



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**AĞARTMA MATERYALLERİNİN
ÇEŞİTLİ RESTORATİF MATERYALLERİN
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE VE YÜZEY SERTLİĞİNE
ETKİLERİNİN IN VITRO OLARAK İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Funda SERİNSÖZ

Samsun

Aralık- 2017



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**AĞARTMA MATERYALLERİNİN
ÇEŞİTLİ RESTORATİF MATERYALLERİN
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE VE YÜZEY SERTLİĞİNE
ETKİLERİNİN IN VITRO OLARAK İNCELENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Funda SERİNSÖZ

Danışman: Prof. Dr. Ertan ERTAŞ

Samsun

Aralık- 2017



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam boyunca desteğini hiç esirgemeyen, bilgi ve tecrübesiyle her konuda yol gösteren, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum danışman hocam ve Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof.Dr. Ertan ERTAŞ'a,

Bana mesleğimi sevdiren, yıllar sonra tez çalışmam için knoop mikrosertlik cihazını kullanmamda büyük yardımları olan başta Sayın Prof.Dr. Oğuz YOLDAŞ ve Sayın Doç.Dr. Aysin Dumani olmak üzere tüm Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ve Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine,

Çalışmamın istatistiksel olarak değerlendirilmesindeki yardımları için Sayın Prof.Dr. Soner ÇANKAYA'ya, çalışmamda kullanılan solüsyonların temininde yardımcı olan Kimya Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof.Dr. Halil KÜTÜK'e, SEM analizlerinin Kitam Laboratuvarında gerçekleştirilmesini sağlayan Sayın Biyolog Yunus GEDİK'e,

Çalışmamın gerçekleşmesinde, PYO.DIS.1904.17.003 proje numarası ile destek sağlayan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Destek Komisyonuna,

Uzmanlık eğitimime başladığım günden itibaren ilgi, tecrübe ve bilgilerini esirgemeyen Restoratif Diş Tedavisi Öğretim Üyeleri Sayın Doç.Dr. Eda GÜLER, Sayın Doç.Dr. Nihan GÖNÜLOL, Sayın Doç.Dr. Emel Karaman ve Sayın Yrd.Doç.Dr. Fikret YILMAZ'a

Arkadaşlıkları ve destekleri ile her zaman yanımda olan başta Dt. Özlem ÜLKER ve Dt. Özlem ERÇİN olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma,

Beni bugünlere getiren, hakkını ödeyemeyeceğim canım annem Meral GÖKKAYA'ya, hayatta olmasa da kalbimdeki varlığıyla bana güç veren canım babam Sami GÖKKAYA'ya, bana her zaman destek olan kardeşim Burcu GÖKKAYA ERDEM'e, uzmanlık eğitimine başlamam konusunda beni cesaretlendiren eşim Serkan SERİNSÖZ'e

Teşekkür ederim.

Bu tez çalışmamı, uzmanlık eğitimim sırasında dünyaya gelen, varlığıyla hayatıma anlam ve sonsuz sevgi katan canım kızım Dilara SERİNSÖZ'e ithaf ediyorum.

ÖZET

AĞARTMA MATERYALLERİNİN

ÇEŞİTLİ RESTORATİF MATERYALLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE VE YÜZEY SERTLİĞİNE ETKİLERİNİN IN VITRO OLARAK İNCELENMESİ

Amaç: Bu çalışmanın amacı; ofis ve ev tipi ağartma materyallerinin, klinikte sıklıkla kullanılan yedi farklı restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği üzerine olan etkilerini in vitro olarak incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Ofis tipi (Opalescence Boost PF % 40) ve Ev tipi (Opalescence PF % 16) ağartma materyalleri; disk şeklinde (2x10 mm) hazırlanmış, A2 renginde mikrohibrit (Gradia Direct Anterior), nanohibrit (Clearfil Majesty Esthetic), mikrofil (Renamel) ve nanoseramik içeren (Ceram-X-One Universal) kompozit rezin, kompomer (Dyract XP), rezin modifiye cam iyonomer siman (Fuji II LC) ve geleneksel cam iyonomer siman (Fuji IX) yüzeyine üretici firma talimatları doğrultusunda uygulanmıştır. Ağartma uygulanmayan kontrol grubu dahil 3 uygulama grubu ve 7 restoratif materyal grubu ile toplam 21 adet grup (n=10) oluşturulmuştur. Kontrol grubu yapay tükürük içerisinde bekletilmiştir. Örnekler yüzey pürüzlülüğü (Profilometre cihazı ile) ve yüzey sertliği (Knoop mikrosertlik cihazı ile) testlerine tabi tutulmuştur. Yüzey özellikleri SEM analizi ile kalitatif olarak incelenmiştir. Verilerin istatistiksel analizi iki yönlü ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır.

Bulgular: Ev tipi ağartma, yüzey pürüzlülüğünü Fuji II LC grubunda anlamlı derecede artırırken, Fuji IX grubunda anlamlı derecede azaltmıştır ($p<0,001$). Her iki ağartma yöntemi diğer restoratif materyal gruplarında anlamlı bir değişikliğe neden olmamıştır ($p>0,05$). Test grupları arasında yüzey sertliği bakımından anlamlı derecede fark bulunmuştur ($p<0,001$) fakat ağartma uygulamaları yüzey sertliğini anlamlı derecede değiştirmemiştir ($p>0,05$).

Sonuçlar: Yüzey pürüzlülüğünde sonuçlar restoratif materyalin yapısına, ağartma materyaline, uygulama süresine bağlı olarak değişmektedir. Yüzey sertliği ise ağartma materyallerinden etkilenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağartma, yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği

Funda SERİNSÖZ, Uzmanlık Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Aralık-2017

ABSTRACT

**IN VITRO EVALUATION OF THE EFFECTS OF
BLEACHING MATERIALS ON SURFACE ROUGHNESS AND
SURFACE HARDNESS OF VARIOUS RESTORATIVE MATERIALS**

Aim: The aim of this in vitro study was to evaluate the effects of office and home bleaching materials on the surface roughness and surface hardness of seven different restorative materials which are commonly used in the clinic.

Material and Method: Office type (Opalescence Boost PF 40%) and Home type (Opalescence PF 16%) bleaching materials applied on which were prepared in the form of disc (2×10 mm) in A2 color microhybrid (Gradia Direct Anterior), nanohybrid (Clearfil Majesty Estetic), microfil (Renamel) and nanoceramic based (Ceram-X-One Universal) composite resin, compomer (Dyract XP), resin modified glass ionomer cement (Fuji II LC) and conventional glass ionomer cement (Fuji IX) surface in accordance with the manufacturer's instructions. A total of 21 groups (n = 10) were formed with 3 treatment groups including non-bleaching control groups and 7 restorative material groups. The control groups were kept in artificial saliva. The samples were subjected to surface roughness (with a profilometer device) and surface hardness (with a Knoop microhardness device) tests. Surface properties were examined qualitatively by SEM analysis. Statistical analysis of the data was performed by two-way ANOVA and Tukey multiple comparison test.

Results: Home bleaching caused a significant increase in surface roughness in the Fuji II LC group and a significant decrease in the Fuji IX group ($p < 0,001$). Both bleaching methods did not cause a significant change in other restorative material groups ($p > 0,05$). A significant difference in surface hardness was found between the test groups ($p < 0,001$) but the bleaching did not change the surface hardness significantly ($p > 0,05$).

Conclusion: The surface roughness is vary depending on the structure of the restorative material, the bleaching material, and the application time. Surface hardness is not affected by bleaching materials.

Key Words: Bleaching, surface roughness, surface hardness

Funda SERİNSÖZ, Expertise Thesis
Ondokuz Mayıs University, Samsun, December-2017

SİMGELER VE KISALTMALAR

AFM	: Atomik Kuvvet Mikroskobu
Au	: Altın
Bis-EMA	: Bis-Etilen Glikol Dimetakrilat
Bis-GMA	: Bisfenol A Glisidil Metakrilat
Bis-MA	: 2,2 bis[4-(2-metakriloksietoksi)fenil]propan
Bis-PMA	: 2,2 bis[4-(2-metakriloksipropil)fenil]propan
CH₄N₂O	: Üre
CH₆N₂O₃	: Karbamid Peroksit
DEGDMA	: Dietilenglikol dimetakrilat
dk	: Dakika
EDS	: Enerji Dağılım Spektrofotometresi
HCl	: Hidroklorik Asit
HEMA	: Hidroksietil Metakrilat
HO	: Hidroksil Radikal
HOO	: Perhidroksil Radikal
HOO-	: Perhidroksil Anyonları
H₂O₂	: Hidrojen Peroksit
K₂HPO₄	: Potasyum Hidrojen Fosfat
KİTAM	: Karadeniz İleri Teknoloji Araştırma Uygulama Merkezi
KHN	: Knoop Sertlik Değeri
KSCN	: Potasyum Tiyosiyanat
LED	: Light-emitting diode
mm	: Milimetre
mJ/cm²	: MiliJoule/santimetrekare
mW/cm²	: MiliWatt/santimetrekare
N	: Newton
NaCl	: Sodyum Klorür
NaHCO₃	: Sodyum Bikarbonat
Na₂HPO₄	: Disodyum Hidrojen Fosfat
nm	: Nanometre

OO-	: Superoksit Anyonları
p	: İstatistiksel Önem Düzeyi
Pd	: Palladyum
PF	: Potasyum Florür
pH	: Hidrojenin Gücü
µm	: Mikrometre
QTH	: Kuartz-tungsten-halojen
Ra	: Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Değeri
rpm	: Devir/Dakika
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
SiO₂	: Silisyum Dioksit
SPSS	: Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi
SS	: Standart Sapma
sn	: Saniye
TCB	: Karboksilik Asitten Modifiye Dimetakrilat
TEGDMA	: Trietilen Glikol Dimetakril
TMPTMA	: Trimetilolpropan Trimetakrilat
UDMA	: Uretan Dimetakrilat
UV	: Ultraviyole
X	: Büyütme oranı
kV	: Kilovolt
°C	: Derece Santigrat
%	: Yüzde İşareti
°	: Derece
=	: Eşittir
>	: Büyüktür işareti
<	: Küçüktür İşareti
±	: Artı Eksi İşareti

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1. Ağartma Tedavisi	4
2.2. Ağartma İşleminin Mekanizması	4
2.3. Ağartma Materyalleri	5
2.3.1. Hidrojen Peroksit	5
2.3.2. Karbamiit Peroksit.....	5
2.3.3. Sodyum Perborat.....	6
2.4. Ağartma Materyallerinin İçerikleri	6
2.5. Vital Diş Ağartma Tedavisi.....	6
2.6. Vital Diş Ağartma Tedavisi Yöntemleri.....	7
2.6.1. Ofis Tipi Ağartma.....	7
2.6.2. Ev Tipi Ağartma.....	8
2.6.3. Hekim Kontrolü Olmadan Uygulanan Ağartma.....	9
2.7. Vital Ağartma Tedavisinin Kontrendikasyonları.....	9
2.8. Ağartma Materyallerinin Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri9	
2.9. Ağartma Materyallerinin Restoratif Materyallerin Sertliğine Etkileri.....	10
2.10. Kompozit Resinler	10
2.11. Kompozit Resinlerin Yapısı.....	11
2.11.1. Organik Polimer Matriks.....	11
2.11.2. İnorganik Doldurucu Partiküller	12
2.11.3. Ara Bağlayıcı.....	13
2.11.4. Başlatıcı ve Hızlandırıcı Sistem	14
2.12. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması.....	15
2.12.1. İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklük ve Yüzdelerine Göre Sınıflandırma.....	15

2.12.2. Viskozitelerine Göre Sınıflandırma	16
2.13. Kompozit Rezinlerde Gelişmeler	17
2.13.1. Ormoser	17
2.13.2. Siloran Kompozit.....	17
2.14. Cam İyonomer Simanlar.....	18
2.14.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar.....	18
2.14.2. Metalle Güçlendirilmiş Cam İyonomer Simanlar.....	18
2.14.3. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar.....	19
2.14.4. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar	19
2.14.5. Nanodoldurucu Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar.....	19
2.14.6. Giomerler.....	19
2.15. Kompomerler.....	19
2.16. Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü.....	20
2.17. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri.....	20
2.17.1. Mekanik Profilometreler.....	20
2.17.2. Optik Profilometreler.....	21
2.17.3. Tarmalı Elektron Mikroskobu.....	21
2.17.4. Atomik Kuvvet Mikroskobu.....	21
2.18. Restoratif Materyallerin Yüzey Sertliği.....	22
2.19. Restoratif Materyallerin Yüzey Sertliği Ölçüm Yöntemleri.....	22
2.19.1. Brinell Sertlik Ölçüm Yöntemi.....	22
2.19.2. Rockwell Sertlik Ölçüm Yöntemi.....	23
2.19.3. Vickers Sertlik Ölçüm Yöntemi.....	23
2.19.4. Knoop Sertlik Ölçüm Yöntemi.....	23
2.19.5. Barcol Sertlik Ölçüm Yöntemi.....	23
3. MATERYAL VE METOT	24
3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller ve Cihazlar.....	24
3.2. Örneklerin Hazırlanması.....	27
3.3. Grupların Oluşturulması	29

3.4. Örneklere Ağartma Materyallerinin Uygulanması.....	31
3.5. Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi	33
3.6. Yüzey Sertliğinin Değerlendirilmesi.....	33
3.7. SEM Analizi.....	36
3.8. İstatistiksel Değerlendirme.....	36
4. BULGULAR	37
4.1. Grupların Yüzey Pürüzlülüklerinin Değerlendirilmesi.....	37
4.1.1. Restoratif Materyal Gruplarının Karşılaştırılması.....	38
4.1.2. Uygulama Gruplarının Karşılaştırılması.....	38
4.2. Grupların Yüzey Sertliklerinin Değerlendirilmesi.....	40
4.2.1. Restoratif Materyal Gruplarının Karşılaştırılması	41
4.2.2. Uygulama Gruplarının Karşılaştırılması.....	41
4.3. SEM Analizi İle Elde Edilen Bulgular.....	43
4.3.1. Gradia Direct Anterior Grubu.....	43
4.3.2. Clearfil Majesty Esthetic Grubu.....	44
4.3.3. Renamel Grubu.....	45
4.3.4. Ceram-X-One Grubu.....	46
4.3.4. Dyract XP Grubu.....	47
4.3.5. Fuji II LC Grubu.....	48
4.3.6. Fuji IX Grubu.....	49
4.4. EDS Analiz Sonuçları.....	50
5.TARTIŞMA.....	52
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	79

1.GİRİŞ

Günümüzde estetiğe verilen önemin artmasıyla birlikte diş hekimliğinde de sağlığı ve estetiği bir arada sunmaya yönelik uygulamalar önem kazanmıştır. Herkesin sahip olmak isteyeceği güzel bir gülümsemenin anahtarı sağlıklı ve beyaz dişlerdir. Diş yüzeyinde oluşan renklenmeler güzel bir gülümsemeye gölge düşürmektedir (Joiner, 2004). Teknolojideki gelişmelerle birlikte estetik beklentileri karşılamak için birçok tedavi seçeneği uygulanabilmektedir. Vital ağartma tedavisi konservatif, etkili ve ekonomik olması ile hem hastaların hem de hekimlerin sıklıkla tercih ettikleri bir tedavi yöntemidir (Dadoun MP ve Barlett DW, 2003).

Vital diş ağartma yöntemleri diş hekimi tarafından uygulanan “ofis tipi ağartma” diş hekimi kontrolünde hasta tarafından uygulanan “ev tipi ağartma” ve diş hekimi kontrolü olmaksızın “over the counter” olarak adlandırılan piyasada satışa sunulmuş çeşitli ağartma ürünlerinin kullanıldığı tedavi yöntemleri olarak sınıflandırılmaktadır (Kihn, 2007).

Ağartma tedavisi Hidrojen peroksit (H_2O_2) ve Karbamid peroksit ($CH_6N_2O_3$) bileşiklerinin diş dokusuna penetre olarak serbest radikaller, reaktif oksijen molekülleri ve hidrojen peroksit anyonu üretmesiyle gerçekleşmektedir (Eimar, 2012). Oluşan serbest radikaller diş yapısındaki renk pigmentlerine (kromoforlara) saldırarak, çift bağ yapılarını bozarak renkte açılma yapmaktadırlar (Haywood, 1992; Sulieman ve ark., 2004).

Hidrojen peroksit ve karbamid peroksit içerikli ağartma materyallerinin uygulanan dişteki restoratif materyaller üzerinde aşınma ve bozulma yaptığı iddia edilmiştir (Villalta ve ark., 2006). Ağartma materyalleri restoratif materyal yüzeyine uygulandığında oluşan kimyasal reaksiyonun hidrolitik bozunmayı hızlandırarak (Wang ve ark., 2011) ve rezin matrikstekki polimer zincirlerde ayrılmayı uyararak (Hannig ve ark., 2007) yüzey özelliklerini değiştirdiği bildirilmiştir (Hafez ve ark., 2010; Rattacaso ve ark., 2011). Bu değişimin derecesinin ağartma materyalinin yanı sıra restoratif materyalin yapısındaki inorganik doldurucu oranına, form ve dağılımına, organik yapıdaki monomerin cinsine bağlı olduğu ve farklı materyallerin ağartma materyallerine farklı cevaplar vereceği düşünülmektedir (Polydorou ve ark., 2006; Gurgan ve Yalcin, 2007; de Andrade ve ark., 2014; Wang ve ark., 2011; Cengiz ve ark., 2016).

Restoratif materyallerin yapısal özelliklerinin ağartma materyallerinden ne kadar ve ne yönde etkileneceğinin bilinmesi restorasyonun ömrü ve dişlerin sağlığı için önemlidir. Yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği kabul edilebilir bir restorasyon için değerlendirilmesi gereken önemli özelliklerdir. Yüzey sertliği aşınma ve çizilmeye karşı direnci arttırdığı gibi materyalin ağız içerisinde maruz kaldığı kuvvetler karşısında deforme olmasını önleyerek klinik başarıyı olumlu etkilemektedir (Yap ve ark., 2001) . Yüzey pürüzlülüğü ise kritik değeri aştığında plak birikimi, renk değişikliği, dişeti problemleri ve çürük oluşumuna neden olarak, restorasyonun başarısını, dayanıklılığını ve kalitesini etkileyebilecek bir olgudur (Wattanapayungkul ve ark., 2004; Wattanapayungkul ve ark., 2003).

Literatürde ofis ve ev tipi ağartma materyallerinin restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne ve yüzey sertliğine etkileri konusunda yapılmış çalışmalar ve farklı sonuçlar mevcuttur (Polydorou ve ark., 2007; Hafez ve ark., 2010; Rattacaso ve ark., 2011; Wang ve ark., 2011; Turker and Biskin, 2003; Cengiz ve ark., 2016). Farklı sonuçlar yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Ağartma sonrası restorasyonun değiştirilmesinin gerektiğine dair net bir çalışma bulunmamaktadır (Attin, 2004). Fakat genellikle ağartma sonrası olası negatif etkiler göz önüne alınarak restorasyonlar yenilenmektedir. Bu da hasta için hem maliyeti artırdığı hem de her restorasyon değişimi diş dokusunda kayıp yarattığı için istenmeyen bir durumdur.

Çalışmamızın amacı, ofis ve ev tipi ağartma tedavilerinde kullanılan materyallerin karşılaştırmalı olarak sıklıkla kullanılan farklı grup (mikrofil, mikrohibrit, nanohibrit, nanoseramik dolduruculu kompozit, geleneksel cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman, kompomer) restoratif materyalinin yüzey pürüzlülüğüne ve yüzey sertliğine etkisinin incelenmesidir.

Çalışmamızda klinikte kullanılan mümkün olduğunca geniş yelpazeden oluşan bir materyal grubu test edilmek amacıyla seçilmiştir. Elde edeceğimiz sonuçlar doğrultusunda hangi restoratif materyallerin ağartma materyallerinden etkilenip etkilenmediği veya ne oranda etkilendiği araştırılacaktır.

Çalışmadaki sıfır hipotezlerimiz:

1. Ofis ve ev tipi ağartma materyalleri restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünü etkilememektedir.

2. Ofis ve ev tipi ağartma materyalleri restoratif materyallerin yüzey sertliğini etkilememektedir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağartma Tedavisi

Diş renklenmeleri, yaklaşık 200 yıldır farklı kimyasallar ve metotlar kullanılarak tedavi edilmeye çalışılan bir problemdir (Greenwall, 2001). Bireylerin estetiğe verdiği önemin artmasıyla ağartma tedavisi yaygın hale gelmiş, uygulama yöntemleri ve materyallerde gelişmeler olmuştur.

Diş ağartma işlemlerine ilişkin ilk çalışmalar 1848 yılında vital olmayan dişler üzerinde gümüş klorit ile yapılmıştır (Goldstein ve Garber, 1995). Vital dişlerin ağartılmasında ilk olarak 1868'de Latimer oksalik asiti kullanılmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan hidrojen peroksit ise ilk olarak 1884 yılında hidrojen dioksit adı altında Harlan tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Takip eden yıllarda hidroklorik asit, kalsiyum hipoklorit, pyrozone, klorin gibi materyaller de kullanılmıştır. 1989 yılında Haywood ve Hayman % 10'luk karbomit peroksit ve kişisel kaşık ile 'Nightguard vital bleaching' tekniğini geliştirirerek ev tipi ağartma yönteminin temelini oluşturmuşlardır (Greenwall, 2001).

1918 yılında Abbot, ilk defa % 37'lik hidrojen peroksit ile yaptığı ağartma sırasında ısı ve ışık uygulayarak son dönemde kullanılan tekniklerin temelini oluşturmuştur (Dunitz, 1999). 1991 yılından sonra ise %30'luk hidrojen peroksitin ışıkla aktive edildiği Güçlendirilmiş ağartma (Power bleaching) geliştirilmiştir. Lazerle diş ağartma ise 1996 yılında Reyto tarafından gündeme getirilmiştir (Greenwall, 2001).

2.2. Ağartma İşleminin Mekanizması

Temeli oksidasyon-redüksiyon reaksiyonuna dayanan ağartma işleminde ağartma materyali çiftleşmemiş elektronlara sahip serbest radikaller içerir, stabil bir halde değildir ve stabil hale geçmek için elektron vererek indirgenir. Diş yapısı elektron alarak okside olur ve yapısındaki renk oluşumundan sorumlu moleküllerin enerji absorpsiyonunda değişiklikler oluşur (Goldstein ve Garber, 1995).

Renk oluşturan moleküller "kromofor" olarak anılan çeşitli tek ve çift bağlar içeren, yapısında sıklıkla heteroatomlar, karbonil ve fenil halkaları bulunduran uzun zincirli organik bileşiklerdir. Ağartma bir kromoforun yapısında bulunan çift bağların açılması veya zincirin kırılması ya da zincirin bazı kısımlarının oksidasyonu yoluyla

gerçekleşir (Berga ve ark., 2007). Çift bağların açılması ile daha küçük moleküller oluşur ve bunlar gelen ışığı yansıtırmazlar (Goldstein ve Garber, 1995).

2.3. Ağartma Materyalleri

Diş hekimliğinde ağartma amacıyla daha çok hidrojen peroksit (HP) ve türevlerini içeren ürünler kullanılmaktadır (Attin ve ark, 2004; Goldstein ve Garber, 1995). Hidrojen peroksit, direk olarak dişler üzerine uygulanmakta ya da sodyum perborat veya karbomit peroksitten (KP) kimyasal salınım sonucunda açığa çıkmaktadır (Dahl ve Pallesen, 2003).

Hidrojen peroksit ve karbomit peroksit daha çok dışsal ağartmada, sodyum perborat ise içsel ağartmada tercih edilmektedir (Dahl ve Pallesen, 2003).

2.3.1.Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit (H_2O_2), serbest radikal üretebilen, suda yüksek oranda çözünerek asidik solüsyon oluşturan renksiz okside edici bir sıvıdır. Hidrojen peroksit birçok ağartma ürününde değişik konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Greenwall, 2001).

HP diş dokusuna difuze olarak hidroksil radikal (HO), perhidroksil radikal (HOO), perhidroksil anyonları (HOO-) ve superoksit anyonları (OO-) gibi stabil olmayan serbest radikaller üretmek üzere parçalanır. Bu serbest radikaller diş minesindeki inorganik yapılar arasındaki boşluklarda bulunan kromofor olarak adlandırılan organik pigmentlere saldırıp yapılarını bozarak ağartma işlemini gerçekleştirirler (Dahl ve Pallesen, 2003; Joiner, 2006; Minoux ve Serfaty, 2008). Yumuşak dokularda yaratacağı irritasyondan dolayı hidrojen peroksit ile yapılan ağartma işlemleri sırasında gingival dokular korunmalı ve tercihen rubber-dam kullanılmalıdır (Heymann, 2011).

2.3.2.Karbomit Peroksit

Karbomit peroksit ($CH_6N_2O_3$); genellikle %10- 15'lik solüsyonlar halinde ev tipi ağartmada kullanılan etken maddedir. Kararsız bir yapıya sahiptir. Tükürük veya doku ile karşılaştığında %10'luk karbomit peroksit, %3 hidrojen peroksit (H_2O_2) ve %7 üreye (CH_4N_2O) indirgenir (Heymann ve ark, 2011). Hidrojen peroksit iyonize olarak su ve oksijene ayrışır. Ortamda bu sayede var olan oksijen ise renklenmiş bölgelerin ağartılmasını sağlamaktadır. Üre ise ortamın pH'ını yükselterek bakteriyel plağın oluşumunu ve ilerlemesini önlemektedir (Brenna, 2011).

Her iki ağartıcı da kullanılırken, ağartmanın bir aşamasında ortamda sadece renksiz, hidrofilik yapılar bulunur. Bu aşama, doyma noktasıdır. Bu noktadan sonra ağartma yavaşlar ve eğer işleme devam edilecek olunursa yapı içerisindeki proteinlerin karbon yapı taşlarında bozulmalar meydana gelir ve madde kaybı başlar (Heymann, 2011).

