmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu dezavantajları ortadan kaldırmak için akrilik rezinler piyasaya sürülmüştür (59).

1843 yılında Alman kimyacı J. Redtenbacher akrilik asidi bulması ile rezin monomerlerinin geçmişi başlamıştır (59). 1900'lü yıllarda araştırmalar sonucunda metil metakrilat esterleri içeren metakrilik asit üretilmiştir (60). 1941 yılında kendi kendine sertleşebilen akrilik rezinlerin geliştirmesiyle birlikte direkt dolgu maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Akrilik rezinlerin silikat simanlara göre daha az renk değişikliği ve çözünme göstermiş olmasına rağmen termal boyutsal değişimleri, aşınma oranlarının yüksek olması ve polimerizasyon sırasında büzülmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır (61).

Epoksi rezinlerden beklenen başarının sağlanamaması araştırmacıları farklı materyallere yönlendirmiştir. 1956 yılında R.L. Bowen, dental rezin kompozitlerin temelini oluşturan bisfenol-A glisidil metakrilat (BisGMA) monomerini bulmuştur (62). Kompozitler, akrilik rezinlerin olumsuzluklarını azaltmak amacıyla ilk olarak 1960'larda Dr. Bowen tarafından konservatif diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanmıştır. Düşük termal genleşme katsayısı, düşük boyutsal değişim göstermeleri ve yüksek aşınma dirençleri ile klinik performansları akrilik rezinlere göre oldukça geliştirilmiştir (63).

Estetik restorasyonlara olan ilginin giderek artması ve hastaların civa içeren alaşımlardan kaçınmaları nedeniyle 1990'lardan sonra dental kompozitlere talebi arttırmıştır (64). Amalgamın estetik beklentileri karşılamaması, adeziv kompozit rezinlere kıyasla diş dokusunun daha fazla uzaklaştırılması gerekliliği ve çevreye

olumsuz etkileri kullanımını oldukça azaltmış, bu durum kompozitlerin büyük popülarite kazanmasını sağlamıştır (65). Nano teknolojinin diş hekimliği alanında kullanılmasıyla mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri geliştirilen kompozitler, restoratif tedavinin vazgeçilmez materyali olmuştur.

2.4.1. Kompozit Rezinlerin Yapısı

Diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezinler; organik matris, inorganik doldurucular ve bağlayıcı (silan) ajandan oluşmaktadır.

Organik faz; kompozit rezinlerin aktif yapısıdır ve polimerizasyonu gerçekleşmemiş dolgu maddesine akışkanlık kazandırmasıyla kaviteye yerleştirilmesini sağlamaktadır (66). Bu faz monomerler ve ko-monomerler, inhibitörler, polimerizasyon başlatıcılar ve ultraviyole stabilizatörlerden oluşmaktadır.

Organik rezin matrisi oluşturan monomerler, bisfenol A glisidil methakrilat (bis-GMA) veya uretan dimetakrilat (UDMA) gibi yüksek moleküler ağırlıklı monomerlerdir (67). Bis-GMA'nın yüksek viskoziteli ve renklenebilir olması gibi olumsuz özellikleri bulunmaktadır. Düşük viskoziteli trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) ve etilenglikoldimetakrilat (EGDMA) monomerleri Bis-GMA'nın yüksek viskozitesini azaltmak için üretici firmalar tarafından rezin matris içerisine eklenmiş ve bu sayede viskozite düşürülürken yaptığı çapraz bağ miktarı ve sertliği artırılmıştır. Organik rezin matrise eklenen monomerlerden biri de uretan dimetakrilat (UDMA)'tır. 1974 yılında düşük viskoziteli bir materyal olarak üretilen UDMA, renklenmeye karşı daha fazla direnç ve daha iyi adezyon sağlamaktadır (60, 68).

İnhibitörler, monomerlerin kendiliğinden polimerize olmasını engellemek amacıyla rezin grupların yapısına eklenen fenol türevi bileşiklerdir. Serbest radikallerle reaksiyona girme inhibitörlerde monomerlerden daha fazla olmaktadır. İnhibitörler, kompozit rezinlerle yeterli çalışma süresini sağlamakla beraber raf ömürlerini de uzatmaktadır (69).

Başlatıcılar, fiziksel ve/veya kimyasal reaksiyonla polimer zincirlerinin ve serbest radikallerin oluşmasını sağlamaktadır (70). Işıkla polimerize olabilen kompozit rezinlerde 450-500 nm dalga boyundaki ışığa hassas olan başlatıcılar bulunmaktadır. Sıklıkla kullanılan başlatıcı, bir α -diketon olan kamforokinondur (71, 72).

Otopolimerizan kompozit rezinlerin polimerizasyonu sonrasında reaksiyona girmeyen artık ürünler ultraviyole ışığının etkisi ile parçalanarak kahverengi renklere sebep olabilirler. Bu gibi renklenmelerin önüne geçmek için kompozit rezinlerin organik matriksine ultraviyole stabilizatörleri (2-hidroksi-4-metoksibenzofenon) ilave edilmektedir.

Kompozit rezinlerin en zayıf ve aşınma direncinin en düşük olduğu faz organik fazdır. Organik matriks su emebilir, renklenebilir ve boyanabilir. Bu nedenle üretici firmalar kompozit rezinin organik matriks içeriğini azaltıp doldurucu miktarını arttırarak daha güçlü bir yapı oluşturmayı hedeflemektedirler (73).

İnorganik faz; matriks içerisine dağılmış olan çeşitli büyüklük ve şekildeki kuartz (kristalin silika), lityum alüminyum silikat, borosilikat cam, stronsiyum, çinko, baryum, baryum alüminyum silikat ve yitrium cam gibi inorganik doldurucu partiküllerden oluşmaktadır. Çinko, stronsiyum, yitrium ve baryum ise materyallerin radyoopaklığını sağlar. Yapının mekanik özelliklerini silika partikülleriyle yapılan karışım güçlendirip, ışığı yansıtır ve geçirir. Kompozit rezinlere mine dokusuna benzeyen yarı şeffaf görünüm kazandırır. Silika doldurucuların, kristalin (kuartz, kristobalit, tridimit) ve non kristalin (silikat cam) olmak üzere iki formu bulunmaktadır. Kristalin formları sert yapıda olup kompozit rezinin bitirme ve polisaj işlemlerini güçleştirir. Kompozit rezinler günümüzde çoğunlukla silika doldurucuların non kristalin formu kullanılarak üretilmektedir (74). İnorganik doldurucular; kompozit rezinlerin basma ve çekme kuvvetlerine dayanıklılıklarının arttırılması, su emiliminin azaltılması ve aşınmaya dayanıklılıklarının arttırılması gibi mekanik ve fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla organik matriksin içerisine eklenmişlerdir (74, 75).

Ara faz olarak kullanılan silan, organik rezin matriks ile inorganik doldurucu fazı birbirlerine bağlar ve böylelikle kompozit rezinin fiziksel özelliklerini artırır. Silan;

organik rezin matrisi ile inorganik doldurucu arasında oluşabilen hidrolitik kırılmayı önleyerek, rezin matrisle doldurucu arasında stres dağılımını sağlamaktadır. Silan gruplarının ucunda bulunan hidroksil grubu inorganik doldurucuya, diğer ucunda bulunan metakrilat grubu da kompozit rezinin polimerizasyonu sırasında rezin matrisle bağlanır (74).

2.4.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinlerin sınıflandırılması ilk olarak Lutz ve Phillips tarafından doldurucu boyutlarına göre yapılmıştır (76). Daha sonra kompozit rezinleri doldurucuların bileşimlerine, yüzdelere ve boyutlarına göre birçok araştırmacı sınıflandırmıştır (64). Doldurucu boyutlarına göre sınıflandırılmasının nedeni ise, kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliğini ve fiziksel özellikleri etkilemesidir. Kompozit rezinin doldurucu yüzdesi ve boyutlarının biliniyor olması o kompozit rezinin mekanik özellikleri hakkında ipucu vermektedir (77).

İnorganik Doldurucu Partiküllerinin Büyüklüğü ve Miktarına göre

Sınıflama:

Makrofil Kompozit Rezinler: Makrofil kompozit rezinler ilk olarak 1960'larda geliştirilmiş olup doldurucu partikülleri 10-100 µm arasındadır. Büyük partiküllü kompozitler veya geleneksel kompozitler olarakta adlandırılırlar (77). Makrofil kompozit rezinlerin inorganik doldurucuları kuartz partikülleridir ve bu partiküllerinin büyük olması organik matrisin aşınmasını daha da kolaylaştırmıştır. Bu nedenle yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı için kompozit rezinlerin renklenmesine neden olurlar (74, 78).

Mikrofil Kompozit Rezinler: 1970'lerin başlarında inorganik partikül büyüklüğü 0,1 µm'den küçük olan mikrofil kompozit rezinler üretilmiştir. Bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra kompozit yüzeyinin oldukça düzgün bitiş sergilemesiyle bu kompozit rezinlere "fine finishing" veya "polishable" kompozitlerde denilmektedir. Fakat bu kompozit rezinlerin mekanik özellikleri ve kırılma dayanımları oldukça zayıftır (77).

Midifil Kompozitler Rezinler: Mikrofil kompozit rezinlerden sonra inorganik partikül büyüklüğü 1-10 µm olan midifil (küçük partiküllü) kompozit rezinler üretilmiştir (74, 77). Midifil kompozit rezinlere makrofil kompozit rezinlere göre daha iyi bir bitirme ve polisaj işlemi yapılmakta olup mikrofil kompozit rezinlere göre daha yüksek dayanıklılık göstermektedirler (77).

Minifil Kompozitler Rezinler: 0,1-10 µm partikül büyüklüğüne sahip doldurucular içeren kompozit rezinlere minifil kompozit rezinler denilmektedir ve midifil kompozit rezinlere göre daha yüksek yüzey özellikleri ve dayanıklılık göstermektedirler (74, 77).

Mikrofil Kompozitler Rezinler: Daha iyi estetik özellikler sunabilmek amacıyla mikrofil kompozit rezinler geliştirilmiştir. Mikrofil kompozit rezinlerin partikül büyüklüğü 0,04-0,4 µm arasında olup hacimce %20-59, ağırlıkça %35-67 cam doldurucular içermektedirler (79). Mikrofil kompozit rezinlerin ilk versiyonlarının az miktarda doldurucu içermesinin sebebi partiküllerin yüzey alanının hacime oranının yüksek olmasından dolayı viskozitenin artmasına yol açmasıdır. Viskositeyi azaltmak amacıyla önceden polimerize edilmiş kompozit rezin partikülleri öğütülerek 1-20 µm büyüklüğünde partiküller şeklinde doldurucu olarak matrikse eklenmektedir. Böylelikle organik doldurucular olarakta adlandırılan bu partiküllerin miktarı artırılmış olup partiküllerin polimer matrikse kimyasal yolla bağlanmasıyla polimer matriks içerisinde çok daha iyi özellikler gösteren adacıklar oluşturulmuştur. Farklı modifikasyonlarda doldurucu eklenen bu kompozit rezinlere “Heterojen Kompozit Rezinler” ismi verilmiştir (74). Mikrofil kompozit rezinlerin stres almayan III ve I. sınıf restorasyonlar ile sınıf V restorasyonlarda kullanımları uygundur. Bunun dışında hastanın brüksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıkları bulunmuyorsa direkt kompozit veneer restorasyonlar olarakta kullanılabilirler. Mikrofil kompozit rezinlerin düşük kırılma dayanıklılıkları sebebiyle geniş sınıf I ve sınıf II restorasyonlarda kullanımları kontrendikedir (80).

Hibrit Kompozit Rezinler: Günümüzde diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezinlerin büyük bir bölümü “hibrit kompozit rezinler” olarak sınıflandırılmaktadır. Hibrit, mikrohibrit ve nanohibrit kompozit rezinler şeklinde alt gruplara ayrılmaktadır. Hibritin tanımı; küçük partiküller (1-4 µm) ile submikron boyuttaki inorganik doldurucu

partiküllerin (0,04 µm) karışımıdır. Farklı boyuttaki doldurucu partiküllerin birleşimi fiziksel özelliklerin gelişmesine neden olurken aynı zamanda bitirme ve polisaj işlemlerinin de daha iyi olmasını sağlamaktadır (81). Bu gelişmelerle birlikte hibrit kompozit rezinlerin Sınıf IV ve Sınıf III kavitelere kullanımının yanı sıra Sınıf II ve Sınıf I gibi fazla yükün geldiği posterior bölgelerdeki kavitelere de kullanımları uygun bulunmuştur (77).

Doldurucu teknolojisindeki gelişmeler sayesinde submikron boyutlardaki (0,04 µm) partiküller ile daha küçük boyutlardaki partiküllerin (0,1-1 µm) bileşimiyle birlikte yeni kompozit formülasyonu oluşturulmuş ve “mikrohibrit” kompozit rezinler olarak sınıflandırılmışlardır. Mikrohibrit kompozit rezinlere daha küçük partiküllerin eklenmesi onları geleneksel hibrit kompozit rezinlerden ayırmakta olup daha iyi bitirme ve polisaj işlemlerinin yapılmasını sağlamaktadır (82). Fakat mikrofil kompozit rezinlere göre mikrohibrit kompozit rezinlerin fiziksel özellikleri daha iyi olmasına rağmen polisajlanabilirlikleri daha üstün değildir (77).

Mikrohibrit kompozit rezinlerin en son versiyonu nanodoldurucu teknolojisiyle geliştirilen “Nanohibrit” kompozit rezinlerdir. Geleneksel tipteki doldurucu partiküller ile nanometre boyutunda doldurucu partiküllerin (0,005–0,01 µm) karıştırılmasıyla elde edilmektedir. Nanohibritler, mikrofil kompozit rezinlerin uygulama ve polisajlanma özellikleriyle geleneksel hibrit kompozit rezinlerin aşınma dirençleri ve fiziksel özelliklerini gerçek anlamda taşıyan üniversal kompozit rezinler olarak sınıflandırılabilir (83).

Nanokompozit Rezinler: Nanoteknoloji; molekül mühendisliği veya moleküler nanoteknoloji olarak da adlandırılmaktadır. Çeşitli fiziksel ve kimyasal metotlarla 1 ile 100 nanometre (nm) aralığında fonksiyonel yapıların ve materyallerin üretimini içermektedir (1nm=1/1000 µm) (84). Mühendislerin ve bilim adamlarının maddeyi bu denli küçük boyutta manüple edebilmeleri sayesinde her alanda kullanılan materyaller ve sistemlerde (biyomedikal, diş hekimliği, telekomünikasyon, tekstil, bilgisayar) yeni gelişmeler sağlanmıştır (85).

2000’li yıllarda bulunan ve hayatımızın birçok alanında yenilikler getiren nanoteknolojiden diş hekimliği araştırmacıları da yararlanmışlardır. Kompozit rezinlere eklenen inorganik partikülleri bu teknolojiyle üreterek farklı avantajların ortaya çıkabileceği hipotezini öne sürmüşlerdir. Nanokompozit rezinlerin üretimindeki hedef; hibrit kompozit rezinler gibi güçlü mekanik özellikler ile mikrofil kompozit rezinler gibi iyi polisajlanabilme özelliklerini bir arada bulundurarak ağız içindeki tüm bölgelerde kullanılabilmesini sağlayabilmektir.

Nanokompozit rezinlerin organik yapısı ile geleneksel ve hibrid kompozit rezinlerin organik yapısında benzer polimer yapılar bulunmaktadır. İnorganik yapıyı oluşturan partiküllerin ise nanomer ve nanomer gruplarından olduğu belirtilmektedir (86). 5–75 nm boyutlarında, kompozit rezinin organik yapısında kümeleşmeden tek tek bulunan silika partikülleri nanomerleri ifade etmektedir. Kompozit rezinlerin organik yapısına eklenen nanomer grupları zirkonyum ve silika partikülleri olarak iki farklı doldurucu tipine sahiptir. Bu gruplar restorasyona gelen kuvvetler karşısında tek büyük partikül gibi direnç gösterirken, restorasyon yüzeyine gelen aşındırıcı kuvvetler karşısında da nanomerik düzeyde kopmalara neden olmaktadır (87).

Nano doldurucuların geleneksel mikro dolduruculara kıyasla daha küçük partikül yapısında olmaları, organik yapıyla temas eden yüzey alanının artmasına ve organik faz-inorganik faz bağlantısının daha kuvvetli olmasını sağladığı bildirilmiştir (87). Nanomer gruplarının ve nano partiküllerinin kombinasyonu doldurucu oranını arttırarak kompozit rezinin mekanik ve fiziksel özelliklerinin gelişmesini, bununla birlikte yüzey özelliklerinin uzun süre daha iyi kalmasını sağladığı bildirilmiştir (86, 88).

Viskozitelerine göre Sınıflandırma

Kondanse Edilebilen Kompozit Reziner: Kompozit rezinlerin yapısına katılan inorganik doldurucu partiküllerin miktarı arttırılarak kondanse edilebilen visküz yapıdaki kompozit rezinler üretilmiştir (74).

Akışkan Kompozit Rezinler: Kompozit rezinlerin inorganik doldurucu içeriğinin daha az ve organik matriksinin daha yoğun olduğu materyallerdir(89).

Polimerizasyonlarına Göre Sınıflandırma

Kimyasal Olarak Polimerize Olan Kompozit Rezinler: Bu kompozit rezinlerde polimerizasyon işlemi kimyasal olarak başlar ve pat-likit veya pat-pat şeklinde bulunmaktadır. Uygulanan bu patlardan biri polimerizasyonu başlatan benzoil peroksit içerirken, diğer pat polimerizasyonu aktive eden organik amin içermektedir. Komponentlerin karıştırılması ile benzoil peroksit ve amin reaksiyona girerek serbest radikallerin oluşmasını sağlayarak polimerizasyonu başlatırlar (74).

Işık ile Polimerize Olan Kompozit Rezinler: 1972 yılında kullanıma sunulan bu kompozit rezinler tek pat şeklindedir. Bu kompozit rezinlerin polimerizasyonu için ilk başlarda UV kullanılmış fakat; UV ışık kullanımının kompozit rezinlerde yeterli polimerizasyon derinliğini sağlayamaması ve bununla birlikte yumuşak doku ve retina üzerinde zararlı etkiler oluşturması gibi dezavantajları bulunmuştur. Zamanla hekim ve hastalara vereceği zararlı etkiler göz önünde bulundurularak UV ışıktan vazgeçilmiş, onun yerine görünür ışık kullanılmaya başlanmıştır (90). Işık ile polimerize olan kompozit rezinlere kamforokinon ilave edilerek polimerizasyon reaksiyonu, 420-470 nm dalga boyunda ve yaklaşık 400 mW/cm² ışık gücünde olan görünür mavi ışık ile başlatılmaktadır (74, 91). Kullanılan ışık kaynakları yumuşak dokulara zarar vermese bile retinaya zarar verebileceği için gözlük kullanmak ve koruyucu önlemler almak gereklidir (74).

Hem Kimyasal Hem de Işık ile Polimerize Olan (Dual Cure) Kompozit Rezinler: İçeriğinde ışık aktivatörleri ve kimyasal başlatıcılar bulunan bu kompozitler iki pat halinde piyasaya sunulmuştur. Karıştırma işleminden sonra ilk olarak ışık ile polimerizasyon başlatılır ve polimerize olmayan diğer yüzeylerdeyse polimerizasyon 8-24 saat içinde kimyasal olarak tamamlanır. Işığın ulaşmadığı bölgelerde ve polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmesinin zor olduğu durumlarda kullanılabilir (74).

Farklı Özellikteki Kompozit Reziner

İyon Salabilen Kompozit Reziner: Restorasyon yüzeyinin pH değerindeki değişikliklere bağlı olarak H^+ , F^- ve Ca^{+2} iyonları salabilen bu kompozitler 1998 yılında üretilmiştir. Mikrobiyal dental plakta bulunan mikroorganizmaların ürettikleri asit sonucu ağız içi ortamındaki pH değeri düşer ve restoratif materyalin içeriğindeki iyonlar salınmaya başlar. Böylelikle karyojenik bakterilerin ürettiği asitlerin tamponlanıp, meydana gelen demineralizasyonun azaltılıp ve restorasyon kenarlarında oluşabilecek sekonder çürüklerin önlenmesi hedeflenmiştir (74, 92).

Bulk Fill Kompozit Reziner: Geleneksel kompozit reziner kaviteye tabakalı yerleştirme tekniği kullanılarak yerleştirilmektedir. Böylelikle polimerizasyon büzülme stresi azaltılmış olur. Ancak tabakalı yerleştirme tekniğinde kompozit tabakalarının arasında hava kabarcığı kalabilir veya iki tabakanın birbirine bağlanmaması gibi dezavantajlar olabilmektedir (93, 94). Bulk fill kompozit rezinlerin en önemli avantajı ise kaviteye tek tabaka halinde ve 4-6 mm kalınlıkta yerleştirilebilmeleridir (95).

Bulk fill kompozit rezinlerde polimerizasyon büzülme stresi düşük olduğu için iyi kenar uyumu göstermektedirler. Buna ek olarak kaviteye yerleştirilmesinin ve uygulanmasının kolay olması, posterior bölgede çiğneme kuvvetlerine karşı yeterli direnç göstermesi ve iyi polisajlanabiliyor olması hekimler tarafından tercih edilmelerini sağlamaktadır (96).

Kompozit rezinlerde inorganik doldurucu oranları artırılırken, daha iyi estetik sonuçlar elde edebilmek amacıyla doldurucuların boyutu da küçültülmektedir. Bulk fill kompozit rezinlerdeyse inorganik doldurucu oranları daha az olmasına karşılık, doldurucuların boyutları daha büyüktür. Böylelikle polimerizasyon derinliğini arttırmak hedeflenmiştir (96). İçeriğinde bulunan baryum cam, iterbium triflorid, , zirkonyum/silika partikülleri, karmaoksit, proakrilat sayesinde sahip oldukları radyoopasite artar ve böylece ışık materyalin daha derin bölgelerine ulaşabilmektedir (97).

Self Adeziv Kompozit Rezinler: Kompozit rezin uygulamasında teknik hassasiyet gerektiren adeziv uygulamasını ortadan kaldırmak için self-adeziv kompozit rezinler geliştirilmiştir. Self adeziv kompozit rezinlerin diş dokusuna kendi kendine bağlanabilmesi için içeriğine dentini ve mineyi asitleyebilen asidik monomerler (Kerr Vertise Flow, GDPM) ilave edilmiştir (98). Diş dokularının kalsiyum iyonları ile self adeziv kompozitlerin asidik monomerlerinin (GDPM) fosfat grubu arasında kimyasal bağlantı oluşturarak veya kompozit rezin içerisindeki polimerize monomerler ile kollojen fibriller arasında mikromekanik bağlantı sağlayarak bağlanabilirler. Böylelikle restoratif işlem basamakları azaltılmış olup hastanın koltukta geçirdiği zaman kısaltılmıştır. Bunun yanı sıra uygulama esnasındaki hataları da en aza indirerek işlemden sonra gerçekleşebilecek hassasiyet sorunları da minimize edilmiş olmaktadır (99).

2.5.Cam İyonomer Simanlar (CİS)

İlk olarak Wilson ve Kent adlı araştırmacılar tarafından geliştirilen CİS dentin ve mineye kimyasal olarak bağlanan, diş yapısına benzer ısıl genişemesi olan, florür salımı yapan biyouyumlu bir materyaldir (100).

CİSler; süt ve daimi dişlerde kaide ve kor materyali olarak, fissür örtücü olarak, süt dişi restorasyonlarında, paslanmaz çelik kron, ortodontik bant ve braketlerin yapıştırılması, geçici dolgu materyali olarak kullanılmaktadır (101). Kırılma dayanımının ve aşınma direncinin düşük olması, materyali işleminin zorluğu, sertleşme sürecinde neme hassas olması gibi dezavantajlarının ortadan kaldırılması amacıyla zaman içerisinde CİS içeriklerinde değişiklikler yapılmıştır. Fiziksel özelliklerini arttırmak için; ultrasonik dalga aktivasyonu, nanopartiküllerin eklenmesi, N-vinylcaprolactam eklenmesi, materyalin sertleşme ortamının modifiye edilmesi ve ısı uygulanması gibi yöntemler önerilmiştir (102).

2.5.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar (GCIS)

CİSler, polikarboksilat simanların dış yapısına kimyasal adezyonu ile silikat simanların florür salma özelliği ve biyouyumlu olma avantajlarını birleştirme amacı ile üretilmiştir (65, 103).

GCİSler toz kısmında; floro-alüminosilikat cam partikülleri ve likit kısmında poliakrilik, itakonik ve tartarik asit gibi asitlerin bulunduğu iki komponentten oluşmaktadır (104). Toz ve likit arasında asit-baz reaksiyonu gerçekleşip, asidik özellikte olan likit silikat cam partiküllerini çözündürüp florür, alüminyum, silikon, kalsiyum ve diğer iyonlar salınır. Kalsiyum iyonları karboksil yan gruplarıyla şelasyona girer ve böylelikle poliakrilik asit polimer zincirinde çapraz bağ oluşturur. Materyal neme en hassas olduğu bu dönemde kontamine olursa yapısal olarak zayıflar veya materyalin kendisinden su kaybı olursa çapraz bağlar oluşmayabilir ve reaksiyon tamamlanamaz. CİSın ilk sertleşme süresi 3-6 dakika olup, sonrasında siman henüz mekanik ve fiziksel özelliklerine tam olarak ulaşmamış olmaktadır. GCİSın stabil hale gelebilmesi yaklaşık olarak 24 saat sürmektedir. Bu süre zarfında kalsiyum iyonlarının yerini daha yavaş reaksiyona giren alüminyum iyonları alır ve böylelikle daha fazla çapraz bağ oluşturularak mekanik olarak daha dayanıklı bir matriks oluşturulmuş olur (105, 106).

Uzun süreli florür salımı yapma özelliği sebebiyle GCİSların çürük önleyici etkileri olduğu kabul edilmiştir. Sertleşme reaksiyonu sırasında cam partiküllerinin polialkenoik asitle tepkimeye girmesi sonucunda bir patlama etkisi (burst effect) oluşur ve ilk 24 saat içerisinde yüksek florür salımı gerçekleşmiş olur. Başlangıçtaki yüksek florür salımı 24-72 saat sonra giderek azalır, 10-20 gün içerisinde sabit bir düzeye yaklaşır ve CİSın içeriğindeki florür birkaç ay içinde oldukça hızlı şekilde tükenmektedir (107, 108).

CİSdan salınan florür dış yapısında florohidroksiapatit oluşturur ve kalsiyum hidroksite oranla daha antibakteriyel bir bileşiktir. Bununla birlikte salınan florür aktif çürük bölgeleri de dahil iyon alışverişiyle remineralizasyona yardımcı olmaktadır (109, 110). Derin çürüklü dişlerde kaide materyali olarak CİS kullanılması, kalan bakterilerin

ölmesini ve pulpanın tamir sürecinin başlatılmasını sağlamaktadır. Bu tamir özelliği nedeniyle kavite içerisinde kısmi demineralize alanlar bırakılarak daha konservatif kavite preparasyonu hazırlanabilmektedir (111, 112).

Sandviç tekniğinde kullanılan CİSler dentin dokusunu oluştururken bununla birlikte marjinal aralanmayı da azaltmaktadır. Dentin üzerine uygulanan CİS dentindeki nemi absorbe ederek genişir ve bu genişme miktarı, kompozit rezinin polimerizasyonu sırasındaki büzülme miktarını tolere edecek düzeydedir (113).

2.5.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar (RMCİS)

Antonucci 1988 yılında GCİS'lerin düşük mekanik özellik ve neme duyarlılık sorununun çözümlenmesi için RMCİS'leri geliştirmişlerdir (114). Hibrit cam iyonomerler veya ışıkla sertleşen cam iyonomerler olarak da adlandırılmaktadırlar (115).

GCİS'lerin içeriğinde bulunan poliakrilik asite, bisfenol glisil metakrilat (Bis-GMA) veya hidrosietil metakrilat (HEMA) monomer rezin yapıları eklenerek %20 rezin, %80 CİS bileşeninden oluşan RMCİS elde edilmiştir (116). Floroalüminosilikat cam tozları RMCİS'in toz kısmını oluştururken, likid kısmınıysa HEMA, tartarik asit, poliakrilik asit, metakrilat grupları ve %8 su oluşturmaktadır (117).

Siman içeriğine rezinin eklenmesiyle dual sertleşme mekanizması görülür ki bu, foto-kimyasal sertleşme ile birlikte asit-baz reaksiyonunun görülmesidir. Asit-baz reaksiyonu ışıkla polimerizasyon sonrasında da devam ederek tam bir sertleşme ve daha iyi mekanik özelliklere sahip olmasını sağlamaktadır (116, 117).

GCİS'lara göre sertleşme tepkimelerinin ışık ile başlaması, daha iyi kenar uyumu, mekanik özellikleri, estetiği ve diş dokularına adezyonuna sahip olması, çalışma zamanlarının daha uzun olması gibi özellikler yönüyle RMCİS'ler daha başarılıdır. Bununla birlikte RMCİS'ler GCİS'larda görülen flor iyonu salınımı ve reşarj olabilme, diş dokusuna fiziko-kimyasal olarak bağlanma ve diş dokusuna benzer termal genişmeye sahip olma gibi özelliklere de sahiptirler. GCİS'lara göre aşınma dirençleri ve kırılma dayanıklılıkları daha yüksektir (106, 118, 119). RMCİS'in içerisinde bulunan

HEMA monomeri nedeniyle biyouyumluluğu GCİS'lerden daha düşüktür. Bunun sebebi ise iyi bir polimerizasyon yapılsa bile artık monomer (HEMA) salınımının devam edebilmesi olarak gösterilir. Artık monomer salınımının olması, pulpa hassasiyetinden enflamasyona kadar farklı şekillerde olumsuz yönde etkileyebilmektedir (120).

2.5.3. Nano Özellikli Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar (Nano-iyonomer)

Diş hekimliği materyaller alanındaki en önemli gelişmeler arasında nanoteknolojinin kompozit rezinlere uygulanması yer almaktadır. Nano özellikli materyaller, kavite duvarlarına çok daha iyi adapte olan ve daha az büzülme gösteren materyallerdir (121, 122).

RMCİS'lerin yapısında bulunan flouroaluminosilikat cam tozlarına nano doldurucular ve nano kümeler eklenerek florür salınımının yüksek ve restorasyon yüzeylerinin daha pürüzsüz olması amaçlanmıştır. Nanopartiküllerin ilave edilmesiyle materyalin estetik ve optik özellikleri ile aşınma direnci gibi fiziksel özelliklerinin olumlu yönde geliştirilmesi amaçlanmıştır (123). 2007 yılında, Ketac N100 (3M ESPE, St Paul, USA) nano doldurucular ile RMCİS'ların avantajlarının birleştirildiği nanoiyonomer olarak piyasaya sunulmuştur.

2.5.4. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)

Poliasit modifiye kompozit rezinler, kompozit rezinlerin estetik özelliği ile CİS'lerin florür salım özelliğini birleştirerek geliştirilen materyal olarak tanıtılmıştır. İçeriğinin %30'unu CİS ve %70'ini kompozit rezin oluşturmakta olup, kompozit ve cam iyonomer kelimelerinden oluşan "kompomer" olarak adlandırılmaktadır (124).

