

EZGİ ERDEN KAYALIDERE

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL-2021

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

(UZMANLIK TEZİ)

**FARKLI BEYAZLATMA AJANLARI VE FARKLI CİLA
SİSTEMLERİNİN NANOFİL KOMPOZİT REÇİNERİN
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE VE RENK DEĞİŞİKLİĞİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

EZGİ ERDEN KAYALIDERE

**DANIŞMAN
PROF.DR.CAN DÖRTER**

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ PROGRAMI**

İSTANBUL-2021

TEZ ONAYI

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Tez Sınav Tutanağı

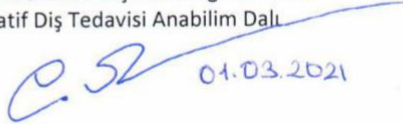
Adı ve Soyadı	Ezgi Erden Kayalidere
Baba Adı	Necati
Doğum Yeri/Tarihi	Altındağ/31.07.1991
Diploma Tarihi / Diploma No	18.06.2015/ 7932/10622
Mezun Olduğu Fakülte	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
İhtisas Yaptığı Anabilim Dalı/Bilim Dalı	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
İhtisas Süresi	3 Yıl
Sınav Yapılmasını İsteyen Makam	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

UZMANLIK TEZİNİN ADI: Farklı Beyazlatma Ajanları ve Farklı Cila Sistemlerinin Nanofil Kompozit Reçinenin Yüzey Pürüzlülüğüne ve Renk Değişikliğine Etkilerinin İncelenmesi

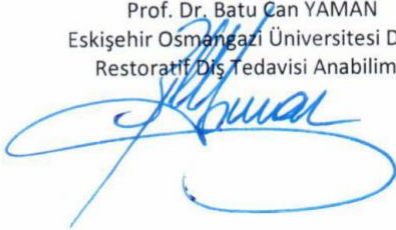
JÜRİ KARARI: Tezin kabulüne karar verildi.

JÜRİ ÜYELERİ:

BAŞKAN
 Prof. Dr. Can DÖRTER
 İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
 Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı


 01.03.2021

ÜYE
 Prof. Dr. Batu Can YAMAN
 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
 Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı



ÜYE
 Prof. Dr. Begüm EFES
 İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
 Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı



BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

EZGİ ERDEN KAYALIDERE

İTHAF

Aileme ithaf ediyorum

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, sonsuz sabrı ve hoşgörüsüyle hep yanımda olan ve ondan çok şey öğrendiğim tez danışmanım, çok değerli hocam Prof.Dr.Can Dörter'e;

3 yıllık klinik ve teorik çalışmalarımda bana her zaman yardımcı olup bilgilerini asla esirgemeyen başta Anabilim Dalı Başkanımız Prof.Dr.Yasemin Benderli olmak üzere Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'ndaki değerli Öğretim Üyeleri'ne;

Uzmanlık eğitimim boyunca her daim yanımda olan ve çok güzel anılar biriktirdiğim Uzm.Dt. Hıdır Tatar, Dt. Ferda Karabay, Dt. Merve Şahin, Dt. Ezgi Ok ve tüm bölüm arkadaşlarıma;

Ayrıca her koşulda desteklerini esirgemeyen annem, babam, abim ve çok değerli eşim Egemen Kayalidere'ye teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 32250

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	ii
BEYAN.....	iii
İTHAF.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Beyazlatmanın Tarihçesi.....	3
2.2. Beyazlatma Ajanlarının Bileşimi	4
2.2.1. Hidrojen Peroksit	4
2.2.2. Karbamid Peroksit.....	5
2.2.3. Hidrojen peroksit içermeyen materyaller	5
2.2.4. Kıvam Arttırıcı Ajanlar	5
2.2.5. Üre.....	6
2.2.6. Taşıyıcı.....	6
2.2.7. Sürfaktan ve Pigment ayrıştırıcı maddeler	6
2.2.8. Koruyucu.....	6
2.2.9. Tatlandırıcı	6
2.3. Hidrojen Peroksit ile Karbamid Peroksit arasındaki fark nedir?	7
2.4. Diş Beyazlatmanın Mekanizması	7
2.5. Beyazlatma İşleminin Endikasyonları	9
2.6. Beyazlatma İşleminin Kontrendikasyonları.....	9
2.7. Beyazlatma Yöntemleri	10
2.7.1. Vital Dişlerde Beyazlatma	10
2.7.1.1. Ofis Tipi Beyazlatma	10

2.7.1.2. Ev Tipi Beyazlatma	12
2.7.1.3. Over-the-counter Ürünler (Hasta Tarafından Satın Alınarak Kullanılan Sistemler)	13
2.7.1.4. Bekleme Odası Beyazlatma Tekniği	14
2.7.2. Non-vital Dişlerde Beyazlatma	14
2.7.2.1. Walking Bleach Tekniği	14
2.7.2.2. Inside/Outside Bleaching Tekniği	15
2.7.2.3. Non-vital Power Bleaching Tekniği	15
2.8. Beyazlatma İşleminin Yan Etkileri	15
2.9. Beyazlatma İşleminin Restoratif Materyallere Etkisi	16
2.9.1. Amalgam	17
2.9.2. Ormoser	17
2.9.3. Cam İyonomer Siman	18
2.9.4. Kompomer	18
2.9.5. Porselen	19
2.10. Kompozit Reçineler	19
2.11. Kompozit Reçinelerin Tarihçesi	19
2.12. Kompozit Reçinelerin Yapısı	20
2.12.1. Organik Polimer Matriks	20
2.12.2. İnorganik Doldurucu Partiküller	22
2.12.3. Bağlayıcı Ajan (Silan)	23
2.12.4. Başlatıcı-Hızlandırıcı Sistem	23
2.13. Kompozit Reçinelerin Sınıflandırılması	24
2.13.1. Megafil Kompozitler	24
2.13.2. Makrofil-Midifil-Minifil Kompozitler	24
2.13.3. Mikrofil Kompozitler	25
2.13.4. Hibrit Kompozitler	25
2.13.5. Nanokompozitler	25
2.13.5.1. Nanofil Kompozitler	26
2.13.5.2. Nanohibrid Kompozitler	27
2.14. Kompozit Reçinelerde Renklenme	27
2.14.1. Dışsal Renklenme	27
2.14.2. İçsel Renklenme	28

2.15. Dental Restorasyonlarda Yüzey Bitirme ve Cila İşlemleri.....	28
2.16. Yüzey Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Materyaller, Sınıflandırılmaları ve Bileşimleri.....	30
2.16.1. Bağlı Aşındırıcılar.....	31
2.16.2. Kaplı Aşındırıcılar.....	31
2.16.3. Bağlı Olmayan Aşındırıcılar	31
2.17. Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri	31
2.17.1. Alüminyum Oksit.....	31
2.17.2. Karbit Bileşikleri.....	32
2.17.3. Elmas Aşındırıcılar	32
2.17.4. Silikon Dioksit	32
2.17.5. Zirkonyum Oksit	32
2.17.6. Zirkonyum Silikat	32
2.18. Dental Bitirme ve Cila Materyalleri	33
2.18.1. Elmas Bitirme Frezleri	33
2.18.2. Karbit Bitirme Frezleri.....	33
2.18.3. Taşlar.....	33
2.18.4. Bitirme-Cila Diskleri ve Stripleri.....	33
2.18.5. Tekerlek, Çanak ve Sivri Uçlu Lastikler	34
2.18.6. Cila Patları.....	35
2.18.7. Aşındırıcı Emdirilmiş Fırçalar	35
2.19. Yüzey Pürüzlülüğü.....	35
2.20. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yöntemleri.....	36
2.20.1. Profilometreler	36
2.20.1.1. Mekanik Profilometreler	36
2.20.1.2. Optik Profilometreler	37
2.20.2. Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM)	37
2.20.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM).....	38
2.21. Dişhekimliğinde Renk	38
2.22. Renk Sistemleri	38
2.22.1. Munsell Renk Sistemi	38
2.22.1.1. Hue (Renk Tonu).....	39
2.22.1.2. Chroma (Renk Yoğunluğu).....	40

2.22.1.3. Value (Renk Değeri)	40
2.22.2. CIE L*a*b Renk Sistemi.....	40
2.23. Renk Ölçüm Yöntemleri	41
2.23.1. Görsel Renk Seçimi	41
2.23.2. Aletli Renk Seçimi	42
2.23.3. Kolorimetre	42
2.23.4. Spektrofotometre.....	43
2.23.5. Spektroradyometre	44
2.23.6. Dijital Kameralar.....	44
3. GEREÇ VE YÖNTEM	45
3.1. Çalışmada Kullanılan Kompozit Reçine.....	45
3.1.1. Filtek Ultimate Body (A2) (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD)	45
3.2. Çalışmada Kullanılan Bitirme ve Cila Sistemleri	46
3.2.1. Sof-Lex Bitirme ve Cila Diskleri (3M/ESPE)	46
3.2.2. OneGloss Kompozit Cila Seti (Shofu).....	47
3.3. Çalışmada Kullanılan Ofis Tipi Beyazlatma Ajanları	48
3.3.1. Opalescence Boost %40 Beyazlatma Ajanı	48
3.3.2. Opalescence Quick PF %45 Beyazlatma Ajanı	49
3.4. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Materyaller	50
3.5. Deney Gruplarının Belirlenmesi	52
3.6. Çalışma Planı	54
3.6.1. Kompozit Örneklerin Hazırlanması	54
3.6.2. Bitirme ve Cila İşlemlerinin Uygulanması	55
3.6.3. Örneklerin Saklanması	55
3.6.4. Örneklerin Solüsyonlarda Bekletilmesi	56
3.6.4.1. Çay	56
3.6.4.2. Kahve	57
3.6.5. Örneklerle Beyazlatma Ajanı Uygulaması.....	58
3.6.5.1. Opalescence Boost Ofis Tipi Beyazlatma Ajanı Uygulanması.....	58
3.6.5.2. Opalescence Quick Ofis Tipi Beyazlatma Ajanı Uygulanması	59
3.6.6. Dijital Spektrofotometre ile Renk Ölçümü	60
3.6.7. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü.....	62
3.7. İstatistiksel İncelemeler	63

4. BULGULAR.....	64
4.1. Yüzey Pürüzlülüğü (Ra) Ölçümlerine İlişkin Bulgular	65
4.1.1. Gruplar arasında Beyazlatma Ajanlarına Göre Yüzey Pürüzlülüğüne İlişkin Bulgular.....	67
4.1.2. Opalescence Boost ve Opalescence Quick Uygulanan Örneklerde Cila Türüne Göre Yüzey Pürüzlülüğüne İlişkin Bulgular	71
4.1.2.1. Opalescence Boost Uygulanan Gruba İlişkin İncelemeler:	72
4.1.2.2. Opalescence Quick Uygulanan Gruba İlişkin İncelemeler:	73
4.2. Renk Ölçümlerine İlişkin Bulgular	75
4.2.1. Cila Gruplarında Solüsyona Göre ΔE_1 Bulgularının Değerlendirilmesi	76
4.2.2. Kompozit Örneklerde Cila Türüne Göre ΔE_1 Bulguları	78
4.2.3. Sof-Lex Cila Grubunda Beyazlatma Ajanına Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulgularının Değerlendirilmesi.....	79
4.2.4. OneGloss Cila Grubunda Beyazlatma Ajanına Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulgularının Değerlendirilmesi.....	80
4.2.5. Kontrol Grubunda Beyazlatma Ajanına Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulgularının Değerlendirilmesi.....	81
4.2.6. Sof-Lex Cila Grubunda Solüsyona Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulguları	82
4.2.7. OneGloss Cila Grubunda Solüsyona Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulguları	83
4.2.8. Kontrol Grubunda Solüsyona Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulguları.....	85
4.2.9. Opalescence Boost Uygulanan Örneklerde Cila Türüne Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulgularının Değerlendirilmesi.....	86
4.2.10. Opalescence Quick Uygulanan Örneklerde Cila Türüne Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulgularının Değerlendirilmesi.....	87
5. TARTIŞMA	90
KAYNAKLAR	124
ÖZGEÇMİŞ	160

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3-1: Çalışmada kullanılan kompozit, içeriği, üretici firması, üretim seri numarası	46
Tablo 3-2: Çalışmada kullanılan bitirme ve cila sistemleri	46
Tablo 3-3: Çalışmada kullanılan beyazlatma ajanları.....	48
Tablo 3-4: Çalışmada kullanılan cihazlar ve üretici firmaları	50
Tablo 3-5: Çalışmada yer alan deney gruplarının belirlenmesi	53
Tablo 3-6: Çalışmadaki ana gruplar ve uygulanan bitirme ve cila işlemleri	55
Tablo 4-1: Tanımlayıcı özelliklerin dağılımı	64
Tablo 4-2: Cila türüne göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	66
Tablo 4-3: Gruplar arasında beyazlatma ajanlarına göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	68
Tablo 4-4: Gruplar arasında beyazlatma ajanlarına göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirilmesi (% Değişim)	70
Tablo 4-5: Opalescence Boost ve Opalescence Quick uygulanan örneklerde cila türüne göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirilmesi (% Değişim).....	72
Tablo 4-6: Cila gruplarına göre ΔE_1 , ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	75
Tablo 4-7: Cila gruplarında solüsyona göre ΔE_1 ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	77
Tablo 4-8: Çay ve kahve uygulanan kompozit örneklerde cila türüne göre ΔE_1 ölçümlerinin değerlendirilmesi	78
Tablo 4-9: Sof-Lex cila grubunda beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	80
Tablo 4-10: OneGloss cila grubunda beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	81
Tablo 4-11: Kontrol grubunda beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	82
Tablo 4-12: Sof-Lex cila grubunda solüsyona göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	83
Tablo 4-13: OneGloss cila grubunda solüsyona göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	84

Tablo 4-14: Kontrol grubunda solüsyona göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi	85
Tablo 4-15: Çay ve kahvede bekletilip Opalescence Boost uygulanan örneklerde cila türüne göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	86
Tablo 4-16: Çay ve kahve bekletilip Opalescence Quick uygulanan örneklerde cila türüne göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	88

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: HP'nin mekanizması (Dahl ve Pallesen 2003)	9
Şekil 2-2: Organik matriks fazda yer alan monomerler (Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA) (Sakaguchi ve Powers 2012).....	21
Şekil 2-3: Nanomer ve nanocluster (Sakaguchi ve Powers 2012).....	27
Şekil 2-4: Dental restoratif materyallerin bitirme ve cila işlem basamakları (Jefferies 2007).....	30
Şekil 2-5: Bitirme ve cila aletlerinin sınıflandırılması (Jefferies 1998; Anusavice ve ark. 2012).....	30
Şekil 2-6: Kazanılmış pürüzsüzlük ve inherent pürüzlülük (Albers 2002)	35
Şekil 2-7: Munsell renk sistemi (Ritter ve ark. 2018).....	39
Şekil 2-8: Munsell renk sistemi (Hue, Chroma, Value) (Derbabian ve ark. 2001)	39
Şekil 3-1: Filtek Ultimate A2 body kompozit (3M/ESPE).....	45
Şekil 3-2: Sof-Lex bitirme ve cila diskleri (3M ESPE)	47
Şekil 3-3: OneGloss cila seti (Shofu)	47
Şekil 3-4: Opalescence Boost %40 beyazlatma ajanı (Ultradent)	49
Şekil 3-5: Opalescence Quick PF %45 beyazlatma ajanı (Ultradent)	49
Şekil 3-6: VITA Easyshade Compact spektrofotometre (VITA Zahnfabrik).....	50
Şekil 3-7: Metaserv 250 zımpara cihazı (Buehler)	51
Şekil 3-8: Taylor Habson Surtronic pürüzlülük ölçme cihazı (Taylor Hobson Ltd.)	51
Şekil 3-9: 3M/ESPE Elipar S10 ışık cihazı (3M/ESPE).....	52
Şekil 3-10: Çalışmada kullanılan paslanmaz çelik kalıp (2x8 mm)	54
Şekil 3-11: Örneklerin bekletilmesi için kullanılan etüv cihazı (Termal Laboratuvar Aletleri San ve Tic. Koll. Şti, İstanbul, Türkiye).....	56
Şekil 3-12: Çalışmada kullanılan çay (Lipton Earl Gray, İngiltere).....	57
Şekil 3-13: Hazırlanan kahve solüsyonu (Nescafe Classic, İsviçre)	57
Şekil 3-14: Opalescence Boost ajanının örneklerle uygulanması	59
Şekil 3-15: Opalescence Quick ajanının örneklerle uygulanması	60
Şekil 3-16: Sof-Lex cila grubundaki örneklerin renklendirme ve beyazlatma işleminden sonraki renk değişimleri.....	61
Şekil 3-17: OneGloss cila grubundaki örneklerin renklendirme ve beyazlatma işleminden sonraki renk değişimleri	62

Şekil 3-18: Kontrol grubundaki örneklerin renklendirme ve beyazlatma işleminden sonraki renk değişimleri.....	62
Şekil 4-1: Kullanılan malzemelere ilişkin dağılımlar	65
Şekil 4-2: Sof-Lex, OneGloss ve Kontrol gruplarının Ra ölçümlerinin dağılımları	67
Şekil 4-3: Opalescence Boost ve Opalescence Quick uygulanan örneklerde cila türüne göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılımları	74
Şekil 4-4: Opalescence Boost ve Opalescence Quick uygulanan örneklerde cila türüne göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerindeki değişim oranlarının dağılımları	74
Şekil 4-5: Cila gruplarının ΔE değerlerine göre dağılımları	76
Şekil 4-6: Cila gruplarında solüsyona göre ΔE_1 ölçümlerinin dağılımları	78
Şekil 4-7: Çay ve kahve uygulanan kompozit örneklerde cila türüne göre ΔE_1 ölçümlerinin dağılımları	79

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

°C: Santigrad derece

%: Yüzde

<: Küçüktür

>: Büyüktür

Al₂O₃: Alüminyum oksit

SiO₂: Silikon dioksit

K₂O₂: Potasyum peroksit

NaF: Sodyum Florür

KNO₃: Potasyum Nitrat

ΔE: Delta

g: Gram

ml: Milim

g/mol: Gram/Mol

mW/cm²: Miliwatt/ santimetrekaare

μm: Mikrometre

nm: Nanometre

mm: Milimetre

rpm: dakikadaki devir sayısı

sn: Saniye

dk: dakika

SS: Standart sapma

TEGDMA: Triethylene glycol dimethacrylate

LED: Light Emitting Diode

CIE: Commision Internationale d'Eclairage

UDMA: Urethane dimethacrylate

PEGDMA: Polyethylene glycol dimethacrylate

Bis-EMA: Ethoxylated bisphenol A dimethacrylate

Bis-GMA: Bisphenol A glycidyl methacrylate

EDMA: Etylen glycol dimethacrylate

MMA: Metil metakrilat

Bis-DMA: Bisphenol A dimethacrylate

MPTS: Metakriloksi Propil Trimetoksi Silan

SEM: Scanning Electron Microscope

AFM: Atomic Force Microscope

TRPA-1: Transient Reseptör Potansiyel Ankyrin-1

MDTMS: Metakriloksi Desil Trimetoksi Silan

OTMS: Oktil Trimetoksi Silan

UDMS: Üretan Dimetakrilat Silan

Ort: Ortalama

HP: Hidrojen Peroksit

KP: Karbamid Peroksit

SP: Sodyum Perborat

p: İstatistiksel anlamlılık düzeyi

ÖZET

ERDEN KAYALIDERE, E. (2021). Farklı beyazlatma ajanları ve farklı cila sistemlerinin nanofil kompozit reçinenin yüzey pürüzlülüğüne ve renk değişikliğine etkilerinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi. İstanbul.

Bu çalışmanın amacı; cila işlemi uygulanan ve uygulanmayan kompozit yüzeylerin çay ve kahve solüsyonunda renklendirilmesinden sonra ofis tipi beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Filtek Ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) kompozit materyalinden 8 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde toplam 108 adet örnek hazırlanmıştır. 3 ana grup oluşturulup gruplardan biri cilalanmadan bırakılmış, diğerleri Sof-Lex (3M ESPE) disklerle veya OneGloss (Shofu, Kyoto, Japonya) lastiklerle cilalanmıştır. Daha sonra tüm gruplar 1 hafta boyunca çay veya kahve solüsyonunda bekletilmiştir. Renklendirme işleminden sonra örnekler Opalescence Boost (Ultradent, Utah, ABD) veya Opalescence Quick (Ultradent) ofis tipi beyazlatma ajanları birer hafta arayla toplam 2 seans uygulanmıştır (n=9). Ciladan sonra ve beyazlatmadan sonra profilometre kullanılarak aritmetik yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri hesaplanmıştır. Örneklerdeki renk değişimi spektrofotometre yardımıyla ciladan sonra, renklendirmeden sonra ve beyazlatmadan sonra olmak üzere üç aşamada ölçülerek hesaplanmıştır. Elde edilen iki renk değeri arasındaki fark ΔE formülüyle bulunmuştur. Elde edilen bulgular Mann-Whitney U testi, Kruskal Wallis testi, Bonferroni-Dunn testi, Wilcoxon Signed Ranks testi ile karşılaştırılmıştır ($p<0,05$). Yüzey pürüzlülük değerleri açısından en yüksek başlangıç pürüzlülük değeri OneGloss ile cilalanmış yüzeylerde gözlenmiştir ($p<0,01$). Beyazlatma sonrası tüm gruplarda başlangıca göre pürüzlülük değerleri anlamlı olarak artmıştır ($p<0,01$). Renk değişimi açısından en yüksek ΔE değerleri kahve ile renklendirilen yüzeylerde gözlenmiştir ($p<0,01$). Her iki solüsyonda sadece Sof-Lex ile cilalı yüzeylerde Opalescence Boost ΔE değerini $<2,7$ 'nin altına indirebilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Ofis tipi beyazlatma, Kompozit reçine, Cila, Yüzey pürüzlülüğü, Renk değişimi

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 32250

ABSTRACT

ERDEN KAYALIDERE, E. (2021). Investigation of the effects of different bleaching agents and different polishing systems on the surface roughness and color change of nanofil composite resin. Istanbul University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry. Master's thesis. Istanbul.

The aim of this study was to evaluate the effects of office-type bleaching agents on surface roughness and color change after the composite surfaces unpolished and polished systems are colored in tea and coffee solution. A total of 108 specimens of 8 mm diameter and 2 mm height were prepared of the Filtek Ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) composite resin. 3 main groups were created and one of the groups was left unpolished, the others were polished with Sof-Lex (3M ESPE) discs or OneGloss (Shofu, Kyoto, Japan) rubbers. Then all groups were immersed in tea or coffee solution for one week. After the discoloration process, Opalescence Boost (Ultradent, Utah, USA) or Opalescence Quick (Ultradent) office-type bleaching agents were applied for a total of 2 sessions, one week interval (n=9). Arithmetic surface roughness (Ra) values were calculated using the profilometer after polishing and after bleaching. The color changes of the samples were measured three times using a spectrophotometer: after polishing, after discoloration, after bleaching. The difference between two shades was calculated using the ΔE formula. The statistical analyses were performed by Mann-Whitney U, Kruskal Wallis, Benferonni-Dunn, Wilcoxon Signed Ranks test ($p<0,05$). In terms of surface roughness values, the highest initial roughness value was observed on polished surfaces with OneGloss ($p<0,01$). After bleaching, roughness values significantly increased in all groups compared to baseline ($p<0,01$). In terms of color change, the highest ΔE values were observed on the surfaces colored with coffee ($p<0,01$). After bleaching, Opalescence Boost was able to reduce the ΔE value below $<2,7$ in both solutions only on Sof-Lex group.

Key Words: In-office bleaching, Composite resin, Polishing, Surface roughness, Color change

The present study was supported by the Research Fund of Istanbul University. Project No: 32250

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Çekici bir gülümsemenin, sağlıklı, düzgün sıralanmış ve renklenmemiş dişlerin varlığının psikolojide olumlu etkileri bulunmaktadır. Güzellik görünümüne, zihne veya diğer duyulara haz veren niteliklerin bir kombinasyonudur. Günümüzde malzeme bilimi ve sofistike dental tekniklerin tanıtılması ve üretilmesiyle birlikte restorasyonlarda daha iyi bir estetik ve dayanıklılık elde edilmektedir (AL-Ameedee 2018). Adezif diş hekimliğindeki ilerlemeler sonucu geliştirilen kompozit reçineler mükemmel estetik özellikleri nedeniyle piyasaya sürüldükleri günden beri yaygın olarak kullanılmaktadır (Yap ve ark. 1997). Günümüzde nanofil kompozit reçinelerin gelişmesiyle birlikte daha düzgün ve daha pürüzsüz yüzeyler sağlanarak doğal görünümlü restorasyonlar elde edilebilmektedir (Garcia ve ark. 2006).

Her ne kadar kompozit materyallerle başarılı restorasyonlar yapılsa da, zamanla kompozit reçinelerde eksternal (dış) veya internal (iç) renklenmeler meydana gelebilmektedir (Canay ve Cehrelî 2003). Yiyecek ve içecekler veya plak birikimi eksternal renklenmelere sebep olabilirken, internal renklenmeler kompozit reçinelerde derinlerde meydana gelen fiziko-kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır (Reinhardt ve ark. 2019). Ayrıca bitirme ve cila işlemleri de kompozit reçinelerin yüzey kalitesini etkileyerek renk değişimi üzerinde doğrudan bir etki gösterebilmektedir (Lu ve ark. 2005).

Kompozit restorasyonların bitim ve cilası için çeşitli araçlar ve yöntemler geliştirilmiştir. Bu sistemler tek aşamalı veya çok aşamalı olabilmektedir. Tek aşamalı cila sistemlerinin gelişmesiyle birlikte klinikte cila için harcanan zaman azalmıştır. Böylece daha pürüzsüz yüzeyler daha kısa sürede ortaya çıkmaktadır (Yap ve ark. 2004). Ayrıca tek aşamalı cila sistemlerinin üstünlüklerinin en azından çok aşamalı tekniklerle kıyaslanabileceği gösterilmiştir (Koh ve ark. 2008; Barakah ve Taher 2014). Bununla birlikte bu sistemlerin performansında bazı tartışmalar da mevcuttur (Erdemir ve ark. 2012; Aytac ve ark. 2016).

Son zamanlarda diş beyazlatma işlemine artan bir talep vardır. Beyazlatma, dişlerin serbest radikaller üreten bazı peroksit içerikli jellerle muamele edilmesine dayanan renk giderme veya beyazlatma işlemidir. Radikaller dişte diffüzyona uğradıkça, diş yapısında bulunan ve dişlerin renklenmesinden sorumlu olduğuna

inanılan “kromofor” adı verilen organik maddelerle reaksiyona girer. Bu reaksiyon daha az kromatik maddelerin oluşumuna yol açar ve böylece dişlerdeki renklenmelerde azalma meydana gelir (Joiner 2006).

Diş beyazlatma ofis tipi veya ev tipi beyazlatma ajanları ile elde edilebilir. Ofis tipi beyazlatma ajanları yüksek konsantrasyonda peroksit içerir. Bu nedenle diş hekimleri tarafından nispeten daha kısa sürelerle kullanılır. Ev tipi beyazlatma sistemleri ise çok daha düşük konsantrasyonda peroksit içermektedir. Böylece daha uzun sürelerde ve evde hasta tarafından güvenli bir şekilde kullanılmaktadır (Attin ve ark. 2004).

Renklenmiş kompozitler için tercih edilecek çeşitli tedavi seçenekleri mevcuttur: diş fırçalama, cila işlemi uygulama, restorasyonu yenileme veya beyazlatma işleminin uygulanmasıdır (Canay ve Cehreli 2003; Azarpazhooh ve Limeback 2008). Diş fırçalama işlemi yavaş bir prosedürdür, cilalama ise derindeki renklemeler sebebiyle kompozit restorasyonu orijinal rengine geri döndüremeyebilir. Ayrıca yüzey tabakasının uzaklaştırılıp restorasyonun formunun bozulmasına da sebep olmaktadır. En çok tercih edilen tedavi seçeneği ise restorasyonun yenilenmesidir. Fakat bu da invazif bir işlemdir ve restorasyonun değiştirilmesi sırasında belirli bir miktarda sağlam diş dokusunun kaybına neden olmaktadır. Bu durum kalan diş dokusunda nihai bir zayıflamayla sonuçlanmaktadır (Elderton 1996; Elhamid ve Mosallam 2010). Renklenmeleri çıkarmak için alternatif bir yol olarak görülen beyazlatma ise daha etkili ve konservatif görülmektedir (Türkün ve Türkün 2004a). Bununla birlikte beyazlatma işleminin kompozit reçinelerde pürüzlülükte artışa sebep olabilmesi başarılı bir tedavi olmasını engelleyebilmektedir.

Bu çalışmada, nanofil kompozit reçinenin çok aşamalı ve tek aşamalı cila sistemleri ile cilalanması sonucu çay ve kahvedeki renklenme eğilimini belirlemek, bu cila sistemlerinin oluşturduğu başlangıç yüzey pürüzlülüğünü ölçmek ve daha sonra uygulanan ofis tipi beyazlatma ajanlarının bu yüzeylerdeki renk değişimine ve yüzey pürüzlülüğüne etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın hipotezi: 1) Sadece %40 hidrojen peroksit (HP) içerikli beyazlatma ajanı renklenmiş örneklerdeki rengi klinik olarak kabul edilebilir seviyelere çekebilecektir; 2) %40 HP ve %45 karbamid peroksit (KP) içerikli beyazlatma ajanlarının ikisi de kompozit reçinelerin yüzeyinde pürüzlülükte artışa sebep olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Beyazlatmanın Tarihçesi

Diş beyazlatma işlemi yüzyıllardır renklenmiş dişlerin tedavisinde kullanılan konservatif ve etkili bir tedavi seçeneğidir (Perdigao 2016). Diş hekimliği tarihinde, diş beyazlatma işlemini etkili bir şekilde gerçekleştirmeye yönelik birçok çaba olmuştur. Non-vital dişlerde beyazlatma 1848 yılında kalsiyum klorür kullanılarak başlamıştır ve 1864 yılında Truman, kalsiyum hidroklorit ve asetik asit çözeltisinden oluşan kloru kullanarak non-vital dişlerin beyazlatılmasındaki en etkili tekniği tanıtmıştır (Dwinelle 1850; Kirk 1889). Daha sonra, sulu bir sodyum hipoklorit çözeltisi olan “Labarraque çözeltisi” ticari bir türev olarak bilinmiştir (Woodnut 1861; M’Quillen 1868). On dokuzuncu yüzyılın sonlarında potasyum siyanür, oksalik asit, sülfüröz asit, alüminyum klorür, sodyum hipofosfat, pirozon, hidrojen dioksit (HP veya perhidrol) ve sodyum peroksit içeren diğer birçok beyazlatma maddesi de non-vital dişlerde başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Kingsbury 1861; Bogue 1872; Kirk 1889; Harlan 1891; Atkinson 1892; Kirk 1893; Haywood 1992).

Pirozon, 1950'lerin sonlarında ve 1960'ların başlarında non-vital dişlerde sodyum perborat gibi etkili bir şekilde kullanılmaya devam etmiştir (Pearson 1958; Spasser 1961). 1970'lerin sonlarında Nutting, güvenlik amacıyla pirozon yerine süperoksol kullanmaya başlamış ve daha sonra sinerjik bir etki elde etmek için sodyum perborat ile birleştirmiştir (Nutting 1976).

Vital dişlerin beyazlatılması 1868 yılı gibi erken bir zamanda gerçekleştirilmiştir. İlk olarak oksalik asit ve daha sonra pirozon veya HP kullanılmıştır. HP, 1918 yılında Abbot tarafından rapor edilen ve “power bleaching” olarak bilinen işlemde ısı veya ışık aktivasyonu ile kullanılan ana üründür (Haywood 1992; Goldstein 1997; Suleiman 2004; Joiner 2006; Buchalla ve Attin 2007).

1960'ların sonunda, bir ortodontist olan Dr. Bill Klusmier, hastalarına “reçetesiz” oral antiseptik olan, geceleri kişiye özel plaklar ile uygulanan %10 KP içeren Gly-Oksit (Marion Merrell Dow Kansas City, MO, ABD) verdiğinde başarılı bir ev tipi beyazlatma tekniği belirlenmiştir. Klusmier, bu tedavinin sadece dişeti sağlığını iyileştirmekle kalmadığını, aynı zamanda dişleri beyazlattığını da keşfetmiştir (Haywood ve ark.1990).

Daha sonra Proxigel (%10 KP, su, gliserin ve karbopol karışımı) piyasaya sürülmüş ve ortodonti hastalarında KP'nin yavaş salınması nedeniyle Gly-Oxide'in yerini almıştır. North Carolina Üniversitesi tarafından Proxigel'in klinik etkinliği onaylanmıştır. Ardından Haywood ve Heymann (1989) çalışmalarında “Gece koruyuculu vital beyazlatma” ve evde beyazlatma ürünü olan “White and Brite” (Omni International, Albertson, NY, ABD) adlı ev tipi beyazlatma tekniğini tanıtmışlardır. İlerleyen zamanlarda da diğer birçok beyazlatma ürünleri ve teknikleri tanıtılmıştır (Haywood 1991).

"Over-the-counter" beyazlatma ürünleri ise ilk olarak 1990'larda ABD'de kullanılan, düşük yoğunluklu HP veya KP içeren ve evde kullanım için tüketicilere satılan ilk ürünlerdir (Greenwall ve ark. 2001).

2.2. Beyazlatma Ajanlarının Bileşimi

Güncel beyazlatma ajanları hem aktif hem de inaktif bileşenler içerir. Aktif bileşenler HP veya KP bileşiklerini içerir. Bununla birlikte, aktif olmayan bileşenler; kıvam arttırıcı ajanlar, taşıyıcı, sürfaktan, pigment seyreltici, koruyucu ve tatlandırıcı içerebilir (Alqahtani 2014).

2.2.1. Hidrojen Peroksit

HP suda büyük ölçüde çözünen renksiz bir sıvıdır. Acı bir tadı vardır ve oksitleyici bir maddedir. Endüstriyel olarak ağartma, su ve kanalizasyon sistemlerinde ve tohum dezenfeksiyonu gibi pek çok kullanım alanı vardır (Tredwin ve ark. 2006).

HP dişlerin beyazlatılmasında aktif ajan olarak kullanılmaktadır ve birçok beyazlatma ajanında HP bulunmaktadır. Bu ajan doğrudan kullanılabilir veya beyazlatma işlemleri için sodyum perborat (SP) ya da KP'den kimyasal reaksiyon ile üretilir (Dahl ve Pallesen 2003). HP kostiktir, temas halinde dokuları yakar ve toksik serbest radikalleri, perhidroksil anyonları ya da her ikisini de serbest bırakır. HP'nin yüksek konsantrasyonlu çözeltisi termodinamik olarak kararsız olduğundan, soğuk bir ortamda ve karanlık bir kapta muhafaza edilmedikçe patlayabilme ihtimali vardır (Rotstein ve Li 2008).

Bu ajan ofis tipi beyazlatma protokolleri için yüksek konsantrasyonda kullanılır (%15-%40) (Kwon ve Wertz 2015; De Geus ve ark. 2016; Rezende ve ark. 2016). %30 -%35 arasında stabilize edilmiş çözeltileri en yaygın olanlardır. %35 HP içeren silikon

dioksit jel formları da mevcuttur, bunların bazıları kompozit reçineyi polimerize eden ışıqla aktive edilmektedir (Rotstein ve Li 2002).

2.2.2. Karbamid Peroksit

KP ($\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$) ajanı HP'ye alternatif olarak tanıtılmıştır ve kullanımı yaygınlaşmıştır (Haywood 1992; Wattanapayungkul ve Yap 2003). Bu ajan stabil değildir, doku ve tükürük ile temasında bileşenlerine hemen ayrılır (Haywood 1992). Üre peroksit ya da üre hidrojen peroksit olarak da bilinen bu ajan öncelikle HP ve üreye ve bir sonraki aşamada su, karbondioksit ve oksijene ayrılır (Suliman 2004; Aschheim 2015). %10'luk KP ayrıştığında yaklaşık %3,5 HP ve %6,5 üre konsantrasyonu elde edilir (Perdigao 2010).

KP'nin kullanılan konsantrasyonları %10 ila %45 arasında değişmektedir ve ev tipi ajanların konsantrasyonları ise %22'ye kadardır (Perdigao 2010; De Geus ve ark. 2016; Rezende ve ark. 2016).

2.2.3. Hidrojen peroksit içermeyen materyaller

Bu materyaller aktif içerik olarak SP ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$) içermektedirler (Watts ve Addy 2001). SP toz halinde mevcut olan oksitleyici bir ajandır (Plotino ve ark. 2008). Bu ajan taze olduğunda, mevcut oksijenin %9,9'una karşılık gelen yaklaşık %95 oranında perborat içerir. SP toz halindeyken stabildir (Weiger 1994). Asit, ılık hava veya su varlığında sodyum metaborat, HP ve oksijen oluşturmak üzere ayrışır (Plotino ve ark. 2008). Üç tip SP preparatı mevcuttur: monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat. Beyazlatmanın etkinliğini belirleyen bu formların açığa çıkardığı serbest oksijen miktarında farklılık vardır (Weiger 1994). Yaygın olarak kullanılan SP preparatları alkalidir ve bunların pH'ı, salınan HP miktarına ve artık sodyum metaborata bağlıdır (Rotstein ve Freidman 1991).

SP, konsantre HP çözeltilerinden daha kolay kontrol edilir ve daha güvenlidir. Bu nedenle, çoğu intrakoronel beyazlatma prosedüründe tercih edilen bir materyaldir (Rotstein ve Li 2008).

2.2.4. Kıvam Arttırıcı Ajanlar

Karbopol (karboksipolimetilen), beyazlatma ajanlarında en yaygın kullanılan kıvam arttırıcı bir üründür. Konsantrasyonu genellikle %0,5 ile %1,5 arasındadır. Bu yüksek moleküler ağırlıklı, poliakrilik asit polimeri iki ana avantaj sunar. İlk olarak,

beyazlatma maddelerinin viskozitesini artırır, bu da beyazlatıcı ajanının yüzeye daha iyi tutunmasını sağlar. İkincisi, beyazlatma ajanının aktif oksijen bırakma süresini 4 kata kadar artırır (Rodrigues ve ark. 2007).

2.2.5. Üre

Tükürük bezlerinde ve vücutta doğal olarak üretilmekte, dişeti cebinde ve tükürükte bulunmaktadır. Bakteriyel metabolizma aracılığıyla veya spontan olarak karbondioksit ve amonyağa ayrışmaktadır. pH üzerindeki etkisi konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlıdır (Greenwall 2001). Beyazlatma setlerinde; antikaryojenik etki, tükürük stimülasyonu, HP'yi stabilize etme, solüsyonun pH değerini yükseltme ve yara iyileştirme gibi özellikler sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Amonyakın yüksek pH'sı sayesinde beyazlatma prosedürleri kolaylaşmaktadır (Sun 2000).

2.2.6. Taşıyıcı

Gliserin ve propilen glikol beyazlatma ajanlarında en yaygın kullanılan taşıyıcılardır. Taşıyıcı, nemi muhafaza edebilmekte ve diğer bileşenlerin çözünmesine yardımcı olabilmektedir (Alqahtani 2014).