2.3.3. Sodyum Perborat

Genellikle devital ağartma için kullanılan bir ağartma materyalidir. Alkali pH'ya sahiptir. %90 oranında perborat, %9.9 oranında oksijen içermektedir. Hidrojen peroksit ve serbest oksijene parçalanmaktadır (Kaya, 2005).

2.4. Ağartma Materyallerinin İçerikleri

Ağartma materyallerinin içerisinde; hidrojen peroksit, karbamid peroksit, üre, peroksit içermeyen maddeler, taşıyıcılar (gliserin, glikol), kalınlaştırıcı ajanlar, koruyucular, yüzey nemlendiriciler, hassasiyet gidericiler, tatlandırıcılar ve bazılarında florür bulunmaktadır (Greenwall,2001).

Beyazlatma tedavisinde kullanılan ürünlerin içerisine kalınlaştırıcı ajan olarak karboksipolimetilen (karbopol) ilave edilir. Karbopol ağartma ürünlerinin viskozitelerini arttırırken, aynı zamanda mine dokusuna penetrasyonu artırır, oksijen salınımının yavaş ve uzun süreli olmasını sağlar (Brenna, 2011).

Ağızda bulunan enzimler, reaksiyonu hiç serbest radikal oluşturmayacak şekilde değiştirerek ağartma özelliğini ortadan kaldırabilir. Bu enzimler, oksijen toksisitesine karşı vücudun önemli bir savunma sistemidir. Bu nedenle ağartma materyallerini uygularken dişlerin kuru ve debristen uzak olmasına dikkat etmek gerekmektedir (Goldstein ve Garber, 1995).

2.5. Vital Diş Ağartma Tedavisi

Günümüzde hastaların artan estetik gereksinimlerini karşılamak amacıyla uygulanan vital diş ağartma tedavisi, seramik kron, kompozit veneer gibi dişlerin formunu da değiştirerek estetik sonuçlar veren diğer tedavi seçeneklerine oranla daha konservatif, ekonomik ve başarılı olması ile popüler hale gelmiştir. (Meireles ve ark., 2012; Demarco ve ark., 2009).

Bu tedavi ekstrakoronel bir ağartma yöntemi olup, yaşlanma, travma, florozis, genetik hastalıklar ve ilaç kullanımına bağlı meydana gelen iç kaynaklı renklemeler,

hasta isteklerine bağlı doğal diş renginin ağartılması, boyar maddelerin tüketilmesi sonucu meydana gelen dişsal renklenmeler, restoratif tedavi öncesi ve sonrasında restoratif materyaller ile dişlerin renk uyumlarının arttırılması gibi nedenlerden dolayı oluşan durumların giderilmesinde uygulanabilir (Heymann, 2011).

2.6. Vital Diş Ağartma Tedavisi Yöntemleri

Canlı dişlere uygulanan vital ağartma tedavileri üç temel gruba ayrılır. Bunlar diş hekimi tarafından uygulanan “ofis tipi ağartma”, diş hekimi kontrolünde hasta tarafından uygulanan “ev tipi ağartma” ve dişhekimi kontrolü olmadan “over the counter” olarak adlandırılan piyasada satışa sunulmuş çeşitli ağartma ürünlerinin kullanıldığı tedavi yöntemleridir. Bu tedavi yöntemleri ayrı ayrı uygulanabildiği gibi kombine olarak da uygulanabilmektedir (Kihn, 2007).

2.6.1. Ofis Tipi Ağartma

Ofis tipi ağartma tedavisinde yüksek oranda (%25-40) hidrojen peroksit kullanılır. Tamamen hekim kontrolünde uygulanan hızlı ve etkili bir yöntemdir. Ağartma yeterli görüldüğünde hekim tarafından sonlandırılabilir. Bu yöntemde yumuşak dokular rubber dam veya alternatif bir koruyucu ile izole edildikten sonra ağartma materyali diş yüzeyine ortalama 60 dk uygulanır (Sulieman, 2004). İlk seansta bile anlamlı bir ağartma elde edilebilir fakat optimum sonuçlar için birkaç seans daha uygulanabilir (Sulieman, 2005). Dezavantajları yüksek oranda ağartma materyali kullanılması nedeniyle hassasiyet ve dişeti irritasyonu oluşabilmesi, ofiste zaman kaybı yaratması ve maliyetinin yüksek olmasıdır (Brenna, 2011). Ofis tipi ağartma tedavisi ağartma materyalinin tek başına veya “power bleaching” olarak adlandırılan ısı veya ışık ile aktivasyonu ile uygulanabilir (Sulieman, 2004).

a. Isı ve ışık kaynağı kullanılmadan yapılan ofis tipi ağartma

Isı ya da ışık gibi aktivatörlere ihtiyaç duyulmaksızın yalnızca ağartma materyaline, sodyum hidroksit, ferrik klorit gibi bileşiklerin eklenmesi ile meydana gelen reaksiyonlar sonucunda ağartma sağlanabilmektedir (Chen JH ve ark, 1993).

b. Power bleaching (Güçlendirilmiş ağartma)

“Power bleaching”, yani güçlendirilmiş ağartma, daha hızlı ve etkin sonuç için ağartma materyalinin ısı ya da ışık ile aktive edildiği yöntemi ifade etmektedir.

Güçlendirilmiş ağartmanın ilk uygulamaları 1918'de Abbot tarafından hidrojen peroksitin sıcaklığını yükseltmek ve kimyasal reaksiyonu aktive etmek için, yüksek yoğunlukta ışık kullanması ile başlamıştır. 1991 yılında ağartma materyallerinin aktivasyonu için konvansiyonel ışık polimerizasyon cihazları kullanılmaya başlanmıştır (Dostalova ve ark, 2004).

Günümüzde bu yöntem için lazer, plazma ark lamba, quartz halojen lamba, light emitting diod gibi farklı ışık kaynakları kullanılmaktadır. Böylece aktive olan ağartma materyali sayesinde toplam tedavi süresi kısalmakta, hidrojen peroksitin ısınması sonucu daha fazla oksijenin serbestleşmesi sağlanmaktadır. Ancak oluşan ısının dişte su kaybına neden olarak hassasiyeti artırdığı ve hızlı ağartma sonuçlarının daha az kalıcı olduğu gibi dezavantajlar bildirilmektedir (Heymann, 2011; Luk ve ark, 2004).

Yapılan çalışmalar ışık kullanımının, kullanılmayan durumlara göre ağartma etkisini artırmadığını göstermiştir (Heymann, 2011).

2.6.2.Ev Tipi Ağartma

Ev tipi ağartma ilk olarak 1968'de Dr. Klusmier'in hidrojen peroksit içerikli gargaraları ortodonti hastalarının ağız içinde oluşan yaralarının tedavisinde kullandıktan sonra dişlerin de beyazladığını fark etmesiyle gündeme gelmiştir (Suliaman, 2005). İlk kez Haywood ve Heymann tarafından 1989 yılında "nightguard vital bleaching" adıyla tanımlanmıştır (Haywood, 1992) Günümüzde yaygın kullanılan bu yöntemde %10-20 oranında karbomit peroksit (%3.5-6.5 HP'e eşdeğer) içeren ağartma materyali hastadan alınan ölçülerle hazırlanan taşıyıcı plaklar vasıtasıyla günde 4-8 saat arasında değişen sürelerde, en az 2 hafta boyunca dişlere uygulanmaktadır (Suliaman, 2005). Bu yöntemin avantajları hastanın ofiste zaman kaybetmeden evde uygulayabilmesi, düşük oranda ağartma materyali içerdiği için daha güvenilir olması ve maliyetinin düşük olmasıdır (Leonard, 2003). Dezavantajları ise hastanın düzenli kullanmaması sonucu istenilen sonucun elde edilememesi veya ağartma materyalinin gerekenden fazla uygulanması gibi yanlış kullanım sonucu hassasiyetlerin veya dişeti irritasyonlarının oluşabilmesidir. Bu nedenle hekim tarafından belli aralıklarla kontrol edilmelidir (Haywood, 1992).

2.6.3.Hekim Kontrolü Olmadan Uygulanan Ağartma

Hastaların diş hekimine danışmadan ve hekim kontrolü olmadan market ve eczanelerden satın aldıkları ürünler ile yapılan ağartma yöntemidir. Bunlar, dişe yapışan bantlar (strip), ağız gargaraları, diş macunları, cila şeklinde sürülen (paint on) sistemlerdir. Bu sistemlerde kullanılan hidrojen peroksit konsantrasyonu %5.3 ile %6.5 arasında değişmektedir. Genellikle günde 2 kez, 14 gün boyunca kullanılmaları önerilmektedir (Joiner, 2004; Greenwall,2001).

2.7. Vital Ağartma Tedavisinin Kontrendikasyonları

- Profilaksi ile geçebilecek hafif renklenmeler
- Koopere olmayan hastalar
- Geniş pulpalı genç dişler
- Büyük restorasyonlu dişler
- Hassasiyet görülen dişler
- İnternal rezorpsiyonlu dişler
- Amalgam renklenmeleri
- Hamileler
- Kök yüzeyi açıkta olan dişler
- Serikalde abrazyon bulunan dişler (Brenna, 2011)

2.9. Ağartma Materyallerinin Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri

Yüzey pürüzlülüğü restorasyonların kalitesini etkileyen önemli bir özelliktir. Restorasyonların yüzey pürüzlülüğü kritik değeri aştığında plak birikimi, renk değişikliği, dişeti problemleri ve çürük oluşumuna neden olabilmektedir (Bagheri ve ark., 2007; Yap ve Mok, 2002; Wattanapayungkul ve Yap, 2003). Ağartma materyallerinin restorasyonların yüzey pürüzlülüğüne etkileri üzerine yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar bildirilmiştir. Yüksek konsantrasyondaki hidrojen peroksitin asit etch uygulanmış gibi yüzeyi pürüzlendirdiği rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2011; Wattanapayungkul ve ark., 2004). Ağartma sürecinde oluşan serbest radikallerin doldurucu ve matriks ara yüzeyini bozarak (Baily ve Swift, 1992) su absorpsiyonuna ve doldurucuların ayrılmasına (Curtis ve ark., 2009) neden olarak yüzey pürüzlülüğünde artıştan sorumlu oldukları bildirilmiştir (de Andrade ve ark., 2011).

Bazı çalışmalar %10-16 karbomit peroksit uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğünde hafif fakat istatistiksel olarak anlamlı artış bildirirken, bazı çalışmalar yüksek oranda (%30-35 HP) ağartma materyali uygulamasıyla bile anlamlı bir artış bildirmemiştir (Çehrelî ve ark., 2003; Wattanapayungkul ve ark., 2003). Farklı sonuçların restoratif materyale, ağartma materyali oranına ve uygulama süresine bağlı olduğu düşünülmektedir (Garcia-Godoy ve Garcia Godoy, 2002; Langsten ve ark., 2002; Wattanapayungkul ve ark., 2004; Gürbüz ve ark., 2013).

2.8. Ağartma Materyallerinin Restoratif Materyallerin Yüzey Sertliğine Etkileri

Restorasyonun yüzey sertliği, dayanıklılığını gösteren en önemli fiziksel özelliğidir. Ağartma materyallerinin restorasyonun yüzey morfolojisini, kimyasal ve fiziksel özelliklerini değiştirebildiği rapor edilmiştir. HP ve serbest radikallerin doldurucu partiküller ve rezin matriks arayüzünü olumsuz etkilediği ve okside edici ajanların organik yapıdaki su emilimini arttırarak materyallerin sertliğini kaybetmesine neden olduğu bildirilmiştir (Wattanapayungkul ve ark., 2004).

Ağartma materyallerinin restorasyonların yüzey sertliğine etkisini araştıran birçok çalışma farklı sonuçlar vermektedir. Bazı çalışmalar ağartma sonrası restorasyonların yüzey sertliğinin azaldığını (Bailey ve Swift, 1992; de Alexandre ve ark., 2006, Okte ve ark., 2006; de Andrade ve ark., 2014; Hannig ve ark., 2007), bazıları değişmediğini (Polydorou ve ark., 2007; Yu ve ark., 2008) bazıları ise artış gösterdiğini (Campos, 2003; Türker ve Bişkin, 2003) bildirmişlerdir.

2.10. Kompozit Reziner

Kompozit kelimesi terminolojik olarak değişik yapı ve özelliğe sahip en az iki materyalin belirgin fazlar oluşturacak şekilde birleştirilmesi ile elde edilen ürünler anlamına gelmektedir (Dayangaç, 2011).

Kompozit rezinler ilk olarak 1960'larda akrilik rezinin olumsuzlukları nedeniyle restoratif diş hekimliği alanına sunulmuştur. Dr.Bowen epoksi rezinlerde bulunan epoksi grupları yerine metakrilat gruplarını kullanarak Bis-fenol-A glisidil metakrilat (Bis-GMA) monomerini elde etmiş ve bu monomer içerisine inorganik gruplar ilave ederek ilk kompozit rezinleri geliştirmiştir (Willems ve ark., 1993). Yüksek aşınma dirençleri, düşük termal genleşme katsayıları ve düşük boyutsal değişim göstermeleri ile

linik performansları akrilik rezinlere oranla oldukça geliştirilmiştir (Powers ve Sakaguchi, 2012). Kimyasal olarak polimerize olan bu kompozitlerin kullanım alanı sınıf III, IV ve V kavitelerle sınırlandırılmıştır (Bayne ve Thompson, 2011; Hickel ve ark., 1998).

1970'lerde ışıkla polimerize olan kompozitlerin geliştirilmesi, 1980'lerde ise posterior bölgelerde kullanım için geliştirilen ilk "posterior kompozit" üretimi önemli gelişmelerdir (Jackson ve Morgan, 2000). 1980'lerin ortalarında ise değişik partikül boyutlarında doldurucular içeren "hibrit" adı verilen kompozitler geliştirilmiştir. Sonraki yıllarda partikül yapısı daha da küçültülerek üretilen mikrohibrit kompozitler iyi parlatılma ve kolay uygulama özelliklerini sağlamıştır (Dayangaç, 2011; Bayne ve Thompson, 2006).

Nanoteknolojinin diş hekimliğinde kullanılması ile nanodoldurucu kompozitler kullanıma sunulmuştur (Chen ve ark, 2006; Wilson ve Altonucci, 2006). Nano kompozitlerden sonra polimerizasyon büzülmesinin %1.5'un altına düşürüldüğü iddia edilen metakrilat içermeyen siloran yapıda yeni bir kompozit materyali üretilmiştir (Wienmann ve ark., 2005).

Günümüzde kompozit rezinler; mekanik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinde kaydedilen gelişmelerle hem anterior hem posterior dişlerde kaybedilen diş yapısının yerine konulması, diş renginin ve konturunun değiştirilmesi için kullanılan başlıca estetik restoratif dolgu materyalidir (Sakaguchi ve Powers, 2012).

2.11. Kompozit Resinlerin Yapısı

- Kompozit rezinler başlıca 4 farklı yapıdan oluşur:
- Organik polimer matriks
- İnorganik doldurucu partiküller
- Bağlayıcı ajan
- Başlatıcı-hızlandırıcı sistem (Sakaguchi ve Powers, 2012).

2.11.1. Organik Polimer Matriks

İlk olarak 1962 yılında Dr. Bowen dental kompozitlerde matriks olarak kullanılmak üzere "bowen rezini" veya Bis-GMA olarak adlandırılan glisidil metakrilat ve bisfenol a epoksi içeren monomeri geliştirmiştir (Bowen, 1962). Daha sonraki yıllarda iyi adezyon sağlayan ve renk değişimine dirençli olan üretan dimetakrilat

(UDMA) polimer matriks olarak kullanılmıştır (Dayangaç, 2011). Her iki monomer yapı oldukça visközdür, karıştırılmaları ve manüplasyonları zordur. Bis-GMA ve UDMA'nın yüksek viskozitesini düşürmek için rezin matriks içerisine düşük moleküler ağırlıklı TEGDMA (trietylenglikol dimetakrilat) ilave edilmiş ve böylece manüplasyon kolaylaşmıştır. Ancak bu polimerizasyon büzülmesindeki artışı ve buna bağlı olarak marjinal sızıntıda artış riskini de beraberinde getirmiştir (Anusavice ve ark., 2013).

Kompozit rezinlerde yaygın kullanılan bu 3 monomer dışında (Bis-GMA, UDMA, TEGDMA) piyasadaki kompozit rezinlerin içinde Bis-EMA (bis-etilen glikol dimetakrilat), Bis-MA (2,2 bis [4-(2-metakriloksietoksi) fenil]propan), Bis-PMA (2,2 bis[4-(2-metakriloksipropil) fenil] propan), DEGDMA (dietilen glikol dimetakrilat) gibi farklı monomer yapılar da mevcuttur (Ferracane, 2006).

Son olarak geliştirilen monomerlerden biri de “siloran”dır. Siloksan ve oksiran moleküllerinin birleşimi sonucu oluşmuştur. Bu monomerin polimerizasyonu katyonik halka açılması şeklinde olur. Bu sayede daha az polimerizasyon büzülmesi gerçekleştiği bildirilmektedir (Eckert ve ark., 2004; Anusavice ve ark., 2013).

Organik matriks içerisine eklenen kompozit dolgu maddesinin ısı, ışık ve diğer kimyasal yollarla kendi kendine polimerize olmasını engelleyen fenol türevi bileşiklere inhibitörler adı verilmektedir (Roberson ve ark., 2011).Kompozitin saklama süresini ve klinik çalışma süresini uzatmak amacıyla kullanılmaktadırlar (Anusavice ve ark., 2013).

Otopolimerizan kompozitlerin polimerizasyonlarının ardından reaksiyona girmeyen artık ürünler kalabilmektedir. Bu ürünler ultraviyole ışığının etkisiyle parçalanarak kahverengi renklenmelere neden olabilmektedir (amin renklenmesi). Renk stabilitesini sağlamak için otopolimerizan kompozitlerin organik fazına ultraviyole stabilizatörleri (2-hidroksi- 4-metoksibenzofenon) ilave edilmektedir (Roberson ve ark., 2011).

Organik matriksin pulpada irritasyona yol açması ve kolay renklenmesi nedeniyle kompozit rezinlerde oranı azaltılıp inorganik faz oranı arttırılmaya çalışılmaktadır (Dayangaç, 2011; Önal, 2001).

2.11.2. İnorganik Doldurucu Partiküller

Kompozit rezinler kuartz, kolloidal silika; baryum, stronsiyum, yitriyum, çinko ve zirkonyum içeren silikat cam gibi inorganik doldurucu partiküller içermektedir. Partikül miktarı arttıkça ısıl genişleme katsayısı, polimerizasyon büzülmesi, su

absorbsiyon oranı azalmakta, dayanıklılık artmakta ve estetik sonuçlar güçlenmektedir. Dolayısıyla rezinin mekanik özellikleri olumlu yönde etkilenmektedir (Chen, 2010). Doldurucu partiküllerin boyutları ve miktarı kompozitin tipini ve klinikteki kullanım alanını belirlemektedir (Wakefield ve Kofford, 2001).

Silan bağlayıcı ajanlar en iyi silika partikülleri ile bağlantı sağlamaktadır. Bu nedenle bütün kompozitlerde silika içeren doldurucular esastır. Silika partikülleri karışımın mekanik özelliklerini güçlendirir, ışığı geçirir ve yayar. Böylece kompozit rezine mineye benzer yarı şeffaf bir görüntü kazandırır. Saf silika kristalin (kristobalit, tridimit, kuartz) ve nonkristalin (silikat cam) formlarında bulunmaktadır. Kristalin formları serttir ve kompozit rezinin bitirme ve polisaj işlemini güçleştirmektedir. Bu nedenle kompozit rezinler günümüzde silikanın nonkristalin formu (silikat cam) kullanılarak üretilmektedir (Dayangaç, 2011). Silika partiküllerinin küçük yapıda olması rezin matriks ile kolay birleşmesini sağlayarak kompozit rezine iyi cilalanabilme özelliği kazandırmaktadır (Ferrancane, 1995).

Stronsiyum, baryum, bor, çinko ve yitrium ise rezine radyoopasite sağlamaktadır. Baryum, çinko ve yitrium modifiye silikat camlar en çok kullanılan dolduruculardır (Bayne ve Thompson, 2011).

2.11.3. Ara Bağlayıcı

Kompozit rezinlerde inorganik doldurucu partiküller ile organik rezin matriksi birbirine bağlayan ajan “silan” olarak adlandırılmaktadır. Silan çift fonksiyonlu bir moleküldür. Silan molekülünün sonundaki hidroksil grubu ile doldurucu partiküle, metakrilat grubu ile kompozitin polimerizasyonu sırasında rezin matrikse bağlanmaktadır (Dayangaç, 2011; Wilson ve Antonucci, 2006; Sakaguchi ve Powers, 2012). Silan kompozitin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirdiği gibi rezin partikül ara yüzü boyunca su geçişini engelleyerek hidrolitik dengeyi sağlamaktadır. Kompozit rezinin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltmaktadır (Dayangaç, 2011, Roberson ve ark., 2011).

2.11.4. Başlatıcı ve Hızlandırıcı Sistem

Kompozitler ışıkla veya kimyasal olarak aktive edilebilmektedir. Kimyasal olarak polimerize olan kompozitler polimerizasyonu başlatan “benzoilperoksit” ve polimerizasyonu hızlandıran “organik amin” içeren baz ve katalizörden oluşmaktadır. Eşit miktarda iki patın karıştırılması ile kimyasal polimerizasyon başlamaktadır. Işıklı sertleşen kompozit rezinler ise genellikle fotobaşlatıcı olarak kamfirkinon ve hızlandırıcı olarak “alifatik amin” içermektedir. Oldukça az sayıda olmakla birlikte bazı kompozit rezinler başlatıcı olarak ‘phenylpropanedione-PPD’ ve ‘bis-phosphineoxide’ içermektedir. Kamfirkinon en yüksek seviye olarak yaklaşık 468 nm dalga boyundaki mavi ışığa duyarlıdır (Janda ve ark., 2004; Sakaguchi ve Powers, 2012).

2.12. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Günümüzde geçerliliğini koruyan Lutz ve Philips’in sınıflandırmasında inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğü ve miktarı esas alınmaktadır (Dayangaç, 2000). Kompozit rezinlerin partikül büyüklüklerine göre sınıflandırılmasının sebebi; içerdiği doldurucu boyutlarının kompozitin estetiğini, polimerizasyon derinliğini, mekanik ve fiziksel özelliklerini etkilemesidir (Burgess ve ark., 2002). Kompozit rezinlere ait sınıflandırmalar Tablo-1’de görülmektedir.

	<i>Kompozit rezin</i>	<i>Partikül büyüklüğü</i>	<i>Partikül% (ağırlıkça)</i>
İnorganik doldurucu partikül büyüklük ve yüzdelere göre	Megafil	50-100 µm	
	Makrofil	10-100 µm	% 70-80
	Midifil	1-10 µm	% 70-80
	Minifil	0.1-1 µm	% 75-85
	Mikrofil	0.01-0.1 µm	% 35-60
	Hibrit	0.04-1 µm	% 75-80
	Nanofil	0.005-0.01 µm	% 72-87
Viskozitelerine göre	Kondense olabilen kompozitler		
	Akışkan kompozit rezinler		
Polimerizasyon Yöntemlerine göre	Kimyasal olarak polimerize olan kompozitler		
	Işık ile polimerize olan kompozitler		
	Hem ışık hem de kimyasal olarak polimerize olabilen kompozitler		

Tablo 1. Kompozit rezinlerin sınıflandırılması

2.12.1. İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklük ve Yüzdelerine Göre Sınıflandırma:

a. Megafil kompozitler: Günümüzde kullanılmamaktadır (Önal, 2001).

b. Makrofil kompozitler:1960'lı yıllarda geliştirilen bu kompozitlerde inorganik doldurucu kuartz partikülleridir. Partiküllerin büyük ve sert olması, organik matriksin inorganik partiküllerden daha fazla aşınmasına yol açmaktadır. Bu da önemli bir sorun olan yüzey pürüzlülüğüne ve renklenmelere neden olmaktadır (Dayangaç, 2011).

c. Minifil kompozitler: Minifil kompozitlerde inorganik doldurucular kuartzdan daha kırılğan, baryum ve stronsiyum gibi ağır metaller içeren, cam ile yoğunlaştırılmış partiküllerdir. Bu sayede aşınmaya karşı direnç artırılmış, daha düzgün bir yüzey elde etme olanağı bulunmuş ve kompozite radyoopasite kazandırılmıştır (Dayangaç, 2011).

d. Mikrofil kompozitler: 1970'li yıllarda geliştirilen mikrofil kompozitlerin yüzeyi mine yüzeyine benzer ve makrofil kompozitlere göre daha iyi cilalanabilmektedir. İçeriğinde bulunan düşük doldurucu oranına rağmen; polimerize olmuş kompozit partikülleri nedeniyle polimerizasyon büzülmesi daha az görülmektedir. Estetiğin önemli olduğu Class III, IV ve V restorasyonlarda tercih edilmektedirler (Dayangaç, 2011; Önal, 2001; Gladwin ve Bagby, 2004).

e. Hibrit kompozitler: 1980'lerin sonunda makrofil ve mikrofil kompozitlerin olumlu özelliklerinden yararlanmak amacı ile geliştirilmişlerdir. Hibrit olarak adlandırılmasının nedeni içeriğinde 0,1 µm'den 3µm'ye kadar farklı büyüklükte partikül bulunmasıdır. Partikül büyüklüğü makrofil kompozitlerden küçük, partikül miktarı ise mikrofil kompozitlerden daha fazladır. Hibrit türünün belirlenmesinde büyük partikül adı kullanılmaktadır. Bu kompozitler dayanıklılıklarının ve aşınma dirençlerinin iyi olması nedeniyle class I ve II restorasyonlarında kullanılabilirler. Ayrıca cilalanabilme özelliğinin mikrofil kompozitler kadar iyi olması nedeniyle estetiğin önemli olduğu class III ve IV restorasyonlarda da tercih edilebilirler (Dayangaç, 2011; Önal, 2001).