HEMA, ürean dimetakrilat (UDMA) ve bütan tetra karboksilik asit olan rezin ve asit monomerler Poliasit modifiye kompozit rezinlerin yapısını oluşturmaktadır (125). Tek bileşenli yapısı olan, sertleşme mekanizması ve polimerizasyonu ışık ile yapılan (fotopolimerize) materyallerdir. Işık ile polimerizasyonundan sonra asit-baz

reaksiyonunu başlatması için ağız içerisinde tükürükle temas etmelidir çünkü; içeriğinde su bulunmamaktadır. Böylelikle cam dolduruculardan matrikse doğru florür salımı gerçekleşmektedir (125, 126). Literatürdeki çalışmalara göre, rezin modifiye cam iyonomer ve GCİSlardan salınan flor iyonu miktarı kompomerlere kıyasla daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bu farklılığın oluşmasını sağlayan nedenin ise, kompomerin yapısındaki florür iyonlarının ağız içi sıvılarla temasa geçmeden önce doldurucu partiküllere bağlanması olarak bildirilmiştir (107, 127, 128).

Kompomerlerin özellikle çocuk diş hekimliğinde çok tercih edilen restoratif materyal olmasının sebebi, kullanımlarının kolay olması ve iyi mekanik ve fiziksel özellikler göstermeleridir (129).

2.5.5. Güçlendirilmiş Cam İyonomer Simanlar

Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar (YVCİS): YVCİSler 1995 yıllarında piyasaya sunulmuş olup, GCİS'lerin aşınmaya dirençlerini yükseltmek, yoğun çiğneme streslerinin bulunduğu bölgelerde kullanılabilirliğini sağlamak ve nem hassasiyetlerini azaltmak için farklı yenilikler yapılarak geliştirilmiştir. YVCİSler ilk olarak Atravmatik Restoratif Tedavide (ART) kullanılmak üzere geliştirilmiştir (130, 131).

YVCİSlarda; toz/likit oranı, partikül boyutları ve dağılımı değiştirilerek, tozuna poliakrilik asit eklenerek ve cam partiküllerin yüzeyinde bulunan fazla Ca iyonları elimine edilerek aşınmaya dirençleri ve mekanik özellikleri geliştirilmiştir. GCİS'lerin toz/likit oranı 3/1 veya 4/1 iken; YVCİS'lerde bu oran 6/1 veya 7/1'dir. Bu özellikleri sayesinde daimi restorasyon materyali olarak amalgam ve kompozit rezinin alternatifi olmayı başarmışlardır (132).

YVCİS'lerin GCİS'larla benzer sertleşme mekanizması göstermesine karşılık aşınmaya dirençleri, eğme ve basma kuvvetlerine dayanıklılıkları, yüzey sertliği artırılıp, çözünürlükleri azaltılmıştır. Bunların yanı sıra diş dokularına biyouyumları ve florür iyonu salımları GCİS'lerle aynı orandadır (133). Araştırmalara göre YVCİS'lerin sertleşme reaksiyonu diğer CİS'lerin aksine daha hızlı olduğu için erken dönemde

nemle karşılaşmalarının fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemediği bildirilmiştir (134, 135). Üretici firmalar yinede YVCİS'lerin erken dönem nemden etkilenmelerinin önlenmesi ve aşınma dirençlerinin artırılması için koruyucu rezin içeriği olan glaze materyalleriyle birlikte kullanılmalarını önermektedir (134).

YVCİSlardaki son gelişmelerle birlikte cam hibrit restoratif sistemler de diş hekimliği camiasına tanıtılmıştır.

Cam Hibrit Restoratif Sistemler: Karıştırma sonrasındaki matriks formasyonunun arttırılması ve hızlandırılması amacıyla cam iyonomer doldurucuların içersine ultra ince ve yüksek düzeyde reaktif cam partiküllerinin eklenmesi ile ortaya çıkmışlardır. İçeriğe eklenen yüksek molekül ağırlıklı poliakrilik asit ile birlikte matriks çapraz bağlarının sayısı artmış ve böylelikle materyalin eğilme bükme dayanıklılığı ve elastisite modülü de artmıştır. Bu yenilikçi cam hibrit restoratif sistem ile ortamdaki iyon miktarı artmış ve daha dayanıklı matriks yapısı oluşturulmuştur. Böylece florür salımı ve aşınma direnci gibi mekanik özelliklerde de ilerleme sağlanmıştır (136).

Günümüzde cam hibrit restoratif sistem olarak mevcut olan son ürün 2019 yılında geliştirilen EQUIA Forte HT Fil ve EQUIA Forte Coat'un birlikte kullanılmasıyla meydana gelen sistemdir. EQUIA Forte HT (GC Corp, Tokyo, Japonya) poliakrilik asidin moleküler ağırlığının eşit dağılmış ultra ince ve yüksek reaktif cam partikülleriyle iyileştirilmesiyle elde edilen üstün mekanik özelliklere sahip yeni bir bulk fill cam hibrit sistemdir (137). EQUIA isminin açılımı "Easy-Quick-Unique-Intelligent-Aesthetic" yani "Kolay-Çabuk-Eşsiz-Akıllı-Estetik"tir. Adeziv ajana ihtiyaç duymadan diş yapılarına kimyasal olarak bağlanabilme, tek tabaka halinde (bulk) uygulanma, düşük nem hassasiyeti, diş renginde ve geleneksel cam iyonomerlere göre daha translusent ve estetik özellikler, daimi restorasyon materyali olarak kullanılmak için yeterli kırılma ve aşınma direnci gibi avantajlara sahiptir. Bu özelliklere ek olarak kolay polisajlanabilme , kısa uygulama süresi, ve tükürüğe bağlı matürasyon etkisiyle zaman içerisinde dayanıklılığının artması bu materyalin diş hekimlerince sıklıkla tercih edilen bir restorasyon materyal haline getirmiştir (138). Vita A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, B3 ve C4 renklerinde üretilen bu restoratif materyal; Sınıf I ve Sınıf II restorasyonlarda,

Sınıf V ve kök yüzeyi restorasyonlarında, geçici restorasyonlarda ve kor alt yapısı olarak kullanılabilir (136, 138).

Cam hibrit restoratif sistemlerin klinik kullanımdaki başarısını araştıran az sayıda çalışma olup, materyal genel olarak kompozit rezinle karşılaştırılmıştır (139). Yapılan çalışmalara göre EQUIA'nın, posterior bölgede başarılı olduğu tespit edilmekte ve daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (140, 141).

Giomer: Son dönemlerde CİSlarda bulunan avantajları rezin materyallere kazandırmak amacıyla cam iyonomerlerin yeni bir versiyonu olarak geliştirilen, içeriğinde önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer partikülleri(prereacted glassionomers-PRG) bulunan giomer üretilmiştir (142). Cam iyonomer ve kompozit rezin materyallerinin özelliklerinin birleşiminden oluşan hibrit restoratif materyallerdir (143). Giomer ismi, “Glass iyonomer + polimer” kelimelerinden oluşturulmuştur. Floroalüminasilikat cam tozuyla polialkenoik asit arasında oluşan asit-baz reaksiyonuyla PRG doldurucuları oluşmaktadır(144). PRG partiküllerin tüm partikül aktif (F-PRG) ve yüzey aktif (S-PRG) olmak üzere iki çeşiti bulunmaktadır (145). Giomerlerde, poliasit ile fluoroalüminasilikat cam tozu önceden reaksiyona girerek cam iyonomer matris yapısını oluşturur, sonra rezin monomerleriyle birleşirler. Giomerlerde asit-baz reaksiyonu rezinle birleşmenin öncesinde gerçekleşmektedir. PRG partikülleri, önceden reaksiyona girmiş hidrojel içerisindeki iyon değişimi ile hızlı florür iyonu salımının gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu durum giomeri, florür iyonu salımı yapan rezin içerikli diğer restoratif materyallerden farklı kılmaktadır (144).

Giomerler, diş dokularına bağlanmak için adeziv sistemlere ihtiyaç duymakta ve ışıkla sertleşmektedir (146). Bu materyaller iyi estetik özelliklere, iyi mekanik özelliklere, florür iyonu salımı ve depolamasına ve kolay cilalanabilirlik gibi özelliklere sahiptirler (147). Giomerlerin kullanım alanları; servikal lezyonlar, sınıf I, II, III,IV ve V kavimleri, süt dişi restorasyonları ve kök çürüğü dolgularıdır (148). Diş renginde rezin içerikli ilk giomer restoratif materyal Beautiful (Shofu, Kyoto, Japan) adıyla piyasa çıkmıştır (145).

Cam Karbomer: Floroapatit ve karbomer ile güçlendirilmiş cam iyonomer içerikli restoratif materyallere cam karbomer adı verilir. CİSlerden ayrılan özelliği içeriğinde nano doldurucu partiküller ve floroapatit bulundurmasıdır. Yüksek basma ve eğilme dayanıklılığı ve düşük çözünürlüğe sahip, aşınma direnci yüksek restoratif materyaldir (149). Cam karbomerin yapısının mineye benzetilmesi için içeriğine nanopartiküller eklenmiştir. Nanopartiküller basma ve bükülme dayanıklılığını artırıp, çözünürlüklerini düşürmüştür (150).

CİSlerin sertleşme reaksiyonu ile cam karbomerin sertleşme reaksiyonu benzemektedir. Kalsiyum floroapatit nano-kristalleri remineralizasyonu başlatır ve floroapatitlerin oluşumunu sağlar. Nanopartiküller sayesinde daha fazla temas alanı sağlandığı için, cam karbomerin likitinde bulunan poliakrilik asitle etkileştiklerinde materyalin sertleşmesini ve remineralizasyon etkisinin hızlanmasını sağlamaktadırlar. Nanopartikül boyutunun, floroapatite dönüşüm ve çözünmede etkisi olduğu bildirilmiştir (149, 151).

Cam karbomer simanlar; solvent, metal, rezin, vb. serbest monomerler içermemektedir. Diş sert dokularına asit uygulanması kontendikedir. Radyopak olması nedeni ile de postoperatif teşhisi daha kolaydır (152). Materyalin sertleşme reaksiyonu yüksek enerjili ışık cihazları kullanılarak polimerize edilmesiyle hızlandırılabilir. Bu uygulamada ışık cihazının oluşturduğu ısıyla simanın sıcaklığı artırılarak sertleşmesi hızlanmaktadır (153).

Materyalin mekanik özellikleri nano teknolojiyle birlikte geliştirilmiştir. Cam karbomerler RMCİS ve GCİS ile kıyaslandığında estetik özellikleri ve translusentliği daha iyi, çalışma süreleri daha uzun, kırılma dayanımı ve aşınmaya direnci daha yüksek ve daha hızlı sertleşme reaksiyonu göstermektedirler. Florür iyonunun salımı ve reşarj olma özellikleri de bulunmaktadır (154).

Klinik endikasyonları CİSlere benzemekte olup; süt ve daimi dişlerdeki sınıf I ve sınıf II kaviterlerde, kron ve köprü restorasyonlarının tamirinde, sınıf V kaviterlerde, kron/köprü yapıştırma ve fissür örtücü olarak kullanılmaktadır (155).

Zirconomer: 2015 yılında piyasaya çıkarılan Zirconomer (Shofu, Kyoto, Japonya), isimli restoratif cam iyonomer, amalgamın dayanıklılığını ve gücünü içeren yeni posterior restoratif materyal olarak geliştirilmiştir. Zirconomer'in cam bileşenine zirconya doldurucuların ilave edilmesiyle, posterior yük taşıma alanlarında üstün mekanik özellikler gösterdiği ve restorasyonun yapısal bütünlüğünü güçlendirdiği bildirilmiştir (156). Yüksek dayanımlı CİS olan Zirconomer'e üstün mekanik ve kullanım özellikleri kazandırmak için içeriğindeki polialkenenoik asit ve cam bileşenleri özel olarak işlenmiştir. İçeriğinde zirkonyum oksit, poliakrilik asit (% 20-50), tartarik asit (% 1-10), cam tozu ve likit olarak deiyonize su bulunmaktadır (157).

Zirconomer üretici firmanın iddasına göre, amalgamın mekanik ve cam iyonomerin antikaryojenik özelliklerinin birleşiminden oluşan, bununla birlikte de civa sitotoksitesi görülmeyen bir materyaldir (158). CİSlerin florür salma özelliklerini korudukları gibi aynı zamanda amalgamın gücünü de göstermektedirler. Bunun için Zirconomer'ler, beyaz amalgam olarak da adlandırılmaktadır. Zirkonyumun beyaz kristalin oksidi Zirkonyadır(ZrO_2) (159). Zirkonya; damıtılmış suda çözünmez ve CİS ve hidroksiapatit parçacıklarından daha yüksek bir güce sahiptirler (160).

2.6.Renk

Nanometre ile ifade edilen dalga boylarından oluşan ışık, görülebilir elektromanyetik bir enerjidir. İnsan gözü 360-780 nm boyutlarındaki renklere duyarlı olup, görünür ışığın farklı dalga boylarının yansması veya emilmesi ile algılanmaktadır (161). Bir cisim kendi rengini yansıtırken diğer renkleri emmektedir. Ancak siyah renk üzerine düşen tüm renkleri emerken, beyaz renk ise tümünü yansıtır (162).

1611 yılında Sigfried Forsius, rengin üç boyutlu olduğunu tanımladıktan sonra günümüzde rengin bu özelliğini açıklamak amacıyla birçok yaklaşım ve sistem geliştirilmiştir (163). Gelen ışığa bir cismin gösterdiği tepki; seçici olarak belli dalga boylarını yansıtmak, belli dalga boylarını ise absorbe etmek şeklindedir. Maddelerden gelen ışık dalgası gözün retina tabakası üzerine odaklanıp sinir iletileri yoluyla beyine aktarılır. Sinir uyarıları rengin algılanmasında büyük rol oynamaktadır. Gözün tek bir

renk tarafından sürekli uyarılması gözün tepkisinin azalmasına ve yorulmasına sebep olmaktadır. Bunun için her kişinin renk ayrımı birbirinden farklıdır (164).

2.6.1. Renk Ölçüm Sistemleri

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin renginin ölçülmesinde, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu [Commission Internationale de Liéclairaqe (CIE)] $L^*a^*b^*$ ve Munsell renk sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerin uluslararası geçerliliği, kolay kullanımı ve güvenilirliği sebebiyle klinisyenler tarafından daha fazla tercih edilmektedir (163, 165).

Munsell Renk Sistemi: 1905 yılında Albert H. Munsell tarafından geliştirilen “Munsell Renk Sistemi” rengin üç boyutunu; “value (renk değeri)” , “chroma (renk yoğunluğu)” ve “hue (renk tonu)” olarak tanımlamıştır (166, 167).

Value (renk değeri); bir rengin açıklığı ve koyuluğu veya saf siyah (0/) ve saf beyaz (10/) arasındaki parlaklık derecesi olarak tanımlanmaktadır (168). Diş renginin eşleştirilmesinde value en önemli renk faktörüdür ve rengin belirlenmesinde ilk belirlenen koordinat value’dur (166). Rengin koyuluk ve açıklığına en yakın gelen sekme seçilmektedir. Dikey ekseninde bulunan 9 tekerlekte 10 değer seviyesi bulunmaktadır (169).

Chroma (renk yoğunluğu); renk doygunluğunun derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bir rengin berraklığını, gücünü ve yoğunluğunu tanımlar (168). Renkler merkezdeki value eksenine yaklaştıkça soluklaşırken(0) , dış tarafta en saf haliyle bulunur (/18). Value değeri belirlendikten sonra buna en yakın sekmede belirlenir (169).

Hue (renk tonu); bir rengi diğer renklerden ayırt etmeyi sağlamaktadır (kırmızılar, yeşiller, maviler) . Bu renkler koordinat sisteminin yatay ekseninde dairesel olarak sıralanmış olup, hue değeri value ve chroma değerlerinden sonra belirlenmektedir (170).

CIE Lab Renk Sistemi: 1971 yılında hazırlanan bu sisteme göre tüm renkler kırmızı (X), yeşil (Y) ve mavi(Z) rengin belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilmektedir (171). 1976 yılında CIE (The Commission Internationale de l'Eclairage) tarafından tanımlanmış olup, en sık kullanılan renk sistemidir. Dental çalışmalarda renk değerlendirilmesinin bu yöntemle yapılması kabul görmektedir. Bu sistem içinde rengin 3 farklı boyutu bulunmakta olup L,a ve b olarak adlandırılmaktadır (168).

L^* , 0 ile 100 arasında değer alır ve aydınlanmayı (lightness) ifade eder. 100 beyaz rengi, 0 siyah rengi temsil etmektedir ve L^* değeri büyüdükçe objenin rengi açılmaktadır. a^* koordinatı kırmızı-yeşil ekseninde doygunluğu (chroma) ifade eder ve pozitif değerlerde kırmızılığı negatif değerlerde ise yeşilliği temsil etmektedir. b^* koordinatı ise sarı-mavi ekseninde doygunluğu (chroma) ifade eder ve pozitif değerler sarılığını, negatif değerler maviliğini temsil etmektedir (168).

İki renk arasındaki renk farklılıklarının belirlenmesinde ise aşağıdaki formülden yararlanılmaktadır.

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

$$\Delta E = [(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2]^{1/2}$$

L_1^* , a_1^* ve b_1^* test öncesi ilk renk değerleri gösterirken; L_2^* , a_2^* ve b_2^* ise test sonrası renk değerlerini ifade etmektedir (172). 1 in altındaki ΔE^* değerlerini insan gözü algılayamamaktadır ve ΔE^* değeri 1 ve üzerindeyse iki nesne arasında göz ile ayırt edilebilecek derecede renk farklılıkları başlamış demektir. ΔE^* değerleri 3,3'i geçmiş ise artık kabul edilemez renk farklılıkları var demektir (173, 174).

Görsel renk farklılıkları ile korelasyonu geliştirmek amaçlı yeni gelişmiş CIELab tabanlı renk farklılıkları formülleri tanıtılmıştır. Eşit renk alanı olduğunu varsayan CIELab sisteminin çeşitli pratik uygulamaları, renk farklılıklarını tahmin etmek için ağırlıklandırma faktörlerini de kullanma ihtiyacını göstermiştir. CIEDE2000 (K_L : K_C : K_H) renk ağırlık faktörleri hatalarını düzeltmek amacıyla kullanılmıştır. CIELab renk aralığının homojen olmaması için, CIEDE2000 renk farkı formülü belirli

düzeltilmeler içermektedir. Renk değişimi son yıllarda, ΔE değerinin yanı sıra CIEDE2000 (ΔE_{00}) değeri kullanılarak da hesaplanabilmektedir. ΔE_{00} 'ın 0,8 ve 1,8 arasındaki değerleri, algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşikleri olarak benimsenmiştir (175). Son araştırmalara göre, renk farkının değerlendirilmesinde CIEDE2000 renk farkı formülünün CIELab formülüne göre daha iyi açıklayabildiği, bu nedenle algılanabilirliği de arttırdığı görülmüştür. ΔE_{00} ; tekrarlanabilir, hassas ve objektif bir yöntem olması sayesinde renk değişikliklerinin değerlendirilmesi için uygundur (176). Yeni formül ise aşağıdaki gibidir (177, 178).

$$\Delta E_{00} = [(\Delta L'/K_L S_L)^2 + (\Delta C'/K_C S_C)^2 + (\Delta H'/K_H S_H)^2 + R_T (\Delta C'/K_C S_C) (\Delta H'/K_H S_H)]^{1/2}$$

ΔE_{00} ve ΔE^*_{ab} formülleri iki renk ölçümü arasındaki farkı ifade etmektedir. Bu formüllerle materyallerin beyazlık derecesi değerlendirilmemektedir. Diş hekimliği için CIELab parametrelerine dayalı yeni bir özelleştirilmiş Beyazlık İndeksi (WI_D) tasarlanmıştır. Materyallerin renk değişimleri ΔE_{00} ve ΔE^*_{ab} formülleri kullanarak hesaplanırken, aynı zamanda renklenen materyallerin farklı yöntemlerle beyazlatılması sonrası beyazlatma etkinliği de CIELab renk sisteminde bulunan CIE L^* , a^* , b^* veya CIE L^* , C^* , h° koordinatları kullanılarak hesaplanabilmektedir. WI_D , görsel algıyla birlikte diğer tüm endekslere göre daha iyi korelasyon göstermektedir. Dental renk ölçümünde subjektif görsel faktörden kaçınmayı amaçlar ve net bir yoruma sahiptir (179). Beyazlatma etkinliğinin hesaplandığı formül aşağıdaki gibidir (180).

$$WI_D = 0,511L^* - 2,2324a^* - 1,100b^*$$

WI_D değerinin artması materyalin açık tonda olduğu gösterirken, azalan WI_D değerleri ise materyalin daha koyu tona sahip olduğunu ifade etmektedir (180).

WI_D 'deki ilk ve son ölçümler arasındaki farklılıklar da ΔWI_D değeri olarak ifade edilebilmektedir, ΔWI_D değeri için algılanabilirlik eşiği 0,72 ve kabul edilebilirlik eşiği 2,60 olarak kabul edilmektedir (181).

2.6.2. Diş Renginin Ölçülmesi

Renk seçimi, çeşitli renk ölçüm cihazlarının kullanımı ya da çıplak göz ile yapılmaktadır (182). Diş hekimliğinde renk seçimi, rutinde renk skalaları kullanılarak görsel olarak yapılmaktadır (183). Fakat görsel algılama tamamen sübjektif olduğu için, bu sistemle yeterli sonuçlar elde edilememekte ve güvenilir bulunamamaktadır. Renk seçiminde; gözün sürekli aynı uyarana maruz kalması sonucu oluşan göz yorgunluğu, kullanılan ışık türü, klinisyenin deneyimi ve yaşı, renk körlüğü gibi etkenler renk seçiminin hatalı olmasına neden olabilmektedir (184). Renk seçiminin de, farklı diş hekimleri arasında değişkenlik gösterdiği ayrıca aynı hekimin farklı zamanlarda aynı rengi bile farklı algılayabildiği bildirilmiştir (185). Rengin seçiminde renk ölçüm cihazlarının kullanımı; objektif, sayılabilir ve hızlı sonuçlar verdiği için görsel yöntemlerden daha güvenilir ve avantajlı sayılmaktadır.

Görsel Ölçüm: Renk seçimi yapılırken cisim, ışık kaynağı ve gözlemci etkileşimi önemlidir. Bu etkenlerden en önemlisi ise ışık kaynağıdır. Gün ışığının ideal renginin, 5500 K (Kelvin derecesi)'lik renk sıcaklığı olduğu kabul edilmektedir. Bu renk sıcaklığı yeşil, kırmızı ve maviyi eşit oranda içerip beyaz rengi oluşturmaktadır. Güneş ışığı hava kirliliğine, durumuna ve saate bağlı olarak farklı dalga boylarında yayılmakta ve gün içinde önemli oranda değişebilmektedir. Restorasyonların yapılacağı laboratuvarlar ile rengin seçildiği klinik ortamının benzer aydınlatma sistemlerinin bulunması bu nedenle önem taşımaktadır. Fakat ideal koşullar tam olarak sağlanamadığı için renk seçimi yapılırken yapay aydınlatmalara ihtiyaç duyulmuştur. Bunun için gün ışığını taklit eden floresan lamba kullanımı alternatif yöntem olarak kabul edilmekte olup ayrıca bu amaç için üretilmiş pil ile çalışabilen ve taşınması kolay olan gün ışığını taklit eden cihazlarda bulunmaktadır (185).

Renk Skalaları: Doğal dişlere göre daha sınırlı renk dizisine sahip olan renk skalaları, estetik problemler oluşumuna yol açabilmektedir. Renk algılanmasındaki kişiler arası farklılık olması ve görsel olarak rengin belirlenmesindeki standardizasyon eksiklikleri, renk ölçüm cihazlarının kullanımını gündeme getirmiştir (185, 186).

Kolorimetreler: Renk tespiti yapılan objenin standart renk kalibrasyonuna istinaden verilerini analiz eden cihazlardır. Bu cihazlar; CIE L^* , a^* , b^* değerlerini veya üç uyaranlı x , y , z değerlerini vermekte olup, bu değerler matematiksel şekilde analiz edilebilmekte ve elde edilen veriler sayesinde farklı objelerin renk parametreleriyle karşılaştırılabilmektedir. CIELab sisteminin kullanıldığı cihazların çalışma prensibi belirli bir açıyla ışın gönderip sabit açıyla geri dönen ışınların yansıma değerlerinin ölçülmesi temeline dayanmaktadır.

Kolorimetre içerisinde yüzey renkleri ölçümü için insan gözündeki kon tipi hücrelerine benzeyen üç farklı sensör bulunmaktadır. Dedektör içerisine yerleştirilen bu sensörler; CIE $x(\lambda)$, $y(\lambda)$ ve $z(\lambda)$ sistemine yakın sonuç vermek için kullanılmaktadır.

Kolorimetre cihazlarının dezavantajlarından biri düz yüzeylerde ölçüm yapmak amacıyla tasarlanmış olmasıdır. Fakat dişlerin yüzeyi çoğunlukla düz değildir. Dar açıklığı bulunan cihazların; ‘edge-loss’ diye adlandırılan renk ölçümü yapılan nesneden yansıyan ışığın cihaza tam dönememesi gibi sorunlar da yaşanmaktadır.

Kolorimetre cihazlarının sürekli kullanılabilirliğini, filtrelerin kısa sürede eskimesi olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer bir dezavantajıysa metamerizmi (farklı ışık altında rengin algılanması) değerlendirebilmek için kullanılamamalarıdır. Transludent materyallerin renkleri tespit edilirken ışığın kırılarak dağılmasından ötürü problemler yaşanabilmektedir (185).

Spektrofotometreler: İçerisinde bir ışık kaynağı, dedektör ve monokromatör bulunan spektrofotometrelerin kullanım alanı, yüzey renklerinin ölçülmesidir. Birçok dalga boyunda ölçümler yapabilen sensörlerin bulunduğu spektrofotometreler, çoklu sensör prensibi ile çalışmaktadır. Bu sensörler sayesinde insan gözüyle tespit edilmeyen renkleri algırlar. Spektrofotometrelerin çalışma prensibi; örnekten yansıyan ışığın, beyaz yüzeyden yansıyan ışığa oranının ölçülmesine dayanmaktadır. Metamerizmi ayırt etmek için de kullanılabilmekte ve güneş ışığı, ampul ışığı ve floresan ışığında farklı ölçüm değerleri verebilmektedir. Bu nedenden ötürü spektrofotometreler; kalite kontrolünde, bilimsel çalışmalarda, profesyonel alanlarda ve rengin tarif edilmesinde kullanılmaktadır.

Diş hekimliğinde spektrofotometrenin kullanım alanı ise; dental materyallerin renklerinin sayısal verilerini bulmak ve renkli iki cisim arasındaki renk değişimini ölçmek için kullanılmaktadır (185).

Dijital Kameralar: Hekim ile laboratuvar iletişimini sağlamak ve renk ölçümü için diş hekimliğinde dijital kameraların kullanımı son zamanlarda oldukça popüler hale gelmiştir. Tek bir noktanın değil de tüm objenin renk görünümünün elde edilebilmesi bu sistemin en büyük avantajı olmuştur. Klinikte çekilen fotoğraf görüntüsü ile kameranın bağlı olduğu bilgisayardaki programda analiz edilmesi yöntemine bağlıdır. Film üzerindeki ışık odaklanması, kimyasal reaksiyon yerine dijital fotoğraf makineleri görüntüyü CCD (algılayıcı) ile yakalamaktadır. CCD'ler, küçük ışığa hassas milyonlarca sayıda eleman(fotosit) içermektedir. Üzerine gelen toplam ışığa her bir fotosit cevap vermekte ve tüm renklere sahip görüntüyü elde etmek için alıcılar (sensör), ışığın temeli olan üç renkte bakabilmek için filtreler kullanmaktadır. Bu cihazlarda her bir piksele üç ayrı renkte kaydedilebilmektedir (187). Dijital kamera ile istenilen obje görüntüsü alındıktan sonra, kameranın bağlı olduğu bilgisayar değerleri CIELab cinsinden ifade etmektedir. Dijital kamera dışında sistemde; bağlı olduğu bilgisayar, bilgisayar programı, renk sensörü ve görüntüyü yakalayan sürücü bulunmaktadır (188).

Bunun dışında teknisyen ve hekimin farklı bina, şehir veya ülkelerde olduğu durumlarda dijital fotoğrafların kullanımı, teknisyen ve hekim iletişimini kolaylaştıran etkili bir yöntem olarak görülmektedir.

Dijital fotoğrafların son zamanlarda popüleritesi artmasına rağmen görüntü kalitesi oldukça önemlidir. Görüntü kalitesi; kamera ayarları, kamera tipi, renk anahtarı, ortamın aydınlanma koşulları, ilgili diş pozisyonu ve görüntü boyutuna bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Bu yüzden dijital fotoğraflar ancak uygun cihazlarla ve koşullarda ölçüm yapıldığında faydalı olabilen renk değerlendirme yöntemidir (185).

2.7. Yüzey Pürüzlülüğü

Bir materyalin elde edilme yöntemine ya da özelliklerine bağlı olarak oluşabilen yüzey dokusundaki düzensizlikler yüzey pürüzlülüğü olarak adlandırılmaktadır. Diş hekimliğinde, yapılan restorasyonlarda yüzey pürüzsüzlüğünün sağlanması estetik gereksinimler ve ağız sağlığı için oldukça önemlidir. Bitirme ve polisaj işlemlerinin asıl amacı restorasyona iyi bir kontör, sağlıklı embraşur, düzgün bir yüzey ve iyi bir okluzyon sağlamaktır (189). Bunun dışında, yüzeyin pürüzsüz olması sürtünme katsayısını azalttığından sonrasında oluşabilecek aşınmayı da azaltarak klinik performansı arttırabileceği belirtilmiştir (190). Ayrıca pürüzlü yüzeyler kırılmaya daha yatkın olduklarından yüzey pürüzsüzlüğünün sağlanmasıyla kırılma riskinin de azalabileceği bildirilmiştir (191).

Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek amacıyla çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bunlar; yüzey profili analizi (profilometre) gibi kantitatif (sayısal) ve tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) gibi kalitatif (nitel) metodları kapsamaktadır. Bunların dışında son zamanlarda yeni bir teknik olan Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)yla da yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmaktadır(192).

2.7.1. Profilometreler

Profilometreler; optik ve mekanik olmak üzere iki farklı tipte üretilmiş olup, her iki metotta da benzer pürüzlülük parametreleri kullanarak kantitatif ölçümler yapmaktadır (193).

Mekanik Profilometreler: Mekanik profilometreler; iki boyutlu ölçüm yaparak ve örnek yüzeyi üzerinde sabit doğrusal mesafede, boyutları belirli elmas uç yardımı ile yüzeye temas ederek taranması prensibiyle çalışmaktadır. Sensor X eksenini boyunca hareket ederek, dikey eksenindeki yükseklik farklarını profilometrenin dönüştürüm sistemini referans alarak hesaplar. Bu sebeple uygulanan bölgedeki yüzeyin paralelliği ve sensörün eksen dönüştürümü dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır (193). Mekanik profilometreler de hem analog hem dijital yazılım ve donanım kullanılarak değerleri kaydedilebilmektedir (194).

Bu değerlerden;

-Ra; belirli ölçüm mesafesinde bütün yüzey düzensizliklerinin (derinliklerinin ve yüksekliklerin) mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasını,

-Rmax; belirli mesafedeki en derin ve en yüksek noktalar arası mesafeyi,

-Rz; belirli mesafedeki birbirini izleyen 5 maksimum derinlik ve yüksekliğin ortalamasını belirtmektedir. Yüzey pürüzlülüğü, genellikle aritmetik ortalama pürüzlülük (Ra) değerleri ile ifade edilmektedir (195). Ölçüm yapılan örnekler için herhangi bir ön işlem yapılmadığından mekanik profilometreler tekrar kullanılabilir.