2.2.7. Sürfaktan ve Pigment ayrıştırıcı maddeler

Yüzey aktif maddesi (sürfaktan) veya pigment ayrıştırıcı içeren jeller, içermeyenlere göre daha etkili olabilmektedir (Feinman ve ark. 1991). Yüzey aktif maddesi olan sürfaktan, aktif beyazlatma ajanının yayılmasına izin veren bir yüzey ıslatma maddesi olarak görev yapar. Ayrıca pigment ayrıştırıcısı, pigmentleri süspansiyon halinde tutmaktadır (Alqahtani 2014).

2.2.8. Koruyucu

Koruyucu maddeler olarak metil, propilparaben ve sodyum benzoat yaygın olarak kullanılır. Beyazlatma ajanlarında bakteri üremesini önleme kabiliyetine sahiptir. Ek olarak bu maddeler, demir, bakır ve magnezyum gibi geçiş metallerini serbest bırakarak HP'nin parçalanmasını hızlandırabilir (Alqahtani 2014).

2.2.9. Tatlandırıcı

Tatlandırıcılar, beyazlatma ürünlerinin tadı ve tüketicinin kabulünü geliştirmek için kullanılan maddelerdir. Beyazlatma ajanlarında nane şekeri, nane, kış yeşili, anason ve sakarin gibi tatlandırıcılar bulunur (Alqahtani 2014).

2.3. Hidrojen Peroksit ile Karbamid Peroksit arasındaki fark nedir?

Bu iki aktif bileşen oksidasyon işlemi ile dişlerin beyazlatılmasını sağlamaktadır. Her iki bileşen de uygulamadan sonra beş dakika içinde sağlam mine ve dentinde diffüzyona uğrayıp renkte değişikliğe sebep olmaktadır (Mccaslin ve ark. 1999). Peroksitin sağlam mine ve dentin içinden bu kolay geçişi, beyazlatma sırasında diş hassasiyetinin de nedenidir; peroksit konsantrasyonu ne kadar yüksek olursa, hassasiyet o kadar artmaktadır (Matis 2003). Her iki peroksit, kompozitin mineye bağlanma kuvvetini azaltmaktadır. Bu azalmanın nedeni, mine içindeki oksijenin resin tag grubunu inhibe etmesinden kaynaklanır ve beyazlatma işleminden hemen sonra kompozit restorasyon yapılırsa bağlanma kuvvetinde %25-50 oranında bir azalma meydana gelir. Oksijen aynı zamanda dişin optik özelliklerinin de değişimine neden olur ve beyazlatma işleminden hemen sonra dişin daha beyaz görünmesini sağlar. Hem renk tonunun stabilize olması hem de oksijenin dişlerden ayrılırken bağlanma kuvvetinin normale dönmesi için her iki bileşen ile yapılan beyazlatma işleminden sonra minimum iki hafta geçmesi gerekir (Leonard ve ark. 1994a; Leonard ve ark. 1994b).

Diğer açıdan, bu iki ürün çok farklı davranır ve hastanın veya diş hekiminin beyazlatmaya yaklaşımını etkiler. HP ürünleri sadece 30-60 dakika aktiftir, genellikle gün içerisinde kısa bir uygulama süresi için tasarlanmıştır. HP, mine çürüklerinin başlamasını sağlayan pH 5.5 eşiğinin altında bir pH (5.0) değerine sahiptir. Dentin çürüğü pH 6,8' in altında olduğunda meydana gelir ve bu da HP ürünlerinin sadece kısa bir kullanım süresi için tasarlandığını gösteren bir başka göstergedir. KP ürünleri, ilk iki saat boyunca meydana gelen peroksit salımının yaklaşık %50'si ile on saate kadar aktiftir. Daha uzun bir uygulama süresi için, tercihen bir gecelik tasarlanmıştır. KP üre içerdiğinden uygulamadan sonra birkaç dakika içinde pH sekize yükselir (Leonard ve ark. 1994a; Leonard ve ark. 1994b). KP yüksek pH ve bazik yapısı nedeniyle hastalarda diş çürüğüne sebep olmaz.

2.4. Diş Beyazlatmanın Mekanizması

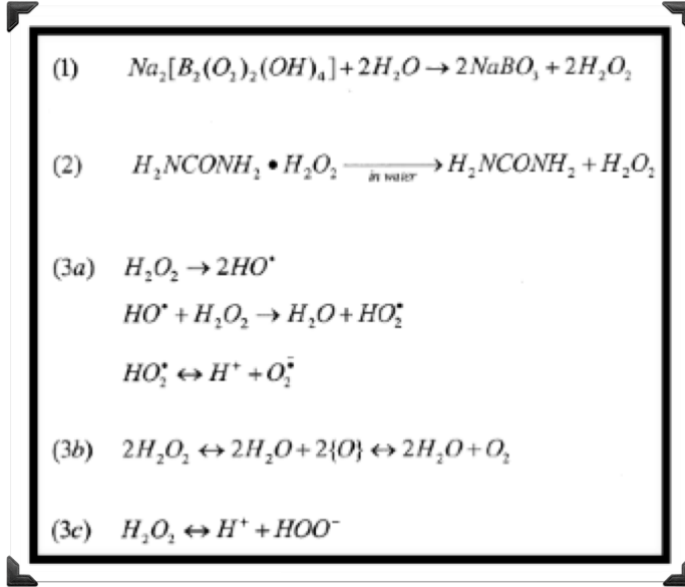
Oksitleyici maddeler olan HP ve KP'nin beyazlatma mekanizması hala tam olarak anlaşılamamıştır (Suleiman 2004). Bu işlem oksidasyon mekanizmasının kombinasyonlarından oluşmaktadır (Aschheim 2015). Beyazlatma, renklenmenin türüne ve reaksiyon anındaki fiziksel ve kimyasal koşullara göre değişmektedir (Rotstein ve Li

2008). Ofis ve ev tipi beyazlatma jelleri HP veya onun öncüsü olan KP içerir ve aktif bileşen olarak %3 ila %40 arasında HP'ye eşdeğerdir (Kashima-Tanaka ve ark. 2003).

Kromoforlar veya lekeler; heteroatomlar, fenil ve karbonil halkalarıyla birlikte tek ve çift bağların uzun zincirlerinden oluşan organik bileşiklerdir (Eimar ve ark. 2012). Kromofor teorisine göre beyazlatma ile bu uzun zincirlerdeki çift bağlar yok edilerek renksiz, dağınık moleküller halinde parçalara ayrılır veya kromoforlardaki bazı kimyasal bileşenlerde oksidasyon meydana gelir (Attin ve ark. 2003; Dahl ve Pallesen 2003; Suleiman 2004; Joiner 2006; Kihn 2007). Bu mekanizma güçlü oksitleyici ajanlar olan HP'den salınan serbest radikaller aracılığıyla gerçekleşir ve hidroksil, perhidroksil anyonları, süperoksit anyonları ve reaktif oksijeni içerir (Şekil 2-1) (Dahl ve Pallesen 2003; Joiner 2006). Bu küçük moleküller dışardan daha az ışık yansıttığı için bir beyazlatma etkisiyle sonuçlanır (Suleiman 2004; Kihn 2007). Alkali koşullarda perhidroksil anyonları genellikle beyazlatma işlemini yürütürken, serbest radikaller nötr ve asidik koşullarda daha önemlidir (Joiner 2006).

Raman spektroskopileri ve Fourier Transform Infra-Red (FTIR) kullanılarak yapılan çalışmalarda ise mine içindeki kromofor veya ürünleri tespit edilememiştir. Bu sonuç kromofor teorisi ile tutarsızdır (Fattibene ve ark. 2005; Darchuk ve ark. 2008; Eimar ve ark. 2012).

HP moleküllerinin bölünmesi ısı, ışık veya lazerlerin varlığında hızlanmaktadır (Buchalla ve Attin 2007; Kihn 2007). Isı varlığında her 10 °C'lik sıcaklık artışında HP'nin ayrışması 2 kat artar ancak, pulpal nekroz riski nedeniyle sıcaklık 5.5 °C'lik kritik eşiği aşmamalıdır (Süleiman 2005b; Joiner 2006; Buchalla ve Attin 2007). Diğer taraftan ışık kaynakları iki mekanizma ile HP'nin parçalanmasını sağlar. Birincisi; ışık, beyazlatma ajanları tarafından emilir ve enerjinin bir kısmı ısıya dönüştürülür (Buchalla ve Attin 2007). İkinci olarak, HP'nin ayrışmasında direkt olarak beyazlatıcı ajanların fotolizinin uyarılması neden olabilir (Joiner 2006; Buchalla ve Attin 2007). Renklendiriciler ışığın emilimini arttırmak için beyazlatıcı ajanların formülasyonlarına karıştırılabilir (Joiner 2006; Buchalla ve Attin 2007). Örneğin, karoten mavi ışığın emilimini artırırken, küçük silika parçacıkları kızıl ötesi ışığın emilimini artırır (Buchalla ve Attin, 2007).



Şekil 2-1: HP'nin mekanizması (Dahl ve Pallesen 2003)

1) SP'den HP açığa çıkması. 2) KP'den HP açığa çıkması. 3a) HP'den hidroksil, perhidroksil radikallerinin ve süperoksit anyonlarının oluşması. 3b) Stabil olmayan reaktif oksijen moleküllerinin oksijene dönüşmesi. Hiçbir serbest radikal üretilmez. HP'nin beyazlatma etkisi ortadan kalkar. 3c) Stabil olmayan reaktif oksijen moleküllerinin HP anyonlarına dönüşmesi.

2.5. Beyazlatma İşleminin Endikasyonları

Neredeyse her hasta dişlerine beyazlatma işlemi uygulamak isteyebilir. Ancak her vakada başarılı bir sonuç alınacağı ya da hastanın estetik ihtiyaçlarının karşılanacağı garanti edilemez. Hekim mutlaka hastanın ihtiyacına en uygun yöntemi tercih etmelidir (Suleiman 2004).

Yaygın renklenmeler, yaşlanma, çay, kahve gibi diyetle yönelik ve sigara gibi alışkanlıklar, florozis vakaları, travmatik pulpal değişiklikler, yüzeysel tetrasiklin renklenmeleri gibi durumlarda beyazlatma işlemi uygulamak endikedir (Suleiman 2004).

2.6. Beyazlatma İşleminin Kontrendikasyonları

Beklentisi yüksek olan hastalar, çürük ve periapikal lezyonlu dişler, hamilelik durumu, dentini açıkta olan, çatlak ve hassasiyeti olan dişler, gülme hattında geniş restorasyon ve kuronu bulunan hastalar, gözle görülebilir dişeti çekilmesi ve sarımsı kök yüzeylerinin açığa çıktığı hastalar, ileri derecede tetrasiklin renklenmeleri, koopere olmayan hastalarda beyazlatma işlemi kontrendikedir (Suleiman 2004; Özel ve ark 2007).

2.7. Beyazlatma Yöntemleri

Vital ve non-vital dişleri beyazlatmak için farklı yöntemler kullanılır ve prosedürlerin başarısı leke tipinden, beyazlatıcı ajanın lekeye ulaşma kabiliyetinden ve leke ile temas halinde olduğu zaman sayısından etkilenmektedir (Haywood 1992; Dahl ve Pallesen 2003; Suleiman 2005a; Joiner 2006).

2.7.1. Vital Dişlerde Beyazlatma

Literatürde beyazlatma için bir dizi yöntem ve yaklaşım tanımlanmıştır. Farklı beyazlatıcı ajanlar, konsantrasyonlar, uygulama zamanları, ürün formatları, uygulama metodları ve ışık aktivasyon yöntemleri kullanılarak yapılan yöntemler vardır (Goldstein ve Garber 1995; Sulieman 2004; Kugel ve Ferreira 2006). Bununla beraber üç temel beyazlatma yaklaşımı vardır bunlar; ev tipi ya da night guard beyazlatma, ofis tipi ya da power bleaching ve over-the-counter ürünler ile beyazlatma (Heymann 2005).

2.7.1.1. Ofis Tipi Beyazlatma

Ofis tipi beyazlatma adından da anlaşılacağı gibi diş hekimi kliniğinde uygulanır. Zaman alıcıdır, çünkü tek bir randevuda tatmin edici sonuçlar nadiren elde edilir. Hasta seans başına beyazlatıcının iki kez veya daha fazla uygulanması ile birkaç randevuya gelmek zorundadır (Perdigao ve ark. 2004, Joiner 2006, Buchalla ve Attin 2007). Aynı zamanda maliyetli bir prosedürdür (Suleiman 2005b; Kihn 2007). Bu teknikte diş hekimi prosedür boyunca tam kontrole sahiptir ve istenen renk tonu / etki elde edildiğinde onu durdurma özelliğine sahiptir.

Ofis tipi beyazlatmada kullanılan ürün renksiz bir sıvı olan ve molar kütlesi 34,01 g/mol ile sudan biraz daha yüksek viskoziteye sahip olan HP'dir. Düşük moleküler ağırlığından ötürü oksijen salınımı yapmakta ve böylece dentin tübülleri içindeki organik ve inorganik bileşiklerin çift (karbon) bağlarını kırarak dentine nüfuz edebilmektedir (Seghi ve Denry 1992).

Bu tip beyazlatmalara %15 ila %40 arasında değişen yüksek HP konsantrasyonları eşlik eder (Bowles ve Ugwuneri 1987). Ofis tipi beyazlatma, hızlı sonuç elde etmek isteyen veya ev tipi beyazlatma rejimi ile sorun yaşayan hastalar için endikedir (Summit ve ark. 2006).

Bu teknikte HP doğrudan diş yüzeyine uygulanır ve bir veya daha fazla seansta gerçekleştirilebilecek her biri 15 dakikalık 2-4 uygulama gerektirir (Kwon ve Wertz

2015, Guidice ve ark. 2016). Bununla birlikte bu genel endikasyonlara rağmen süre, işlemlerin sayısı ve kullanım yöntemleri her zaman imalatçının talimatlarına uygun olmalı ve jelin konsantrasyonuna bağlı olarak değişmelidir (Casado ve ark. 2018). HP ile beyazlatma sağlanan teknik mükemmel bir şekilde rubber-dam uygulanması ve dikkatli hasta yönetimi gerektirir. Yumuşak dokuların beyazlatıcı ajana istemeden maruz kalmasını engelleyebilmek için rubber-dam uygulanmasından önce hastanın dudaklarına ve diş eti dokusuna vazelin sürülebilir (Hall 1991). Aynı zamanda yumuşak dokuların izolasyonu ışıkla sertleşen gingival bariyerler ile de yapılabilir (Ontiveros ve Paravina 2009). Ek olarak, yüksek oksidan madde konsantrasyonlarına karşı koruyucu gözlükler hem hasta hem de diş hekimi tarafından takılmalıdır (Bruzell ve ark. 2013).

Beyazlatma işlemi ısı, ışık veya lazer ile hızlandırılabilir (Suleiman 2005b; Joiner 2006). Abbot 1918 yılında, yüksek yoğunluklu ışık hareketinin kullanılmasının beyazlatma ajanlarının sıcaklığını arttırdığını ve ayrışma hızını hızlandığını bildirmiştir (Greenwall 2001). Işıkla aktive olan tedavi yüksek konsantrasyonlu HP ajanın ofiste uygulanmasını gerektirir ve aktivasyon halojen ışık, plazma ark, ışık yayan diyotlar (LED), lazerler ya da LED/lazer (hibrit) ışık kaynakları ile sağlanır. Böylece daha hızlı sonuç alınırken daha az zaman harcanmaktadır (Buchalla ve Attin 2007; Kihn 2007; Gonçalves ve ark. 2016). Fakat Buchalla ve Attin tarafından yapılan sistematik bir derlemede, ışıkla aktive edilen sistemlerin ilave bir yararının olmadığı bulunmuştur ve bu nedenle Amerika Diş Hekimliği Birliği ışıkla aktive edilen beyazlatma sistemlerini desteklememektedir (Buchalla ve Attin 2007).

Beyazlatma işleminde iki tip lazer kullanılabilir: görünür mavi ışık yayan argon lazeri ve görünmez kızılötesi ışık yayan karbondioksit lazeridir. Bu lazerler lekeli moleküller için hedeflenir ve bir katalizörün kullanımıyla, HP'yi oksijen ve suya hızla ayrıştırır. Katalizör/peroksit kombinasyonunun zararlı etkilerinden dolayı bu kombinasyona maruz kalacak yumuşak dokular, gözler ve giysiler korunmalıdır. Bu tür lazerlerin kullanıldığı beyazlatma tekniklerinde diş renginin daha hızlı açıldığı bildirilse de kısa dönemde şiddetli bir postoperatif duyarlılık görülebilir (Rotstein ve Li 2008).

Piyasada kimyasal olarak aktive edilmiş ofis tipi beyazlatma ajanları da mevcuttur (Goldstein 1997; Perdigao ve ark. 2004; Suleiman 2005b). Kimyasal katalizör, kullanımdan hemen önce HP'ye eklenir ve hızlı bir beyazlatma etkisi ile sonuçlanır. Bu sistemlerde başka hiç bir aktivasyon şekli gerekli değildir (Perdigao ve

ark. 2004; Süleyman 2005b).

İngiltere'de %6 - %7,5 oranında HP kullanan, ultrasonik olarak aktiveleştirilmiş beyazlatma sistemleri piyasaya sürülmüştür. Beyazlatma etkisine ulaşmak için sadece 5 dakikalık iki döngü gerekmektedir ve hızlı bir prosedürdür. Ultrasonik enerjinin daha çok serbest radikallerin üretimini sağladığı düşünülmektedir (Süleyman 2005b).

2.7.1.2. Ev Tipi Beyazlatma

1968 yılında Klusmeier tarafından KP kullanılarak yapılan ev tipi beyazlatma tekniği ilk kez ağız içi yaralarının tedavisinde bir ortodontik retainerda Gly-oksit (KP içerikli gargara) uygulandıktan sonra dişlerin beyazladığı fark edildiğinde tanımlanmıştır (Haywood ve Drake 1990). Bununla birlikte bu teknik 1989 yılında, Haywood ve Heymann tarafından “Night guard vital bleaching ” (gece koruyuculu vital beyazlatma) olarak tanımlandığı zaman dünya çapında kabul görmüştür (Haywood ve Heymann 1989).

Bu teknik hasta tarafından uygulanır ve diş hekimi tarafından denetlenir (Dunn, 1998). Plaklara uygulanan düşük konsantrasyonlu HP (%4 -%8) veya KP (%10 -%22) ajanları ile işlem gerçekleştirilir. Bu plaklar 2-6 hafta boyunca, günde 2-8 saat ağızda tutulur (de Almeida ve ark. 2012). Ev tipi beyazlatmanın en önemli avantajı düşük maliyeti, işlem sonrası rengin stabilitesi ve etkinliğidir (Ritter ve ark. 2002). En büyük dezavantajı ise hasta şikayeti ve daha uzun tedavi süresidir. KP hafif sarı, kahverengi veya turuncu lekelerde, floroziste, tetrasiklin renklenmelerinde ve sigara içenlerde kullanıldığında iyi bir beyazlatma etkinliğine sahiptir. Fakat çok koyu mavi-gri lekeler beyazlatma tedavisine cevap vermemektedir (Meireles ve ark. 2008).

Hekim mutlaka uygun endikasyonlu hastayı seçmeli ve tedaviye başlamadan önce dişlerin başlangıç rengini seçip fotoğraflamalıdır. Bu teknik için hastalardan çenelerin ölçüsü alınır. Plaklar alçı model üzerinde ve vakumlu cihazlarda hazırlanır. Bu plaklarda beyazlatma ajanı için rezervuarlar vardır, bunlar alçı model üzerinde oluşturulur (Roberson ve ark. 2013). Genellikle ön altı ya da sekiz diş beyazlatılır. Hastaya teslim edilmeden önce plak mutlaka hasta üzerinde denenmeli, pürüzlü yüzeyler ve dokulardaki beyazlayan alanlar düzenlenmelidir. Daha sonra plak hastaya teslim edilir ve bu tekniği nasıl uygulayacağı konusunda detaylı olarak bilgi verilir (Ritter ve ark. 2018).

Bazı ev tipi beyazlatma ürünlerinin içerisinde aktif peroksitlerin salınımı uzatmak ve KP ajanının viskozitesini arttırıp dişe yapışmasını sağlamak için karbopol de bulunur (Hegedüs ve ark. 1999; Moraes ve ark. 2006).

Tedavi süresince üst çeneden başlamak üzere çenelerin sırasıyla beyazlatılması önerilmektedir. Bu sayede beyazlatma işleminin etkinliğini görebilmek için alt çene standart olarak kalır. Ayrıca iki plağın aynı anda kullanılmasının sebep olacağı eklem problemlerinin oluşma potansiyelinin önüne geçilmiş olunur (Roberson ve ark. 2002).

2.7.1.3. Over-the-counter Ürünler (Hasta Tarafından Satın Alınarak Kullanılan Sistemler)

Over-the-counter ürünler arasında diş macunları, beyazlatma şeritleri, fırça yardımı ile paint-on uygulamaları ve aparey içine uygulanan jel içerikli sistemler bulunur.

Beyazlatıcı ürünler olarak pazarlanan diş macunları tipik olarak yüzey lekelerini çıkarmak için hafif bir aşındırıcı içerir ve bazıları az miktarda peroksit içerir. Diş macununa maruz kalma süresi kısadır. Bu nedenle beyazlatma macunlarının beyazlama potansiyeli minimaldir (Donly ve ark. 2002).

Beyazlatıcı şeritler 1980'lerin sonlarında piyasaya sürülmüş ve plakların kullanılmamasını sağlamak amacıyla oluşturulmuştur (Donly ve ark. 2007; Carey 2014). Dişlerin bukkal yüzeylerine uyacak şekilde şekillendirilmiş bu plastik şeritlerin üzerinde ince bir HP jel tabakası vardır. Bu şeritler günde 2 kez 30 dakika uygulanır ve 14 gün boyunca uygulamaya devam edilir (Carey 2014). HP konsantrasyonu %5 ila %14 arasındadır (Donly ve ark. 2007). Yapılan çalışmalar şeritlerin 14 güne kıyasla 28 gün boyunca kullanıldığında beyazlatma etkilerinin daha iyi olduğunu ve bu etkinin 2 yıl boyunca sürdürülebileceğini göstermiştir (Gerlach ve Barker 2004).

Paint-on jel uygulamaları HP ve KP içeren süspansiyonun mineye bir aplikatör yardımı ile uygulanmasını içerir (Kishta-Derani ve ark. 2007). Üreticinin talimatlarına göre genellikle 14 gün boyunca günde iki kez uygulanır (Buchalla ve Attin 2007).

Hekim tarafından reçete edilen ürünlere kıyasla bu ürünlerde temas süresi önemli ölçüde azdır. Bu nedenle, beyazlatma şeritleri ve paint-on jel uygulamaları, hekim tarafından reçete edilen ürünlerle benzer sonuçlar elde etmek için daha uzun süre kullanılmalıdır (Li 2003).

Bu yöntemler beyazlatılmış dişlerin bakımı için idealdir ve hekim tarafından reçete edilen ürünleri karşılayamayan veya birden fazla ofis ziyareti için vakti olmayan hastalar için iyi bir alternatiftir (Kugel ve Kastali 2000).

2.7.1.4. Bekleme Odası Beyazlatma Tekniği

Bu beyazlatma tekniği hem vital hem de vital olmayan dişler için kullanılabilir. Bekleme odası beyazlatma tekniği Quick-Start ürününün, beyazlatma prosedürünü başlatmak ve hastanın evde beyazlatmaya devam etmesini sağlamak için Den-Mat tarafından icat edilmiştir ve “Assisted Bleaching” deyimini oluşturulmuştur (Miller ve ark. 2000).

Hastaları plak kullanmaya alıştırmak veya vital dişlerin beyazlatılmasını hızlandırmak için tercih edilebilir. Yaklaşık %45’lik KP kişiye özel yapılmış bir plağa uygulanarak kullanılır. KP’nin etkinliği şırınganın kullanılmadan önce sıcak su altında tutulmasıyla arttırılabilir. Plak hasta ağzına yerleştirilir ve hastalardan 30 dakika boyunca ofisin bekleme odasında oturmaları istenir (Greenwall 2001; Yikilgan ve ark. 2017). 30 dakika sonra beyazlatıcı ajan durulanmadan önce dişlerden aspire edilir. Daha sonra yüksek volümlü tükürük emici kullanılarak her diş hava-su spreyi yardımıyla durulanır (Miller ve ark. 2000).

Bu yöntem temporomandibular eklem problemi olan veya evde plak kullanmaması gereken veya kullanmayı istemeyen hastalar için de önerilebilir (Goldstein ve Garber 1995).

2.7.2. Non-vital Dişlerde Beyazlatma

Walking bleach, modifiye walking bleach tekniği, inside/outside bleaching tekniği ve thermo / photo beyazlatma olarak da bilinen non-vital power bleaching tekniği olmak üzere vital olmayan dişlerde çok sayıda beyazlatma tekniği mevcuttur (Sulieman 2008).

2.7.2.1. Walking Bleach Tekniği

İlk olarak 1961’de Spasser tarafından tarif edilmiştir (Spasser 1961). Walking bleaching tekniği SP’nin su ile karışımının etkilenen dişin pulpa odasına kapatılmasını içerir ve prosedür istenen beyazlatma elde edilinceye kadar aralıklarla tekrar edilir. Teknik pulpa odasında bir hafta boyunca bırakılmış %30’luk HP ve SP kombinasyonu kullanılarak değiştirilmiş ve modifiye walking bleach tekniği denilmiştir (Setien ve ark.

2008). SP ile karıştırılan HP'nin etkisi yüksektir ve daha iyi bir beyazlatma etkisi ile sonuçlanmaktadır (Rotstein 2001). Arzu edilen beyazlatma elde edildikten sonra; kompozit reçine restorasyonunun polimerizasyonunu engelleyen oksijen inhibisyonunu azaltmak, dentin geçirgenliğinin artmasını önlemek ve kavite içindeki düşük pH'ı yükseltmek için kalsiyum hidroksit uygulaması önerilmektedir (Kehoe 1987; Demarco ve ark. 2001).

2.7.2.2. Inside/Outside Bleaching Tekniği

Bu teknik ilk önce Settembrini ve ark. tarafından tanımlanmış ve daha sonra modifiye edilmiştir (Liebenberg 1997; Settembrini ve ark. 1997). Adından da anlaşılacağı gibi dişlerin hem dış hem de iç yüzeylerine beyazlatma ajanı uygulanmaktadır. Kavite boşluğu tüm tedavi süresi boyunca açık kalmaktadır. Bu tekniğin avantajı düşük konsantrasyonlu beyazlatma ajanının istenen etkinin elde edilmesi için yeterli olmasıdır (Poyser ve ark. 2004).

Bu teknikte giriş kavitesi tamamen temizlenir ve kök kanal tedavisinin üzerine cam iyonomer siman uygulanıp diş, beyazlatma işlemine hazır hale getirilir. Tedavi süresi boyunca pulpa odası açık bırakılır. Hem pulpa odasının içine hem de dişin yüzeyine beyazlatma ajanı hasta tarafından uygulanır. Her 2-3 günde bir hasta çağırılarak beyazlatma miktarının takibi yapılmalıdır. Daimi restorasyon ise istenilen beyazlık elde edildikten iki hafta sonra yapılır (Settembrini ve ark. 1997).

2.7.2.3. Non-vital Power Bleaching Tekniği

Non-vital power bleaching tekniğinde HP jeli (%30-35) pulpa odasına yerleştirilir, ısı veya ışık ile aktive edilir ve diş en az beş dakikalık soğumaya bırakılmadan önce sıcaklığın genellikle 50 ila 60 °C arasında beş dakika durması sağlanır (Setien ve ark. 2008). Jel minimum bir dakika boyunca su ile yıkanarak çıkarılır (Rotstein 2001). Diş kurutulur ve daha fazla tedavi gerekip gerekmediğini değerlendirmek için 2 hafta sonraya hastaya randevu verilir. Ziyaretler arasında da walking bleaching tekniği kullanılır (Suleiman 2005b).

2.8. Beyazlatma İşleminin Yan Etkileri

Beyazlatma işleminin en sık görülen yan etkileri diş hassasiyeti, gingival irritasyon ve mine yüzeyindeki değişikliklerdir (Auschill ve ark. 2005; Pretty ve ark.

2006; Tredwin ve ark. 2006). Bu yan etkiler özellikle yüksek konsantrasyonda HP ve KP kullanıldığında görülür (Tredwin ve ark. 2006).

Beyazlatma işlemi sırasında görülebilen hassasiyet muhtemelen TRPA-1 (transient reseptör potansiyel ankyrin 1) adı verilen kemosenitif iyon kanalının fonksiyonel özellikleri sonucu ortaya çıkar (Sole-Magdalena ve ark. 2018). Bu iyon kanalının HP gibi oksidanların neden olduğu ağrı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Thiesen ve ark. 2013). Pulpa dokusunun primer lifleri TRPA-1 içerdiğinden, beyazlatma işleminde görülen ağrının; sinir liflerinin direkt TRPA-1 aktivasyonu sonucu oluştuğu düşünülmektedir (Markowitz 2010).

En sık görülen diğer bir yan etki gingival-mukozal irritasyondur. Yüksek konsantrasyonlu beyazlatma ajanları dişetine ve mukozal dokulara sızdığında yanıklar meydana gelebilir. Çünkü bu ajanlar kostiktir (Pretty ve ark. 2006). Dişeti dokusunu yanıklardan korumak için ışıkla sertleşen gingival bariyerlerden yararlanılmalı ya da rubber-dam uygulanmalıdır (Hall 1991; Ontiveros ve Paravina 2009).

Beyazlatma ajanları mine mikrosertliği ve yüzey pürüzlülüğünde değişikliklere neden olabilir. Yüzey özelliklerinde oluşan bu değişiklikler plak tutulumunu arttırabilmektedir (Quirynen ve Bollen 1995). Yapılan bir çalışmada %10'luk KP'nin mine mikrosertliğinde bir değişiklik yapmadığı %30'luk HP'nin ise mine ve dentin mikrosertliğini azalttığı bildirilmiştir (Potocnik ve ark. 2000). Diğer bir çalışmada, farklı ev tipi beyazlatma ajanlarının mine mikrosertliği üzerine olan etkileri araştırılmış ve kullanılan ajanların tipine ve konsantrasyonuna bağlı olarak minenin mikrosertliğinin değiştiğini bulmuşlardır (Zantner ve ark. 2007).

2.9. Beyazlatma İşleminin Restoratif Materyallere Etkisi

Çeşitli beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerin fiziksel özelliklerine, yüzey morfolojisine ve renk özelliklerine etkileri pek çok in vitro çalışmada incelenmiştir. Sistemik etkileri konusunda nispeten güvenilir olduğu düşünüldüğü halde son zamanlarda restoratif materyaller üzerindeki etkileri ile ilgili bazı tartışmalar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalarda genellikle ev tipi beyazlatma ajanları (%10- %16KP) 2-4 hafta süreyle günde 4-8 saat arası değişen sürelerle kullanılmıştır. Ofis tipi beyazlatma ajanları (%30-%35 HP) ise üretici firmaların önerileri doğrultusunda 15-60 dakikalık süre ile uygulanmıştır (Attin ve ark. 2004).

2.9.1. Amalgam

Beyazlatma işleminden sonra amalgam restorasyonların yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliği hakkında endişe duyan bazı yazarlar, beyazlatma ajanlarının bu iki özellik üzerindeki etkisini araştırmış ve önemli bir değişiklik bulamamıştır (Ahn ve ark. 2006; Al-Salehi ve ark. 2006; Al-Salehi ve ark. 2007). Bir vaka raporunda Haywood, %10 KP ile beyazlatma işlemi yapılan bir hastanın amalgam restorasyonları etrafında yeşil renk değişimi olduğunu belirtmiştir (Haywood 2002).

Farklı çalışmalar, amalgamdan sızan metal iyon miktarı için oldukça tutarsız sonuçlar bildirmiştir. Al-Salehi ve ark. (2006) beyazlatma ajanı uygulanmış amalgamdan (24 saat boyunca %10 KP) metal iyonlarının salınmasında önemli bir değişiklik saptamazken, bir dizi çalışma daha uzun bir tedavi süresi boyunca KP (%10-16) ve HP'ye (%3,6, %6 ve %30) maruz kaldıktan sonra amalgam bileşenlerinin (civa ve gümüş) salınımında önemli bir artış bildirmiştir (Al-Salehi ve ark. 2009; Salomone ve ark. 2013; Kasraei ve ark. 2010). Bu tartışmanın peroksit konsantrasyonundaki ve uygulama zamanındaki değişikliklerle ilgili olabileceği bildirilmiştir. Civa salınım miktarının test edilen amalgam ve KP markasına da bağlı olduğu gösterilmiştir (Hummert ve ark. 1993; Rotstein ve ark. 2000a; Rotstein ve ark. 2000b). Amalgamın vernikle kaplanmasının ise civa salınımını azalttığı bildirilmiştir (Rotstein ve ark. 2000b).

2.9.2. Ormoser

Ormoserler veya organik olarak modifiye edilmiş seramikler, dental restorasyonların sonuçlarını iyileştirmek için geliştirilen, organik ve inorganik kopolimerlerin bir kombinasyonudur. Bir çalışmada %10 KP'ye maruz kalan ormoser örneklerinin rengi kolorimetre ile ölçülmüş ve renkte önemli bir değişiklik meydana geldiği bildirilmiştir (Yalcin ve Gurgan 2005). Yüksek (%35) HP konsantrasyonu kullanan başka bir çalışmada restorasyonun değiştirilmesini gerektirebilecek kadar renkte önemli bir değişiklik olduğu gösterilmiştir (Hubbezoglu ve ark. 2008). Taher (2005) yaptığı bir çalışmada %35'lik HP kullanımının ormoserin mikrosertliğinde önemli bir değişiklik göstermediğini bildirmiştir. Bu sonuç, yüksek oranda doldurucu parçacıkları ve inorganik-organik kopolimerler içeren ormoser matriksi ile ilişkilendirmiştir (Taher 2005).

2.9.3. Cam İyonomer Siman

Yapılan çalışmaların çoğunda cam iyonomer simanının beyazlatıcı ajanlara karşı direncinin zayıf olduğu gösterilmiştir. Yapılan bir in situ çalışmada, 28 gün boyunca %15'lik KP ile beyazlatma işleminden sonra geleneksel cam iyonomer simanının yüzey morfolojisinin ve mikro sertliğinin değiştiği bulunmuştur (Yu ve ark. 2008; Li ve ark. 2009). %15'lik KP 'ye maruz kalan geleneksel cam iyonomer siman yüzeyinde şiddetli matriks çözünmesi görülmüştür (Yu ve ark. 2009). 2018 yılında yapılan bir çalışmada beyazlatma ajanı karşısında cam iyonomer simanının mikrosertliğinin ve basınca karşı dayanımının, bu ajanlara maruz kalma süresine ve simanın bileşimine bağlı olduğu bulunmuştur. Beyazlatma ajanları aynı zamanda matriksin çözünmesine, beyazlatma seansları sırasında cam iyonomer simanın doldurucu parçacıklarının açığa çıkmasına ve azalmış bir florür salınımına sebep olduğu bulunmuştur (de Camargo ve ark. 2018).

Yapılan bir çalışmada 4 hafta boyunca %15'lik KP uygulanan bir geleneksel cam iyonomer simanının renginde başlangıç rengine göre önemli bir fark bulunmuştur. Bununla beraber, beyazlatma işleminin tamamlanmasından 2 hafta sonra renk, işlemden önceki rengine geri dönmüş ve böylece, beyazlatma işleminin cam iyonomer simanının rengini etkilemediği gösterilmiştir (Li ve ark. 2009).

2.9.4. Kompomer

Poliasit ile modifiye edilmiş kompozit reçine olarak da bilinen kompomer, fluoroalüminosilikat cam içerikli bir kompozit reçinedir. Kompomer böylece florür salımı gibi cam iyonomere benzer özelliklere sahiptir (El-Murr ve ark. 2011).

Klinik çalışmalar, kompomerin beyazlatma ajanlarına maruz kaldığında yüzey pürüzlülüğünün anlamlı şekilde arttığını göstermiştir. Taramalı elektron mikroskobu (SEM), restorasyonların %10 ve %15'lik KP'ye maruz kaldıktan sonra yüzeyinde çatlaklar, kimyasal değişiklikler ve çözünme göstermiştir (Wattanapayungkul ve ark. 2004; Rosentritt ve ark. 2005; Yu ve ark. 2009). Kompomer restorasyonlarla ilgili bir renk çalışmasında ise %15 KP ile beyazlatmadan sonra kırmızı şarap, kahve ve kola ile renklendirmede duyarlılığın arttığı bildirilmiştir (Yu ve ark. 2009). Başka bir çalışma, beyazlatma işlemi uygulanmış kompomerlerin sertliğinde önemli ölçüde bir azalma bildirmiş ve yapılan yüzey altı analizinde 2 mm derinliğe kadar olan tabakaların etkilendiği gösterilmiştir. Bu sonuçlar klinik olarak anlamlı olduğu için, yazarlar

beyazlatma işleminden sonra kompomer restorasyonlarını değiştirmenin veya cilalamanın gerekli olabileceğini öne sürmüşlerdir (Hannig ve ark. 2007).

2.9.5. Porselen

Son zamanlarda çok sayıda çalışma beyazlatma işleminin seramik restorasyonların fiziksel özellikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Yapılan bir in vitro çalışmada, feldspatik porselenin 21 gün %10 ve %35'lik KP'ye maruz kaldıktan sonra daha pürüzlü bir yüzeye sahip olduğu gösterilmiştir. Araştırmacılara göre porselenin yüzeyindeki değişiklikler, silikon dioksit (SiO_2) ve potasyum peroksit (K_2O_2) moleküllerinin azalmasından kaynaklıydı (Moraes ve ark. 2006).

Ofis (%38 HP) ve ev (%15 KP) tipi beyazlatma ajanlarının laboratuvar çalışmaları, beyazlatma işleminin bitiminden 30 gün sonra seramik restorasyonların mikrosertliğinin etkilenmediği sonucuna varmıştır (Polydorou ve ark. 2007a; Polydorou ve ark. 2007b). Bununla birlikte, Türker ve Biskin (2002), feldspatik porselenin yüzey mikrosertliğinde, %10 ve %16 KP ile beyazlatma işleminden 30 gün sonra %15'lik önemli bir azalma bulmuştur (Türker ve Biskin 2002).

2.10. Kompozit Reçineler

Kompozit reçineler günümüzde mevcut olan en estetik direkt restoratif materyallerdir (Bayne 2000; Affairs 2003). Tanıtıldıkları zamandan beri yalnızca ön dişlerde değil, tüm kavite sınıflarında kullanılmak üzere büyük ölçüde gelişmiştir. (Bayne 2000; ADA Bilimsel İşler Konseyi 2003; Garcia ve ark. 2006).

2.11. Kompozit Reçinelerin Tarihçesi

1940'lı yıllarda polimerizasyon büzülmesi ve yüksek termal genleşme katsayısı gibi olumsuz özelliklere sahip silikatların ve akrilik reçinelerin yerini almak üzere kompozit reçineler geliştirilmiştir. Rafael Bowen, 1960'ların başında monomer olarak bisfenol A-glisidil metakrilat (bis-GMA) içeren yeni kompozit reçineleri geliştirmiştir (Anusavice 2003; Garcia ve ark. 2006). İlk olarak, mevcut kompozit reçineler kimyasal olarak polimerize olmaktaydı, ancak 1970'lerde ışıkla sertleşen kompozit reçineler geliştirildi, böylece kompozitlerin renk stabilitesi iyileştirildi ve orantı gerektiren elle karıştırılan malzemelerin eksiklikleri giderildi (Garcia ve ark. 2006). Aynı dönemde amalgam güvenliğinin sorgulanmaya devam etmesi ve hastaların daha estetik materyaller tercih etmesi nedeniyle posterior bölgede bile kompozit restorasyonların

kullanımına doğru bir eğilim başladı (Anusavice 2003; ADA Bilimsel İşler Konseyi 2003). 1990'ların sonunda, posterior bölgeye yerleştirilen kompozit reçine restorasyonlarının sayısı amalgam restorasyonlarından daha fazlaydı (ADA Bilimsel İşler Konseyi 2003).