Submikron boyuttaki (1 µm) partiküller ile daha küçük boyuttaki (0.04 µm) partiküllerin birleşimiyle mikro-hibrit kompozitler oluşturulmuştur (Sakaguchi ve Powers, 2012). Mikrohibrit kompozitler, geleneksel kompozitlere göre daha iyi cilalanabilme ve uygulama sağlamaktadır (Saraç ve ark, 2006).

f. Nanofil kompozitler: Nano materyaller, 100 nm ve daha küçük boyuta sahiptir. Yaklaşık 50µm olan insan saçının çapı, 1 nm'den 50 000 kat daha kalındır. Geleneksel doldurucu partiküller, büyük kütlelerin öğütülmesi şeklinde elde edilirken; nanopartikül teknolojisiyle elde edilen partiküller atomun atoma, molekülün moleküle ilavesi şeklinde olduğu için daha küçük boyutta partiküller elde etmek mümkün olmaktadır (Mitra ve ark, 2003).

Nano teknolojinin diş hekimliğinde kullanılmaya başlamasıyla, doldurucu büyüklüğü 20-75 nm arasında değişen nanofill kompozitler geliştirilmiştir (Mitra ve ark,2003; Moszner ve Klapdohr, 2004). Kompozitlerin organik matriksinin içine, nanomer ve nanomer grupları birlikte katılarak, ağırlıkça %72-87 oranında doldurucu içeren kompozit yapısı elde edilmiştir. Doldurucu oranlarının yüksek olması, organik yapısının hacimce azalmasına neden olmaktadır ve dolayısıyla polimerizasyon büzülme oranı azalmaktadır (Mitra ve ark, 2003; Davis, 2003; Duke,2003; Ure ve Harris, 2003). Nanomer grupları restorasyona gelen kuvvetler karşısında tek bir büyük partikül şeklinde direnç gösterirken; restorasyon yüzeyine etki eden aşındırıcı kuvvetler karşısında, yapıdan nanometrik düzeyde kopmalar meydana gelmektedir (Mitra ve ark, 2003). Bu sayede aşınma direnci mikrofil ve mikrohibrit kompozitlerden daha iyidir (Mitra ve ark,2003; Moszner ve Klapdohr, 2004). Ayrıca daha iyi cilalanabilme ve optik özellikler göstermektedirler. Nanofil kompozitlerin inorganik partikül büyüklüğü, ışığın dalga boyundan daha küçük olduğu için, görünür ışık ile emilim veya saçılım gibi etkileşimlere girmedikleri ileri sürülmüştür. Bu optik özelliklerin gelişmesine katkı sağlamıştır (Ure ve Harris, 2003).

Nanometre boyutundaki (0.005-0.01 µm) doldurucular ile geleneksel tipteki doldurucu partiküllerin birleştirilmesiyle "nanohibrit" kompozit rezinler üretilmiştir. Nanohibrit kompozitler, mikrofillerin cilalanabilme özelliğiyle geleneksel hibritlerin fiziksel güçlerini taşıyan universal kompozit rezinlerdir (Swift, 2005).

2.12.2. Viskozitelerine Göre Sınıflandırma:

a. Kondanse olabilen kompozitler

Bu tür kompozitlerde inorganik doldurucu oranı ve partikül miktarı arttırılmıştır. Amalgama benzer biçimde kondanse edilebilen bu visköz kompozitlerin doldurucu partikülleri hibrit kompozitlere oranla daha büyük olduğu için pürüzlü yüzey oluşma

riski fazladır. Avantajları ise karving işleminin yapılabilmesi, kaviteye basınç uygulanarak daha kolay yerleştirilebilmesi, kontakt noktalarının ideale yakın oluşturulabilmesidir (Dayangaç, 2011). Yapılan çalışmalarda fiziksel özelliklerinin hibrit kompozitlere oranla üstün olmadığı gösterilmiştir (Chen ve ark., 2001).

b. Akışkan kompozitler

Bu kompozitler, universal kompozitlerden daha küçük partikül boyutu ve daha az partikül oranı içerirler. Organik matriks oranı arttığı için vizkozitesi düşüktür. Pit ve fissür gibi dar alanlarda , girişin zor olduğu kaviteelerde, düşük elastik modüllerinden dolayı servikal abfraksiyonlarda ve stress kırıcı kaide materyali olarak kondanse olan kompozit rezinlerin altında kullanılabilirler (Anusavice ve ark., 2013; Sakaguchi ve Powers, 2012; Dayangaç, 2011).

2.13. Kompozit Rezinlerde Gelişmeler

2.13.1.Ormoser

Diş hekimliği uygulamalarına 1998 yılında girmiş olan ormoser "organik modifiye seramik" kelimelerinin ilk hecelerinden oluşur. Materyallerinin en önemli özelliği, bu materyalin gelişimine kadar kompozitlerin inorganik partikül yapısı, oranı ve boyutuna yönelik değişiklikler yapılmaktayken, ormoser materyali ile birlikte ilk kez kompozitlerin organik matriksinde yapısal değişiklikler oluşturulmasıdır. Ormoserlerde, çok fonksiyonlu üreteran ile tioeter oligo metakrilat alkoksisisilanın inorganik organik kopolimerleri oluşmaktadır. Bu materyallerin aşınmaya karşı direnci geleneksel kompozit rezinlerden çok daha fazladır. Ormoserler ile geleneksel kompozitler arasındaki en önemli farklardan biri, organik matrikste esas komponent olarak metakrilat polisiloksan kullanılması neticesinde dimetakrilat monomerlerinin azaltılmış olmasıdır ki bu da alerjik reaksiyon görülmesi ihtimalini azaltmaktadır (Paraizo ve ark., 2004). Ormoserlerin düşük polimerizasyon büzülmesi, yüksek aşınma direnci, biyouyumluluk ve çürüklere karşı koruyuculuk gibi avantajları bildirilmiştir (Ajlouni ve ark., 2005).

2.13.2. Siloran Kompozitler

Günümüzde yaygın olarak kullanılan rezin kompozitlerin çoğu metakrilatlardan oluşmaktadır. Metakrilat esaslı kompozitlerin yıllardır aşılmaya çalışılan en büyük

sorunu sertleşme sürecinde hacimsel olarak %2 ile %6 arasında büzülme göstermeleridir (Wienmann ve ark., 2005). Weinmann ve ark (2005), oksiran ve siloksan moleküllerinin reaksiyonu sonucu oluşan siloran isimli yeni monomer sistemlerini geliştirmişlerdir. Siloran monomer sistemlerinde oksiran halkası, polimerizasyon sırasında açılmakta ve böylece polimerizasyon büzülmesi önemli oranda kompanse edilmektedir. Siloran bazlı kompozitler; hidrofobik yapıları, biyouyumlulukları, iyi mekanik özellikleri, polimerizasyon derinlikleri (8,5-10mm) ve düşük polimerizasyon büzülmelerinden dolayı geleneksel metakrilat monomeri içeren kompozitlere alternatif olarak üretilmişlerdir (Sakaguchi ve Powers, 2012; Wienmann ve ark., 2005).

2.14. Camiyonomer simanlar

2.14.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanlar silikat ve polikarboksilat simanların hibrit şeklidir. Tozu, florealumina silikat cam tanecikleri, likiti ise poliakrilik asitten oluşmaktadır (Dayangaç, 2011). 1970'li yılların başında dişhekimliğinde kullanılmaya başlayan geleneksel cam iyonomer simanlar (GCIS), diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanabilen, florid depo ve salınımı yapabilen ve istenilen düzeyde termal genleşme ve büzülme gösterebilen, biyouyumlu restoratif materyallerdir. Bu olumlu özelliklerin yanı sıra, sertleşme reaksiyonu esnasında hidrate olmaları, basınç ve gerilme dayanıklılıklarının ve estetik özelliklerinin zayıf olması, materyallerin geliştirilmesi yönünde çalışmaların devam etmesine neden olmuştur (Bayne ve Thompson, 2011; Mount, 1995).

2.14.2. Metalle Güçlendirilmiş Cam İyonomer Simanlar (Cermet Simanlar)

Cam iyonomer simanlara göre daha iyi fiziksel özelliklere sahip oldukları öne sürülse de yapılan çalışmalarda fiziksel özelliklerinin yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer simanlardan daha kötü olduğu, geleneksel cam iyonomer simanlara göre de daha az florid saldıkları ve estetik özelliklerinin de yetersiz olduğu belirtilmiştir (Yap ve ark., 2002)

2.14.3. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar

Bu materyallerde cam partiküllerinin yüzeyindeki fazla kalsiyum iyonları uzaklaştırılarak ve toz/likit oranı, partikül boyutları ve dağılımı değiştirilerek daha iyi mekanik özellikler ve aşınma direnci elde edilmeye çalışılmıştır (Basting ve ark., 2002).

2.14.4. Rezin modifiye Cam İyonomer Simanlar

1980'li yılların sonunda, cam iyonomer simanların içerisine rezin ilave edilerek rezin-modifiye cam iyonomer simanlar (RMCIS) üretilmiştir. Bunların sertleşme reaksiyonu hem ilave edilen metakrilat monomerlerinin (HEMA) ışık ile aktivasyonu hem de cam iyonomer simanlardaki gibi asit-baz reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Bu materyaller geleneksel cam iyonomer simanlara göre; daha kolay manüplasyon, daha iyi mekanik özellikler, bitirme ve cilalama işlemlerinin aynı seans yapılabilmesi ve estetik özelliklerinin daha iyi olması gibi avantajlar sunmaktadırlar (Roberson ve ark., 2011).

2.14.5. Nanodolduruculu Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanların mekanik ve estetik özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla üretilen rezin modifiye cam iyonomer simanlara nanofil doldurucuların ilave edilmesiyle elde edilmişlerdir (Roberson ve ark.,2011).

2.14.6. Giomerler

Fluorid salınımı yapan rezin esaslı önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer materyalidir. Asit- baz reaksiyonu rezin ile birleşme öncesinde gerçekleşmektedir (Yap ve Mok, 2002; Dhull ve Nandlal, 2011; Tay ve ark., 2001).

2.15. Kompomerler

Kompomerler 1990'lı yıllarda doldurucu partikülleri kompozit ve cam iyonomer yapılardan türemiş poliasit modifiye rezinlerdir.(Kugel, 2000). Kompomerler, kompozit rezinlerin renk, estetik görünüm, ışıkla polimerize edilebilme gibi karakteristik özelliklerini taşımakla birlikte, geleneksel cam iyonomer simanların flor salınımı, nem hassasiyeti gibi özelliklerini de kısmen gösterirler. Rezin (UDMA, HEMA ve bütan tetra karboksilik asit) ve asit monomerden oluşur. Bunlara ilaveten yapılarında, florosilikat cam, reaksiyon başlatıcılar (initiatorlar), stabilizörler ve pigmentler bulunur

(Tyas, 1998). Restorasyonlarda daimi veya geçici dolgu materyali olarak kullanılabilmesi, kaviteye kolaylıkla taşınabilmesi, el aletleriyle işlenebilir olmaları, çeşitli renk seçeneklerine sahip bulunmaları ve cam iyonomerlere göre dayanıklılıklarının daha uzun süreli olması avantajları arasındadır (McLean ve ark., 1994; Rosenstiel ve ark., 1998). Düşük stress alanlarında kullanılmaktadırlar. Son yıllarda üretilen kompomerlerin yetişkin sınıf 1 ve 2 kavitelerde de kullanımı önerilmektedir (Sakaguchi ve Powers, 2012).

2.16. Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünde; doldurucu partikül büyüklüğü ve miktarının etkili olduğu bilinmektedir (Saraç ve ark., 2006). Ayrıca zaman içerisinde çiğneme hareketleri sırasında dişlere gelen okluzal stresler ve travmalar, diş macunlarının ve diş fırçalamanın abrazyon etkileri (Heintz ve ark., 2006), bitirme ve cila işlemlerinin yeterince yapılamaması, tükürük, tüketilen yiyecek ve içecek maddeleri ve uygulanan ağartma materyalleri restorasyonun yüzey pürüzlülüğünün artmasında potansiyel sebepler olarak görülmektedir (de Andrade ve ark., 2011).

Yüzey pürüzlülüğü için kritik değer 0.2 μm olarak bildirilmiştir (Bollen ve ark., 1997). Pürüzlü restorasyon yüzeyleri; lekelenme, plak birikimi, hasta memnuniyetsizliği, gingival irritasyon ve sekonder çürük oluşumu nedenleri arasındadır. Yüzey pürüzlülüğü kompozit rezin restorasyonların marjinal bütünlüğünü ve aşınmasını da negatif yönde etkilemektedir. Düzgün yüzeye sahip restorasyonların daha uzun ömürlü aynı zamanda daha estetik olduğu bildirilmiştir (Reis ve ark., 2002; Ryba ve ark., 2003).

2.17. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde mekanik ve optik profilometreler, AFM ve SEM gibi cihazlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Kakaboura, 2007).

2.17.1. Mekanik Profilometreler

Mekanik profilometreler, iki boyutlu ölçüm yaparlar. Cihazın kaydedici ucu belirli bir hızda örnek yüzeyinde gezerken, yüzeydeki pürüzlülüğe bağlı olarak ucun yaptığı dikey hareketler, elektriksel akım farklılıkları yaratarak yüzey profili olarak kaydedilmekte ve yüzey topografisi ile ilgili değerler rakamsal veya grafiksel olarak

elde edilebilmektedir. Ra, Rz, Rmax, Rp, Rpm, Rt ve başka birçok parametreyi hesaplayabilmektedir (Joint ve ark., 2006).

Ra; belirli bir ölçüm mesafesinde tüm yüzey düzensizliklerinin mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasını belirtmektedir.

Rmax; belirli mesafedeki en yüksek ve en derin noktalar arası mesafeyi belirtmektedir.

Rz; belirli mesafedeki birbirini izleyen 5 maksimum yükseklik ve derinliğin ortalamasını belirtmektedir.

Yüzey pürüzlülüğü çoğunlukla aritmetik ortalama pürüzlülük (Ra) olarak ifade edilmektedir (İnan ve ark., 2008).

2.17.2. Optik Profilometreler

Optik profilometreler, üç boyutlu ölçüm sağlarlar. Yüzey ile mekanik bir teması yoktur ve optik ışınla tarama yapılmaktadır. Cihazın optik parçaları 100 nm² lik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlamaktadır (Joint ve ark., 2006).

2.17.3. Taramalı Elektron Mikroskobu

Taramalı elektron mikroskobu (SEM), örnekleri üç boyutlu inceleme imkanı sağlayan bir elektron mikroskobudur. Gerek ayırım gücü ve gerek odak derinliği, gerek görüntü ve analizi birleştirme özelliği taramalı elektron mikroskobunu araştırma ve incelemelerde geniş ölçüde kullanılan bir aygıt haline getirmiştir. Bunun yanında mikro işlemci ve bilgisayarların mikroskopla birlikte kullanılmaları cihaza kullanım kolaylığı sağlamıştır (Al-Nahzan, 2004; Babay, 2001; Breschi ve ark., 2003).

Diş hekimliğinde yüzeyin ayrıntılı görüntüsü için taramalı elektron mikroskobu kullanılmaktadır. SEM de görüntü alma işlemi yüksek hızdaki elektronların incelenecek örnek üzerine gönderilmesi esasına dayanır. Yüzey incelemeleri için örnek üzerine gönderilen hızlandırılmış elektronlar örnek tarafından saçılırlar. Elektron akışının sürekli olması için incelenecek cismin iletken hale getirilmesi gerekmektedir. Bunun için cisim 20-1000 nm kalınlıkta Altın (Au) ve Palladyum (Pd) ile kaplanması gerekmektedir (Ergün ve Yenisey, 2006).

2.17.4. Atomik Kuvvet Mikroskobu

Örnek yüzeyi çok ince bir manivela (sivri uç) yardımıyla taranır. Atomik kuvvet mikroskobunun (AFM) 3 boyutlu ölçüm yapması, vakum veya örneklere özel bir işlem

(kaplama vb.) gerektirmemesi gibi avantajları vardır. Dezavantajları tarama hızının düşük olması, örnek sayısının az olması ve undercutları belirleyememesidir (Gadegaard, 2006).

2.18. Restoratif Materyallerin Yüzey Sertliği

Materyallerin fiziksel ve mekanik özellikleri restorasyonların başarısını ve ömrünü etkilemektedir. Sertlik, bir materyalin sürekli yükleme veya penetrasyona karşı direnci olarak ifade edilir ve restoratif materyallerin en önemli mekanik özelliklerinden birisidir (O Brien, 1997). Ağız içerisinde pek çok etkiye maruz kalan restorasyonların bu etkilere başarılı bir şekilde karşı koyabilmeleri yüksek sertlik değerlerine sahip olmaları ile mümkündür (Okte ve ark., 2006).

2.19. Restoratif Materyallerin Yüzey Sertliği Ölçüm Yöntemleri

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin yüzey sertlik ölçümlerinde Brinell, Knoop, Barcol, Rockwell ve Vickers en fazla kullanılan test metotlarıdır. Bu testlerden hangisinin seçilmesi gerektiği test edilecek materyale bağlıdır (Pamir ve ark., 2007). Bu sertlik testlerinde; her teste özgü uçların deney materyaline batırılmasının ardından, buna karşı materyalin gösterdiği direnç ölçülür. Uygun olarak seçilen sert uç, belirli bir süre, belirli bir yük ile materyale batırıldığında materyal üzerinde bir iz (çökme alanı) bırakır. Bu izin boyutları ölçülerek materyalin sertlik değerleri elde edilir. Materyalin sertliği bu izin büyüklüğü ile ters orantılıdır. Sertlik ölçümlerinde; materyalden birkaç ölçüm yapılarak ortalama değer alınır. Materyalin sertliği arttıkça bu değer de artar (Seymen ve Gülhan, 1996; Van Noort, 2002).

2.19.1.Brinell Sertlik Ölçüm Yöntemi

Materyallerin sertliğini tespit etmede kullanılan en eski yöntemdir. Bu sertlik ölçümünde, belirli bir yük altında, belirli bir çaptaki tungsten karbit veya çelik bir bilye tarafından, cilalanmış ve parlatılmış materyal yüzeyine kuvvet uygulanır ve oluşan küresel seklin çapı ölçülerek ölçüm yapılır. Genellikle metal malzemelerin sertliğini ölçmede kullanılır. Yük, hesaplanan iz yüzeyinin alanına bölünerek test edilen materyalin brinell sertlik değeri elde edilir (Braga ve ark., 2012).

2.19.2. Rockwell Sertlik Ölçüm Yöntemi

İz çapı ölçümü yerine, aletin üzerindeki ölçekten direk olarak derinlik ölçülür. Elastik materyallerin test edilmesinde kullanılır (Braga ve ark., 2012).

2.19.3. Vickers Sertlik Ölçüm Yöntemi

Ölçüm yapılacak materyal üzerine, tepe açısı 136° olan, kare tabanlı, piramit şeklinde bir elmas uç ile kuvvet uygulanarak iz oluşturulur. Yük kaldırıldıktan sonra oluşan iz, cihaza ilave edilmiş bir mikroskop yardımıyla ölçme ekranına aktarılır. Hareketli iki cetvel yardımıyla, oluşan köşegenlerin uzunluklarının ayrı ayrı ölçülüp ortalamasının alınmasıyla vickers sertlik değeri (VHN) elde edilir (Braga ve ark, 2012). Bu test kırılğan malzemelerin sertliğinin ölçülmesinde kullanılanılabılır. Fakat elastik malzemelerin sertliğinin ölçülmesinde uygun bir yöntem değildir (Zaimoğlu ve ark., 1993).

2.19.4. Knoop Sertlik Ölçüm Yöntemi

Knoop sertlik ölçüm testi, mikro-iz test yönteminin tüm gereksinimlerini tamamlamak için geliştirilmiştir. 35 Newton'luk yükü geçmemek şartıyla plastik, metal ve kırılğan materyallere uygulanması geniş kullanım alanı sunmaktadır. Dezavantajı ise fazla cilalanmış düz bir yüzey istemesi ve test süresinin uzun olmasıdır (Braga ve ark., 2012).

Knoop sertlik testinde tepesi 172° olan piramit şekilli batıcı uç kullanılır. Ölçümde oluşan iki köşegenden uzun olan esas alınır (Zaimoğlu ve ark., 1993). Knoop sertlik değeri; Newton olarak ifade edilen yükün, mm² olarak ifade edilen iz alanına bölümü olarak, $KHN = 1.451 \times \text{kuvvet} / \text{uzun köşegeni}$ formülü ile ifade edilir. Materyal ne kadar sert ise, Knoop sertlik numarası o kadar büyük olur. Knoop sertlik testlerinde, mine, rezin porselen ve diğer restoratif materyallerin sertlik değerleri değerlendirilebilir (Rawls, 2003).

2.19.5. Barcol Sertlik Ölçüm Yöntemi

Barcol sertlik ölçüm testi 1mm çapında yüklenebilir ve sivri bir çelik ucun batma direncinin ölçümüyle sertlik değerlerinin oluşturulduğu bir yöntemdir. Materyal yüzeyi içine penetre olan ucun batma derinliği bize barcol sertlik değerini verir (Braga ve ark., 2012).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller ve Cihazlar

Bu çalışmada bir adet ofis tipi (Opalescence Boost PF %40, Ultradent, USA) ve bir adet ev tipi (Opalescence PF %16, Ultradent, USA) ağartma materyalinin, A2 renginde ışıkla polimerize olan bir adet mikrohibrit doldurucu (Gradia Direct Anterior -GC Dental, Tokyo, Japan), bir adet nanohibrit doldurucu (Clearfil Majesty Estetic - Kuraray Medikal INC, Tokyo, Japan), bir adet mikrofil doldurucu (Renamel-Cosmedent Inc., Chicago, USA), bir adet nanoseramik esaslı (Ceram-X-One Universal-Dentsply, Germany) kompozit rezinin, bir adet kompomerin (Dyract XP-Dentsply, Germany), bir adet rezin modifiye cam iyonomer simanın (Fuji II LC -GC Dental, Tokyo, Japan) ve bir adet geleneksel cam iyonomer simanın (Fuji IX-GC Dental, Tokyo, Japan) yüzeyine uygulanmasının restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Tablo 2’de kullanılan materyallerin türü ve özellikleri açıklanmış, Şekil 1’de ise görselleri gösterilmiştir.

Bu in vitro çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Karadeniz İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Dis Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı ve Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kullanılan cihazlar ve üretici bilgileri Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan materyaller ve üretici bilgileri

Materyal	Türü	İçerik	Doldurucu Partikül Miktarı	Üretici Firma	Lot No
Gradia Direct Anterior	Mikrohibrit	Silika ve prepolimerize doldurucular, matriks UDMA ve dimetakrilat ko-monomerleri	Ağırlıkça % 73, Hacimce % 64 Partikül büyüklüğü 0,85 μm	GC Corp. Tokyo, Japan	1510 231
Clearfil Majesty Esthetic	Nanohibrit	Silanlanmış baryum cam tozu, silanlanmış koloidal silis, Bis-fenol A diglisidimetakrilat (Bis-GMA), hidrofobik aromatik dimetakrilat, di-kamfirkinon	Ağırlıkça %78, Hacimce %66 Partikül büyüklüğü 0.37 μm - 1.5 μm	Kuraray Noritake Dental Inc.Okayama, Japan	2201 57
Renamel	Mikrofil	Multi fonksiyonel akrilik rezin ve 0.04 μm -0.2 μm büyüklüğünde inorganik ve prepolimerize doldurucular diüretan dimetakrilat, butanediol dimetakrilat, silika füme	Ağırlıkça %70, Hacimce %60 Partikül büyüklüğü 0.04 μm -0.2 μm	DeltaMed Friedberg, Germany	1524 11C
Ceam-X-One SphereTec Universal	Nanoseramik	Metakrilat modifiye polisiloksan, dimetakrilat rezin	Ağırlıkça %79, Hacimce %61 Partikül büyüklüğü 1.2 μm -1.6 μm	Dentsply, Konstanz Germany	1605 0006 99
Dyract XP	Kompomer	Üretan dimetakrilat (UDMA), karboksilik asitten modifiye dimetakrilat (TCB), trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA), trimetilpropan trimetakrilat (TMPTMA), dimetakrilat rezinler, kamforkinon,etil-4(dimetilamino)benzoat, stronsiyum-alümino-sodyum-floro-fosfor-silikat cam, silikon dioksit, stronsiyum flor, demir oksit ve titanyum oksit pigmentleri	Ağırlıkça %47, Hacimce %50 Partikül büyüklüğü 0.8 μm	Dentsply Konstanz Germany	1602 0007 92

Tablo 2. Devamı

Materyal	Türü	İçerik	Doldurucu Partikül Miktarı	Üretici firma	Lot no
GC Fuji II LC Capsule	Rezin modifiye cam iyonomer siman	Likidinde poliakrilik(polialkenoik) asit, 2-hidroksietil metakrilat (HEMA), polibasic karboksilik asit, uretan dimetakrilat (UDMA) içerir. Tozu floroalumina silikat camdır.		GC Corp. Tokyo, Japan	1602 031
GC Fuji IX GP Capsule	Geleneks el cam iyonomer siman	Tozu floroalümina silikat cam, likidi ise polibasic karboksilik asit içermektedir.		GC Corp. Tokyo, Japan	1604 131
Opalescence PF %40 HP	Ofis tipi ağartma materyali	%40 hidrojen peroksit, deiyonize su, % 0,5 potasyum nitrat, % 0,11 sodyum florid, karbopol, gliserin		Ultradent , USA	BCM GF
Opalescence PF %16 KP	Ev tipi ağartma materyali	%16 karbamid peroksit, deiyonize su, % 0,5 potasyum nitrat, % 0,11 sodyum florid, karbopol, gliserin		Ultradent , USA	BCR 7Z
Sof-Lex Polisaj Sistemi	Bitirme ve polisaj sistemi			3M ESPE, USA	N764 379

Tablo 3. Çalışmada kullanılan cihazlar ve üretici bilgileri

Cihaz	Marka ve Modeli	Üretici Firma
Profilometre Cihazı	Perthometer M2	Mahr, Germany
Knoop Mikrosertlik Ölçme Cihazı	Buehler MMT-3 Digital microhardness tester	Lake Bluff, IL, USA
SEM	JEOL JSM-7001F	Japonya
Etüv	EN025, Nüve	Türkiye
3. Nesil LED Polimerizasyon Cihazı	VALO	Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, USA

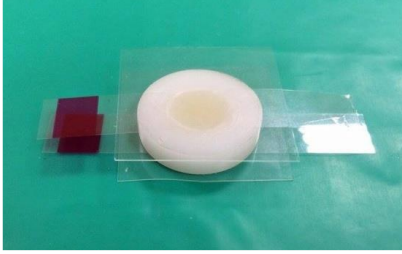


Şekil 1. Kullanılan restoratif materyaller ve ağartma materyalleri **a.** Gradia Direct Anterior mikrohibrit kompozit, **b.** Clearfil Majesty Esthetic nanohibrit kompozit, **c.** Renamel mikrofill kompozit, **d.** Ceram-X-One Universal SphereTec nanoseramik kompozit, **e.** Fuji II LC kapsül rezin modifiye cam iyonomer siman, **f.** Fuji IX kapsül geleneksel cam iyonomer siman, **g.** Dyract XP kompomer, **h.** Opalescence PF %16 ev tipi ağartma materyali, **i.** Opalescence Boost PF %40 ofis tipi ağartma materyali

3.2. Örneklerin Hazırlanması

Örneklerin hazırlanmasında 10 mm çapında ve 2mm yüksekliğinde silindirik boşluğa sahip teflon kalıplar kullanılmıştır (Şekil 2). Restoratif materyaller alt ve üst yüzeylerinde lamel ve şeffaf strip bant bulunan kalıp içerisine yerleştirildikten sonra üzerine hafif baskı uygulanmıştır. Böylece fazla materyalin taşması ve düzgün bir yüzey elde edilmesi sağlanmıştır. Kapsül formundaki rezin modifiye cam iyonomer siman üretici firmanın önerileri doğrultusunda aktive edilerek otomatik karıştırıcıda 10 sn süre ile karıştırıldıktan sonra aplikatör yardımı ile kalıp içerisine yerleştirilmiştir. Hazırlanan örnekler Valo (Ultradent, USA) 3. Nesil LED ışık cihazının 1000mW/cm² güce sahip ‘standart mod’u ile üretici firmanın önerileri doğrultusunda 20 saniye polimerize edilmiştir (Şekil 3). Işık cihazının polimerize edici ucu siman camına temas ettirilerek

örneğin merkezine gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Işık cihazının gücü her örneğin polimerizasyonundan önce bir radyometre (Hilux, Benlioglu Dental AS, Ankara, Türkiye)(Şekil 4) ile kontrol edilmiştir.