Optik Profilometreler: Üç boyutlu ölçüm yapılabilen optik profilometrelerde, yüzey ile mekanik temas olmadan optik ışınla tarama yapılmaktadır (193). Yüzey üzerinde belirlenen referans noktaları arasında bulunan mesafede ölçüm yapılmaktadır. Cihazın optik parçaları, 100 µm'lik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlayabilmektedir (193). Yüzey topografisi 3 boyutlu olduğu için optik profilometrelerle yüzeyin doğal karakteri gösterilebilmektedir (192).

Taravıcı Elektron Mikroskobu (SEM): SEM; çok ince (10 µm) bir elektron demetinin bakılan yüzey boyunca bir noktadan bir noktaya peş peşe hareket etmesi prensibiyle çalışır. SEM bir yüzeyde oluşan bozuklukların ve çiziklerin incelendiği en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Fakat yüzey topografisinin tanımlanmasında birtakım kısıtlamalara sahip olup, üç boyutlu yüzey özelliği görüntülenememektedir (192).

Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM): AFM son zamanlarda popülerite kazanan bir teknik olmuştur ve çalışma prensibi, örnek yüzeyi çok ince bir manivela (sivri uç) tarafından taranmasıdır (196). Çoğunlukla AFM tekniklerinde kullanılan uçlar 40-60 nm çapında olup, AFM ucu yüzeyi tararken cihaz yüzey ve uç arasındaki etkileşimi kaydetmektedir. Bu etkileşimler, sürtünme kuvvetleri ve Van der Waals kuvvetlerine bağımlıdır (197). AFM'nin konvansiyonel tekniklere göre vakum veya örneklere özel

bir işlem (kaplama vb) yapılmasını gerektirmemesi, 3 boyutlu ölçüm yapması gibi avantajlara sahiptirler. Fakat tarama hızının düşük olması, undercutları belirleyememesi ve örnek sayısının az olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (196).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in vitro* çalışma, Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi ve Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulundan (17.04.2020 tarihli, 2020/08-41 sayılı karar ve GO 20/348 sayılı proje) onay alındı (Bkz. Ek 1). Çalışmada Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı'nda periodontal nedenlerle çekimi gerçekleştirilen üst daimî santral dişler ile nanofil, nanoseramik ve nanohibrit yapıdaki üç kompozit rezin ve bir cam hibrit restoratif sistemden oluşan çeşitli restoratif materyaller kullanılmış olup ağız çalkalama sularının insan minesini ve bu farklı yapıdaki restoratif materyallerin renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri incelendi. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi ise Hacettepe Üniversitesi Temel Tıp Bilimleri Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda yapıldı.

3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller

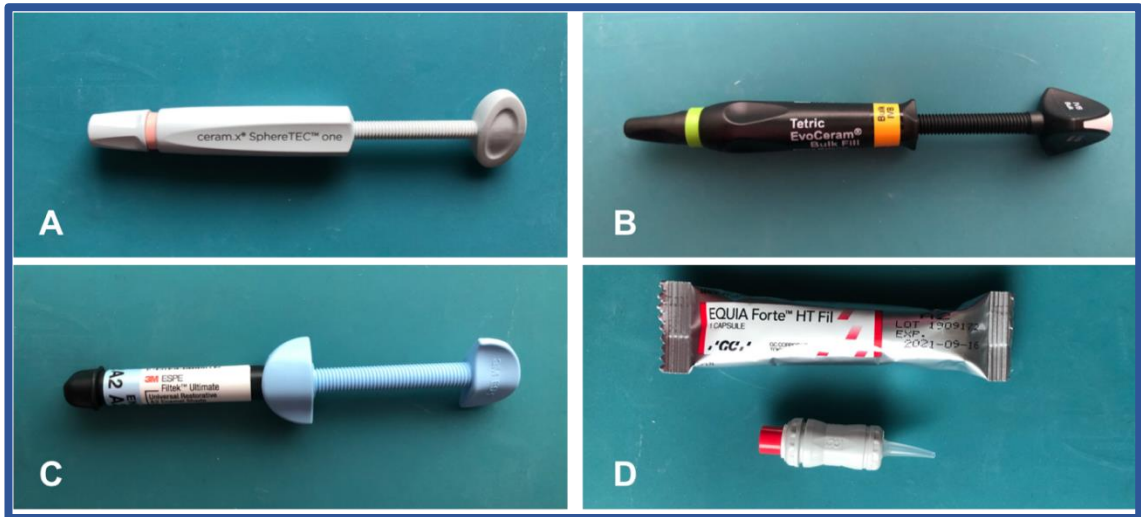
Bu tez çalışmasında bir nanofil (Filtek Ultimate, 3M ESPE) bir nanoseramik (Ceram.X SphereTEC™one, Dentsply Sirona) bir nanohibrit bulk fill (Tetric Evoceram, Ivoclar Vivadent) olan üç farklı kompozit rezin ve bir bulk fill cam hibrit restoratif sistem (EQUIA Forte HT Fil, GC Corp) ile 4 farklı ağız çalkalama suyu (Listerine Advanced White, Listerine Total Care, Meridol ve Oral-B Pro-Expert) kullanıldı. Tüm dolgu materyalleri standart olarak A2 renginde seçilmiştir. Çalışmada kullanılan materyallerin isimleri, üretici bilgileri ve içerikleri Tablo 3.1'de belirtildi.

Tablo 3.1 Çalışmada kullanılan materyaller

MATERYAL İSMİ	ÜRETİCİ FİRMA	MATERYALİN İÇERİĞİ
Ceram.x SphereTEC™one (Nanoseramik)	Dentsply Sirona, Bensheim, Almanya	Prepolimerize doldurucu, non-aglomere baryum camı ve iterbiyum florür, ort. Partikül büyüklüğü 0.8 µm olan, hacimce %59-61 kolloidal silika
Tetric EvoCeram Bulk Fill (Nanohibrit)	Ivoclar Vivadent AG; Schaan, Liechtenstein	Organik Matris Kompozisyonu: Dimetakrilat komonomerleri İnorganik Doldurucu Partikülleri: Ağırlıkça %80 partikül boyutu 550 nm olan baryum cam, iterbiyum triflorid, karışık oksit ve prepolimer
Filtek Ultimate (Nanofil)	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	Doldurucular: non-aglomere 20 nm silika doldurucu, non-aglomere 4- 11 nm zirkonya doldurucu ve birleştirilmiş zirkonya/silika kümesi Ortalama küme partikül boyutu: 0.6- 10 µm. ağırlıkça %78.5 ve hacimce %63,3 doldurucu.
EQUIA Forte HT Fil (Bulk fill cam hibrit restoratif sistem)	GC Corp., Tokyo, Japonya	Toz: floroaluminosilikat cam, poliakrilik asit, demir oksit Likit: polibazik karboksilik asit, su
Listerine Advanced White	Johnson & Johnson Consumer Inc., New Jersey, ABD	Su, Alkol, Sorbitol, Tetrapotasyum Pirofosfat, Sodyum Benzoat, Sodyum Florit (220ppm), Tetrasodyum Pirofosfat, Disodyum Fosfat, Propilen Glikol, Tatlandırıcılar, Aroma, Sukraloz.
Listerine Total Care	Johnson & Johnson Consumer Inc., New Jersey, ABD	Esansiyel yağ: etanol, ökaliptol %0.092, metil salisilat %0.060, timol %0.064 ve mentol %0.042
Meridol	Colgate-Palmolive, Varşova, Polonya	Su, Xylitol, PVP, PEG-4, Hidrojenlenmiş kastor yağı, Olaflur, Aroma, Stanöz Florür, Sodyum Sakkarin, CI 42051.
Oral-B Pro-Expert	Oral-B, Procter&Gamble, GmbH, GrossGerau, Almanya	Su, Gliserin, Polisorbat 20, Aroma, Metilparaben, Setilpiridinyum Klorit, Sodyum Florür, Sodyum Sakkarin, Sodyum Benzoat, Propilparaben, CI42051, CI47005



Şekil 3.1 Çalışmada Kullanılan Ağız Çalkalama Suları A) Listerine Advanced White B) Listerine Total Care C) Meridol D) Oral-B Pro-Expert

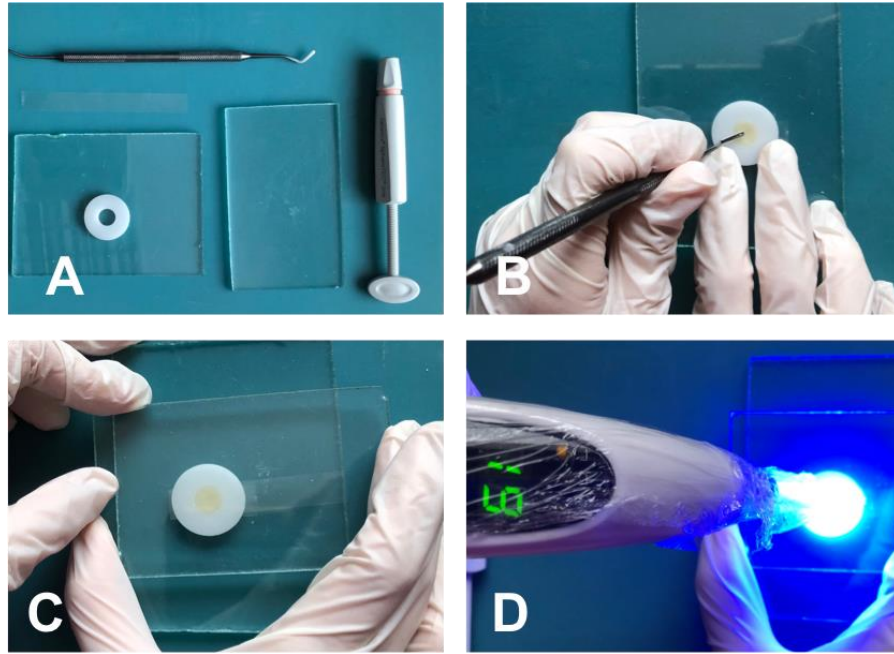


Şekil 3.2. Çalışmada Kullanılan Diş Renginde Estetik Restoratif Materyaller A) Ceram.x SphereTEC™one B) Tetric EvoCeram® C) Filtek™ Ultimate D) EQUIA Forte™ HT Fil

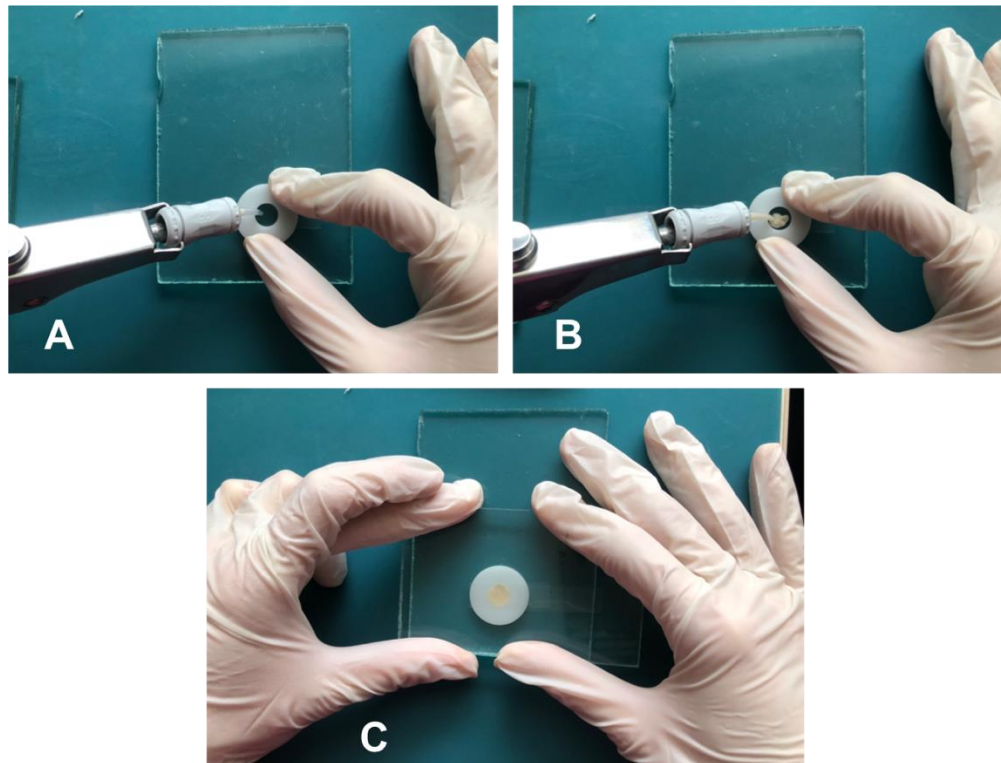
3.2. Örneklerin Hazırlanması

3.2.1. Restoratif Materyal Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılan her bir restoratif materyal için 60 adet olmak üzere toplamda 240 adet örnek hazırlandı. Bu örneklerin hazırlanmasında 10 mm çapında ve 2 mm derinliğinde silindirik yuva şeklinde politetrafloroetilen (teflon) halkalar kullanıldı. Kompozit rezin materyalleri ağız spatülü yardımıyla silindirik yuvaya taşınıp üzerine sırasıyla şeffaf bant ve siman camı yerleştirildi. Hafif baskı uygulanarak fazla olan materyalin taşması ve düzgün yüzey elde edilmesi sağlandı. Daha sonra LED ışık cihazı (Starlight S, Mectron s.p.a, Carasco, İtalya) (ışık cihazının gücü: 440-465 mW/cm²) kullanılarak üretici firmanın önerileri doğrultusunda 20 saniye boyunca hem alt hem üst yüzeyinden polimerize edildi. Kullanılan kapsül formundaki bulk fill cam hibrid restoratif sistem olan EQUIA Forte HT Fil ise üreticisinin önerileri doğrultusunda amalgamatör yardımıyla 10 sn karıştırılarak hazırlandı. Kapsül tabancası kullanılarak silindirik yuvaya taşındıktan sonra üzerine şeffaf bant ve siman camı yerleştirildi. Hafif baskı uygulanarak fazla materyalin taşması ve düzgün yüzey elde edilmesi sağlandı ve materyalin sertleşmesi için (2 dk 30 sn) beklendi. EQUIA Forte HT Fil; üretici firmaya göre kapsül karıştırılmaya başlandıktan 6 dk sonra bitim ve polisaj işlemlerine uygun hale gelmektedir. Örnek disklerin polisaj işlemleri ise Optidisc polisaj sistemi (Kerr Corporation, Orange, CA) kullanılarak yapıldı.

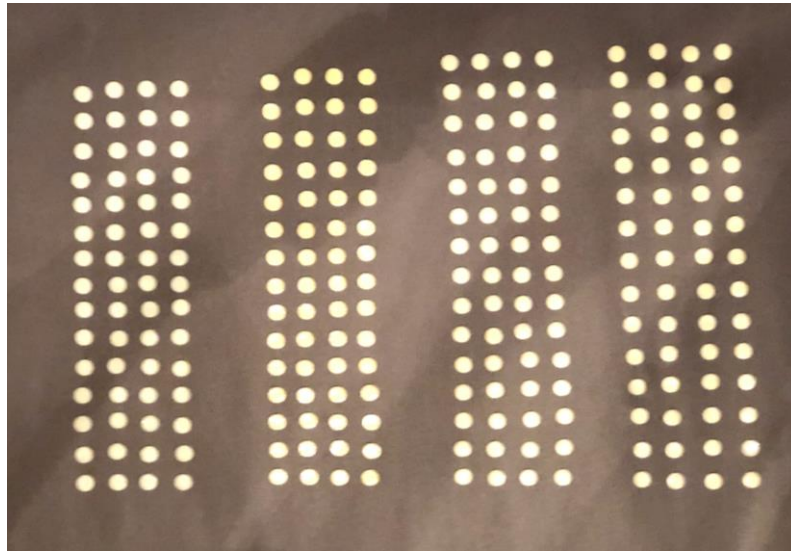


Şekil 3.3. Kompozit Resin örneklerinin hazırlanması A) Kompozit resin, siman camı, şeffaf bant, teflon kalıp B) Teflon kalıp içine kompozitin uygulanması C) Kompozit rezine şeffaf bant altında, iki siman camı yardımıyla basınç uygulanması D) Kompozit resinin ışıkla polimerizasyonu



Şekil 3.4. Cam Hibrid Restoratif Sistem örneklerinin hazırlanması A) Teflon kalıba EQUIA Forte HT Fil uygulanması B) Teflon kalıba EQUIA Forte HT Fil uygulanması C) EQUIA Forte HT Fil örneklerine şeffaf bant altında, iki siman camı yardımıyla basınç uygulanması

Örneklerin yüzey polisaj işlemi sırasıyla kaba, orta, ince, süper ince alüminyum oksit disklerle 60 sn boyunca kuru olarak hafif basınçla ve düşük devirde mikromotor (KaVo Dental, CA, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Her bir restoratif materyal için hazırlanan 60 örnek, her grupta 12'şer örnek olmak üzere rastgele 5 alt gruba ayrılıp numarandırılarak, 24 saat boyunca 37°C deki distile suda bekletildi. Daha sonra tüm örneklerin renk ölçümü ve yüzey pürüzlülüğü yapıldı.



Şekil 3.5. Hazırlanan materyal örnekleri

3.2.2. Mine Örneklerinin Hazırlanması

100 adet çekilmiş üst daimi santral diş, %10'luk formol solüsyonunda 24 saat boyunca bekletilerek dezenfekte edildi, daha sonras akan su altında yıkandı. El aletleriyle dişlerin yüzeyindeki eklentiler uzaklaştırıldıktan sonra, düşük turlu mikromotorla pomza ve fırça kullanarak su altında temizlenip stereomikroskop ile (Olympus SZ 61, Olympus Şirketi, Japonya) 20x büyütme altında incelendi, defektli veya çatlak dişler çalışmaya dahil edilmedi. Bunun sonuncunda çalışmaya 60 adet çekilmiş üst daimi santral diş dahil edildi. Dişler su soğutması altında elmas disk kullanılarak mine-sement sınırının 1-2 mm apikalinden kesilip ayrıldı ve 2 x 2 x 2 cm boyutlarındaki otopolimerizan akril (İntegra, Ankara, Türkiye) bloklara kron kısımlarının bukkal yüzeyleri üstte olacak şekilde yerleştirildi. Daha sonra örneklerin bukkal yüzeyleri, 600 rpm hızla dönen polisaj cihazında (Mecapol p230, Madrid,

İspanya) sırası ile 600, 800, 1000, 1200 ve 2000 grenlik silikon karbid kağıtla (English Abrasives, Londra, İngiltere) polisajlanarak mine dokusunda sınırlı olacak şekilde düz yüzeyler elde edildi. Hazırlanan örnekler her grupta 12'şer örnek olmak üzere rastgele 5 alt gruba ayrılıp numarandırılarak, 24 saat boyunca 37°C deki distile suda bekletildi. Tüm mine örneklerinin renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapıldı.



Şekil 3.6. Hazırlanan mine örnekleri

3.3. Örnek Gruplarının Oluşturulması ve Ağız Çalkalama Sularına Maruz Bırakılması

İstatistiksel değerlendirmeler yapabilmek amacıyla her grupta bulunması gereken en az örnek sayısı, G*power 3.1 programı (G-power, Brunsbüttel, Almanya) tekrarlı ölçümlü karma ANOVA modeli ile ilgili kısım kullanılarak belirlendi. Testin gücü %90, etki büyüklüğü 0.25 ve hata payı %5 olarak alındı. Çalışmada her grupta 12'şer örnek olmak üzere örneklem büyüklüğü 60 olarak alındı.

Her grupta 12'şer örnek olmak üzere rastgele 5 alt gruba ayrılıp numaralandırılan örnekler 20 ml ağız çalkalama sularında 12 saat süreyle (1 yılda günde 2 kere ağız çalkalama suyu kullanımına eşdeğer) bekletildi (198). Homojeniteyi sağlamak için ise 3 saatte bir çalkalama yapıldı. Çalışma grupları ve çalışma şeması aşağıda belirtildiği gibidir:

I. Grup: Mine

Ia: Mine + Distile su

Ib: Mine + Listerine Advanced White (Ağız Çalkalama Suyu)

Ic: Mine + Listerine Total Care (Ağız Çalkalama Suyu)

Id: Mine + Meridol (Ağız Çalkalama Suyu)

Ie: Mine + Oral-B Pro-Expert (Ağız Çalkalama Suyu)

II. Grup: Ceram.x SphereTEC™ one kompozit (Dentsply Sirona)

IIa: Ceram.x SphereTEC™ one + Distile su

IIb: Ceram.x SphereTEC™ one + Listerine Advanced White

IIc: Ceram.x SphereTEC™ one + Listerine Total Care

IId: Ceram.x SphereTEC™ + Meridol

IIe: Ceram.x SphereTEC™ one + Oral-B Pro-Expert

III. Grup: Filtek Ultimate kompozit (3M ESPE)

IIIa: Filtek Ultimate + Distile su

IIIb: Filtek Ultimate + Listerine Advanced White

IIIc: Filtek Ultimate + Listerine Total Care

IIId: Filtek Ultimate + Meridol

IIIe: Filtek Ultimate + Oral-B Pro-Expert

IV. Grup: Tetric EvoCeram Bulk Fill kompozit (İvoclar vivadent)

IVa: Tetric EvoCeram + Distile su

IVb: Tetric EvoCeram + Listerine Advanced White

IVc: Tetric EvoCeram + Listerine Total Care

IVd: Tetric EvoCeram + Meridol

IVe: Tetric EvoCeram + Oral-B Pro-Expert

V. Grup: EQUIA Forte HT Fil cam hibrit restoratif sistem (GC Corp.)

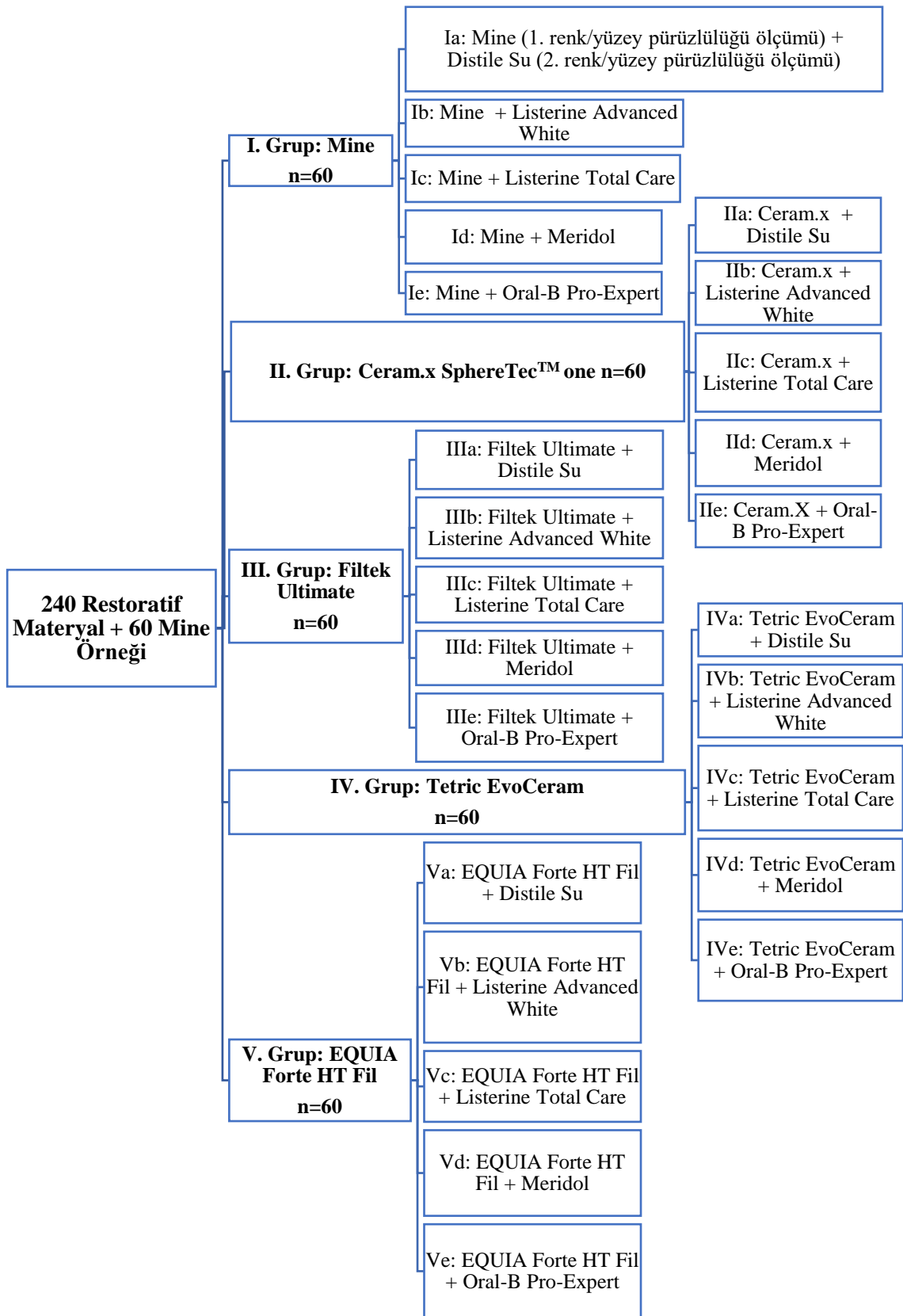
Va: EQUIA Forte HT Fil + Distile su

Vb: EQUIA Forte HT Fil + Listerine Advanced White

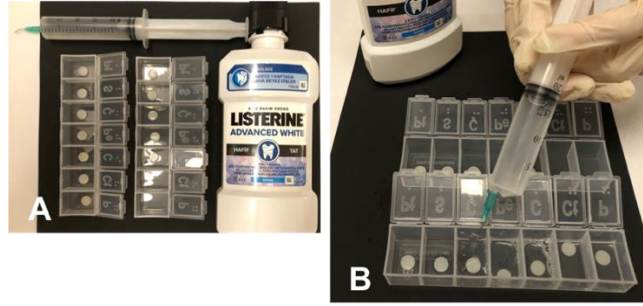
Vc: EQUIA Forte HT Fil + Listerine Total Care

Vd: EQUIA Forte HT Fil + Meridol

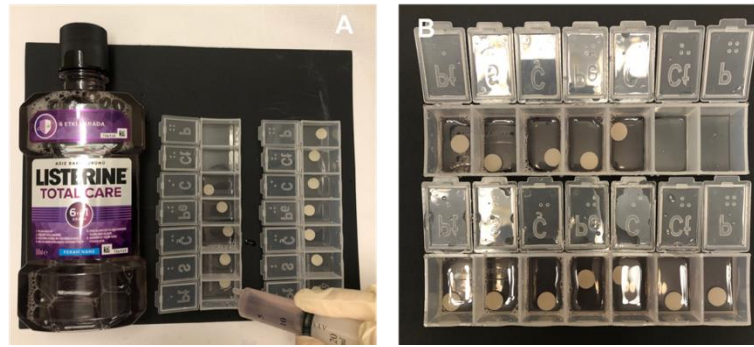
Ve: EQUIA Forte HT Fil + Oral-B Pro-Expert



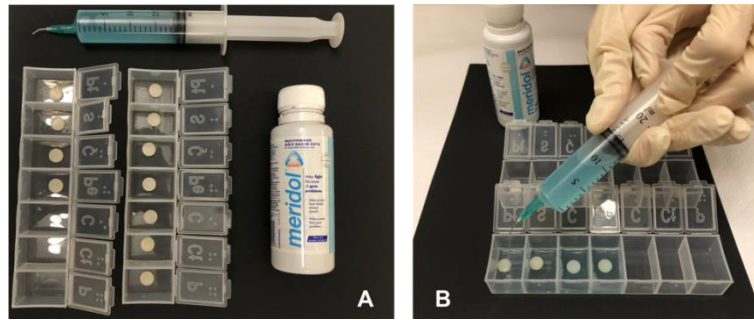
Şekil 3.7. Çalışma Şeması- Her örnek için şemanın Ia bölümünde olduğu gibi ağız çalkalma sularına maruz bırakılmadan öncesi ve sonrası renk/yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 3.8. A) Listerine Advanced White B) Listerine Advanced White uygulanması



Şekil 3.9. A) Listerine Total Care B) Listerine Total Care uygulanması



Şekil 3.10. A) Meridol B) Meridol uygulanması



Şekil 3.11. A) Oral B Pro-Expert B) Oral B Pro-Expert uygulanması

Daha sonra örnekler ağız çalkalama sularından çıkarılıp distile su içerisine konuldu.

3.4. Renk Ölçümü

Örneklerin renklerinin ölçümünde VITA Easyshade Advance (VITA, Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Almanya) spektrofotometre cihazı kullanıldı. Bu cihazın kontak tip probu yaklaşık 5 mm çapındadır. Cihazın üzerindeki “light emitting diode” (LED) ışık kaynağıyla hedef bölgenin aydınlatılmasını sağlayarak, ölçümlerin ortam koşullarından ve aydınlatmadan etkilenmeyeceği belirtilmektedir. Çeşitli fotodiyot ve filtrelerin kombinasyonu probun merkezinde bulunan fiberlerle yüzeyden dönen ışığı almakta ve bununla birlikte yayılan ışığın spektral yansıması 25 nm’lik aralıkta ölçülmektedir. Ölçüme başlanılmadan önce ayarlar menüsünden kalibrasyon işlemi yapıldıktan sonra ölçüm modu (tek veya üç nokta) seçilmektedir. Spektrofotometre cihazı renk ölçüm sonuçlarını Toothguide 3D-Master ve Vitapan Classical skalalarına göre ve ayrıca $L^*a^*b^*$ değerleri şeklinde göstermektedir.



Şekil 3.12. VITA Easyshade Advance (VITA, Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Almanya) spektrofotometre cihazı

Örneklerin renk değişimlerinin ölçümlerinden önce VITA Easyshade Advance spektrofotometre cihazının kalibrasyonu yapıldı. Kalibrasyon işlemi ise cihaz kalibrasyon moduna alınıp cihazın şarj ünitesi üzerinde bulunan beyaz kalibrasyon plağı kullanılarak gerçekleştirildi. Bütün renk ölçümleri, içi nötral gri fon kartonuyla kaplı üst tarafında %95 oranında gün ışığını taklit eden floresan lamba (Activa 172 Sylvania, Almanya) ihtiva eden renk ölçüm kutusu içerisinde gerçekleştirildi. Çalışmamızda örneklerin ölçümleri günün aynı saatlerinde ve standart beyaz arka plan kullanılarak yapıldı. Ölçümler sırasında cihazın fiber optik ucunun, örneklere dik ve yere paralel şekilde konumlandırılmasına dikkat edildi. Spektrofotometre cihazının üç nokta ölçüm

modu seçilerek her örnekten 3 kez renk ölçümü yapıldı. Elde edilen $L^*a^*b^*$ değerlerinin ortalaması alındı ve oluşan renklenmeyi değerlendirmek için kullandığımız ΔE_{00} değeri, $L^*a^*b^*$ değerlerine göre aşağıdaki formül ile hesaplandı;

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L^*}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H} \right) \right]^{1/2}$$

Beyazlık indeksi (WI_D); L, a ve b renk değişkenleri kullanılarak aşağıdaki formül ile hesaplandı.

$$WI_D = 0.511L^* - 2.324a^* - 1.100b^*$$

İki ölçüm arasındaki beyazlık farkı (ΔWI_D)

$\Delta WI_D = WI_{D2} - WI_{D1}$ formülü ile hesaplandı (199).