2.12. Kompozit Reçinelerin Yapısı

Kompozit reçineler başlıca 4 ana bileşenden oluşur;

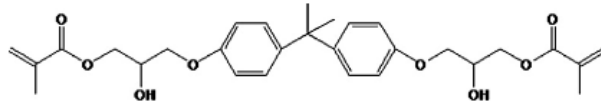
1. Organik polimer matriks
2. İnorganik doldurucu partiküller
3. Bağlayıcı ajan
4. Başlatıcı-Hızlandırıcı sistem (Sakaguchi ve Powers 2012)

2.12.1. Organik Polimer Matriks

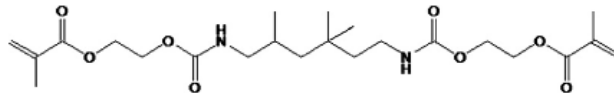
Günümüzde çoğu ticari kompozitte bulunan organik polimer matriks çapraz bağlı dimetakrilat monomerlerinden meydana gelir. En yaygın monomerler aromatik dimetakrilatlardır (Şekil 2-2). Bu moleküllerin her birinin sonunda bulunan çift bağlar, serbest radikal başlatma yoluyla ilave polimerizasyon reaksiyonunu gerçekleştirirler. Her ne kadar bu monomerler optimum bir optik, mekanik ve klinik özellikler sağlayabilseler de, bu monomerler oldukça viskozdur ve klinik olarak çalışılabilir hale getirmek için düşük moleküler ağırlıklı seyreltici monomerler ile karıştırılması gerekir (Sakaguchi ve Powers 2012).

Monomer sistemi, kompozit reçine sisteminin omurgası olarak görülebilir. Bis-GMA, günümüz kompozitlerinin üretiminde en çok kullanılan monomer olmaya devam etmektedir. İster tek başına, isterse üretan dimetakrilat (UDMA) ile birlikte kompozit reçine bileşimlerinin yaklaşık %20'sini oluşturur. Genel bir kural olarak monomer veya monomer kombinasyonunun ortalama moleküler ağırlığı ne kadar düşükse, büzülme yüzdesi o kadar büyük olur. Yüksek moleküler ağırlığı nedeniyle Bis-GMA ve UDMA monomerler oldukça viskoz olduğundan üretim sürecini ve klinik kullanımını kolaylaştırmak için metil metakrilat (MMA), bisfenol A dimetakrilat (Bis-DMA) trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), etilen glikol dimetakrilat (EDMA) gibi daha düşük moleküler ağırlıklı monomerler eklenir (Culbertson ve ark. 1997; Holter ve ark. 1997). Bu monomerler ayrıca çok işlevlidir ve reçine matriksinin ayarlanması sırasında

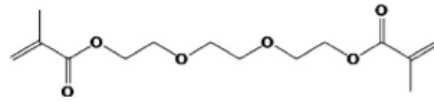
çapraz bağlanma reaksiyonlarının sayısını artırır. Bu düşük viskoziteli monomerler, bir kompozit bileşiminin %10 ila %50'sini içerebilir (Anusavice ve ark. 2012). Bunun yanında düşük moleküler ağırlıklarından dolayı kompozitin polimerizasyon büzülmesini arttırmırlar, bu yüzden dikkatli kullanılmaları gerekir (Anusavice 2003).



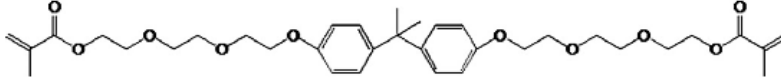
Structure of Bis-GMA.



Structure of UDMA.



Structure of TEGDMA.



Structure of Bis-EMA6.

Şekil 2-2: Organik matriks fazda yer alan monomerler (Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA) (Sakaguchi ve Powers 2012)

Reçine matriks tipi kompozitlerin renk stabilitesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bis-GMA ve TEGDMA bazlı kompozitler, kimyasal yapılarında hidroksil grubunun varlığı nedeniyle UDMA bazlı kompozitlerden daha hidrofiliktir. Bu sebepten dolayı, bu tür monomerleri içeren dental materyaller zaman içinde su emilimine ve renk değişimine karşı daha fazla duyarlılık göstermektedir (Bagheri ve ark. 2005; Pruthi ve ark. 2010). Bu problemleri azaltmak için Bis-GMA'nın farklı bir kimyasal formülizasyonu olan Bis-EMA (etoksi bisfenol-A dimetaktilat) geliştirilmiştir. Bis-EMA yapısında iki aromatik grup olan, ancak iki hidroksil grubu olmayan, Bis-GMA'ya benzer bir monomerdir. Hidroksil grubunun yokluğu Bis-EMA'ya viskozitesinin daha düşük olmasını sağlamasının yanı sıra, bu monomere hidrofobik özellik kazandırmaktadır (Sideridou ve ark. 2002).

Polimerizasyondan kaynaklanan büzülmeyi ve internal stres oluşumunu azaltmak için siloran adlı yeni bir monomer sistemi geliştirilmiştir. Siloran adı, kimyasal yapı taşları siloksan ve oksirandan (ayrıca epoksi olarak da bilinir) gelmektedir. Siloksanın işlevselliği, kompozite hidrofobiklik sağlar. Bu monomerin polimerizasyonu katyonik halka açılması şeklinde oluşmaktadır (Sakaguchi ve Powers 2012).

2.12.2. İnorganik Doldurucu Partiküller

İnorganik partiküller kompozit reçinenin fiziksel ve mekanik özelliklerinden sorumludur. Polimerizasyon büzülmesini ve termal genleşme katsayısını düşürdüğü, restorasyonun estetiğini ve dayanıklılığını arttırdığı için kompozit reçinelerde daha yüksek bir doldurucu miktarı istenmektedir (ADA Bilimsel İşler Konseyi 2003, Garcia ve ark. 2006). Modern bir kompozit reçine malzemesi ağırlıkça en az %75 doldurucu partikül içermelidir (Ritter ve ark. 2018)

Doldurucular geleneksel olarak kuartz, cam veya sol-gel türevli seramikler gibi minerallerin öğütülmesi ile elde edilmiştir (Anusavice 2003; Sakaguchi ve Powers 2012). Boyutları 25 nm ile 100 µm arasında değişir (Anusavice 2003, Garcia ve ark. 2006). Bunlar; organik matrikste dağılan çeşitli şekil ve büyüklükteki kuartz, kolloidal silika, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, baryum, stronsiyum, çinko, zirkonyum ve yitriyum cam, stronsiyum alüminyum silikat, baryum alüminyum silikat gibi inorganik partiküllerdir (Dayangaç 2011). Çoğu cam, baryum veya çinko gibi ağır metal oksitler içerir, böylece x-ışınlarına maruz kaldıklarında görüntülemeye radyopasite sağlarlar (Sakaguchi ve Powers 2012).

Kullanılan inorganik doldurucu partiküllerin kimyasal bileşimleri, morfolojileri ve boyutları arasında büyük farklılıklar vardır. Kompozit reçinelerde ana doldurucu silikon dioksittir, boro silikatlar ve lityum alüminyum silikatlar da yaygın olarak kullanılır. Birçok kompozitte kuartzın yerini radyoopak olan baryum, stronsiyum, çinko, alüminyum veya zirkonyum gibi ağır metal parçacıkları almıştır (Xu 1999).

Ortalama doldurucu parçacık büyüklüğü ne kadar küçük ise o kadar iyidir. Küçük inorganik doldurucu partikülleri olan malzemeler doğal olarak daha fazla cilalanabilir, cilalarını daha uzun süre korurlar ve gelişmiş aşınma direncine sahiptirler (Ritter ve ark. 2018). Ayrıca, partiküllerin boyutunun küçük olması daha az polimerizasyon büzülmesine yol açar ve mine kenarlarında marjinal sızıntı, renk

değişimi, bakteriyel penetrasyon ve post-operatif hassasiyetten sorumlu olan mikrofissürlerin varlığını azaltır (Meyer ve ark. 2003).

2.12.3. Bağlayıcı Ajan (Silan)

Bir kompozitin başarılı özelliklere sahip olması için inorganik doldurucu partiküller ve organik polimer matriks arasında iyi bir bağ oluşmalıdır. En yaygın bağlayıcı ajan, silan adı verilen organik silikon bileşikleridir (Anusavice ve ark. 2012).

Doldurucu parçacıklar silan ajanları tarafından reçine matriksine kimyasal olarak bağlanır. Silanlar; biri doldurucu partikülüne, diğeri ise matrikse bağlanan iki farklı uç grubuna sahip kompleks, iki fonksiyonlu moleküllerdir. Silanın kullanımı doldurucu partiküllerin matrikse daha güçlü bağlanmasını sağlar ve bu da aşınma direncini artırır. Ayrıca reçine matriksine daha fazla sayıda doldurucu partiküllerin dahil edilmesine izin verir (Ritter ve ark. 2018).

Kompozit reçinelerde bağlayıcı ajan olarak en çok kullanılan silan ajanı 3-metakriloksi propil trimetoksi silan (MPTS)'dır. Bundan başka, 10-metakriloksi desil trimetoksi silan (MDTMS), oktil trimetoksi silan (OTMS), üretan dimetakrilat silan (UDMS) gibi silan ajanları da kompozit reçinelerin yapısına katılmaktadır. Son zamanlarda geliştirilen uzun zincirli alkenil alkolden üretilen (L-SCA) ajanı kompozit reçinenin esneme dayanımını arttırmıştır (Fuchigami ve ark. 2016).

2.12.4. Başlatıcı-Hızlandırıcı Sistem

Başlatıcı hızlandırıcı sistemin rolü sistemi polimerize etmek ve sistemi sertleştirilmiş bir kütleye çapraz bağlamaktır. Polimerizasyon reaksiyonu ışık ile aktivasyon, kimyasal aktivasyon ve hem kimyasal hem de ışık aktivasyonu ile gerçekleştirilebilir (Sakaguchi ve Powers 2012).

Işık aktivasyonu, kamforokinon gibi üretici tarafından %0,2 ile %1 arasında değişen miktarlarda ilave edilen, genellikle bir foto-aktif edici tarafından emilen, yaklaşık 470 nm'lik bir tepe dalga boyuna sahip mavi ışık ile gerçekleştirilir. Reaksiyon, karbon çift bağı içeren organik bir aminin varlığı ile hızlandırılır. Amin ve kamforokinon kompozit ışığa maruz kalmadığı sürece, organik polimer matriks varlığında oda sıcaklığında kararlı bir yapıda kalmaktadır (Craig ve Powers 2002).

2.13. Kompozit Reçinelerin Sınıflandırılması

Diş hekimlerinin kompozit reçineleri tedavi aşamasında tanınmasını ve kullanmasını kolaylaştırmak için, kompozit reçineler bileşimlerine bağlı olarak farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Halen geçerli olan çok popüler bir sınıflandırma Lutz ve Phillips'in yaptığı inorganik partikül büyüklüğüne dayanmaktadır (Lutz ve Phillips 1983).

Kompozit reçinelerin inorganik partikül büyüklüğüne göre sınıflandırılmasının nedeni, partikül boyutlarının kompozit reçinenin cilasını/estetikliğini, polimerizasyon derinliğini ve fiziksel özelliklerini etkilemesidir (Burgess ve ark. 2002).

Kompozit reçineler inorganik partikül büyüklüklerine göre:

- Megafil
- Makrofil
- Midifil
- Minifil
- Mikrofil
- Nanofil
- Hibrit kompozitler olarak sınıflandırılırlar.

2.13.1. Megafil Kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 50-100 µm olan kompozitlere megafil kompozitler denilmektedir (Willems ve ark. 1993; Lindberg 2005).

2.13.2. Makrofil-Midifil-Minifil Kompozitler

Geleneksel dental kompozitler de denilen makrofil kompozitler 10 ila 50 µm arasında doldurucu çapına sahip küresel veya düzensiz şekilli parçacıklar içermektedir. Bu materyaller çok güçlüdür, fakat yüzey düzgünlüğünü sağlamak için yapılacak cila işlemi çok zordur (Ferracane 2011; Anusavice ve ark. 2012; Sakaguchi ve Powers 2012). Bu materyaller cilalandıklarında nispeten yumuşak olan organik matriks aşınır, sert doldurucu partiküller açığa çıkar ve böylece materyal cilalandıkça daha pürüzlü hale gelir (Ritter ve ark. 2018). Aynı zamanda bu kompozitler oldukça opaktır ve aşınmaya karşı olan dirençleri oldukça düşüktür (Sakaguchi ve Powers 2012).

Küçük parçacıklı kompozitler 0,1 ila 10 µm (minifiller ve midifiller) arasında ortalama partikül çapına sahiptir. Bu kompozitler geleneksel makrofil kompozitlerden daha fazla cilalanabilmektedir. Bununla birlikte doldurucu yükleri makrofil kompozitlerden daha yüksektir, bu da yüksek derecede sertlik ve dayanıklılık sağlamakla birlikte kırılma ihtimalini arttırmaktadır (Anusavice ve ark. 2012).

2.13.3. Mikrofil Kompozitler

Bu kompozit reçine türü 40-50 nm doldurucu çapına sahiptir (Ferracane 2011). Mikrofil kompozit reçineler küçük partikül ve yüksek reçine içeriklerinden dolayı iyi bir cila ve yüzey kalitesi elde edilebilmektedir, fakat düşük mekanik özelliklere sahiptirler (Janus ve ark. 2010).

2.13.4. Hibrit Kompozitler

Geleneksel ve mikrofil kompozitlerin avantajlarını birleştirmek için hibrit kompozitler geliştirilmiştir. Bir inorganik faz ile takviye edilmiş polimer gruplarından (organik faz) oluştuğu için hibrit kompozitler olarak adlandırılmıştır (Mittal ve ark. 2013)

Genellikle hem anterior hem de posterior bölgede kullanımı uygun olan çok amaçlı kompozitler olarak kabul edilir. Toplam doldurucu partikül içeriği ağırlıkça %75-80 veya hacimce %60-65'tir (Manappallil 2010). Hibrit kompozitler 1-3 mikron ila 0,02-0,06 mikron arasında değişen çeşitli parçacık boyutlarına sahiptir. Kullanımı kolay ve aşınmaya dirençlidir. Bununla birlikte cilalarını uzun süreli koruyamazlar (Spiller 2012).

Geleneksel hibrit kompozitlerden mikrohibrit kompozitler geliştirilmiştir. Mikrohibrit kompozitlerdeki doldurucu partikül içeriği hacimce %56-66'dır. Bu kompozitlerdeki ortalama parçacık büyüklüğü 0,4 ila 0,8 µm arasında değişmektedir. Daha küçük partiküllerin kullanılması cilalanmalarını ve modelajlarını hibrit kompozitlere göre daha iyi hale getirmiştir. Yüksek doldurucu partikül içeriğinden dolayı mikrofil kompozitlerden daha gelişmiş fiziksel özelliklere ve daha fazla aşınma direncine sahiptirler (Mittal ve ark. 2013).

2.13.5. Nanokompozitler

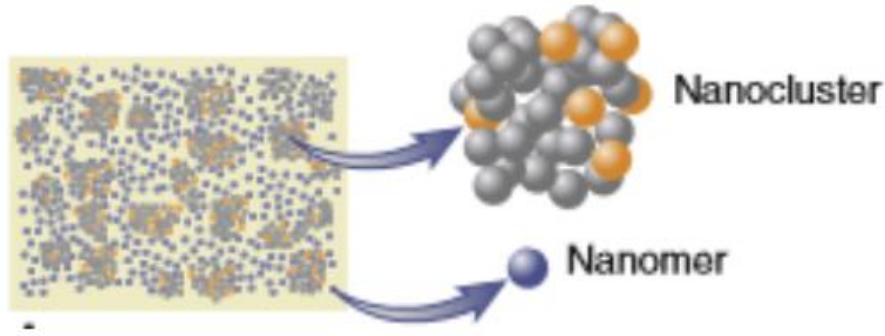
Kompozit teknolojisindeki doldurucuların geliştirilmesindeki en son gelişme nanoteknolojinin kullanılması ile olmuştur. Nanoteknoloji, çeşitli fiziksel ve kimyasal

yöntemlerle 1 ila 100 nanometre (nm) aralığında (nano ölçekli) fonksiyonel materyallerin ve yapıların üretimidir (Craig ve Powers 2002). Spesifik olarak doldurucu partiküllerin gelişimi son zamanlarda son teknoloji olarak kabul edilen nanofil ve nanohibrid kompozitlerin üretimine yönelmiştir (Ferracane 2011).

2.13.5.1. Nanofil Kompozitler

“Nanofil kompozitler” nanomer ve nanoöbek (nanocluster) doldurucu partikülleri ile formüle edilmiş yeni tip kompozit reçinelerdir (Şekil 2-3) (Attar 2007). Nanomerlerin partikül büyüklüğü 5-75 nm aralığındadır. 2 tip nanoöbek doldurucu vardır. Birinci tip nanoöbek; zirkonil tuz ve silikadan oluşan, bir koloidal çözeltiden sentezlenen zirkonya-silika parçacıklarından oluşur. Bu nanoöbek doldurucunun primer partikül boyutu 2-20 nm arasında değişirken, sferoidal aglomere edilmiş partiküllerin ortalama büyüklüğü 0,6 μm olup geniş bir dağılım gösterir. 75 nm’lik primer silika taneciklerinden sentezlenen sekonder nanoöbek doldurucu 0,6 μm ortalama ile geniş bir sekonder parçacık büyüklüğü dağılımına sahiptir (Mitra ve ark. 2003) Silika nanopartiküllerin yüzeyi silan (MTPS) ile kaplıdır. (Sakaguchi ve Powers 2012).

Nanoöbekler, dayanıklılık ve güvenilirlikte önemli gelişmelere neden olan mikrofil veya nanohibrid sistemlere kıyasla belirgin bir güçlendirme mekanizması sağlamaktadır (Curtis ve ark. 2009). Nanofil kompozit reçineler bir mikrohibrit kompozitin mekanik dayanımına sahip olması ve aynı zamanda mikrofil kompozit reçine gibi pürüzsüzlüğü muhafaza edebilmesi ile oldukça avantajlıdırlar. Birçok restoratif materyalin başlangıç cilası oldukça iyidir, ancak hibrit kompozitlerde (mikrohibridler, nanohibridler) büyük doldurucu partiküllerin kopması cilada zamanla azalmaya neden olmaktadır. Buna karşılık nanofil kompozitte nanoöbekler cila sırasında çevre matriksine benzer oranda aşınmaktadır. Bu, restorasyonun uzun süreli cila kalıcılığı için daha pürüzsüz bir yüzey oluşturmalarını sağlamaktadır (Sakaguchi ve Powers 2012). Nanofil kompozit reçineler yüksek yüzey kalitesi ve üstün cila kalıcılığına sahip olmakla birlikte ayrıca düşük aşınma oranı, artan aşınma direnci, düşük polimerizasyon büzülmesi ve yüksek dayanıklılık sergilerler (Attar 2007).



Şekil 2-3: Nanomer ve nanocluster (Sakaguchi ve Powers 2012)

2.13.5.2. Nanohibrid Kompozitler

Nanohibrid kompozitler, reçine matriksi boyunca geleneksel tipte doldurucu partikülleri ile birlikte nanometre boyutlu doldurucu partikülleri (0,005-0,01 mikron) içerir. Nanohibridler, mikrofil kompozit reçinenin kullanım özelliklerine ve cilalanabilirliğine, ayrıca geleneksel hibrit kompozitin dayanıklılık ve aşınma direncine sahip ilk gerçek evrensel kompozit reçine grubu olarak sınıflandırılabilir (Swift Jr 2005).

2.14. Kompozit Reçinelerde Renklenme

Kompozit reçine restorasyonların başarısı temel olarak yüzey özelliklerine ve renk stabilitesine bağlıdır. Bununla birlikte kompozit reçinelerin oral bölgedeki uzun süreli varlığı sonucu renk değişikliği meydana gelmesi hala önemli bir sorundur. Bu durum restorasyonun diğer dişlerle olan renk uyumsuzluğuna, hasta memnuniyetsizliğine ve restorasyonun yenilenmesi için ek masraflara yol açmaktadır (Lu ve ark. 2005). Genel olarak kompozit reçinelerde 2 çeşit renk değişikliği mevcuttur. Bunlar dışsal ve içsel renklenmelerdir.

2.14.1. Dışsal Renklenme

Dışsal renklenme kromojenik gıdaların, içeceklerin ve ağız içine alınan diğer maddelerin absorpsiyonu ve adsorpsiyonu sonucu meydana gelir (Villalta ve ark. 2006). Çay ve kahve gibi kromojenik içeceklerin yanı sıra tütün içmek gibi alışkanlıklar, reçine bazlı kompozitlerin su emmesi ve kötü oral hijyen kompozit reçinelerde renklenmeye neden olan faktörlerdir (Patel ve ark. 2004; Villalta ve ark. 2006; Elhamid ve Mosallam 2010). Pelikül ve plaktaki kromojenlerin kompozit reçinelerin yüzeyine birikimi ile lekelerin adsorpsiyonu gerçekleşir (Türkün ve Türkün 2004a).

Kompozit reçinelerin yapısı ve partiküllerinin özellikleri dışsal renklenmeye yatkınlık sağlar (Nasim ve ark. 2010). Ayrıca bitim ve cila işlemleri de kompozit reçinenin yüzey kalitesini etkileyebilir ve bu nedenle kompozitlerde renklenmeye sebep olabilir (Lu ve ark. 2005). Ek olarak yüzeyin aşınması sonucu artan pürüzlülük de dışsal renklenmeye sebep olabilmektedir (Guler ve ark. 2005).

2.14.2. İçsel Renklenme

İçsel renklenme, restorasyonun kendisinde meydana gelen değişiklikler sonucu görülür (Villalta ve ark. 2006). Restorasyonun tüm katmanlarını içerdiğinden diğer renklenme türlerinden çok daha önemlidir ve dışsal leke ve renklenmelerde olduğu gibi cila işlemi ile giderilemez (Kolbeck ve ark. 2006). Bu renk değişimleri kompozit reçinedeki monomerin türü ve diğer bileşenlere, doldurucu içeriğine, polimerizasyon derecesine, nem ve ısıнын materyallerin üzerine etkisine bağlı olabilir (Buchalla ve ark. 2002; Patel ve ark. 2004; Villalta ve ark. 2006; Sarafianou ve ark. 2007). Aynı zamanda kompozit reçinenin daha açık tonları ultraviyole ışığı gibi çevre koşullarından daha çok etkilendiğinden daha fazla renk değişikliğine maruz kalabilir (Kolbeck ve ark. 2006).

Kompozit reçineler oral bölgede bulunan suyu matriks-doldurucu ara yüzüne absorbe eder. Bu durum da restorasyonların zaman içinde renklenmesine neden olur (Vichi ve ark. 2004). TEGDMA gibi hidrofilik monomer içeren reçineler, içermeyenlere göre daha yüksek su emilimi ve daha yüksek renklenme eğilimi göstermektedirler (Bagheri ve ark. 2005; Sarafianou ve ark. 2007). Bis-GMA bazlı kompozit reçinelerde, TEGDMA'nın %0-1 oranında artması su emilimini %3-6 oranında arttırmaktadır (Bagheri ve ark. 2005). UDMA ise hem bis-GMA hem de TEGDMA'dan daha az hidrofiliktir. Bu yüzden UDMA içerikli reçine kompozitler renklenmeye daha az hassastır (Türkün ve Türkün 2004a; Bagheri ve ark. 2005).

2.15. Dental Restorasyonlarda Yüzey Bitirme ve Cila İşlemleri

Bitirme, dişin anatomik şeklinin sağlanması ve arayüzdeki fazla materyalin çıkarılması için restorasyonun biçimlendirilmesi ve şekillendirilmesi anlamına gelmektedir. Cila ise bitirme işlemi sırasında kullanılan aletlerin yarattığı çiziklerin ve pürüzlerin azaltılması anlamına gelmektedir (Jefferies 2007).

Düzgün bir yüzey kalitesi klinik olarak gereklidir, aksi takdirde yetersiz bitirme ve cilalamadan kaynaklanan yüzey düzensizliklerinin bulunması plak birikimine, diş eti

tahrişine, tekrarlayan çürüklere, dokunsal algılamaya ve restorasyonlarda renklenmeye neden olabilir (Lu ve ark 2005). Bu nedenle cila prosedürleri restorasyonun ömrünün uzamasına ve ağız sağlığının korunmasına yardımcı olur (Yap ve ark. 1998; Koupis ve ark. 2007).

Restoratif diş hekimliğinde bitirme ve cila işlemleri birbirini takip eden çeşitli basamakları kapsamaktadır (Şekil 2-4) (Türkün ve Türkün 2004b):

1. *Kaba bitirme ve fazlalığın uzaklaştırılması:* Arzu edilen anatomik formu sağlamak için yüzeyin döner aletlerle bitirme işlemine hazır hale getirilmesidir. Bu işlem sırasında klinisyen partikül büyüklüğü 100 µm veya daha büyük ve yeterli sertlikte aşındırıcılar seçmelidir. Bu amaçla elmas bitirme frezleri, tungsten karbit frezleri (8-12 oluklu), aşındırıcı bitirme diskleri kullanılır (Anusavice ve ark. 2012).

2. *Kontur verme:* Kaba bitirme işlemi sırasında şekillendirme sağlansa da bazı durumlarda konturlama ve yüzey detaylarını daha iyi sağlamak için daha ince kesme aletleri veya aşındırıcılar gerekir. Bu işlemin sonunda istenen anatomi sağlanmalıdır. Genellikle 30 ila 100 µm arasında değişen aşındırıcılar veya 12 ila 16 oluklu karbit frezeler iyi bir şekillendirme hareketi sağlar (Anusavice ve ark. 2012).

3. *İnce bitirme:* Bu işlem kontur verme işlemi sırasında yaratılan yüzey kusurlarını ve çizikleri yok etmek amacıyla uygulanır. İstenen yüzey pürüzsüzlüğüne ulaşmak için birkaç adım gerekebilir. İnce bitirme işlemi genellikle 18 ila 30 oluklu karbit frezeleri, ince ve ultra ince elmas frezleri veya 8 ila 20 µm arasında olan aşındırıcılar kullanılarak gerçekleştirilir (Anusavice ve ark. 2012).

4. *Cila:* Bir restorasyonun yüzeyinden küçük çizikleri uzaklaştırmak, ışık yansıtan bir parlaklık, mine benzeri ve pürüzsüz bir yüzey elde etmek için en son gerçekleştirilen işlemdir (Jefferies 2007; Anusavice ve ark. 2012). Bu aşamada, ince ve ekstra ince kaplı aşındırıcı diskler veya 0,3–20 µm boyutunda aşındırıcı partiküllere sahip parlatma patları uygun bir enstrüman yardımıyla uygulanır (Jefferies 1998; Jung ve ark. 2003).



Şekil 2-4: Dental restoratif materyallerin bitirme ve cila işlem basamakları (Jefferies 2007)

Dental restoratif materyallerin bitirilmesi ve cilalanması, kaba bitim ve şekillendirmeden cilalamaya kadar tüm adımların uygulanmasını kapsar. Bu “üçgen” deneysel gözlemlere bağlı olarak sürecin her bir bölümünde harcanan zaman ve çabayı göstermektedir (Şekil 2-4) (Jefferies 2007).

2.16. Yüzey Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Materyaller, Sınıflandırılmaları ve Bileşimleri

Diş hekimliğinde restorasyonların bitirme ve cila işlemlerinde kullanılan aletlerin sınıflandırılması Şekil 2-5’de verilmektedir.



Şekil 2-5: Bitirme ve cila aletlerinin sınıflandırılması (Jefferies 1998; Anusavice ve ark. 2012)

2.16.1. Bağlı Aşındırıcılar

Bağlı aşındırıcılar; noktalar, tekerlekler, ayırma diskleri, kaplanmış ince diskler ve çok çeşitli başka aşındırıcı şekiller gibi bir bağlayıcı içerisine dahil edilmiş aşındırıcı parçacıklardan oluşur. Parçacıklar dört genel yöntemle bağlanır: (1) sinterleme, (2) vitröz bağlanma (cam veya seramik), (3) reçineli bağlanma (genellikle fenolik reçine) ve (4) lastik bağlanması (lateks bazlı veya silikon bazlı lastik). (Anusavice ve ark. 2012).

2.16.2. Kaplı Aşındırıcılar

Kaplı aşındırıcı aletler çoğunlukla esnek bir desteğe yapıştırılmış ince bir aşındırıcı tabakasına sahip disklerdir. Bu yapı, aletin bir dışın yüzey konturuna veya restorasyona uymasını sağlar. Çoğu esnek disk bir mandrele takılıp çıkarılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Kaplı aşındırıcı aletler çoğunlukla restorasyonların bitirme işleminde kullanılır (Roberson ve ark. 2002)

2.16.3. Bağlı Olmayan Aşındırıcılar

Cila patları bağlı olmayan aşındırıcılar olarak kabul edilir ve bitim ve cila işleminin en son aşamasında kullanılır. Yüzeye lastik, keçe gibi aşındırıcı olmayan aletlerle uygulanır. Aşındırıcılar gliserin gibi suda çözünen bir ortamda dağılmış alüminyum oksit ve elmas partiküllerinden oluşur (Anusavice ve ark. 2012). Kompozit reçinelerin cilasası için tasarlanan alüminyum oksit patlarının partikülleri 0,3-1 µm boyutu arasındadır. Elmas patlar ise genellikle porselenin cilasasında tercih edilir (Jefferies 1998).

2.17. Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri

2.17.1. Alüminyum Oksit

Alüminyum oksit, Al_2O_3 formülü ile alüminyum ve oksijenin kimyasal bir bileşiğidir. Alüminyum oksit tipik olarak kağıda veya polimer disklerle ve striplere bağlanmış veya tekerlek ve sivri uçlu lastiklere emdirilmiş parçacıklar olarak üretilir. Alüminyum oksit porselen, seramik ve kompozit reçineyi cilalamak için yeterli sertliğe (Mohs sertlik skalası 9) sahiptir. Aynı zamanda birçok restorasyonda cilalı yüzeyler üretmek için cila patlarına da katılır (Jefferies 2007).

2.17.2. Karbit Bileşikleri

Karbit bileşikleri formundaki aşındırıcılar silikon karbit, bor karbit ve tungsten karbitten oluşur. Çok bıçaklı bitirme frezlerinin aşındırıcı ve kesici kısımları tungsten karbit parçacıklarından oluşmaktadır. Bor ve silikon partikülleri ise bir bağlayıcı eşliğinde lastik ve disklere eklenir ve düşük hızda döner aletlerle kullanılır. Silikon karbit, elmasan sonra ikinci sert aşındırıcıdır. Diskler siyahtır ve ince, ekstra ince, iki kat ekstra ince grenlidirler (Jefferies 2007).

2.17.3. Elmas Aşındırıcılar

Elmas karbon atomundan oluşan, saydam, renksiz bir mineraldir. Bilinen en sert maddedir. Elmas, herhangi bir maddeyi aşındırma kabiliyetinden dolayı süper aşındırıcı olarak adlandırılır. Elmas aşındırıcılar; aşındırıcı döner aletler, esnek metale bağlanmış aşındırıcı şeritler ve elmas cila patları olarak çeşitli şekillerde bulunur. Çoğunlukla seramik ve kompozit reçinelerde kullanılır (Anusavice ve ark. 2012).

2.17.4. Silikon Dioksit

Silikon dioksit cila ajanı olarak bağlı abraziv lastik veya elastomerik bitirme ve cila aletlerinde kullanılır. Genel olarak elastomerik çanak ve sivri uçlu lastikler seklindedir. Bu aşındırıcıya örnek olarak Astropol Bitirme ve Parlatma Seti (Ivoclar North America, Amherst, New York) gösterilebilir (Jefferies 2007).

2.17.5. Zirkonyum Oksit

Silikon dioksit gibi öncelikle elastik veya lastik benzeri bitirme ve cila malzemelerinde kullanılmaktadır (Jefferies 2007). Zirkonyum oksit içerikli cila malzemelerine bir örnek olarak Silicone Points C Type (Shofu) verilebilir (Watanabe ve ark. 2005).

2.17.6. Zirkonyum Silikat

Zirkon veya zirkonyum silikat tam beyaz olmayan bir mineral halinde bulunur. Çeşitli parçacık boyutlarına öğütülür ve kaplanmış aşındırıcı diskler ve şeritler yapmak için kullanılır. Aynı zamanda profilaksi patlarının bir bileşeni olarak da kullanılır (Anusavice ve ark. 2012).

2.18. Dental Bitirme ve Cila Materyalleri

2.18.1. Elmas Bitirme Frezleri

Elmas bitirme frezleri, kompozit ve porselen gibi restoratif malzemelerin yüzeyini düzeltmek, konturlamak ve pürüzsüzlük sağlamak için kullanılır. Bu frezler çok bıçaklı karbit frezlerin kesme hareketinin aksine aşındırma hareketi yapar. Bu frezler çalışma yüzeylerine katılmış endüstriyel elmas parçacıklarına sahiptir (Bayne ve ark. 2002).

Çeşitli şekil ve ebatlarda üretilirler ve parçacık boyutu 7-50 µm arasında değişmektedir. Çoğu vakada kalın grenliden ince grenliye doğru su soğutması altında kullanılmaktadır ve geride oldukça pürüzlü bir yüzey bıraktıkları bildirilmiştir (Jung 1997). Sonuç olarak diğer bitirme ve cila enstrümanları (çok bıçaklı karbit bitirme frezleri, kaplı aşındırıcı diskler, bağlı aşındırıcı cila lastikleri, zayıf aşındırıcı cila patları vb) elmas bitirme frezlerini takiben kullanılmalıdır (Jefferies 2007).

2.18.2. Karbit Bitirme Frezleri

Karbit bitirme frezlerinin kontur verme ve bitirme işlemleri için çeşitli şekilleri mevcuttur. En yaygın kullanılan frezler 8-40 yivli bıçaklara sahiptir. Sekiz bıçaklı frezler eski restorasyonların sökülmesinde ve restorasyonların kabaca bitirilmesinde kullanılmaktadır. Bunlar restorasyonda oldukça pürüzlü bir yüzey bırakırken, pürüzsüz bir yüzey elde etmek için ise 12, 20 ve 40 bıçaklı karbit bitirme frezleri tercih edilir (O'Brien 2002).

2.18.3. Taşlar

Taşlar çeşitli malzemelerden yapılmıştır, farklı şekilleri ve boyutları mevcuttur (Gladwin ve Bagby 2013). Koheziv bir kütle oluşturmak için birbirine sinterlenmiş veya organik reçine ile bağlanmış aşındırıcı partiküllerden oluşmaktadırlar (O'Brien 2002). Silisyum karbit içeren taşlar yeşil renkte iken alüminyum oksit içeren taşlar beyaz renktedir. Taşlar restorasyonları konturlamak ve bitirmek için kullanılır ve elmas frezlerden daha düşük kesme ve aşındırıcı etkinliğine sahiptirler (Jefferies 2007).

2.18.4. Bitirme-Cila Diskleri ve Stripleri

Abraziv diskler ve stripler, aşındırıcı parçacıkların ince bir polimer veya plastik destek üzerine bağlanmasıyla üretilir (O'Brien 2002). Bu diskler restorasyonların kaba bitiminde, konturlanmasında ve cilasında kullanılır. Disklerin üzerindeki aşındırıcı

tabakanın ince olması sınırlı bir klinik kullanım sağlar ve bu da diskleri tek kullanımlık ve atılabilir hale getirir. Çoğu disk alüminyum oksit ile kaplanmıştır. Kaba grenliden süper ince grenliye doğru sırası ile kullanılır. Diskler ve stripler özellikle düz veya dış bükey yüzeyler için uygundur (Jefferies 2007). Abrasiv diskler için belirlenen partikül büyüklüğü kaba grenli disklerde 55-100 µm iken ultra- veya süper ince grenli disklerde 7-8 µm arasında değişmektedir (Gedik ve ark. 2005).

4 aşamalı disk sistemleri 2 adet bitirme diski (kaba ve orta) ve 2 adet cila (ince ve süper ince) diskinden oluşur. Adımlar genellikle sırası ile takip edilir ve herhangi bir adımın atlanması kompozit yüzeyinde kusurlara neden olabilir. Asorti şeklinde kullanılan her bir disk bir önceki diskin sebep olduğu kusurları giderir ve böylece pürüzsüz ve cilalı bir yüzey elde edilir (Da Costa ve ark. 2011). Bu disklerin geometrileri nedeniyle bazı sınırlamaları vardır. Bunların anatomik olarak şekillendirilmiş, özellikle posterior bölgedeki yüzeylerde kullanımları oldukça zordur (Karaarslan ve ark. 2013)

Stripler mylar destekli olarak üretilmekte ve karşılıklı uçlarında iki farklı aşındırıcı tipi (orta ve ince) bulunmaktadır. Genellikle orta grenli alan zirkonyum silikat ile, ince grenli alan alüminyum oksit ile kaplanmıştır. Bunların arasında iki diş arasından geçişi mümkün kılan kaplanmamış bir alan yer almaktadır. Bu stripler dişlerin proksimal yüzeylerinde kullanılmaktadır (Roberson ve ark. 2002; Anusavice ve ark. 2012).

2.18.5. Tekerlek, Çanak ve Sivri Uçlu Lastikler

Lastikler kendi uzantılarıyla bulunmakta veya mandrel yardımıyla kullanılmaktadır (Garg ve Garg 2015). Bunlar kompozitlerin bitirme, düzeltme ve cilasında kullanılırlar (Yap ve ark. 2004). Bu bitirme ve cila lastikleri ince veya ultra ince sertlikteki abrasiv partiküllerin yumuşak ve elastik bir matrikse dağılmasıyla oluşmuştur. Lastikler disklerin erişiminin güç olduğu anterior bölgede lingual ve posterior bölgede okluzal yüzeyler için uygundur. Farklı boyutlarda olan bu lastikler şekillerine göre disk, tekerlek, çanak ve sivri uçlu olabilir. Lastiklerde kullanılan aşındırıcı tipleri alüminyum oksit, silikon karbit, elmas, silikon dioksit ve zirkonyum oksittir (Jefferies 2007). Disklerle kıyaslandığında daha pürüzlü yüzeyler oluşturdıkları söylenmektedir (Sarac ve ark. 2006).

2.18.6. Cila Patları

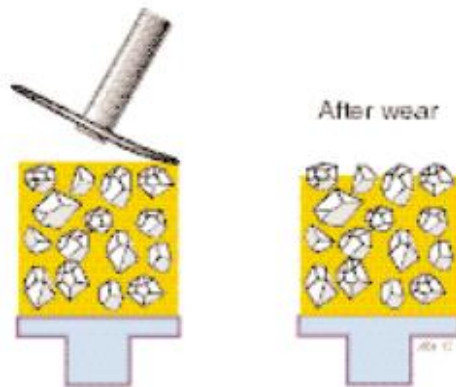
Diş hekimliğinde kullanılan cila patları genel olarak ultra ince alüminyum oksit ve elmas parçacıklarından oluşmaktadır (Jefferies 1998). Alüminyum oksit içerikli cila patlarının ortalama partikül büyüklüğü 1 μm veya daha küçüktür ve bu patlar gliserin esaslıdır. Elmas cila patları da gliserin esaslı olmakla birlikte partikül boyutları daha büyüktür (1-10 μm) (Jefferies 2007). Ayrıca 1 μm 'den daha küçük partikül boyutlarına sahip elmas cila patları da mevcuttur. Alüminyum oksit içerikli patlar su soğutması altında kullanılmalıdır. Elmas içerikli patlar ise kuru olarak kullanılabilir. Cila patları kompozit restorasyonların yüzeyine lastik, fırça ve keçelerle uygulanır (Anusavice ve ark. 2012).