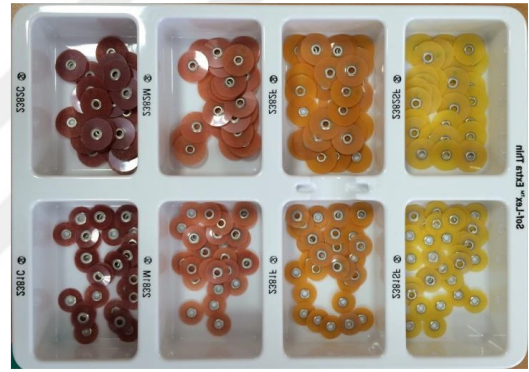
Şekil 2. Örneklerin hazırlanması



Şekil 3. VALO 3.Nesil LED Işık Cihazı



Şekil 4. Radyometre cihazı



Şekil 5. Sof-Lex (3M ESPE) polisaj diskle

Kapsül formundaki geleneksel cam iyonomer siman ise üretici firmanın önerileri doğrultusunda aktive edilerek otomatik karıştırıcıda 10 sn süre ile karıştırıldıktan sonra aplikatör yardımı ile kalıp içerisine yerleştirilmiş ve 8dk sertleşmesi beklendikten sonra şeffaf bant ve siman camından uzaklaştırılmıştır.

Tüm örnekler standart bir yüzey elde etmek için Soflex firmasının 12.7 mm'lik orta, ince ve süper-ince grenli diskleri ile üretici önerileri doğrultusunda cila işlemleri uygulanmıştır (Şekil 5). Elektrikli mikromotor yardımıyla orta grenli diskler 10000 rpm hızda 15 sn boyunca, ince ve süper-ince grenli diskler ise 30000 rpm hızda 15 sn boyunca su kullanılmaksızın aynı yönde hafif kuvvetle uygulanmıştır. Her bir diskten sonra örnekler yıkanıp kurulanmıştır ve diskler her kullanımdan sonra yenisiyle değiştirilmiştir (3M ESPE Sof-Lex teknik ürün profili, 2002). Daha sonra 1dk boyunca distile su ile yıkanıp, 24 saat 37°C' de distile suda bekletilmişlerdir.

3.3. Grupların Oluşturulması

Test grupları kullanılan restoratif materyaller ve kısaltmaları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur (Tablo 4).

Tablo 4. Restoratif Materyal Grupları ve kısaltmaları

Grup GDA	Gradia Direct Anterior
Grup CME	Clearfil Majesty Esthetic
Grup Rnm	Renamel
Grup CXO	Ceam-x-one SphereTEC Universal
Grup DXP	Dyract XP
Grup FLC	Fuji II LC
Grup FIX	Fuji IX

Uygulanan ağırtma işlemi ağısından grupları ve kısaltmaları; ofis tipi ağırtma, ev tipi ağırtma ve kontrol grubu şeklinde oluşturulmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Uygulama Grupları ve kısaltmaları

Grup K	Kontrol grubu
Grup O	Opalescence PF %40 HP Ofis tipi ağırtma uygulama grubu
Grup E	Opalescence PF %16 KP Ev tipi ağırtma uygulama grubu

Her bir restoratif materyal grubu için 30 adet örnek hazırlanmıştır. Uygulanacak tedavi yöntemine göre 30 adet örnek rastgele 10'ar örnek içeren 3 alt gruba ayrılmıştır.

Sonuçta her grupta 10'ar örnek olmak kaydıyla 21 grup için toplam 210 adet örnek hazırlanmıştır. 21 adet rnek SEM incelemesi için ayrıca hazırlanmıştır.

Tüm test grupları ve kısaltmaları Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Tüm test grupları ve kısaltmaları

	Grup K (Kontrol)	Grup O (Ofis grubu)	Grup E (Ev grubu)
Grup GDA	Grup GDAK	Grup GDAO	Grup GDAE
Grup CME	Grup CMEK	Grup CMEO	Grup CMEE
Grup Rnm	Grup RnmK	Grup RnmO	Grup RnmE
Grup CXO	Grup CXOK	Grup CXOO	Grup CXOE
Grup DXP	Grup DXPK	Grup DXPO	Grup DXPE
Grup FLC	Grup FLCK	Grup FLCO	Grup FLCE
Grup FIX	Grup FIXK	Grup FIXO	Grup FIXE

3.4. Örneklere Ağartma Materyallerinin Uygulanması

Ağartma uygulama detayları ve kısaltmaları Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Ağartma uygulama detayları ve kısaltmaları

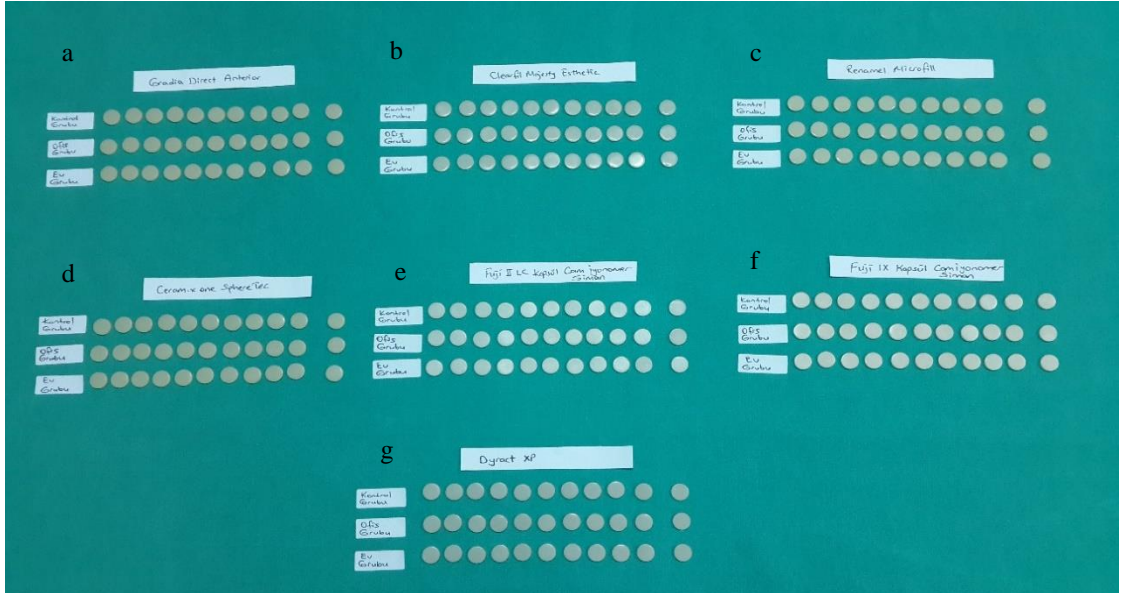
	Kullanılan ağartma materyali	Uygulama Detayları
Kontrol grubu (Grup K)	Bu gruptaki örneklere ağartma uygulanmamıştır.	14 gün süreyle 37°C’de yapay tükürükte etüv içerisinde bekletilmiştir. Her gün örnekler etüvden çıkarılarak yapay tükürük yenilenmiştir.
Ofis grubu (Grup O)	Opalescence Boost PF %40 HP (Ultradent, USA)	Birinde hidrojen peroksit, diğerinde aktivatörden oluşan iki şırıngaya sahip ağartma materyali üretici firmanın önerileri doğrultusunda şırıngadan şırıngaya aktarılan özel karıştırma yöntemiyle taze olarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Kuru örneklerin yüzeyine bond fırçası yardımıyla 1mm kalınlığında uygulanmış ve 20 dk beklenmiştir. Daha sonra ağartma materyali yumuşak diş fırçası ve su ile yüzeyden uzaklaştırılmış ve örnek yüzeyleri kurutma kağıtları ile kurulanmıştır. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda aynı işlem bir kez daha tekrarlanarak toplamda 40 dk uygulama yapılmıştır. Örnekler su ile yıkanıp kurutulduktan sonra yapay tükürük dolu kalıplara konup 37°C’lik etüve yerleştirilmiştir. 1 hafta boyunca her gün yapay tükürük yenilenmiştir. 1hafta sonunda etüvden çıkartılan örnekler distile suda yıkanarak kurutma kâğıdı ile kurulanmış ve ardından ilk günkü ağartma uygulama prosedürü tekrarlanmıştır. Uygulama sonunda yine 1 hafta boyunca 37°C’de yapay tükürükte bekletilmiştir.
Ev grubu (Grup E)	Opalescence PF %16 KP (Ultradent, USA)	Ağartma materyali kuru örneklerin yüzeyine bond fırçası yardımıyla üretici firmanın talimatları doğrultusunda 1mm kalınlığında uygulanmış ve 5 saat beklenmiştir. Daha sonra ağartma materyali yumuşak diş fırçası ve su ile yüzeyden uzaklaştırılmıştır. Örnek yüzeyleri kurutma kağıtları ile kurulandıktan sonra yapay tükürük dolu kalıplara konup etüve yerleştirilmiştir. 14 gün boyunca her gün etüvden çıkartılan örnekler su ile yıkanarak kurutma kâğıdı ile kurulanmış ve aynı ağartma uygulama prosedürü tekrarlanmıştır.

Ağartma uygulamaları dışındaki zamanlarda örnekler etüvde (Şekil 6) 1000 ml deiyonize su içerisinde 0,2g K₂HPO₄, 0,330g KSCN, 0,260g Na₂HPO₄, 1,5g NaHCO₃, 0,7g NaCl, 1,3g üre, 1,2g HCl çözünmüş ve pH'ı 7,4 olan yapay tükürük solüsyonunda bekletilmiştir.



Şekil 6. Örneklerin deney süresince saklandığı etüv

Restoratif materyallere ait hazırlanmış örneklerin ağartma öncesi gruplandırılması Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Restoratif materyallere ait hazırlanmış örneklerin ağartma öncesi gruplandırılması a. Gradia Direct Anterior, b. Clearfil Majesty Esthetic, c. Renamel, d. Ceram-X-One SphereTec, e. Fuji II LC, f. Fuji IX, g. Dyract XP

3.5.Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında bulunan Profilometre cihazı (Perthometer M2, Mahr, Almanya) kullanılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Profilometre cihazı

Örnekler 37°C'de 24 saat distile suda bekletildikten sonra kurutma kağıdı ile kurularak teste tabi tutulmuşlardır. İncelenen örnek yüzeyi üzerinde 0.25 mm cut-off değeri ve 5.5 mm izlem yoluna sahip kaydedici bir elmas uç ile, her örneğin merkezinde olacak şekilde belirli bir gidiş mesafesinde gezerek yüzeydeki pürüzlülükleri Ra değerinden kaydederek ölçüm yapılmıştır. Her örnekte değişik alanlarda 3 ölçüm yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınarak ortalama yüzey pürüzlülüğü hesaplanmıştır. Her bir grubun ölçümünden önce cihaz kalibre edilmiştir.

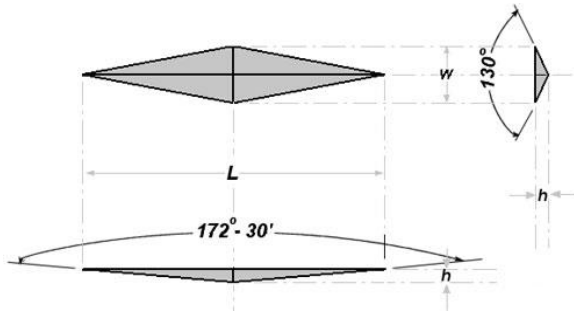
3.6. Yüzey Sertliğinin Değerlendirilmesi

Yüzey sertliği ölçümleri için Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında bulunan Knoop mikrosertlik ölçme cihazı (Buehler MMT-3 Digital microhardness tester; Lake Bluff, IL, USA) kullanılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Knoop Mikrosertlik Cihazı

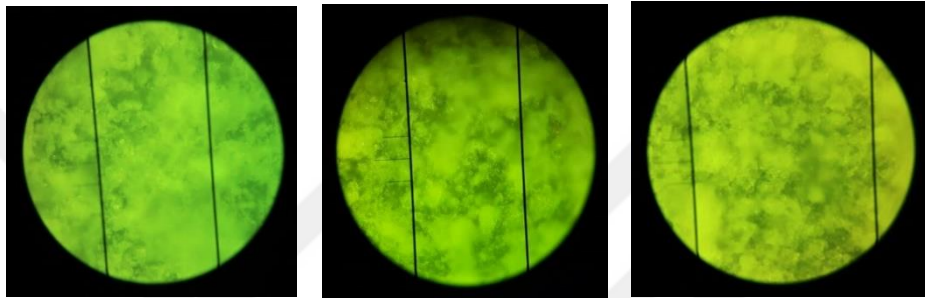
Örnekler 37°C’de 24 saat distile suda bekletildikten sonra kurutma kağıdı ile kurularak teste tabi tutulmuşlardır. Knoop mikrosertlik cihazı, uzun köşegen uzunluğu kısa köşegen uzunluğunun 7 katı ve tepe açısı 172° olan piramit şekilli bir elmas uca sahiptir (Şekil 10). Ölçümlerde uzun köşegen esas alınmaktadır. Örnekler üst yüzeyi yukarıya bakacak şekilde cihaz üzerindeki tablaya yerleştirilmiş ve elmas uç ile 15 sn boyunca 100 gr’lık kuvvet uygulaması yapılmıştır. Knoop elmas ucunun oluşturduğu köşegenin uzun kenarı cihazın mikrometresi ile; Knoop sertlik değeri (KHN) ise, cihaz üzerinde bulunan hesaplama cihazı ile otomatik olarak hesaplanmıştır. Her örnekte 3 farklı noktadan ölçüm yapıp ortalama değer alınmıştır.



Şekil 10. Ölçüm sırasında oluşan şematik görüntü

Bu yüzey sertliği ölçüm yöntemi örnek yüzeylerinin pürüzsüz olmasını gerektirmektedir. Çalışmamızdaki Fuji IX grubunda diğer gruplarla aynı polisaj işlemleri uygulanmasına rağmen kendi yapısal özelliğindeki pürüzlülüğünden dolayı mikroskopta köşegen görüntüsü seçilememiştir (Şekil 11). Bu grupta Sof-Lex'in ince ve süper ince grenli diskleri ile tekrar cila işlemleri uygulanmıştır. Cila işlemi sonrası köşegen görüntüsü elde edilmiş ve ölçüm yapılmıştır (Şekil 12).

Knoop mikrosertlik cihazındaki mikroskop görüntüleri

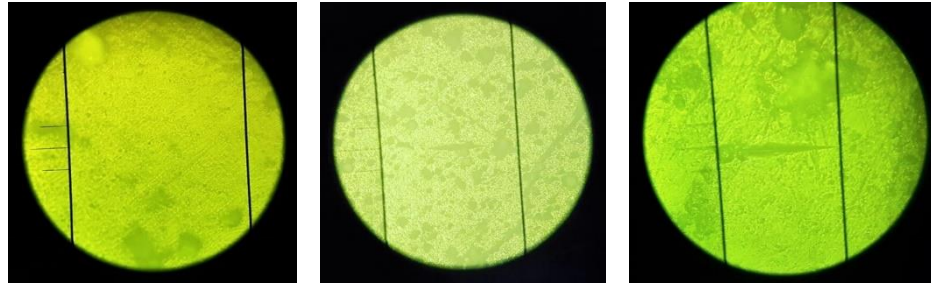


a.

b.

c.

Şekil 11 (a-b-c). Polisaj öncesi Fuji IX grubu mikroskop görüntüleri



a.

b.

c.

Şekil 12 (a-b-c). Polisaj sonrası Fuji IX grubu mikroskop görüntüleri

3.7. Taramalı Elektron Mikroskobu Analizi

Ağartma materyallerinin restoratif materyal yüzeyine etkilerinin görüntülenmesi ve kalitatif olarak incelenmesi için OMÜ KİTAM Laboratuvarında bulunan SEM cihazı (JEOL/JSM-7001F, Japonya) kullanılmıştır (Şekil 13). Her gruptan 1'er örnek toplam 21 adet örnek SEM'de incelenmek üzere hazırlanmıştır. Örnekler kaplanmadan önce desikatörde vakum altında tutulmuş, ardından kaplama cihazına (Quorum, İngiltere) alınarak 180 sn boyunca 150 Angstrom kalınlığında altın/paladyum (Au/Pd) ile kaplama yapılmıştır (Şekil 14). SEM cihazında 10,0 kV'ta, X100, X1000, X5000 büyütme oranlarında görüntüler elde edilmiştir.



Şekil 14. Örneklerin kaplama yapıldıktan sonraki görünümü Şekil 13. SEM Cihazı

3.8. İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği değerlerinin restoratif materyaller ve uygulama grupları açısından farklılığı iki yönlü varyans analizi (Two-way ANOVA) ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Bulgular ortalama ve standart sapma olarak sunulmuş olup, $P < 0,05$ önem seviyesi anlamlı kabul edilmiştir. Tüm istatistiksel hesaplamalar SPSS 21.0 V istatistik paket programında (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Grupların Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Ortalama yüzey pürüzlüğü değerleri hem Uygulama grupları ($P<0,001$) hem Restoratif Materyal grupları ($P<0,001$) hem de etkileşim grupları ($U*RM$) ($P<0,001$) açısından anlamlı farklılık göstermiştir. Etkileşim etkisi önemli olduğundan tablo içi harflendirmeler dikkate alındığında, en yüksek ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerleri Ofis tipi ağartma uygulanan Fuji IX grubunda, en düşük R_a değerleri ise Kontrol grubundaki Gradia Direct Anterior ve Clearfil Majesty Esthetic gruplarında tespit edilmiştir.

Restoratif materyal ve Uygulama grupları arasındaki yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (R_a), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo 8’de gösterilmiştir. Aynı harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 8. Yüzey pürüzlülüğü değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

Restoratif Materyal Grupları	Uygulama Grupları			Genel Ortalama	
	Kontrol	Ofis	Ev		
GDA	0,155±0,026 f	0,162±0,031 f	0,169±0,025 f	0,162±0,027	D
CME	0,155±0,033 f	0,176±0,053 f	0,196±0,043 f	0,176±0,046	D
Rnm	0,175±0,024 f	0,192±0,048 f	0,219±0,053 ef	0,195±0,046	D
CXO	0,158±0,019 f	0,169±0,027 f	0,181±0,029 f	0,169±0,026	D
DXP	0,319±0,070 ef	0,351±0,109 ef	0,422±0,066 e	0,364±0,092	C
FLC	0,799±0,123 d	0,915±0,135 cd	1,053±0,099 c	0,922±0,157	B
FIX	3,719±0,223 a	3,900±0,307 a	3,133±0,383 b	3,584±0,449	A
Genel Ortalama	0,783±1,231 B	0,837±1,287 A	0,767±1,030 B	0,796±1,183	
Varyasyon Kaynakları					
	Uygulama Grupları	R.Materyal Grupları	Uygulama* R.Materyal		
P-değerleri	<0,001	<0,001	<0,001		

4.1.1. Restoratif Materyal Gruplarının Karşılaştırılması

Fuji IX grubu dışındaki restoratif materyallerde en düşük Ra değeri ağartma uygulanmamış olan Kontrol grubunda görülmüştür. Kontrol gruplarında en düşük Ra değerini Gradia Direct Anterior (0,155) ve Clearfil Majesty Esthetic (0,155) grubu göstermiştir. Bu gruplar ile Ceram-X-One (0,158) ve Renamel (0,175) grupları arasında anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Tablo içi harflendirmeler dikkate alındığında Dyract XP grubunun (0,319) bu sırayı izlediği ve kompozitlerle arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Fuji II LC (0,799) grubu ise kompozit ve kompomerden anlamlı derecede pürüzlü bulunmuştur ($p<0.001$). Fuji IX (3,719) grubu ise en yüksek Ra değerini vererek anlamlı derecede farklılık göstermiştir ($p<0.001$) (Şekil 15).

Ofis tipi ağartma uygulanan gruplarda en düşük Ra değerini Gradia Direct Anterior (0,162) grubu göstermiştir. Bu grup ile Ceram-X-One (0,169), Clearfil Majesty Esthetic (0,176) ve Renamel (0,192) grupları arasında anlamlı fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Tablo içi harflendirmeler dikkate alındığında Dyract XP grubunun (0,319) bu sırayı izlediği ve kompozitlerle arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Fuji II LC (0,915) grubu ise kompozit ve kompomerden anlamlı derecede pürüzlü bulunmuştur ($p<0.001$). Fuji IX (3,900) ise en yüksek Ra değerini vererek anlamlı derecede farklılık göstermiştir ($p<0.001$).

Ev tipi ağartma uygulanan gruplarda en düşük Ra değerini Gradia Direct Anterior (0,169) grubu göstermiştir. Tablo içi harflendirmeler dikkate alındığında Ceram-X-One (0,181), Clearfil Majesty Esthetic (0,196) ve Renamel (0,219) grupları bu sırayı izlemiştir. Aralarında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Dyract XP (0,351) ve Renamel (0,219) grupları arasında da anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Fuji II LC (1,053) grubu bu sırayı izlemiş ve diğer gruplardan anlamlı derecede pürüzlü bulunmuştur ($p<0.001$). Fuji IX (3,584) grubu ise en yüksek Ra değerini vererek anlamlı derecede farklılık göstermiştir ($p<0.001$).