WI_{D2} : Ağız çalkalama sularına maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerleri

WI_{D1} : Ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önceki WI_D değerleri



Şekil 3.13. Renk ölçümü

3.5. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü (Ra)

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, Mahr Perthometer M2 yüzey profilometre (Mahr GmbH, Esslingen am Neckar, Almanya) cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Bu profilometre cihazının ölçüm uzunluğu (tracing length) 1,75; 5,5 veya 17,5 mm olarak ayarlanabilmekte olup, ölçüm alanını 1'den 5'e kadar bölümlere ayırarak (örnekleme uzunluğu/ sampling length = n) ölçümler yapabilmektedir. Hareketli olarak pick-up kalibrasyon yapılıp, otomatik olarak ise ölçüm uzunluğuna uygun diğer parametreleri ayarlayabilmektedir. Ölçüm dışı olarak alınacak mesafe (cut-off aralığı) 0,25; 0,80 veya 2,5 mm olarak ayarlanıp; Ra, Rz, Rp, Rt, Rmax, Rpm ve başka birçok parametre hesaplanabilmektedir.



Şekil 3.14. Mahr Perthometer M2 yüzey profilometresi (Mahr GmbH, Esslingen am Neckar, Almanya) ile pürüzlülük ölçümü

Profilometre cihazının çalışma prensibinde; kaydedici bir uç belirli hızda incelenen örneğin yüzeyi üzerinde gezerek, yüzeyde bulunan pürüzlülük miktarına bağlı olarak yaptığı dikey hareketler ile elektriksel akım farklılıkları yaratarak yüzey profilinin değerlerini kaydetmektedir. Böylelikle yüzey pürüzlülüğünü sayısal olarak ölçülmesi istenen örneklerin pürüzlülük ortalaması (Ra) değerleri elde edilip ve değerlendirmeye alındı. Çalışmada kullanılan örneklerin yüzeylerinde farklı pürüzlülükte bölgeler olabileceği için her örneğin beş ayrı bölgesinden pürüzlülük değerleri ölçülüp, elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak pürüzlülük değeri belirlendi.

3.6. İstatistiksel Analiz

Tüm ölçümler için ortalama \pm standart sapma hesapladı. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilks testi kullanılarak incelendi. WI_D ve yüzey pürüzlülüğü verileri normal dağılım gösterirken, ΔE_{00} verilerinin doğal logaritması (LN) alındığı durumda normal dağılım gösterdi ($p>0,05$). Levene testi kullanılarak varyansların homojen olup olmadığı incelendi.

Restoratif materyaller ve minenin ΔE_{00} değerlerinin ağız çalkalama suları arası farklılıklarını araştırmak amacıyla iki yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) kullanıldı. WI_D ve yüzey pürüzlülüğü bakımından zamanlar, restoratif materyal, mine ve ağız çalkalama suları arası farklılıkları araştırmak amacıyla üç yönlü karma varyans analizi (three-way ANOVA) kullanıldı. Aralarında fark bulunan gruplar ya da zamanlar için LSD testi kullanılarak çoklu karşılaştırma yapıldı.

Veriler, SPSS (23.0 for Windows, IBM Corp., Armonk, NY, ABD) programı kullanılarak analiz edildi. Sonuçlar $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

4.1. Renk Bulguları- ΔE_{00}

Restoratif materyallerin ve mine örneklerinin ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki L^* , a^* , b^* , ΔL , Δa , Δb ve ΔE_{00} değerleri Tablo 4.1’ de gösterildi.

Tablo 4.1. Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin L_0 , L_1 , ΔL ; a_0 , a_1 , Δa ; b_0 , b_1 , Δb ve ΔE_{00} değerleri

Gruplar	Örnek No	L_0	a_0	b_0	L_1	a_1	b_1	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{00}
Ceram.x											
Listerine Total Care	1	87,2	-0,5	22,6	86,3	-0,1	21	-0,9	-0,4	-1,6	1,071
	2	87	-0,2	20,5	86,3	-0,6	19,8	-0,7	0,4	-0,7	0,732
	3	86,5	-0,1	21,6	86,3	-0,1	21,6	-0,2	0	0	0,129
	4	86,7	-0,8	22,2	86,1	-0,1	21,2	-0,6	-0,7	-1	1,533
	5	86,4	-0,1	20,3	85,9	-0,4	19,5	-0,5	0,3	-0,8	0,629
	6	86,4	-0,2	22	86,1	-0,1	21,3	-0,3	-0,1	-0,7	0,416
	7	86,4	-0,1	21,6	86	-0,2	20,8	-0,4	0,1	-0,8	0,496
	8	86,4	0	21,7	86,4	-0,3	21	0	0,3	-0,7	0,708
	9	88,4	-0,6	23,5	87,4	-0,2	21,3	-1	-0,4	-2,2	1
	10	88,8	-0,4	22,1	88,3	-0,5	20,4	-0,5	0,1	-1,7	1,301
	11	86,8	-0,7	23,1	85,9	-0,1	21,1	-0,9	-0,6	-2	1,301
	12	86,8	-0,7	22,9	86	-0,3	21,1	-0,8	-0,4	-1,8	1,111
Listerine Advanced White	1	89,9	-0,9	23,1	89,5	-0,5	21,8	-0,4	-0,4	-1,3	0,79
	2	87,3	-0,1	21,6	87,1	-0,6	20,6	-0,2	0,5	-1	0,754
	3	85,8	0	21,5	85,5	-0,3	21	-0,3	0,3	-0,5	0,451
	4	86,2	0	21,6	86,1	-0,4	20,8	-0,1	0,4	-0,8	0,593
	5	87,5	-0,1	21,4	87,6	-0,5	21	0,1	0,4	-0,4	0,475
	6	85	-0,1	19,8	86	-0,3	20,9	1	0,2	1,1	0,895
	7	86,1	-0,1	21,7	86	-0,1	21,4	-0,1	0	-0,3	0,165
	8	86,4	0	21,4	86,6	-0,4	21,1	0,2	0,4	-0,3	0,466
	9	86,6	-0,1	20,5	86,9	-0,3	20,7	0,3	0,2	0,2	0,306
	10	87,2	-0,1	21,6	86,6	-0,5	20,9	-0,6	0,4	-0,7	0,677
	11	87,6	-0,4	21,1	87	-1,2	20,1	-0,6	0,8	-1	1,095
	12	86,4	0	21,8	85,8	-0,4	21	-0,6	0,4	-0,8	0,704

Tablo 4.1. (devam) Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin L_0 , L_1 , ΔL ; a_0 , a_1 , Δa ; b_0 , b_1 , Δb ve ΔE_{00} değerleri

Gruplar	Örnek No	L_0	a_0	b_0	L_1	a_1	b_1	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{00}
Meridol	1	87,1	0	21,5	86,5	-0,4	21	-0,6	0,4	-0,5	0,627
	2	86,5	-0,5	22,7	85,3	-0,6	20,7	-1,2	0,1	-2	1,286
	3	86,8	0	21,9	86,1	-0,5	21,1	-0,7	0,5	-0,8	0,805
	4	88,8	-0,5	23,7	86,8	-0,7	21,6	-2	0,2	-2,1	1,665
	5	87,3	-0,5	23	86,2	-0,5	20,9	-1,1	0	-2,1	1,273
	6	90,2	-0,7	23,1	89,5	-0,7	21,6	-0,7	0	-1,5	0,867
	7	87,1	0	21	86,4	-0,8	19,8	-0,7	0,8	-1,2	1,169
	8	87,7	0	21	86,2	-1	19,2	-1,5	1	-1,8	1,755
	9	89,2	-1,2	23,2	88,5	-0,4	21,5	-0,7	-0,8	-1,7	1,229
	10	85,5	-0,1	21,8	85,8	-0,6	20,9	0,3	0,5	-0,9	0,729
	11	88,6	-0,5	22	87,4	-0,8	20	-1,2	0,3	-2	1,331
	12	90,3	-0,6	22,3	89,4	-1,2	21,1	-0,9	0,6	-1,2	1,056
Oral-B Pro-Expert	1	89,5	-0,6	23	88,9	-0,5	22	-0,6	-0,1	-1	0,63
	2	88,7	-0,9	22,4	87,8	-0,5	21,6	-0,9	-0,4	-0,8	0,803
	3	89,1	-0,6	23,2	87,9	-0,6	21,4	-1,2	0	-1,8	1,178
	4	90,4	-0,7	23	89	-0,5	21,6	-1,4	-0,2	-1,4	1,137
	5	85,8	-0,1	21,5	85,4	-0,5	20,6	-0,4	0,4	-0,9	0,683
	6	86,3	-0,1	21	85,8	-0,5	20,4	-0,5	0,4	-0,6	0,624
	7	87,2	-0,1	21,5	86,6	-0,5	21,2	-0,6	0,4	-0,3	0,592
	8	86,5	-0,1	21	86,4	-0,5	20,9	-0,1	0,4	-0,1	0,432
	9	89,4	-0,5	24,1	87,6	-0,3	21,8	-1,8	-0,2	-2,3	1,618
	10	91,5	-1	22,8	90,6	-0,7	21,9	-0,9	-0,3	-0,9	0,769
	11	87,6	-0,2	21,7	87,1	-0,6	20,9	-0,5	0,4	-0,8	0,673
	12	86,6	-0,1	21,3	86,6	-0,4	21,3	0	0,3	0	0,314
Distile Su	1	86,4	-0,1	21,4	85,8	-0,4	20,2	-0,6	0,3	-1,2	0,802
	2	84,9	-0,3	19,5	85,8	-0,4	20,5	0,9	0,1	1	0,796
	3	85,9	-0,1	21,5	84,1	-0,6	18,7	-1,8	0,5	-2,8	1,973
	4	89,7	-0,2	21,3	85,3	-0,4	20,5	-4,4	0,2	-0,8	2,861
	5	86,9	0	21,4	89,3	-0,7	20,7	2,4	0,7	-0,7	1,741
	6	85,7	0	21,1	86,4	-0,4	20,5	0,7	0,4	-0,6	0,698
	7	88,7	-0,7	23	85,4	-0,4	20,3	-3,3	-0,3	-2,7	2,542
	8	85,9	0	21,8	86,8	-0,5	20,7	0,9	0,5	-1,1	0,97
	9	87,8	0	21,5	85,6	-0,4	20,8	-2,2	0,4	-0,7	1,527
	10	88,2	-0,3	20,9	87,3	-0,3	20,8	-0,9	0	-0,1	0,578
	11	88,1	-0,2	21,1	87,4	-0,7	19,8	-0,7	0,5	-1,3	0,984
	12	87,5	-0,5	22,7	87,2	-0,7	19,5	-0,3	0,2	-3,2	1,675

Tablo 4.1. (devam) Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin L_0 , L_1 , ΔL ; a_0 , a_1 , Δa ; b_0 , b_1 , Δb ve ΔE_{00} değerleri

Gruplar	Örnek No	L_0	a_0	b_0	L_1	a_1	b_1	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{00}
Tetric EvoCeram											
Listerine Total Care	1	86,8	-3,3	9,6	86,1	-3	9,3	-0,7	-0,3	-0,3	0,603
	2	87,6	-3,3	9,3	87,1	-3,3	9,1	-0,5	0	-0,2	0,353
	3	85,5	-3	10,1	85,3	-3	9,8	-0,2	0	-0,3	0,251
	4	86	-3,2	8,6	85,5	-3,1	8,6	-0,5	-0,1	0	0,351
	5	84,9	-3	10	85	-2,9	9,9	0,1	-0,1	-0,1	0,148
	6	82,9	-2,9	8,4	82,6	-2,6	8,3	-0,3	-0,3	-0,1	0,435
	7	85,3	-3	11,1	84,3	-3,1	10,5	-1	0,1	-0,6	0,806
	8	87,6	-3,3	9,4	87	-3,2	9,3	-0,6	-0,1	-0,1	0,407
	9	83,4	-2,9	10	83,1	-2,9	9,6	-0,3	0	-0,4	0,35
	10	88,7	-3,6	9,2	88,1	-3,6	8,8	-0,6	0	-0,4	0,484
	11	84,6	-2,9	10,2	83,5	-2,6	9,3	-1,1	-0,3	-0,9	0,998
	12	85,6	-3,1	10,5	85,8	-3	10,1	0,2	-0,1	-0,4	0,312
Listerine Advanced White	1	85,4	-3,1	9,9	85,4	-3,1	9,7	0	0	-0,2	0,144
	2	86,6	-3,2	10,1	86,1	-3,2	9,9	-0,5	0	-0,2	0,354
	3	83,5	-3	10,3	83,2	-2,9	10	-0,3	-0,1	-0,3	0,3
	4	84,5	-3,1	10,3	85,5	-3,1	10,2	1	0	-0,1	0,661
	5	85	-2,9	9,6	84,9	-2,7	10,1	-0,1	-0,2	0,5	0,49
	6	85,2	-3,1	9,9	85	-3	10	-0,2	-0,1	0,1	0,208
	7	86,5	-3,2	10,5	87,1	-3,3	10,1	0,6	0,1	-0,4	0,514
	8	87,7	-3,2	9,8	87,2	-3,3	9,8	-0,5	0,1	0	0,345
	9	84,5	-2,9	10,1	84	-2,8	10,4	-0,5	-0,1	0,3	0,428
	10	87,8	-3,4	9,3	87,7	-3,5	9,1	-0,1	0,1	-0,2	0,227
	11	86,7	-3,2	10,2	85,7	-3,2	10	-1	0	-0,2	0,665
	12	86,1	-3,2	10	85,9	-3,1	9,8	-0,2	-0,1	-0,2	0,213
Meridol	1	85,2	-3	11,4	84,5	-2,9	11,1	-0,7	-0,1	-0,3	0,509
	2	87,6	-3,4	9,3	87,3	-3,6	9	-0,3	0,2	-0,3	0,424
	3	87,6	-3,3	10,2	87,6	-3,4	9,7	0	0,1	-0,5	0,41
	4	86,4	-3,1	10	86,3	-3,3	9,8	-0,1	0,2	-0,2	0,329
	5	88,4	-3,5	9,3	88,1	-3,7	9,1	-0,3	0,2	-0,2	0,377
	6	86,5	-3,2	10	86,2	-3,2	9,8	-0,3	0	-0,2	0,242
	7	86,5	-3,2	9,7	86,2	-3,3	9,7	-0,3	0,1	0	0,233
	8	84,9	-2,9	10,6	84,6	-2,9	10,1	-0,3	0	-0,5	0,404
	9	86	-3,1	10,2	85,7	-3,3	9,8	-0,3	0,2	-0,4	0,47
	10	87,5	-3,3	9,4	87	-3,4	9,4	-0,5	0,1	0	0,346
	11	83,3	-3	10	82,9	-2,9	9,8	-0,4	-0,1	-0,2	0,317
	12	86,3	-3,2	10,3	85,9	-3,2	9,9	-0,4	0	-0,4	0,386

Tablo 4.1. (devam) Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin L_0 , L_1 , ΔL ; a_0 , a_1 , Δa ; b_0 , b_1 , Δb ve ΔE_{00} değerleri

Gruplar	Örnek No	L_0	a_0	b_0	L_1	a_1	b_1	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{00}
Oral-B Pro-Expert	1	86,8	-3,2	9,9	86,2	-3,3	9,9	-0,6	0,1	0	0,409
	2	84,1	-3	9,9	83,8	-3,1	9,7	-0,3	0,1	-0,2	0,292
	3	87,7	-3,4	8,8	87,1	-3,5	8,9	-0,6	0,1	0,1	0,407
	4	88	-3,3	9,6	87,5	-3,6	9,3	-0,5	0,3	-0,3	0,582
	5	86,2	-3	10,6	85,8	-3,4	9,8	-0,4	0,4	-0,8	0,891
	6	88,8	-3,6	8,9	88,1	-3,8	8,5	-0,7	0,2	-0,4	0,626
	7	84,3	-3	10,3	83,6	-3	9,9	-0,7	0	-0,4	0,545
	8	89,3	-3,7	8,5	88,6	-4	8,2	-0,7	0,3	-0,3	0,66
	9	88	-3,5	9,3	87,3	-3,7	9,1	-0,7	0,2	-0,2	0,553
	10	85,9	-3	10,4	84,8	-3,4	9,8	-1,1	0,4	-0,6	1,035
	11	85,4	-3	10,1	84,7	-3,2	9,7	-0,7	0,2	-0,4	0,628
	12	85,4	-3	10,4	84,3	-3,2	10	-1,1	0,2	-0,4	0,84
Distile Su	1	85,7	-2,9	10,3	85,2	-2,9	10	-0,5	0	-0,3	0,39
	2	86,2	-3	10,7	85,3	-3	9,8	-0,9	0	-0,9	0,867
	3	83,6	-3	9	83,7	-2,9	8,9	0,1	-0,1	-0,1	0,15
	4	84,6	-3	10,8	84,3	-2,8	10,5	-0,3	-0,2	-0,3	0,355
	5	84,5	-3	9,8	83,9	-3	9,4	-0,6	0	-0,4	0,492
	6	83,8	-2,8	10,2	83,2	-2,8	9,9	-0,6	0	-0,3	0,453
	7	88,2	-3,4	10	87,2	-3,4	9,4	-1	0	-0,6	0,775
	8	86,5	-3,1	10,2	85,1	-3,3	9,6	-1,4	0,2	-0,6	1,067
	9	85,9	-3,3	9,5	85,3	-3,2	8,9	-0,6	-0,1	-0,6	0,582
	10	86,9	-3,2	10	86,5	-3,3	9,8	-0,4	0,1	-0,2	0,336
	11	86,3	-3,1	10,2	86,1	-3,2	9,5	-0,2	0,1	-0,7	0,564
	12	87,1	-3,2	10,3	86,7	-3,1	9,8	-0,4	-0,1	-0,5	0,435
Filtek Ultimate											
Listerine Total Care	1	84,2	1	19,8	84	1,1	19,4	-0,2	0,1	-0,4	0,28
	2	83	0,8	19,2	83,2	1	18,8	0,2	0,2	-0,4	0,348
	3	83,6	0,6	18,7	83,9	0,8	18,8	0,3	0,2	0,1	0,305
	4	85	0,5	19	85,4	0,5	19	0,4	0	0	0,262
	5	88	0,1	18,2	88,2	0,2	18,3	0,2	0,1	0,1	0,179
	6	84,5	0,8	19,2	83,7	0,7	18	-0,8	-0,1	-1,2	0,845
	7	86,3	0,2	18,5	86	0,4	18,2	-0,3	0,2	-0,3	0,345
	8	84	0,6	19,1	84,8	0,7	18,9	0,8	0,1	-0,2	0,552
	9	83,2	0,7	19,1	83,8	0,8	19	0,6	0,1	-0,1	0,42
	10	84,6	0,6	19,1	84,8	0,8	18,9	0,2	0,2	-0,2	0,286
	11	82,7	0,8	19,1	83	0,8	18,9	0,3	0	-0,2	0,228
	12	85,2	0,5	19,1	85,7	0,4	18,8	0,5	-0,1	-0,3	0,38

Tablo 4.1. (devam) Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin L_0 , L_1 , ΔL ; a_0 , a_1 , Δa ; b_0 , b_1 , Δb ve ΔE_{00} değerleri

Gruplar	Örnek No	L_0	a_0	b_0	L_1	a_1	b_1	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{00}
Listerine Advanced White	1	83,7	0,6	19,1	84,2	0,7	19,2	0,5	0,1	0,1	0,354
	2	84,6	0,5	18,9	84,7	0,7	19,3	0,1	0,2	0,4	0,312
	3	84,8	0,5	19,1	85	0,6	19	0,2	0,1	-0,1	0,182
	4	86,4	0,3	18,8	87,1	0,4	19,1	0,7	0,1	0,3	0,492
	5	84,6	0,7	19,5	84,7	0,6	19,1	0,1	-0,1	-0,4	0,246
	6	83,5	0,7	19,3	83,8	0,7	19,2	0,3	0	-0,1	0,207
	7	83,7	0,6	19,2	83,7	0,6	19	0	0	-0,2	0,107
	8	85,4	0,4	19,2	85,8	0,5	19,2	0,4	0,1	0	0,284
	9	84,2	0,7	19,1	84,3	0,7	19,3	0,1	0	0,2	0,126
	10	85,9	0,3	18,5	86,3	0,4	18,6	0,4	0,1	0,1	0,288
	11	84,9	0,6	19,6	84,9	0,6	19,2	0	0	-0,4	0,213
	12	85,1	0,4	19	85,3	0,5	19,2	0,2	0,1	0,2	0,201
Meridol	1	84,1	0,8	19,4	83,9	0,8	19,7	-0,2	0	0,3	0,207
	2	83,2	0,8	19,1	83,3	0,8	19,4	0,1	0	0,3	0,174
	3	83,2	0,7	18,8	82,9	0,6	18,8	-0,3	-0,1	0	0,23
	4	84,7	0,7	19,2	84,7	0,5	19,1	0	-0,2	-0,1	0,228
	5	85,3	0,4	18,8	85,5	0,3	18,7	0,2	-0,1	-0,1	0,18
	6	85,5	0,5	19,2	85,7	0,3	18,8	0,2	-0,2	-0,4	0,334
	7	85,6	0,4	18,6	85,4	0,3	18,6	-0,2	-0,1	0	0,173
	8	84,6	0,7	19,2	84,8	0,4	19,1	0,2	-0,3	-0,1	0,363
	9	85,3	0,5	18,9	85,3	0,4	18,9	0	-0,1	0	0,112
	10	84,4	0,6	19	84,5	0,5	19	0,1	-0,1	0	0,13
	11	83,6	0,8	19,4	83,8	0,7	19	0,2	-0,1	-0,4	0,272
	12	82,6	0,7	18,9	82,8	0,6	18,7	0,2	-0,1	-0,2	0,204
Oral-B Pro-Expert	1	84,2	0,7	18,9	83,8	0,4	18,7	-0,4	-0,3	-0,2	0,441
	2	85,3	0,5	19,4	84,9	0,1	18,7	-0,4	-0,4	-0,7	0,637
	3	84,6	0,6	19,2	84,4	0,1	19,1	-0,2	-0,5	-0,1	0,576
	4	86,2	0,4	19	86,1	0,1	18,9	-0,1	-0,3	-0,1	0,347
	5	84,3	0,7	19,3	84,3	0,5	19,3	0	-0,2	0	0,223
	6	84,4	0,7	19,5	84,1	0,3	19,2	-0,3	-0,4	-0,3	0,509
	7	83,5	0,8	19,4	82,7	0,5	19	-0,8	-0,3	-0,4	0,663
	8	84,7	0,7	19,1	84,3	0,2	18,8	-0,4	-0,5	-0,3	0,639
	9	83,5	0,7	19,3	83,5	0,5	19	0	-0,2	-0,3	0,271
	10	83,3	0,8	19,4	83,1	0,6	19,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,277
	11	83,5	0,7	19,2	83,2	0,7	19,2	-0,3	0	0	0,2
	12	82,8	0,9	19,7	82,8	0,5	19,2	0	-0,4	-0,5	0,508

Tablo 4.1. (devam) Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin L_0 , L_1 , ΔL ; a_0 , a_1 , Δa ; b_0 , b_1 , Δb ve ΔE_{00} değerleri

Gruplar	Örnek No	L_0	a_0	b_0	L_1	a_1	b_1	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{00}
Distile Su	1	87,2	0,4	19,1	87,2	0,4	19	0	0	-0,1	0,053
	2	83,9	0,7	19	83,9	0,8	19,1	0	0,1	0,1	0,122
	3	86,7	0,3	18,8	86,4	0,4	18,9	-0,3	0,1	0,1	0,23
	4	83,1	0,8	19	83,2	0,8	19,1	0,1	0	0,1	0,086
	5	83,9	0,8	19,2	84,1	0,8	19,2	0,2	0	0	0,132
	6	86,2	0,5	19,3	86,1	0,5	19,4	-0,1	0	0,1	0,084
	7	85,8	0,4	18,9	85,8	0,5	19,1	0	0,1	0,2	0,153
	8	85,4	0,5	19,3	85,3	0,6	19,4	-0,1	0,1	0,1	0,138
	9	85	0,7	19,6	84,8	0,8	19,5	-0,2	0,1	-0,1	0,181
	10	83,3	1	19,8	83,4	1	19,6	0,1	0	-0,2	0,227
	11	85,4	0,5	18,9	85,8	0,6	19,2	0,4	0,1	0,3	0,325
	12	84,1	0,6	18,3	85,1	0,8	19,4	1	0,2	1,1	0,91
EQUIA Forte HT Fil											
Listerine Total Care	1	80,4	3,5	35	80,6	3,7	34,7	0,2	0,2	-0,3	0,25
	2	79,7	4,1	35,1	81,9	4,1	33,9	2,2	0	-1,2	1,583
	3	80,6	4,5	34,8	80,4	4,4	35,2	-0,2	-0,1	0,4	0,233
	4	80,4	4,3	34	79,9	4,2	34,5	-0,5	-0,1	0,5	0,413
	5	79,9	3,9	34,4	80,6	3,6	33,7	0,7	-0,3	-0,7	0,588
	6	83,2	4,5	34,9	82,2	4,6	35,2	-1	0,1	0,3	0,685
	7	80,1	3,8	32,2	80,7	3,7	32,2	0,6	-0,1	0	0,421
	8	79,9	4,4	34,5	81,3	4,4	34,8	1,4	0	0,3	0,97
	9	78,7	4,6	32,7	78,7	4,3	34,1	0	-0,3	1,4	0,657
	10	80,6	4	34,7	81,6	3,9	34,5	1	-0,1	-0,2	0,691
	11	81,2	3,5	34,1	80,7	3,6	33,9	-0,5	0,1	-0,2	0,363
	12	80,2	4,8	35,6	80,6	4,7	35,8	0,4	-0,1	0,2	0,3
Listerine Advanced White	1	80,5	4,2	35	80,7	4,1	34,8	0,2	-0,1	-0,2	0,17
	2	80,5	4,6	36	80,6	4,4	36	0,1	-0,2	0	0,168
	3	80,4	3,9	34,1	80,6	3,8	34,1	0,2	-0,1	0	0,158
	4	81,4	4	33,1	80,8	3,8	33,5	-0,6	-0,2	0,4	0,477
	5	81,3	4	35,4	82	3,9	35,3	0,7	-0,1	-0,1	0,482
	6	80,3	3,8	34,8	80,5	3,6	34,1	0,2	-0,2	-0,7	0,327
	7	81,7	4,3	35,3	81,8	4,1	35,4	0,1	-0,2	0,1	0,179
	8	79,4	3,5	33,8	79,4	3,4	33,8	0	-0,1	0	0,078
	9	81	4,7	35,3	80	4,7	35,4	-1	0	0,1	0,689
	10	81,5	4,4	34,6	82	4,4	35,1	0,5	0	0,5	0,393
	11	81,8	4,3	35	80,8	4,1	33,1	-1	-0,2	-1,9	1,015
	12	80,2	4,4	34,8	79,1	4	33,7	-1,1	-0,4	-1,1	0,909

Tablo 4.1. (devam) Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin L_0 , L_1 , ΔL ; a_0 , a_1 , Δa ; b_0 , b_1 , Δb ve ΔE_{00} değerleri

Gruplar	Örnek No	L_0	a_0	b_0	L_1	a_1	b_1	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{00}
Meridol	1	80,7	4,6	35,1	80,7	4,4	35,6	0	-0,2	0,5	0,271
	2	80,2	4,3	34,1	78	4	33	-2,2	-0,3	-1,1	1,606
	3	80,7	4,6	35,7	80,5	4,5	35,7	-0,2	-0,1	0	0,157
	4	80,1	4,6	33,9	78,6	4,6	34,2	-1,5	0	0,3	1,052
	5	80,2	4,6	34,5	79,9	4,3	35,2	-0,3	-0,3	0,7	0,445
	6	80,2	3,6	33,9	80,8	3,7	33,5	0,6	0,1	-0,4	0,454
	7	80,6	3,9	32,9	80,3	3,9	33,6	-0,3	0	0,7	0,351
	8	80,8	4,3	34,6	80,7	4	34,5	-0,1	-0,3	-0,1	0,24
	9	80,8	4,4	34,8	78,8	4	33,9	-2	-0,4	-0,9	1,452
	10	81,7	4,5	35,2	81,6	4,4	35,4	-0,1	-0,1	0,2	0,137
	11	82,2	3,4	36,7	81,6	3,5	36	-0,6	0,1	-0,7	0,499
	12	81,7	4,2	34,3	81,1	4,1	34,1	-0,6	-0,1	-0,2	0,421
Oral-B Pro-Expert	1	80,7	3,7	35,2	80,6	3,6	34,4	-0,1	-0,1	-0,8	0,32
	2	80,8	4,2	35,3	80,7	4,3	36,2	-0,1	0,1	0,9	0,352
	3	82,1	4	35,6	81,7	3,8	35,1	-0,4	-0,2	-0,5	0,355
	4	80,7	4,1	34,3	81	4,1	34,2	0,3	0	-0,1	0,209
	5	81,5	4,6	34,4	80,6	4,5	35	-0,9	-0,1	0,6	0,67
	6	80,2	4,4	33,9	78,2	4	33,4	-2	-0,4	-0,5	1,437
	7	80	3	31,9	79,8	3	32,1	-0,2	0	0,2	0,161
	8	81,5	4,3	34,3	80,9	4,1	34,9	-0,6	-0,2	0,6	0,512
	9	80,5	4,6	35	77,9	3,9	34,2	-2,6	-0,7	-0,8	1,904
	10	81	3,8	34,3	80,7	3,8	35,2	-0,3	0	0,9	0,411
	11	81,2	4,6	35,2	80,1	4,6	35,8	-1,1	0	0,6	0,791
	12	80,5	4,3	33,8	80,2	4,2	34,7	-0,3	-0,1	0,9	0,434
Distile Su	1	82,5	4,2	35,2	80,8	4,2	35,5	-1,7	0	0,3	1,162
	2	83,4	3,8	35,7	80,3	3,9	34,4	-3,1	0,1	-1,3	2,169
	3	81,6	3,8	35,3	80,3	4	34,5	-1,3	0,2	-0,8	0,966
	4	80,7	4,5	35,6	79,9	4,2	34,6	-0,8	-0,3	-1	0,693
	5	81,3	4,4	35,3	81,6	4,2	35,1	0,3	-0,2	-0,2	0,26
	6	80,6	4,2	35,1	80,4	4,1	35	-0,2	-0,1	-0,1	0,159
	7	81,1	4,2	34,2	82	4,2	34,5	0,9	0	0,3	0,624
	8	80,6	4,5	35,1	80,3	4,3	34,3	-0,3	-0,2	-0,8	0,387
	9	80,5	4,3	34,8	80,7	4,1	34,1	0,2	-0,2	-0,7	0,325
	10	80,6	3,3	33,5	80,5	3,4	33,7	-0,1	0,1	0,2	0,124
	11	81,2	4,6	35,7	81,5	4,5	35,1	0,3	-0,1	-0,6	0,31
	12	81,2	4,3	34,8	81	4,2	34,5	-0,2	-0,1	-0,3	0,188

Tablo 4.1. (devam) Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin L_0 , L_1 , ΔL ; a_0 , a_1 , Δa ; b_0 , b_1 , Δb ve ΔE_{00} değerleri