2.18.7. Aşındırıcı Emdirilmiş Fırçalar

Aşındırıcı emdirilmiş cila fırçaları diş hekimlerine 1990'ların sonlarında tanıtılmıştır. Polimer kıllara sahip bu cila fırçaları çeşitli şekillerde bulunur ve kıllarına çeşitli aşındırıcılar emdirilmiştir. Kompozit reçine ve seramik restorasyonlarda diğer bitirme ve cila sistemleri ile ulaşılamayan alanlara (oluk, fissür, interproksimal alanlar) bu fırçalar ile ulaşılabilir (Jefferies 2007).

2.19. Yüzey Pürüzlülüğü

Pürüzlülük, bir malzemenin yüzey dokusunu gösterir. İki tür pürüzlülük vardır. Bitirme ve cila işlemine bağlı olarak oluşan pürüzsüzlük (kazanılmış/uygulanan) ve cila işlemi uygulanmamış materyalin doğal pürüzsüzlüğü (inherent/içsel/mevcut) (Şekil 2-6). İnherent pürüzsüzlük, materyaldeki doldurucu partikül boyutuna bağlıdır. Cila işlemi uygulanmış materyal ise her zaman inherent pürüzsüzlüğüne geri döner (Albers 2002).



Şekil 2-6: Kazanılmış pürüzsüzlük ve inherent pürüzlülük (Albers 2002)

Reçine bazlı kompozitlerde yüzey pürüzlülüğü restorasyonun estetik ve biyolojik sonuçlarını etkileyerek renk değişikliğine, parlaklık kaybına, artmış aşınmaya, biyofilm birikimine, gingival inflamasyona ve sekonder çürüğe yol açabilir (Marghalani 2010; Kakuta ve ark. 2012; Cazzaniga ve ark. 2017; O'Neill ve ark. 2018). Yüzey pürüzlülüğü doldurucu partiküllerin tipi, şekli, boyutu ve dağılımı, reçine matriksin bileşimi, dönüşüm derecesi ve doldurucu/matriks ara yüzündeki silan bağlarının kalitesi gibi kompozitle ilgili çeşitli faktörlerden etkilenebilir (Nasoohi ve ark. 2017). Aynı zamanda bitirme ve cila işlemleri sırasında uygulanan aşındırıcı materyalin sertliği, boyutu, şekli, uygulanma hızı, uygulanma süresi, restorasyona uygulanan basınç gibi faktörler de kompozit restorasyonların yüzey pürüzlülüğünü etkileyebilir (O'Brien 2002).

Birçok pürüzlülük parametresi vardır, ancak arimetrik ortalama alınan şekli (Ra) en yaygın kullanılanıdır (Pacifici ve ark. 2013). Ra'nın plak oluşumu gözlenmeyen eşik değeri $0,2 \mu\text{m}$ 'dir (supra-subgingival) (Bollenl ve ark. 1997). Dil ucuyla pürüzlülük tespit etme eşik sınırı ise $0,3 \mu\text{m}$ 'dir (Jones ve ark. 2004). Cila sistemleri ve kompozit reçinlerdeki farklılıklar yüzey pürüzlülüğünde farklılıklara neden olur (Lai ve ark. 2007; Schmitt ve ark. 2011).

2.20. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yöntemleri

Yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için çeşitli teknikler kullanılabilir. Bunlar; optik ve tarayıcı elektron mikroskopu (SEM) gibi kalitatif (nitel) ve yüzey profili analizi (Profilometre) gibi kantitatif (sayısal) yöntemleri içermektedir. Bunların yanı sıra son yıllarda yeni bir teknik olan Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ile de yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmaktadır (Kakaboura ve ark. 2007).

2.20.1. Profilometreler

Profilometrelerin mekanik ve optik olmak üzere iki farklı çeşidi vardır. Her iki profilometre de kantitatif ölçümler yapmakta ve benzer pürüzlülük parametreleri kullanmaktadır (Joniot ve ark. 2006).

2.20.1.1. Mekanik Profilometreler

Mekanik profilometreler iki boyutlu ölçüm yaparlar. Elmas uçlu bir kalemin yüzeye temas etmesiyle kullanılan bir yöntemdir. Sensör bir X eksenini boyunca hareket eder ve dikey Z eksenindeki yükseklik farklarını makinenin dönüştürüm sistemini

referans olarak hesaplar. Bu nedenle incelenen yüzey ile sensörün dönüştürüm eksenindeki paralellik çok dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır (Bouchareine 1999). Tekniğin duyarlılığı $0,01 \mu\text{m}$ civarındadır. Pürüzlülük az olduğunda sensör çözünürlüğü yetersizdir ve optik ölçümler gereklidir (Jung ve ark. 2003).

Profilometreler in vitro incelemelerde yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için yıllardır kullanılmaktadır (McLundie ve Murray 1974). Pürüzlülük ölçümü yapılırken birçok parametreden faydalanılır. Bunlar arasında Ra, Rz, Rpm, Rz:Rpm, Rt, Rp, Rmr, Rpc, Rsm, Rz1max, Rsk gibi birçok parametre sayılabilir. En çok kullanılanları Ra, Rz ve Rpm'dir (Whitehead ve ark. 1995).

Ra parametresi, ortalama pürüzlülük değeri olarak bildirilmiştir. Pürüzlülük uzaklıklarının merkezden geçen çizgiye olan mesafeleri hesaplanıp matematiksel olarak ortalamaları alınır ve ortalama pürüzlülük yani Ra değeri bulunur (Pacifici ve ark. 2013).

2.20.1.2. Optik Profilometreler

Optik profilometreler hem niteliksel hem de niceliksel 3 boyutlu analiz sağlayan cihazlardır. Yüzey ile mekanik teması yoktur ve optik ışınla tarama yapmaktadır. Cihaz yüzey noktaları ile internal referans noktaları arasındaki mesafeyi ölçerek çalışır. Cihazın optik parçaları $100 \mu\text{m}^2$ 'lik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlayabilmektedir (Joniot ve ark. 2006).

Optik profilometreler 3 boyutlu analiz sağladıklarından yüzeyin doğal karakterini gösterebilmektedir (Kakaboura ve ark. 2007). Ölçüm sırasında örnek yüzeyine zarar vermeme, ölçümleri hızlı yapabilme, hem mikrometre hem de nanometre cinsinde ölçüm yapabilme, örneklerden hem 2 hem de 3 boyutlu görüntü alabilme gibi bu cihazın birçok avantajı mevcuttur (Kumari ve ark. 2015).

2.20.2. Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM)

Tarayıcı elektron mikroskobu, örnek yüzeyinden yansıyan çok ince ($10 \mu\text{m}$) bir elektron demetinin incelenen yüzey boyunca bir noktadan diğer bir noktaya art arda hareket etmesi prensibi ile çalışır (Junqueira 1992). SEM ile malzemelerin morfoloji, boyut, şekil, topografi ve kristallografik yapıları hakkında bilgi elde edilir (Kim 2013).

2.20.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

AFM, son yıllarda popülerite kazanmış 3 boyutlu analiz sağlayan bir cihazdır (Kakaboura ve ark. 2007). Numunelerin yüzeyine zarar vermeden tedavi öncesi ve sonrası değerlendirilme fırsatı sunar (Prado ve ark. 2012). Bununla birlikte ölçümler zaman alıcı ve pahalıdır. Ayrıca, yinelenen ölçümlerde aynı alanın bulunmasının zorluğu gibi dezavantajları da mevcuttur (Tholt ve ark. 2006).

2.21. Dişhekimliğinde Renk

Birçoğumuz renk kelimesinin ne anlama geldiğini bilse de örnek içermeyen bir kelimenin tanımını yazmaya çalışmak ilginç bir zorluktur. Uluslararası Aydınlatma Sözlüğü'nü yazmaya başlayan en zeki ve en özel renk bilimcileri bile bu zorlukla başa çıkamamıştır. Bu yazarlar rengi herhangi bir kromatik ve akromatik içerik kombinasyonundan oluşan görsel algının özelliği olarak tanımlamışlardır. Bu özellik sarı, turuncu, kahverengi, kırmızı, pembe, yeşil, mavi, mor vb. kromatik renk isimleriyle veya beyaz, gri, siyah vb. akromatik renk isimleriyle ve parlak, loş, açık, koyu vb. veya bu tür adların kombinasyonları ile nitelenir (Fairchild 2005 pp.83-91).

İnsan gözünün tespit edebileceği yaklaşık 10 milyon renk vardır (Brook ve ark. 2007). Rengin algılanması için bir ışık kaynağı, bir gözlemci ve bir nesnenin 3'lü kombinasyonu gereklidir (Burkinshaw 2004). Rengin görülebilmesi için ışık bir nesneden yansır ve gözün retinasındaki nöral sensörleri uyarır. Böylece beynin görsel korteksinde yorumlanmak üzere bir sinyal gönderilir (Brewer ve ark. 2004).

Doğal ışık elektromanyetik spektrumun 380-760 nm arasındaki dalga boyuna denk gelir. Göz yalnızca bu aralığı algılar (Brewer ve ark. 2004). Bir nesneye gelen ışık genellikle çok renklidir, yani genellikle 'beyaz' ışık olarak bilinen çeşitli dalga boylarının bir karışımıdır (Anusavice ve ark. 2012). Farklı dalga boyları gözle ayırt edilemez, fakat algılanan renk baskın veya ortalama dalga boyu olandır (Fondriest 2003).

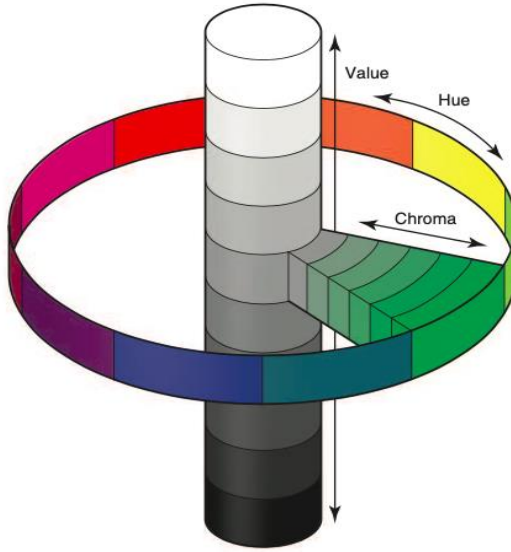
2.22. Renk Sistemleri

2.22.1. Munsell Renk Sistemi

Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde en yaygın kullanılan renk sistemlerinden biri, Munsell Renk Kitabında yer alan Munsell sistemidir (Şekil 2-7). Sistem 20. yüzyılın başlarında, bir sanatçı olan Albert H. Munsell tarafından

geliştirilmiştir. Munsell, özellikle çocukların eğitimine yardımcı olacak bir sistem geliştirmekle ilgilenmiştir. Sistemin temel dayanağı üç özelliğe göre renk görünümünü belirtmektir (Şekil 2-8):

- Hue
- Value
- Chroma (Fairchild 2005)



Şekil 2-7: Munsell renk sistemi (Ritter ve ark. 2018)

2.22.1.1. Hue (Renk Tonu)

Hue, bir renk ailesini diğerlerinden ayıran bir özelliktir. Bir nesnenin renginin kırmızı, mavi veya yeşil olarak algılandığı bir özelliktir. Hue, algılanan rengin tam dalga boyu mevcut olmasa da, algılanan rengi veren görünür spektrumdaki baskın dalga boyları aralığı olarak belirlenir. Diş hekimliğinde hue, Vita Classic renk skalasında (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) A, B, C, D harfleri ile ifade edilir (Watts ve Addy 2001; Fondriest 2003).



Şekil 2-8: Munsell renk sistemi (Hue, Chroma, Value) (Derbabian ve ark. 2001)

2.22.1.2. Chroma (Renk Yoğunluğu)

Chroma, rengin doygunluğu ve yoğunluğudur (Derbabian ve ark. 2001). Bir gıda boyasını bir bardak suya damlattığımızı düşünelim. Bu gıda boyasından suya ne kadar fazla eklersek karışım da o kadar koyu gözüktür ve chroma artar. Chroma ile value arasında ise ters bir orantı vardır. Chroma (yoğunluk) arttıkça value (parlaklık) azalır. Yoğunluk Vita skalasındaki numaralarla gösterilmektedir (Fondriest 2003).

2.22.1.3. Value (Renk Değeri)

Value rengin açıklığı veya koyuluğu olarak tanımlanır. Parlaklık olarak da bilinir. Yansıtılan toplam ışık miktarı arttıkça value değeri artar. Value skalasında saf beyaz için en üst değer 10, saf siyah için ise 0'dır. Bir cismin parlaklığı arttıkça içerdiği gri miktarı azalmaktadır (Chu ve ark. 2004; Fondriest 2003).

2.22.2. CIE L*a*b Renk Sistemi

1976'da Commission Internationale de l'éclairage tarafından geliştirilen bu sistem doğada oluşan tüm renklerin kırmızı, mavi ve yeşilin bir karışımı olduğu fikrine dayanmaktadır (Seghi ve ark. 1986). Munsell sistemine benzer şekilde CIE sistemi akromatik (value) ve kromatik (hue ve chroma) bileşenlere sahiptir (Paravina 2018).

CIE L*a*b sistemi dental materyallerdeki insan gözüyle algılanan renk ve renk değişikliklerini üç koordinatta değerlendirir. L* bir nesnenin açıklık ve koyuluk koordinatlarını verir. Munsell Renk Sistemindeki karşılığı Value'dur. Mükemmel siyah rengin L* değeri 0, mükemmel beyaz rengin L* değeri ise 100'dür. a* bir nesnenin kırmızı-yeşil parametresindeki kırmızılığını ölçerken; pozitif a* değerleri kırmızıya değişimi, negatif a* değerleri yeşile değişimi gösterir. b* bir nesnenin sarı-mavi koordinatındaki sarılığı ölçerken; pozitif b* değeri sarı rengi, negatif b* değeri mavi rengi gösterir (Johnston ve Kao 1989; O'Brien ve ark. 1991; O'Brien ve ark. 1997). CIE L*a*b renk sisteminde renk değişimi delta E (ΔE) ile ifade edilir (Sarac ve ark. 2006). ΔE değeri aşağıda verilen Hunter denklemine göre hesaplanmaktadır (Johnston ve ark. 1995).

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

Formüldeki ΔL^* , Δa^* ve Δb^* , L*a*b* değerlerinin iki ölçüm arasındaki farkı ifade etmektedir. Paravina ve ark. (2015) diş hekimliğinde görsel eşikler üzerine çok

merkezli bir çalışma yürütmüş ve $\Delta E=1,2$ 'nin altında olan değerlerin algılanamadığını, $\Delta E=2,7$ 'nin üzerinde olan değerlerin ise klinik olarak kabul edilemez olduğunu bildirmişlerdir. $\Delta E=2,7$ klinik olarak kabul edilebilir bir eşik değerdir (Paravina ve ark. 2015).

2.23. Renk Ölçüm Yöntemleri

Birçok farklı dental restorasyonun yapımında uygun olan rengin seçimi önemli bir rol oynamaktadır. Klinisyenler tarafından renk seçiminde farklı teknikler kullanılır ve bunlar görsel ve aletli renk seçimi olmak üzere iki gruba ayrılır (Okubo ve ark. 1998; Cal ve ark. 2004)

2.23.1. Görsel Renk Seçimi

Klinik diş hekimliğinde en sık kullanılan yöntem olan görsel renk tayini, hastanın diş renginin standart renkli bir renk skalası ile karşılaştırılmasıyla yapılmaktadır (Li ve Wang 2007). Aynı aydınlatma koşulları altında diş ve renk skalasının aynı anda gözlemlenmesi subjektif bir işlemdir. Işık koşulları, deneyim, yaş ve insan gözünün yorgunluğu gibi genel değişkenler ve renk körlüğü gibi fizyolojik değişkenler yanılgılara ve uyumsuzluklara neden olabilir (Hill 1987; Watts ve Addy 2001).

Renk seçimi için en çok kullanılan renk skalaları Vita Classical ve Vita 3D-Master skalalarıdır (Brewer ve ark. 2004; Paravina ve Powers 2004). Vita Classic A1-D4 (VITA Classic, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) diş hekimliğinde renk seçiminde yıllardır kullanılmaktadır ve altın standart olarak kabul edilmektedir. Kompozit reçineler, seramikler, total-parsiyel protezlerde seçilen diş renklerinin çoğunda bu skala baz alınmaktadır. Vita Classic 16 renk tonu içerir. A'dan D'ye doğru olan dört farklı hue'ya göre gruplandırılmıştır:

A: Kırmızımsı-Kahverengi (A1,A2,A3,A3,5,A4)

B: Kırmızımsı- Sarı (B1,B2,B3,B4)

C: Gri (C1,C2,C3,C4)

D: Kırmızımsı-Gri (D2,D3,D4)

Gruplar içinde ise düzenleme artan chroma ve azalan value'ya göre yapılır. Yani sayının değeri yükseldikçe chroma değeri artar, value değeri düşer. 1= düşük chroma, yüksek parlaklık, 4= yüksek chroma, düşük parlaklık anlamına gelmektedir. (Paravina ve Powers 2004; Ritter ve ark. 2018).

Vita 3D-Master renk skalası doğal dişlerin renkleriyle ilgili araştırmalara dayanarak geliştirilmiştir. Üç tane 3D-Master renk kılavuzu vardır: Toothguide, Linearguide, Bleachedguide. 3D-Master şeritleri sayı-harf-sayı kombinasyonu kullanılarak işaretlenir. İlk sayı value değerini temsil eder ve 0 (en açık) – 5 (en koyu) arasındaki değerlerdir. L,M ve R harfleri hue'yu temsil eder: L sarımsı, M orta renk ve R kırmızımsı renklere karşılık gelir. Harften sonra gelen sayı ise 1'den 3'e kadar artan derecede chromayı temsil eder (Paravina 2018).

2.23.2. Aletli Renk Seçimi

Aletli renk seçimi görsel renk seçimine göre daha avantajlıdır, çünkü ölçümler objektiftir, nicelendirilebilir ve daha hızlı elde edilebilir (Sikri 2010). Renk değerlendirilmesini daha basit, hızlı, kesin ve mükemmel hale getirmek için birçok farklı cihaz kullanılır (Cal ve ark. 2006). Bu yöntemde spektrofotometreler, kolorimetreler veya dijital kameralar kullanılabilir (Chu ve ark. 2010).

2.23.3. Kolorimetre

Diş hekimliğinde kullanılmak üzere 1980'lerin başında geliştirilen ilk kolorimetre cihazı Chromascan'dır. Bu tür bir cihaza olan talep başlangıçta zayıftı ve daha sonra bu cihazın hatalarının ve tasarımı ile ilgili yanlışlıklarının olduğu kanıtlandı. Birkaç yıl sonra estetik talep arttıkça daha yeni ve daha verimli tasarımlar ortaya kondu (Brewer ve ark. 2004). Geliştirilen yeni cihazlar nesnelerden yansıyan ışığı görünür spektrumdaki kırmızı, mavi, yeşil filtrelerinden geçirir ve bunları CIE L*a*b birimine dönüştürerek tristimulus değerlerini (CIE XYZ) ölçer.

Kolorimetreler genel olarak güvenilirdir ve tekrarlanabilirliği iyidir (Chen ve ark. 2012; Collins ve ark. 2004). Fakat bazı dezavantajları da vardır. Kolorimetreler düz yüzeyleri ölçmek için tasarlanmıştır. Dişler ise çoğunlukla eğimli bir yüzeye sahiptir ve bazı yüzey anomalilerine sahip olabilir. Ayrıca diş minesi translüsent bir yapıya sahiptir ve bu yapı ışık kaybına sebep olacağından yanlış sonuçlar ortaya çıkabilir (Joiner 2004; Westland ve ark. 2007).

Shade Eye (Shofu, Dental GmbH, Ratingen, Almanya), Cynovad Shade Scan (Cynovad, Montreal, Kanada), Shade Vision (X-Rite Grandville, MI, ABD), Indenta Color II (Indenta, Holback, Danimarka), Minolta CR-321 (Konica Minolta, Tokyo, Japonya) kolorimetre cihazlarındandır (Onal ve ark. 2015).

2.23.4. Spektrofotometre

Spektrofotometreler diş hekimliğinde renk ölçümünde ve seçiminde en doğru, kullanışlı ve esnek cihazlar arasındadır. Spektrofotometreler, görünür spektrum boyunca 1-25 nm aralıklarla bir nesneden yansıtılan ışık enerjisi miktarını ölçer ve ölçülen spektral yansımayı renk koordinatlarına (CIEXYZ, CIELAB veya CIELCH) ve çeşitli value değerlerine dönüştürür. Bu tek bir renk veya bir diş yüzeyi boyunca renkteki ince farklılıkları gösteren harita olabilir (Chu ve ark. 2010). Bir spektrofotometre bir optik radyasyon kaynağı, bir ışık dağıtma aracı, ölçüm için bir optik sistem, bir dedektör ve analiz edilebilir bir sinyal elde edilen bir ışığı dönüştürme aracı içerir (Lagouvardos ve ark. 2009).

Görsel ve aletli renk seçimi yeteneğinin değerlendirildiği sistematik bir incelemede, çalışmaların çoğu spektrofotometrenin daha kesin sonuçlar verdiğini bildirmiştir (Chen ve ark. 2012). Örneğin Paul ve ark. görsel renk seçiminin sadece %26,6 ile eşleştiğini, spektrofotometrik renk seçiminin ise %83,3 ile eşleştiğini göstermiştir (Paul ve ark. 2002). Benzer şekilde diş hekimliği öğrencileri arasında renk eşleştirme kalitesini karşılaştırmak için yapılan bir çalışmada doğru renk görsel olarak %36,3 ve bir spektrofotometre ile %80,4 oranında seçilmiştir (Bahannan 2014).

Spektrofotometreler renk ölçümleri yaparken standart aydınlatıcılar kullanır ve bu farklı aydınlatıcılar elde edilen sonuçları etkiler. Spektrofotometrelerde kullanılacak çeşitli aydınlatıcılar vardır örneğin; gün ışığını temsil eden standart aydınlatıcı D₆₅, florasan ışığı temsil eden F2 ve akkor ışığı temsil eden A gibi. Diş hekimliğinde yaygın olarak D₆₅ ve A tipi aydınlatıcılar kullanılır (Patel ev ark. 2004; Park ve ark. 2006).

Vita Easyshade Compact (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) renk analizi sürecine yardımcı olmak için geliştirilmiş, yeterli renk bilgisi sağlayan, kablosuz, küçük, elde taşınabilen, pille çalışan kontakt tip spektrofotometredir. Bu cihazda farklı ölçüm modları mevcuttur: tek nokta ve üç nokta (servikal,orta,insizal) ölçüm modu, restorasyon renk doğrulama modu gibi (Chu ve ark. 2010). Cihazın temas ucu 5 mm'dir. Ölçüm işlemi sırasında numunenin aydınlatılması cihazın ucundan LED

ışığının numunenin yüzeyine yönlendirilmesi ile sağlanır. Ekran Vita Classic ve Vita 3D-Master renk skalasına göre ve CIE L*a*b birimlerinde değer verir (Kurtulmuş-Yılmaz ve Ulusoy 2014).

2.23.5. Spektoradyometre

Spektoradyometreler, görünür spektrum boyunca nesnelerden yayılan veya yansıyan radyometrik miktarları (ışınım, ışıma) ölçer. Kolorimetrik değerleri renk koordinatlarına (CIE XYZ, CIE LAB ve CIE CLH) dönüştürebilir (Berns 2000 pp.97-100). Spektrofotometreler ve spektoradyometreler arasındaki temel fark, spektoradyometrelerin kendine ait ışık kaynakları yoktur ve temassız ölçüm yaparlar (Johnston ve ark. 1996). Bazı çalışmalar dental materyallerin renginin belirlenmesinde temassız ölçüm şeklinin insan gözünün renk algısına daha yakın olduğunu göstermiştir (Lim ve ark. 2010a; Lim ve ark. 2010b). Ancak literatürde diş renginin belirlenmesinde spektoradyometreler ile yapılmış çalışma sayısı daha azdır. Bunun nedeni ölçüm için gerekli dikkatli bir aydınlatma/görüntüleme koşullarına olan ihtiyaç olabilir (Joiner ve Luo 2017).

2.23.6. Dijital Kameralar

Temassız bir diğer renk ölçüm yöntemidir (Hunt 2011). Üç ana renkte ışığı algılayan, milyonlarca minik ışığa duyarlı element içeren şarjlı cihazlardır (Brewer ve ark. 2004). Sonuçlar CIE Lab cinsinden ya da kırmızı, yeşil, mavi değerler olarak verilir (Brook ve ark. 2007).

Dijital görüntüleme cihazları spektrofotometrelere göre daha doğru ve tekrarlanabilir değerler verir. Ayrıca tüm diş yüzeyini değerlendirme fırsatı sağlar (Brook ve ark. 2007). Dişin renk geçişlerini, yüzey özelliklerini, translüsentliğini ve çevre dokulara ait bilgileri teknisyene doğru bir şekilde aktarılmasını da sağlar (Napadlek ve ark. 2008).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, iki farklı cila sistemi (Sof-Lex, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD; OneGloss, Shofu, Kyoto, Japonya) ile cilalanmış ve cilalanmadan bitirilmiş (şeffaf bant ile) bir nanofil kompozit reçinenin (Filtek Ultimate Body A2; 3M ESPE) renklenme duyarlılığını karşılaştırmak, bu renklenmeyi iki farklı beyazlatma ajanının (Opalescence Boost, Ultradent, Utah, USA; Opalescence Quick PF, Ultradent, Utah, USA) geri döndürebilme etkinliğine bakmak ve beyazlatma ajanlarının kompozit reçinenin yüzey pürüzlülüğüne olan etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasının deneyleri İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiş ve in vitro koşullarda yapılmıştır.

3.1. Çalışmada Kullanılan Kompozit Reçine

3.1.1. Filtek Ultimate Body (A2) (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD)

Filtek Ultimate Body (3M/ESPE) nanofil universal restoratif materyali görünür ışıkla polimerize olan, radyoopak, kompozit esaslı bir materyaldir. Hem ön bölge hem de arka bölge restorasyonlarda kullanılmak üzere üretilmiştir. Filtek Ultimate universal kompozit 20 nm silika doldurucu, 4-11 nm zirkonya doldurucu ve zirkonya / silika kümesi doldurucu içermektedir. Ortalama küme parçacık boyutu 0,6 - 10 µm'dir. İnorganik doldurucu oranı ağırlık olarak %78,5 'dir (hacim olarak %55,6). Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA ve Bis-EMA reçineleri içerir.

Çalışmada kullanılan kompozit reçine Şekil 3-1'de gösterilmiştir ve detayları Tablo 3-1'deki gibidir.



Şekil 3-1: Filtek Ultimate A2 body kompozit (3M/ESPE)

Tablo 3-1: Çalışmada kullanılan kompozit, içeriği, üretici firması, üretim seri numarası

Kompozit	İçerik	Üretici Firma	Üretim (LOT) Numarası
Filtek Ultimate Body (A2)	%78,5 inorganik doldurucular, Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGMA ve PEGDMA	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	N889185

3.2. Çalışmada Kullanılan Bitirme ve Cila Sistemleri

Çalışmada kullanılan bitirme ve cila sistemleri Tablo 3-2’de verilmiştir.

Tablo 3-2: Çalışmada kullanılan bitirme ve cila sistemleri

Bitirme/Cila Sistemi	Çeşit	İçerik	Patikül Büyüklüğü	Üretici Firma	Üretim (LOT) Numarası
Sof-Lex Bitirme ve Cila Diskleri	Çok Basamaklı	Al ₂ O ₃ kaplı diskler (kaba, orta, ince, ultra ince)	Kalın:60µm	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	N930491
			Orta:29 µm		
			İnce:14 µm		
			Ultra İnce:5 µm		
OneGloss Cila Seti	Tek Basamaklı	Sentetik lastik (polivinilsiloksan), abraziv partikül (Al ₂ O ₃) ve silikon oksit (SiO ₂)	80 µm	Shofu, Kyoto, Japonya	0217220

3.2.1. Sof-Lex Bitirme ve Cila Diskleri (3M/ESPE)

Sof-Lex bitirme ve cila seti alüminyum oksit kaplı, farklı partikül büyüklüğüne sahip 4 adet diskten oluşur. Sof-Lex disklerinin renkleri gren sıralaması dikkate alınarak kodlanmış ve böylece kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Mandren ile kullanılan disklerin 12,7 mm ve 9,5 mm çapında iki boyutu mevcuttur. Disklerin kaba, orta, ince ve ultra ince çeşitleri 10 000-30 000 rpm hızda 15-20 sn kullanılır. Kalın, orta kalın, ince ve ultra ince grenli disklerin sırasıyla kullanılması idealdir. Diskler tek kullanımlıktır. Her disk kullanımından sonra yüzey yıkanıp, kurulanmalıdır.

Çalışmada kullanılan bitirme ve cila sistemleri Şekil 3-2 ve Şekil 3-3’de gösterilmiştir.



Şekil 3-2: Sof-Lex bitirme ve cila diskleri (3M ESPE)

3.2.2. OneGloss Kompozit Cila Seti (Shofu)

OneGloss kompozit cila seti (Shofu) tek aşamalı bitirme ve cila lastikleridir. Lastiklerin üç farklı şekli mevcuttur ve 3 000-10 000 rpm hızda uygulanır. OneGloss cila lastikleri mandren üzerine yerleştirilerek hafif bir basınçla uygulanır.



Şekil 3-3: OneGloss cila seti (Shofu)

3.3. Çalışmada Kullanılan Ofis Tipi Beyazlatma Ajanları

Çalışmada 2 farklı beyazlatma ajanı kullanıldı (Tablo 3-3, Şekil 3-4, Şekil 3-5).

Tablo 3-3: Çalışmada kullanılan beyazlatma ajanları

Beyazlatma Ajanı	İçerik	Tipi	Üretici Firma	Üretim (LOT) Numarası
Opalescence Boost	%40 Hidrojen peroksit %1,1 Florür (NaF) %3 Potasyum nitrat (KNO ₃)	Ofis Tipi Beyazlatma Ajanı	Ultradent (Utah, ABD)	BG2VG
Opalescence Quick PF	%45 karbamid peroksit, potasyum nitrat, %0,11 florid, karbopol, gliserin	Ofis Tipi Beyazlatma Ajanı (Bekleme Odası Beyazlatma Tekniği)	Ultradent (Utah, ABD)	BFKLK

3.3.1. Opalescence Boost %40 Beyazlatma Ajanı

Opalescence Boost (Ultradent), %40 HP içeren, kimyasal olarak aktive olan ofis tipi beyazlatma ajanıdır. Beyazlatma için ışık kaynağına ihtiyaç duyulmamaktadır. 2 hazneli jel karıştırma şırıngası bulunmaktadır. Şırınganın birinde kimyasal aktivatör, %1,1 sodyum florür ve %3 potasyum nitrat bulunur. Bu içerik diğer şırıngada bulunan HP ile karıştırılır. Birbirine kenetlenmiş şırıngalardan kırmızı şırınganın pistonu bastırılarak tüm içerik şeffaf şırıngaya itilir. Şırınga gövdeleri baş parmaklar yardımıyla en az 50 kez (her tarafı 25 kez) ileri geri itilerek jelin homojen şekilde karışımı sağlanır. Karıştırılan jelin tamamı kırmızı şırıngaya itilir, iki şırınga birbirinden ayrılır ve önerilen uç kırmızı şırınganın ucuna takılarak beyazlatma ajanı kullanılabilecek duruma getirilir.



Şekil 3-4: Opalescence Boost %40 beyazlatma ajanı (Ultradent)

3.3.2. Opalescence Quick PF %45 Beyazlatma Ajanı

Opalescence Quick PF %45 (Ultradent) diş hekimi kontrolünde ve klinik içerisinde uygulanan bekleme odası beyazlatma ajanıdır (Şekil 3-5). Saydam, yüksek viskoziteli ve yapışkan bir jeldir. %45 KP içerir ve kişiye özel hazırlanmış plaklarla uygulanır. Hassasiyet oluşturmaması için içerisine potasyum nitrat ve florid eklenmiştir. Bir seanstaki tedavi süresi 30 dakikadır.

Bu ürün, ev tipi beyazlatma tedavisine başlanmadan önce hekim tarafından klinikte tek seans uygulanabilecek bir başlangıç tedavisi olabileceği gibi, hekim tarafından belli bir süre klinikte de uygulanabilir.



Şekil 3-5: Opalescence Quick PF %45 beyazlatma ajanı (Ultradent)

3.4. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Materyaller

Çalışmamızda kullanılan cihazlar Tablo 3-4’de ve Şekil 3-6, Şekil 3-7, Şekil 3-8 ve Şekil 3-9’da gösterilmiştir.

Tablo 3-4: Çalışmada kullanılan cihazlar ve üretici firmaları

Cihazlar	Cihazın Tipi	Üretici Firma
VITA Easyshade Compact Spektrofotometre	Spektrofotometre	VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya
Metaserv 250	Zımpara Cihazı	Buehler, Lake Bluff, IL, ABD
Taylor Habson Surtronic 3+	Pürüzlülük Ölçme Cihazı	Taylor Hobson Ltd., Leicester, İngiltere
3M Espe Elipar S10	Işık Aleti	3M Espe, St. Paul, MN, ABD



Şekil 3-6: VITA Easyshade Compact spektrofotometre (VITA Zahnfabrik)



Şekil 3-7: Metaserv 250 zımpara cihazı (Buehler)



Şekil 3-8: Taylor Habson Surtronic pürüzlülük ölçme cihazı (Taylor Hobson Ltd.)



Şekil 3-9: 3M/ESPE Elipar S10 ışık cihazı (3M/ESPE)

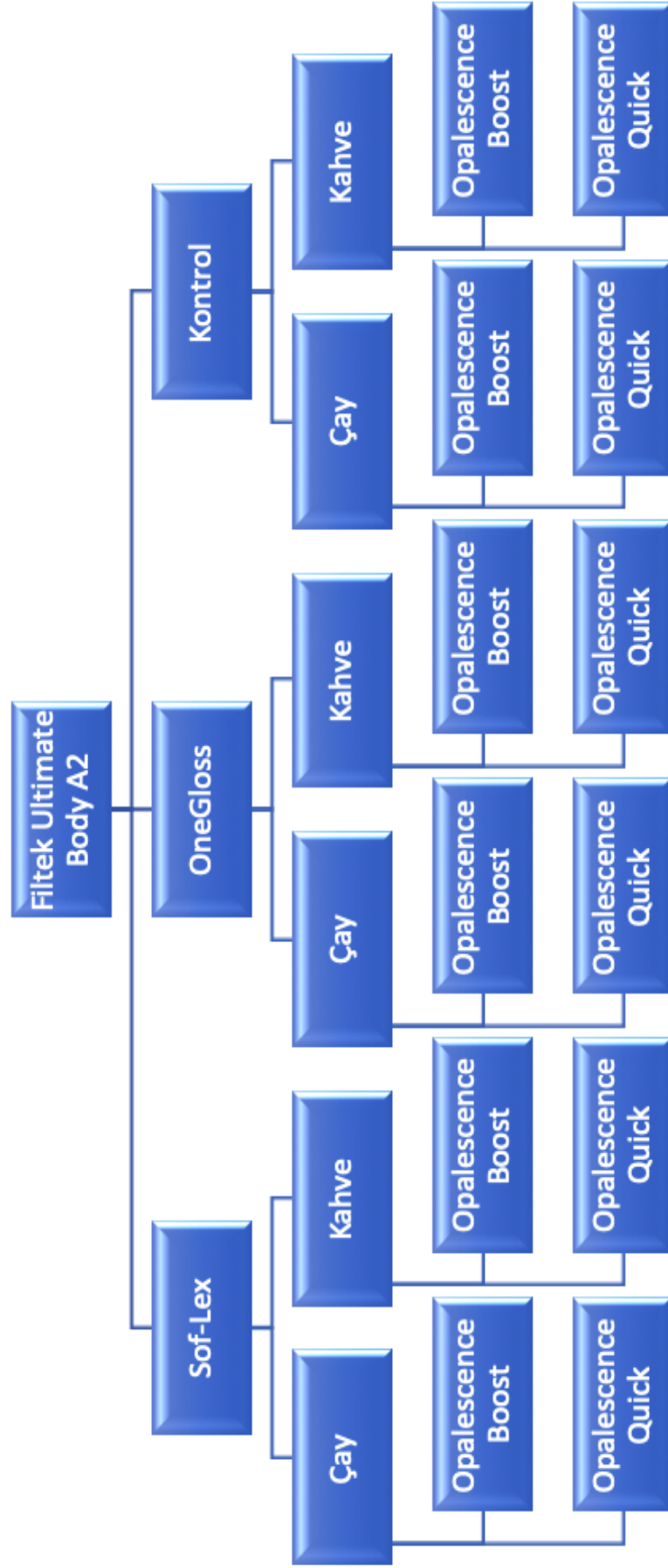
3.5. Deney Gruplarının Belirlenmesi

Kullanılan cila sistemlerine göre 2 ana grup (Sof-Lex, OneGloss) ve 1 kontrol grubu (şeffaf bant ile bitirilmiş) oluşturuldu. Daha sonra her bir grup kullanılan renklendirici solüsyona göre (çay ve kahve) 2 alt gruba ayrıldı. Bu gruplardan her biri kullanılan beyazlatma ajanına göre (Opalescence Boost ve Opalescence Quick) 2 alt gruba daha ayrıldı ve toplamda 12 grup elde edildi.

Örnek genişliğini belirlemek için power analizi yapıldı. Yapılan power analizine göre; 0,519 sıklık olarak alındığında %95 güven aralığında, %80 güçte ve kabul edilebilir örneklem hatası 4 alındığında; güç analizine karşılık gelen değer; $n=9$ olmaktadır. $n=9$ olarak alındı ve toplam 108 örnek hazırlandı.

Çalışmada yer alan deney grupları Tablo 3-5'te gösterilmiştir.

Tablo 3-5: Çalışmada yer alan deney gruplarının belirlenmesi



3.6. Çalışma Planı

3.6.1. Kompozit Örneklerin Hazırlanması

Tüm kompozit diskler (Filtek Ultimate Body; 3M/ESPE) 2x8 mm'lik silindirik boşlukları olan paslanmaz çelik kalıp içerisinde hazırlandı. Açık renkli kompozitlerin koyu renklilerden daha fazla renklendiği bilindiğinden A2 body rengi seçilerek 108 adet kompozit disk hazırlandı. Kompozit reçine kalıbın içerisine siman fulvarı yardımıyla yerleştirildi. Ardından fazla malzemenin çıkmasını sağlamak ve pürüzsüz bir yüzey oluşturmak için kompozit reçinenin üstüne şeffaf bant (Hawe Transparent Strips, Kerr) yerleştirildi ve mikroskop camı (lam) ile hafif bir şekilde bastırıldı. Üretici firma talimatlarına uygun olarak, 1200 mw/cm^2 ışık gücüne sahip bir LED ışık cihazı (Elipar S10 ,3M ESPE) ile 20 saniye ışık uygulanıp kompozit polimerize edildi.