4.1.2. Uygulama Gruplarının Karşılaştırılması

Uygulama grupları arasında en düşük Ra değeri (0,155) Kontrol grubunda, en yüksek Ra değeri (3,900) ise Ofis grubunda ölçülmüştür. Gradia Direct Anterior grubunda, Kontrol (0,155) grubuna kıyasla, Ofis (0,162) ve Ev (0,169) gruplarında

yüzey pürüzlülüğünde görülen hafif artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Clearfil Majesty Esthetic grubunda, Kontrol (0,155) grubuna kıyasla, Ofis (0,176) ve Ev (0,196) gruplarında yüzey pürüzlülüğünde görülen hafif artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Ceram-X-One grubunda Kontrol (0,158) grubuna kıyasla, Ofis (0,169) ve Ev (0,181) gruplarında yüzey pürüzlülüğünde görülen hafif artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Renamel grubunda, Kontrol (0,175) grubuna kıyasla, Ofis (0,192) ve Ev (0,219) gruplarında yüzey pürüzlülüğünde görülen hafif artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

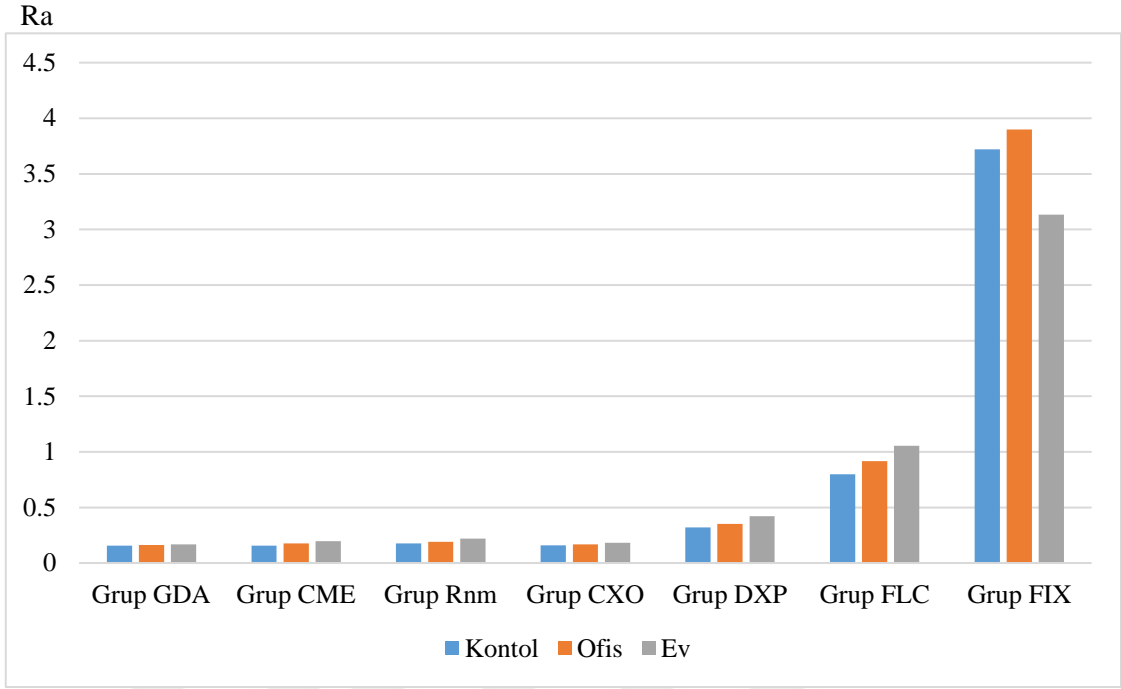
Dyract XP grubunda, Kontrol (0,319) grubuna kıyasla, Ofis (0,351) ve Ev (0,422) gruplarında yüzey pürüzlülüğünde görülen hafif artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Fuji II LC grubunda, Kontrol (0,799) grubuna kıyasla, Ofis (0,915) grubunda yüzey pürüzlülüğünde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Ev (1,053) grubunda yüzey pürüzlülüğünde görülen artış Kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Fakat Ofis ve Ev grubu arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Fuji IX grubunda, Kontrol (3,719) grubuna kıyasla, Ofis (3,900) grubunda görülen hafif artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Diğer gruplardan farklı olarak Kontrol ve Ofis grubuna kıyasla Ev (3,133) grubunda yüzey pürüzlülüğünün anlamlı olarak azaldığı görülmüştür ($p<0,001$).

Ev tipi ağartmanın Ofis tipi ağartmaya kıyasla, tüm restoratif materyal gruplarında yüzey pürüzlülüğünü anlamlı olmamak kaydıyla daha çok etkilediği görülmüştür. Ev tipi ağartma uygulamasının sadece Fuji II LC grubunda yüzey pürüzlülüğünü anlamlı derecede artırdığı, Fuji IX grubunda ise anlamlı derecede azalttığı görülmüştür ($p<0,001$).

Restoratif materyal ve Uygulama gruplarının Ra değerlerinin grafik gösterimi Şekil 15'te verilmiştir.



Şekil 15. Restoratif materyal ve Uygulama gruplarının Ra değerlerinin grafik gösterimi

4.2. Grupların Yüzey Sertliğinin Değerlendirilmesi

Ortalama yüzey sertliği değerleri (KHN) hem Uygulama grupları ($P=0,021$) hem de Restoratif Materyal grupları ($P<0,001$) açısından anlamlı farklılık göstermekte iken etkileşim grupları ($U*RM$) ($P=0,069$) arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Genel ortalamalar dikkate alındığında; en yüksek yüzey sertliği değerleri Uygulama grupları içerisinde Kontrol grubunda, Restoratif materyal grupları içerisinde ise Fuji IX grubunda ölçülmüştür. En düşük yüzey sertliği değerleri ise Ev tipi ağartma uygulanan Dyract XP grubunda tespit edilmiştir.

Restoratif materyal ve Uygulama grupları arasındaki yüzey sertliği ortalamaları (KHN), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo 9'da gösterilmiştir. Aynı harfle gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 9. Yüzey sertliği değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler

Restoratif Materyal Grupları	Uygulama Grupları			Genel Ortalama	
	Kontrol	Ofis	Ev		
GDA	26,870±1,702	24,810±1,844	21,920±0,750	24,533±2,528	D
CME	41,050±2,106	40,350±0,880	40,030±1,301	40,477±1,526	B
Rnm	31,410±1,716	27,600±1,219	27,930±1,105	28,980±2,197	C
CXO	43,330±1,592	42,530±1,770	41,910±0,963	42,590±1,548	B
DXP	12,430±1,300	12,090±1,918	12,060±1,139	12,193±1,448	F
FLC	21,210±3,856	20,170±1,157	20,630±1,634	20,670±2,459	E
FIX	78,170±5,852	80,310±8,794	79,650±5,347	79,377±6,658	A
Genel Ortalama	36,304±20,177	A 35,457±21,219	A B 34,876±21,037	B 35,546±20,725	
Varyasyon Kaynakları					
	Uygulama Grupları	R.Materyal Grupları	Uygulama *R.Materyal		
P- değerleri	0,021	<0,001	0,069		

4.2.1. Restoratif Materyal Gruplarının Karşılaştırılması

Fuji IX grubu dışında tüm Restoratif materyal gruplarında en yüksek yüzey sertliği değerleri Kontrol grubunda görülmüştür. Kontrol grubunda en düşük KHN değeri Dyract XP (12,430) grubunda görülmüştür. Ardından Fuji II LC (21,210), Gradia Direct Anterior (26,870), Renamel (31,410) grupları bu sırayı izlemiş ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.001$). Clearfil Majesty Esthetic (41,050) ve Ceram-X-One (41,050) grupları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek yüzey sertliği değerleri Fuji IX (78,170) grubunda görülmüştür ($p<0.001$). Ofis ve Ev gruplarında yüzey sertlik sıralamaları değişmemiştir.

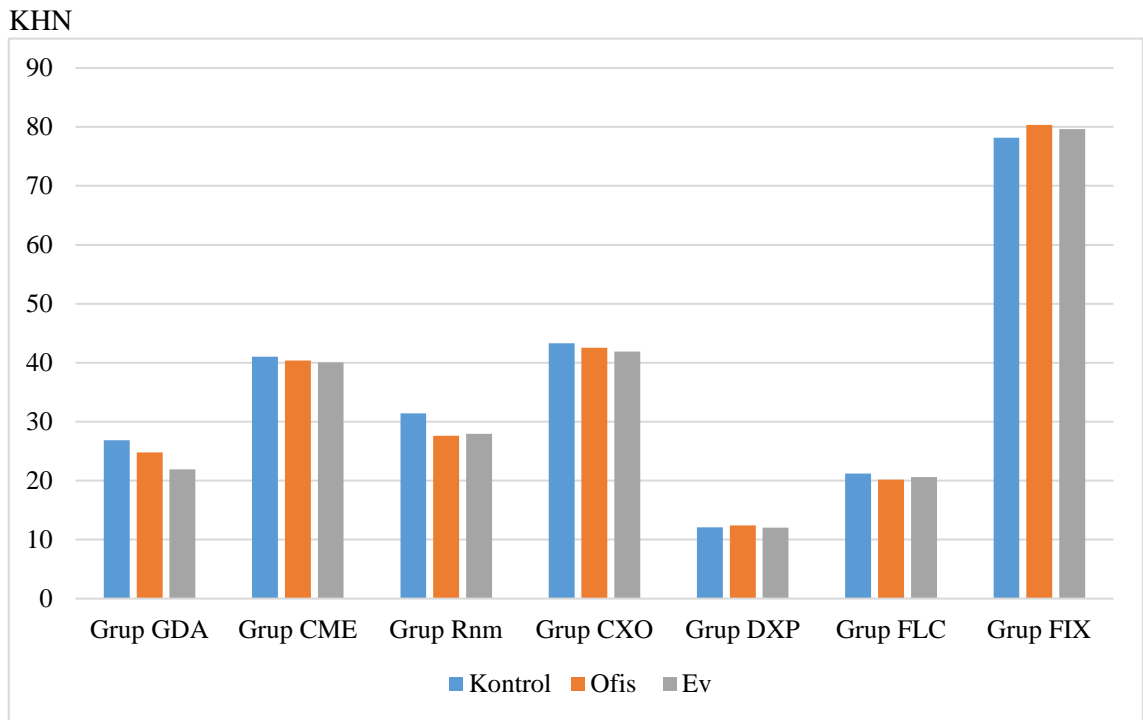
4.2.2. Uygulama Gruplarının Karşılaştırılması

Ağartma uygulamalarının yüzey sertliğini anlamlı derecede olmamak kaydıyla azalttığı tespit edilmiştir ($p=0.069$). Sadece Fuji IX (80,310) grubunda ağartma uygulamalarının yüzey sertliğini anlamlı olmamak kaydıyla artırdığı görülmüştür

($p>0.05$). Ofis ve Ev tipi ağartma arasında anlamlı derecede fark bulunmamıştır ($p=0.021$).

Gradia Direct Anterior, Ceram-X-One ve Fuji IX gruplarının Ev uygulamasına kıyasla Ofis uygulamasından daha fazla etkilendikleri görülmüştür. Fakat istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Restoratif materyal ve Uygulama gruplarının KHN değerlerinin grafik gösterimi Şekil 16'da verilmiştir.

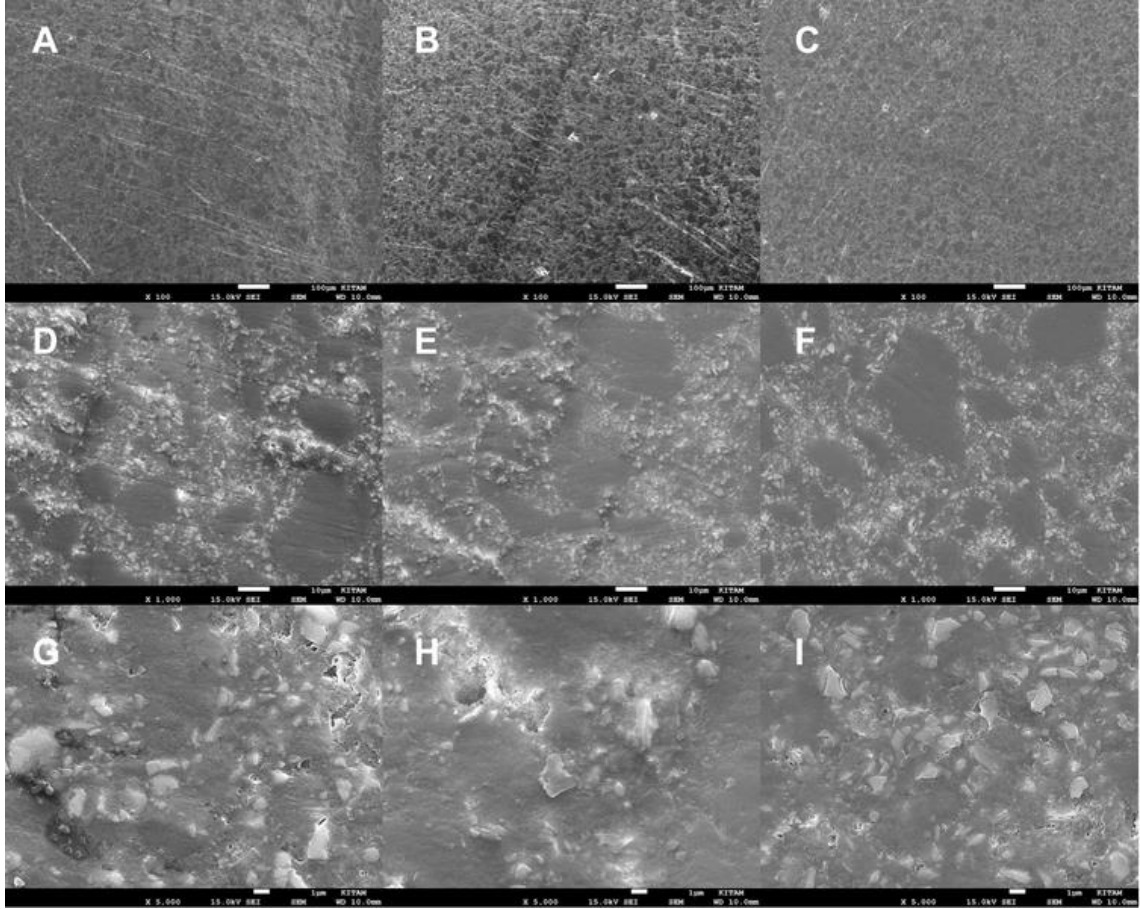


Şekil 16. Restoratif materyal ve Uygulama gruplarının KHN değerlerinin grafik gösterimi

4.3. SEM Analizi ile Elde Edilen Bulgular

4.3.1. GDA (Gradia Direct Anterior) Grubunda

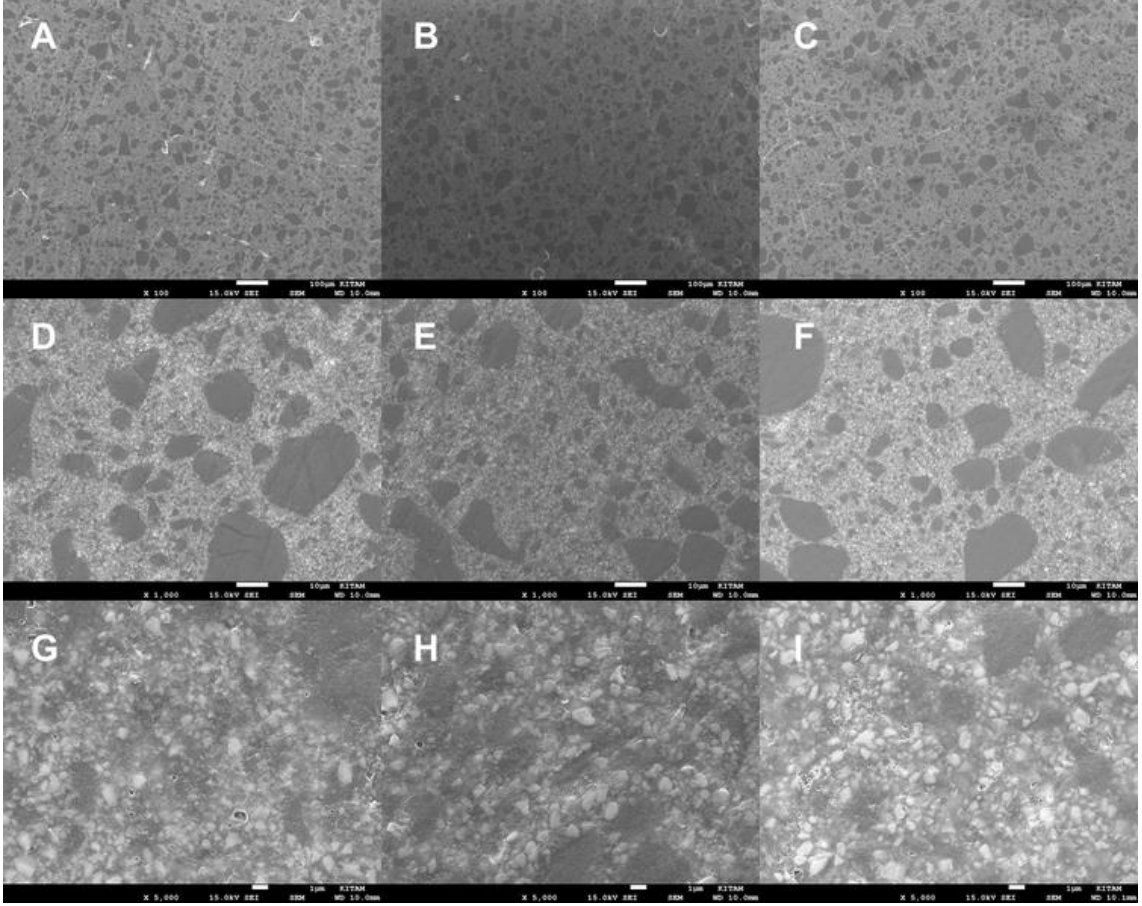
X100 büyütmede Kontrol ve ağartma gruplarında polisaj disklerinin izleri belirgin olarak görülmüştür (Şekil 17). Profilometre sonuçları ile uyumlu olarak X100, X1000 ve X5000 büyütmede Kontrol, Ofis ve Ev grubu arasında fark gözlenmemiştir.



Şekil 17. GDA grubunun farklı uygulamalar sonrası farklı büyütmelerdeki SEM görüntüleri **a.** Kontrol grubu X100 büyütme, **b.** Ofis grubu X100 büyütme, **c.** Ev grubu X100 büyütme, **d.** Kontrol grubu X1000 büyütme, **e.** Ofis grubu X1000 büyütme, **f.** Ev grubu X1000 büyütme, **g.** Kontrol grubu X5000 büyütme, **h.** Ofis grubu X5000 büyütme, **i.** Ev grubu X5000 büyütme

4.3.2. CME (Clearfil Majesty Esthetic) Grubunda

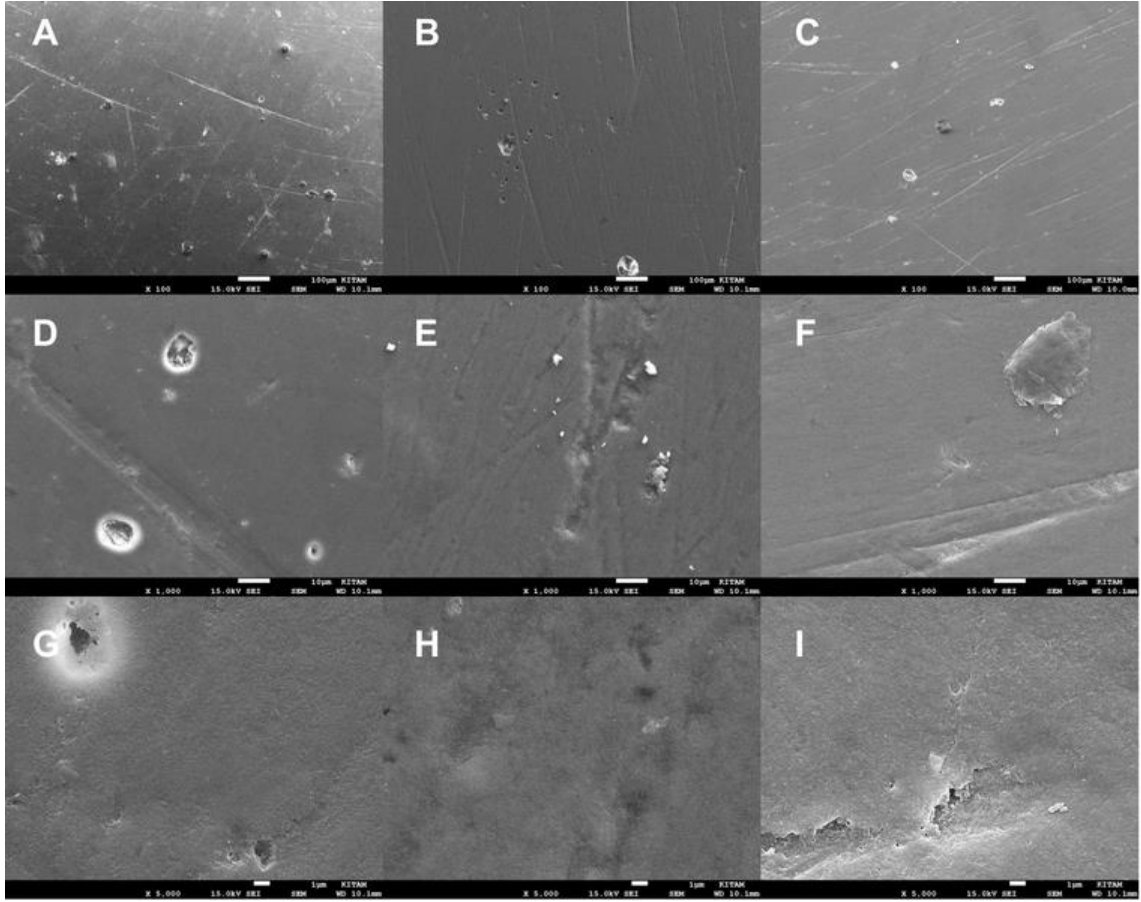
Profilometre sonuçları ile uyumlu olarak X100, X1000 ve X5000 büyütmede Kontrol, Ofis ve Ev grubu arasında fark görülmemiştir (Şekil 18).



Şekil 18. CME grubunun farklı uygulamalar sonrası farklı büyütmelelerdeki SEM görüntüleri **a.** Kontrol grubu X100 büyütme, **b.** Ofis grubu X100 büyütme, **c.** Ev grubu X100 büyütme, **d.** Kontrol grubu X1000 büyütme, **e.** Ofis grubu X1000 büyütme, **f.** Ev grubu X1000 büyütme, **g.** Kontrol grubu X5000 büyütme, **h.** Ofis grubu X5000 büyütme, **ı.** Ev grubu X5000 büyütme

4.3.3. Rnm (Renamel) Grubunda

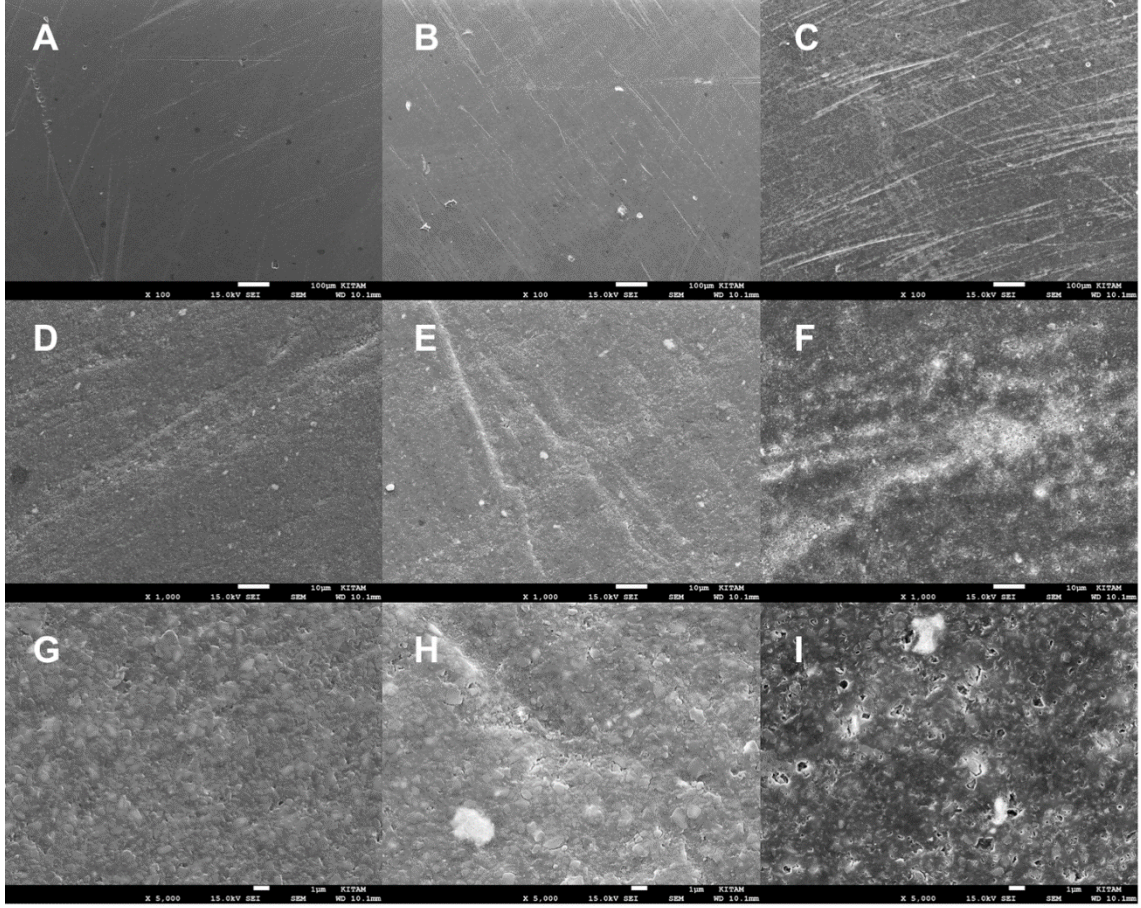
X100 büyütmede muhtemelen doldurucu boyutlarının küçük olması nedeniyle daha düz bir görüntü elde edilmiştir. Prepolimerize partiküller içermektedir. Yüzeydeki çizikler polisaj işlemlerine bağlı olarak Kontrol ve ağartma gruplarında da görülmüştür (Şekil 19). Profilometre sonuçları ile uyumlu olarak X100, X1000 ve X5000 büyütmede Kontrol, Ofis ve Ev grubu arasında anlamlı fark izlenmemiştir.