Gruplar	Örnek No	L_0	a_0	b_0	L_1	a_1	b_1	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{00}
MİNE											
Listerine Total Care	1	89,1	-0,7	30,8	88,6	-1	26,7	-0,5	0,3	-4,1	1,844
	2	88,5	-0,8	29,3	88,9	-0,9	30,1	0,4	0,1	0,8	0,431
	3	89,7	-0,6	23,1	86,7	-0,8	22,8	-3	0,2	-0,3	1,928
	4	91,2	-0,7	22,9	88,8	-0,8	21,9	-2,4	0,1	-1	1,588
	5	88,9	1	32,6	90,3	0,7	31,2	1,4	-0,3	-1,4	1,074
	6	89,3	-0,6	30,9	85,5	-0,7	30	-3,8	0,1	-0,9	2,471
	7	87	-0,4	30	88,1	-0,9	29,6	1,1	0,5	-0,4	0,839
	8	86,2	0	31,3	87,5	-0,6	28,7	1,3	0,6	-2,6	1,48
	9	88,9	-1,4	33,6	86,9	-1,5	33	-2	0,1	-0,6	1,304
	10	81,8	-1,2	36,9	85,4	-0,9	35,6	3,6	-0,3	-1,3	2,459
	11	89,6	2,1	26,7	91,2	1,8	23,7	1,6	-0,3	-3	1,73
	12	86,2	-0,4	24,3	88,8	-0,5	26,3	2,6	0,1	2	1,913
Listerine Advanced White	1	89,5	-0,7	22,1	88,7	-1,4	23,2	-0,8	0,7	1,1	1
	2	87,3	-0,5	31,3	87,8	-0,8	33,7	0,5	0,3	2,4	1,047
	3	86,6	0	22,7	85,4	-0,6	21	-1,2	0,6	-1,7	1,321
	4	87,1	-1,1	26,4	85,5	-1,5	24	-1,6	0,4	-2,4	1,595
	5	88,2	-1	23	86,1	-0,8	22,6	-2,1	-0,2	-0,4	1,379
	6	84,8	-0,2	29,2	84,7	-1,3	28,3	-0,1	1,1	-0,9	1,029
	7	87,8	-0,5	26,3	84,5	-0,6	23	-3,3	0,1	-3,3	2,659
	8	84,3	-0,2	27,6	85,5	-1,4	25,2	1,2	1,2	-2,4	1,757
	9	86,8	-0,6	26,6	88,1	-1,5	24,5	1,3	0,9	-2,1	1,558
	10	86,9	-0,5	24,7	89,2	-1,1	21,7	2,3	0,6	-3	2,177
	11	87,5	-0,6	24	85,1	-1,3	22,4	-2,4	0,7	-1,6	1,891
	12	82,5	-0,6	24,9	81,1	-1	23,6	-1,4	0,4	-1,3	1,207
Meridol	1	85,3	-0,9	31,6	85,1	-0,6	29,9	-0,2	-0,3	-1,7	0,758
	2	88,3	-1,1	27,4	86,4	-1,6	25,7	-1,9	0,5	-1,7	1,53
	3	90,7	-2,3	20,4	91,2	-1,4	20,4	0,5	-0,9	0	1,017
	4	82,5	-0,6	24,9	82,4	1	23,8	-0,1	0,4	-1,1	0,665
	5	88,5	-0,2	26	89,5	-0,7	26,3	1	0,5	0,3	0,787
	6	88,2	1	23	86,7	0,8	23,2	-1,5	-0,2	0,2	0,988
	7	86,5	-0,2	28,9	88,2	-0,5	30,3	1,7	0,3	1,4	1,269
	8	88	-1,1	25,4	88,8	-1,9	23,8	0,8	0,8	-1,6	1,226
	9	87,1	-0,6	27,8	88,1	-0,8	28,4	1	0,2	0,6	0,712
	10	83,4	-0,4	28,1	81,9	-0,8	28,1	-1,5	0,4	0	1,067
	11	83,2	-0,3	26,8	83,9	-0,4	27,9	0,7	0,1	1,1	0,683
	12	87,2	-0,3	33,2	86,8	-0,4	32,6	-0,4	0,1	-0,6	0,363

Tablo 4.1. (devam) Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin L_0 , L_1 , ΔL ; a_0 , a_1 , Δa ; b_0 , b_1 , Δb ve ΔE_{00} değerleri

Gruplar	Örnek No	L_0	a_0	b_0	L_1	a_1	b_1	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{00}
Oral-B Pro-Expert	1	85,3	-0,8	31,6	85,1	-0,6	29,8	-0,2	-0,2	-1,8	0,779
	2	87,6	-0,4	26,2	88,6	-0,9	28	1	0,5	1,8	1,112
	3	86,7	-0,1	25,5	88,1	-0,4	27,6	1,4	0,3	2,1	1,337
	4	85,8	-0,5	29,2	86,4	-0,7	31,3	0,6	0,2	2,1	0,981
	5	87,5	-0,6	24	86,3	-0,3	23,5	-1,2	-0,3	-0,5	0,859
	6	88	-0,2	23,9	86,5	-0,5	25,1	-1,5	0,3	1,2	1,153
	7	91,4	-1,6	24,9	88,6	-1	25,3	-2,8	-0,6	0,4	1,854
	8	89,1	-1,4	18,8	90	-1,4	19,3	0,9	0	0,5	0,627
	9	84,6	-0,1	26,2	86,5	-0,5	28,1	1,9	0,4	1,9	1,546
	10	86	-0,8	22,7	88,7	-1,1	23,4	2,7	0,3	0,7	1,79
	11	85,4	-0,4	26,8	86,3	-0,6	27,2	0,9	0,2	0,4	0,637
Distile Su	12	85,1	1	30,2	85,7	-1,2	31,5	0,6	0,2	1,3	0,685
	1	93,8	-0,9	26,1	91,6	-1	24,5	-2,2	0,1	-1,6	0,543
	2	84,6	-0,1	26,2	86,9	-0,5	27,1	2,3	0,4	0,9	1,594
	3	84,8	-0,1	28,3	84,4	-0,4	26,8	-0,4	0,3	-1,5	0,768
	4	83,7	-0,1	27,3	85	-0,2	26,4	1,3	0,1	-0,9	0,956
	5	90	1,6	22,6	89,8	1,1	23,7	-0,2	-0,5	1,1	0,77
	6	91	-0,7	22,9	90,8	-0,8	23,2	-0,2	0,1	0,3	0,213
	7	82,4	-0,5	27,6	83,6	-0,8	25,6	1,2	0,3	-2	1,251
	8	92,4	1,9	20,3	91,4	1,4	20,8	-1	-0,5	0,5	0,873
	9	86	-0,8	22,7	87,5	-1	21,5	1,5	0,2	-1,2	1,165
	10	86,7	-0,1	25,5	87,8	-0,3	25,9	1,1	0,2	0,4	0,753
	11	85,4	-0,4	26,8	84,2	-0,2	25,8	-1,2	-0,2	-1	0,929
12	85,6	-0,2	30,4	87,6	-0,5	28,8	2	0,3	-1,6	1,488	

4 farklı restoratif materyal (Ceram.X, Tetric EvoCeram, Filtek Ultimate, EQUIA Forte HT Fil) ve mine örneklerinin, ağız çalkalama sularına göre ΔE_{00} değerlerinin ortalama ve standart sapma ($\pm SS$) değerleri Tablo 4.2’de özetlendi.

Tablo 4.2. Ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyaller ve mine örneklerinin ΔE_{00} değerlerinin ortalama ve standart sapma ($\pm SS$) değerleri

Örnekler	Ağız Çalkalama Suları					p ⁺
	Listerine Total Care	Listerine Advanced White	Meridol	Oral-B Pro-Expert	Distile Su	
Ceram.X	0,87 ^{Aab} ±0,42	0,61 ^{Aa} ±0,26	1,15 ^{Abc} ±0,35	0,79 ^{ABab} ±0,36	1,43 ^{Ac} ±0,75	0,001*
Tetric EvoCeram	0,46 ^{Ba} ±0,24	0,38 ^{Ba} ±0,18	0,37 ^{Ba} ±0,08	0,62 ^{BCa} ±0,21	0,54 ^{Ba} ±0,25	0,089
Filtek Ultimate	0,37 ^{Bab} ±0,18	0,25 ^{Bac} ±0,11	0,22 ^{Cc} ±0,08	0,44 ^{Cb} ±0,17	0,22 ^{Cc} ±0,23	<0,001*
EQUIA Forte HT Fil	0,60 ^{ABa} ±0,38	0,42 ^{Ba} ±0,31	0,59 ^{Ba} ±0,50	0,63 ^{BCa} ±0,53	0,61 ^{Ba} ±0,59	0,250
Mine	1,59 ^{Ca} ±0,61	1,55 ^{Ca} ±0,51	0,92 ^{Ab} ±0,32	1,11 ^{Aab} ±0,44	0,94 ^{Ab} ±0,39	0,018*
p ⁺⁺	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	

İki yönlü ANOVA +: ağız çalkalama sularının karşılaştırılması, ++: örneklerin karşılaştırılması sonuçları. *: p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı fark. Aynı satırda yer alan a,b,c: Ağız çalkalama suları arası anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0,05). Aynı sütunda yer alan A,B,C: Örnekler arası anlamlı farklılığı göstermektedir (p<0,05).

İki yönlü ANOVA sonucunda örneklerin ΔE_{00} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu (F=70,822; p<0,001). Maruz bırakılan ağız çalkalama suları arasında tüm restoratif materyaller ve mine örneklerinin ΔE_{00} değerleri açısından anlamlı bir farklılık bulundu (F=3,057; p=0,017). Örnekler ve ağız çalkalama suları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulundu (F=3,432; p<0,001).

Ağız Çalkalama Sularının Restoratif Materyaller ve Mine Örneklerinin ΔE_{00} Değerlerine Etkisinin Karşılaştırması

Ceram.X (p=0,001), Filtek Ultimate (p<0,001) ve mine (p=0,018) gruplarının, ağız çalkalama sularında ΔE_{00} değerleri arasında anlamlı bir fark bulundu. Tetric EvoCeram (p=0,089) ve EQUIA Forte HT Fil (p=0,250) gruplarındaki ΔE_{00} değerleri açısından ağız çalkalama suları arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunan grupların ΔE_{00} değerleri dikkate alındığında, ağız çalkalama sularının ikili olarak karşılaştırılması sonuçları Tablo 4.3’de gösterildi.

Ceram.X örneklerinden; Listerine Advanced White ($p=0,016$), Listerine Total Care ($p<0,001$) ve Oral-B Pro-Expert ($p=0,012$) ağız çalkalama sularına maruz bırakılanlarda gözlenen renk değişiminin distile suda gözlenenden daha az olduğu bulundu. Meridol ve distile su gruplarındaki renk değişimi birbirine benzerken, Listerine Advanced White, Listerine Total Care ve Oral-B Pro-Expert gruplarında gözlenen renk değişimi de kendi içinde benzerdir ($p>0,05$).

Filtek Ultimate örneklerinde, Listerine Total Care ($p=0,001$) ve Oral-B Pro-Expert ($p<0,001$) ağız çalkalama sularına maruz bırakılan gruplarda gözlenen renk değişimi distile suda gözlenenden daha yüksek olarak bulundu. Listerine Total Care ($p=0,024$) ve Oral-B Pro-Expert ($p=0,002$) gruplarında gözlenen renk değişiminin, Meridol grubunda gözlenenden daha yüksek olduğu gösterildi. Listerine Advanced White, Meridol ve distile su gruplarındaki renk değişimi benzerken, Listerine Total Care ve Oral-B Pro-Expert gruplarındaki renk değişimi de kendi aralarında benzerdir ($p>0,05$).

Mine örneklerin, Listerine Total Care ($p=0,020$) ve Listerine Advanced White ($p=0,016$) ağız çalkalama sularına maruz bırakıldığında gözlenen renk değişiminin Meridol ($p=0,015$) ve Oral-B Pro-Expert ($p=0,012$) uygulanan gruplarda gözlenenden daha yüksek olduğu bulundu. Diğer ağız çalkalama sularının kullanıldığı gruplarda ölçülen renk değişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$).

Genel olarak, tüm restoratif materyaller ve mine gruplarında renk değişikliği değerleri Listerine Total Care, Listerine Advanced White ve Oral-B Pro-Expert'e maruz bırakılanların kendi aralarında benzer; Meridol ve distile suya maruz bırakılanların ise yine kendi aralarında benzer olduğu söylenebilir ($p>0,05$).

Tablo 4.3. Ağız çalkalama sularındaki restoratif materyaller ve mine örneklerinin renk değişiklikleri bakımından ikili olarak karşılaştırılması

Örnekler	Ağız Çalkalama Suları	Ortalama Fark ⁺	St. Hata	p ⁺⁺
Ceram.X	Listerine Total Care - Listerine Advanced White	0,289	0,220	0,189
	Listerine Total Care - Meridol	-0,395	0,220	0,073
	Listerine Total Care – Oral-B Pro-Expert	0,027	0,220	0,903
	Listerine Total Care - Distile Su	-0,531	0,220	0,016*
	Listerine Advanced White - Meridol	-0,685	0,220	0,002*
	Listerine Advanced White – Oral-B Pro-Expert	-0,263	0,220	0,233
	Listerine Advanced White - Distile Su	-0,821	0,220	<0,001*
	Meridol – Oral-B Pro-Expert	0,422	0,220	0,056
	Meridol - Distile Su	-0,136	0,220	0,538
	Oral-B Pro-Expert - Distile Su	-0,558	0,220	0,012*
Filtek Ultimate	Listerine Total Care - Listerine Advanced White	0,382	0,220	0,083
	Listerine Total Care - Meridol	0,500	0,220	0,024*
	Listerine Total Care – Oral-B Pro-Expert	-0,181	0,220	0,410
	Listerine Total Care - Distile Su	0,731	0,220	0,001*
	Listerine Advanced White - Meridol	0,118	0,220	0,592
	Listerine Advanced White – Oral-B Pro-Expert	-0,564	0,220	0,011*
	Listerine Advanced White - Distile Su	0,348	0,220	0,114
	Meridol – Oral-B Pro-Expert	-0,682	0,220	0,002*
	Meridol - Distile Su	0,230	0,220	0,296
	Oral-B Pro-Expert - Distile Su	0,912	0,220	<0,001*
Mine	Listerine Total Care - Listerine Advanced White	-0,024	0,220	0,914
	Listerine Total Care - Meridol	-0,514	0,220	0,020*
	Listerine Total Care – Oral-B Pro-Expert	0,332	0,220	0,132
	Listerine Total Care - Distile Su	0,535	0,220	0,016*
	Listerine Advanced White - Meridol	0,538	0,220	0,015*
	Listerine Advanced White – Oral-B Pro-Expert	0,356	0,220	0,107
	Listerine Advanced White - Distile Su	0,559	0,220	0,012*
	Meridol – Oral-B Pro-Expert	-0,182	0,220	0,410
	Meridol - Distile Su	0,022	0,220	0,922
	Oral-B Pro-Expert - Distile Su	0,203	0,220	0,356

⁺: Logaritmik dönüşüm uygulandıktan sonraki ortalamalar arası fark değerleri; ⁺⁺: LSD testi sonucu; *: p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı fark.

Restoratif Materyaller ve Mine Örneklerinin ΔE_{00} Değerlerinin Karşılaştırması

Tüm ağız çalkalama sularında, restoratif materyaller ve mine grupları arasında ΔE_{00} değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p < 0,001$).

Listerine Total Care'a maruz bırakılan mine grubundaki renk değişiminin diğer ağız çalkalama suları uygulanan gruplara göre daha yüksek olduğu söylenebilir ($p < 0,05$).

Listerine Advanced White'a maruz bırakılan gruplardan, en yüksek renk değişimi mine ve daha sonra Ceram.X gruplarında gözlemlendi ($p < 0,05$). Tetric EvoCeram, Filtek Ultimate ve EQUIA Forte HT Fil gruplarındaki renk değişimi benzer ve daha düşüktür ($p > 0,05$).

Meridol veya distile suya maruz bırakılan mine ve Ceram.X gruplarının renk değişiminin benzer (sırasıyla; $p = 0,281$; $p = 0,074$), Tetric EvoCeram ve EQUIA Forte HT Fil gruplarındaki renk değişiminin de kendi aralarında benzer olduğu bulundu (sırasıyla; $p = 0,378$; $p = 0,598$). Ölçülen en yüksek renk değişimi mine ve Ceram.X, en düşük renk değişimi ise Filltek Ultimate gruplarında gözlemlendi.

Oral-B Pro-Expert'e maruz bırakılan mine grubu renk değişiminin, Ceram.X ile benzer ($p = 0,097$); Tetric EvoCeram, Filltek Ultimate ve EQUIA Forte HT Fil gruplarından daha düşük olduğu gösterildi (sırasıyla; $p = 0,010$; $p < 0,001$; $p = 0,001$). Tetric EvoCeram, Filltek Ultimate ve EQUIA Forte HT Fil grupları renk değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (sırasıyla; $p = 0,095$; $p = 0,392$; $p = 0,414$).

Tüm ağız çalkalma suları genel olarak incelendiğinde, Tetric EvoCeram ve Filltek Ultimate gruplarındaki renk değişimleri benzerdir ($p > 0,05$).

4.2. Beyazlık İndeksi Bulguları- ΔWID

4 farklı restoratif materyal (Ceram.X, Tetric EvoCeram, Filtek Ultimate, EQUIA Forte HT Fil) ve mine örneklerinin, ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki WID değerleri Tablo 4.4'te özetlendi.

Tablo 4.4. Restoratif materyaller ve mine örneklerinin ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önceki ve maruz bırakıldıktan sonraki WID değerlerinin ortalama ve standart sapma ($\pm SS$) değerleri

Örnekler	Ağız Çalkalama Suları	WID -Önce	WID -Sonra	ΔWID	p^+
		Ort $\pm SS$	Ort $\pm SS$		
Ceram.X	Listerine Total Care	19,39 ^a \pm 1,48	20,65 ^a \pm 0,48	1,26	<0,001*
	Listerine Advanced White	20,62 ^a \pm 0,48	20,18 ^a \pm 0,35	-0,47	0,139
	Meridol	19,55 ^a \pm 1,43	20,01 ^a \pm 0,59	0,46	0,114
	Oral-B Pro-Expert	19,68 ^a \pm 0,99	20,09 ^a \pm 0,26	0,41	0,167
	Distile Su	20,49 ^a \pm 1,11	20,72 ^a \pm 0,49	0,23	0,439
	p^{++}	0,510	0,870		
Tetric EvoCeram	Listerine Total Care	25,88 ^a \pm 0,90	26,23 ^a \pm 0,86	0,35	0,240
	Listerine Advanced White	25,58 ^a \pm 0,69	25,64 ^a \pm 0,52	0,06	0,828
	Meridol	25,69 ^a \pm 0,86	25,64 ^a \pm 0,64	-0,03	0,873
	Oral-B Pro-Expert	26,09 ^a \pm 0,97	25,62 ^a \pm 0,85	-0,47	0,110
	Distile Su	25,57 ^a \pm 0,47	25,81 ^a \pm 0,48	0,24	0,427
	p^{++}	0,973	0,943		
Filtek Ultimate	Listerine Total Care	20,89 ^a \pm 1,67	21,07 ^a \pm 1,56	0,18	0,532
	Listerine Advanced White	21,06 ^a \pm 1,01	21,04 ^a \pm 0,87	-0,02	0,954
	Meridol	20,68 ^a \pm 0,97	21,04 ^a \pm 1,13	0,36	0,226
	Oral-B Pro Expert	20,22 ^a \pm 0,94	21,09 ^a \pm 1,07	0,87	0,003*
	Distile Su	21,03 ^a \pm 1,32	20,77 ^a \pm 1,19	-0,26	0,370
	p^{++}	0,876	0,995		
EQUIA Forte HT Fil	Listerine Total Care	-6,34 ^a \pm 1,57	-6,07 ^a \pm 1,81	-0,29	0,354
	Listerine Advanced White	-6,64 ^a \pm 1,42	-6,10 ^a \pm 1,55	-0,54	0,066
	Meridol	-6,68 ^a \pm 1,35	-6,59 ^a \pm 1,42	-0,09	0,758
	Oral-B Pro-Expert	-6,15 ^a \pm 1,77	-6,35 ^a \pm 1,94	0,2	0,481
	Distile Su	-6,70 ^a \pm 1,43	-6,34 ^a \pm 0,98	-0,36	0,225
	p^{++}	0,961	0,971		
Mine	Listerine Total Care	10,76 ^a \pm 5,88	11,72 ^a \pm 5,04	0,96	0,001*
	Listerine Advanced White	14,69 ^b \pm 3,32	14,48 ^{bc} \pm 3,91	-0,21	0,475
	Meridol	12,84 ^c \pm 3,58	12,76 ^{ad} \pm 3,76	-0,08	0,787
	Oral-B Pro-Expert	14,45 ^{bc} \pm 4,24	13,45 ^{bd} \pm 4,27	-1	0,001*
	Distile Su	15,01 ^b \pm 3,48	15,64 ^c \pm 2,90	0,63	0,033*
	p^{++}	<0,001*	<0,001*		

Üç yönlü karma ANOVA +: öncesi-sonrası ölçümlerinin karşılaştırılması, ++: Ağız çalkalama sularının karşılaştırılması. *: $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı fark. Aynı örneklerde yer alan a,b,c,d: Ağız çalkalama suları arasındaki anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Üç yönlü karma ANOVA analizi sonuçlarında, ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerleri arasında ($F=9,517$; $p=0,002$) ve restoratif materyaller ve mine grupları arasında ($F=2289,397$; $p<0,001$) istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu.

Zaman-restoratif materyaller ve mine etkileşimi ($F=1,323$; $p=0,306$) ve restoratif materyaller ve mine- ağız çalkalama suyu etkileşimi ($F=1,581$; $p=0,073$) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Zaman- restoratif materyaller ve mine- ağız çalkalama suyu üçlü etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($F=2,763$; $p<0,001$).

Restoratif Materyal ve Mine Örneklerinin, Ağız Çalkalama Sularına Maruz Bırakılmadan Önce ve Maruz Bırakıldıktan Sonraki WI_D Değerlerinin Karşılaştırması

Ceram.X kompozitinin Listerine Total Care ağız çalkalama suyuna maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p<0,001$). Ağız çalkalama suyuna maruz bırakıldıktan sonra WI_D değerleri artmıştır. Ceram.X ile beraber kullanılan diğer ağız çalkalama sularında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tetric EvoCeram ve EQUIA Forte HT Fil örneklerinin, tüm ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Filtek Ultimate kompoziti Oral-B Pro-Expert ağız çalkalama suyuna maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p=0,003$). Bu örneklerin Oral-B Pro-Expert'e maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerlerinin arttığı söylenebilir. Filtek Ultimate kompozit örnekleri ile beraber kullanılan diğer ağız çalkalama suları maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Mine örneklerinin, Listerine Total Care ($p=0,001$), Oral-B Pro-Expert ($p=0,001$) ve distile suya ($p=0,033$) maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi. Listerine Total Care ve distile suya maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerlerinin arttığı; Oral-B Pro-Expert'e maruz bırakıldıktan sonraki WI_D değerlerinin azaldığı görüldü. Mine örneklerinin maruz bırakıldığı diğer ağız çalkalama suları arasındaki WI_D değerlerinde ise anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$).

Restoratif Materyaller ve Mine Örneklerinin WI_D Değerlerinin Karşılaştırması

Restoratif materyaller ve mine örneklerini ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve bırakıldıktan sonraki WI_D değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (tüm p değerleri; $p<0,001$).

Ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve bırakıldıktan sonraki WI_D değerleri dikkate alındığında, restoratif materyaller ve mine örneklerinin WI_D değerlerinin ikili olarak karşılaştırılmaları Tablo 4.5'da gösterildi. Ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve bırakıldıktan sonraki WI_D değerleri bakımından Ceram.X ve Filtek Ultimate gruplarının benzer sonuçlar gösterdiği bulundu ($p>0,05$). Genel olarak incelendiğindeyse, diğer restoratif materyaller ve mine örneklerinin WI_D değerlerinin birbirinden farklı olduğu söylenebilir ($p<0,05$). En düşük WI_D değerleri EQUIA Forte HT Fil, daha sonra ise mine gruplarında gözlemlendi. En yüksek değerler ise Tetric EvoCeram gruplarında gözlemlendi.

Tablo 4.5. Restoratif materyaller ve mine örneklerinin WI_D ölçümleri bakımından ikili olarak karşılaştırılması

Ağız Çalkalama Suları	Örnekler	WI_D -Önce			WI_D -Sonra		
		Ortalama Fark	St. Hata	p ⁺	Ortalama Fark	St. Hata	p ⁺
Listerine Total Care	Ceram.X- Tetric EvoCeram	-6,494	0,884	<0,001*	-5,576	0,834	<0,001*
	Ceram.X-Filtek Ultimate	-1,502	0,884	0,090	-0,421	0,834	0,614
	Ceram.X- EQUIA Forte HT Fil	25,729	0,884	<0,001*	26,721	0,834	<0,001*
	Ceram.X-Mine	8,623	0,884	<0,001*	8,934	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Filtek Ultimate	4,993	0,884	<0,001*	5,155	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Equia	32,223	0,884	<0,001*	32,297	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Mine	15,117	0,884	<0,001*	14,510	0,834	<0,001*
	Filtek Ultimate- EQUIA Forte HT Fil	27,231	0,884	<0,001*	27,142	0,834	<0,001*
	Filtek Ultimate -Mine	10,124	0,884	<0,001*	9,355	0,834	<0,001*
	EQUIA Forte HT Fil -Mine	-17,106	0,884	<0,001*	-17,787	0,834	<0,001*
Listerine Advanced White	Ceram.X- Tetric EvoCeram	-4,959	0,884	<0,001*	-5,460	0,834	<0,001*
	Ceram.X-Filtek Ultimate	-0,441	0,884	0,618	-0,861	0,834	0,303
	Ceram.X- EQUIA Forte HT Fil	27,258	0,884	<0,001*	26,279	0,834	<0,001*
	Ceram.X-Mine	5,927	0,884	<0,001*	5,700	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Filtek Ultimate	4,518	0,884	<0,001*	4,599	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram - EQUIA Forte HT Fil	32,217	0,884	<0,001*	31,739	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Mine	10,886	0,884	<0,001*	11,160	0,834	<0,001*
	Filtek Ultimate - EQUIA Forte HT Fil	27,700	0,884	<0,001*	27,141	0,834	<0,001*
	Filtek Ultimate -Mine	6,368	0,884	<0,001*	6,562	0,834	<0,001*
	EQUIA Forte HT Fil -Mine	-21,332	0,884	<0,001*	-20,579	0,834	<0,001*
Meridol	Ceram.X- Tetric EvoCeram	-6,145	0,884	<0,001*	-5,632	0,834	<0,001*
	Ceram.X-Filtek Ultimate	-1,135	0,884	0,200	-1,026	0,834	0,220
	Ceram.X- EQUIA Forte HT Fil	26,227	0,884	<0,001*	26,602	0,834	<0,001*
	Ceram.X - Mine	6,703	0,884	<0,001*	7,248	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram - Filtek Ultimate	5,009	0,884	<0,001*	4,606	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram - EQUIA Forte HT Fil	32,371	0,884	<0,001*	32,234	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Mine	12,847	0,884	<0,001*	12,880	0,834	<0,001*
	Filtek Ultimate - EQUIA Forte HT Fil	27,362	0,884	<0,001*	27,628	0,834	<0,001*
	Filtek Ultimate -Mine	7,838	0,884	<0,001*	8,274	0,834	<0,001*
	EQUIA Forte HT Fil -Mine	-19,524	0,884	<0,001*	-19,354	0,834	<0,001*
Oral-B Pro-Expert	Ceram.X- Tetric EvoCeram	-6,409	0,884	<0,001*	-5,530	0,834	<0,001*
	Ceram.X-Filtek Ultimate	-0,541	0,884	0,541	-1,003	0,834	0,231
	Ceram.X- EQUIA Forte HT Fil	25,828	0,884	<0,001*	26,443	0,834	<0,001*
	Ceram.X-Mine	5,235	0,884	<0,001*	6,636	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Filtek Ultimate	5,868	0,884	<0,001*	4,527	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram - EQUIA Forte HT Fil	32,237	0,884	<0,001*	31,973	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Mine	11,644	0,884	<0,001*	12,166	0,834	<0,001*
	Filtek Ultimate - EQUIA Forte HT Fil	26,369	0,884	<0,001*	27,445	0,834	<0,001*
	Filtek Ultimate -Mine	5,776	0,884	<0,001*	7,639	0,834	<0,001*
	EQUIA Forte HT Fil -Mine	-20,593	0,884	<0,001*	-19,806	0,834	<0,001*

Tablo 4.5. (devam) Restoratif materyaller ve mine örneklerinin WI_D ölçümleri bakımından ikili olarak karşılaştırılması

Ağız Çalkalama Suları	Örnekler	WI_D -Önce			WI_D -Sonra		
Distile su	Ceram.X- Tetric EvoCeram	-5,086	0,884	<0,001*	-5,092	0,834	<0,001*
	Ceram.X-Filtek Ultimate	-0,543	0,884	0,540	-0,051	0,834	0,951
	Ceram.X- EQUIA Forte HT Fil	27,187	0,884	<0,001*	27,057	0,834	<0,001*
	Ceram.X-Mine	5,476	0,884	<0,001*	5,075	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Filtek Ultimate	4,543	0,884	<0,001*	5,041	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram - EQUIA Forte HT Fil	32,272	0,884	<0,001*	32,149	0,834	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Mine	10,562	0,884	<0,001*	10,167	0,834	<0,001*
	Filtek Ultimate - EQUIA Forte HT Fil	27,729	0,884	<0,001*	27,108	0,834	<0,001*
	Filtek Ultimate -Mine	6,019	0,884	<0,001*	5,126	0,834	<0,001*
	EQUIA Forte HT Fil -Mine	-21,711	0,884	<0,001*	-21,982	0,834	<0,001*

+: LSD testi sonucu; *: $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı fark.

4.3. Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları-(Ra) (μm)

4 farklı restoratif materyal (Ceram.X, Tetric EvoCeram, Filtek Ultimate, EQUIA Forte HT Fil) ve mine örneklerinin, ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 4.6’de özetlendi.

Tablo 4.6. Restoratif materyaller ve mine örneklerinin ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önceki ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin ortalama ve standart sapma ($\pm SS$) değerleri

Örnekler	Ağız Çalkalama Suları	Ra-Önce	Ra-Sonra	p^+
		Ort $\pm SS$	Ort $\pm SS$	
Ceram.X	Listerine Total Care	0,237 ^a \pm 0,064	0,266 ^a \pm 0,061	0,079
	Listerine Advanced White	0,238 ^a \pm 0,062	0,270 ^a \pm 0,051	0,053
	Meridol	0,243 ^a \pm 0,044	0,261 ^a \pm 0,039	0,281
	Oral-B Pro-Expert	0,244 ^a \pm 0,029	0,252 ^a \pm 0,022	0,656
	Distile Su	0,227 ^a \pm 0,054	0,231 ^a \pm 0,054	0,800
	p^{++}	0,991	0,724	
Tetric EvoCeram	Listerine Total Care	0,279 ^a \pm 0,051	0,290 ^a \pm 0,054	0,517
	Listerine Advanced White	0,270 ^a \pm 0,041	0,287 ^a \pm 0,040	0,291
	Meridol	0,277 ^a \pm 0,023	0,289 ^a \pm 0,025	0,467
	Oral-B Pro-Expert	0,266 ^a \pm 0,046	0,279 ^a \pm 0,046	0,426
	Distile Su	0,248 ^a \pm 0,028	0,254 ^a \pm 0,028	0,739
	p^{++}	0,914	0,723	
Filtek Ultimate	Listerine Total Care	0,244 ^a \pm 0,039	0,266 ^a \pm 0,031	0,180
	Listerine Advanced White	0,265 ^a \pm 0,030	0,294 ^a \pm 0,031	0,080
	Meridol	0,267 ^a \pm 0,039	0,282 ^a \pm 0,034	0,339
	Oral-B Pro-Expert	0,255 ^a \pm 0,040	0,290 ^a \pm 0,045	0,038*
	Distile Su	0,259 ^a \pm 0,042	0,278 ^a \pm 0,040	0,250
	p^{++}	0,969	0,898	
EQUIA Forte HT Fil	Listerine Total Care	1,166 ^a \pm 0,155	1,261 ^{ab} \pm 0,100	<0,001*
	Listerine Advanced White	1,108 ^a \pm 0,201	1,236 ^{ab} \pm 0,189	<0,001*
	Meridol	1,124 ^a \pm 0,181	1,294 ^{ac} \pm 0,145	<0,001*
	Oral-B Pro-Expert	1,108 ^a \pm 0,177	1,348 ^c \pm 0,118	<0,001*
	Distile Su	1,177 ^a \pm 0,129	1,234 ^b \pm 0,123	0,001*
	p^{++}	0,155	0,001*	
Mine	Listerine Total Care	0,122 ^a \pm 0,051	0,142 ^a \pm 0,050	0,227
	Listerine Advanced White	0,128 ^a \pm 0,060	0,141 ^a \pm 0,054	0,415
	Meridol	0,120 ^a \pm 0,065	0,133 ^a \pm 0,054	0,458
	Oral-B Pro-Expert	0,143 ^a \pm 0,057	0,162 ^a \pm 0,051	0,246
	Distile Su	0,161 ^a \pm 0,049	0,166 ^a \pm 0,056	0,758
	p^{++}	0,764	0,762	

Üç yönlü karma ANOVA +: öncesi-sonrası ölçümlerinin karşılaştırılması, ++: ağız çalkalama sularının karşılaştırılması, sonuçları. *: $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı fark. Aynı örneklerde yer alan a,b: Ağız çalkalama suları arası anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Üç yönlü karma ANOVA analizi sonucunda, restoratif materyaller ve mine örneklerinin ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında ($F=2018,398$; $p < 0,001$) istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu.