Paslanmaz çelik kalıptan çıkarılan örneklerin çapakları temizlendi ve 37°C 'de distile suda 24 saat bekletildi. Örneklerin alt yüzeylerine, işlem ve ölçüm yapılacak üst yüzeylerinden karıştırılmaması amacıyla, aeratör yardımıyla çizgiler oluşturuldu. Kontrol grubu haricindeki bütün örneklerin yüzeyleri #600 gritlik silikon karbit zımpara (Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) yardımı ile 30 saniye boyunca su soğutması altında zımparalanarak düzgün yüzeyler oluşturuldu.

Çalışmada kullanılan 2x8'lik paslanmaz çelik kalıp Şekil 3-10'da gösterilmiştir.



Şekil 3-10: Çalışmada kullanılan paslanmaz çelik kalıp (2x8 mm)

3.6.2. Bitirme ve Cila İşlemlerinin Uygulanması

Çalışmadaki ana gruplar ve uygulanan bitirme ve cila işlemleri Tablo 3-6'da gösterilmiştir ve bütün işlemler aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.

Tablo 3-6: Çalışmadaki ana gruplar ve uygulanan bitirme ve cila işlemleri

Çalışma Grupları	Uygulanan Bitirme ve Cila İşlemleri
Grup-K	Kontrol Grubu (Şeffaf bant)
Grup-S	Sof-Lex Bitirme ve Cila Diskleri
Grup-O	OneGloss Cila Lastikleri

Grup-K: 36 adet örnekten şeffaf bantla bitirilenler kontrol grubunu oluşturmaktadır ve bu gruptaki örnekler herhangi bir bitirme ve cila işlemi uygulanmadı.

Grup-S: 36 adet örneğe sırasıyla orta, ince ve ultra ince Sof-Lex bitirme ve cila disklerinden (3M ESPE) her biri yavaş devirli bir mikromotor (15 000-20 000 rpm) ile 15'er saniye kuru olarak uygulandı. Disklerin aynı yönde uygulanmasına dikkat edildi ve her diskten sonra örnekler yıkanıp kurulandı. Diskler her kullanımdan sonra yenisi ile değiştirildi.

Grup-O: 36 adet örneğe tek aşamalı cila sistemi olan OneGloss (Shofu) cila lastiği yavaş devirli bir mikromotor (15 000 rpm) ile uygulandı. Disk şeklinde olan lastikler örnekler 30'ar saniye kuru ve hafif bir basınç ile uygulandı ve her yeni örnek için cila lastikleri yenilendi.

Bu aşamada tüm gruplarda başlangıç renk koordinatlarını belirlemek için 1. renk ölçümü ve başlangıç yüzey pürüzlülüğü ölçümü gerçekleştirildi.

3.6.3. Örneklerin Saklanması

Örnekler hazırlandıktan ve rastgele gruplara ayrılıp bitirme ve cila işlemleri tamamlandıktan sonra her bir örneğin ait olduğu grubu belirten harf ve numaralar örneklerin işlem yapılmayacak arka yüzeylerine bir frez yardımıyla yazıldı. Hazırlanan tüm örnekler içerisinde distile su bulunan saklama kaplarına konularak 37°C'lik etüvde bekletildi (Şekil 3-11).



Şekil 3-11: Örneklerin bekletilmesi için kullanılan etüv cihazı (Termal Laboratuvar Aletleri San ve Tic. Koll. Şti, İstanbul, Türkiye)

3.6.4. Örneklerin Solüsyonlarda Bekletilmesi

Kontrol ve cila gruplarından örnekler rastgele iki alt gruba ayrıldı (18 örnek) ve örnekler çay veya kahve solüsyonundan birinde bekletildi.

3.6.4.1. Çay

Çalışmamızda örnekleri çayda bekletmek için demlik poşet (Earl Grey, Lipton, Blackfriars-London, İngiltere) kullanıldı (Şekil 3-12). Çay solüsyonu, üreticinin talimatları doğrultusunda her biri 3,2 g olan 1 adet poşetin 150 ml kaynar distile suda 10 dakika bekletilmesiyle hazırlandı ve çözelti oda sıcaklığına gelmesi için beklendi. Hazırlanan çay solüsyonu ufak plastik kaplara döküldü. Rastgele gruplara ayrılan örneklerin işlem uygulanan yüzeyleri üstte kalacak şekilde kaplara yerleştirildi. Her 24 saatte yeni bir çay solüsyonu hazırlandı ve örnekler 7 gün boyunca çay solüsyonu içerisinde ve etüvde bekletildi. 7 günlük bir bekletme periyodundan sonra örnekler distile su ile durulandı, 37°C’de saklanmadan önce yüzeyindeki birikintiler polisaj fırçasıyla uzaklaştırıldı ve 2. bir renk ölçümü gerçekleştirildi.



Şekil 3-12: Çalışmada kullanılan çay (Lipton Earl Gray, İngiltere)

3.6.4.2. Kahve

Çalışmamızda kahve (Nescafe Classic, Nestle SA, Vevey, İsviçre) solüsyonu kullanıldı. Üreticinin talimatları doğrultusunda kahve solüsyonu 2 g kahvenin 200 ml kaynamış distile suya eklenmesiyle hazırlandı (Şekil 3-13). Daha sonra hazırlanan çözelti filtre edildi ve oda sıcaklığına gelmesi için beklendi. Hazırlanan kahve solüsyonu ufak plastik kaplara döküldü. Rastgele gruplara ayrılan örneklerin işlem uygulanan yüzeyleri üstte kalacak şekilde kaplara yerleştirildi. Her 24 saatte yeni bir kahve solüsyonu hazırlandı ve örnekler 7 gün boyunca kahve solüsyonu içerisinde ve etüvde bekletildi. 7 günlük bir bekletme periyodundan sonra örnekler distile su ile durulandı, 37°C’de distile suda saklanmadan önce yüzeyindeki gevşek birikintiler polisaj fırçasıyla uzaklaştırıldı ve 2. bir renk ölçümü gerçekleştirildi.



Şekil 3-13: Hazırlanan kahve solüsyonu (Nescafe Classic, İsviçre)

3.6.5. Örneklere Beyazlatma Ajanı Uygulaması

Örneklerin renklendirilmesinden sonra çay ve kahve grubundaki 18 örnek kendi içinde rastgele 2 alt gruba daha ayrıldı (n=9). Alt gruplara ayrılan örneklere ofis tipi beyazlatma ajanlarından (Opalescence Boost ve Opalescence Quick) sadece biri uygulandı.

3.6.5.1. Opalescence Boost Ofis Tipi Beyazlatma Ajanı Uygulanması

Ofis tipi beyazlatma ajanı örneklerin sadece üst yüzeylerine uygulandı (Şekil 3-14). Ajan uygulanmadan önce örnekler saklandıkları distile suyun içerisinden çıkartıldı ve kurutuldu. Beyazlatma ajanı üretici firmanın talimatlarına göre karıştırıldı. Opalescence Boost (Ultradent) ajanı kurutulmuş örneklerin üst yüzeylerine üretici firmanın talimatları doğrultusunda toplam 40 dakika olacak şekilde 2 kez uygulandı (2x20 dk). Uygulama basamakları arasında yeni jel uygulanmadan önce uygulanmış jel pamuk pelet ile temizlendi. Beyazlatma işleminden sonra örnekler 1 dakika akan suyun altında yıkandı, kurutuldu ve bir hafta sonra aynı işlemler tekrarlandı. Uygulama seansları esnasında bütün örnekler 37°C'de distile su içerisinde saklandı. Beyazlatma işleminin sonunda renk ölçümü yapılmadan önce örneklerin rehidratasyonunu sağlamak ve rengin geri dönme etkisine izin vermek için örnekler 1 hafta boyunca distile suyun içinde 37°C'lik etüvde saklandı. Daha sonra beyazlatma işleminin meydana getirdiği renk değişimini hesaplamak için 3. bir renk ölçümü ve 2. bir yüzey pürüzlülüğü ölçümü gerçekleştirildi.

Gruplar:

Grup SÇB: Sof-Lex ile cilalanıp çayda bekletilen örneklere Boost ajanı uygulandı.

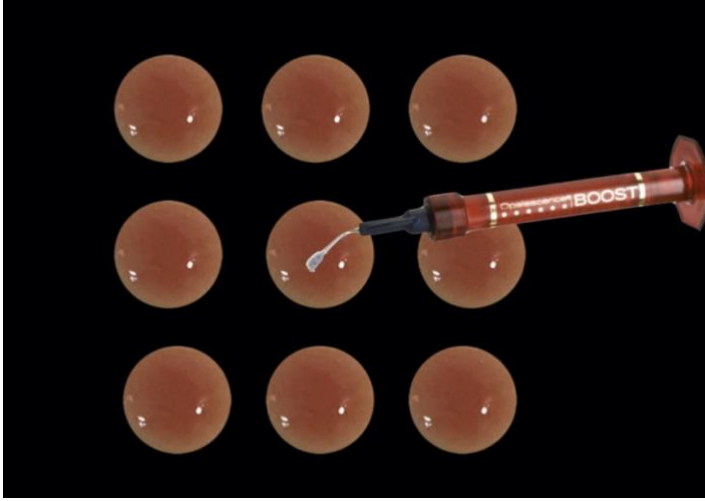
Grup SKB: Sof-Lex ile cilalanıp kahvede bekletilen örneklere Boost ajanı uygulandı.

Grup OÇB: OneGloss ile cilalanıp çayda bekletilen örneklere Boost ajanı uygulandı.

Grup OKB: OneGloss ile cilalanıp kahvede bekletilen örneklere Boost ajanı uygulandı.

Grup KÇB: Şeffaf bant ile bitirilip cila işlemi uygulanmayan örnekler çayda bekletilip Boost ajanı uygulandı.

Grup KKB: Şeffaf bant ile bitirilip cila işlemi uygulanmayan örnekler kahvede bekletilip Boost ajanı uygulandı.



Şekil 3-14: Opalescence Boost ajanının örneklere uygulanması

3.6.5.2. Opalescence Quick Ofis Tipi Beyazlatma Ajanı Uygulanması

Ofis tipi beyazlatma ajanı, örneklerin sadece üst yüzeylerine uygulandı (Şekil 3-15). Ajan uygulanmadan önce örnekler saklandıkları distile suyun içerisinde çıkarıldı ve kurutuldu. Opalescence Quick (Ultradent) beyazlatma ajanı kurutulmuş örneklerin üst yüzeylerine üretici firmanın talimatları doğrultusunda 30 dakika boyunca uygulandı. Beyazlatma işleminden sonra örnekler 1 dakika akan suyun altında yıkandı, kurutuldu ve bir hafta sonra aynı işlem tekrarlandı. Uygulama seansları esnasında bütün örnekler 37°C’de distile su içerisinde saklandı. Renk ölçümü yapılmadan önce örneklerin rehidratasyonunu sağlamak ve rengin geri dönme etkisine izin vermek için örnekler 1 hafta boyunca distile suyun içinde 37°C’lik etüvde saklandı. Daha sonra beyazlatma işleminin meydana getirdiği renk değişimini hesaplamak için 3. bir renk ölçümü ve 2. bir yüzey pürüzlülüğü ölçümü gerçekleştirildi.

Gruplar:

Grup SÇQ: Sof-Lex ile cilalanıp çayda bekletilen örneklere Quick ajanı uygulandı.

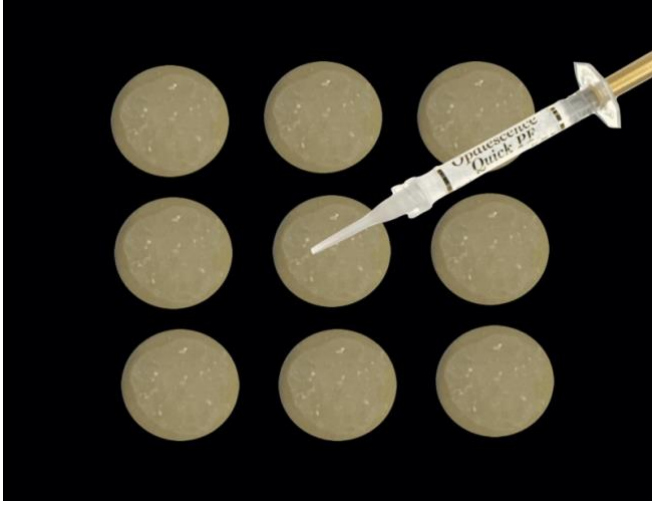
Grup SKQ: Sof-Lex ile cilalanıp kahvede bekletilen örneklere Quick ajanı uygulandı.

Grup OÇQ: OneGloss ile cilalanıp çayda bekletilen örnekler Quick ajanı uygulandı.

Grup OKQ: OneGloss ile cilalanıp kahvede bekletilen örnekler Quick ajanı uygulandı.

Grup KÇQ: Şeffaf bant ile bitirilip cila işlemi uygulanmayan örnekler çayda bekletilip Quick ajanı uygulandı.

Grup KKQ: Şeffaf bant ile bitirilip cila işlemi uygulanmayan örnekler kahvede bekletilip Quick ajanı uygulandı.



Şekil 3-15: Opalescence Quick ajanının örnekler üzerine uygulanması

3.6.6. Dijital Spektrofotometre ile Renk Ölçümü

Çalışmadaki renk ölçümleri dijital spektrofotometre (VITA EasyShade Compact, VITA Zahnfabrik) ile beyaz zemin üzerinde yapıldı.

Spektrofotometreyi kalibre etmek için cihaz kalibrasyon yuvasına yerleştirildi ve düğmesine basıp kalibrasyon başlatıldı. Arka arkaya üç kez bip sesi duyulduktan sonra cihaz yerinden kaldırıldı. Kalibrasyon işlemi her bir örneğin ölçümünden sonra tekrarlandı.

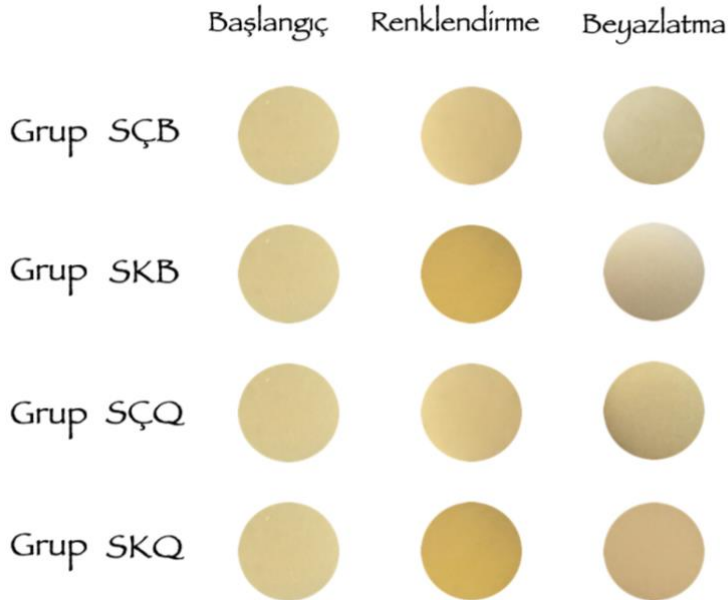
Renk ölçümü yapılmadan önce örnekler kağıt bir havlu ile kurutuldu. İşlem tek nokta ölçüm modunda ve cihazın ucu örneğin üzerine yerleştirilerek gerçekleştirildi. Her örnek için renk ölçümü 3 kez tekrarlandı ve her seferinde ekranda çıkan L^* , a^* , b^* değerleri not edildi. Her bir örneğin ölçümlerinden elde edilen üç değerlerin ortalaması alınarak dikkate alınacak L^* , a^* , b^* değerleri elde edildi.

Örnekler hazırlanıp cila işlemi uygulandıktan sonra (Grup K,S,O) temel renk koordinatlarını (L^*_1 , a^*_1 , b^*_1) belirlemek için bir başlangıç renk ölçümü yapıldı. Örnekler daha sonra renklendirici solüsyona 1 hafta maruz kaldıktan sonra ikinci bir renk ölçümü yapıldı ve elde edilen koordinatlar (L^*_2 , a^*_2 , b^*_2) ΔE^*1-2 'yi hesaplamak için kullanıldı. Bu değer beyazlatmadan önce örneklerin renklenme durumunu temsil etmektedir. Hesaplamalar aşağıdaki Hunter denklemi kullanılarak yapılmıştır:

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

Daha sonra renklenmiş örnekler beyazlatma protokolleri uygulandıktan sonra üçüncü bir renk ölçümü yapıldı. Elde edilen koordinatlar (L^*_3 , a^*_3 , b^*_3), ikinci ölçümden elde edilenlerle birlikte beyazlatma işleminin neden olduğu renk değişimini temsil eden ΔE^*2-3 'ü hesaplamak için kullanıldı. Beyazlatma işleminden sonra örneklerin renginin başlangıç rengine dönüp dönmediğini değerlendirmek için, birinci ve üçüncü ölçümlerin koordinatları kullanılarak ΔE^*1-3 hesaplandı.

Tüm gruplarda renklendirme ve beyazlatma ajanı uygulanmasından sonra meydana gelen renk değişimi Şekil 3-16, Şekil 3-17, Şekil 3-18'de gösterilmiştir.



Şekil 3-16: Sof-Lex cila grubundaki örneklerin renklendirme ve beyazlatma işleminden sonraki renk değişimleri

	Başlangıç	Renklendirme	Beyazlatma
Grup OÇB			
Grup OKB			
Grup OÇQ			
Grup OKQ			

Şekil 3-17: OneGloss cila grubundaki örneklerin renklendirme ve beyazlatma işleminden sonraki renk değişimleri

	Başlangıç	Renklendirme	Beyazlatma
Grup KÇB			
Grup KKB			
Grup KÇQ			
Grup KKQ			

Şekil 3-18: Kontrol grubundaki örneklerin renklendirme ve beyazlatma işleminden sonraki renk değişimleri

3.6.7. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Pürüzlülük ölçümü için Taylor Habson Surtronic 3+ (Taylor Hobson Ltd.) profilometre cihazı kullanıldı. Ölçümler renklendirme işleminden önce ve beyazlatma işleminden sonra olmak üzere 2 farklı aşamada yapıldı. Cihazın kalibrasyonu üretici

firmanın talimatları doğrultusunda ve cihazın bir parçası olan kalibrasyon plakası aracılığıyla yapıldı. Cihaz kalibre edildikten sonra elmas ucun “cut off” değeri 0,25 mm ve ölçüm uzunluğu denilen “eval lenght” değeri 0,75 mm olacak şekilde ayarlandı. Ardından profilometrenin okuyucu ucu ile örnek arasındaki değme açısı 90° olacak şekilde elmas uç konumlandırıldı. Ölçüm için örneklerin yüzeyinin kuru olmasına dikkat edildi. Her bir örneğin yüzey pürüzlülüğü 5 kez ölçüldü ve ortalama bir Ra değeri elde edildi. Her beş ölçümde bir kalibrasyon işlemi yapıldı.

3.7. İstatistiksel İncelemeler

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, ABD) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (ortalama, standart sapma, medyan, frekans, yüzde, minimum, maksimum) kullanıldı. Nicel verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ve grafiksel incelemeler ile sınıandı. Normal dağılım göstermeyen nicel değişkenlerin iki grup arası karşılaştırmalarında Mann-Whitney U test kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen üç ve üzeri grupların karşılaştırmalarında ise Kruskal Wallis test ve ikili karşılaştırmalarında Bonferroni-Dunn Test kullanıldı. Başlangıca göre son Ra ölçümlerindeki değişimlerin incelenmesinde Wilcoxon Signed Ranks test kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Tanımlayıcı özelliklerin dağılımı Tablo 4-1’de verilmiştir.

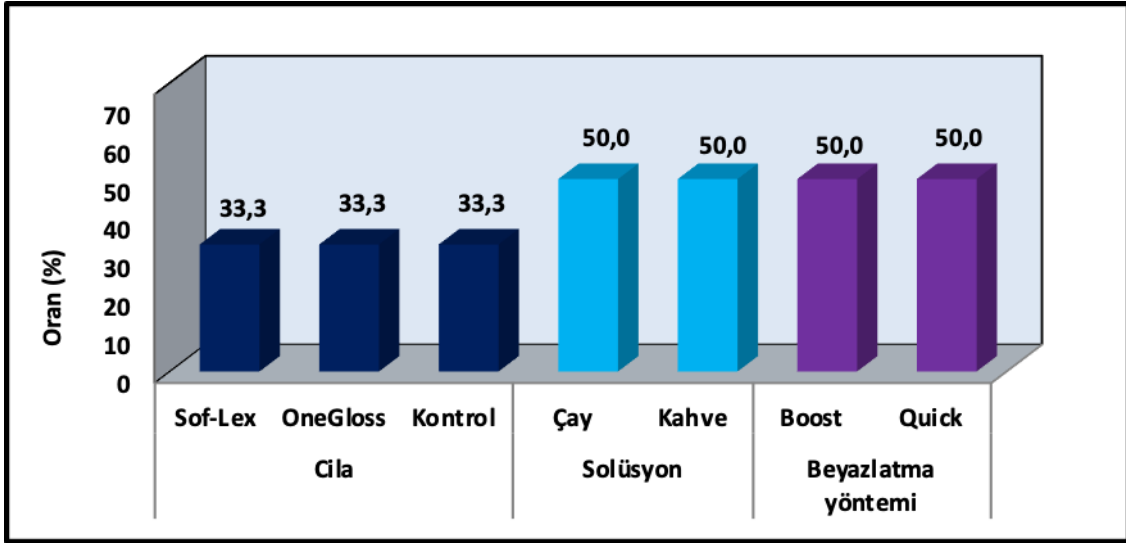
Tablo 4-1: Tanımlayıcı özelliklerin dağılımı

<i>Tanımlayıcı özelliklerin dağılımı (n=108)</i>		
Cila; n (%)	Sof-Lex	36 (33,3)
	OneGloss	36 (33,3)
	Kontrol	36 (33,3)
Solüsyon; n (%)	Çay	54 (50,0)
	Kahve	54 (50,0)
Beyazlatma ajanı; n (%)	Opalescence Boost	54 (50,0)
	Opalescence Quick	54 (50,0)
Beyazlatma öncesi Ra	<i>Min-Mak (Medyan)</i>	0,04-0,44 (0,14)
	<i>Ort±Ss</i>	0,168±0,094
Beyazlatma sonrası Ra	<i>Min-Mak (Medyan)</i>	0,08-0,48 (0,18)
	<i>Ort±Ss</i>	0,216±0,102
ΔE₁	<i>Min-Mak (Medyan)</i>	3,48-21,82 (8,92)
	<i>Ort±Ss</i>	9,214±3,226
	<2,7	0 (0)
	>2,7	108 (100)
ΔE₂	<i>Min-Mak (Medyan)</i>	1,60-13,87 (6,75)
	<i>Ort±Ss</i>	6,967±2,273
	<2,7	3 (2,8)
	>2,7	105 (97,2)
ΔE₃	<i>Min-Mak (Medyan)</i>	0,64-10,71 (2,48)
	<i>Ort±Ss</i>	3,473±2,687
	<2,7	60 (55,0)
	>2,7	48 (45,0)

Kompozit reçine örneklerinin %33,3’ü (n=36) Sof-Lex, %33,3’ü (n=36) OneGloss cila sistemi ile cilalanmış; %33,3’ü (n=36) cilalanmayarak Kontrol grubu olarak bırakılmıştır.

Solüsyon olarak %50,0’sine (n=54) çay, %50,0’sine (n=54) kahve uygulanmıştır. Beyazlatma ajanı olarak ise; %50,0’sine (n=54) Opalescence Boost, %50,0’sine (n=54) Opalescence Quick ajanı kullanılmıştır.

Kullanılan malzemelere ilişkin dağılımlar Şekil 4-1’de gösterilmektedir.



Şekil 4-1: Kullanılan malzemelere ilişkin dağılımlar

Beyazlatma öncesi Ra ölçümleri 0,04 ile 0,44 arasında değişmekte olup, ortalama $0,168 \pm 0,094$; beyazlatma sonrası Ra ölçümleri 0,08 ile 0,48 arasında değişmekte olup, ortalama $0,216 \pm 0,102$ saptanmıştır.

ΔE_1 ölçümleri 3,48 ile 21,82 arasında değişmekte olup, ortalama $9,214 \pm 3,226$ ’dır; ΔE_1 ölçümü 2,7’nin altında olan örnek bulunmamaktadır, tümü 2,7’nin üzerindedir. ΔE_2 ölçümleri 1,60 ile 13,87 arasında değişmekte olup, ortalama $6,967 \pm 2,273$ ’tür; ΔE_2 ölçümü 2,7’nin altında olan %2,8 (n=3), 2,7’nin üzerinde olan %97,2 (n=105) oranında örnek bulunmaktadır. ΔE_3 ölçümleri 0,64 ile 10,71 arasında değişmekte olup, ortalama $3,473 \pm 2,687$ ’dir; ΔE_3 ölçümü 2,7’nin altında olan %55,0 (n=60), 2,7’nin üzerinde olan %45,0 (n=48) oranında örnek bulunmaktadır.

4.1. Yüzey Pürüzlülüğü (Ra) Ölçümlerine İlişkin Bulgular

Kompozit reçine örneklerinde cilalı ve cila işlemi uygulanmayan yüzeylerin başlangıç yüzey pürüzlülüğü değerleri (başlangıç Ra) ve beyazlatma ajanı uygulanmasından sonra meydana gelen yüzey pürüzlülüğü değerleri (son Ra) Tablo 4-2’de verilmiştir.

Tablo 4-2: Cila türüne göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirilmesi

		Cila			^a p
		Sof-Lex (n=36)	OneGloss (n=36)	Kontrol (n=36)	
Başlangıç Ra	Q1-Q3	0,132-0,148	0,248-0,316	0,061-0,088	0,001**
	(Medyan)	(0,140)	(0,276)	(0,082)	
	Ort±Ss	0,141±0,015	0,284±0,052	0,074±0,017	
Son Ra	Q1-Q3	0,150-0,196	0,290-0,390	0,112-0,148	0,001**
	(Medyan)	(0,178)	(0,340)	(0,126)	
	Ort±Ss	0,176±0,031	0,341±0,065	0,128±0,025	
		^b p 0,001**	0,001**	0,001**	

^aKruskal Wallis Test^bWilcoxon Signed Ranks Test

**p<0,01

Cila gruplarına göre başlangıç Ra ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0,001; p<0,01). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; OneGloss cila grubunun ölçümleri, Sof-Lex cila grubundan (p=0,001) ve Kontrol (p=0,001) grubundan yüksek bulunmuştur (p<0,01). Sof-Lex cila grubunun ölçümleri de Kontrol grubundan yüksek bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

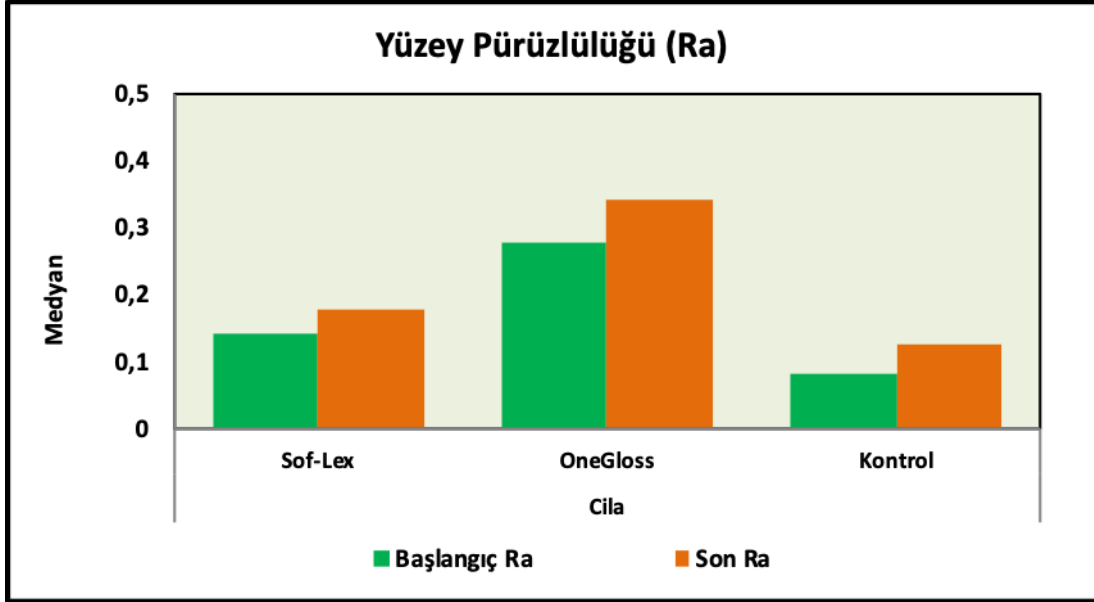
Cila gruplarına göre son Ra ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0,001; p<0,01). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; OneGloss cila grubunun ölçümleri, Sof-Lex cila grubundan (p=0,001) ve Kontrol (p=0,001) grubundan yüksek bulunmuştur (p<0,01). Sof-Lex cila grubunun ölçümleri de Kontrol grubundan yüksek bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

Sof-Lex cila grubunda; başlangıca göre son Ra ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

OneGloss cila grubunda; başlangıca göre son Ra ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

Kontrol grubunda; başlangıca göre son Ra ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

Tüm grupların başlangıç ve son Ra ölçümlerinin dağılımları Şekil 4-2’de gösterilmektedir.



Şekil 4-2: Sof-Lex, OneGloss ve Kontrol gruplarının Ra ölçümlerinin dağılımları

4.1.1. Gruplar arasında Beyazlatma Ajanlarına Göre Yüzey Pürüzlülüğüne İlişkin Bulgular

Gruplar arasında beyazlatma ajanlarına göre başlangıç ve son Ra değerleri Tablo 4-3’te verilmiştir.

Tablo 4-3: Gruplar arasında beyazlatma ajanlarına göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirilmesi

Cila	Beyazlatma Ajanı	Başlangıç Ra	Son Ra	^b <i>p</i>
		Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss	
Sof-Lex	Boost (n=18)	0,132-0,149 (0,144)	0,162-0,197 (0,174)	0,001**
		0,142±0,011	0,179±0,031	
	Quick (n=18)	0,127-0,149 (0,134)	0,147-0,196 (0,18)	0,001**
		0,140±0,018	0,173±0,031	
		^c <i>p</i> 0,453	0,800	
OneGloss	Boost (n=18)	0,259-0,335 (0,276)	0,283-0,378 (0,348)	0,001**
		0,296±0,060	0,337±0,070	
	Quick (n=18)	0,232-0,296 (0,272)	0,296-0,404 (0,336)	0,003**
		0,273±0,042	0,344±0,062	
		^c <i>p</i> 0,230	0,773	
Kontrol	Boost (n=18)	0,059-0,085 (0,076)	0,111-0,149 (0,126)	0,001**
		0,072±0,017	0,127±0,021	
	Quick (n=18)	0,063-0,092 (0,084)	0,112-0,15 (0,126)	0,001**
		0,077±0,018	0,128±0,028	
		^c <i>p</i> 0,363	0,887	

^bWilcoxon Signed Ranks Test

^cMann Whitney U Test

*p<0,05

**p<0,01

Sof-Lex cila grubunda beyazlatma ajanları arasında kıyaslama yapıldığında başlangıç Ra (p=0,453) ve son Ra (p=0,800) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05). Opalescence Boost uygulanan grupta; başlangıca göre son Ra ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01). Opalescence Quick uygulanan grupta; başlangıca göre son Ra ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

OneGloss cila grubunda beyazlatma ajanları arasında kıyaslama yapıldığında başlangıç Ra (p=0,230) ve son Ra (p=0,773) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05). Opalescence Boost uygulanan grupta; başlangıca göre son Ra ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001;

$p<0,01$). Opalescence Quick uygulanan grupta; başlangıca göre son Ra ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,003$; $p<0,01$).

Kontrol grubunda beyazlatma ajanları arasında kıyaslama yapıldığında başlangıç Ra ($p=0,363$) ve son Ra ($p=0,887$) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Opalescence Boost uygulanan grupta; başlangıca göre son Ra ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$). Opalescence Quick uygulanan grupta; başlangıca göre son Ra ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Gruplar arasında beyazlatma ajanına göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin % değişim değerleri Tablo 4-4'de gösterilmiştir.

Tablo 4-4: Gruplar arasında beyazlatma ajanlarına göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirilmesi (% Değişim)

Cila	Beyazlatma Ajanı	Başlangıç Ra	Son Ra	^b p	% Değişim
		Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss		Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss
Sof-Lex	Boost (n=18)	0,132-0,149 (0,144)	0,162-0,197 (0,174)	0,001**	7,9-40,6 (25,5)
		0,142±0,011	0,179±0,031		27,46±27,28
		0,127-0,149 (0,134)	0,147-0,196 (0,18)		0,001**
	0,140±0,018	0,173±0,031	23,67±19,35		
	^c p 0,453		0,800	0,874	
	OneGloss	Boost (n=18)	0,259-0,335 (0,276)	0,283-0,378 (0,348)	0,001**
0,296±0,060			0,337±0,070	14,13±11,69	
0,232-0,296 (0,272)			0,296-0,404 (0,336)	0,003**	
0,273±0,042		0,344±0,062	28,43±26,45		
^c p 0,230		0,773	0,021*		
Kontrol		Boost (n=18)	0,059-0,085 (0,076)	0,111-0,149 (0,126)	0,001**
	0,072±0,017		0,127±0,021	86,34±58,83	
	0,063-0,092 (0,084)		0,112-0,15 (0,126)	0,001**	
	0,077±0,018	0,128±0,028	75,20±50,10		
	^c p 0,363		0,887		0,704

^bWilcoxon Signed Ranks Test

^cMann Whitney U Test

*p<0,05

**p<0,01

Sof-Lex cila grubunda Ra ölçümlerindeki yüzde değişimleri bakımından beyazlatma ajanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,874$; $p>0,05$).

OneGloss cila grubunda Ra ölçümlerindeki yüzde değişimleri bakımından beyazlatma ajanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,021$; $p<0,05$). Anlamlı farklılığın hangi beyazlatma ajanından kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Opalescence Quick uygulanan gruptaki artış Opalescence Boost uygulanan gruptan yüksek bulunmuştur.

Kontrol grubunda Ra ölçümlerindeki yüzde değişimleri bakımından beyazlatma ajanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,704$; $p>0,05$).

4.1.2. Opalescence Boost ve Opalescence Quick Uygulanan Örneklerde Cila Türüne Göre Yüzey Pürüzlülüğüne İlişkin Bulgular

Opalescence Boost ve Opalescence Quick uygulanan kompozit örneklerde cila türüne göre pürüzlülük ölçümlerinin % değişim değerleri Tablo 4-5'te verilmiştir.

Tablo 4-5: Opalescence Boost ve Opalescence Quick uygulanan örneklerde cila türüne göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirilmesi (% Değişim)

Beyazlatma Ajanı	Cila	Başlangıç Ra	Son Ra	^b p	% Değişim
		Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss		Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss
Boost	Sof-Lex (n=9)	0,132-0,149 (0,144)	0,162-0,197 (0,174)	0,001**	7,9-40,6 (25,5)
		0,142±0,011	0,179±0,031		27,46±27,28
	OneGloss (n=9)	0,259-0,335 (0,276)	0,283-0,378 (0,348)	0,001**	7,5-18,4 (13,2)
		0,296±0,060	0,337±0,070		14,13±11,69
	Kontrol (n=9)	0,059-0,085 (0,076)	0,111-0,149 (0,126)	0,001**	45,3-115,4(75,6)
		0,072±0,017	0,127±0,021		86,34±58,83
^a p 0,001**		0,001**		0,001**	
Quick	Sof-Lex (n=9)	0,127-0,149 (0,134)	0,147-0,196 (0,18)	0,001**	8,2-42,6 (19,9)
		0,140±0,018	0,173±0,031		23,67±19,35
	OneGloss (n=9)	0,232-0,296 (0,272)	0,296-0,404 (0,336)	0,003**	13,8-46,3 (35,5)
		0,273±0,042	0,344±0,062		28,43±26,45
	Kontrol (n=9)	0,063-0,092 (0,084)	0,112-0,15 (0,126)	0,001**	35,6-107,1 (73,8)
		0,077±0,018	0,128±0,028		75,20±50,10
^a p 0,001**		0,001**		0,001**	

^aKruskal Wallis Test

^bWilcoxon Signed Ranks Test

**p<0,01

4.1.2.1. Opalescence Boost Uygulanan Gruba İlişkin İncelemeler:

Cila gruplarına göre başlangıç Ra ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0,001; p<0,01). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; OneGloss grubunun

ölçümleri, Sof-Lex ($p=0,002$) ve Kontrol ($p=0,001$) gruplarından yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Sof-Lex grubunun ölçümleri de Kontrol grubundan yüksek bulunmuştur ($p=0,002$; $p<0,01$).

Cila gruplarına göre son Ra ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; OneGloss grubunun ölçümleri, Sof-Lex ($p=0,001$) ve Kontrol ($p=0,001$) gruplarından yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Sof-Lex grubunun ölçümleri de Kontrol grubundan yüksek bulunmuştur ($p=0,006$; $p<0,01$).

Ra ölçümlerindeki değişimler bakımından (% değişimi) cila grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; Kontrol grubundaki değişim oranı, Sof-Lex ($p=0,001$) ve OneGloss ($p=0,001$) cila gruplarından yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Sof-Lex ve OneGloss cila gruplarının değişim oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

4.1.2.2. Opalescence Quick Uygulanan Gruba İlişkin İncelemeler:

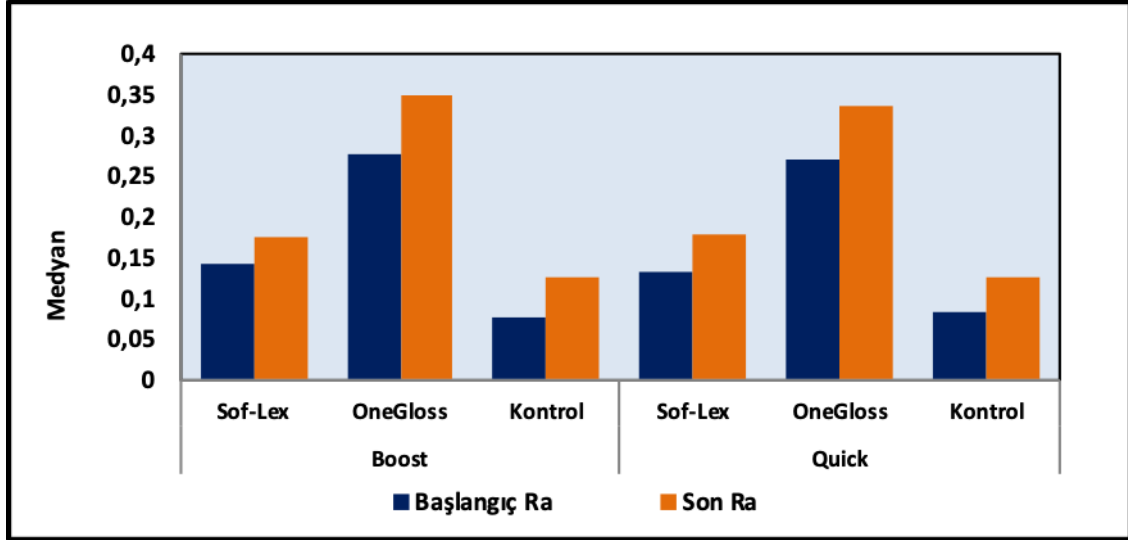
Cila gruplarına göre başlangıç Ra ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; OneGloss grubunun ölçümleri, Sof-Lex ($p=0,001$) ve Kontrol ($p=0,001$) gruplarından yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Sof-Lex grubunun ölçümleri de Kontrol grubundan yüksek bulunmuştur ($p=0,002$; $p<0,01$).