Şekil 19. Rnm grubunun farklı uygulamalar sonrası farklı büyütmelerdeki SEM görüntüleri **a.** Kontrol grubu X100 büyütme, **b.** Ofis grubu X100 büyütme, **c.** Ev grubu X100 büyütme, **d.** Kontrol grubu X1000 büyütme, **e.** Ofis grubu X1000 büyütme, **f.** Ev grubu X1000 büyütme, **g.** Kontrol grubu X5000 büyütme, **h.** Ofis grubu X5000 büyütme, **i.** Ev grubu X5000 büyütme

4.3.4. CXO (Ceram-X-One) Grubunda

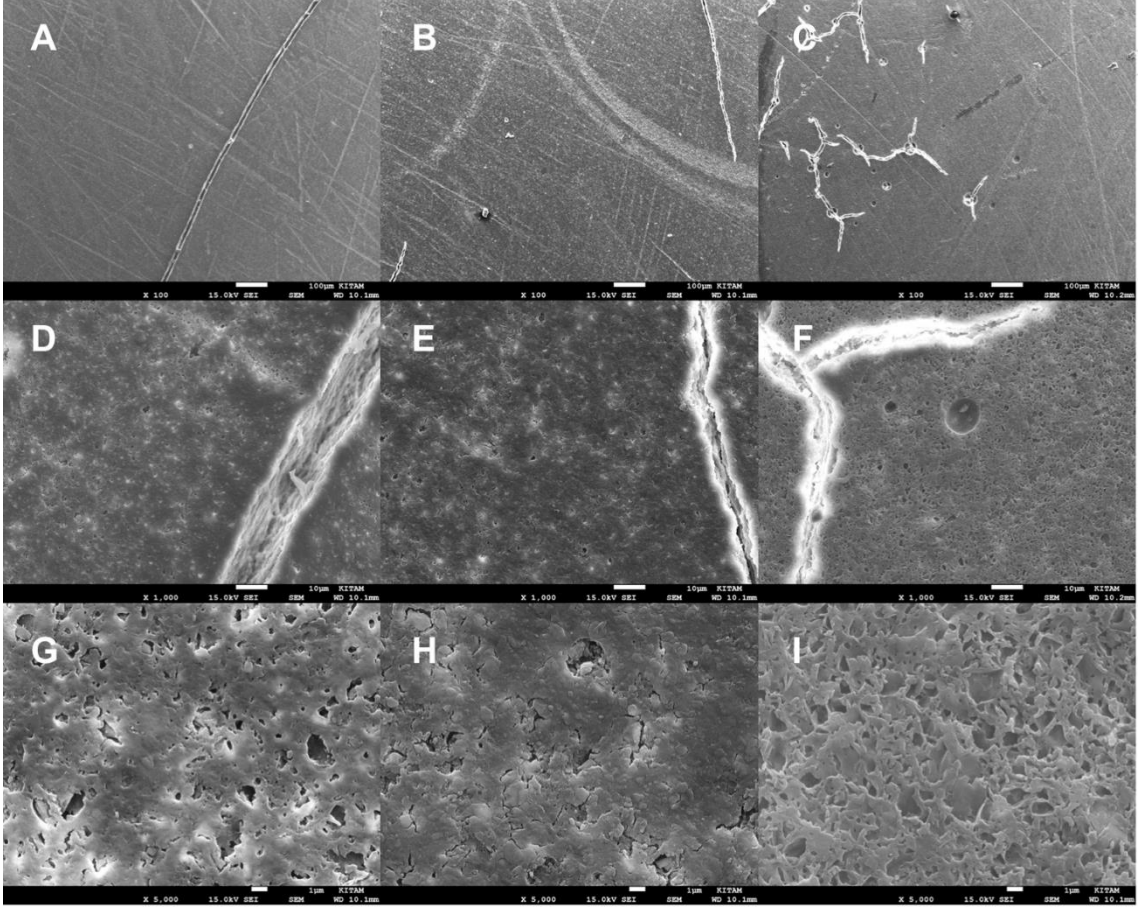
X100, X1000 ve X5000 büyütmede ev grubunun Kontrol ve Ofis grubuna göre daha pürüzlü olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 20).



Şekil 20. CXO grubunun farklı uygulamalar sonrası farklı büyütmelerdeki SEM görüntüleri **a.** Kontrol grubu X100 büyütme, **b.** Ofis grubu X100 büyütme, **c.** Ev grubu X100 büyütme, **d.** Kontrol grubu X1000 büyütme, **e.** Ofis grubu X1000 büyütme, **f.** Ev grubu X1000 büyütme, **g.** Kontrol grubu X5000 büyütme, **h.** Ofis grubu X5000 büyütme, **i.** Ev grubu X5000 büyütme

4.3.5. DXP (Dyract XP) Grubunda

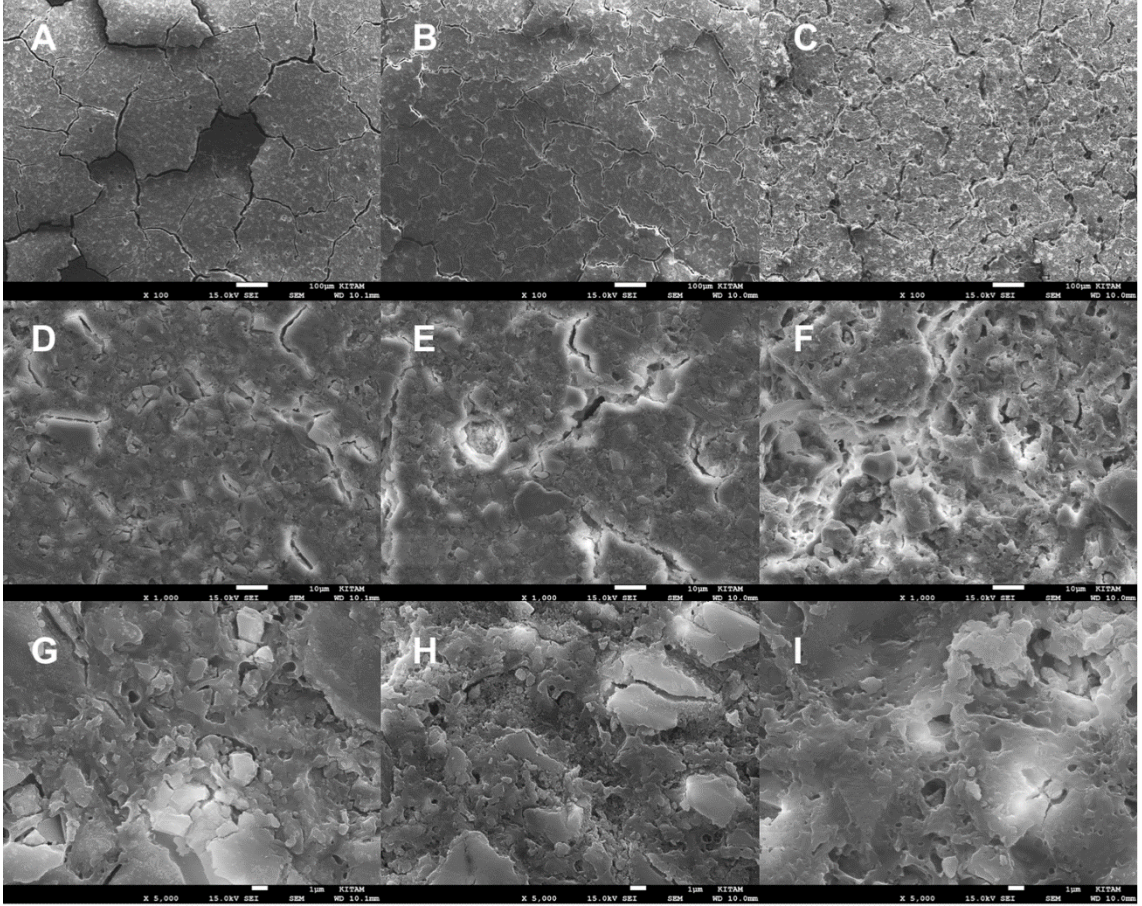
Tüm uygulama gruplarında ağartmadan bağımsız olarak polisaj izleri ve çatlaklar görülmüştür (Şekil 21). X100, X1000 ve X5000 büyütmede Kontrol, Ofis ve Ev grupları arasında anlamlı fark izlenmemiştir.



Şekil 21. DXP grubunun farklı uygulamalar sonrası farklı büyütmelerdeki SEM görüntüleri **a.** Kontrol grubu X100 büyütme, **b.** Ofis grubu X100 büyütme, **c.** Ev grubu X100 büyütme, **d.** Kontrol grubu X1000 büyütme, **e.** Ofis grubu X1000 büyütme, **f.** Ev grubu X1000 büyütme, **g.** Kontrol grubu X5000 büyütme, **h.** Ofis grubu X5000 büyütme, **i.** Ev grubu X5000 büyütme

4.3.6. FLC (Fuji II LC) Grubunda

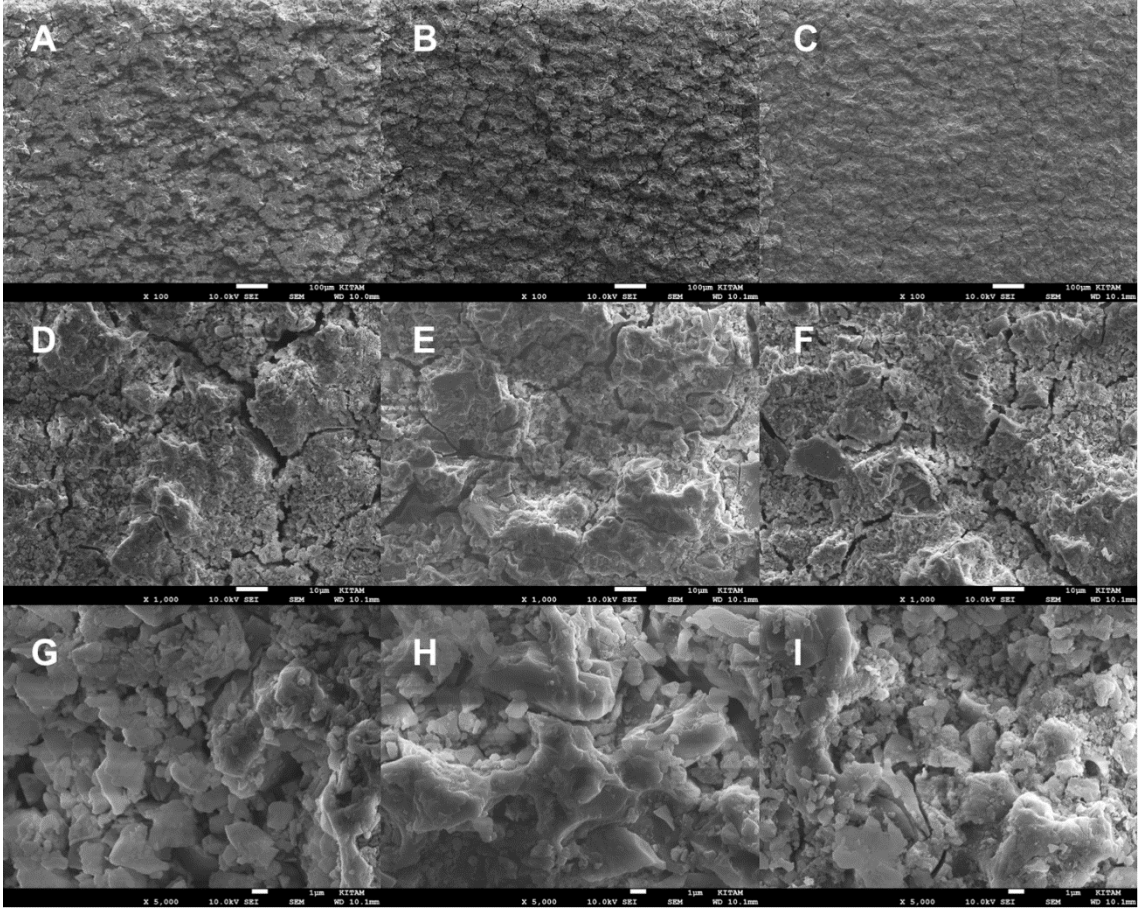
Ağartma uygulamasının, yapısındaki çatlakları artırdığı görülmüştür. X100 ve X1000 büyütmede Ev grubunda çatlakların yoğunluğunun arttığı izlenmiştir (Şekil 22).



Şekil 22. FLC grubunun farklı uygulamalar sonrası farklı büyütmelerdeki SEM görüntüleri **a.** Kontrol grubu X100 büyütme, **b.** Ofis grubu X100 büyütme, **c.** Ev grubu X100 büyütme, **d.** Kontrol grubu X1000 büyütme, **e.** Ofis grubu X1000 büyütme, **f.** Ev grubu X1000 büyütme, **g.** Kontrol grubu X5000 büyütme, **h.** Ofis grubu X5000 büyütme, **i.** Ev grubu X5000 büyütme

4.3.7. FIX (Fuji IX) Grubunda

Yapısal özellikleri nedeniyle beklediğimiz gibi en pürüzlü görüntü elde edilmiştir. X100 büyütmede Ev grubu profilometre sonuçları ile uyumlu olarak biraz daha pürüzsüz görülmüştür. X1000 ve X5000 büyütmelerde farklılık gözlenmemiştir (Şekil 23).



Şekil 23. FIX grubunun farklı uygulamalar sonrası farklı büyütmelerdeki SEM görüntüleri **a.** Kontrol grubu X100 büyütme, **b.** Ofis grubu X100 büyütme, **c.** Ev grubu X100 büyütme, **d.** Kontrol grubu X1000 büyütme, **e.** Ofis grubu X1000 büyütme, **f.** Ev grubu X1000 büyütme, **g.** Kontrol grubu X5000 büyütme, **h.** Ofis grubu X5000 büyütme, **i.** Ev grubu X5000 büyütme

4.4. EDS Analiz Sonuçları

Restoratif materyallerin yapılarında ağırlıklı olarak bulunan elementlerin ağartma sonrası yüzdelik değerlerini kontrol grubu ile karşılaştırarak değerlendirilmiştir. Ağartma sonrası anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 10-16).

Tablo 10. Gradia Direct Anterior EDS Analiz Sonuçları

%	GDAK	GDAO	GDAE
C	46	45	46
O	32	32	32
Al	2,25	2,22	2,20
Si	17	16,41	17
K	1,97	1,89	2

Tablo 11. Clearfil Majesty Esthetic EDS Analiz Sonuçları

%	CMEK	CMEO	CMEE
C	36	37	38
O	31	33	32
Al	1,5	1,5	1,5
Si	19	17	17
Ba	10	8,7	10

Tablo 12. Renamel EDS Analiz Sonuçları

%	RnmK	RnmO	RnmE
C	33	33	35
O	38	41	36
Si	28	25	28

Tablo 13. Ceram-X-One EDS Analiz Sonuçları

%	CXOK	CXOO	CXOE
C	31	32	38
O	28	28	25
Si	17	18	17
Ba	13	12,5	11
Br	4,5	4	3
F	1	-	1

Tablo 14. Dyract XP EDS Analiz Sonuçları

%	DXPK	DXPO	DXPE
C	51	47	50
O	29	30	26
Si	15	16	13
Sr	2	1	0,7
F	0,8	0,9	1

Tablo 15. Fuji II LC EDS Analiz Sonuçları

%	FLCK	FLCO	FLCE
C	40	37	41
O	34	38	35
Si	19	20	20
Al	1,5	2	1
F	0,85	1,70	0,9

Tablo 16. Fuji IX EDS Analiz Sonuçları

%	FIXK	FIXO	FIXE
C	22	22	22
O	46	46	44
Si	19	21	17
Al	7	6	10
F	3,5	3	5

5. TARTIŞMA

Günümüzde ağartma, renklenmiş dişlerin tedavisinde güvenilir, konservatif, maliyeti düşük ve etkin bir tedavi yöntemi olmasıyla öne çıkmaktadır. Ancak literatür incelendiğinde farklı sonuçlarla birlikte, ağartma tedavisinin restoratif materyallerin yüzey karakterini, kimyasal ve fiziksel özelliklerini değiştirdiği şüphesi oluşmuştur (Attin ve ark., 2004; Taher, 2005; Yu ve ark., 2011). Popülasyonun %40'ından fazlasının en az bir restorasyona sahip olduğu (Bahari ve ark., 2016) düşünüldüğünde ağartma uygulamalarından nasıl etkileneceklerinin önemi artmaktadır. Araştırmalar ağartma sonrası yüzey pürüzlülüğünün anlamlı derecede arttığını, restorasyon yenileme ve polisaj işlemlerinin gerektiğini savunurken (de Andrade ve ark., 2011; Wang ve ark., 2011); diğer araştırmalar ise yüzey pürüzlülüğü veya sertliğinde değişiklik gözlemediklerini (Schemehorn ve ark., 2004; Polydorou ve ark., 2007; Polydorou ve ark., 2009; Garcia- Godoy F ve Garcia-Godoy A, 2002; Türker ve Bişkin, 2003; Wattanapayungkul ve ark., 2004) bildirmişlerdir. Yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği kabul edilebilir bir restorasyon için önemli faktörler olduğundan çalışmamızda bu özelliklerin ağartma sonrası değişimi, sıklıkla kullanılan 7 farklı restoratif materyal (mikrohibrit, mikrofil, nanohibrit, nanoseramik kompozit, rezin modifiye cam iyonomer siman, geleneksel cam iyonomer siman ve kompomer) üzerinde incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda ağartma sonrası değişikliklerin ağartma materyalinin yanısıra restoratif materyalin doldurucu oranı, doldurucu büyüklüğü, matriks yapısı ve içeriğindeki monomerin çeşidi gibi yapısal özelliklerine de bağlı olduğu bildirilmiştir (Wattanapayungkul ve ark., 2004; Polydorou ve ark., 2007; Gürkan ve Yalçın, 2007; Ulukapı, 2007; de Andrade ve ark., 2011; Wang ve ark., 2011). Çalışmamızda materyal çeşitliliği fazla tutularak elde edilecek sonuçların klinik kullanıma ışık tutacak ve literatüre katkı sağlayacak şekilde birbiriyle kıyaslanabilir olması amaçlanmıştır.

Vital ağartma tedavileri %25-%40 oranında hidrojen peroksit (HP) kullanılarak uygulanan ofis tipi ağartma ve %10-%16 oranında karbomit peroksit (KP) kullanılarak uygulanan ev tipi ağartma olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır (Doğan ve ark., 2017; Haywood, 1992). Bu çalışmada ofis tipi ağartma etkisi oluşturmak için daha etkin olmaları ve hassasiyet önleyici potasyum florür (PF) içermeleri nedeniyle %40 oranında HP içeren Opalescence Boost PF ve ev tipi ağartma etkisi oluşturmak için %16 oranında KP içeren Opalescence PF materyalleri tercih edilmiştir.

Çalışmamızda örnekler hazırlanırken standardizasyonu sağlayabilmek için teflon kalıplar kullanılmıştır. Kompozit rezinlerde başarılı bir polimerizasyon için kaviteye en fazla 2 mm'lik tabakalar halinde yerleştirilmesi standart olarak kabul edildiğinden (Della Bona ve ark., 2007; Zhu ve Platt, 2011; D'Alpino ve ark., 2011) teflon kalıplar 2 mm kalınlığında ve 10 mm çapında hazırlanmıştır.

Yüzey pürüzlülüğünü ve yüzey sertliğini sağlıklı olarak değerlendirebilmek için tüm fotopolimerize olan örneklerin yeterli derecede polimerize olmasını sağlamak için 3.nesil LED cihazı (Valo, Ultradent, USA) standart modunda üretici firma talimatı doğrultusunda 20 sn kullanılmıştır. 3.nesil LED'ler farklı dalga boylarında ışık yayan mavi/mor diyotları bir arada kullanarak üretmişlerdir (Jandt ve Mills, 2013). Bu cihazlar farklı fotobaşlatıcı içeren kompozit rezinlerin polimerizasyon probleminin üstesinden gelebilen yeni nesil cihazlardır (Santini ve ark., 2012; Jandt ve Mills, 2013).

Restorasyonların yüzey pürüzlülüğü kritik değeri aştığında plak birikimi, renk değişikliği, dişeti problemleri ve çürük oluşumuna neden olabileceği için önemlidir (Wang ve ark, 2011). Restorasyonların yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörlerden birisi de bitirme ve polisaj işlemlerinin iyi yapılmamasıdır. Bitirme ve polisaj sistemlerinin etkinliklerini inceleyen araştırmalar alüminyum oksit kaplı disklerin, doldurucu partikülleri ve matriksi eşit oranda keserek diğer sistemlere göre daha düzgün yüzeyler oluşturduklarını göstermiştir (Van Dijken ve Ruyter, 1987). Bu nedenle çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü ve oksijen inhibisyon tabakasından kaynaklı zayıf özelliklerin elimine edilmesi ve standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm örneklerde bitirme ve polisaj işlemleri için etkinliği daha önceki çalışmalarla kanıtlanmış olan Sof-Lex diskler tercih edilmiştir.

Ağartma materyali uygulamasının da yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili bir faktör olduğu bildirilmiştir (Taher, 2005; Gürkan ve Yalçın, 2007). Ağartma mekanizması sırasında HP ve oluşan serbest radikallerin organik matriksteki polimer zincirlerde ayrılmayı uyararak, matriks ile inorganik doldurucular arasındaki bağlantıyı bozarak yüzey karakterini değiştirdiği düşünülmektedir (Gürkan ve Yalçın, 2007; Wattanapayungkul ve Yap, 2004; Hafez ve ark., 2010; Rattacaso ve ark., 2011). Ağartma materyallerinin içeriğindeki etken madde oranı, uygulama süresi ve sıklığı da sonuçları etkileyen faktörlerdir (Attin ve ark., 2004; Wang ve ark., 2011). Uygulamanın etkinliği için en az 2 haftalık bir süre gerekmektedir (Sulieman, 2005).

Çalışmamızda 14 günlük uygulama süreci boyunca Opalescence PF %16 KP üretici talimatları doğrultusunda materyal yüzeyine günde 5 saat, Opalescence PF % 40 HP günde 2 kez 20'şer dakika birer hafta arayla uygulanmıştır. Kalan zamanlarda örnekler ağız içerisini taklit etmesi amacıyla yapay tükürük içerisinde etüvde 37°C de bekletilmişlerdir.

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden iki-boyutlu mekanik ve üç-boyutlu optik profilometreler nicel sonuçlar verirken, Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ve Taramalı elektron mikroskobu (SEM) nitel sonuçlar vermektedir (Kakaboura, 2007). Mekanik profilometreler, yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Berastegui ve ark., 1992; Jung, 1997; Neme ve ark., 2002). Bu yöntemin en önemli avantajı değerlendirilmeden önce örneklerin herhangi bir hazırlık aşamasına gerek olmamasıdır. Bu sayede aynı örnekler tekrar kullanılabilen ve çeşitli zaman dilimlerinde tekrar ölçümleri yapılabilmektedir (Joniot ve ark., 2006). SEM ise, örnekleri üç boyutlu inceleme imkanı sağlayan, yüksek ayırım gücü ve odak derinliği, görüntü ve analizi birleştirme özelliği ile diş hekimliğinde sık kullanılır hale gelmiştir. Çalışmamızda da iki-boyutlu yüzey profilometre cihazı ve SEM cihazı kullanılarak hem nicel hem nitel veriler elde edilmesi amaçlanmıştır. Profilometre cihazı ile örnek yüzeyi üzerinde 0.25 mm cut-off değeri ve 5.5 mm izlem yoluna sahip kaydedici bir elmas uç ile örneğin merkezinde olacak şekilde belirli bir gidiş mesafesinde gezerek yüzeydeki pürüzlülükleri Ra (Roughness average) değerinden kaydederek her örnekten 3'er ölçüm yapılmıştır (Gönülol ve Yılmaz, 2012). Ra değeri yüzey özelliklerinin belirlenmesinde zayıf bir göstere olsa da dental materyallerin yüzey topoğrafisinin belirlenmesinde en sık kaydedilen değerdir (Neme ve ark., 2002; Yap ve Mok., 2002, Türkün ve Türkün, 2004; Kakaboura ve ark., 2007). Bollen ve ark. (1997) 0.2 µm üzerindeki Ra değerlerinin plak birikiminde artışa, çürük riskinin artmasına ve periodontal enflamasyona neden olabileceğini bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar ise Ra değerlerinin 0.7–1.4 µm değerleri arasında iken plak birikiminde fark edilir bir değişim olmadığını bildirmişlerdir (Weitmann ve Eames, 1975; Shintani ve ark., 1985).

Çalışmamızda profilometre cihazı ile elde ettiğimiz verilere göre, Ev ve Ofis tipi ağartma uygulamalarından sonra tüm kompozit gruplarında (Gradia Direct Anterior, Clearfil Majesty Esthetic, Ceram-X-One, Renamel) ve Dyract XP grubunda yüzey

pürüzlülüğü hafif artış göstermiş fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı derecede bulunmamıştır ($p>0.001$). Ev tipi ağartmayı temsilen uyguladığımız %16 KP, yüzey pürüzlülüğünü anlamlı olmamak kaydıyla daha fazla artırmıştır.

Çalışmamız Mendes ve arkadaşlarının (2012), %10 HP (Rembrandt) ve %35 HP(Whiteness HP)'i TPH3 (nanohibrit kompozit) ve Filtek Z350 (nanofil kompozit) yüzeyine uygulayarak yüzey pürüzlülüğünü profilometre cihazıyla test ettikleri ve ağartma sonrası anlamlı derecede artış bulamadıkları çalışmaları ile uyumludur.

Çalışmamızla uyumlu olarak Sharafeddin ve Jamalipour (2010), %35 KP (Opalescence Quick)'in Heliomolar (mikrofil kompozit) ve Spectrum TPH (hibrit kompozit) üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, haftalık 30 dakikalık toplam 3 hafta uygulama sonunda yüzey pürüzlülüğünde anlamlı derecede fark bulamamışlardır.

Çalışmamız Yap ve Wattanapayungkul'un (2004), %35 KP'i Spectrum TPH, Reactmer ve Fuji II LC yüzeyine uyguladıktan sonra yaptıkları ölçümlerde yüzey pürüzlülüğünde anlamlı değişim bulamadıkları çalışmaları ile uyumludur.