Zaman-restoratif materyaller ve mine etkileşimi ($F=54,900$; $p<0,001$) ve zaman-ağız çalkalama suyu etkileşimi ($F=4,909$; $p=0,001$) istatistiksel olarak anlamlıdır. Restoratif materyaller ve mine-ağız çalkalama suyu etkileşimi ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($F=0,495$; $p=0,948$). Zaman-restoratif materyaller ve mine-ağız çalkalama suyu üçlü etkileşimi de istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($F=3,638$; $p<0,001$).

Restoratif Materyaller ve Mine Örneklerinin Ağız Çalkalama Sularına Maruz Bırakılmadan Önce ve Maruz Bırakıldıktan Sonraki Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Karşılaştırılması

Ceram.X, Tetric EvoCeram ve mine gruplarının, tüm ağız çalkalama suları maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$).

Filtek Ultimate kompozit rezininin Oral-B Pro-Expert ağız çalkalama suyuna maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p=0,038$). Ağız çalkalama suyuna maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü değerlerinin arttığı gözlenmektedir. Filtek Ultimate kompozit rezininin, diğer ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonra yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

EQUIA Forte HT Fil gruplarının, tüm ağız çalkalama sularına maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin arttığı görülmüştür ($p<0,05$).

Restoratif Materyaller ve Mine Örneklerinin Yüzey Pürüzlülüklerinin Karşılaştırılması

Restoratif materyaller ve mine örneklerinin tüm ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdi (tüm p değerleri; $p<0,001$).

Restoratif materyaller ve mine örneklerinin ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ikili olarak karşılaştırılması Tablo 4.7’da gösterildi.

Tüm ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü değerlerinin Ceram.X, Tetric EvoCeram ve Filtek Ultimate kompozit rezinlerinde benzer sonuçlar gösterdiği ($p>0,05$); EQUIA Forte HT Fil ve mine örneklerinin ise birbirinden farklı olduğu görüldü. En düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri mine örneklerinde, en yüksek değerler ise EQUIA Forte HT Fil örneklerinde gözlemlendi.

Tablo 4.7. Restoratif materyaller ve mine örneklerinin yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin ikili olarak karşılaştırılması

Ağız Çalkalama Suları	Örnekler	Ra-Önce			Ra-Sonra		
		Ortalama Fark	St. Hata	p^+	Ortalama Fark	St. Hata	p^+
Listerin Total Care	Ceram.X- Tetric EvoCeram	-0,042	0,036	0,238	-0,024	0,030	0,429
	Ceram.X-Filtek Ultimate	-0,007	0,036	0,853	0,001	0,030	0,993
	Ceram.X- EQUIA Forte HT Fil	-0,929	0,036	<0,001*	-0,995	0,030	<0,001*
	Ceram.X-Mine	0,115	0,036	0,001	0,124	0,030	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Filtek Ultimate	0,035	0,036	0,320	0,024	0,030	0,424
	Tetric EvoCeram - EQUIA Forte HT Fil	-,887	0,036	<0,001*	-0,971	0,030	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Mine	0,157	0,036	<0,001*	0,148	0,030	<0,001*
	Filtek Ultimate - EQUIA Forte HT Fil	-0,922	0,036	<0,001*	-0,995	0,030	<0,001*
	Filtek Ultimate -Mine	0,122	0,036	0,001*	0,124	0,030	<0,001*
	EQUIA Forte HT Fil -Mine	1,044	0,036	<0,001*	1,119	0,030	<0,001*
Listerine Advanced White	Ceram.X- Tetric EvoCeram	-0,032	0,036	0,367	-0,018	0,030	0,559
	Ceram.X-Filtek Ultimate	-0,028	0,036	0,440	-0,024	0,030	0,417
	Ceram.X- EQUIA Forte HT Fil	-0,870	0,036	<0,001*	-0,966	0,030	<0,001*
	Ceram.X-Mine	,110*	0,036	0,002*	0,128	0,030	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Filtek Ultimate	0,005	0,036	0,897	-0,007	0,030	0,820
	Tetric EvoCeram - EQUIA Forte HT Fil	-0,838	0,036	<0,001*	-0,949	0,030	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Mine	0,142	0,036	<0,001*	0,146	0,030	<0,001*
	Filtek Ultimate - EQUIA Forte HT Fil	-0,842	0,036	<0,001*	-0,942	0,030	<0,001*
	Filtek Ultimate -Mine	0,138	0,036	<0,001*	0,153	0,030	<0,001*
	EQUIA Forte HT Fil -Mine	0,980	0,036	<0,001*	1,095	0,030	<0,001*

Tablo 4.7. (devam) Restoratif materyaller ve mine örneklerinin yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin ikili olarak karşılaştırılması

Meridol	Ceram.X- Tetric EvoCeram	-0,035	0,036	0,332	-0,029	0,030	0,338
	Ceram.X-Filtek Ultimate	-0,024	0,036	0,503	-0,022	0,030	0,468
	Ceram.X- EQUIA Forte HT Fil	-0,882	0,036	<0,001*	-1,033	0,030	<0,001*
	Ceram.X – Mine	,122*	0,036	0,001*	0,128	0,030	<0,001*
	Tetric EvoCeram – Filtek Ultimate	0,011	0,036	0,763	0,007	0,030	0,816
	Tetric EvoCeram - EQUIA Forte HT Fil	-0,847	0,036	<0,001*	-1,005	0,030	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Mine	0,157	0,036	<0,001*	0,157	0,030	<0,001*
	Filtek Ultimate – EQUIA Forte HT Fil	-0,858	0,036	<0,001*	-1,012	0,030	<0,001*
	Filtek Ultimate -Mine	0,146	0,036	<0,001*	0,150	0,030	<0,001*
	EQUIA Forte HT Fil -Mine	1,004	0,036	<0,001*	1,161	0,030	<0,001*
Oral-B Pro-Expert	Ceram.X- Tetric EvoCeram	-0,021	0,036	0,549	-0,027	0,030	0,368
	Ceram.X-Filtek Ultimate	-0,011	0,036	0,758	-0,038	0,030	0,209
	Ceram.X- EQUIA Forte HT Fil	-0,864	0,036	<0,001*	-1,096	0,030	<0,001*
	Ceram.X-Mine	0,101	0,036	0,005*	0,090	0,030	0,003*
	Tetric EvoCeram -Filtek Ultimate	0,010	0,036	0,771	-0,011	0,030	0,721
	Tetric EvoCeram - EQUIA Forte HT Fil	-0,842	0,036	<0,001*	-1,069	0,030	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Mine	0,123	0,036	0,001*	0,117	0,030	<0,001*
	Filtek Ultimate - EQUIA Forte HT Fil	-0,853	0,036	<0,001*	-1,058	0,030	<0,001*
	Filtek Ultimate -Mine	0,112	0,036	0,002*	0,128	0,030	<0,001*
	EQUIA Forte HT Fil -Mine	0,965	0,036	<0,001*	1,186	0,030	<0,001*
Dislite su	Ceram.X- Tetric EvoCeram	-0,021	0,036	0,557	-0,022	0,030	0,460
	Ceram.X-Filtek Ultimate	-0,032	0,036	0,368	-0,047	0,030	0,120
	Ceram.X- EQUIA Forte HT Fil	-0,950	0,036	<0,001*	-1,002	0,030	<0,001*
	Ceram.X-Mine	0,066	0,036	0,063	0,066	0,030	0,030*
	Tetric EvoCeram -Filtek Ultimate	-0,011	0,036	0,754	-0,025	0,030	0,414
	Tetric EvoCeram - EQUIA Forte HT Fil	-0,929	0,036	<0,001*	-0,980	0,030	<0,001*
	Tetric EvoCeram -Mine	0,087	0,036	0,015*	0,088	0,030	0,004*
	Filtek Ultimate - EQUIA Forte HT Fil	-0,918	0,036	<0,001*	-0,956	0,030	<0,001*
	Filtek Ultimate -Mine	0,098	0,036	0,006*	0,112	0,030	<0,001*
	EQUIA Forte HT Fil -Mine	1,016	0,036	<0,001*	1,068	0,030	<0,001*

+: LSD testi sonucu; *: p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı fark.

5. TARTIŞMA

Diş hekimliğindeki çalışmaların çoğunda, yeni teknolojiyle geliştirilen güncel materyal ve yöntemler ile başarılı tedavi sonuçları elde etmek ve aynı zamanda iyi estetik sonuçlara ulaşmanın yollarını aramak hedeflenmektedir. Günümüzde oral hijyen rutininde fırçalamanın yanı sıra ağız çalkalama sularının kullanımı da önemli yer tutmaktadır. Hastaların marketlerden ve eczanelerden temin edebildiği ağız çalkalama suları; plak kontrolü, çürük önleme ve ağızda bıraktıkları ferahlık etkisi sebebiyle hastalar tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (1).

Restoratif materyallerin estetik özelliklerinin devamlılığı için en önemli özelliklerin başında bu materyallerin oral ortamda renk stabilitesini ve pürüzsüzlüğünü koruması gelmektedir (200). Restoratif materyallerin uzun dönem estetik özelliklerinin devamı için, renk stabilitesi ve yüzey pürüzsüzlüğü dikkate alınması gereken önemli kriterlerdir. Restorasyondaki renk değişimi ve yüzeyinde pürüzlülük meydana gelmesi, materyallerin yaşlanma ve zarar görme göstergesidir (201). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda, kolay ulaşılabilen ağız çalkalama sularının estetik restoratif materyaller ve mine örneklerinde renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Günlük hayatta ve diş hekimliği pratiğinde sıklıkla kullanılan ağız çalkalama sularının etkinliğinin değerlendirilmesinde *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar önemli rol oynamakta olup, böylece klinisyenler uygulamaları için ürün seçme yollarından biri olarak ürünlerin *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarla performanslarını karşılaştırmaktır (202). Piyasaya sürülen ürünlerin avantaj-dezavantaj ve performanslarının anlaşılabilmesi amacıyla öncelikle *in vitro* çalışmaların sonuçlarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca *in vitro* çalışmalar, *in vivo* çalışmalara göre daha ekonomik, daha hızlı sonuç alınabilen ve daha kolay uygulanabilen çalışma modeli olup, bu nedenle de diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilmektedirler. Fakat *in vitro* çalışmaların, ağız ortamında meydana gelen termal değişiklikleri, kuvvetleri, tükürük ve mikroorganizmaların etkilerini taklit edebilmesi gibi bazı sınırlamaları bulunmaktadır (203, 204). *In vivo* çalışmaların verileri, diş hekimliğinde piyasaya sürülen materyallerin performanslarının araştırılıp incelenmesinde her ne kadar da çok kıymetli olsa da, bu testler görece pahalı,

uzun süren ve özellikle standardizasyonu zor olan çalışmalardır (205). *In vivo* uygulanan klinik çalışmalarla *in vitro* çalışmalar koordine şekilde yürütülmeli ve bu iki yöntem sonucunda birbirleriyle paralel sonuçlar elde edilmelidir (205). *In vitro* çalışmalar, klinik çalışmaların başlangıç noktası olup farklı değişkenlerin optimizasyonu ile çalışılıp araştırılan parametreler hakkında anlamlı veriler elde edilebilen, araştırmacı ve klinisyenlerin hızla netice alabildiği vazgeçilmez deney metodlarıdır (202, 205). Bu sebeplerden dolayı çalışmamız *in vitro* olarak planlanıp yürütüldü.

Diş hekimliğinde yapılan birçok *in vitro* çalışmalarda genellikle insan ya da sığır dişleri tercih edilmektedir. Sığır dişleri insan dişleriyle benzer dentin morfolojisi ve radyodensitesine sahip olmaları, tek bir sığır dişinden birden fazla çalışma örneği oluşturulabilmesi ve kolay temin edilebilmesi sebebiyle tercih edilmektedirler (206, 207). Bu çalışmada ise, klinik koşulları daha iyi taklit etmek ve gerçeğe en yakın sonuçlara ulaşabilmek amacı ile çekilmiş insan daimi üst santral dişleri kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan çekilmiş daimi üst santral dişlerin tamamı, çekildikten hemen sonra dezenfeksiyon için %0,1 timol içeren distile su içerisinde 24 saat süreyle bekletilmiş, daha sonra ise saklama koşullarının yaratabileceği olumsuz sonuçlardan kaçınabilmek için kullanılacakları zamana kadar distile su içerisinde saklanmıştır (202).

Restoratif materyallere etkili şekilde bitirme ve polisaj işlemleri yapılmasına rağmen meydana gelen renk değişikliği hasta memnuniyetsizliğine sebep olmakta ve bu durum materyallerin estetik beklentileri karşılayamaması olarak kabul edilmektedir (208). Klinik bir başarısızlık olarak kabul edilen renk değişikliği; kimyasal tepkime, su emilimi, yetersiz polimerizasyon, beslenme alışkanlıkları ve kötü ağız hijyeni gibi iç ve dış kaynaklı faktörlerle ilişkili olduğu bildirilmiştir (13).

Renk stabilitesi, diş hekimlerinin restoratif malzeme seçiminde dikkate aldığı önemli bir faktördür. Bir materyalin estetik özelliklerinin yanı sıra yüksek aşınma direncine sahip olması tercih edilmektedir (198). Dental materyallerin performansı, ağız ortamıyla ilişkilidir. Örneğin, restorasyonlarla temas halinde olan ağız çalkalama suları, bileşimleri nedeniyle restorasyonların fiziksel özelliklerini etkilemektedirler (176).

Diş hekimliği alanında CIELab renk sistemi, ΔE değerinin tespiti için birçok araştırmada tercih edilmektedir, ayrıca literatürde en sık başvurulan renk ölçüm sistemidir (209). Renk değişim değeri (ΔE), uygulanan çeşitli işlemler, maruz kalınan dış kaynaklı etmenler sonucu veya belirli bir zaman dilimi içerisinde bir materyalde meydana gelen renk değişimlerinin bir gözlemci tarafından algılandığı değer olarak tanımlanmaktadır (209). Çalışmalarda klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi değerinin $\Delta E = 3,3$ olduğu bildirilmiştir (210, 211). Renk değişimi son yıllarda, ΔE değerinin yanı sıra CIEDE2000 (ΔE_{00}) değeri kullanılarak da hesaplanabilmektedir. Renk farklılığı aynı zamanda, L^* , a^* ve b^* parametrelerinin kullanıldığı beyazlık indeksi (WI_D) kullanılarak da hesaplanabilmektedir (212). Son literatürlere bakıldığında ΔE_{00} ve ΔWI_D parametreleri daha çok kullanıldığı için bu çalışmadaki renk değişimi bu parametrelerle hesaplandı.

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin renkleşme miktarını görsel değerlendirme testleriyle belirlemek subjektif değerlendirmedir. Sonuçların kişiden kişiye değişmesiyle birlikte aynı kişiler için de farklı zamanlarda değişebilmektedir. Bu nedenden ötürü subjektif hataları elimine edip objektif değerlendirme yapabilmek ve sayısal değerler ile daha kesin sonuçlar elde edebilmek için spektrofotometre veya kolorimetreden yararlanılmaktadır (213).

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin renk ölçümünün değerlendirilmesinde en sık kullanılan cihaz olan spektrofotometre, görünen spektrum aralığında 1-25 nm aralıklarla objeden yansıyan ışık enerjisinin miktarını ölçmektedir (214). Spektrofotometreler, konvansiyonel tekniklerle veya insan gözü ile yapılan değerlendirmelerle karşılaştırıldığında %33 artmış doğruluk oranına sahip olduğu belirtilmiş ve vakaların %93,3'ünde daha objektif eşleştirme yaptıkları bildirilmiştir (215).

Kurt ve ark. (216) diş hekimliğinde renk ölçümü üzerine yaptıkları derlemede; görsel yöntemin subjektif olduğu, spektrofotometrelerle daha detaylı ve güvenilir sonuçlar elde edilebildiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada hazırlanan örnekler üzerinde daha güvenilir ve detaylı renk analizinin yapılabilmesi için spektrofotometre (VITA Easyshade Advance) ile renk ölçümü tercih edildi.

Literatürdeki birçok çalışmada restoratif materyallerin renklendirici solüsyonlardaki etkileri incelenmiştir (217-219). Çalışmalar incelendiğinde genellikle renklendirici solüsyon olarak kahve, çay, kola ve kırmızı şarap kullanılmıştır. Literatürde ağız çalkalama sularının renklendirici etkisi üzerine çalışmalara az raslanmaktadır ve bu çalışmalarda genellikle ağız çalkalama sularının GCİSlarda, rezin modifiye cam iyonomerler simanlarda ve kompozitlerde renk değişimleri incelenmiştir (1, 45, 220). Literatür incelendiğinde, renklendirici etkisi üzerine en sık çalışılan ağız çalkalama suları Listerine, Oral B, Colgate, Klorheksidin ve Andorex olarak görülmüştür (45, 221-223).

Bu çalışmada; günlük hayatta sıklıkla tercih edilen, diş hekimleri tarafından önerilen ve literatürde renklendirici etkisi üzerinde çalışılan ağız çalkalama sularından Listerine Advanced White, Listerine Total Care, Meridol ve Oral-B Pro-Expert'in nanoseramik yapıdaki Ceram.X Sphere TEC One (Dentsply Sirona, Bensheim, Almanya), nanofil yapıdaki Filtek Ultimate (3M, Teksas, ABD) ve nanohibrit yapıdaki Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) kompozit rezinlerin ve bulk fill cam hibrit restoratif sistem olan Equia Forte HT Fil (GC, Tokyo, Japonya) restoratif materyalleri ve mine örnekleri üzerindeki zamana bağlı renk ve yüzey pürüzlülüğü değişimleri *in-vitro* olarak incelendi. Ağız çalkalama sularının renk değişimi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda kontrol grubu olarak distile su kullanıldığı için bu çalışmada da distile su kontrol grubu olarak kullanıldı (45).

Ağız çalkalama sularının kullanım süresi günde birer dakikadan iki defa olmak üzere toplamda iki dakikadır. $365 \text{ gün} \times 2 \text{ dk} = 730 \text{ dk}$ olup, yılda yaklaşık olarak 12 saatte tekabül etmektedir (224). Daha önceki yapılan çalışmalarda örneklerin 12 saat ağız çalkalama suları içerisinde bekletilmesinin, 1 yıl boyunca günde 2 defa gargara yapmaya eş değer olduğu belirtilmiştir (198). Çelik ve ark. (225), 3 farklı ağız çalkalama suyunun 4 farklı kompozit rezin üzerindeki renklendirici etkisini araştırdığı çalışmalarında, hazırladıkları restoratif materyal örneklerini 12 saat boyunca test edilen ağız çalkalama suları içinde bekletmişlerdir. Bu literatür göz önüne alınarak, bu çalışmada kullanılan 4 farklı restoratif materyal ve mine örnekleri, ağız çalkalama suları içerisinde 12 saat boyunca ve her 3 saatte bir homojeniteyi sağlamak için çalkalanarak bekletildi.

Çelik ve ark. (225), 2008 yılında piyasada bulunan 3 ağız çalkalama suyunun (Oral B Alcohol-free, Listerine Tooth Defense Anti-cavity Fluoride Rinse and Klorhex) 4 farklı kompozit restoratif materyalin (bir nanofil kompozit Filtek Supreme XT (3M-Espe), bir kondanse olabilen kompozit (AeliteLS Packable (BISCO), nanoseramik kompozit rezin Ceram-X (Dentsply), bir mikrohibrit kompozit (Aelite All-Purpose Body (BISCO)) renk stabilitesi üzerindeki etkilerini araştırdıkları *in vitro* çalışmalarında, ağız çalkalama sularına tabi tutulduktan sonra tüm örneklerde renk değişikliği görülmüştür. Restoratif materyaller ile ağız çalkalama suları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$); ancak değişiklik görsel olarak algılanabilir boyutta değildir ($\Delta E^*ab < 3,3$). Ağız çalkalama sularının etkisi ile restoratif materyal tipi arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Ağız çalkalama sularının kompozit rezinlerin renk değişiklikleri üzerindeki etkisi materyale bağlı olabilir ve restoratif materyalin boyanma duyarlılığı rezin matriks veya doldurucu tipiyle değişebilmektedir (225). Scotti ve ark. da (226) restoratif materyal tipinin, renklenme direnci üzerinde önemli bir rolü olduğunu göstermişlerdir. Sözü geçen çalışmaya benzer şekilde, bu çalışmada da test edilen ağız çalkalama suları, kompozit rezin örneklerinde renk değişikliğine sebep oldu, aynı şekilde her iki çalışmada da kullanılan Ceram.X ve Filtek Ultimate kompozitlerinin kullanıldığı gruplarda ΔE_{00} ölçümleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edildi. Bu çalışmada, bulk fill (Tetric EvoCeram) ve EQUIA Forte HT Fil örneklerinin renk değişikliği değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Ancak, Çelik ve ark.'nın (225) bulgularından farklı olarak bu çalışmada kompozit rezin ve ağız çalkalama sularının etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$).

Geurtsen ve ark. (227), yaptıkları çalışmada ağız çalkalama sularının etkilerinin distile sudan farklı olmadığı için ağız çalkalama sularının su bileşeninin renk ve mikrosertlik değişimlerini etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise, Oral-B Pro-Expert, Listerine Advanced White ve Listerine Total Care ağız çalkalama sularına maruz bırakılan tüm örneklerin ΔE_{00} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken, Meridol ve distile suya maruz bırakılan örneklerin ΔE_{00} değerleri benzer olarak bulundu ve diğer üç ağız çalkalama suyundan farklı sonuçlar elde edildi.

Lee ve ark. (45), estetik restoratif materyallerin ağız çalkalama sularına tabi tutulduktan ve hızlandırılmış yaşlandırmadan sonra renk stabilitesini değerlendirdikleri çalışmalarında; 7 gün boyunca ağız çalkalama sularına maruz bırakılan Tetric EvoCeram örneklerinde, kullanılan bazı ağız çalkalama suları dışında, distile su grubuna göre daha fazla renk değişikliğine neden olmamıştır. Yaşlandırma prosedürleri, esas olarak kompozit rezinlerde 1.1-3.9'lük bir renk değişikliğine (ΔE) neden olmuştur. Bazı istisnalar dışında, kompozit rezinlerin ve kompomerlerin ağız çalkalama sularına tabi tutulmasından kaynaklanan renk değişiklikleri görsel olarak algılanabilecek seviyede değildir ($\Delta E < 3.3$) ($\Delta E_{00} < 1.8$). Sözü geçen çalışmadan farklı olarak, bu çalışmada test edilen Listerine Advanced White, Listerine Total Care ve Oral-B Pro-Expert ağız çalkalama sularına maruz bırakılan restoratif materyal örneklerin ΔE_{00} değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaksızın bu çalkalama suları her iki çalışmada ortak kullanılan Tetric EvoCeram kompozit rezin grubunda ΔE_{00} ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi. Meridol ve distile suya maruz bırakılan örneklerde ise en yüksek renk değişikliği mine ve Ceram.X örneklerinde meydana gelirken, en az renk değişikliğini ise Filltek Ultimate grubunda meydana geldi. Lee ve ark.'nın (45) çalışmasından farklı olarak bu çalışmada elde edilen bulgular, özellikle yaşlandırma prosedürlerinin çalışma tasarımına dahil edilmemesi ve kullanılan ağız çalkalama suları ve diş rengindeki restoratif materyal seçimlerinin farklı olmasıyla açıklanabilir.

Gürdal ve ark. (228), üç ağız çalkalama suyunun üç farklı estetik restoratif materyal üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Örnekler, 1 yıl süreyle 2 dakikalık günlük ağız gargarası kullanımına eşdeğer süre olarak rapor edilen, 12 saat süreyle 20 mL ağız çalkalama sularında saklanmıştır. Mikrosertlik ve renk değişimleri açısından test edilen ağız çalkalama suları ve materyaller arasında önemli bir etkileşim yoktur. Bu çalışmada, sözü geçen çalışmadan farklı olarak 4 farklı ağız çalkalama suyu ve 3 farklı kompozit, bir bulk fill cam hibrit restoratif sistem ve mine örneklerinin yer aldığı gruplar çalışmaya dahil edildi. Benzer şekilde kontrol grubu olarak distile su seçildi. Çalışma tasarımında ağız çalkalama sularına maruz bırakma prosedürleri de aynı şekilde uygulandı. Sonuçlar açısından sözü geçen çalışmadan farklı olarak bu çalışmada, test edilen ağız çalkalama suları ve estetik restoratif materyal ve mine örnekleri arasında

istatistiksel olarak anlamlı etkileşim bulundu ($p<0,001$). Ağız çalkalama sularının restoratif materyaller üzerindeki etkileri, *in vitro* olarak taklit edilemeyen birçok *in vivo* faktöre bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bu nedenle ağız çalkalama sularının estetik restoratif materyaller üzerindeki etkilerinin başka çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Gürgan ve Çakır (229), 2008 yılında yürüttükleri *in vitro* çalışmalarında, üç farklı ağız çalkalama suyunun (Listerine-alkol içeren, Oral B-alkolsüz ve Rembrandt Plus-peroksit beyazlatıcı çalkalama suyu) beyazlatma işlemine tabi tutulmuş nanokompozit (Filtek Supreme) ve nanohibrit kompozitin (Simile); yüzey sertliği, parlaklığı ve rengi üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Örnekler hazırlandıktan sonra deney süreci başlamadan, örneklerin sertlik, parlaklık ve CIELab renk parametreleri ölçülmüştür. Daha sonra örnekler 14 gün boyunca 2 saat süreyle %10 karbamid peroksit içeren beyazlatma ajanına tabi tutulmuştur. Beyazlatma sonrası tüm ölçümler tekrar yapılmıştır ve 1 yıllık iki dakikalık günlük kullanıma eşdeğer olan 12 saat süreyle ağız çalkalama sularına tabi tutulmuştur. Örnekler tekrar sertlik, parlaklık ve renk açısından ölçülmüş ve veriler istatistiksel olarak incelenmiştir. Sözü geçen çalışmanın sonucunda, beyazlatma ve ağız çalkalama suyu kullanımı sonrasında restoratif materyaller arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p> 0,05$). Beyazlatma işlemi ve ağız çalkalama suyu kullanımı her iki kompozitin sertliğini, parlaklığını ve rengini etkilemiştir. Tüm parametreler için ağız çalkalama suyu kullanımı ile önemli farklılıklar gözlenmiş olup ($p<0,05$), en büyük değişiklikler Rembrandt Plus çalkalama suyunda, onu sırasıyla Listerine ve Oral B izlemiştir. Bu çalışmada beyazlatma prosedürü uygulanmamasına rağmen, ağız çalkalama suyu kullanımı tüm örneklerde renk değişikliğine neden oldu. Ağız çalkalama suyuna maruz bırakılan Ceram.X, Filtek Ultimate ve mine örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı renk değişikliği görülürken, bulk fill (Tetric EvoCeram) ve EQUİA Forte HT Fil örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi. Çalışma prosedürlerinin farklı olduğu bu çalışmanın sonuçlarıyla benzer şekilde test edilen restoratif materyaller arasında renk değişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0,001$). Gürgan ve Çakır (229), alkol içeren Listerine'in alkol içermeyen Oral-B ağız çalkalama suyuna göre daha fazla renklenme yaptığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan alkol içeren

Listerine Total Care, alkol içermeyen Listerine Advanced White ve yine alkol içeriği bulunmayan Oral-B Pro-Expert ağız çalkalama sularının örneklerde meydana getirdiği renk değişikliklerinin benzer olduğu gösterildi ve bu üç ağız çalkalama suyu arasında örneklerde meydana getirdiği renk değişikliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

Toz Akalın ve ark. (230), yaptıkları *in vitro* çalışmalarında dört farklı ağız çalkalama suyunun iki farklı kompozit rezinin renklenme dayanıklılığı üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Örneklerin, polisaj ve distile suda 24 saatlik bekletilme aşamalarının ardından renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. İlk değerlendirmelerin ardından her kompozit resin materyali beş gruba ayrılmıştır: Oral-B Pro-Expert Clinic Line Alkolsüz (Oral-B), Listerine Tooth Defense ağız çalkalama suyu (Listerine), Pharmol Zn ağız çalkalama suyu, Nilera ağız çalkalama suyu (Nilera) ve distile su (kontrol). Örnekler ağız çalkalama sularının içerisinde (20 mL) 37°C’ de 12 saat bekletildikten sonra tekrar renk ölçümleri yapılmıştır. SonicFill Oral-B Pro-Expert Clinic Line Alkolsüz, Listerine Tooth Defense ve Pharmol Zn ağız çalkalama sularında bekletildiğinde istatistiksel olarak anlamlı derecede renklenme göstermiştir. Hiçbir resin kompozitin renk değişikliği distile su ve Nilera ağız çalkalama suyunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Sözü geçen çalışmanın sonucunda, SonicFill’in nanohibrit resin kompozit Filtek Z550’den daha fazla renklenme gösterdiği rapor edilmiştir. Çalışmada kullanılan restoratif materyal örnekleri tamamen farklı olmakla beraber, ağız çalkalama sularından iki tanesi ve kontrol grubu (distile su) benzerdir. Bu çalışmada, hangi ağız çalkalama suyu kullanılırsa kullanılsın restoratif materyal ve mine örnekleri arasında ΔE_{00} açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu. Bazı ağız çalkalama sularında bulunan alkol, kompozitlerin yapısının bozulması gibi bazı istenmeyen etkilere sahip olabilir. Bu çalışmada kullanılan Listerine Total Care ağız çalkalama suyu da alkol içeriğine sahiptir ancak elde edilen sonuçlara göre alkol içerikli ağız çalkalama suları ve içermeyenler arasında örneklerin ΔE_{00} değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı.