Cila gruplarına göre son Ra ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; OneGloss grubunun ölçümleri, Sof-Lex ($p=0,001$) ve Kontrol ($p=0,001$) gruplarından yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Sof-Lex grubunun ölçümleri de Kontrol grubundan yüksek bulunmuştur ($p=0,018$; $p<0,05$).

Ra ölçümlerindeki değişimler bakımından cila grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; Kontrol grubundaki değişim oranı, Sof-Lex ($p=0,001$) ve OneGloss ($p=0,008$) cila gruplarından

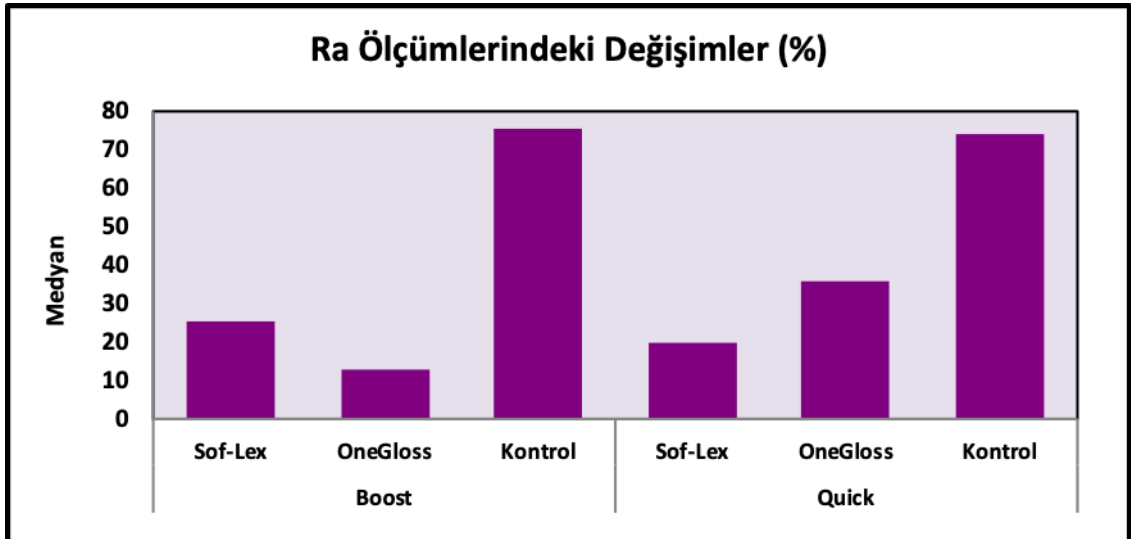
yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Sof-Lex ve OneGloss cila gruplarının değişim oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Opalescence Boost ve Quick uygulanan kompozit örneklerde cila türüne göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılımları Şekil 4-3'te gösterilmiştir.



Şekil 4-3: Opalescence Boost ve Opalescence Quick uygulanan örneklerde cila türüne göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılımları

Opalescence Boost ve Opalescence Quick uygulanan kompozit örneklerde cila türüne göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin % değişim oranlarının dağılımları Şekil 4-4'te verilmiştir.



Şekil 4-4: Opalescence Boost ve Opalescence Quick uygulanan örneklerde cila türüne göre yüzey pürüzlülüğü ölçümlerindeki değişim oranlarının dağılımları

4.2. Renk Ölçümlerine İlişkin Bulgular

Cila gruplarına göre ΔE_1 , ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi Tablo 4-6'da verilmiştir.

Tablo 4-6: Cila gruplarına göre ΔE_1 , ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi

		Cila			^a p
		Sof-Lex (n=36)	OneGloss (n=36)	Kontrol (n=36)	
ΔE_1	Q1-Q3 (Medyan)	5,4-6,6 (5,7)	9,2-11,8 (10,3)	8,4-13,6 (10,8)	0,001**
	Ort±Ss	5,98±1,14	10,38±1,84	11,25±3,30	
	<2,7	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
	>2,7	36 (100)	36 (100)	36 (100)	
ΔE_2	Q1-Q3 (Medyan)	5,1-7,2 (5,8)	8,1-9,8 (9)	4,4-6,9 (5,7)	0,001**
	Ort±Ss	6,13±1,45	8,93±1,59	5,79±2,24	
	<2,7	1 (2,8)	0 (0)	2 (5,6)	
	>2,7	35 (97,2)	36 (100)	34 (94,4)	
ΔE_3	Q1-Q3 (Medyan)	1,7-2,8 (2)	1,8-3,2 (2,4)	2-9 (5,2)	0,001**
	Ort±Ss	2,18±0,79	2,60±1,20	5,66±3,57	
	<2,7	26 (72,2)	21 (58,3)	13 (36,1)	
	>2,7	10 (27,8)	15 (41,7)	23 (63,9)	

^aKruskal Wallis Test

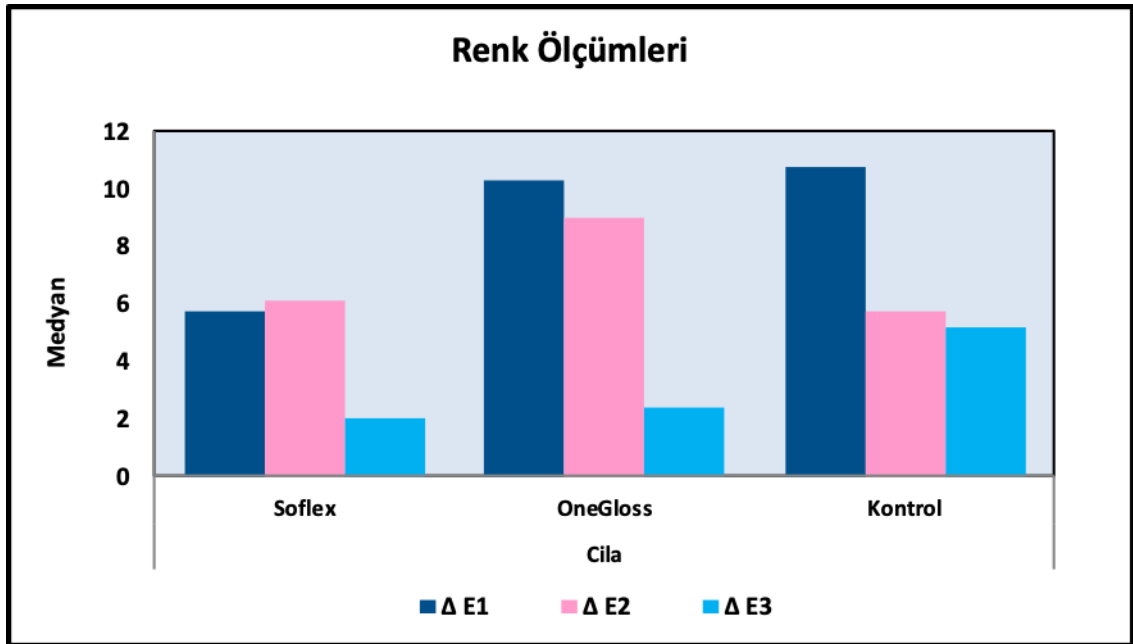
****p<0,01**

Cila gruplarına göre ΔE_1 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0,001; p<0,01). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; Sof-Lex grubunun ölçümleri, OneGloss (p=0,001) ve Kontrol (p=0,001) gruplarından düşük bulunmuştur (p<0,01). OneGloss ve Kontrol grubu ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Cila gruplarına göre ΔE_2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; OneGloss grubunun ölçümleri, Sof-Lex ($p=0,001$) ve Kontrol ($p=0,001$) gruplarından yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Sof-Lex ve Kontrol grubu ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Cila gruplarına göre ΔE_3 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; Kontrol grubunun ölçümleri, Sof-Lex ($p=0,001$) ve OneGloss ($p=0,010$) cila gruplarından yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Sof-Lex ve OneGloss grubu ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Her bir grubun ΔE değerlerinin dağılımları Şekil 4-5’de gösterilmiştir.



Şekil 4-5: Cila gruplarının ΔE değerlerine göre dağılımları

4.2.1. Cila Gruplarında Solüsyona Göre ΔE_1 Bulgularının Değerlendirilmesi

Gruplar arasında çay ve kahve solüsyonlarına göre ΔE_1 ölçümlerinin değerlendirilmesi Tablo 4-7’de belirtilmiştir.

Tablo 4-7: Cila gruplarında solüsyona göre ΔE_1 ölçümlerinin değerlendirilmesi

Cila	Solüsyon	n	ΔE_1		^c p
			Q1-Q3 (Medyan)	Ort±Ss	
Sof-Lex	Çay	18	4,7-5,9 (5,5)	5,45±0,83	0,007**
	Kahve	18	5,5-7,1 (6,4)	6,51±1,17	
OneGloss	Çay	18	8,1-10,2 (9,2)	9,29±1,76	0,001**
	Kahve	18	10,6-12,7 (11,3)	11,41±1,23	
Kontrol	Çay	18	8-9,5 (8,4)	8,70±1,43	0,001**
	Kahve	18	12,7-14,6 (13,6)	13,79±2,59	

^cMann Whitney U Test

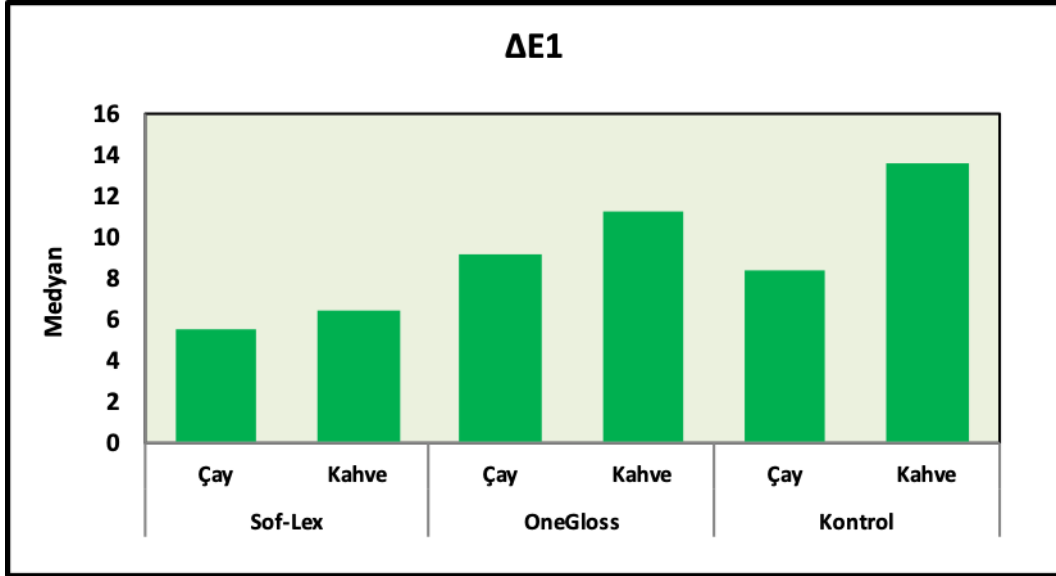
**p<0,01

Sof-Lex cila grubunda solüsyona göre ΔE_1 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,007; p<0,01); kahve kullanılan grubun ölçümleri çay kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

OneGloss cila grubunda solüsyona göre ΔE_1 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,001; p<0,01); kahve kullanılan grubun ölçümleri çay kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

Kontrol grubunda solüsyona göre ΔE_1 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,001; p<0,01); kahve kullanılan grubun ölçümleri çay kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

Gruplar arasında çay ve kahve solüsyonlarına göre ΔE_1 ölçümlerinin dağılımları Şekil 4-6'de gösterilmiştir.



Şekil 4-6: Cila gruplarında solüsyona göre ΔE_1 ölçümlerinin dağılımları

4.2.2. Kompozit Örneklerde Cila Türüne Göre ΔE_1 Bulguları

Çay ve kahvede bekletilen kompozit örneklerde cila türüne göre ΔE_1 ölçümlerinin değerlendirilmesi Tablo 4-8’de belirtilmiştir.

Tablo 4-8: Çay ve kahve uygulanan kompozit örneklerde cila türüne göre ΔE_1 ölçümlerinin değerlendirmesi

Solüsyon	Cila	n	ΔE_1		^a p
			Q1-Q3 (Medyan)	Ort±Ss	
Çay	Sof-Lex	18	4,7-5,9 (5,5)	5,45±0,83	0,001**
	OneGloss	18	8,1-10,2 (9,2)	9,29±1,76	
	Kontrol	18	8-9,5 (8,4)	8,70±1,43	
Kahve	Sof-Lex	18	5,5-7,1 (6,4)	6,51±1,17	0,001**
	OneGloss	18	10,6-12,7 (11,3)	11,41±1,23	
	Kontrol	18	12,7-14,6 (13,6)	13,79±2,59	

^aKruskal Wallis Test

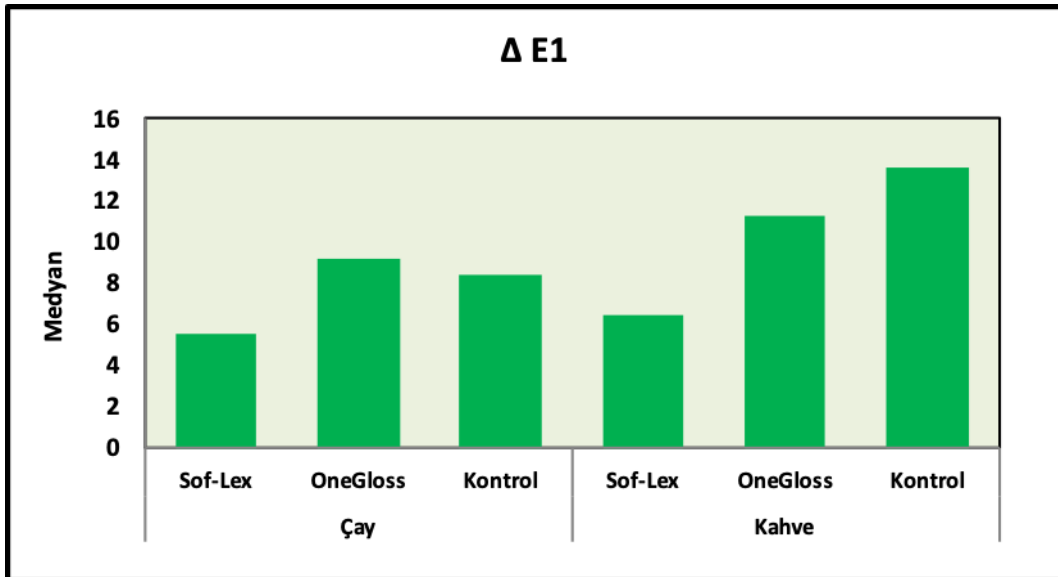
****p<0,01**

Çayda bekletilen örneklerde cila gruplarına göre ΔE_1 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; Sof-Lex grubunun ölçümleri, OneGloss ($p=0,001$) ve Kontrol ($p=0,001$) gruplarından düşük

bulunmuştur. OneGloss ve Kontrol grubu ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Kahvede bekletilen örneklerde cila gruplarına göre ΔE_1 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; Sof-Lex grubunun ölçümleri, OneGloss ($p=0,001$) ve Kontrol ($p=0,001$) gruplarından düşük bulunmuştur. OneGloss ve Kontrol grubu ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Çay ve kahvede bekletilen kompozit örneklerde cila türüne göre ΔE_1 ölçümlerinin dağılımları Şekil 4-7’de gösterilmiştir.



Şekil 4-7: Çay ve kahve uygulanan kompozit örneklerde cila türüne göre ΔE_1 ölçümlerinin dağılımları

4.2.3. Sof-Lex Cila Grubunda Beyazlatma Ajanına Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulgularının Değerlendirilmesi

Sof-Lex cila grubunda beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ve ΔE_3 Ölçümlerinin değerlendirilmesi Tablo 4-9’da verilmiştir.

Tablo 4-9: Sof-Lex cila grubunda beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi

		ΔE_2	ΔE_3
<i>Sof-Lex Cila Grubu</i>		Q1-Q3 (Medyan) Ort $\pm$ Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort $\pm$ Ss
Çay	Boost (n=9)	5,3-8,2 (7,6)	1,1-2,2 (1,7)
		6,87 $\pm$ 2,27	1,67 $\pm$ 0,73
	Quick (n=9)	5,3-6,5 (6,2)	1,7-2,4 (2)
		6,18 $\pm$ 0,97	2,05 $\pm$ 0,41
		^c <i>p</i> 0,145	0,223
Kahve	Boost (n=9)	5,5-7,2 (6,4)	1,5-2,7 (2)
		6,34 $\pm$ 1,03	2,06 $\pm$ 0,64
	Quick (n=9)	4,7-5,6 (5,1)	2,5-3,3 (2,8)
		5,14 $\pm$ 0,56	2,95 $\pm$ 0,80
		^c <i>p</i> 0,009**	0,024*

^cMann Whitney U Test

*p<0,05

**p<0,01

Sof-Lex ile cilalanıp çayda bekletilen örneklerde kullanılan beyazlatma ajanına göre ΔE_2 (p=0,145) ve ΔE_3 (p=0,223) ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0,05).

Sof-Lex ile cilalanıp kahvede bekletilen örneklerde kullanılan beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,009; p<0,01); Opalescence Boost uygulanan örneklerin ölçümleri Opalescence Quick uygulananlardan yüksek bulunmuştur.

Sof-Lex ile cilalanıp kahvede bekletilen örneklerde kullanılan beyazlatma ajanına göre ΔE_3 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,024; p<0,05); Opalescence Quick uygulanan örneklerin ölçümleri Opalescence Boost uygulananlardan yüksek bulunmuştur.

4.2.4. OneGloss Cila Grubunda Beyazlatma Ajanına Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulgularının Değerlendirilmesi

OneGloss cila grubunda beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi Tablo 4-10'da verilmiştir.

Tablo 4-10: OneGloss cila grubunda beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi

		ΔE_2	ΔE_3
<i>OneGloss Cila Grubu</i>		Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss
Çay	Boost (n=9)	7,5-9,2 (8,2)	1,3-2 (1,5)
		8,32±1,02	1,64±0,46
	Quick (n=9)	6,2-9,7 (8,2)	1,6-2,9 (2,1)
		8,07±2,34	2,20±0,76
		^c <i>p</i> 0,895	0,102
Kahve	Boost (n=9)	8,9-10,9 (9,8)	2-3,5 (2,7)
		9,86±1,30	2,72±0,79
	Quick (n=9)	9,1-9,8 (9,7)	2,8-5 (3,3)
		9,40±0,79	3,73±1,41
		^c <i>p</i> 0,462	0,165

^cMann Whitney U Test

OneGloss ile cilalanıp çayda bekletilen örneklerde kullanılan beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ($p=0,895$) ve ΔE_3 ($p=0,102$) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

OneGloss ile cilalanıp kahvede bekletilen örneklerde kullanılan beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ($p=0,462$) ve ΔE_3 ($p=0,165$) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

4.2.5. Kontrol Grubunda Beyazlatma Ajanına Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulgularının Değerlendirilmesi

Cila işlemi uygulanmamış grupta beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi Tablo 4-11’de verilmiştir.

Tablo 4-11: Kontrol grubunda beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi

		ΔE_2	ΔE_3
<i>Kontrol Grubu</i>		Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss
Çay	Boost (n=9)	6,3-8,1 (6,8)	1,7-2,8 (1,9)
		7,13±1,22	2,23±0,59
	Quick (n=9)	5,5-7,3 (6)	1,9-2,7 (2,1)
		6,26±1,10	2,21±0,48
		^c <i>p 0,070</i>	<i>0,757</i>
Kahve	Boost (n=9)	4,7-6,9 (5,6)	8,2-9 (8,5)
		6,43±2,97	8,53±0,60
	Quick (n=9)	2,8-4,2 (3,4)	8,5-10,4 (10,2)
		3,33±0,94	9,65±1,06
		^c <i>p 0,001**</i>	<i>0,038*</i>

^cMann Whitney U Test

*p<0,05

**p<0,01

Cila işlemi uygulanmayıp çayda bekletilen örneklerde kullanılan beyazlatma ajanına göre ΔE_2 (p=0,070) ve ΔE_3 (p=0,757) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Cila işlemi uygulanmayıp kahvede bekletilen örneklerde kullanılan beyazlatma ajanına göre ΔE_2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,001; p<0,01); Opalescence Boost kullanılan grubun ölçümleri Opalescence Quick kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

Cila işlemi uygulanmayıp kahvede bekletilen örneklerde kullanılan beyazlatma ajanına göre ΔE_3 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,038; p<0,05); Opalescence Quick kullanılan grubun ölçümleri Opalescence Boost kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

4.2.6. Sof-Lex Cila Grubunda Solüsyona Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulguları

Sof-Lex ile cilalanmış örneklerde solüsyona göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerleri Tablo 4-12’de belirtilmiştir.

Tablo 4-12: Sof-Lex cila grubunda solüsyona göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi

<i>Sof-Lex Cila Grubu</i>		ΔE_2	ΔE_3
		Q1-Q3 (Medyan) Ort $\pm$ Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort $\pm$ Ss
Boost	Çay (n=9)	5,3-8,2 (7,6)	1,1-2,2 (1,7)
		6,87 $\pm$ 2,27	1,67 $\pm$ 0,73
	Kahve (n=9)	5,5-7,2 (6,4)	1,5-2,7 (2)
		6,34 $\pm$ 1,03	2,06 $\pm$ 0,64
		^c <i>p 0,270</i>	<i>0,171</i>
Quick	Çay (n=9)	5,3-6,5 (6,2)	1,7-2,4 (2)
		6,18 $\pm$ 0,97	2,05 $\pm$ 0,41
	Kahve (n=9)	4,7-5,6 (5,1)	2,5-3,3 (2,8)
		5,14 $\pm$ 0,56	2,95 $\pm$ 0,80
		^c <i>p 0,012*</i>	<i>0,004**</i>

^cMann Whitney U Test

*p<0,05

**p<0,01

Sof-Lex ile cilalanıp Opalescence Boost uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_2 (p=0,270) ve ΔE_3 (p=0,171) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Sof-Lex ile cilalanıp Opalescence Quick uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,012; p<0,05); çay kullanılan grubun ölçümleri kahve kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

Sof-Lex ile cilalanıp Opalescence Quick uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_3 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,004; p<0,01); kahve kullanılan grubun ölçümleri çay kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

4.2.7. OneGloss Cila Grubunda Solüsyona Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulguları

OneGloss ile cilalanmış örneklerde solüsyona göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerleri Tablo 4-13’de belirtilmiştir.

Tablo 4-13: OneGloss cila grubunda solüsyona göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi

		ΔE_2	ΔE_3
<i>OneGloss Cila Grubu</i>		Q1-Q3 (Medyan) Ort $\pm$ Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort $\pm$ Ss
Boost	Çay (n=9)	7,5-9,2 (8,2)	1,3-2 (1,5)
		8,32 $\pm$ 1,02	1,64 $\pm$ 0,46
	Kahve (n=9)	8,9-10,9 (9,8)	2-3,5 (2,7)
		9,86 $\pm$ 1,30	2,72 $\pm$ 0,79
		^c p 0,015*	0,005**
Quick	Çay (n=9)	6,2-9,7 (8,2)	1,6-2,9 (2,1)
		8,07 $\pm$ 2,34	2,20 $\pm$ 0,76
	Kahve (n=9)	9,1-9,8 (9,7)	2,8-5 (3,3)
		9,40 $\pm$ 0,79	3,73 $\pm$ 1,41
		^c p 0,121	0,007**

^cMann Whitney U Test

*p<0,05

**p<0,01

OneGloss ile cilalanıp Opalescence Boost uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,015; p<0,05); kahve kullanılan grubun ölçümleri çay kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

OneGloss ile cilalanıp Opalescence Boost uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_3 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,005; p<0,01); kahve kullanılan grubun ölçümleri çay kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

OneGloss ile cilalanıp Opalescence Quick uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p=0,121; p>0,05).

OneGloss ile cilalanıp Opalescence Quick uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_3 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (p=0,007; p<0,01); kahve kullanılan grubun ölçümleri çay kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

4.2.8. Kontrol Grubunda Solüsyona Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulguları

Cila işlemi uygulanmayan örneklerde solüsyona göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerleri Tablo 4-14’de belirtilmiştir.

Tablo 4-14: Kontrol grubunda solüsyona göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirmesi

<i>Kontrol Grubu</i>		ΔE_2	ΔE_3
		Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss
Boost	Çay (n=9)	6,3-8,1 (6,8)	1,7-2,8 (1,9)
		7,13±1,22	2,23±0,59
	Kahve (n=9)	4,7-6,9 (5,6)	8,2-9 (8,5)
		6,43±2,97	8,53±0,60
		^c <i>p</i> 0,070	0,001**
Quick	Çay (n=9)	5,5-7,3 (6)	1,9-2,7 (2,1)
		6,26±1,10	2,21±0,48
	Kahve (n=9)	2,8-4,2 (3,4)	8,5-10,4 (10,2)
		3,33±0,94	9,65±1,06
		^c <i>p</i> 0,001**	0,001**

^cMann Whitney U Test

***p*<0,01

Cila işlemi uygulanmayıp Opalescence Boost uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (*p*=0,070; *p*>0,05).

Cila işlemi uygulanmayıp Opalescence Boost uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_3 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (*p*=0,001; *p*<0,01); kahve kullanılan grubun ölçümleri çay kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

Cila işlemi uygulanmayıp Opalescence Quick uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup (*p*=0,001; *p*<0,01); çay kullanılan grubun ölçümleri kahve kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

Cila işlemi uygulanmayıp Opalescence Quick uygulanan örneklerde kullanılan solüsyona göre ΔE_3 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup ($p=0,001$; $p<0,01$); kahve kullanılan grubun ölçümleri çay kullanılanlardan yüksek bulunmuştur.

4.2.9. Opalescence Boost Uygulanan Örneklerde Cila Türüne Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulgularının Değerlendirilmesi

Opalescence Boost uygulanan örneklerde cila türüne göre ΔE_2 ve ΔE_3 Ölçümlerinin değerleri Tablo 4-15’de belirtilmiştir.

Tablo 4-15: Çay ve kahvede bekletilip Opalescence Boost uygulanan örneklerde cila türüne göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirmesi

		ΔE_2	ΔE_3
		Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss
Çay + Boost	Sof-Lex (n=9)	5,3-8,2 (7,6)	1,1-2,2 (1,7)
		6,87±2,27	1,67±0,73
	OneGloss (n=9)	7,5-9,2 (8,2)	1,3-2 (1,5)
		8,32±1,02	1,64±0,46
	Kontrol (n=9)	6,3-8,1 (6,8)	1,7-2,8 (1,9)
		7,13±1,22	2,23±0,59
^a p 0,124		0,068	
Kahve + Boost	Sof-Lex (n=9)	5,5-7,2 (6,4)	1,5-2,7 (2)
		6,34±1,03	2,06±0,64
	OneGloss (n=9)	8,9-10,9 (9,8)	2-3,5 (2,7)
		9,86±1,30	2,72±0,79
	Kontrol (n=9)	4,7-6,9 (5,6)	8,2-9 (8,5)
		6,43±2,97	8,53±0,60
^a p 0,001**		0,001**	

^aKruskal Wallis Test

** $p<0,01$

Çayda renklendirilip Opalescence Boost uygulanan örneklerde cila gruplarına göre ΔE_2 ($p=0,124$) ve ΔE_3 ($p=0,068$) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Kahvede bekletilen Opalescence Boost uygulanan örneklerde cila gruplarına göre ΔE_2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; OneGloss grubunun ölçümleri, Sof-Lex ($p=0,004$) ve Kontrol ($p=0,007$) gruplarından yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Sof-Lex ve Kontrol grubu ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Kahvede bekletilen Opalescence Boost uygulanan örneklerde cila gruplarına göre ΔE_3 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,001$; $p<0,01$). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; Kontrol grubunun ölçümleri, Sof-Lex ($p=0,001$) ve OneGloss ($p=0,007$) gruplarından yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Sof-Lex ve OneGloss grubu ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

4.2.10. Opalescence Quick Uygulanan Örneklerde Cila Türüne Göre ΔE_2 ve ΔE_3 Bulgularının Değerlendirilmesi

Opalescence Quick uygulanan örneklerde cila türüne göre ΔE_2 ve ΔE_3 Ölçümlerinin değerleri Tablo 4-16'da belirtilmiştir.

Tablo 4-16: Çay ve kahve bekletilip Opalescence Quick uygulanan örneklerde cila türüne göre ΔE_2 ve ΔE_3 ölçümlerinin değerlendirilmesi

		ΔE_2	ΔE_3
		Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss	Q1-Q3 (Medyan) Ort±Ss
Çay + Quick	Sof-Lex (n=9)	5,3-6,5 (6,2)	1,7-2,4 (2)
		6,18±0,97	2,05±0,41
	OneGloss (n=9)	6,2-9,7 (8,2)	1,6-2,9 (2,1)
		8,07±2,34	2,20±0,76
	Kontrol (n=9)	5,5-7,3 (6)	1,9-2,7 (2,1)
		6,26±1,10	2,21±0,48
		^a p 0,068	0,759
Kahve + Quick	Sof-Lex (n=9)	4,7-5,6 (5,1)	2,5-3,3 (2,8)
		5,14±0,56	2,95±0,80
	OneGloss (n=9)	9,1-9,8 (9,7)	2,8-5 (3,3)
		9,40±0,79	3,73±1,41
	Kontrol (n=9)	2,8-4,2 (3,4)	8,5-10,4 (10,2)
		3,33±0,94	9,65±1,06
		^a p 0,001**	0,001**

^aKruskal Wallis Test

**p<0,01

Çayda renklendirilip Opalescence Quick uygulanan örneklerde cila gruplarına göre ΔE_2 (p=0,068) ve ΔE_3 (p=0,759) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Kahvede bekletilen Opalescence Quick uygulanan örneklerde Cila gruplarına göre ΔE_2 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0,001; p<0,01). Anlamlı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; OneGloss grubunun ölçümleri, Sof-Lex (p=0,030) ve Kontrol (p=0,001) gruplarından yüksek bulunmuştur (p<0,05). Sof-Lex ve Kontrol grubu ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Kahvede bekletilen Opalescence Quick uygulanan örneklerde Cila gruplarına göre ΔE_3 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p=0,001;

$p<0,01$). Anlamalı farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu; Kontrol grubunun ölçümleri, Sof-Lex ($p=0,001$) ve OneGloss ($p=0,004$) gruplarından yüksek bulunmuştur ($p<0,01$). Sof-Lex ve OneGloss grubu ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

5. TARTIŞMA

Adezif diş hekimliğindeki gelişmeler, günümüzde sıklıkla kullandığımız estetik restorasyon materyali olan reçine bazlı kompozitlerin gelişmesine yol açmıştır. Kompozit reçinelerin renk tonundaki çeşitlilik restorasyonların dişlerle olan uyumunu arttırmaktadır. Aynı zamanda nanofil kompozit reçinelerin geliştirilmesiyle birlikte daha düzgün ve pürüzsüz yüzeyler oluşmakta ve restorasyonlarda daha doğal bir görünüm elde edilmektedir (Terry ve Leinfelder 2004; Garcia ve ark. 2006).

Kompozit reçine restorasyonlarının başarısı temel olarak yüzey özelliklerine ve renk stabilitesine bağlıdır. Kompozit restorasyonlar zamanla ağız ortamında renk değişikliğine uğrayabilmektedir (Lu ve ark. 2005). Restoratif materyallerdeki renk değişikliği içsel ve/veya dışsal faktörlerden kaynaklanabilir (Hotwani ve ark. 2014). İçsel renklenme, kompozit reçinenin matriksindeki fizikokimyasal reaksiyonlardan kaynaklanır. Dışsal renklenme ise plak birikimi, yüzeysel pigmentlerin absorpsiyonu ya da adsorpsiyonu sonucu meydana gelir (Yu ve ark. 2009; de Andrade ve ark. 2014). Kola, siyah çay, kahve, şarap ve meyve suları gibi içecekler hem dişlerin hem de restorasyonların renginde değişikliklere sebep olmaktadır (Yu ve ark. 2009). Bütün bu faktörler restorasyonun doğal dişlerle olan renk uyumunun bozulmasına, hasta memnuniyetsizliğine ve restorasyonun yenilenmesi için ek masraflara yol açmaktadır (Lu ve ark. 2005).

Restorasyonların renklenmesinin giderilip estetiğinin sağlanması için yenilenme dışındaki diğer alternatifler mevcut restorasyonun yeniden cilalanması ya da restorasyona beyazlatma işleminin uygulanmasıdır (Türkün ve Türkün 2004a). Fakat cila işlemi kompozit reçine materyalinde derine nüfus etmiş lekeleri orijinal rengine geri döndüremez ve bu işlem sırasında restorasyonun yüzeyinden madde kaldırılmasına neden olur. Beyazlatmanın ise restoratif materyallere zararlı bir etkisinin olmadığını söyleyen literatürler mevcuttur (Türkün ve Türkün 2004a; Sharafeddin ve Jamalipour 2010). Aynı zamanda diş beyazlatma günümüzde popüler bir işlem olduğundan beyazlatma işlemi yaptırmak isteyen hastalar estetik restoratif materyallerle restore edilmiş dişlere sahip olabilirler. Özellikle estetiğin ön planda olmadığı posterior dişlerde beyazlatma işlemi sonrası restorasyonlar genellikle değiştirilmemektedir. Bütün bu sebeplerden beyazlatma ajanlarının dental restoratif materyaller üzerindeki etkileri

mutlaka bilinmelidir (Silva Costa ve ark. 2009; Gul ve ark. 2017). Fakat bu zamana kadar yapılmış çalışmaların çoğu beyazlatma ajanlarının dental sert dokular üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir (Murchison ve ark. 1992; Ernst ve ark. 1996; Bitter 1998; Cavalli ve ark. 2004; Fatima ve ark. 2016; Furlan ve ark. 2017; Kutuk ve ark. 2019). Biz de bu noktadan hareketle bu tez çalışmasında; farklı cila sistemleri ile cilalanıp, farklı solüsyonlarda renklendirilen nanofil kompozit reçineye ofis tipi beyazlatma ajanlarının uygulanması sonrası renk değişikliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini araştırmayı amaçladık.

Konservatif ve non-invazif bir prosedür olan vital diş beyazlatma ev tipi, ofis tipi ve over-the-counter ürünler olmak üzere üç farklı biçimde uygulanabilmektedir (Joiner 2006). Günümüzde beyazlatmada kullanılan ajanların aktif bileşenleri esas olarak HP ve KP'dir. %10'luk KP üre, amonyak ve karbondioksite dönüşür ve yaklaşık %3,5 HP'ye eşdeğerdir (Aschheim 2015). Bu ajanlar peroksitlerin kararsız serbest radikallere dönüşmesiyle diş yapısında bir beyazlatma sağlar. Bu radikaller bir oksidasyon veya indirgenme reaksiyonu yoluyla renklenmeden sorumlu olan büyük pigmentli molekülleri daha küçük ve daha az pigmentli moleküllere ayırır. Yükseltgenme/indirgenme işlemi, etkileşime girdiği organik maddelerin kimyasal yapısını değiştirir, bu da renk değişikliğine neden olmaktadır (Yarborough 1991; Dahl ve Pallesen 2003). Literatür taraması yaptığımızda çoğunlukla ev tipi beyazlatma ajanlarının restoratif materyaller üzerine etkisi araştırılmıştır (Kurtulmus-Yılmaz 2013; Zuryati ve ark. 2013; Bagheri ve ark. 2014; Bozkaya ve ark. 2018; Esmaeili ve ark. 2018; Reinhardt ve ark. 2019). Bu yüzden biz de çalışmamızda ofis tipi beyazlatma ajanları kullanmaya karar verdik. Çalışmamızda %40 HP (Opalescence Boost, Ultradent) ve %45 KP (Opalescence Quick, Ultradent) içerikli ofis tipi beyazlatma ajanları kullanılmıştır. %45 KP içerikli beyazlatma ajanı "bekleme odası beyazlatıcısı" olarak da isimlendirilmektedir ve yapışkan viskoz bir jel kıvamındadır. Her iki beyazlatma ajanı da nötr pH'a sahiptir. Bu ajanlar klinik uygulamayı simüle etmesi için üretici firmanın talimatları doğrultusunda ve birer hafta arayla olmak üzere toplam 2 seans uygulanmıştır.

Nanodoldurucu teknolojisinin ilerlemesiyle birlikte hibrid kompozitlerin mekanik özellikleri ile mikrofil kompozitlerin estetik özellikleri birleştirilerek nanokompozitler üretilmiştir (Swift Jr 2005). Nanodoldurucuların küçük boşlukları

doldurabilmesi ile doldurucu oranı arttırılmış, reçine içeriği ise azaltılmıştır. Böylece kompozitlerin aşınma direnci arttırılıp mekanik özellikleri iyileştirilirken, polimerizasyon büzülmesi ve mikrosızıntı azaltılmıştır. Bu özellikleri ile ön ve arka bölge restorasyonlarda kullanılmaları sağlanmıştır (Mitra ve ark. 2003). Nanofil kompozitler nanodoldurucu teknolojisiyle üretilmiş, nanomer ve nanocluster doldurucu partikülleri ile formüle edilmiş kompozit reçinelerdir. Bir nanocluster doldurucu partikülü, nano boyutlu doldurucu partiküllerinin gevşek bağlı kümelerinden oluşur. Cila sırasında sadece nano boyutlu doldurucu partiküller aşınırken, nanoclusterler reçine matriksinden ayrılmaz. Böylece yüzey daha küçük kusurlara ve daha iyi cila kalıcılığına sahip olur (Attar 2007). Çalışmamızda üstün mekanik ve fiziksel özelliklerinden ve cilalanabilirliğinin, cila kalıcılığının yüksek olması gibi avantajlarından dolayı nanofil kompozit restorasyon materyali olan Filtek Ultimate (3M ESPE) kullanmayı tercih ettik.

Beyazlatma ajanlarının restoratif materyallere etkilerini araştıran çalışmalar incelendiğinde (Wang ve ark. 2011; Bozkaya ve ark. 2018; Wongpraparatanana ve ark. 2018) kompozit örneklerin hazırlanmasında çoğunlukla paslanmaz çelik kalıplar kullanılmıştır. Bizde çalışmamızda, beyazlatma ajanlarının kompozit reçinelerin yüzey pürüzlülüğüne veya rengi üzerine etkilerini inceleyen çalışmalarda sıklıkla kullanılan paslanmaz çelik kalıbın kullanımının uygun olduğunu düşündük. Örnekler hazırlandıktan sonra klinik olarak bitirme aşamasını simüle etmek için yüzeyler (kontrol grubu hariç) su irrigasyonu altında 600 gritlik silikon karbit zımparalar ile standart hale getirildi. Bu aşama üst yüzeydeki malzeme fazlalığının, reçineden zengin tabakanın kaldırılması ve restorasyonun şekillendirilmesi için gereklidir (St-Georges ve ark. 2005).