Langasten (2002) ve Silva ve ark., (2006) yaptıkları çalışmalarda yüzey pürüzlülüğünün ağartma sonrası anlamlı derecede değişmediğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızla uyumlu olarak Rattacaso ve ark. (2011), % 16 KP (NiteWhite ACP)'i 4 hafta boyunca günde 8 saat Charisma (nanohibrit kompozit), Filtek Supreme 350 (nanodoldurucu) ve Heliomolar (mikrofil kompozit) yüzeyine uyguladıkları çalışmalarında ağartma uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğünde anlamlı derecede artış bulamamışlardır.

Çalışmamızda kompozitler arasında mikrofil yapıda doldurucu içeren Renamel grubu tüm uygulama gruplarında az farkla en pürüzlü grup olmuştur. Mikrohibrit yapıda doldurucu içeren Gradia Direct (0,155) grubunda ise tüm uygulama gruplarında en düşük pürüzlülük değerleri kaydedilmiştir. Kompozitler arasındaki bu farklılıkların organik yapıdaki farklı monomerler, inorganik doldurucu miktarı ve büyüklüğünden kaynaklandığı düşünülmektedir (Doğan ve ark., 2008; Wang ve ark., 2011; de Andrade ve ark., 2011, Cengiz ve ark., 2016). Mikrofil kompozitlerde partikül boyutu küçük olmasına rağmen organik matriks oranının fazla olmasının ve Bis-GMA monomeri içermesinin pürüzlülük artışında etkili olduğu düşünülmektedir. Ağartma materyalleri ağırlıklı olarak rezin matriks üzerinde etkili olmaktadır (Bailey ve Swift, 1992). Organik matriks içeriğinden dolayı rezin kompozit materyallerin kimyasal

değişikliklere karşı daha duyarlı oldukları bildirilmiştir (Hannig ve ark., 2007). Bis-GMA monomeri içeren kompozitlerin UDMA ve TEGDMA monomeri içeren kompozitlere göre yüzey değişikliklerine karşı daha duyarlı oldukları bildirilmiştir (Cengiz ve ark., 2016; Ferracane, 2006; Doğan ve ark., 2008; Varanda ve ark., 2013). Varanda ve ark.(2013)'nın %20 HP ve %35 HP'i UDMA içeren nanopartiküllü Filtek Z350 ve Bis-GMA içeren mikrohibrit bir kompozit olan Esthet-X yüzeyine uyguladıkları çalışmalarında Esthet-X yüzeyinin daha fazla pürüzlendiğini gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda en az pürüzlü bulunan Gradia Direct grubunun UDMA monomeri içermesi bu görüşü desteklemektedir.

Bahannan (2015), %10 KP'i günde 6 saat , %20 ve %35 KP'i haftada 1 kez 30 dk Filtek Supreme (nanodolduruculu kompozit), Fuji II LC (RMCIS) ve Duceram (feldspatik porselen) yüzeyine uyguladıktan 21 gün sonra yüzey pürüzlülüğünü test ettiği çalışmada, % 10 KP uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre anlamlı fark bulamamıştır. % 20 KP ve % 35 KP uyguladığı tüm gruplarda ise kontrol grubuna kıyasla pürüzlülükte anlamlı artış bulmuştur. Farklı sonuçlar ağartma materyalinin oranının, uygulama süresi ve sıklığının etkili olması ile açıklanmaktadır.

Yüksek çürük riskine sahip hastalarda flor içerikli cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman ve kompomer restorasyonlar tercih edilmektedir. Bu materyaller günümüzde geliştirilmiş fiziksel özellikleri, diş renginde olmaları, kolay uygulanmaları ve flor salma özellikleri nedeniyle tercih edilmektedirler (Kaya ve Ebru, 2013). Literatürde ağartma materyallerinin bu materyaller üzerindeki etkileri ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda Dyract XP, Fuji II LC ve Fuji IX grupları arasında pürüzlülük bakımından anlamlı derecede fark görülmüştür. Dyract XP grubu kompozitlerden anlamlı derecede pürüzlü bulunmuş, bu sırayı Fuji II LC ve Fuji IX grupları izlemiştir. Resin içeriği arttıkça pürüzlülük azalmıştır. Kompomer ve RMCIS'da cam doldurucular resin içerisinde gömülü bulunmalarından dolayı daha az etkilenmektedirler (Yap ve Mok, 2002). Kompomer grubunun kompozitlerden pürüzlü bulunmasının yapısındaki % 50 oranında zengin organik matriks içeriğinden kaynaklandığını düşünmekteyiz (Baily ve Swift, 1992; Sharafeddin ve Jamalipour, 2010).

Geleneksel olanlar daha fazla olmak üzere cam iyonomer simanların kuruluğa ve neme karşı aşırı hassasiyetleri nedeniyle yüzeylerinde çatlamlar meydana

gelmektedir ve daha pürüzlü bir yapı göstermektedirler (Yap ve ark., 2003). Aldığımız SEM görüntülerinde yüzey çatlakları kompomer, GCIS ve RMCIS’da ağartma uygulamasından bağımsız olarak kontrol gruplarında da gözlenmiştir.

Ağartma materyallerini karşılaştırsak; Dyract XP grubu, Ev uygulamasında Ofis uygulamasına kıyasla daha fazla pürüzlenmiştir. Ancak aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Fuji II LC grubunda Ev uygulaması sonrasında pürüzlülükte anlamlı derecede artış kaydedilmiştir ($p<0.001$). Ev tipi ağartma materyalinin kontak süresinin fazla olmasının bu sonucu verdiğini düşünmekteyiz (Doğan ve ark, 2008, Wattayangpul ve ark., 2004). Diğer gruplardan farklı olarak Fuji IX grubunun yüzey pürüzlülüğü ise Ev tipi ağartma uygulaması sonrası anlamlı derecede azalmıştır ($p<0.001$). Bu sonuçlar ışığında ağartma materyallerinin restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünü etkilemeyeceği yönünde kurduğumuz 1. hipotezimiz kısmen kabul edilmiştir. Fuji II LC ve Fuji IX dışındaki materyaller ağartma uygulamalarından anlamlı derecede etkilenmemiştir.

Ağartma materyallerinin flor içeren restoratif materyallerin yüzey özelliklerine etkisini inceleyen az sayıda çalışmadan birisi olan Çehreli ve ark (2006) ‘nın %10 KP içerikli ev tipi ağartma materyalini (Nite White Excel) bir yüksek viskoziteli GCIS (Fuji IX), dört kompomer (Dyract AP, F2000, Elan, Compoglass F), iki RMCIS (Vitremer, Fuji II LC), bir florür salan mikrofil kompozit (Tetric), bir florür salmayan mikrofil kompozit (Valux) yüzeyine günde 8 saat 15 gün boyunca uyguladıkları çalışmalarında; F2000, Dyract AP, Elan, Valux ve Tetric yüzey pürüzlülüğünde artış gösterirken, Fuji IX, Fuji II LC, Vitremer ve Compoglass F yüzey pürüzlülüğünde azalma göstermiştir. Bu çalışmaya paralel olarak Fuji IX bizim çalışmamızın sonuçlarına göre pürüzlülükte azalma göstermiştir. Hidrojen peroksitin ev tipi uygulamada uzun temas süresi ile zaten fazla pürüzlü olan yüzeydeki partikülleri çözerek yüzeyi daha az pürüzlü hale getirdiğini düşünmekteyiz. Bu çalışma ve bir çok çalışma (Polydorou, 2006; Wang ve ark., 2011; Moraes ve ark., 2006, Cengiz ve ark., 2016) ağartmanın etkisinin materyale bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir.

Wattayangpul ve Yap (2004), %35 KP’i kompozit, kompomer, GCIS ve RMCIS yüzeyine uyguladığı çalışmasında yüzeye zarar verecek derecede pürüzlülük artışı olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda nanoseramik içerikli bir kompozit olan Ceram-X-One SphereTec grubunda SphereTec doldurucuların mikroyapıdaki yüzeyi submikron cam dolduruculardan püskürtme granulasyon yöntemi ile elde edilmektedir (Ceram-X-One kullanma klavuzu). Farklı yapısına rağmen bu kompozit materyali test edilen diğer restoratif materyallere benzer sonuçlar sergilemiştir.

Gürbüz ve ark., (2013) %6.5 HP içeren ağartma striplerini ormoser esaslı ve nanofil kompozitlerin yüzeyine uyguladığı çalışmasında yüzey pürüzlülüğünde değişiklik gözlememiştir. Buna karşın Gürgan ve Yalçın (2007), aynı oranda %6.5 HP içeren ağartma striplerini ormoser esaslı rezin materyal yüzeyine uygulamış ve pürüzlülükte artış bildirmişlerdi. Farkın uygulama süresinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Cengiz ve ark. (2016), %10 KP içeren Opalescence PF'i 14 gün boyunca günde 8 saat ve %10 HP (Opalescence Treswhite)'i 14 gün boyunca günde 30 dakika üç nanohibrit (Reflexions XLS, Grandio, Clearfil Majesty Esthetic), bir mikrohibrit (Gradia Direct Anterior), bir nanoseramik (Ceram-X-mono) restoratif materyal yüzeyine uygulamışlar ve yüzey pürüzlülüğündeki değişimleri ağartma uygulamadıkları kontrol grubuyla profilometre ve SEM cihazı kullanarak değerlendirmişlerdir. Tüm restoratif materyallerde pürüzlülükte anlamlı derecede artış görülmüş ve nanoseramik hariç diğer tüm gruplar 0.2 µmlik kritik değeri aşmıştır. Çalışmamızla uyumlu olmayan anlamlı derecede pürüzlülük artışının 8 saat uygulama süresine bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Doğan ve ark.(2008), % 16 KP içerikli Whiteness Perfect, % 37 KP içerikli Whiteness Super ve % 35 HP içerikli Whiteness HP'yi Admira (Ormocer), Durafil (mikrofil), Gradia Direct (mikrohibrit) yüzeyine uyguladığı çalışmada ağartma sonrası yüzey pürüzlülüğünde azalma bulmuşlardır. Sonuçlar bizim çalışmamızla uyuşmamaktadır. Sonuçları, örneklerin bitirme ve polisaj işlemlerinin su soğutmalı olarak yapılmasının başlangıç yüzey pürüzlülüğünü artırdığı, polisaj sonrası yüzeyde kalan doldurucuların ağartma uygulaması ile çözünerek pürüzsüz bir yüzey oluşturduğu şeklinde açıklamışlardır. Sof-Lex kullanma talimatı kuru yüzeye uygulamanın daha düzgün ve uniform bir bitiş sağlayacağını bildirmektedir.

Çalışmamızda ağartma uygulamaları dışındaki zamanlarda ağız içerisindeki ortamı taklit edebilmek için örnekler yapay tükürük içerisinde 37°C'de bekletilmiştir.

(Bahannan, 2015; Mendes ve ark., 2012; Rattacaso ve ark., 2011). HP ve serbest radikaller matriks ve inorganik yapı ile etkileşime geçerek mineral elementleri yüzeyden uzaklaştırmaktadır (Joiner, 2006; Taher, 2005; Türker ve Bişkin, 2003; Park ve ark, 2004-2017). Tükürüğün yüzey koruyucu bir tabaka oluşturarak ağartma materyalini yüzeyden uzaklaştırdığı ve etkisini azalttığı bildirilmektedir (Attin ve ark., 2004; Hayacibara ve ark., 2004; Alqahtani, 2014).

Çalışmamızda her gruptan bir örneğin X100, X1000 ve X5000 büyütmede SEM görüntüleri alınarak ve Enerji Dağılımı Spektrometresi (EDS) analizleri yapılarak yüzey değişiklikleri nitel olarak değerlendirilmiştir. SEM cihazına bağlı EDS analizi ile yüzeydeki madde kayıpları değerlendirilmiştir. SEM analizlerinde profilometre sonuçlarına paralel olarak kontrol ve ağartma grupları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Ofis ve Ev tipi ağartma grupları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Sadece Fuji IX grubu Ev uygulaması sonrası daha az pürüzlü olarak gözlemlenmiştir.

Dehidratasyona karşı daha duyarlı olan cam iyonomer siman gruplarında (Fuji IX ve Fuji II LC) ağartmadan bağımsız olarak kontrol grubunda da belirgin olarak görülen çatlakların desikatör cihazında bekleme dönemindeki dehidratasyon nedeniyle artış gösterdiğini düşünmekteyiz (Türker ve Bişkin, 2003).

Cengiz ve ark (2016) aldıkları SEM görüntülerinde profilometre cihazı ile yaptıkları ölçümlere paralel olarak kontrol grubuna kıyasla ağartma gruplarında yüzey pürüzlülüğünde artış gözlemlenmişlerdir. HP, KP'e göre daha etkili bulunmuştur. Sadece Ceram-X-mono yüzeyinde değişim görülmemiştir.

Çalışmamızla uyumlu olarak Polydorou ve ark. (2006) %38 HP ve %15 KP'i bir hibrit (Tetric Ceram), bir mikrohibrit (Enamel Plus HFO), bir nanohibrit (Filtek Supreme) ve bir akışkan (Tetric Flow) kompozit, bir ormoser (Definite), bir seramik (Vitabloks Mark II) yüzeyine uyguladıkları çalışmalarında yüzey pürüzlülüğünü X60, X200, X2000 büyütme ile SEM cihazıyla değerlendirmişler ve polisajlı örneklerde ağartma işleminin yüzey pürüzlülüğünde anlamlı bir değişiklik yapmadığını bulgulamışlardır.

Türker ve Bişkin (2003), %10 KP içeren Opalescence, Rembrandt ve %15 KP içeren Nite White ev tipi ağartma materyallerini Duceram (Porselen), Fuji II LC (RMCIS) ve Silux Plus (mikrofil kompozit) yüzeyine 4 hafta uyguladıkları

çalışmalarında; 2 hafta sonunda profilometre cihazı ile yaptıkları ölçümlerde mikrofill kompozit yüzeyinde hafif pürüzlülük artışı, RMCIS yüzeyinde anlamlı derecede pürüzlülük artışı bildirmişlerdir. X200 büyütmede aldıkları SEM görüntüleri profilometre sonuçları ile uyumludur. RMCIS yüzeyinde kontrol grubunda da görülen çatlakların kaplama öncesi desikatör içerisindeki dehidratasyon nedeniyle arttığını bildirmişlerdir.

Wattanapangkul ve ark. (2004), Ev tipi ağartma materyali uygulaması sonrası SEM görüntülerinde kompozit yüzeyinde fazla etkilenme gözlemezken, kompomer yüzeyinde belirgin pürüzlülük artışı ve çok sayıda çatlak oluştuğunu bildirmişlerdir.

Baily ve Swift (1992), yaptıkları SEM analizlerinde Ev tipi ağartmanın günlük 8 saat uygulama sonrası mikrohibrit ve mikrofil kompozit yüzeyinde hafif ve önemsiz değişiklik yaptığını bildirmişlerdir.

Yüzey sertliği aşınma ve çizilmeye karşı direnci arttırıp materyalin ağız içerisinde maruz kaldığı kuvvetlere karşı deformasyonu önlediği için önemli bir fiziksel özelliktir (Yap ve ark., 2001). Literatürde ağartma materyallerinin restoratif materyallerin yüzey sertliğine etkilerini inceleyen çalışmalar farklı sonuçlar vermektedir. Çalışmamızda yüzey sertliği 15 sn boyunca 100 gr yük altında Knoop mikrosertlik cihazı ile 3'er ölçümle değerlendirilmiştir (Bahannan, 2015, Rattacaso ve ark., 2011). Knoop mikrosertlik testinin avantajları, sonuçların güvenilir olması ve oldukça geniş bir aralıkta materyal grubuna uygulanabilmesidir. Dezavantajları ise oldukça parlak ve düz yüzey örneklerine ihtiyaç duyması ve test süresinin diğer testlere göre daha fazla zaman almasıdır (Roberson ve ark., 2011; O'Brien ve ark., 2002).

Restoratif materyallerin yüzey sertliğinin; doldurucu madde içeriğine, doldurucu maddenin dağılımına ve rezin matriksin yapısına bağlı olduğu bildirilmiştir (Kim ve ark., 2002). Materyalin rengi (Thome ve ark., 2007), materyalin uygulama kalınlığı ve polimerizasyon derecesi de (Rouhollahi ve ark., 2012) sertliğini etkileyen faktörlerdir. Rouhollahi ve ark. (2012) kompozit rezinin polimerizasyon derinliğinin ve mikrosertliğinin, materyalin kalınlığıyla ilişkili olduğunu ve 2 mm'lik tabakalar halinde uygulanması gerektiğini önermektedirler. Çalışmamızda standardizasyonu sağlamak için tüm örnekleri A2 rengine ve 2mm kalınlığında hazırlayarak 3.nesil Led cihazı ile 20 sn polimerize edilmiştir. Geleneksel cam iyonomer simanı ise benzer çalışmalardaki gibi ilk sertleşmesi tamamlanana kadar 8 dk teflon kalıp içerisinde bekletilmiştir

(Garcia-Godoy ve Garcia-Godoy, 2002; Müjdecı ve Gökay, 2006; Çehrelı ve ark., 2003; Yu ve ark., 2008).

Çalışmamızda, Kontrol gruplarında restoratif materyallerin yüzey sertliklerinin birbirinden farklı olduğu fakat Uygulama grupları arasında fark olmadığı ve yüzey sertliğini anlamlı derecede etkilemedikleri sonucu elde edilmiştir. Bu sonuçların ışığında ağartma materyallerinin restoratif materyallerin yüzey sertliğini etkilemeyeceği şeklinde kurduğumuz 2. hipotezimiz kabul edilmiştir. Dyract XP (kompomer) grubu ağartmadan bağımsız olarak en düşük yüzey sertliği değerini vermiştir. Materyallerin doldurucu miktarının artmasıyla aşınmaya karşı direncinin ve sertliğinin arttığı bilinmektedir (AlQahanti, 2013; Lee ve ark., 2002). Dyract XP grubunun doldurucu oranının düşük olmasının sertliği etkilediğini düşünmekteyiz. Ağartmadan bağımsız olarak GCIS'in diğer restoratif materyallerden çok yüksek sertlik değerine sahip olduğu görülmüştür. GCIS daki sertlik artışının maturasyonunun ve sertleşme reaksiyonunun zamanla tamamlamasından ve ağartma dışındaki zamanlarda yapay tükürük içerisinde beklemesinden kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

SEM cihazına bağlı yaptığımız EDS analizinde; restoratif materyallerin yapılarında ağırlıklı olarak bulunan elementlerin ağartma sonrası yüzdelik değerleri kontrol grubu ile karşılaştırarak değerlendirilmiştir. Gradia Direct Anterior grubunda C, O, Al, Si, K; Clearfil Majesty Esthetic grubunda C, O, Si; Renamel grubunda C, O, Si; Ceram X One grubunda C, O, Si, Ba, Br, F, Yb; Dyract XP grubunda C, O, Si, Sr, F; Fuji II LC grubunda C, O, Si, Al, F; Fuji IX grubunda C, O, Si, Al, F elementlerinin materyal içerisindeki yüzdelik oranları incelenmiş ve ağartma sonrası belirgin değişim görülmemiştir. Yüzey sertliğinde anlamlı değişim görülmemesi ile uyumludur. Yapı içerisinde bulunan elementlerdeki azalmanın materyalin sertliğini etkilediği bildirilmiştir (Polydorou, 2007).

Çalışmamızla uyumlu olarak Yu ve ark. (2008) da Opalescence PF %15'i 4 hafta nanokompozit (Filtek Z350), kondanse edilebilir kompozit (Filtek P60), kompomer (Dyract AP) ve GCIS (Ketac Molar Easymix) yüzeyine uygulamışlar, kalan zamanlarda yapay tükürük içerisinde bekletmişlerdir. Yüzey sertliği testinde kompozitler değişiklik göstermezken, GCIS anlamlı derecede artış göstermiştir. Kompomer ise ilk 2 hafta değişiklik göstermezken, son 2 haftada yüzey sertliğinde anlamlı derecede azalma göstermiştir. Benzer çalışmalarda da GCIS'in ağartmadan bağımsız kontrol grubunda da

görülen sertlik artışının tükürük içerisinde beklemeden kaynaklandığı bildirilmiştir (Aliping ve ark., 2003; Okada ve ark., 2001; Yu ve ark., 2008). Tükürükteki kalsiyum ve fosfat içeriğinin sertlik artışından sorumlu olabileceği düşünülmüştür (Aliping ve ark., 2003; Yu ve ark., 2008). Kompozit rezin ve kompomerin yapay tükürük içerisinde bekletildiği çalışmalarda sertlikte değişiklik gözlenmemiştir (Aliping ve ark., 2003; Okada ve ark., 2001).

Müjdecı ve Gökay (2006), %10 CP içeren ağartma materyalini 21 gün günde 4 saat ve %14 HP içeren ağartma striplerini gün aşırı 30 dk nanohibrit kompozit (Grandio), kompomer (Dyract eXtra) ve GCIS (Ionofil Molar AC) yüzeyine uygulamışlardır. Yüzey sertliği testi sonucunda ağartma işleminden bağımsız olarak restoratif materyaller arasında yüzey sertliği farkı görülürken, ağartma uygulamasının yüzey sertliğini değiştirmedeği görülmüştür. Kompozitler en yüksek, GCIS en düşük değerleri vermiştir.

Çalışmamızla uyumlu olarak Yap ve Wattanapayungkul (2003), %35 HP içeren Opalescence Xtra ve %35 KP içeren Opalescence Quick'i haftada 1 kez 30 dk olmak üzere toplam 3 hafta hibrit kompozit (Spectrum TPH), kompomer (Dyract AP), PRG önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer kompozit (Reactmer) ve RMCIS (Fuji II LC) yüzeyine uygulayıp yüzey sertliği testine tabi tutmuşlardır. Kontrol ve ağartma grupları arasında yüzey sertliğinde anlamlı değişiklik bulamamışlardır.

Garcia Godoy F ve Garcia Godoy A (2002), üç ağartma materyalini hem posterior hem anterior bölgede kullanılan kompozit rezinler üzerine uyguladığı çalışmada yüzey sertliğini ve yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmiştir. Kontrol ve ağartma gruplarında posterior kompozitler daha yüksek sertlik değerleri vermiştir. Ağartmanın yüzey sertliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerinde değişiklik yapmadığı görülmüştür.

Okte ve ark. (2006), 3 ağartma materyalini (Night Effects, Simply White Night, Opalescence Quick) Filtek Supreme ve Esthet-X yüzeyine 14 gün günde 8 saat uygulanmış ve yüzey sertliğini değerlendirmişlerdir. Her iki kompozitte de yüzey sertliğinin azaldığını, ağartma materyalleri arasında fark olmadığını bildirmişlerdir.

Polydorou ve ark (2007), %38 HP içeren Opalescence Xtra Boost'u altı farklı restoratif materyal yüzeyine uyguladıktan sonra yaptığı yüzey sertliği testinde kompozit materyallerinin ağartma materyalinden anlamlı derecede etkilenmediğini bulmuştur.

Bahannan (2015), %10 KP içeren Opalescence'i günde 6 saat , %20 KP içeren Opalescence ve %35 KP içeren Opalescence'i haftada bir kez 30 dk nanokompozit (Filtek Supreme), RMCIS (Fuji II LC) ve feldspatik porselen (Duceram) yüzeyine uyguladıktan 21 gün sonra yüzey sertliğini test ettiği çalışmasında %10 KP uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre anlamlı fark bulamamıştır. %20 KP ve %35 KP uyguladığı RMGIC ve nanokompozitte ise anlamlı derecede azalma tespit etmiştir.

Rattacaso ve ark. (2011), %16 KP içeren Nitewhite'i üç farklı restoratif materyal üzerine uyguladığı 4 haftalık çalışmasında % 59.5 oranında inorganik doldurucu içeren Filtek Supreme Z350'nin (nanodolduruculu) sertliğinin anlamlı derecede azaldığını, bunun HP tarafından okside edilen organik matriks oranının fazla olmasına bağlı olduğunu bildirmiştir.

Yu ve ark. (2011), % 40 HP içeren Opalescence Boost'u nanohibrit (Filtek Z350), mikrohibrit (Filtek Z250), akışkan (Filtek Flow), kondanse edilen (Filtek 60), kompomer (Dyract AP), GCIS (Ketac Molar Easy) ve seramik (Vitablocs) yüzeyine uyguladığı çalışmasında seramik hariç diğer gruplarda yüzey sertliğinin anlamlı derecede azaldığını bulgulamıştır.

Hannig ve ark. (2007), farklı ağartma materyallerini kompozit (Compoglass) ve kompomer (Tetric Evo Ceram) yüzeyine uyguladığı çalışmasında tüm gruplarda kontrol grubuna kıyasla yüzey sertliğinin anlamlı derecede azaldığını bildirmiştir. Ağartma materyallerinin arasında anlamlı derecede fark bulamamışlardır.

De Andrade ve ark. (2014), % 10 KP(Whiteness Perfect), % 16 KP (Whiteness Perfect), %38 HP (Whiteness HP) içerikli ağartma materyallerini nanofil kompozit (Filtek Supreme) yüzeyine uyguladıktan sonra yüzey sertliğinin anlamlı derecede azaldığını ve %38 HP içeren ağartma materyalinin sertlik üzerinde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Sharafeddin ve Jamalipour (2010), %35 CP (Opalescence Quick)'in Heliomolar (mikrofil kompozit) ve Spectrum TPH (hibrit kompozit) üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında haftalık 30 dakikalık toplam 3 hafta uygulama sonunda mikrofil kompozitte yüzey sertliğinde anlamlı derecede fark bulamazken hibrit kompozitin yüzey sertliğinin anlamlı derecede artış gösterdiğini bulgulamışlardır. Ağartmadan bağımsız olarak hibrit kompozitin doldurucu oranının fazla olması nedeniyle yüzey sertliğinin mikrofil kompozitten daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Alqahtani (2013), % 10 KP içeren Opalescence PF'i mikrohibrit (Filtek Z250), nanofil (Filtek Z350), siloran bazlı (P90), hibrit (Valux Plus) kompozit yüzeylerine 14 gün boyunca uyguladığı çalışmasında kontrol gruplarına kıyasla ağartma uygulanmış Filtek Z350, Valux Plus ve P90'ın yüzey sertliğinin anlamlı derecede azaldığını, Filtek Z250'nin yüzey sertliğinin ise anlamlı derecede azalmadığını bildirmiştir. TEGDMA içeren rezin materyallerin ağartma ajanlarına karşı daha duyarlı olduğunu iddia etmişlerdir. Sonuçları Filtek Z350 ve Valux Plus'ın TEGDMA içermesi, Filtek Z250'nin içermemesi ile açıklamışlardır. Çalışmamızda en düşük yüzey sertliğini değeri gösteren Dyract XP grubunun TEGDMA içermesi bu çalışma ile uyumludur.