Bu çalışmaya çok benzer şekilde dört farklı ağız çalkalama suyuna (Colgate Plax Classic, Colgate Plax Alcohol-free, Periogard Colgate, Listerine Cool Mint) maruz

bırakılan iki farklı kompozit rezinin (Filtek Z250 and Z350; 3M ESPE) renk değişimleri, yüzey pürüzlülükleri ve mikrosertliklerini araştıran Festuccia ve ark. (223), en önemli renk değişikliğinin Listerine kullanılan Z250 grubu için gözlemlendiğini ($p<0.05$), Z350'nin alkolsüz Plax'a maruz bırakıldığında daha fazla renk değişimi gösterdiğini ($p<0.05$), ancak Listerine için önemli bir fark göstermediğini ($p>0.05$) rapor etmişlerdir. Pürüzlülük ile ilgili olarak, alkolsüz Plax ile karşılaştırıldığında Listerine'e maruz bırakılan her iki kompozitin de önemli değişiklikler gösterdiği görülmüştür ($p<0.05$). Ancak, test edilen kompozitlerin hiçbiri klinik olarak kabul edilebilir değerlerden daha yüksek renk değişikliği göstermemiştir. Bu çalışmada Listerine Total Care, Listerine Advanced White ve Meridol kullanılan gruplarda, en yüksek renk değişikliği mine daha sonra ise Ceram.X örneklerinde görülürken, Oral-B Pro-Expert'e maruz bırakılan restoratif materyal ve mine örneklerinden bulk fill (Tetric EvoCeram), Filtek Ultimate ve EQUİA Forte HT Fil örneklerinde diğer gruplara göre daha fazla renk değişikliği tespit edildi. Bu farklı bulguların bulunması kullanılan restoratif materyallerin yapısının, doldurucu tipinin ve oranlarının farklı olmasıyla açıklanabilmektedir.

2013 yılında farklı saklama koşullarında tutulan (Meridol, Klorheksidin, distile su, kırmızı şarap, siyah çay, çay ağacı yağı) kompozit rezin örneklerinin (dual polimerize olan self-adeziv rezin siman; Rely X Unicem, dual polimerize olan rezin kompozit; Variolink II, oto-polimerize olan rezin kompozit; Multilink, nanohibrit kompozit; Tetric Evo ceram, mikrohibrit kompozit; Gradia Direct) renk stabiliteyi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında Falkensammer ve ark. (231), en fazla renk değişikliğinin kırmızı şarap ($\Delta E >10$), ardından siyah çay ($\Delta E >2,6$) kullanılan gruplarda olduğunu ancak siyah çayın meydana getirdiği renk değişikliğinin klinik olarak kabul edilemeyen seviyenin ($\Delta E >5,5$) altında kaldığı görülmüştür. Renkli ağız çalkalama suları, materyallerin renginde klinik olarak kabul edilebilir değerlere oranla daha az değişikliğe neden olmuştur. Dual-polimerize olan rezin siman örnekleri, en çok renk değişikliği meydana gelen grup olmuştur. Test edilen ağız çalkalama suları (Klorheksidin, Meridol), kompozit rezinler üzerinde (Tetric EvoCeram, Gradia Direct) algılanabilir bir renk değişikliğine neden olmamıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçların farklılıkları, çalışmada kullanılan kompozit rezinlerin polimerizasyon

modlarının farklılıklarıyla açıklanabilmektedir. Örnek gösterilen çalışmanın sonuçlarıyla benzer şekilde bu çalışmada da tüm örneklerde bir renk değişikliği tespit edilmekle beraber, tespit edilen renk değişikliğinin algılanabilir eşik değerinin altında kaldığı görülmektedir.

Lepri ve ark. (232), üç farklı ağız çalkalama suyunun (Plax, Listerine ve Periogard) bir kompozit rezinin (Esthet.X, Dentsply) mikrosertliği ve renk stabilitesi üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Örnek gösterilen çalışmada bu çalışmadan farklı olarak kontrol grubu olarak distile su yerine yapay tükürük kullanılmıştır. Mikrosertlik ve renk stabilitesi analizlerinin sonucunda, test edilen ağız çalkalama suları arasında bu çalışmadan farklı olarak örneklerin ΔE değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Ancak Periogard'a maruz bırakılan kompozit rezin örneklerinin, parlaklık derecesinde önemli bir değişiklik gözlenmiştir. Bu çalışmada farklı elde edilen bulgular, çalışma tasarımında kontrol grubu olarak yapay tükürük kullanılmaması ve kullanılan ağız çalkalama suları ve diş rengindeki restoratif materyal seçimlerinin farklı olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca yapay tükürükte saklanan örneklerin üzerinde koruyucu bir film oluşumu gözlemlenmiş olup renk değişimi ve yüzey pürüzlülük değerlerini etkileyebileceği daha önce yapılan araştırmalarda gösterilmiştir (233).

De Oliveira ve ark. (222), farklı florürlü ağız çalkalama sularının (yapay tükürük, %0,05 sodyum florür solüsyonu, Fluodent Reach, Oral B, Fluogard) ve farklı ışık cihazlarının (halojen ve LED) nano-dolduruculu kompozit rezinlerin yüzey morfolojisi ve renk stabilitesi üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri *in vitro* çalışmalarında, SEM gözlemlerine göre, çalkalama sularından bağımsız olarak, farklı ışık kaynakları ile polimerize edilen örneklerin yüzeylerinde herhangi bir fark kaydedilmemiştir. Işık cihazlarının, çalkalama sularından bağımsız olarak kompozitin renk stabilitesini etkilemediği ve test edilen florür çözeltileri arasında Fluogard'ın en büyük renk değişimine neden olduğu sonucuna varılmıştır, ancak bu klinik olarak algılanabilecek kadar bir renk değişikliği değildir. Bu çalışmada test edilen tüm ağız çalkalama sularında da florür içeriği mevcut olup, bu çalışmayla benzer şekilde solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu. Farklı solüsyonlar, kullanılan kompozit rezinin morfolojisini etkilememiştir.

Pelino ve ark. (234), farklı ağız çalkalama suyu formülasyonlarının mine ve restoratif materyallerin morfolojik yüzey ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini *in vitro* olarak değerlendirmişlerdir. İnsan mine örnekleri, hidroksiapatit, kompozit rezin ve seramik yüzeyler 6 aylık günlük kullanımı taklit etmek için üretici firma talimatlarına göre 3 farklı ağız çalkalama suyuna (Listerine Cool Mint, Listerine Total Care ve Listerine Whitening) ve kontrol grubu olarak hidroalkol solüsyonuna maruz bırakılmıştır. Örnekler, taramalı elektron mikroskopu (SEM), kızılötesi spektrofotometri (u-Fourier transform infrared mikroskop), enerji dağılımlı X-ışını (EDX) spektroskopisi ve çalkalama sularına maruz kalmadan önce ve sonra renk analizi kullanılarak analiz edilmiştir. SEM mikroskopisinde, yüzeylerin morfolojik özelliklerinde herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Mine yüzeylerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, kızılötesi spektroskopi ve EDX floresan kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve sonra kompozit rezin ve mine örneklerinde; silikon, baryumda ve seramik materyalde silikon ve alüminyumda nispi kalsiyum ve fosfor konsantrasyonlarında herhangi bir değişiklik olmamıştır. Mine yüzeylerinde beyazlatma etkisi gösteren Listerine Whitening dışında hiçbir örneğin biyokimyasal ve renk özelliklerinde bir değişiklik tespit edilmemiştir. Düşük pH'a sahip, alkol ve peroksit içeren ağız çalkalama suyu formülasyonlarına uzun süreli maruz kalma, *in vitro* olarak insan minesinde veya restoratif materyallerde yapısal veya kimyasal elementel değişikliklere neden olmamıştır. Yapılan analizler açısından bu çalışmadan çok farklı olsada, ağız çalkalama sularının hem restoratif materyaller hem de insan minesini üzerindeki etkilerini değerlendiren bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Sonuçlar açısından değerlendirildiğinde, bu çalışmada test edilen Listerine Total Care ve Listerine Advanced White'a maruz bırakılan mine örneklerinde Meridol ve Oral-B Pro-Expert'ten daha fazla renk değişikliği kaydedildi. Listerine Total Care ağız çalkalama suyuna maruz bırakılan mine örneklerinin WI_D değerleri artarken; Oral-B Pro-Expert'e maruz bırakılan örneklerin WI_D değerleri azaldı. Yani Listerine Total Care ağız çalkalama suyunun bir miktar da olsa minede beyazlatma meydana getirdiği söylenebilir. Listerine Advanced White ağız çalkalama suyuna maruz bırakılan mine örneklerinin WI_D değerlerinde artışa neden olması beklenirken, böyle bir etkinin gözlenmemesi, Listerine Advanced White ağız çalkalama suyu içerisinde Listerine

Whitening içerisindeki hidrojen peroksit benzeri beyazlatıcı bir ajanın üretici tarafından sağlanan içerik listesinde bulunmaması olarak açıklanabilir.

ElEmbaby (235), üç ağız çalkalama suyuna [Antiseptol (Kahira Pharmaceuticals and Chemical Industries Co. Kahire-Mısır), Flucal (Alexandria Co. Pharmaceuticals Alexandria, Mısır) ve Listerine (Johnson & Johnson, UK)] maruz bıraktığı üç rezin restoratif materyalin [IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), nano doldurucu kompozit (Filtek Z 350 XT, 3 M ESPE, St. Paul, MN, ABD) ve nano-hibrit kompozit (Tetric Evo Ceram, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)] renk stabilitesini değerlendirmeyi amaçladığı çalışmada, IPS Empress Direct ($\Delta E = 1.48$), diğer test edilen kompozitlerden, Filtek Z 350 X ($\Delta E = 3.05$) ve Tetric EvoCeram'dan ($\Delta E = 10.35$) daha başarılı renk stabilitesi göstermiştir. Kullanılan ağız çalkalama sularının, test edilen restoratif materyallerin renk stabilitesi üzerinde önemli bir etkisi olduğu gösterilmiştir. Flucal en önemli renk değişikliğini yaratan ağız çalkalama suyu olmuştur, onu sırasıyla Listerine ve Antiseptol izlemiştir. Sözü geçen çalışmadan elde edilen sonuçlar çalışmacılar tarafından; kompozitin yapısı, yani doldurucu boyutu ve foto-başlatıcı tipi, renklendirici ajanlar tarafından lekelenmeye olan duyarlılığı doğrudan etkilemektedir, ağız çalkalama suları renklendirici çözeltiler olarak kabul edilebilir ve bireysel ağız çalkalama sularının kimyasal formülasyonu, renklendirici özellikleri önemli ölçüde kontrol etmektedir şeklinde rapor edilmiştir. Bu çalışmada ise farklı olarak, Tetric EvoCeram örnekleri en yüksek renk değişikliğini gösteren grup olarak tespit edilmemiş olup, sadece Oral-B Pro-Expert ağız çalkalama suyuna maruz bırakılan grupta daha fazla renk değişimi gözlemlendi.

Sarkis (236), florür salan kompozitlerin test edilen diğer kompozitlere göre daha fazla renklendiğinden söz etmiş ve bu bulgunun florür ile ilgili olabileceğini öne sürmüştür. Ancak bu çalışmada, florür salan materyal olarak test gruplarına dahil edilen bulk fill cam hibrit restoratif sistem olan EQUÍA Forte HT Fil, kullanılan diğer kompozitlerden veya mine örneklerinden daha fazla renklenme göstermedi. Bu çalışmanın bulgularını destekleyen bir çalışmada, yüksek ΔE değerlerine sahip kompozit materyallerin renk değişikliğinde florürün küçük bir rol oynadığı gösterilmiştir (237).

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden SEM ve AFM nitel sonuçlar verirken, iki-boyutlu (mekanik) ve üç-boyutlu (optik) profilometreler nicel sonuçlar vermektedir (211). Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde kullanılan en yaygın yöntem mekanik profilometrelerdir (238, 239). Bu yöntemin en önemli avantajı, ölçümlerden önce örneklerin herhangi bir hazırlık aşamasına gerek duyulmaması ve örnekler üzerinde farklı zamanlarda tekrar ölçüm yapılabilmesidir (193).

Ra parametresi, restoratif materyallerin yüzey topografisinin belirlenmesinde pürüzlülük profilinin orta hattan sapmalarının aritmetik ortalamalarının hesaplanması ile elde edilmektedir (240, 241). Bu çalışmada, yüzey pürüzlülüğü Ra parametresi iki-boyutlu yüzey profilometre kullanılarak belirlendi. Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemli faktörün doldurucu partiküllerin boyutu ve içeriği olduğu belirtilmesine rağmen, restoratif materyallerin polimer matriksin polimerizasyon derecesi, doldurucu partikül tipi ve silan bağlayıcılarının da etkili olduğu bildirilmiştir (242).

Çelik ve ark. (176), 2021 yılında yürüttükleri in vitro çalışmalarında, farklı tipteki ağız çalkalama sularının (Klorheksidin, Curasept ADS 205, Meridol, Listerine Cool Citrus) bir mikrohibrit (Nokta 4), bir bulk fill (SonicFill) ve bir nanohibrit (Nova Compo-N) kompozitin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve sonra kompozit rezinlerin Ra değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$), ancak ağız çalkalama sularının tamamı, maruz kalma süresinin sonunda etkilenen yüzeylerde pürüzlülük değerlerini arttırmıştır. Ağız çalkalama sularına maruz kalma süresinden önce ve sonra bulk fill ve nanohibrit gruplarının ΔE değeri arasında istatistiksel anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu çalışmada yapılan yüzey pürüzlülük değerlendirmeleri sonucunda ise restoratif materyaller ve mine örneklerinin ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü değerleri bakımından anlamlı farklılıklar elde edildi ($p < 0,001$). Ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde, tüm ağız çalkalama suları için, Ceram.X, bulk fill (Tetric EvoCeram) ve Filltek Ultimate benzer sonuçlar göstermiş

olup; en düşük yüzey pürüzlülüğü mine örneklerinde, en yüksek yüzey pürüzlülüğü ise EQUİA Forte HT Fil örneklerinde görüldü.

Jung ve ark. (243), dört nanokompozit (Premise, KerrHawe; Tetric EvoCeram, Ivoclar Vivadent; Filtek Supreme, 3M ESPE; Ceram X Duo, Dentsply) ve 1 hibrit kompozit rezinin (Herculite XRV, KerrHawe) yüzey geometrisini döner aletlerle bitim yaptıktan sonra değerlendirmişlerdir. Ceram.X'in çalışmada test edilen diğer kompozitler olan Filtek Supreme ve Tetric EvoCeram'dan daha iyi yüzey kalitesi göstermediğini rapor etmiştir. Bu fark, kompozitlerin hacimsel doldurucu içeriğinin düşük olması ve Ceram.X örneklerinde tespit edilen gözenekler ile açıklanmıştır. Pürüzlü yüzeylerin, renklendiricileri pürüzsüz yüzeylerden daha fazla mekanik olarak tuttuğu gösterilmiştir. Birçok çalışmada, görsel değerlendirmelerde kabul edilebilirliğin üst sınırı olarak gösterilen $\Delta E^*_{ab}=3,3$ eşik değerine kadar renk değişikliği kabul edilebilirdir (210, 244). Çalışmada, Ceram X Duo örneklerinde test edilen diğer kompozitlerden daha az pürüzlü sonuçlar elde edilirken, bu çalışmada; Ceram.X, bulk fill (Tetric EvoCeram) ve Filtek Ultimate kompozit rezin örneklerinin ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülük değerleri benzer bulunmuş ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$).

Favaro ve ark. (245), 2020'de yaptıkları *in vitro* çalışmalarında, farklı ağız çalkalama sularının diş minesinin rengi, mikrosertliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Ağız çalkalama suyunun kullanılmadığı kontrol grubu, Listerine Zero, Colgate Plax Fresh Mint, Listerine Whitening ve Colgate Luminous White çalkalama suları kullanılan grupların tümünde minede yüzey değişiklikleri gözlenmiş ve tüm gruplarda yüzey pürüzlülüğü artışı saptanmıştır. Ağız çalkalama sularının kullanıldığı gruplarda, kontrol grubuna kıyasla daha fazla renk değişikliği saptanmıştır. Sonuçlar genel olarak incelendiğinde araştırmacılar, ağız çalkalama sularının diş minesinde önemli değişikliklere yol açtığı sonucuna varmışlardır. Çalışmanın sonuçlarının aksine, bu çalışmada en düşük yüzey pürüzlülüğü farkı mine örneklerinde görülmüş olup, sonuçlardaki farklılığın kullanılan ağız çalkalama sularının içeriklerindeki beyazlatıcı ajanlarla açıklanabilmektedir.

Armas-Vega ve ark. (8), üç farklı ağız çalkalama suyu ile iki nanohibrit kompozit rezin ve iki rezin modifiye cam iyonomer restoratif materyal kullanarak ve daldırma süreleri arasında yapay tükürükte bekleterek örnekleri toplam 1092 dakika süreyle ağız çalkalama sularına maruz bırakmışlardır. Bu süre, üç yıllık sürekli ağız çalkalama suyu kullanımını taklit etmektedir. Örneklerin ağırlık ve yüzey pürüzlülük ölçümü hassas terazi ve profilometre ile farklı aşamalarda kaydedilmiştir. Test edilen ağız çalkalama suları kendi aralarında benzer davranış göstermiştir. Sözü geçen çalışmada elde edilen veriler, ağız çalkalama sularının kullanımının, her iki dental materyalin yapısında değişikliklere neden olduğunu, çoğunlukla yüzey pürüzlülüğünün arttığını göstermiştir, ancak restoratif materyaller ve ağız çalkalama suları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu çalışmada da Armas-Vega ve ark.'nın elde ettiği sonuçlara benzer şekilde yüzey pürüzlülüğü tüm gruplarda artış gösterdi. Literatürdeki çalışmaların çoğunda (8, 243, 245) olduğu gibi, bu çalışmadan elde edilen verilerde de tüm örneklerde ağız çalkalama suyuna maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülük değerlerinde artışa neden olduğu görüldü. Restoratif materyaller ve mine örnekleri arasında yüzey pürüzlülük değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edildi.

Sadaghiani ve ark. (1), yaptıkları *in vitro* çalışmalarında, ticari olarak temin edilebilen dört ağız çalkalama suyunun, diş fırçalama ile ve diş fırçalama olmadan dört farklı rezin modifiye cam-iyonomer restoratif materyal üzerinde kullanıldığında yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Farklı zaman aralıklarında yapılan ölçümlerde, ağız çalkalama suyuna maruz kalan örneklerin daha pürüzlü ve hatta ağız çalkalama suyuna ve fırçalamaya maruz kalan örneklerin ise zamanla daha da pürüzlü hale geldiğini göstermiştir. Bu çalışmaya dahil edilen bulk fill cam hibrit restoratif sistem olan EQUIA Forte HT Fil örneklerinin maruz bırakıldığı tüm ağız çalkalama sularından sonra yapılan yüzey pürüzlülük değerleri artmış olup, en yüksek yüzey pürüzlülük değerlerini gösteren grup oldu.

Azevedo Miranda ve ark. (21), farklı ağız çalkalama sularının iki farklı rezin kompozitin yüzey pürüzlülüğü ve sertliği üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Elde edilen verilerde, farklı ölçüm zamanlarına göre pürüzlülük değerleri artış göstermiştir. Araştırmacılar, kullandıkları kompozit rezinlerini nanofil (Estheht X, Dentsply Sirona,

Konstanz, Almanya) ve mikrohibrit (4 Seasons, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) rezinler olarak seçmişlerdir. Bu çalışmada ise bir nanofil (Filtek Ultimate, 3M), bir nanoseramik (CeramX, Dentsply Sirona), bir nanohibrit bulkfill (Tetric Evoceram, Ivoclar Vivadent) ve bir bulkfill cam hibrit restoratif sistem (EQUİA Forte HT Fil, GC) kullanıldı. Sözü geçen çalışma ile benzer olarak bu çalışmanın sonuçlarında da örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri ağız çalkalama sularına maruz bırakıldıktan sonra artış gösterdi.

da Silva ve ark. (246), diş fırçalama-ağız çalkalama siklusunun, farklı doldurucu partikül sistemlerine sahip üç kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğü ve topografisi üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Nanofil, mikrofil ve mikrohibrit doldurucu partikül sistemlerine sahip kompozit rezinlerin tabii tutuldukları işlemler sonrasında yapılan ölçümlerde, yüzey pürüzlülük değerlerinde mikrohibrit kompozit rezinin, mikrofil kompozit rezine göre daha fazla pürüzlülük gösterdiği, mikrofil kompozit rezinin en düşük pürüzlülük değerleri gösteren grup olduğu, en yüksek pürüzlülüğün ise mikrohibrit kompozit rezin örneklerinde tespit edildiği rapor edilmiştir. Alkol içerikli olan ağız çalkalama suyunun en çok pürüzlülük artışına sebep olduğu belirtilmiştir. Her ne kadar bu çalışmada fırçalama siklusu dahil edilmemiş olsa da yazarların aksine bu çalışmada farklı doldurucu partikül sistemleri seçtiğimiz kompozit rezinler arasında ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülük değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Doldurucu partikül sisteminin özellikleri (konsantrasyon, boyut ve şekil), kompozitlerin aşınmasını etkileyen en önemli faktördür (247). Bu sebeple, mevcut çalışmada kullanılan kompozit rezinlerin seçimi gerçekleştirildi. Bu durum, rezin tipinin kompozit restorasyonlar için klinik protokole gerçekten bir endişe konusu olup olmadığını araştırmak amacıyla yapılmıştır. da Silva ve ark. (246), çalışmalarında alkol içeren ağız çalkalama sularının rezin kompozitlerde daha fazla pürüzlülük ve topografi değişikliğine neden olduğunu göstermiştir. Bu durum araştırmacılara göre beklenen bir sonuçtu ve etanolün plastikleştirici etkisiyle açıklanabilmektedir. Bu polar çözücü, kompozite nüfuz ederek materyalin şişmesine, polimerik matris zincirlerinin ayrılmasına ve çapraz bağ yoğunluğunun azalmasına neden olarak aşınma direncinde azalmaya sebep olur ve fırçalamanın aşındırıcı etkilerini güçlendirmektedir (248).

Almeida ve ark.'larının (249) çalışmalarından elde ettiği bulguları bu sonucu güçlendirmektedir. Araştırmacılar, alkol içeren ağız çalkalama sularına maruz bırakıldıktan sonra hibrit ve nano dolduruculu kompozitlerin absorpsiyon ve çözünürlüğünün daha yüksek olduğunu bulmuşlar ve bunun, ağız çalkalama sularında bulunan etanol tarafından üretilen polimerik matrikslerin şişmesinden kaynaklandığını iddia etmişlerdir. Çalışmada alkollü ve alkolsüz ağız çalkalama suları kullanılmış olup örneklerde yüzey pürüzlülüğü açısından farklı sonuçlar yaratmamıştır.

Bu çalışmanın kısıtlamalarından birincisi, çalışma tasarımında ağız ortamını daha uygun şekilde taklit edilmesini sağlayabilecek kontrol grubu olan yapay tükürük yerine distile su kullanılması sayılabilir. Bir diğer kısıtlama ise örneklere ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce yaşlandırma prosedürlerinin uygulanmayıp 24 saat distile su içinde bekletilmesidir.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, yapılan renk değişikliği ölçümleri sonucunda tüm restoratif materyal ve mine örnekleri Listerine Total Care, Listerine Advanced White ve Oral-B Pro-Expert ağız çalkalama sularına maruz bırakılmasının kendi aralarında benzer; Meridol ve distile suyun kendi aralarında benzer renk değişikliklerine sebep olmuştur ($p>0,05$). Tüm restoratif materyaller ve mine örnekleri arasında ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonra pürüzlülük değerlerinde anlamlı farklılıklar bulunmaktadır ($p<0,001$). Bu nedenle; ağız çalkalama sularının, farklı yapıdaki restoratif materyaller ve minenin rengi ve yüzey pürüzlülüğü üzerinde fark yaratmayacağı yönündeki iki hipotez de reddedildi.

6. SONUÇLAR

Bu *in vitro* çalışmada test edilen ağız çalkalama suları;

1. Restoratif materyaller ve mine örneklerinin renk değişimini (ΔE_{00}) farklı etkiledi ($p < 0,001$). Listerine Total Care, Listerine Advanced White ve Meridol kullanılan gruplarda, en yüksek renk değişikliği mine daha sonra ise Ceram.X örneklerinde görülürken, Oral-B Pro-Expert'e maruz bırakılan restoratif materyal ve mine örneklerinden Tetric EvoCeram, Filltek Ultimate ve EQUIA Forte HT Fil örneklerinde diğer gruplara göre daha fazla renk değişikliği tespit edildi.
2. Restoratif materyaller ve mine örneklerinin beyazlık indeksini (ΔWI_D) farklı etkiledi ($p = 0,002$). Tüm ağız çalkalama suları için; en yüksek ΔWI_D değerleri Tetric EvoCeram kompozit rezin grubunda görülürken, en düşük ΔWI_D değerleri EQUIA Forte HT Fil sonrasında mine gruplarında görüldü.
3. Restoratif materyaller ve mine örneklerinin yüzey pürüzlülüğünü farklı etkiledi ($p < 0,001$). Ağız çalkalama sularına maruz bırakılmadan önce ve maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde, tüm ağız çalkalama suları için, Ceram.X, Tetric EvoCeram ve Filltek Ultimate benzer sonuçlar göstermiş olup; en düşük yüzey pürüzlülüğü mine örneklerinde, en yüksek yüzey pürüzlülüğü ise EQUIA Forte HT Fil örneklerinde görüldü.

Klinik uygulamalarda uygun materyali seçmek ve uygulamak için restoratif materyallerin özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Kompozit rezinler ve cam hibrit restoratif materyaller zamanla renk değişimine duyarlı estetik materyaller olduğundan ağız çalkalama sularının kullanımının hekim kontrolünde olması önerilmektedir. Tükürük, pelikül, yiyecekler ve içecekler restoratif materyallerin renk stabilitesini etkileyebilir. Bu nedenle ağız çalkalama sularının estetik restoratif materyaller üzerindeki etkilerinin başka çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Sadaghiani L, Wilson MA, Wilson NH. Effect of selected mouthwashes on the surface roughness of resin modified glass-ionomer restorative materials. *Dent Mater.* 2007;23(3):325-34.
2. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. The erosive potential of commercially available mouthrinses on enamel as measured by Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF). *J Dent.* 2003;31(5):313-9.
3. Pontefract H, Hughes J, Kemp K, Yates R, Newcombe RG, Addy M. The erosive effects of some mouthrinses on enamel. A study in situ. *J Clin Periodontol.* 2001;28(4):319-24.
4. Addy M, Loyn T, Adams D. Dentine hypersensitivity--effects of some proprietary mouthwashes on the dentine smear layer: a SEM study. *J Dent.* 1991;19(3):148-52.
5. Weiner R, Millstein P, Hoang E, Marshall D. The effect of alcoholic and nonalcoholic mouthwashes on heat-treated composite resin. *Oper Dent.* 1997;22(6):249-53.
6. Asmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scand J Dent Res.* 1984;92(3):257-61.
7. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J.* 2004;196(1):42-5; discussion 31.
8. Armas-Vega A, Casanova-Obando P, Taboada-Alvear MF, Aldas-Ramirez JE, Montero-Oleas N, Viteri-Garcia A. Effect of mouthwashes on the integrity of composite resin and resin modified glass ionomer: In vitro study. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(2):e179-e84.
9. Liena C, Fernandez S, Forner L. Color stability of nanohybrid resin-based composites, ormocers and compomers. *Clin Oral Investig.* 2017;21(4):1071-7.
10. Robinson S, Nixon PJ, Gahan MJ, Chan MF. Techniques for restoring worn anterior teeth with direct composite resin. *Dent Update.* 2008;35(8):551-2, 5-8.
11. Yıldırım AZB, Karakıs D, Dogan A. Termal siklusun indirekt kompozit rezin materyallerinin renk stabilitesi üzerine etkisi. *Acta Odontol Turc.* 2014;31(1):13-7.
12. Guler E, Gonulol N, Yucel AC, Yılmaz F. Farklı içeceklerde bekletilen kompozit rezinlerin renk stabilitelerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2013;21(1):24-9.
13. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *J Dent.* 2010;38 Suppl 2:e137-42.
14. Macedo G, Raj V, Ritter AV. Longevity of anterior composite restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2006;18(6):310-1.

15. Terry DA. Direct applications of a nanocomposite resin system: Part 1--The evolution of contemporary composite materials. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2004;16(6):417-22.
16. Nantanee R, Santiwong B, Trairatvorakul C, Hamba H, Tagami J. Silver diamine fluoride and glass ionomer differentially remineralize early caries lesions, in situ. *Clin Oral Investig*. 2016;20(6):1151-7.
17. Agarwal PM, Taneja S, Kumar M. To evaluate and compare the effect of different light-curing modes and different liners on cuspal deflection in premolar teeth restored with bulk filled or incrementally filled composite measured at different time intervals. *J Conserv Dent*. 2017;20(5):317-21.
18. Dos Santos PA, Garcia PP, De Oliveira AL, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG. Chemical and morphological features of dental composite resin: influence of light curing units and immersion media. *Microsc Res Tech*. 2010;73(3):176-81.
19. Moshaverinia A, Roohpour N, Chee WWL, Schricker SR. A review of powder modifications in conventional glass ionomer dental cements. *J Mater Chem*. 2011;21(13):19-28.
20. Itota T, Carrick TE, Yoshiyama M, McCabe JF. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater*. 2004;20(9):789-95.
21. Miranda Dde A, Bertoldo CE, Aguiar FH, Lima DA, Lovadino JR. Effects of mouthwashes on Knoop hardness and surface roughness of dental composites after different immersion times. *Braz Oral Res*. 2011;25(2):168-73.
22. Fugolin APP, Pfeifer CS. New Resins for Dental Composites. *J Dent Res*. 2017;96(10):1085-91.
23. Barnett ML. The rationale for the daily use of an antimicrobial mouthrinse. *J Am Dent Assoc*. 2006;137 Suppl:16S-21S.
24. Haps S, Slot DE, Berchier CE, Van der Weijden GA. The effect of cetylpyridinium chloride-containing mouth rinses as adjuncts to toothbrushing on plaque and parameters of gingival inflammation: a systematic review. *Int J Dent Hyg*. 2008;6(4):290-303.
25. Mandel ID. Chemotherapeutic agents for controlling plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol*. 1988;15(8):488-98.
26. de Oliveira SM, Torres TC, Pereira SL, Mota OM, Carlos MX. Effect of a dentifrice containing Aloe vera on plaque and gingivitis control. A double-blind clinical study in humans. *J Appl Oral Sci*. 2008;16(4):293-6.
27. Burnett GR, Stephen AS, Pizzey RL, Bradshaw DJ. In vitro effects of novel toothpaste actives on components of oral malodour. *Int Dent J*. 2011;61 Suppl 3:67-73.
28. Brook I. Microbiology and management of periodontal infections. *Gen Dent*. 2003;51(5):424-8.
29. Koch G, Lindhe J. The effect of supervised oral hygiene on the gingiva of children. *J Periodontal Res*. 1967;2(1):64-9.