Restoratif materyallerin uygun şekilde bitirilip cilalanması restorasyonların estetiğini ve ömrünü arttıran kritik bir klinik prosedürdür. Dental materyallerin yüzey dokusu; plak birikimi, renklenme, aşınma, direkt ve indirekt restorasyonların estetik görünümü gibi birçok faktörde önemli etkiye sahiptir (Morgan 2004). Bitim işleminin temel amacı; iyi bir kontur ve oklüzyon, sağlıklı embrazür formları ve pürüzsüz yüzeyler sağlamaktır (Jones ve ark. 2004). Düzgün olmayan bitirme ve cilalama işlemleri sonucu oluşan düzensiz kompozit yüzeyler; plak için mekanik tutunmaya, dişeti tahrişine, renklenmeye, tekrarlayan çürüklere, restore edilmiş dişlerin estetiğinin zayıf olmasına neden olur (Weitman ve Eames 1975; Jefferies 1998). Pürüzsüz bir

yüzey hastanın rahatlığına katkıda bulunur, çünkü 0,3 μm 'lik yüzey pürüzlülüğünün dilin ucu tarafından algılanabileceği bildirilmiştir (Jones ve ark. 2004). Bütün bu sebeplerden dolayı restorasyonların ömrünü ve estetik özelliklerini arttırmak için restorasyonun uygulanmasından hemen sonra uygun bitirme ve cila işlemleri yapılmalıdır (Nakajo ve ark. 2009).

Bir kompozit reçinenin yüzey pürüzlülüğü, kompozit reçinelerdeki doldurucuların miktarına ve boyutuna, reçine matriksinin tipine ve aynı zamanda uygulanan cila işlemine, bu cila işleminde kullanılan materyalin yapısına, sertliğine, partikül boyutuna ve esnekliği gibi birçok faktöre bağlıdır (Reis ve ark. 2003; Türkün ve Türkün 2004b; Yap ve ark. 2004; Choi ve ark. 2005; Kakaboura ve ark. 2007). Lu ve ark. (2003) cila materyallerinin sertlikleri arasındaki farklılıkların kompozit reçinelerin sertlikleri arasındaki farklılıklardan daha fazla olduğunu ve bu yüzden yüzey pürüzlülüğünün ölçümünde cila materyallerinin sertlik ve yapılarının daha önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bizde bu bulgular ışığında ve ayrıca beyazlatma ajanlarının farklı cila sistemi ile bitirilmiş kompozit reçineler üzerindeki etkilerini araştıran çok az sayıda çalışma olduğundan çalışmamızda bir adet kompozit reçine materyali ve farklı cila materyalleri kullanmayı tercih ettik.

Kompozit reçinelerde bulunan organik matriks ve doldurucu partiküller kompozit materyallerin cilalanabilirliğini etkileyebilecek farklı sertliklere sahiptir. Cila sistemlerindeki abraziv partiküller kompozit reçinedeki dolduruculara kıyasla yetersiz aşındırıcılığa sahip olursa sadece organik matriks aşınır ve doldurucu partiküller yüzeyde çıkıntı bırakarak yüzey pürüzlülüğünü olumsuz yönde etkiler (Turssi ve ark. 2003). Literatürde birçok çalışma alüminyum oksit içerikli cila disklerinin pürüzsüz yüzeyler oluşturduğunu bildirmiştir (Chung 1994; Bouvier ve ark. 1997; Lu ve ark. 2003; Barbosa ve ark. 2005; Jefferies 2007; Scheibe ve ark. 2009). Alüminyum oksit, kompozit reçinelerde bulunan doldurucu partiküllerden daha yüksek Vickers sertlik değeri sunmaktadır ve böylece, alüminyum oksit içerikli cila sistemleri kompozit reçinelerin yüzeyini etkili bir şekilde cilalama özelliğine sahiptir (Reis ve ark. 2003; Ruivo ve ark. 2019). Hergott ve ark. (1989) ve Van Dijken ve Ruyter (1987) çalışmalarında en pürüzsüz yüzeyleri alüminyum oksit içerikli diskler ile elde etmişler ve bunun nedenini de doldurucu partikül ve matriksin eşit oranda aşınmasına bağlamışlardır. Bütün bu sebeplerden dolayı çalışmamızda hem cilalama etkinliklerini,

hem de beyazlatma ajanı uygulama sonrası yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişimleri kıyaslayabilmek için alüminyum oksit içerikli çok aşamalı cila disklerini ve tek aşamalı cila lastiklerini kullanmayı tercih ettik.

Literatür taraması yapıldığında yüzey pürüzlülüğü için kabul edilmiş bir eşik değeri bulunmamaktadır. Shintani ve ark. (1985) yaptıkları bir in-vitro çalışmada farklı yöntemlerle cilalanan kompozit yüzeyler arasında plak birikimi açısından bir fark olmadığını ve bu değer 0,7-1 μm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte Ra pürüzlülük değeri 1 μm 'den küçük olduğunda restorasyonların gözle görülür derecede pürüzsüz olduğunu bildiren çalışmalar da vardır (Chung 1994; Ergücü ve Türkün 2007). Bollen ve ark. (1997) yaptıkları bir literatür taramasında kompozit reçineler dahil oral sert dokulara bakteri plağı tutunması için gerekli eşik değerin 0,2 μm olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde birçok çalışma Ra pürüzlülük değerinin 0,2 μm üzerinde olduğunda plak birikiminde, periodondal enflamasyonda ve çürük riskinde bir artış olabileceğini bildirmişlerdir (Kakaboura ve ark. 2007; Heintze ve ark. 2010).

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde birkaç yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden mekanik (iki boyutlu) ve optik (üç boyutlu) profilometreler ile nicel sonuçlar elde edilirken, AFM ve SEM ile nitel sonuçlar elde edilmektedir (Kakaboura ve ark. 2007). Çalışmamızda farklı cila sistemleri ile cilalanmış kompozit örneklerin yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde mekanik profilometre kullanmayı tercih ettik (Taylor Hobson Surtronic 3⁺, Taylor Hobson Ltd., Leicester, İngiltere). Mekanik profilometrelerin iki önemli avantajı vardır. İlk olarak bu profilometreler iki boyutlu, sınırlı bir bilgi sağlasa da aritmetik olarak ortalama bir pürüzlülük (Ra) hesaplar ve niceliksel bir değer verir (Joniot ve ark. 2006). İkincisi, prob ucu örneklerin yüzeyini tararken küçük değişimleri tespit eder ve ölçümlerin daha hassas olmasını sağlar (Sarac ve ark. 2006). Aynı zamanda ölçümden önce örnekler üzerinde herhangi bir hazırlığa gerek yoktur, böylece aynı örnekler tekrar kullanılabilir ve çeşitli zaman dilimlerinde yeniden ölçüm yapılabilir (Joniot ve ark. 2006). Çalışmamızda yüzey pürüzlülük değerleri "Ra" şeklinde kaydedilmiştir. Ölçümler aynı örnekler üzerinde cila işleminden sonra ve beyazlatma ajanı uygulanmasından sonra olmak üzere iki farklı zaman diliminde yapılmıştır. Her bir örnek için beş farklı noktadan ölçüm gerçekleştirilmiş ve bu beş değer aritmetik ortalaması alınıp her bir kompozit örneğin yüzey pürüzlülük değeri bulunmuştur. Bu

çalışmada olduğu gibi bu konuyla ilgili yapılmış olan çoğu çalışmada da “Ra” değeri kullanılmıştır (Yüzügüllü ve ark. 2008; Waly ve ark. 2012; Wongpraparatanana ve ark. 2018). Böylece elde ettiğimiz verileri diğer çalışmalardaki verilerle kıyaslama olanağı sağlanmıştır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde şeffaf bant altında bitirilen kompozit restorasyonların en pürüzsüz yüzeyleri sergiledikleri birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Say ve ark. 2014; Hassan ve ark. 2015; Nair ve ark. 2016; Singh 2019). Ancak düz bir diş yüzeyi olmadığı için bu yüzey klinik olarak korunamaz. Aynı zamanda diş yüzeyi kompleks bir morfolojiye sahiptir ve klinisyen bu morfolojiyi sağlamak için restorasyona bitirme ve cila işlemini uygulamalıdır (Hassan ve ark. 2015). Ayrıca şeffaf bant ile bitirilen yüzeyler organik reçine bakımından zengindir ve restorasyonun aşınmaya ve renklenmeye karşı direncinin düşük olmasına yol açar. Reçine bakımından zengin olan bu yüzey ağız ortamında kolayca aşınabileceği için kaldırılması gerekmektedir. Bu nedenle bu tabaka, restorasyondaki fazla malzemenin uzaklaştırılmasıyla veya restorasyonun şekillendirilmesiyle ortadan kaldırılır. Bütün bu sebeplerden bitirme ve cila işlemleri kompozit reçine restorasyonlarının klinik başarısında önemli bir faktördür (Stoddard ve Johnson 1991).

Çalışmamızda cila uygulanmış ve uygulanmamış tüm grupların Ra değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. En pürüzsüz yüzeyler şeffaf bant ile bitirilen Kontrol grubunda ($0,074 \pm 0,017$) gözlenmiş, ardından çok aşamalı uygulanan Sof-Lex diskler ($0,141 \pm 0,015$) ile cilalanan grupta, en pürüzlü yüzeyler ise tek aşamalı uygulanan OneGloss cila lastikleri ($0,284 \pm 0,052$) ile cilalanan grupta gözlenmiştir. Şeffaf bant altında bitirilen yüzeyler en pürüzsüz yüzeyleri sergilese de organik reçineden zengindirler. En dıştaki bu tabakanın bitirme ve cila işlemleri ile kaldırılması ile aşınma direnci ve sertliği yüksek bir yüzey elde edileceği bildirilmiştir (Korkmaz ve ark. 2008). Cilalı gruplardan her iki sistem de alüminyum oksit içerikli olsa da OneGloss cila lastiklerinin partikül boyutunun ($80 \mu\text{m}$), 4 aşamada ve partikül boyutu gittikçe azalan sırada uygulanan Sof-Lex cila disklerinin partikül boyutlarından ($60 \mu\text{m}$, $29 \mu\text{m}$, $14 \mu\text{m}$, $5 \mu\text{m}$) daha büyük olması sebebiyle daha pürüzlü yüzeyler elde ettiğimizi düşünmekteyiz. Aynı zamanda OneGloss cila lastiklerinin Sof-Lex cila disklerine göre daha sert ve esnekliğinin daha az olması sebebiyle yüzeye tam temas sağlayamadıklarından bu sonuçta etkisi olmuş olabilir.

Barbosa ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada iki adet mikrofil (Durafill, Kulzer Friedrichsdorf, Almanya ve Perfection, Den-Mat Santa Maria, CA, ABD), bir adet hibrit (Filtek Z250, 3M/ESPE) ve iki adet kondanse olabilen kompozit (Surefil, LD Caulk/Dentsply Milford, DE, ABD ve Fill Magic, Vigodent Rio de Janeiro, RJ, Brezilya) reçinelerin yüzeyine 12 ve 30 bıçaklı tungsten karbit bitirme frezleri, ince ve ekstra ince elmas bitirme frezleri, Sof-Lex diskleri, Super-Snap diskleri, cila lastikleri ve patlarını uygulayarak yüzey pürüzlülüklerini karşılaştırmışlardır. Bütün kompozit gruplarında alüminyum oksit kaplı diskler ile bitirilen yüzeylerin en düşük Ra değerleri gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da bu çalışmaya benzer şekilde cila diskleri, cila lastiklerinden daha düşük Ra değerleri göstermiştir.

Ergücü ve Türkün (2007) tek aşamalı cila sistemlerinin kompozit reçinelerin yüzey pürüzlülüğüne etkilerini inceledikleri çalışmada 3 nanohibrid (Grandio, Voco; CeramX, Dentsply; Tetric EvoCrem, Ivoclar), 1 nanofill (Filtek SupremeXT, 3M ESPE), 1 trimodal nanofill (Premise, KerrHawe) ve 3 farklı cila sistemi (PoGo, Dentsply; OneGloss, Shofu; Optrapol, Ivoclar) kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada cila sistemlerinin etkinliğinin materyale bağlı olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışmamıza benzer şekilde tüm gruplar arasında en pürüzsüz yüzeyleri şeffaf bant ile bitirilen yüzeylerde bulmuşlardır. Cilalı tüm gruplar arasında en pürüzsüz yüzeyleri PoGo ile elde etmişler, bunu da esnek disklerin içerdiği ince elmas partiküllere bağlamışlardır. OneGloss ve Optrapol tüm gruplarda pürüzlü yüzeyler üretmiş ve bu sonucu kompozit reçinelerin yüzeyinden partiküllerin koptuğu ve çizikler oluştuğu SEM görüntüleri ile desteklemişlerdir. Bizim çalışmamızda da OneGloss cila lastikleri yüksek pürüzlülük değerleri göstermiştir.

Erdemir ve ark. (2012) yaptıkları araştırmada 1 nanofil kompozit (Filtek Supreme XT, 3M ESPE) ve 2 nanohibrid kompozit (Ceram-X, Dentsply; Grandio, Voco) yüzeyine tek aşamalı (PoGo, Dentsply/Caulk, Milford, DE, ABD) ve çok aşamalı (Sof-Lex Pop-On Discs, 3M ESPE) cila sistemlerini uygulayarak yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliği değerlendirmişlerdir. En pürüzsüz yüzeyler bizim çalışmamızla paralel şekilde şeffaf bant altında bitirilen grupta gözlenmiştir. Çalışmamızdan farklı olarak Erdemir ve ark. (2012)'nin çalışmasında tek aşamalı ve çok aşamalı cila sistemleri arasında anlamlı bir fark bulunmamış ve tek aşamalı cila sisteminin bu performansını ince elmas partiküllere bağlamışlardır.

3 farklı cila sisteminin; OneGloss (Shofu, INC, Japonya), Sof-Lex diskler (3M ESPE) ve Diamond Polish Mint (Ultradent, South Jordan, UT, ABD)'in bir adet mikrohibrit (Filtek Z250, 3M/ESPE), bir adet nanohibrit (Filtek Z550, 3M/ESPE) ve bir adet hibrit (Aelite LS Posterior, Bisco) kompozitin yüzey pürüzlülüğüne etkilerini inceleyen Tuncer ve ark. (2016) çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde kontrol grubundan sonra en pürüzsüz yüzeylerin Sof-Lex diskler ile cilalanan yüzeylerde, en pürüzlü yüzeylerin ise OneGloss cila lastikleri ile cilalanan yüzeylerde görüldüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca elmas partiküllerin alüminadan daha sert olmasından dolayı kompozit yüzeylerde daha fazla çizige sebep olup daha pürüzlü yüzeyler sergileyeceğini belirtmişlerdir. Alüminyum oksit içerikli disk sistemi ile daha pürüzsüz yüzeyler elde edilmesinin nedenini kompozitteki doldurucu partikül ve organik matriksin eşit miktarda aşınmasıyla ilişkilendirmişlerdir.

St-Pierre ve ark. (2019) 1 nanofil kompozite (Filtek Supreme Ultra, 3M ESPE), 2 nanohibrid kompozite (GrandioSO, Voco Amerika Inc; Venus Pearl, Heraeus Kulzer) ve 1 mikrophil kompozite (Durafill VS, Heraeus Kulz) çeşitli cila sistemlerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında Sof-Lex disk (3M ESPE), Sof-Lex spiral (3M ESPE), Astropol (Ivoclar Vivadent), HiLuster Plus (Kerr), D♦Fine (Clinician's Choice), Diacomp (Brasseler Savannah), ET Illustra (Brasseler Savannah), Super-Snap (Shofu), Enhance-Pogo (Dentsply), Optrapol (Ivoclar), OneGloss (Shofu), Composipro fırça (Brasseler) olmak üzere 12 farklı cila sistemi kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda bütün kompozit grupları arasında en yüksek yüzey pürüzlülüğü OneGloss ve Composipro fırça ile cilalanan gruplarda gözlenmiştir. Tek aşamalı cila sistemlerinden sadece Optrapol'un bakteriyel adezyon için eşik değer olan 200 nm'nin altında bir yüzey pürüzlülük değeri gösterdiğini bildirmişlerdir. Çok aşamalı sistemlerde pürüzsüz bir yüzey elde edilene kadar bir önceki aşamada oluşan çizikleri yok etmek için her adımda daha küçük partikül boyutunun kullanıldığını, tek aşamalı sistemlerde ise mevcut partikül boyutunun önemli olduğunu çünkü yüzeylerde çizik bırakabileceklerini bildirmişlerdir. Aynı zamanda abraziv partiküllerin sertliğinin de önemine dikkat çekmişlerdir. Bizim çalışmamızda da bu çalışmanın sonucuna paralel sonuçlar elde edilmiş, tek aşamalı sistem olan OneGloss cila grubu ($0.284 \pm 0.052 R_a$) çok aşamalı sistem olan Sof-Lex cila grubundan ($0.141 \pm 0.015 R_a$) anlamlı olarak daha yüksek yüzey pürüzlülüğü göstermiştir.

Restoratif materyallerin estetik performansının uzun ömürlü olabilmesi için renk stabilitesi de önemli bir faktördür (Jain ve ark. 2015). Fakat kompozit reçineler içsel ve dışsal faktörlere bağlı olarak düşük renklenme direncine sahiptirler ve bu dezavantaj birçok mekanizmayı içerdiğinden karmaşık bir fenomendir (Smales ve Gerke 1992; Prodan ve ark. 2015). Bu nedenle renklendirici özelliği olan solüsyonların kompozit reçinelerin renk stabilitesine etkilerini araştırmak için birçok çalışma yapılmıştır (Ertas ve ark. 2006; Fontes ve ark. 2009; Falkensammer ve ark. 2013; Güler ve ark. 2013; Yamanel 2018). Yapılan çalışmalar incelendiğinde renklendirici solüsyon olarak genellikle kahve, çay, kola, kırmızı şarap gibi dünyada sıklıkla tüketilen içeceklerin tercih edildiği görülmektedir (Nasim ve ark. 2010; Yapar ve Gül 2015; Yamanel 2018). Çay ve kahvenin kompozit reçinelerde çıplak gözle farkedilecek düzeyde renklenmeye sebep olduğu birçok araştırmada gösterilmiştir (Yannikakis ve ark. 1998; Nasim ve ark. 2010). Beyazlatma ajanlarının renklenmiş kompozitlerin rengi üzerine olan etkilerini incelemeyi amaçladığımızdan biz de çalışmamızda ülkemizde sıklıkla tüketilen siyah çay (Earl Grey, Lipton, Blackfriars-London, İngiltere) ve kahve (Nescafe Classic, Nestle SA, Vevey, İsviçre) solüsyonu kullanmayı tercih ettik. Bunun yanı sıra çalışmamızda farklı cila sistemleri ile cilalanmış kompozit örneklerin renklendirici solüsyonlara karşı renklenme duyarlılığını da inceleyebildik, çay ve kahvenin renklendirme etkilerini kıyaslayabildik.

Kompozit reçinelerde su emiliminin çoğunlukla ilk 1 hafta boyunca meydana geldiği bildirilmiştir. Lekelerin emilimi de su emilimi ile ilişkili görüldüğünden çalışmamızda 1 haftalık bekletme süresini uygun gördük (Braden ve Clarke 1984; Satou ve ark. 1989; Um ve Ruyter 1991). Bir fincan kahve tüketiminin ortalama 15 dakika sürdüğü ve bir kahve tüketicisinin günde ortalama 3,2 fincan kahve tükettiği bildirilmiştir (Guler ve ark. 2005). Böylece çalışmamızda kahve solüsyonunda 7 günlük (168 saat) depolama 7 aylık kahve tüketimini simüle etti. Üreticinin talimatları doğrultusunda 2 g kahve 200 ml kaynayan distile suya eklenerek hazırlandı ve örnekler hazırlanan kahve solüsyonlarının içerisine yerleştirildi. Tüm örnekler 37°C'de 7 gün boyunca bekletildi ve solüsyonlar hergün taze olarak hazırlandı. Günlük çay tüketimi ile ilgili literatürde net bir bilgi mevcut değildir ve bireylerin çay tüketim süreleri arasında büyük farklılıklar görülebilmektedir. Çalışmamızda kahve solüsyonu ile kıyaslama yapabilmek için çay solüsyonu için de 7 günlük depolama süresini uygun gördük. Çay solüsyonu, üreticinin talimatları doğrultusunda 1 adet çay poşetinin 150 ml kaynamış

distile suya eklenip 10 dakika beklenmesiyle hazırlandı, örnekler 37°C’de 7 gün boyunca bekletildi ve solüsyon her gün taze olarak hazırlandı.

Dış hekimliğinde diş renginin belirlenmesi bir renk skalası yardımıyla görsel olarak veya dijital ölçüm cihazlarıyla yapılabilmektedir (Hassel ve ark. 2007). Görsel renk seçimi, dişlerin ve renk skalasının aynı aydınlatma koşulları altında aynı anda gözlemlenmesiyle yapılan subjektif bir işlemdir. Dış ortamdaki ışık koşulları, deneyim, yaş, insan gözünün yorgunluğu gibi genel değişkenler ve renk körlüğü gibi fizyolojik değişkenler tutarsızlıklara ve yanılırlara sebep olabilmektedir (Hill 1987; Watts ve Addy 2001). Mevcut olan bu dezavantajları en aza indirmek için dijital renk ölçüm cihazları kullanılır. Bu cihazlar ile sonuçların tekrar edilebilirliği mümkündür ve daha kesin sonuçlar elde edilmektedir (Khurana ve ark. 2007). Dijital olarak ölçüm yapan bu cihazlar: spektrofotometreler, kolorimetreler ve ilgili yazılıma sahip dijital kamera sistemleridir (Van der Burgt ve ark. 1990; Lim ve ark. 2010a). Kolorimetreler spektrofotometrelere göre daha ucuz cihazlardır, fakat zamanla standardizasyonları bozulmaktadır (Chu ve ark. 2010). Aynı zamanda spektral yansımayı kaydetmezler ve doğrulukları spektrofotometrelere göre daha düşüktür (Kim-Pusateri 2009). Spektrofotometreler ise detaylı renk analizine olanak tanımaktadır ve daha güvenilirlerdir (Khurana ve ark. 2007). Konuyla ilgili daha önce yapılmış çalışmalarda Türkün ve Türkün (2004a), Villalta ve ark. (2006), Xing ve ark. (2014), Acuña ve ark. (2016), Gul ve ark. (2017) spektrofotometre kullanmışlardır. Biz de çalışmamızda verilerin daha güvenilir olması ve detaylı renk analizi yapılabilmesi sebebiyle spektrofotometre (Vita Easyshade Compact) kullandık.

Restoratif materyallerin renginin belirlenmesinde ölçümün yapıldığı yüzeyin rengi ve ışık aydınlatma koşullarının renk ölçüm sonuçlarını etkilediği bildirilmiştir (Guler ve ark. 2005). Yüzey renginin ölçüm sonuçlarına etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmış olan bir çalışmada renk farkının bulunabilmesi için yapılan farklı ölçümlerin aynı zemin üzerinde yapılması gerektiği, aksi takdirde renk kıyaslamasının yapılamayacağı bildirilmiştir (Lee ve Powers 2005). Bizim çalışmamızda ölçümler standart aydınlatma koşulları altında ve beyaz zemin üzerinde gerçekleştirilmiştir. Böylelikle farklı zaman periyotlarında 3 kez gerçekleştirdiğimiz renk ölçümünde aydınlatma koşullarının ve zemin renginin etkisini ortadan kaldırdık.

Diş hekimliğinde kullanılan renk ölçüm cihazlarının çoğu ΔE değerinin belirlenmesinde CIE L,a,b sistemini kullanır (Khokhar ve ark. 1991) Renk değişimi (ΔE) değeri, bir formül sonucu elde edilen ve belirli bir zaman dilimi içerisinde bir materyalde meydana gelen renk değişimlerinin bir gözlemci tarafından algılandığı değerdir (Johnston ve Kao 1989). Bu değer aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

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

CIE L,a,b'nin küçük renk farklılıklarının belirlenmesi için uygun bir sistem olduğu bildirilmiştir (Khokhar ve ark. 1991). Bu sisteme göre doğadaki tüm renkler kırmızı, mavi ve yeşil olmak üzere 3 temel rengin çeşitli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilir (Canay ve Cehrelî 2003). Rengi temsil ve karakterize etmekteki en büyük avantajı uniform olmasıdır ve üç eksen üzerindeki renk değerleri insanın renk algısıyla yakından ilişkilidir (Pruthi ve ark. 2010). Biz de çalışmamızda ΔE değerini hesaplamak için dental amaçlar için önerilen ve rengi insan algısına göre karakterize eden CIE L,a,b sistemini kullandık.

Klinik olarak kabul edilebilir ve algılanabilir renk farklılıkları konusunda yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. İdeal olarak ΔE sifıra eşitse, restoratif materyalin renginin renklenme gerçekleşmeden önceki başlangıç rengine geri döndüğü ve leke çıkarma işleminin sonuçlarının mükemmel kabul edildiği bildirilmiştir (Al-Nahedh ve Awlyia 2013). Fakat klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliği konusunda literatürde bir tartışma söz konusudur. Kuehni ve Marcus (1979) ve Seghi ve ark. (1989) bir spektrofotometre ile ölçülen ΔE değerinin 1'e eşit olmasının %50'sinin görsel olarak tespit edilebilir olduğunu, >2 olmasının ise %100'nün tespit edilebilir olduğunu bildirmişlerdir. Klinik olarak kabul edilebilir ΔE eşik değerini Ragain ve Johnston (2001) 2,72, Ruyter ve ark. (1987) 3,3, Johnston ve Kao (1989) 3,7 olarak bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise 2016 yılında ISO/TR 28642 tarafından da kabul edilen Paravina ve ark. (2015)'nin yaptıkları çalışma baz alınmıştır. Bu çalışmaya göre $\Delta E=1,2$ değerinden daha küçük değerlerin algılanamaz olduğu, $\Delta E=2,7$ değerinden daha büyük değerleri ise klinik olarak kabul edilemez olduğu bildirilmiştir (Paravina ve ark. 2015).

Çalışmamızda kullandığımız Filtek Ultimate (3M ESPE) kompozit reçine 1 hafta boyunca çay ve kahve solüsyonlarında bekletildi ve sonuçlar cila sistemlerinin farklılığı

dikkate alınmadan birlikte değerlendirildiğinde bütün gruplarda en fazla renklenme kahve solüsyonunda gözlemlendi. 7 günlük bekletme süresi sonunda bütün gruplarda ΔE_1 değeri gözle farkedilecek düzeyde klinik olarak kabul edilebilir değeri ($>2,7$) aşmıştır. Um ve Ruyter (1991) çay ve kahvenin renklendirme mekanizmalarının birbirinden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Çayın renklendirme kabiliyetinin yüksek polariteye sahip sarı renklendiricilerin yüzeye adsorbsiyonundan, kahvenin renklendirme kabiliyetinin ise düşük polariteye sahip sarı renklendiricilerin yüzeye hem absorbsiyon hem de adsorbsiyonundan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bu sebeple kahvenin sebep olduğu renklemelerin yok edilmesinin çaya göre daha zor olduğu belirtilmiştir (Yazıcı ve ark. 2007).

Yaygın olarak tüketilen içeceklerin (çay, kahve, kola, distile su) bir porselen (Vitadur alpha) ve iki hibrid kompozit reçinenin (Filtek Z250 ve Tetric Ceram) renk stabilitesine etkilerini değerlendiren Gupta ve ark. (2005), kahvenin tüm gruplarda çay, kola ve distile sudan daha fazla renklenmeye sebep olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde Türkün ve Leblebicioğlu (2003) kahve, çay ve kolanın 3 direkt kompozit reçine (Filtek P60, Surefil, Clearfil Photo Posterior) üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında en yüksek renk değişikliğini kahvede, en düşük renk değişikliğini ise kolada gözlemlemişlerdir.

Ertaş ve ark. (2006) yaptıkları bir çalışmada 3 mikrohibrid (Filtek P60, 3M ESPE; Filtek Z250, 3M ESPE; Quadrant LC, Cavex) ve 2 nanohibrid (Grandio, Voco; Filtek Supreme, 3M ESPE) kompozit reçineye 5 farklı solüsyonun (çay, kola, kahve, kırmızı şarap, distile su) renk stabilitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Tüm kompozit gruplarda en yüksek ΔE değerini kırmızı şarapta, en düşük değeri ise distile suda tespit etmişlerdir. Kahve çaya göre daha fazla renklendirse de istatistiksel olarak bir fark bulamamışlardır. Tüm gruplarda ΔE değeri kahve, şarap ve çay için klinik olarak kabul edilebilir seviye kabul ettikleri 3,7'ye eşit veya yüksek bulunmuştur. Filtek P60 ve Filtek Z250 kompozit reçinelerde diğer gruplardan daha düşük renklenme gözlemlemişler ve aralarında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bu iki kompozitte daha düşük renklenme gözlenmesini hidrofobik monomer olan UDMA içermelerine bağlamışlar ve test edilen diğer kompozit reçinelerde ise yüksek su emilimden sorumlu olan TEGDMA varlığına dikkat çekmişlerdir.

Güler ve ark. (2013) farklı içeceklerde bekletilen kompozit reçinelerin renk stabilitelelerini değerlendirdikleri çalışmada 5 farklı solüsyon (distile su, kahve, çay, kola, kırmızı şarap), 2 mikrohibrit (Filtek Silorane, 3M ESPE; Inten-S, Ivoclar-Vivadent), 2 nanohibrit (Aelite Aesthetic Enamel, BISCO; Grandio, VOCO), 1 hibrit (Quixfill, Dentsply) ve 1 nanoseramik (CeramXMono, Dentsply) kompozit reçine materyali kullanmışlardır. En yüksek ΔE değerini kahve ve kırmızı şarapta bulmuşlar, bunu çay ve kola takip etmiştir. En düşük değer ise distile suda gözlenmiştir. Aelite Aesthetic Enamel ve Filtek Silorane diğer kompozitlere kıyasla en az, Quixfill, CeramXMono ve Inten-S ise en çok renk değişimini göstermiştir. ΔE değerinin Filtek Silorane'da daha az gözlenmesinin sebebini siloran esaslı kompozitlerin içerdiği siloksan grupların hidrofobik yapısına, Aelite Aesthetic Enamel'da ise hem doldurucu partiküllerinin nanohibrit yapıda olmasına hem de yapısında TEGDMA içermemesine bağlamışlardır.

Yamanel (2018) 1 mikrohibrit (Charisma, Heraeus-Kulzer, Almanya), 1 nanohibrit (Ice, SDI Dental, Victoria, Avusturalya) kompozit ve 1 geliştirilmiş reçine modifiye cam iyonomer siman (ACTIVA Restoratif, Pulpdent, ABD) üzerine 5 farklı solüsyonun (distile su, kahve, çay, kola, kırmızı şarap) renk stabilitelelerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında en yüksek ΔE değerini sırasıyla kırmızı şarap, kahve, çay, kola ve distile suda bulmuşlardır. Bizim çalışmamız da Gupta ve ark. (2005), Türkün ve Leblebicioğlu (2003), Güler ve ark. (2013) ve Yamanel (2018)'in yaptıkları çalışmalar ile benzer sonuçları vermiş, tüm gruplarda kahve çaya göre daha fazla renklenmeye sebep olmuştur. Ayrıca Yamanel (2018)'in çalışmasında test edilen bütün solüsyonlarda en fazla renklenme ACTIVA restoratif materyalinde görülmüştür ve bunu diğer materyallere kıyasla daha az miktarda doldurucu içeriğine ve yüksek su emilimine bağlamışlardır. Ayrıca Ice kompoziti, Charismaya göre daha düşük renklenme değerleri göstermiştir. Bu sonucu Ice kompozitinin UDMA monomeri içermesine bağlamışlardır. Kahve, çay ve şarap test edilen tüm gruplarda klinik olarak kabul edilebilir değer 3,3'ün üzerinde ΔE değeri oluşturmuştur. Bizim çalışmamızda da çay ve kahve test ettiğimiz bütün gruplarda klinik olarak kabul edilebilir değeri ($>2,7$; ortalama $9,214 \pm 3,226$) aşmıştır.

Çalışmada kullandığımız Filtek Ultimate (3M ESPE) yüksek doldurucu içeriğine sahip (ağırlıkça %78,5), 20 nm silika doldurucu, 4-11 nm zirkonya doldurucu ve zirkonya / silika kümesi doldurucu içeren nanofil bir kompozit olmasına rağmen yüksek

oranda renklenme duyarlılığı sergileyerek tüm gruplarda klinik olarak kabul edilemez ΔE değerleri göstermiştir. Bu durum yapılan bazı çalışmalarda kümelenmiş doldurucu partiküllerin porozitesine bağlanmıştır (Villalta ve ark. 2006; Ergücü ve ark. 2008; Guler ve ark. 2009). Aynı zamanda Filtek Ultimate'ın renklenme durumu reçine matriksin tipine de bağlıdır. Asmussen (1983) tarafından yapılan bir çalışmada UDMA'nın Bis-GMA'dan renklenmeye daha dirençli olduğu bulunmuştur. Başka bir çalışmada, UDMA Bis-GMA'dan daha az su emilimi göstermiştir (Pearson ve Longman 1989). Bu nedenle su emilimi ve renklenme duyarlılığı reçine matriksin tipine bağlıdır. Filtek Ultimate Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA ve PEGDMA içerikli bir kompozit reçine materyalidir. Kalachandra ve Turner (1987) Bis-GMA bazlı reçinelerde hidrofilik monomer olan TEGDMA oranının %0'dan %1'e yükseldikçe su alımının %3'ten %6'ya yükseldiğini bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da Filtek Ultimate'ın yüksek renklenme duyarlılığı, her ne kadar UDMA monomeri içerse de Bis-GMA ve TEGDMA içeriğine bağlanabilir. Bagheri ve ark. (2005) kompozit reçinelerin su ile birlikte renklendirici maddeleri de absorbe edebileceğinden bahsetmiştir. Su emilimi renk değişikliğine ve polimer matriksin bozulmasından dolayı mekanik özelliklerin azalmasına sebep olmaktadır (Diab ve ark. 2007). Bizim çalışmamızda da ΔE_1 değerinin $>2,7$ 'yi aşması bu teoriyi doğrulamaktadır.

Kompozit reçinelerin yapısı ve doldurucu partiküllerinin özellikleri yüzey pürüzlülüğü ve renklenmede etkili olduğu kadar, bitirme ve cila işlemleri de kompozitlerin yüzey özelliklerini etkilemektedir. Meydana gelen pürüzlü yüzeylerin renklendiricileri mekanik olarak daha fazla tuttuğu ve kompozit reçinelerin renklemeleriyle ilişkili olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Hachiya ve ark. 1984; Van Noort ve Darvis 1984; Shintani ve ark. 1985; Yap ve ark. 1997). Restorasyonların cilalanması çeşitli enstrümanlar ile gerçekleştirilebilir. Bunların her birinin renk stabilitesini ve yüzey sertliğini arttırmak amacıyla oksijen inhibisyon tabakasını kaldırdığı, ancak değişen seviyelerde de pürüzlülük derecesi oluşturduğu bildirilmiştir (Kumari ve ark. 2015).

Çalışmamızda kullandığımız bitirme ve cila sistemlerinin kompozit reçinelerin renk stabilitesini etkilediğini tespit ettik. Çalışmamızda hem çay hem de kahve solüsyonunda en az renk değişimini (ΔE_1) Sof-Lex diskler ile cilalanan grup göstermiştir ($\Delta E_1 = 5,98 \pm 1,14$). Sof-Lex cila diskleri ($0,141 \pm 0,015 R_a$) OneGloss cila

lastiklerine ($0,284 \pm 0.052 R_a$) göre daha az yüzey pürüzlülük değerleri gösterdiğinden renklenmeye karşı daha fazla direnç sergilemiş olabilir. Pürüzlü bir restorasyon yüzeyinin pürüzsüz bir yüzeye kıyasla daha fazla yüzey alanı sağladığı için renklenmeye daha duyarlı olduğu kabul edilmiştir (Tholt ve ark. 2006). Renklendirici solüsyonların farklılığı dikkate alınmadan birlikte değerlendirildiğinde, OneGloss cila lastikleri ile cilalanan grup ($\Delta E_1 = 10,38 \pm 1,84$) Kontrol grubuna ($\Delta E_1 = 11,25 \pm 3,30$) göre daha düşük ΔE_1 değerleri göstermiş, fakat aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Kontrol grubu ($0,074 \pm 0,017 R_a$) bitirme ve cila işlemi uygulanmış yüzeylere göre daha az pürüzlülük değerleri sergilese de yüksek renklenme eğilimi göstermiştir. Bu yüzeylerin yüksek organik reçine içeriğinden dolayı renklenmeye eğilimlerinin yüksek olduğu belirtilmiştir (Paravina ve ark. 2004). Bu yüzeylerde renklenmeye yatkınlık renklendiricilerin adsorbsiyonu ve absorbsiyonundan kaynaklanabilmektedir. Bu da matriks ve inorganik doldurucu faz arasında şişme ve ayrılmalara sebep olabilir (Al-Nahedh ve Awliya 2013). Ayrıca şeffaf bant altında bitirilen yüzeylerin düşük polimerizasyon derecesi nedeniyle düşük sertlik değerleri gösterdiği bildirilmiştir. Bu yüzden bu reçine tabakasının bitirme ve cila işlemleriyle uzaklaştırılması gerektiğine dikkat çekilmiştir (Alawjali ve Lui 2013). OneGloss cila lastikleriyle cilalanan grupta yüksek ΔE_1 değerlerinin görülmesinin nedeni; yüksek yüzey pürüzlülük değerlerine sebep olmasından dolayı, renklendiricilerin bu yüzeylerdeki birikimine bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Schmitt ve ark. (2011) farklı cila sistemlerinin kompozit reçinelerin yüzey pürüzlülüğüne ve renk stabilitesine etkilerini değerlendirdikleri bir çalışmada 2 farklı kompozit (Filtek Supreme XT; 3M ESPE; Amelogen Plus, Ultradent), 2 farklı cila sistemi (PoGo, Dentsplay Caulk; Sof-Lex, 3M ESPE) ve kahve solüsyonu kullanmışlar, çok aşamalı cila sisteminin hem nanofil hem de mikrohübrid kompozitte daha fazla renklenme direnci ve düşük pürüzlülük değerleri gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca pürüzlülük ve renklenme direnci için en iyi sonuçları nanofil kompozitte elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da Schmitt ve ark. (2011)'nin çalışmasına paralel şekilde en iyi renklenme direnci ve düşük pürüzlülük değerleri çok aşamalı cila sisteminde gözlenmiştir.

Alawjali ve Lui (2013) tek aşamalı cila sistemlerinin kompozit reçinelerin renk stabilitesine etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında 3 nanohübrid kompozit (Grandio,

Voco; Tetric EvoCeram, Ivoclar Vivadent; Herculite Precis, Kerr), 3 cila sistemi (Optropol, Ivoclar Vivadent; OneGloss, Shofu; Occlubrush, KerrHawe) ve bir kahve solüsyonu kullanmışlar, renk ölçümünü bir spektrofotometre yardımıyla başlangıçta, 1. gün ve 7. gün gerçekleştirmişlerdir. 1. günde en yüksek renklenmeyi OneGloss ile cilalanan grupta, 7. günde ise en yüksek renklenmeyi şeffaf bant altında bitirilen grupta, en düşük renklenmeyi Occlubrush ile cilalanan grupta bulmuşlardır. Cilalı gruplar arasında OneGloss ile cilalanan örneklerin diğer gruplardan daha fazla renk değişikliği gösterdiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak Kontrol grubu ile OneGloss cila grubu arasında ΔE_1 değerleri arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu sonucun sebebi kullanılan kompozit reçine materyalinin farklılığı olabilir.