Bazı restoratif materyallerin değişikliklere daha duyarlı, bazı ağartma materyallerinin ise değişikliğe daha çok neden olduğunu görmekteyiz. Materyal farklılıklarının, uygulama süresinin ve yapay tükürük ortamında bekletmemenin farklı sonuçlar üzerinde etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Bu çalışmada her ne kadar in vivo ortam taklit edilmeye çalışılmışsa da bu in vitro çalışma modeli ağız ortamının kompleks yapısını tam olarak yansıtmayacağı için incelediğimiz ağartma materyallerinin etkileri konusunda son basamak testler olan klinik çalışmaların yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Çalışmamızda ağartma uygulamasından bağımsız olarak restoratif materyallerin, türüne ve içeriğine göre farklı yüzey pürüzlülük ve yüzey sertlik değerlerine sahip oldukları görülmüştür.
2. Ev tipi ağartmanın Fuji II LC'nin yüzey pürüzlülüğünü istatistiksel olarak anlamlı derecede arttırdığı, Fuji IX'un yüzey pürüzlülüğünü ise istatistiksel olarak anlamlı derecede azalttığı tespit edilmiştir.
3. Her iki ağartma yönteminin çalışmamızdaki tüm kompozit gruplarında ve Dyract XP'de yüzey pürüzlülüğünü istatistiksel olarak anlamlı olmamak kaydıyla arttırdığı görülmüştür.
4. Ev tipi ağartmanın, yüzey pürüzlülüğünü ofis tipi ağartmaya oranla daha fazla etkilediği görülmüştür.
5. Yüzey sertliğinin her iki ağartma yönteminden de anlamlı derecede etkilenmediği görülmüştür.
6. Literatür incelendiğinde sonuçların ağartma materyaline, uygulama süresine ve restoratif materyalin içeriğine bağlı olarak değişebileceği tespit edilmiştir. In vivo çalışmalarla ve klinik takiplerle desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ajlouni R, Bishara SE, Soliman MM, Oonsombat C, Laffoon JF, Warren J. The use of Ormocer as an alternative material for bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2005;75(1):106-108.
- de Alexandre RS, Sundfeld RH, Briso AL, Bedran-Russo AK, Valentino TA, Sundfeld ML. Effect of 10% carbamide peroxide dental bleaching on microhardness of filled and unfilled sealant materials. *J Esthet Restor Dent*. 2006;18(5):273-8.
- Al-Nazhan S. SEM observations of the attachment of human periodontal ligament fibroblasts to non-demineralized dentin surface in-vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathology Oral Radiol Endod* 2004; 97(3):393-397.
- Aliping-McKenzie M, Linden RW, Nicholson JW. The effect of saliva on surface hardness and water sorption of glassionomers and “compomers”. *Journal of Materials Science Materials in Medicine* 2003;14:869–73.
- Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi dental journal*. 2014;26(2),33-46.
- AM Sulieman, M. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology* 2000 2008;48(1),148-169.
- de Andrade IC, Basting RT, Lima-Arsati YB, do Amaral FL, Rodrigues JA, França FM. Surface roughness evaluation and shade changes of a nanofilled resin composite after bleaching and immersion in staining solutions. *Am J Dent* 2011;24:245-9.
- de Andrade, ICGB, Basting RT, Rodrigues JA, do Amaral FLB, Turssi CP, França, FMG. Microhardness and color monitoring of nanofilled resin composite after bleaching and staining. *European journal of dentistry* 2014;8(2),160.
- de A Silva MF, Davies RM, Stewart B, DeVizio W, Tonholo J, da Silva Júnior JG, Pretty IA. Effect of whitening gels on the surface roughness of restorative materials in situ. *Dent Mater* 22(10): 919-924, 2006.
- Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips' science of dental materials. 12th Ed., Saunders Elsevier. 2013.
- Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations—a systematic review. *Dent Mater* 2004;20(9):852-861.
- Babay N. SEM study on the effect of two different demineralization methods with saturated tetracycline hydrochloride on diseased root surfaces. *J Contemp Dent Pract* 2001;15:25-35.
- Bailey SJ, Swift Jr EJ. Effects of home bleaching products on composite resins. *Quintessence international* 1992;23(7),2.

- Bagheri R, Burrow MF, Tyas MJ. Surface characteristics of aesthetic restorative materials - an SEM study. *J Oral Rehabil* 2007;34:68-76.
- Bahannan SA. Effects of different bleaching agent concentrations on surface roughness and microhardness of esthetic restorative materials. *The Saudi Journal for Dental Research* 2015;6(2),124-128.
- Bahari M, Oskoe SS, Mohammadi N, Chaharom MEE, Godrati M, Oskoe ASS. Effect of different bleaching strategies on microhardness of a silorane-based composite resin. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects* 2016;10(4),213.
- Basting RT, Serra MC, Rodrigues AL. In situ microhardness evaluation of glass-ionomer/composite resin hybrid materials at different post-irradiation times. *J Oral Rehabil* 2002;29:1187-95.
- Bayne SC, Thompson JY. *Biomaterials*. In: Roberson TM, Heyman HO, Swift JE, editors. *Art and science of operative dentistry*. 5th Ed, Toronto, Mosby Elsevier. 2011;4:135-233.
- Berastegui E, Canalda C, Brau E, Michel C. Surface roughness of finished composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1992;68(5),742-749.
- Berga C, Forner N, Amengual L. In vivo evaluation of the effects of 10% carbamide peroxide and 3.5% hydrogen peroxide on the enamel surface. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2007;1;12(5):404-7.
- Brenna F. *Restorative Dentistry: Treatment Procedures and Future Prospects*. 1. Basim, St. Louis, Elsevier Mosby. 2011; 200-290.
- Breschi L, Gobbi P, Falconi M, Ruggeri A Jr, Mazzotti G, Di Lenarda R, Prati C. Effect of dentinal pretreatments on coronal dentin primary carious lesions: a field emission SEM study. *Clin Oral Investig* 2003;7(3): 140-147.
- Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dent Mater* 1997;13:258-69.
- Bowen, Rafael L. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bis phenol and glycidyl acrylate. 1962; 3,066,112.
- Braga RR, Pfeifer CS, Sakaguchi RC. Testing of dental materials and biomechanics. Sakaguchi RL Powers JM, editors. *Craig's restorative dental materials*. 13th Ed. Elsevier Mosby 2012;5:83-108.
- Burgess JO, Walker W, Davidson JM. Posterior resin based composites Review of literature *Pediatric Dentistry* 2002;24:465-479.

- Campos I, Briso AL, Pimenta LA, Ambrosano G. Effects of bleaching with carbamide peroxide gels on microhardness of restorative materials. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15(3):175-182.
- Cehreli ZC, Yazici R, Garcia-Godoy F. Effect of home-use bleaching gels on fluoride releasing restorative materials. *Operative Dentistry-University Of Washington* 2003;28(5), 605-609.
- Cengiz E, Kurtulmus-Yilmaz S, Ulusoy N, Deniz ST, Yuksel-Devrim E. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of five different composite resins: A SEM evaluation. *Scanning* 2016;38(3),277-283.
- Chen JH, Xu JW, Shing CX. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *J Prosthet Dent* 1993;69:46-48.
- Chen HY, Manhart J, Hickel R, Kunzelmann K. Polymerization contraction stress in light-cured packable composite resins. *Dental Materials* 2001;17:254-259.
- Chen MH, Chen CR, Hsu SH, Sun SP, Su WF. Low shrinkage light curable nanocomposite for dental restorative material. *Dent Mater* 2006;22(2):138-45.
- Chen MH. Update on dental nanocomposites. *Journal of Dental Research* 2010;89(6), 549-560.
- Curtis AR, Palin WM, Fleming GJ, Shortall AC, Marquis PM. The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: Characterizing discrete filler particles and agglomerates using a micromanipulation technique. *Dent Mater* 2009;25:180-7.
- Dadoun MP, Bartlett DW. Safety issues when using carbamide peroxide to bleach vital teeth – a review of the literature. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2003;11: 9-13.
- Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14(4):292-304.
- D'Alpino PHP, Bechtold J, dos Santos PJ, Alonso RCB, Hipolito VC, Silikas N, Rodrigues FP. Methacrylate-and silorane-based composite restorations: Hardness, depth of cure and interfacial gap formation as a function of the energy dose. *Dent Mater* 2011; 27:1162-1169.
- Davis NA. Nanotechnology composite. *Compend Contin Educ Dent* 2003;24(9):665-667.
- Dayangaç GB. Kompozit Restorasyonlar. 2. Basım, İstanbul, Quintessence Yayıncılık. 2011; 10-29.
- Della BA, Rosa V, Cecchetti D. Influence of shade and irradiation time on the hardness

- of composite resins. *Braz Dent J* 2007;18:231-234.
- Demarco FF, Meireles SS, Masotti AS. Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Braz Oral Res* 2009;23:64–70.
- 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;29:39-45.
- Dogan A, Ozcelik S, Dogan OM, Hubbezoglu I, Cakmak M, Bolayir G. Effect of bleaching on roughness of dental composite resins. *The Journal of Adhesion* 2008;84(11); 897-914.
- Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, Sulc J, Nemec M, Miyagi M, Zanin F. Diode laser-activated bleaching. *Brazilian Dental Journal* 2004;15, SI-3.
- Duke ES. Has dentistry moved into the nanotechnology area? *Compend Contin Educ Dent* 2003;24(5):380-382.
- Eckert AS, Dede K, Ehbrecht S, Klettke T, Spenkuch A, Stippschild S, Thalacker C, Weinmann W. First cationically curing oxirane based dental filling material. *Polymer Preprints. A.C.S. Div. Polym.Chem*;2004,45: 343.
- Eimar H, Siciliano R, Abdallah MN, Nader SA, Amin WM, Martinez PP, Tamimi F. Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *Journal of Dentistry* 2012;40,25-33.
- Ergün G, Yenisey M. Fiberle güçlendirilmiş kompozit (FGK) sabit protezlerin taramalı elektron mikroskop (SEM) ile değerlendirilmesi ve içeriklerinin element analizlerinin (EDS) yapılması. *OMÜ Diş Hek Fak Derg* 2006;7:73-81.
- Ferracane JL. Current trends in dental composite. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.* 1995;6: 302-18.
- Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *DentMater.* 2006; 22: 211-222.
- Garcia-Godoy F, Garcia-Godoy A. Effect of bleaching gels on the surface roughness, hardness, and micromorphology of composites. *General dentistry* 2002;50(3),247-250.
- Gadegaard, N. Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotechnic & Histochemistry* 2006;81(2-3),87-97.
- Gladwin M, Bagby M. *Clinical Aspects of Dental Materials Theory, Practice, and cases.* USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2004;60-72.

- Goldstein RE, Garber DA. Complete Dental Bleaching. 1st edition, Chicago, Quintessence Publishing Inc. 1995; 165.
- Gönüloğlu N, Yılmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *Journal of dentistry* 2012;40,64-70.
- Greenwall L. Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated Guide. A brief history of tooth bleaching. London, UK. 2001; 24-30.
- Greenwall L. Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated Guide. The home bleaching technique. London, UK. 2001; 88-110.
- Greenwall L, McLaughlin G, Freedman GA. Power bleaching and in-office techniques. In: Greenwall L, editör. Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated Guide.. London, UK. 2001; 132-158.
- Gurbuz A, Ozkan P, Yılmaz K, Yılmaz B, Durkan R. Effect of At-Home Whitening Strips on the Surface Roughness and Color of a Composite and an Ormocer Restorative Material. *Journal of Prosthodontics* 2013; 22(1), 69-73.
- Gurgan S, Yalçın F. The effect of 2 different bleaching regimens on the surface roughness and hardness of tooth-colored restorative materials. *Quintessence International* 2007;38(2).
- Hafez R, Ahmed D, Yousry M, El-Badrawy W, El-Mowafy O. Effect of in-office bleaching on color and surface roughness of composite restoratives. *European journal of dentistry* 2010;4(2),118.
- Hannig C, Duong S, Becker K, Brunner E, Kahler E, Attin T. Effect of bleaching on subsurface micro-hardness of composite and a polyacid modified composite. *Dental Materials* 2007;23(2),198-203.
- Hayacibara MF, Ambrosano GMB, Cury JA. Simultaneous release of fluoride and aluminum from dental materials in various immersion media. *Operative Dentistry-University Of Washington* 2004;29(1),16-22.
- Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int* 1992;23:471-488.
- Heintze SD, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dental Materials* 2006;22(2),146-165.
- Heymann HO. Spesifik Konservatif Dental İşlemler. In: Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ, editors. *Art and Science of Operative Dentistry*. 5th Ed., North Carolina, Güneş Tıp Kitabevi. 2011; 625-685.

- 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.
- İnan H, Tamam E, Bağış B. Tam protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerimin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Diş Hek Fak Derg* 2008;17:171-176.
- Jackson RD, Morgan M. The new posterior resins and a simplified placement technique. *J.A.D.A.* 2000;131: 375-83.
- Janda R, Roulet JF, Kaminsky M, Steffin G, Latta M. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. *Eur J Oral Sci.* 2004;112:280-285.
- Jandt KD, Mills RW. A brief history of LED photopolymerization. *Dent Mater* 2013;29: 605-617.
- Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1998;42:613-627.
- Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry* 2004;32:3-12.
- Joniot S, Salomon JP, Dejoui J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Oper Dent* 2006;31:39-46.
- Jung, M. Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments. *Operative Dentistry* 1997;22 (3),98-104.
- Kakaboura A, Fragouli, M, Rahiotis, C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of material science, materials in medicine* 2007;18:155-163.
- Kaya D, Ebru R. Advances in Glass Ionomer Cements. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi; Supplement* 2013;7.
- Kaya S. Devital beyazlatma uygulanmış dişlerde kullanılan dört farklı restoratif materyalin mikrosızıntı açısından değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Doktora Tezi; 2005.*
- Kihn PW. Vital tooth whitening. *Dent Clin North Am.* 2007 Apr;51(2):319-31, viii.
- Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *J Prosthet Dent* 2002;87(6):642-649.

- Kugel, G. Direct and indirect adhesive restorative materials: A review. *American Journal of Dentistry* 2000;13,35-40.
- Langsten RE, Dunn WJ, Hartup GR, Murchison DF. Higher-concentration carbamide peroxide effects on surface roughness of composites. *J Esthet Restor Dent.* 2002;14(2):92-6.
- Larsen IB, Munksgaard EC. Effect of human saliva on surface degradation of composite resins. *Scand J Dent Res* 1991;99:254-61.(de andrande 2014).
- Lee JH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Effect of bleaching agents on the fluoride release and microhardness of dental materials. *Journal of Biomedical Materials Research Part A* 2002;63(5),535-541.
- Leonard RH Jr. Long-term treatment results with nightguard vital bleaching. *Compend Contin Educ Dent.* 2003 Apr;24(4A):364-74.
- Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc.* 2004 Feb;135(2):194-201; quiz 228-9.
- McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int* 1994;25:587-9.
- Meireles S, Fontes ST, Coimbra LA, Della Bona A, Demarco FF. Effectiveness of different carbamide peroxide concentrations used for tooth bleaching: an in vitro study. *J Appl Oral Sci* 2012;20:186-91.
- Mendes APKF, Barceleiro MDO, Reis RSAAD, Bonato LL, Dias KRHC. Changes in surface roughness and color stability of two composites caused by different bleaching agents. *Brazilian Dental Journal* 2012;23(6), 659-666.
- Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: biologic adverse effects-a review. *Quintessence Int.* 2008 Sep;39(8):645-59.
- Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *Journal of the American Dental Association* 2003;134 (10),1382-1390.
- Moszner N, Klapdohr S. Nanotechnology for dental composites. *Int. J. Nanotechnology* 2004;1:130-156.
- Mount GJ. Some physical and biological properties of glass ionomer cement. *International dental journal* 1995;45(2),135-140.
- Mujdeci A, Gokay O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry* 2006;95(4),286-289.
- Neme AL, Frazier KB, Roeder LB, Debner TL. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Operative Dentistry* 2002;27 (1),50-58.

- O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 2.Baskı, Chicago, Quintessence Pub Co. 1997; 18-114.
- O'Brien WJ. Dental Materials and Their Selection, 3.Baskı, Canada. 2002; 34-50. ?
- Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. Dental Materials 2001;17:34-9.
- Okte Z, Villalta P, García-Godoy F, Lu H, Powers JM. (2006). Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. Oper Dent, 31(5):623-628.
- Önal B. Restoratif Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi. İzmir: Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları 2001;47-68.
- Pamir T, Korkut ZO, Tezel H, Köse T, Özataş F. Aşındırıcılık Derceleri Farklı Beyazlatıcı Diş Macunlarının Kompozit Rezinlerin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Mikrosertliği Etkilerinin İncelenmesi. Gü Diş Hek Fak Derg 2007;24(2):89-95.
- Paraizo MA, Mendes LC, Gomes AS, Miranda MS, Amaral ACF. Degradation of a dental filling material after high caries challenge. Materials Research 2004;7(4):639-642.
- Park HJ, Kwon TY, Nam SH, Kim HJ, Kim KH, Kim YJ, Dent.Mater. J 2004;23,517-521.
- Polydorou O, Beiter J, König A, Hellwig E, Kümmerer K. Effect of bleaching on the elution of monomers from modern dental composite materials. Dent Mater 2009;25:254-260.
- Polydorou O, Hellwig E, Auschill TM. The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. Operative dentistry 2006;31(4),473-480.
- Polydorou O, Mönning JS, Hellwig E, Auschill TM. Effect of inoffice tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. Dent Mater 2007;23:153-158.
- Rattacaso RMB, Garcia LDFR, Aguilar FG, Consani S, Pires-de FDCP. Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. European journal of dentistry 2011;5(2), 143.
- Rawls KL. Mechanical properties of dental materials. In: Anusavice KJ, WB Saunders, St Louis editors. Phillips science of dental materials, 11th Ed., 2003; 69-143.
- Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Dias CTS. The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resinbased composites. Am J Dent 2002;15:193-197.

- Roberson TM, Heymann HO, Ritter AV, Kompozit Restorasyonlara Giriş. In: Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ, editors. Art and Science of Operative Dentistry. 5th Ed., North Carolina, Güneş Tıp Kitabevi. 2011; 497-524.
- Rosenstiel SF, Land MF, Crispin MJ. Dental lutingagents: A review of the current literature. J Prosthet Dent 1998;80:280-301.
- Rouhollahi MR, Mohammadibasir M, Talim Sh. Comparative depth of cure among two light-cured core build-up composites by surface vickers hardness. J Dent 2012;9(3):255-261.
- Ryba TM, Dun NWJ, Murchison DF. Surface roughness of various packable composites. Oper Dent 2003;27:243-247.
- Sakaguchi RL, Powers JM. In. Sakaguchi RL, Powers JM editors. Craig's restorative dental materials. 13th Ed., Philadelphia Elsevier Mosby. 2012; 5:83-108. bak
- Sakaguchi RL. In. Sakaguchi RL, Powers JM editors. Craig's restorative dental materials. 13th Ed., Philadelphia Elsevier Mosby. 2012; 161-199.
- Santini A, Miletic V, Swift MD, Bradley M. Degree of conversion and microhardness of TPO-containing resin-based composites cured by polywave and monowave LED units. J Dent 2012;40,577-584.
- Sarac D, Sarac SY, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. J Prosthet Dent 2006;96(1):33-40.
- Schemehorn B, Gonzalez-Cabezas C, Joiner A. A SEM evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on dental materials in vitro. J Dent 2004;32(1):35-39.
- Schwartz RS, Summit JB, Robbins JW. Fundamentals of Operative Dentistry, A Contemporary Approach, 3rd Ed., Quintessence Publishing, Illinois, 2006.??
- Seymen F, Gülhan A. Arka grup dişlerde kullanılan çeşitli dolgu materyallerinin yüzey sertliklerinin incelenmesi. İ Ü Diş Hek Fak Derg 1996;30:145-52.
- Sharafeddin F, Jamalipour. Effects of 35% carbamide peroxide gel on surface roughness and hardness of composite resins. Journal of dentistry (Tehran, Iran) 2010;7(1),6.
- Shintani H, Satou J, Satou N, Hayashihara H, Inoue T. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of Streptococcus Mutans HS-6 on composite resins. Dental Materials 1985; 1 (6), 225-227.

- Soares-Geraldo D, Scaramucci T, Steagall-Jr W, Braga SR, Sobral MA. Interaction between staining and degradation of a composite resin in contact with colored foods. *Braz Oral Res* 2011;25:369-75.
- Strassler HE, Bauman G. Current concepts in polishing composite resins. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1993;5(31):12-7.
- Sulieman M. An overview of bleaching techniques: I. History, chemistry, safety and legal aspects. *Dent Update*. 2004 Dec;31(10):608-10, 612-4, 616.
- Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 2. Nightguard vital bleaching and non-vital bleaching. *Dent. Update* 2005;32,39-46.
- Swift EJ. Ask the experts: nanocomposites. *J Esthet Restor Dent* 2005;17(1):3-4.
- Taher NM. The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *J Contemp Dent Pract* 2005;6:18-26.
- Tay FR, Pashley EL, Huang C, Hashimoto M, Sano H, Smales RJ. The glass-ionomer phase in resin-based restorative materials. *J Dent Res* 2001;80:1808-12.
- Thome T, Steagall W, Tachibana A, Braga SR, Turbino ML. Influence of the distance of the curing light source and composite shade on hardness of two composites. *J Appl Oral Sci* 2007;15(6):486-491.
- Turker SB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *J Prosthet Dent* 2003;89:466-473.
- Türkün LS, Türkün M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Operative Dentistry* 2004a;29 (2), 203-211.
- Tyas MJ. Clinical evaluation of a plyacid-modified resin composite (compomer) *Oper Dent* 1998;23:77-80.
- Ulukapı H. Effect of different bleaching techniques on enamel surface microhardness. *Quintessence Int.* 2007 Apr;38(4):e201-5.
- Ure D, Harris J. Nanotechnology in dentistry: reduction to practice. *Dent Update* 2003; 30(1): 10-15.
- Van Dijken JW, Ruyter IE. Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. *Acta Odontol Scand* 1987;45(5):337-346.
- Van Noort R. Introduction to dental materials, 2.Baskı, London, England Mosby, Int Pub Ltd. 2002; 96-123.

- Varanda E, Do Prado M, Simao RA, Dias, KRHC. Effect of in-office bleaching agents on the surface roughness and morphology of different dental composites: An AFM study. *Microscopy research and technique* 2013;76(5), 481-485.
- Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosth Dent* 2006;95:137-142.
- Wakefield CW, Kofford KR. Advances in restorative materials. *Dental Clinics of North America* 2001;45 (1),7-29.
- Wang L, Francisconi LF, Atta MT, Dos Santos JR, Del Padre NC, Gonini A Júnior. Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. *Eur J Dent* 2011;5:173-179.
- Wattanapayungkul P, Yap AU, Chooi KW, Lee MF, Selamat RS, Zhou RD. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth-colored restoratives with time. *Oper Dent* 2004;29:398-403.
- Wattanapayungkul P, Yap AU. Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. *Operative Dentistry* 2003;28(1),15-19.
- Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2005;21(1):68-74.
- Weitman RT, Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *Jada* 1975;65(12):29-33.
- Williems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int* 1993;24:641-57.
- Wilson KS, Antonucci JM. Interphase structure-property relationships in thermoset dimethacrylate nanocomposites. *Dent Mater* 2006;22(11):995-1001.
- Yalcin F, Gurgan S. Effect of two different bleaching regimens on the gloss of tooth colored restorative materials. *Dent Mater* 2005;21:464-468.
- Yap AU, Cheang PH, Chay PL. Mechanical properties of two restorative reinforced glass-ionomer cements. *Journal of Oral Rehabilitation* 2002;29(7), 682-688.
- Yap AU, Mok BY. Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. *Oper Dent* 2002;27:161-6.
- Yap AU, Ng SC, Siow KS. Soft-start polymerization: Influence effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Oper.Dent* 2001;26(3):260-6.
- Yap AU, Pek YS, Cheang P. Physico-mechanical properties of a fast-set highly viscous GIC restorative. *J Oral Rehabil* 2003;30:1-8.

Yu H, Li Q, Cheng H, Wang Y. The effects of temperature and bleaching gels on the properties of tooth-colored restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry* 2011;105(2),100-107.

Yu H, Li Q, Hussain M, Wang Y. Effects of bleaching gels on the surface microhardness of tooth-colored restorative materials in situ. *Journal of dentistry* 2008;36(4),261-267.

Zaimoğlu A, Can G, Ersoy AE, Aksu L. Diş hekimliğinde maddeler bilgisi. Ankara: Ankara Üniversitesi Kitabevi 1993;225-57.

Zhu S, Platt J. Curing efficiency of three different curing modes at different distances for four composites. *Oper Dent* 2011;36:362-371.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Funda SERİNSÖZ

Doğum Yeri: Nazilli

Doğum Tarihi: 08.08.1983

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl): Lisans: Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, 2002-2007

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Özel Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği, 2007-2012

E-posta: fundagky14@hotmail.com.