30. Saxton CA, van der Ouderaa FJ. The effect of a dentifrice containing zinc citrate and Triclosan on developing gingivitis. *J Periodontal Res.* 1989;24(1):75-80.
31. Lobene RR, Weatherford T, Ross NM, Lamm RA, Menaker L. A modified gingival index for use in clinical trials. *Clin Prev Dent.* 1986;8(1):3-6.
32. Anderson GB, Bowden J, Morrison EC, Caffesse RG. Clinical effects of chlorhexidine mouthwashes on patients undergoing orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(6):606-12.
33. Brightman LJ, Terezhalmay GT, Greenwell H, Jacobs M, Enlow DH. The effects of a 0.12% chlorhexidine gluconate mouthrinse on orthodontic patients aged 11 through 17 with established gingivitis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(4):324-9.
34. Davies RM. Rinses to control plaque and gingivitis. *Int Dent J.* 1992;42(4 Suppl 1):276-80.
35. DeVore LR. Antimicrobial mouthrinses: impact on dental hygiene. *J Am Dent Assoc.* 1994;125 Suppl 2:23S-8S.
36. Serio FG, Lamont RJ. *Oral Microbiology and Immunology.* 1994:65-73.
37. Denton GW. Chlorhexidine. In Block SS editor. *Disinfection, sterilization and preservation.* 4th ed. Philadelphia: Lea&Febiger, 1991: 274–89.
38. Franco CF, Pataro AL, LC ES, Santos VR, Cortes ME, Sinisterra RD. In vitro effects of a chlorhexidine controlled delivery system. *Artif Organs.* 2003;27(5):486-91.
39. Dettmar PW. Chlorhexidin and triclosan tolerant bacteria from industrial sources -susceptibility to antibiotics and other biocides. In: Kibbe AH, ed *Handbook of Pharmaceutical Excipients.* 2000: 121–5.
40. Grenier D. Effect of chlorhexidine on the adherence properties of *Porphyromonas gingivalis*. *J Clin Periodontol.* 1996;23(2):140-2.
41. Aktas A, Giray B. Diş hekimliğinde klorheksidin: özellikleri ve güncel kullanım alanları. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci.* 2010;16(8).
42. Fischman SL. A clinician's perspective on antimicrobial mouthrinses. *J Am Dent Assoc.* 1994;125 Suppl 2:20S-2S.
43. Gordon JM, Lamster IB, Seiger MC. Efficacy of Listerine antiseptic in inhibiting the development of plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol.* 1985;12(8):697-704.
44. Sukumaran A. Models of action of currently known chemical antiplaque agents other than chlorhexidine. *J Dent Res.* 1989;68(16).
45. Lee YK, El Zawahry M, Noaman KM, Powers JM. Effect of mouthwash and accelerated aging on the color stability of esthetic restorative materials. *Am J Dent.* 2000;13(3):159-61.
46. Mandel ID. Antimicrobial mouthrinses: overview and update. *J Am Dent Assoc.* 1994;125 Suppl 2:2S-10S.

47. de Albuquerque RF, Jr., Head TW, Mian H, Rodrigo A, Muller K, Sanches K, et al. Reduction of salivary *S. aureus* and mutans group streptococci by a preprocedural chlorhexidine rinse and maximal inhibitory dilutions of chlorhexidine and cetylpyridinium. *Quintessence Int.* 2004;35(8):635-40.
48. Kleinman DV, Loe H. Antimicrobial agents. . In statui of the science of dental plaque control measures and oral hygne practices workshop. *Nat Inst Dent Res.* 1985;150.
49. Wennstrom JL. Mouthrinses in "experimental gingivitis" studies. *J Clin Periodontol.* 1988;15(8):511-6.
50. Moran J, Addy M, Newcombe R. A clinical trial to assess the efficacy of sanguinarine-zinc mouthrinse (Veadent) compared with chlorhexidine mouthrinse (Corsodyl). *J Clin Periodontol.* 1988;15(10):612-6.
51. Adams D, Addy M. Mouthrinses. *Adv Dent Res.* 1994;8(2):291-301.
52. Saxton CA, Harrap GJ, Lloyd AM. The effect of dentifrices containing zinc citrate on plaque growth and oral zinc levels. *J Clin Periodontol.* 1986;13(4):301-6.
53. Waler SM, Rolla G. Plaque inhibiting effect of combinations of chlorhexidine and the metal ions zinc and tin. A preliminary report. *Acta Odontol Scand.* 1980;38(4):213-7.
54. Breitenmoser T. The antiglycolytic action on dental plaque of amine chlorides. *Helv Odontol Acta.* 1975;19(1):13-7.
55. Ergin E, Eden E. Does Fluoride Have Negative Impact on Human Health? . *Global Research Report.* 2017:13–20.
56. Manisalı Y, Koray F. Ağız-Diş Embriyolojisi ve Histolojisi. *Yenilik Basımevi,* 1982.
57. Shalaby W, Salz U. Composites for Dental Restoratives. *Polymers for Dental and Orthopedic Applications.* USA:Taylor & Francis Group. 2007:14-58.
58. Bayne SC, Eidson RS, Thompson JY. *Dental Materials. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry.* 2002:190-207.
59. O'Brien WJ. *Polymeric Restorative Materials. Dental Materials and Their Selection.* 2002:113-32.
60. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997;105(2):97-116.
61. Morelli T, Heymann HO, Ritter AV. *Introduction to Composite Restorations. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry.* 2002:488-99.
62. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1963;66:57-64.
63. Powers JM, Sakaguchi RL. *Resin Composite Restorative Materials. Craig's Restorative Dental Materials.* 2006:190-212.

64. Sabbagh J, Ryelandt L, Bacherius L, Biebuyck JJ, Vreven J, Lambrechts P, et al. Characterization of the inorganic fraction of resin composites. *J Oral Rehabil.* 2004;31(11):1090-101.
65. Wakefield CW, Kofford KR. Advances in restorative materials. *Dent Clin North Am.* 2001;45(1):7-29.
66. Bayne SC, Thompson JY. *Biomaterials. Sturdevant's art and science of operative dentistry.* 2012;1.
67. Ruyter IE, Oysaed H. Composites for use in posterior teeth: composition and conversion. *J Biomed Mater Res.* 1987;21(1):11-23.
68. Noort RV. *Clinical dental materials. Introduction to Dental Materials-E-Book.* 2014:73-94.
69. Wei YJ, Silikas N, Zhang ZT, Watts DC. Diffusion and concurrent solubility of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycles. *Dent Mater.* 2011;27(2):197-205.
70. Ferracane JL. *Materials in dentistry: principles and applications.* Lippincott Williams & Wilkins. 2001.
71. Burgess JO, Walker RS, Porche CJ, Rappold AJ. Light curing--an update. *Compend Contin Educ Dent.* 2002;23(10):889-92, 94, 96 passim; quiz 908.
72. Munksgaard EC, Peutzfeldt A, Asmussen E. Elution of TEGDMA and BisGMA from a resin and a resin composite cured with halogen or plasma light. *Eur J Oral Sci.* 2000;108(4):341-5.
73. Gladwin M, Bagby M. *Clinical aspects of dental materials: theory, practice, and case.* Lippincott Williams & Wilkins. 2009.
74. Dayangac B. *Kompozit Rezin Restorasyonlar. 1. baskı ed: Quintessence Yayıncılık:2011.*
75. Stober T, Gilde H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater.* 2001;17(1):87-94.
76. Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent.* 1983;50(4):480-8.
77. Burgess JO, Walker R, Davidson JM. Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatr Dent.* 2002;24(5):465-79.
78. Bayne SC. Dental biomaterials: where are we and where are we going? *J Dent Educ.* 2005;69(5):571-85.
79. Kenneth JA. *Direct Restorative Materials. Phillips' Science of Dental Materials.* 12th ed. Elsevier Science, 2003.
80. Tyas MJ. Correlation between fracture properties and clinical performance of composite resins in Class IV cavities. *Aust Dent J.* 1990;35(1):46-9.
81. Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water--effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *J Biomed Mater Res.* 1998;42(3):465-72.

82. Albers HF. Tooth Coloured Restoratives. BC Decker Hamilton, 9th ed. Canada 2002.
83. Huan LU, Roeder LB, Powers JM. Nanocomposites. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(1):3-4.
84. Irie M, Suzuki K, Watts DC. Marginal gap formation of light-activated restorative materials: effects of immediate setting shrinkage and bond strength. *Dent Mater*. 2002;18(3):203-10.
85. Dennekamp M, Mehenni OH, Cherrie J. Nanotechnology It's a Small World. Opportunities and Risks of Nanotechnologies. *Voice P*, editor 2004:412-14.
86. Davis N. A Nanotechnology Composite: Compendium of Continuing Education in Dentistry; 2003.
87. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*. 2003;134(10):1382-90.
88. Duke ES. Has dentistry moved into the nanotechnology era? *Compend Contin Educ Dent*. 2003;24(5):380-2.
89. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ, Jr., Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *J Am Dent Assoc*. 1998;129(5):567-77.
90. Knezevic A, Ristic M, Demoli N, Tarle Z, Music S, Negovetic Mandic V. Composite photopolymerization with diode laser. *Oper Dent*. 2007;32(3):279-84.
91. Roberson TM, Heymann HO, Swift JR, Bayne SC. The Art and Science of Operative Dentistry. edition r, editor. St. Louis: Mosby-Year Book Inc.; 1995.
92. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent Mater*. 2000;16(1):33-40.
93. El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater*. 2012;28(8):928-35.
94. Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent*. 2003;31(6):437-44.
95. El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent*. 2014;39(4):374-82.
96. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig*. 2013;17(1):227-35.
97. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LE, Martin AA, et al. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater*. 2015;31(12):1542-51.
98. Poss SD. Utilization of a new self-adhering flowable composite resin. *Dent Today*. 2010;29(4):104-5.

99. Vichi A, Margvelashvili M, Goracci C, Papacchini F, Ferrari M. Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restorations. *Clin Oral Investig*. 2013;17(6):1497-506.
100. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J*. 1972;132(4):133-5.
101. Bucher K, Metz I, Pitchika V, Hickel R, Kuhnisch J. AAPD. Guideline on pediatric restorative dentistry. 2012.
102. Moshaverinia A, Roohpour N, Chee., W. W. S, R. S. A review of polyelectrolyte modifications in conventional glass-ionomer dental cements. . *J Mater Chem*. 2012;22:2824-33.
103. McLean JW, Wilson AD. The clinical development of the glass-ionomer cements. i. Formulations and properties. *Aust Dent J*. 1977;22(1):31-6.
104. Lohbauer U. Dental glass ionomer cements as permanent filling materials?– Properties, limitations & future trends. *Materials*. 2009;3(1):76-96.
105. Anusavice K, & Cascone, P. Dental casting & soldering alloys. *Phillips' Science of Dental Materyel* 2003;11:563-620.
106. Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan)*. 2013;10(4):411-20.
107. Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials--fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater*. 2007;23(3):343-62.
108. Sidhu SK. Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject? *Aust Dent J*. 2011;56 Suppl 1:23-30.
109. Eli I, Cooper Y, Ben-Amar A, Weiss E. Antibacterial activity of three dental liners. *J Prosthodont*. 1995;4(3):178-82.
110. Ricketts D. Management of the deep carious lesion and the vital pulp dentine complex. *Br Dent J*. 2001;191(11):606-10.
111. Ngo H, Mount GJ, Peters MC. A study of glass-ionomer cement and its interface with enamel and dentin using a low-temperature, high-resolution scanning electron microscopic technique. *Quintessence Int*. 1997;28(1):63-9.
112. Mount GJ. Minimal intervention dentistry: rationale of cavity design. *Oper Dent*. 2003;28(1):92-9.
113. Trushkowsky R. The role of glass ionomers in minimally invasive restorative dentin. *Dent Today*. 2005;24(4):72-4, 6-7; quiz 7.
114. Antonucci JM. Toughened glass-ionomer cements. *Trends Tech Contemp Dent Lab*. 1988;5(3):4.
115. Wilson AD. Resin-modified glass-ionomer cements. *Int J Prosthodont*. 1990;3(5):425-9.
116. Koroglu A, Ekren O, Kurtoglu C. Geleneksel ve adeziv dental simanlar hakkında bir derleme çalışması. *J Dent Fac Atatürk Uni*. 2012;22(2):205-16.

117. Caughman WF, Caughman GB, Dominy WT, Schuster GS. Glass ionomer and composite resin cements: effects on oral cells. *J Prosthet Dent.* 1990;63(5):513-21.
118. Croll TP, Nicholson JW. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr Dent.* 2002;24(5):423-9.
119. Burke FJ, Fleming GJ, Owen FJ, Watson DJ. Materials for restoration of primary teeth: 2. Glass ionomer derivatives and compomers. *Dent Update.* 2002;29(1):10-4, 6-7.
120. Nicholson JW, Czarnecka B. The biocompatibility of resin-modified glass-ionomer cements for dentistry. *Dent Mater.* 2008;24(12):1702-8.
121. Uysal T, Yagci A, Uysal B, Akdogan G. Are nano-composites and nano-ionomers suitable for orthodontic bracket bonding? *Eur J Orthod.* 2010;32(1):78-82.
122. Chen MH. Update on dental nanocomposites. *J Dent Res.* 2010;89(6):549-60.
123. Xu X, Burgess JO. Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. *Biomaterials.* 2003;24(14):2451-61.
124. Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins ("compomers") and their use in clinical dentistry. *Dent Mater.* 2007;23(5):615-22.
125. Bala OB. Poliasit-modifiye kompozit rezinler (kompomerler) literatür taramasi. *Cumhuriyet Üni Diş Hek Fak Derg.* 1998:113-18.
126. Hickel R, Dasch W, Janda R, Tyas M, Anusavice K. New direct restorative materials. FDI Commission Project. *Int Dent J.* 1998;48(1):3-16.
127. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Pataridou A. Fluoride release and uptake by four new fluoride releasing restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2003;30(9):866-72.
128. Attar N, Turgut MD. Fluoride release and uptake capacities of fluoride-releasing restorative materials. *Oper Dent.* 2003;28(4):395-402.
129. Berg JH. The continuum of restorative materials in pediatric dentistry--a review for the clinician. *Pediatr Dent.* 1998;20(2):93-100.
130. Guggenberger R, May R, Stefan KP. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials.* 1998;19(6):479-83.
131. van Duinen RN, Kleverlaan CJ, de Gee AJ, Werner A, Feilzer AJ. Early and long-term wear of 'fast-set' conventional glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2005;21(8):716-20.
132. Crowley CM, Doyle J, Towler MR, Hill RG, Hampshire S. The influence of capsule geometry and cement formulation on the apparent viscosity of dental cements. *J Dent.* 2006;34(8):566-73.
133. Dowling AH, Fleming GJ. Are encapsulated anterior glass-ionomer restoratives better than their hand-mixed equivalents? *J Dent.* 2009;37(2):133-40.
134. Celik EU, Ermis B. Koruyucu rezin uygulamasinin yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer simanin mikrosertligi üzerine etkisinin in vitro olarak değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Üni Diş Hek Fak Derg.* 2008:91-5.

135. Sener Y, Koyuturk A. Üç farklı cam iyonomer simanın yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. Cumhuriyet Üni Diş Hek Fak Derg 2006;91-4.
136. Dasgupta S, Saraswathi MV, Somayaji K, Pentapati KC, Shetty P. Comparative evaluation of fluoride release and recharge potential of novel and traditional fluoride-releasing restorative materials: An in vitro study. J Conserv Dent. 2018;21(6):622-6.
137. Techa-Ungkul C, Sakoolnamarka R. The effect of dentin age on the microshear bond strength and microleakage of glass-ionomer cements. Gerodontology. 2021;38(3):259-66.
138. Gurgan S, Kutuk ZB, Ozturk C, Soleimani R, Cakir FY. Clinical Performance of a Glass Hybrid Restorative in Extended Size Class II Cavities. Oper Dent. 2020;45(3):243-54.
139. Turkun LS, Kanik O. A Prospective Six-Year Clinical Study Evaluating Reinforced Glass Ionomer Cements with Resin Coating on Posterior Teeth: Quo Vadis? Oper Dent. 2016;41(6):587-98.
140. Gurgan S, Kutuk ZB, Ergin E, Oztas SS, Cakir FY. Clinical performance of a glass ionomer restorative system: a 6-year evaluation. Clin Oral Investig. 2017;21(7):2335-43.
141. Friedl K, Hiller KA, Friedl KH. Clinical performance of a new glass ionomer based restoration system: a retrospective cohort study. Dent Mater. 2011;27(10):1031-7.
142. Kavruk F, Savas S, Kucukyılmaz E, Celik EU. Yüksek Çürük Riskli Adölesanlarda Farklı Tedavi Yaklaşımları. Türkiye Klinikleri J Dental Sci Cases. 2016;2(1):35-43.
143. Capan BS, Akyuz S. Çocuk Diş Hekimliğinde Fluorid Salınımı Yapan Güncel Restoratif Materyaller. Clin Exp Health Sci. 2016;6(3):129-34.
144. Ikemura K, Tay FR, Endo T, Pashley DH. A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. Dent Mater J. 2008;27(3):315-39.
145. Gordan VV, Mondragon E, Watson RE, Garvan C, Mjor IA. A clinical evaluation of a self-etching primer and a giomer restorative material: results at eight years. J Am Dent Assoc. 2007;138(5):621-7.
146. Deliperi S, Bardwell DN, Wegley C, Congiu MD. In vitro evaluation of giomers microleakage after exposure to 33% hydrogen peroxide: self-etch vs total-etch adhesives. Oper Dent. 2006;31(2):227-32.
147. Kimyai S, Savadi-Oskoe S, Ajami AA, Sadr A, Asdagh S. Effect of three prophylaxis methods on surface roughness of giomer. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2011;16(1):e110-4.
148. Dhull KS, Nandlal B. Effect of low-concentration daily topical fluoride application on fluoride release of giomer and compomer: an in vitro study. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2011;29(1):39-45.

149. Koenraads H, Van der Kroon G, Frencken JE. Compressive strength of two newly developed glass-ionomer materials for use with the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach in class II cavities. *Dent Mater.* 2009;25(4):551-6.
150. Zainuddin N, Karpukhina N, Law RV, Hill RG. Characterisation of a remineralising Glass Carbomer(R) ionomer cement by MAS-NMR spectroscopy. *Dent Mater.* 2012;28(10):1051-8.
151. Rao A, Rao A, Sudha P. Fluoride rechargability of a non-resin auto-cured glass ionomer cement from a fluoridated dentifrice: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2011;29(3):202-4.
152. Algera TJ, Kleverlaan CJ, Prahl-Andersen B, Feilzer AJ. The influence of environmental conditions on the material properties of setting glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2006;22(9):852-6.
153. Cehreli SB, Tirali RE, Yalcinkaya Z, Cehreli ZC. Microleakage of newly developed glass carbomer cement in primary teeth. *Eur J Dent.* 2013;7(1):15-21.
154. Menne-Happ U, Ilie N. Effect of gloss and heat on the mechanical behaviour of a glass carbomer cement. *J Dent.* 2013;41(3):223-30.
155. Nicholson JW. Fluoride-releasing dental restorative materials: An update. *Balkan J Dent Med.* 2014;18(2):60-9.
156. Walia R, Jasuja P, Verma KG, Juneja S, Mathur A, Ahuja L. A comparative evaluation of microleakage and compressive strength of Ketac Molar, Giomer, Zircomer, and Ceram-x: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2016;34(3):280-4.
157. Patel MU, Punia SK, Bhat S, Singh G, Bhargava R, Goyal P, et al. An in vitro Evaluation of Microleakage of Posterior Teeth Restored with Amalgam, Composite and Zircomer - A Stereomicroscopic Study. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(7):ZC65-7.
158. Tiwari S, Kenchappa M, Bhayya D, Gupta S, Saxena S, Satyarth S, et al. Antibacterial Activity and Fluoride Release of Glass-Ionomer Cement, Compomer and Zirconia Reinforced Glass-Ionomer Cement. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(4):ZC90-3.
159. Abdulsamee N, Elkhadem A. Zircomer and Zircomer Improved (White Amalgams): Restorative Materials for the Future. Review. *EC Dent Sci.* 2017;15:134-50.
160. Khoroushi M, Mousavinasab SM, Keshani F, Hashemi S. Effect of resin-modified glass ionomer containing bioactive glass on the flexural strength and morphology of demineralized dentin. *Oper Dent.* 2013;38(2):E1-10.
161. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Choice of color in dentistry. *Hacettepe Dis Hekimligi Fakultesi Dergisi.* 2009;33(4):52-8.
162. Wee AG. Description of Color, Color Replication Process, and Esthetics. In: Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J, eds.: *Contemporary Fixed Prosthodontics.* 4th ed.; 2006.

163. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. 1973. *J Prosthet Dent.* 2001;86(5):453-7.
164. Zaimoglu A, Can G. *Dis Hekimliginde Maddeler Bilgisi, Yenilik Basımevi* Ankara.1993.
165. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am.* 2004;48(2):v, 341-58.
166. O'Brien WJ. *Color and Appearance, Dental Materials and Their Selection.* 3rd ed.: Illinois: Quintessence Publishing; 2002.
167. Russell MD, Gulfranz M, Moss BW. In vivo measurement of colour changes in natural teeth. *J Oral Rehabil.* 2000;27(9):786-92.
168. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.* 2004;32 Suppl 1:3-12.
169. Berns RS. *Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology, Third Ed.* Wiley, New York.2000.
170. Powers JM, Sakaguchi RL. *Optical, Thermal, and Electrical Properties.* Mosby, Missouri.: *Craig's Restorative Dental Materials, Twelfth Edition;* 2006.
171. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent.* 1986;56(1):35-40.
172. O'Brien WJ, Hemmendinger H, Boenke KM, Linger JB, Groh CL. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater.* 1997;13(3):179-85.
173. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res.* 1989;68(5):819-22.
174. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater.* 1987;3(5):246-51.
175. *Commission Internationale del Éclairage.Colorimetry.:* Vienna: CIE Central Bureau; 2004.
176. Celik ACT, Coban E, Ulker HE. Effects of mouthwashes on color stability and surface roughness of three different resin-based composites. *Niger J Clin Pract.* 2021;24(4):555-60.
177. Perez Mdel M, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, et al. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent.* 2011;39 Suppl 3:e37-44.
178. Ishikawa-Nagai S, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber HP. Reproducibility of tooth color gradation using a computer color-matching technique applied to ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 2005;93(2):129-37.
179. Mada DC, Gasparik C, Irimie AI, Mada MD, Dudea D, Campian RS. Evaluation of chromatic changes of a nanocomposite resin using the new whiteness index. *Clujul Med.* 2018;91(2):222-8.
180. Gasparik C, Culic B, Varvara MA, Grecu A, Burde A, Dudea D. Effect of accelerated staining and bleaching on chairside CAD/CAM materials with high and low translucency. *Dent Mater J.* 2019;38(6):987-93.

181. Perez Mdel M, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD, et al. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent Mater.* 2016;32(3):461-7.
182. Alsaleh S, Labban M, AlHariri M, Tashkandi E. Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. *J Dent.* 2012;40 Suppl 1:e82-7.
183. Douglas RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent.* 2000;83(2):166-70.
184. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(5):467-79.
185. Turgut S, Bagıs B. Diş hekimliğinde renk ve renk ölçüm yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2012:65-75.
186. Bayındır F, Wee AG. Diş rengi seçiminde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.* 2006:40-6.
187. Lath DL, Wildgoose DG, Guan YH, Lilley TH, Smith RN, Brook AH. A digital image analysis system for the assessment of tooth whiteness compared to visual shade matching. *J Clin Dent.* 2007;18(1):17-20.
188. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dent Mater.* 2006;22(6):553-9.
189. Turkun LS, Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent.* 2004;29(2):203-11.
190. de Jager N, Feilzer AJ, Davidson CL. The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dent Mater.* 2000;16(6):381-8.
191. Drummond JL, Jung H, Savers EE, Novickas D, Toepke TR. Surface roughness of polished amalgams. *Oper Dent.* 1992;17(4):129-34.
192. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med.* 2007;18(1):155-63.
193. 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. *Oper Dent.* 2006;31(1):39-46.
194. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am.* 1998;42(4):613-27.
195. Inan H, Tamam E, Bagıs B. Tam Protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerinin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Dis Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2008:171-6.
196. Gadegaard N. Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotech Histochem.* 2006;81(2-3):87-97.

197. Jandt KD. Atomic force microscopy of biometaterials surfaces and interfaces. *Surface Science*. 2001;303-32.
198. Gurgan S, Onen A, Koprulu H. In vitro effects of alcohol-containing and alcohol-free mouthrinses on microhardness of some restorative materials. *J Oral Rehabil*. 1997;24(3):244-6.
199. Kury M, Perches C, da Silva DP, Andre CB, Tabchoury CPM, Giannini M, et al. Color change, diffusion of hydrogen peroxide, and enamel morphology after in-office bleaching with violet light or nonthermal atmospheric plasma: An in vitro study. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(1):102-12.
200. McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent*. 2001;85(1):61-6.
201. Keyf F, Etikan I. Evaluation of gloss changes of two denture acrylic resin materials in four different beverages. *Dent Mater*. 2004;20(3):244-51.
202. Lee JJ, Nettey-Marbell A, Cook A, Jr., Pimenta LA, Leonard R, Ritter AV. Using extracted teeth for research: the effect of storage medium and sterilization on dentin bond strengths. *J Am Dent Assoc*. 2007;138(12):1599-603.
203. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater*. 2010;26(2):e100-21.
204. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent*. 2007;9(1):7-10.
205. Tekce N. İn Vitro Bağlanma Dayanım Testleri ile Klinik Çalışmalar Arasındaki İlişki. *EÜ Dişhek Fak Derg*. 2013;9.
206. Gonzalez-Lopez S, de Medeiros CL, Defren CA, Bolanos-Carmona MV, Sanchez-Sanchez P, Menendez-Nunez M. Demineralization effects of hydrogen peroxide on bovine enamel and relation to shear bond strength of brackets. *J Adhes Dent*. 2009;11(6):461-7.
207. May LG, Salvia AC, Souza RO, Michida SM, Valera MC, Takahashi FE, et al. Effect of sodium ascorbate and the time lapse before cementation after internal bleaching on bond strength between dentin and ceramic. *J Prosthodont*. 2010;19(5):374-80.
208. Garoushi S, Lassila L, Hatem M, Shembesh M, Baady L, Salim Z, et al. Influence of staining solutions and whitening procedures on discoloration of hybrid composite resins. *Acta Odontol Scand*. 2013;71(1):144-50.
209. Lindsey DT, Wee AG. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *J Dent*. 2007;35(7):593-9.
210. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int*. 1991;22(5):377-86.
211. Brook AH, Smith RN, Lath DJ. The clinical measurement of tooth colour and stain. *Int Dent J*. 2007;57(5):324-30.

212. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Res Appl.* 2005;Feb;30(1):21-30.
213. Kolbeck C, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dent Mater.* 2006;22(1):63-8.
214. O'Brien WJ. *Color and Appearance, Dental Materials and Their Selection.* Illinois: Quintessence Publishing. 2002;3rd ed.
215. Jung M, Voit S, Klimek J. Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent.* 2003;28(1):53-9.
216. Kurt M, Bal BT, Bal C. Actual Methods of Color Measurement: A Systematic Review. *Turkiye Klinikleri J Dental Sci.* 2016;22:130-46.
217. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc.* 2004;135(5):587-94; quiz 654.
218. Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, Guler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J.* 2006;25(2):371-6.
219. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005;94(2):118-24.
220. Goiato MC, Nobrega AS, dos Santos DM, Andreotti AM, Moreno A. Effect of different solutions on color stability of acrylic resin-based dentures. *Braz Oral Res.* 2014;28.
221. Shree Roja RJ, Sriman N, Prabhakar V, Minu K, Subha A, Ambalavanan P. Comparative evaluation of color stability of three composite resins in mouthrinse: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2019;22(2):175-80.
222. De Oliveira AL, Botta AC, Campos JA, Garcia PP. Influence of light curing units and fluoride mouthrinse on morphological surface and color stability of a nanofilled composite resin. *Microsc Res Tech.* 2014;77(11):941-6.
223. Festuccia MS, Garcia Lda F, Cruvinel DR, Pires-De-Souza Fde C. Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *J Appl Oral Sci.* 2012;20(2):200-5.
224. Lindhe J, Karring T, Lang NP. *The use of antiseptics in periodontal therapy. Clinical Periodontology and Implant Dentistry 4th edition.* 2003;464-94.
225. Celik C, Yuzugullu B, Erkut S, Yamanel K. Effects of mouth rinses on color stability of resin composites. *Eur J Dent.* 2008;2(4):247-53.
226. Scotti R, Mascellani SC, Forniti F. The in vitro color stability of acrylic resins for provisional restorations. *Int J Prosthodont.* 1997;10(2):164-8.
227. Geurtsen W, Leyhausen G, Garcia-Godoy F. Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins ("compomers"). *Dent Mater.* 1999;15(3):196-201.

228. Gurdal P, Akdeniz BG, Hakan Sen B. The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002;29(9):895-901.
229. Gurgan S, Yalcin Cakir F. The effect of three different mouthrinses on the surface hardness, gloss and colour change of bleached nano composite resins. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2008;16(3):104-8.
230. Toz Akalin T, Genc G, Korkmaz Ceyhan Y, Ozturk Bozkurt F. The effect of mouth rinses on the color stability of sonicfill and a nanohybrid composite. *J Istanbul Univ Fac Dent.* 2016;50(2):17-23.
231. Falkensammer F, Arnetzl GV, Wildburger A, Freudenthaler J. Color stability of different composite resin materials. *J Prosthet Dent.* 2013;109(6):378-83.
232. Lepri CP, Ribeiro MV, Dibb A, Palma-Dibb RG. Influence of mouthrinse solutions on the color stability and microhardness of a composite resin. *Int J Esthet Dent.* 2014;9(2):238-46.
233. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent.* 2007;35(12):889-96.
234. Pelino JEP, Passero A, Martin AA, Charles CA. In vitro effects of alcohol-containing mouthwashes on human enamel and restorative materials. *Braz Oral Res.* 2018;32:e25.
235. ElEmbaby Ael S. The effects of mouth rinses on the color stability of resin-based restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2014;26(4):264-71.
236. Sarkis E. Color change of some aesthetic dental materials: Effect of immersion solutions and finishing of their surfaces. *Saudi Dent J.* 2012;24(2):85-9.
237. Autio-Gold JT, Barrett AA. Effect of fluoride varnishes on color stability of esthetic restorative materials. *Oper Dent.* 2004;29(6):636-41.
238. Jung M. Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments. *Oper Dent.* 1997;22(3):98-104.
239. Neme AL, Frazier KB, Roeder LB, Debner TL. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Oper Dent.* 2002;27(1):50-8.
240. Yap AU, Lye KW, Sau CW. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent.* 1997;22(6):260-5.
241. Stoddard JW, Johnson GH. An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent.* 1991;65(4):491-5.
242. Nagem Filho H, D'Azevedo MT, Nagem HD, Marsola FP. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Braz Dent J.* 2003;14(1):37-41.
243. Jung M, Sehr K, Klimek J. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent.* 2007;32(1):45-52.
244. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater.* 2004;20(6):530-4.

245. Favaro JC, Ribeiro E, Guiraldo RD, Lopes MB, Aranha AMF, Berger SB. Effect of mouth rinses on tooth enamel surface. *J Oral Sci.* 2020;62(1):103-6.
246. da Silva EM, de Sa Rodrigues CU, Dias DA, da Silva S, Amaral CM, Guimaraes JG. Effect of toothbrushing-mouthrinse-cycling on surface roughness and topography of nanofilled, microfilled, and microhybrid resin composites. *Oper Dent.* 2014;39(5):521-9.
247. Ergucu Z, Turkun LS. Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Oper Dent.* 2007;32(2):185-92.
248. Benetti AR, Peutzfeldt A, Asmussen E, Pallesen U, Franco EB. Influence of curing rate on softening in ethanol, degree of conversion, and wear of resin composite. *Am J Dent.* 2011;24(2):115-8.
249. Almeida GS, Poskus LT, Guimaraes JG, da Silva EM. The effect of mouthrinses on salivary sorption, solubility and surface degradation of a nanofilled and a hybrid resin composite. *Oper Dent.* 2010;35(1):105-11.