Kumari ve ark. (2015) farklı cila sistemlerinin ve farklı renklendirici solüsyonların nanokompozit reçinenin yüzey pürüzlülüğüne ve renk stabilitesine etkisini değerlendirdikleri çalışmada 1 nanofil kompozit (Filtek Z350 XT, 3M ESPE), 2 farklı cila sistemi (Sof-Lex cila diskleri ve elmas cila pastası) ve 5 farklı solüsyon (çay, kahve, kola, zerdeçal, yapay tükürük) kullanmışlardır. Bir profilometre yardımı ile yüzey pürüzlülüğünü ciladan önce, ciladan sonra ve solüsyonlara daldırma işleminden sonra olmak üzere 3 farklı zamanda ölçmüşlerdir. Renk ölçümü bir spektrofotometre yardımı ile ciladan ve solüsyonlara daldırma işleminden sonra olmak üzere 2 farklı zamanda yapılmıştır. Sonuç olarak en yüksek pürüzlülük değerini Sof-Lex diskler ile cilalanan grupta, ardından elmas cila pastasıyla cilalanan grupta ve daha sonra şeffaf bant ile bitirilen grupta bulmuşlardır. Cilalanmış gruplar arasında tek aşamalı cila sisteminin daha düşük pürüzlülük değeri göstermesini hem elmas partiküllerinin sertliğine hem de cila patının yüzeyde serbestçe hareket ederek yüzeyin eşit şekilde aşındırılmasına bağlamışlardır. Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak çok aşamalı cila sistemi ile tek aşamalı cila sisteminden daha pürüzsüz yüzeyler elde edilmiştir. Tüm gruplarda en yüksek renklenme zerdeçal solüsyonunda gözlenmiş, bunu kahve, çay, kola ve yapay tükürüğün izlediğini bildirmişlerdir. Bu sonuç bizim çalışmamızla paraleldir. Renklenmeye karşı en dirençli yüzeyler çalışmamızla benzer şekilde çok aşamalı Sof-Lex cila grubunda gözlenmiştir. Sof-Lex cila grubu diğer gruplardan daha pürüzlü yüzeyler sergilese de bu sonucu oksijen inhibisyon tabakasının çıkarılmasına bağlamışlar, daha büyük gren boyutuna sahip disklerin bu tabakanın çıkarılmasında daha verimli olduğunu bildirmişlerdir.

Deljoo ve ark. (2016) 1 nanohibrid (Ice, SDI, Avusturalya), 1 mikrohibrid (Gradia Direct, GC, Japonya) kompozit, 2 farklı cila sistemi (Sof-Lex, 3M ESPE; Enhance, Dentsply) ve 3 farklı solüsyon (kola, kahve, distile su) kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada renklenme duyarlılığının sadece malzemenin bileşiminden değil aynı zamanda cilalama tekniklerinden ve renklendirici solüsyon farklılığından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Tüm gruplar arasında en yüksek renk değişimini kahve solüsyonu ve mikrohibrid kompozit ile elde etmişlerdir ($\Delta E > 3,3$). Ayrıca çalışmamızla paralel olarak çok aşamalı cila sisteminin (Sof-Lex) tek aşamalı sistemden (Enhance) renklenmeye karşı daha dirençli yüzeyler sergilediğini bulmuşlardır.

Tavangar ve ark. (2018) içeceklerin ve yüzey pürüzlülüğünün kompozit reçinelerin renk değişimine etkilerini inceledikleri çalışmalarında bir nanohibrid (Filtek Supreme XTE, 3M ESPE), bir mikrohibrid (Filtek Z250, 3M ESPE), bir hibrid (Rok, SDI, Bayswater) kompozit, 2 farklı cila sistemi (Sof-Lex, 3M ESPE; Enhance, Dentsply) ve 3 farklı solüsyon (kola, kahve, distile su) kullanmışlardır. Sonuçta bizim çalışmamıza paralel şekilde en yüksek pürüzlülük değerini tek aşamalı cila sisteminde, en düşük pürüzlülük değerini ise şeffaf bant altında bitirilen grupta bulduklarını bildirmişlerdir. Aynı zamanda kahve tüm gruplarda en yüksek ΔE_1 değerlerini göstermiştir. Çalışmamızdan farklı olarak şeffaf bant altında bitirilen gruplarda tüm gruplardan daha düşük ΔE_1 değerleri bulmuşlar, bunu da SEM’de gözlemledikleri cilalı yüzeylerdeki hava kabarcıkları ve mikroçatlaklarda renklendiricilerin ve debrislerin birikimine bağlı olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmamızdan farklı olarak tek aşamalı ve çok aşamalı cila sistemlerinin ΔE_1 değerleri arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Yılmaz ve ark. (2020) kompozit reçinelerin renklenmesinde cila sistemlerinin rolünü araştırdıkları çalışmalarında 2 farklı nanohibrid kompozit reçine (Clearfil Majesty Esthetic ve Clearfil Majesty Posterior, Kuraray) ve 3 farklı cila sistemi (Sof-Lex, 3M ESPE; OneGloss, Shofu; Enhance, Dentsply) kullanmışlar ve cilaladıkları kompozit diskleri 7 gün boyunca kahve ardında 7 gün boyunca çayda bekletmişlerdir. Çalışmamıza benzer şekilde tüm gruplarda en yüksek ΔE_1 değerini tek aşamalı cila sistemi olan OneGloss ile cilalı örneklerde gözlemlemişlerdir.

Kompozit reçinelerde meydana gelen renk değişikliği estetik başarısızlıktaki en önemli nedendir ve bu durum restorsyonların yenilenmesine sebep olan bir faktördür.

Bu sürecin hem hasta hem de diş hekimi için zaman ve maliyet açısından dezavantajları vardır (Garoushi ve ark. 2013). Renklenmiş kompozitlerin yenileme dışındaki diğer alternatifi bitirme ve cila işleminin uygulanmasıdır. Fakat cila sistemleri renklenmelerin çıkarılması için yüzeyden aşındırma yapmaktadır (Al-Nahedh ve Awliya 2013). Aynı zamanda cila işlemi yüzeysel lekeleri çıkarmada etkiliyken derine nüfus etmiş lekelerde etkili değildir (Lago ve ark. 2017). Tüm bunların yanında beyazlatma ajanı ile kompozit reçineler arasındaki etkileşim ve beyazlatma ajanlarının renklenmeler üzerindeki etkisi merak konusu olmuştur (Telang ve ark. 2018). Bu nedenle çalışmamızda örnekler, farklı cila sistemleriyle cilalanıp çay ve kahvedeki renklenme duyarlılıkları değerlendirildikten sonra, örneklere ofis tipi beyazlatma ajanı uygulanarak meydana gelen renk değişimleri değerlendirildi.

Çalışmamızda beyazlatma ajanlarının renk değişimine etkisini değerlendirebilmek için üç aşamada renk ölçümü gerçekleştirildi: ciladan sonra (başlangıçta), renklendirici solüsyonda saklandıktan ve beyazlatma işleminden sonra. ΔE_1 değeri beyazlatma işlemi uygulamadan önce örneklerin renklenme duyarlılığını temsil etmektedir. ΔE_2 değeri beyazlatma işlemi nedeniyle meydana gelen renk değişimidir. ΔE_3 değeri ise beyazlatma işlemine duyarlılığı temsil etmektedir (Waly ve Sharkawy 2012).

Beyazlatma ajanlarının kompozit reçinelerin renk değişikliğine etkilerini değerlendiren birçok çalışma kompozit reçineleri renklendirici solüsyonlara tabi tutmadan beyazlatma öncesi ve sonrası renk farkını ölçmüştür (Kim ve ark. 2004; Yalcin ve Gurgan 2005; Hubbezoğlu ve ark. 2008; Li ve ark. 2009; Ameri ve ark. 2010; Anagnostou ve ark. 2010; Kamangar ve ark. 2014). Bu yüzden bu çalışmalarda beyazlatma ajanlarının kompozit reçinelerin kimyası üzerine etkisi, renklenmeleri çıkarmadaki etkinlikleri göz önüne alınmadan araştırılmıştır. Bu tarzda çalışmalar beyazlatma işleminden önce bir renklendirme aşaması içermediğinden çalışmamızın bulguları bu çalışmalarla kıyaslanmamıştır.

Çalışmamızda beyazlatma ajanlarının meydana getirdiği renk değişimine (ΔE_2) baktığımızda; çay ile renklendirilen gruplarda beyazlatma ajanları arasında istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir. Kahve ile renklendirilen Sof-Lex ve Kontrol gruplarında ise Opalescence Boost, Opalescence Quick'e göre istatistiksel olarak daha fazla değişim meydana getirmiştir. Bu sonucun sebebi Opalescence Boost'un (%40 HP) Opalescence

Quick'ten (%45 KP) daha yüksek HP konsantrasyonu içermesi olabilir. Bununla birlikte OneGloss cila grubunda Opalescence Boost, Opalescence Quick'ten daha fazla değişim meydana getirirse de bu değişiklik istatistiksel olarak anlamlı değildi. OneGloss ile cilalı gruplar diğer gruplardan daha yüksek pürüzlülük değerleri gösterdiğinden, artan pürüzlülük sebebiyle yüzey alanı genişlemektedir. Böylece geniş bir yüzey alanıyla temasta olan ajanların etkinliğinin artmış olabilmesi bu sonucun görülmesindeki olası bir ihtimaldir. Aynı zamanda kahve ile renklendirilmiş tüm gruplarda her iki beyazlatma ajanı da OneGloss ile cilalı yüzeylerde diğer gruplardan daha fazla renk değişimi meydana getirmiştir. Bu artan pürüzlülük değerleri peroksit ve serbest radikallerin daha derin yerleşmiş lekelerle nüfus etmesine ve bunlarla etkileşime girmesine neden olmuş olabilir.

Peroksit bazlı sistemlerdeki bileşenlerin kompozit yüzeyine nüfus ettiği ve pigment molekülleri ile kimyasal olarak reaksiyona girdiği bildirilmiştir (Reinhardt ve ark. 2019). HP aktive olduğunda O-H ve O-O bağlarının parçalanmasıyla bileşenlerine ayrılır ve lekelerin içinde bulunan konjuge çift bağları ve halka yapılarını ayrıştırabilen H, OOH, 2OH radikallerini üretir. KP aktive olduğunda HP ve üre halinde parçalanır ve üre daha sonra karbondioksit ve amonyağa ayrışır. Bu ayrışma beyazlatma etkisini daha da arttırdığı gösterilen perhidroksil anyonunu (HO_2^-) üreterek bir alkali ortam yaratmaktadır (Joiner 2006; Elhamid ve Mosallam 2010). Bu perhidroksil anyonu büyük makromoleküllü lekeleri daha küçük moleküllere ayırarak ΔE değerlerinde bir azalma sağlar ve böylece renklenmelerde bir azalma meydana gelir (Polydorou ve ark. 2007).

Waly ve Sharkawy (2012) HP içerikli beyazlatma ajanlarının nanofil ve mikrohbrid kompozit reçineler üzerinde renk değişimine etkilerini inceledikleri çalışmada; örnekler önce kahve solüsyonu ile renklendirilmiş daha sonra da ofis tipi (%38 HP) ve ev tipi (%9,5 HP) beyazlatma ajanları uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda ΔE_2 değerleri kıyaslandığında beyazlatma ajanlarının nanofil kompozit reçinede mikrohbridten daha fazla renk değişikliğine neden olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebini nanofil kompozit reçinedeki nanokümelerden kaynaklanan porozitelere bağlamışlardır. Ayrıca ΔE_2 değerleri ile, her iki beyazlatma ajanının test edilen iki kompozit reçine üzerinde etkinlikleri açısından önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir. Bu çalışmadan farklı olarak bizim çalışmamızda kullanılan beyazlatma ajanlarının

renklenmeleri çıkarmadaki verimliliklerinin farklı olduğu gözlenmiş ve bu farklılığın gözlenmesinin sebebinin; HP konsantrasyonları arasındaki farktan, kullanılan solüsyon ve uygulanan cila sistemleri farklılığından kaynaklandığı görüşündeyiz.

Çalışmamızda çay solüsyonu ile renklendirilen tüm gruplarda her iki beyazlatma ajanı da ΔE_3 değerini klinik olarak kabul edilebilir sınırdan ($<2,7$) daha düşük değerlere çekmiştir. Hem her bir gruptaki beyazlatma ajanları arasında, hem de cila grupları arasında ΔE_3 değerleri açısından istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir (SÇB= $1,67 \pm 0,73$, OÇB= $1,64 \pm 0,46$, KÇB= $2,23 \pm 0,59$; SÇQ= $2,05 \pm 0,41$, OÇQ= $2,20 \pm 0,76$, KÇQ= $2,21 \pm 0,48$). Bu sonuç muhtemelen çay solüsyonunun neden olduğu renklenmenin yüzeysel olmasından kaynaklanmaktadır. Yazici ve ark. (2007) çaydaki yüksek polariteli sarı renklendiricilerin kompozit reçinelerin yüzeyine tutunduğunu ve bunun diş fırçalama ile kolayca yüzeyden uzaklaştırılabildiğini bildirmişlerdir.

Kahve solüsyonunda bekletilen gruplardaki renklenmelerde anlamlı bir azalma olsa da, SKB grubu hariç beyazlatma ajanları ΔE_3 değerini klinik olarak kabul edilebilir seviyelere indirememiştir ($>2,7$) ve böylece 1. hipotezimiz kısmen kabul edilmiştir. Bu sonuç kahve gibi yüksek renklendicilerde %45 KP ve %40 HP'nin renklenmeleri azaltmada yetersiz kaldığı ihtimalini düşündürmüştür. Beyazlatma ajanlarının çay ve kahve lekelerine karşı gösterdiği bu farklılık, kahvedeki düşük polariteli bileşiklerin polimer matrikste daha derine nüfus etmesinden kaynaklanmış olabilir. Bununla beraber kahvede bekletilen örneklerden sadece Sof-Lex grubunda %40 HP içerikli beyazlatma ajanı ΔE_3 değerini $<2,7$ 'nin altına indirmiştir. Bu sonucun nedeni %40 HP'nin %45 KP (yaklaşık %15 HP)'den daha yüksek HP oranı içermesi ve uygulanma süresinin daha uzun olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca bu sonucun sadece Sof-Lex ile cilalı grupta gözlenmesi Sof-Lex'in OneGloss ve Kontrol grubuna kıyasla daha kararlı yüzeyler sergileyerek kahve solüsyonunda daha az renklenmesinden kaynaklandığı görüşündeyiz. Çalışmamızdaki bu sonuçlarda kompozit reçinedeki renk değişikliğinin tipinin, renklenmenin yoğunluğunun, uygulanan cila işleminin ve HP konsantrasyonları arasındaki farklılıkların rol oynadığını düşünmekteyiz.

Alhadi ve ark. (2012) HP içerikli beyazlatma ajanının kompozit reçinelerin rengine etkisini değerlendirdikleri çalışmada 3 farklı kompozit reçine (nanohibrid, mikrohibrid ve akışkan) ve ofis tipi beyazlatma ajanı (%38 HP, 3x15 dakika toplam 2

seans) kullanmışlardır. Örnekler hazırlanıp Sof-Lex (3M ESPE) cila sistemi ile cilalandıktan sonra çay veya kahve solüsyonunda 15 gün bekletilip yüzeylerine beyazlatma ajanı uygulanmıştır. Sonuçta çalışmamızla paralel şekilde ΔE_1 değerini klinik olarak kabul edilen seviyeden yüksek, ΔE_3 değerini ise düşük bulmuşlardır.

Gul ve ark. (2017) farklı beyazlatma ajanlarının renklenmiş kompozit reçinelerin renk değişikliğine etkisini değerlendirdikleri bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada nanohibrid kompozit reçine, lazerle aktive olan beyazlatma ajanı (%45 HP), kimyasal olarak aktive olan beyazlatma ajanı (%40 HP), ev tipi beyazlatma ajanı (%15 KP) ve beyazlatma özelliği olan gargara kullanmışlardır. Örnekler Sof-Lex (3M ESPE) cila diskleri ile cilalanıp 1 hafta boyunca önce kahvede daha sonra da 1 hafta boyunca da şalgamda bekletilmiştir. Çalışmanın sonucunda kompozitlerde renklendirme işleminden sonra algılanabilir bir renk değişikliği meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu renklenmeleri azaltmada %40 HP içerikli beyazlatma ajanının en yüksek etkiyi gösterdiğini belirtmişlerdir.

Hasani ve ark. (2019) farklı solüsyonlarda bekletilen kompozit örneklerle beyazlatma ajanlarının renk değişimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada 3 farklı kompozit reçine (mikrohibrid, nanohibrid ve nanofil), 2 farklı solüsyon (klorheksidin ve kahve) ve 2 farklı beyazlatma ajanı (%40 HP ve %10 KP) kullanmışlardır. Örnekler #600, #800, #1000 gridlik silikon karbit zımparalar ile bitirilip cilalandıktan sonra 1 ay boyunca klorheksidin veya kahve solüsyonunda bekletilmiştir. Sonuçta çalışmamızın bulgularına benzer şekilde her iki solüsyonda da klinik olarak kabul edilemez ΔE_1 değerleri elde edilmiş ve çalışmamızdaki Grup SKB’de olduğu gibi %40 HP ile her iki solüsyonda da klinik olarak kabul edilebilir ΔE_3 değerleri gözlemlemişlerdir. Bu çalışmadan farklı olarak çalışmamızda, %40 HP ajanı OneGloss ile cilalanıp kahvede bekletilen örneklerde klinik olarak kabul edilebilir ΔE_3 değerleri oluşturamamıştır. Bu sonucun sebebi OneGloss ile cilalı örneklerin yüksek yüzey pürüzlülük değerleri göstererek daha fazla renklenmesi ve lekelerin daha derin yerleşimi olabilir.

Beyazlatma ajanları ile cila işlemi uygulamanın renklenmeleri azaltmadaki etkinliklerinin kıyaslandığı çalışmalar mevcuttur. Yapılan bir çalışmada üç farklı cila sistemi (Sof-Lex, 3M/ESPE; Enhance, Dentsply; PoGo, Dentsply) ile cilalanan kompozit reçineler üzerinde ofis tipi beyazlatma ve yeniden cilalama işlemlerinin çay ve kahve renklenmelerini çıkarmadaki etkinlikleri değerlendirilmiş ve ofis tipi

beyazlatma ile örneklerin renginin neredeyse başlangıç rengine geri döndüğü, beyazlatmanın cilalamaya göre daha etkili olduğu bildirilmiştir (Türkün ve Türkün 2004a). Jain ve ark. (2015) yaygın tüketilen içeceklerin neden olduğu renklenmelerde ofis tipi beyazlatma ajanının ve yeniden cilalamanın meydana getirdikleri renk değişikliğini değerlendirdikleri çalışmada; 5 farklı solüsyon (çay, şekerli çay, kahve, şekerli kahve ve kola), bir adet mikrohbrid kompozit reçine (Amelogen Plus, Ultradent) ve ofis tipi beyazlatma ajanı (%38 HP) kullanmışlardır. Örnekler hazırlandıktan sonra Sof-Lex cila diskleri ile cilalanıp 1 hafta boyunca solüsyonlarda bekletilmiştir. Daha sonra her bir grup ikiye ayrılıp 1. Gruba ofis tipi beyazlatma ajanı uygulanmış 2. grup ise yeniden cilalanmıştır. Çalışmanın sonunda en yüksek renklenme şekerli kahvede bekletilen örneklerde gözlenmiştir. Daha sonra sırasıyla şekersiz kahvede, şekerli çayda, şekersiz çayda ve kolada gözlenmiştir. Bu renklenmelere karşı uygulanan ofis tipi beyazlatma ve yeniden cilalama işlemi arasında istatistiksel bir farklılık gözlenmemiş ve her ikisi de örneklerin rengini klinik olarak kabul edilebilir seviyelere çekebilmiştir. Bulunan bu sonuçlar çalışmamızda %40 HP uyguladığımız Sof-Lex grubundaki bulguları destekler niteliktedir.

Literatür taraması yaptığımızda ofis tipi beyazlatma ajanlarının ΔE_3 değerini klinik olarak kabul edilen seviyeye indirmediklerini bildiren çalışmalar da mevcuttur. Farah ve Elwi (2014) yaptıkları bir çalışmada beyazlatma ajanlarının bleach rengi nanofil (Filtek Z350 XT, 3M ESPE) ve nanohibrid (Tetric N-Ceram, Ivoclar, Vivadent) kompozit reçinelerin renk değişimine etkisini değerlendirmişlerdir. Beyazlatma ajanı olarak ev tipi (%10 ve %16 KP, 5 gün boyunca günde 4 saat) ve ofis tipi (%25 HP, 2x15 dk, 2 seans) ajan kullanmışlardır. Kompozit örnekleri hazırladıktan sonra Sof-Lex (3M ESPE) cila diskleri ile cilalamışlar ardından çay veya kahve solüsyonunda 7 gün boyunca bekletmişlerdir. Sonuç olarak çay ve kahve klinik olarak kabul edilemeyen renk değişikliğine sebep olmuştur. En fazla renk değişimi nanofil kompozitte ve kahve solüsyonunda gözlenmiştir ($\Delta E_1 > 3,3$). Bu sonuç çalışmamızın bulgularını destekler niteliktedir. Fakat çalışmamızdan farklı olarak ofis tipi beyazlatma ajanı ΔE_3 değerini hem çay hem de kahvede kritik seviyenin altına indirememiştir. Bu sonucun nedeni kullandığımız HP konsantrasyonları arasındaki farktan kaynaklanmış olabilir. Ayrıca çalışmamızda kullandığımız diğer %45 KP içerikli ofis tipi beyazlatma ajanı çayda etkili olmuştur. Çalışmalar arasındaki bu farklılığın nedeni, kullanılan bleach renginin renklenmeye daha fazla duyarlı olması ve örneklerin 55°C'deki solüsyonda

saklanmaları olabilir. Yüksek sıcaklık değerlerinin örneklerin yüzeyini ısıtarak renklenme sürecini olumsuz yönde etkileyebileceklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmada sadece ev tipi ajanlar ΔE_3 değerini kritik seviyenin altına indirebilmiştir.

Mendes ve ark. (2012) farklı beyazlatma ajanlarının kompozit reçinelerin renk stabilitesine etkilerini inceledikleri çalışmada ev tipi (%10 HP) ve ofis tipi (%35 HP) beyazlatma ajanlarını kullanmışlardır. Nanohibrid ve nanofil kompozit reçinelerden hazırlanan örnekler #220, #400, #800, #1200 gridlik silikon karbit zımparalar ile bitirildikten sonra Sof-Lex (3M ESPE) disklerle ve ardında Enhance (Dentsply) cila lastikleri ve cila pastasıyla cilalanmıştır. Daha sonra örnekler 24 saat boyunca ultraviyole ışık kullanılarak yaşlandırılma işlemine tabi tutulup kahve solüsyonunda 1 hafta bekletilmiştir. Örneklerin yüzeyine ofis tipi beyazlatma ajanı günde 30 dakika bir hafta arayla toplam iki seans, ev tipi beyazlatma ajanı ise günde 30 dakika 14 gün boyunca uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda beyazlatma ajanları ΔE_3 değerini kritik seviyenin altına indirememiştir. Çalışmamızdaki SKB grubunda bu sonucun tersinin gözlenmesinin sebebi; bu çalışmada ekstra yaşlandırma işleminin yapılmış olması ve beyazlatma ajanı uygulama süresi farklılığı olabilir.

Garoushi ve ark. (2013) beyazlatma prosedürlerinin renklenmiş hibrid kompozitlerin renk değişikliğine etkilerini değerlendirdikleri çalışmada; 2 farklı hibrid kompozit reçinenin bir yüzü beyaz taş ve elmas cila lastiği ile cilalanmış, diğer yüzü ise cila uygulanmadan bırakılmıştır. Cila prosedürlerinden sonra örnekler 60 gün boyunca kola, çay veya kahve solüsyonunda renklendirilip %40 HP ajanı uygulanmıştır. Çay ve kahve solüsyonunda bekletme klinik olarak kabul edilemez ΔE_1 değerlerine neden olmuştur. Cilalı yüzeyler ile cila işlemi uygulanmayan yüzeylerin ΔE_1 değerleri arasında farklılık gözlenmemiştir. Bizim çalışmamızda da cila işlemi uygulanmayan yüzeyler ile OneGloss cila grubu arasında ΔE_1 değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır. Aynı zamanda %40 HP çay ve kahvede renklendirilen kompozit reçinelerde meydana gelen renklemelerde azalma sağlasa da ΔE_3 değerini klinik olarak kabul edilebilir seviyeye indirememiştir. Bu sonuç çalışmamızla kısmen paralellik göstermektedir. Çalışmamızda çay ile renklendirilmiş tüm gruplarda %40 HP ajanı ile klinik olarak kabul edilebilir ΔE_3 değerleri görülmüştür. Bu sonuç kullanılan kompozit reçine farklılığından kaynaklanabilir. Aynı zamanda çalışmamızda çay ve kahvede bekletme süresinin bu çalışmadan daha kısa olması da bu farklılıkta etkili olmuş olabilir.

Çalışmamızda kahve solüsyonu ile renklendirilen gruplarda ΔE_3 değeri cila işlemi uygulanmamış grupta (Grup KKB ve Grup KKQ) cilalı gruplardan anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Bu sonucun sebebi bitirme ve cila işlemi uygulanmayan yüzeylerin yüksek reçine içeriği olabilir. Ameri ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada beyazlatma ajanlarının etkinliğinin renklenmenin tipine, etyolojisine, kullanılan beyazlatma ajanına ve uygulanma süresine bağlı olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızla paralel şekilde Al-Nahedh ve Awliya (2013) yaptıkları bir çalışmada 4 farklı yöntemin kompozit reçinelerdeki renklenmeleri çıkarmadaki etkinliğini değerlendirmişlerdir. 3 farklı kompozit reçine (nanofil, mikrofil, mikrohibrid) şeffaf bant altında bitirilmiştir ve cila işlemi uygulanmamıştır. Hazırlanan örnekler çay, kahve ve kızcılık suyu karışımında 3 hafta bekletildikten sonra örnekler 4 gruba ayrılmıştır. 1. grup pomza (Pumice, Garreco Incorporated) ve fırça ile, 2. Grup Sof-Lex (3M ESPE) ile cilalanmıştır. 3. Gruba ev tipi beyazlatma ajanı (Night White %10 KP, Discus Dental) ve 4. Gruba ise ofis tipi beyazlatma ajanı (Opalescence Xtra Boost %38, Ultradent) uygulanmıştır. Kritik ΔE değerini 3,3 olarak belirlemişler, sonuçta tüm kompozit reçinelerde renklendirme işleminden sonra klinik olarak anlamlı renk değişimi ($>3,3$) bulmuşlardır. En çok renklenme nanofil, daha sonra mikrofil kompozit reçinede meydana gelmiştir. Ofis tipi beyazlatma ajanı nanofil ve mikrofil kompozit reçinede önemli bir renk değişikliği yapsa da elde edilen ΔE_3 değerini klinik olarak kabul edilemez bulmuşlardır. Bunun nedenini bu kompozitlerin yüzeyindeki reçine içeriğinin mikrohibrid kompozitten yüksek olmasına bağlamışlardır. Yüksek reçine içeriği renklendirici solüsyonların daha çok absorpsiyonuna neden olmuş ve bu renklenmenin beyazlatılmasının imkansız olduğunu bildirmişlerdir. Ev tipi beyazlatma ise gruplar arasında en etkili yöntem bulunmuştur.

Beyazlatma ajanlarının restoratif materyaller üzerinde olumsuz etkileri olabilmektedir. Bu nedenle beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerin fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini anlamak önemlidir (Yu ve ark. 2008). Özellikle yüzey pürüzlülüğü araştırmacılar ve klinisyenler için büyük bir endişe kaynağı olmuştur. Çünkü pürüzlülükteki artış diş eti iltihabına ve çürük riskini arttıran plak tutulumuna neden olmaktadır (Bollen ve ark. 1997; Mor ve ark. 1998). Beyazlatma ajanlarının kompozit reçineler üzerindeki etkileri konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Fakat kullanılan restoratif materyallerin, beyazlatma ajanlarının ve metodlarının çeşitliliği nedeniyle bunları karşılaştırmak zordur (Polydorou ve ark. 2006; Hafez ve ark. 2010).

Çalışmamızda beyazlatma ajanlarının nanofil kompozit reçinenin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini değerlendirdiğimizde; bütün gruplarda beyazlatma sonrası Ra değerleri anlamlı olarak artmıştır. Böylelikle 2. hipotezimiz kabul edilmiştir. Daha önce yapılmış birçok çalışmada da beyazlatma işleminden sonra restorasyonların yüzey pürüzlülüğünde bir artış olduğu gösterilmiştir (Moraes ve ark. 2006; Polydorou ve ark. 2006; Hafez ve ark. 2010; Markovic ve ark. 2014; Wongpraparatana ve ark. 2018). Bu artıştan sorumlu olan HP'nin, kompozit reçinelerin hidrolitik olarak bozulmasını hızlandırdığı bildirilmiştir (Basting ve ark. 2005; Gurgan ve Yalcın 2007; Rattacaso ve ark. 2011; Wang ve ark. 2011). HP'nin ayrışması sonucu oluşan perhidroksil radikali, hem pigment makromoleküllerini hem de reçine matriksini etkileyebilecek yüksek bir oksitleme kapasitesine sahiptir (Alaghehmand ve ark. 2013). HP, inorganik dolduruculardan ziyade organik matrikste erozyona sebep olabilmektedir (Wattanapayungkul ve ark. 2004). Aynı zamanda peroksitlerin polimer zincirlerin oksidatif bölünmesini indüklediği ve reçine matriksi ile inorganik doldurucu arasındaki bağı bozabildiği bildirilmiştir. Bağı bozulması yüzeydeki doldurucuların kısmen veya tamamen yerinden çıkmasına ve pürüzlü yüzeylerin meydana gelmesine neden olduğu söylenmiştir (Kim ve ark. 2004; Hafez ve ark. 2010; Rattacaso ve ark. 2011). KP içeren beyazlatma ajanlarında da aynı mekanizma geçerlidir. KP doku veya tükürükle temas ettiğinde öncelikle HP ve üreye, ardından su, karbondioksit ve oksijene ayrılan aktif bir bileşendir (Suliman 2004; Aschheim 2015).

Ra'daki artışı beyazlatma ajanlarına göre % değişim olarak kıyasladığımızda, Sof-Lex grubunda ve Kontrol grubunda Opalescence Boost ve Opalescence Quick arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. OneGloss grubunda ise Opalescence Quick, Opalescence Boost'ta göre Ra'da daha fazla artış göstermiştir. Bu sonucu elde etmemizin iki farklı nedeni olabilir. Tek aşamalı cila sistemlerinde uygulanan basınç örneklerin pürüzlülük değerleri arasında farklılıklara sebep olabilmektedir. OneGloss cila lastikleri de oldukça serttir ve esnek değildir. Tüm örnekler kronometre tutularak eşit sürelerde cilalansa da operatör tarafından uygulanan basıncın değişmesi standart sapmanın yükselmesine sebep olmuştur. Opalescence Boost ($0,296 \pm 0,060$) ve Opalescence Quick ($0,273 \pm 0,042$) uygulanan grupların başlangıç Ra'ları arasında her ne kadar istatistiksel olarak fark olmasa da aradaki fark % değişimini etkilemiş olabilir. Diğer bir olası ihtimal ise; pürüzlü yüzeyler üreten OneGloss cila grubunda karbopol içerikli Opalescence Quick'in viskozitesinin yüksek olması sonucu jelin yıkama sonrası

bile pürüzlü yüzeydeki gözeneklerden uzaklaştırılamaması ve reçine matriksi daha fazla etkilemesi bu farklılıkta etken olabilir.

Karbopol (karboksipolimetilen) emülsiyonları stabilize etmek ve çözeltileri viskoz hale getirmek için jel oluşturucu ajan olarak kullanılan sentetik, suda çözünen bir polimerdir (Soares ve ark. 2006). Karbolik asitten türetilir ve düşük pH değerlerine sahiptir (Oliveria ve ark. 2007). Beyazlatma ajanlarının bileşimine eklenmeden önce nötr pH değerlerine kadar tamponlanmaktadır (Soares ve ark. 2006). Yapılan bir çalışmada karbopolün serbest radikallerle sinerjik davranarak minedeki mineral kaybını arttırabileceğine dikkat çekilmiştir (Rodrigues ve ark. 2005). Gouveia ve ark. (2016) ise yaşlandırma işlemi uygulanmış nanokompozitlerde beyazlatma ajanlarının pürüzlülük üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada %16 KP+karbopol ve %16 KP+natrosol içerikli ev tipi beyazlatma ajanlarını kullanmışlardır. Sonuç olarak %16 KP+karbopol'ün yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını bulmuşlardır. Karbopolün yüksek iyonik özelliklere sahip olduğunu ve özellikle Bis-GMA gibi organik matriks bileşenleri ile reaksiyona girebileceğini bildirmişlerdir (Gouveia ve ark. 2016).

Her ne kadar beyazlatma ajanları yüzey pürüzlülüğünde başlangıca göre anlamlı bir artışa sebep olsa da, OneGloss ile cilalanmış örnekler hariç diğer grupların beyazlatma sonrası bile klinik olarak kabul edilebilir Ra değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir ($<0,2 \mu\text{m}$). OneGloss ile cilalanan yüzeylerin ise başlangıç Ra'sının zaten bu eşik değerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca intraoral koşullarda tükürüğün koruyucu bir bariyer görevi olduğundan meydana gelen bu olumsuz sonuçları azaltabileceği yapılan bir çalışmada bildirilmiştir (Wang ve ark. 2011).

Wongpraparatan ve ark. (2018) ev tipi (Opalescence PF %10 KP, 14 gün boyunca günde 8 saat) ve ofis tipi (Opalescence Boost, %40 HP, 20x2 toplam 40 dakika) beyazlatma ajanlarının Sof-Lex diskler ile cilalı nanofil kompozit ve reçine modifiye cam iyonomer simanın yüzey pürüzlülüğüne ve streptokokal biofilm oluşumuna etkilerini inceledikleri çalışmada; çalışmamızla paralel şekilde tüm gruplarda beyazlatma sonrası yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığını bulmuşlar, %10 KP ve %40 HP arasında anlamlı farklılık bulamamışlardır. Ayrıca beyazlatma ajanlarının streptokokal biofilm oluşumunu önemli ölçüde arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Bahannan (2015) farklı konsantrasyondaki beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne etkilerini incelediği çalışmada; 1 nanofil kompozit reçine, bir reçine modifiye cam iyonomer siman ve bir de feldspatik porselen kullanmışlardır. Örnekler hazırlanıp kompozit ve reçine modifiye cam iyonomer siman Sof-Lex ile cilalandıktan sonra yüzeylerine iki farklı ev tipi beyazlatma ajanı (%10 KP veya %20 KP günde 6 saat 3 hafta boyunca) veya ofis tipi beyazlatma ajanı (%35 KP, haftada 30 dakika 3 seans) uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisinin konsantrasyona bağlı olarak değiştiğini ve test ettikleri bütün restoratif materyallerde pürüzlülüğün %20 ve %35 KP ile arttığını bulmuşlardır. Bu sonuç bizim çalışmamızın bulgularını desteklemektedir. Çalışmamızda kullandığımız ofis tipi %45 KP ile tüm gruplarda başlangıca göre Ra'daki artış anlamlı bulunmuştur.

Markovic ve ark. (2014) beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne etkilerini inceledikleri çalışmada 2 kompozit reçine (Grandio, Voco; Venus, Heraus Kulzer), 1 cam iyonomer siman (Ketac Fil Plus, 3M ESPE) ve 3 farklı beyazlatma ajanı (Polanight %16, Polanight %22, SDI; Opalescence Boost %38, Ultradent) kullanmışlardır. Bütün materyaller #320, #600, #1200, #2400 ve #4000'lük silikon karbit zımparalarla bitirilmiş ardında elmas cila pastası ve cila lastikleri ile cilalanmıştır. Sonuçta tüm gruplarda beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını bulmuşlardır. Fakat pürüzlülükte artışın sadece %38 HP uygulanan cam iyonomer simanında 0,2 µm eşik sınırı aştığını bildirmişlerdir. Bunun sebebinin ise cam iyonomer simanının başlangıç pürüzlülüğünün yüksekliği sebebiyle pürüzlü yüzeylerin beyazlatma ajanlarıyla daha fazla temas alanı oluşturarak daha fazla etkileşime sebep olacağını iddia etmişlerdir. Bu yüzden bu artışın ideal bir bitim işlemi sayesinde klinik olarak anlamlı olmayacağı sonucuna varmışlardır.

HP içerikli beyazlatma ajanlarının, benzer reçine matriks içeriğine sahip mikrohibrid ve nanokompozit üzerindeki etkilerini inceleyen Waly ve Sharkawy (2012) çalışmalarında ofis tipi (%38 HP) ve ev tipi (%9,5 HP) beyazlatma ajanlarını kullanmışlardır. Ev tipi beyazlatma ajanı 18 gün boyunca günde 8 saat; ofis tipi beyazlatma ajanı ise günde 60 dakika 1 hafta arayla toplam 2 kez uygulanmıştır. Bu çalışmada hazırlanan örnekler herhangi bir cila işlemi uygulanmamıştır. Çalışmanın sonunda, her iki kompozit reçinede de beyazlatma ajanları arasında Ra'daki % değişimi

istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir. Bu sonuç bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir. Çalışmamızdaki cila işlemi uygulanmayan örneklerde beyazlatma ajanları arasında Ra'daki % değişim oranı anlamlı farklılık göstermemektedir. Ayrıca her iki beyazlatma ajanı nanokompozitte mikrohibrid kompozite göre Ra'da daha fazla bir artışa sebep olmuştur. Araştırmacılar kompozit reçineler arasındaki bu farklı sonucu doldurucu paternindeki farklılığa bağlamışlardır.

Wang ve ark. (2011) beyazlatma ajanlarının farklı nanofil kompozitlerin pürüzlülüğüne etkilerini inceledikleri çalışmada; %35 HP, ışıkla aktive olan %35 HP ve %16 KP içerikli ofis ve ev tipi ajanları kullanmışlardır. Kontrol grubu olarak da 2 farklı mikrohibrid kompozit seçmişlerdir. Sonuçta hem nanofil hem de mikrobid kompozit reçinelerde pürüzlülüğün arttığını, fakat bu artışın materyal ve zamana bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir.

Moraes ve ark. (2006) %10 KP (Opalescence PF, günde 3 saat 21 gün boyunca) ve %35 KP (Opalescence Quick, haftada 30 dakika 3 hafta boyunca) içerikli beyazlatma ajanlarının mine, feldspatik porselen, mikrofil ve mikrohibrid kompozit reçinenin yüzey pürüzlülüğüne etkilerini inceledikleri çalışmada %35 KP beyazlatma ajanının mine, porselen ve mikrohibrid kompozit reçinenin pürüzlülüğünü önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte yüzey pürüzlülüğünde bir artış olsada bu artışın klinik olarak kabul edilebilir bir seviyede olduğuna dikkat çekmişlerdir. Mikrofil kompozitlerde ise yüzey pürüzlülüğünün artmamasını mikrohibrid kompozit reçinelere göre daha düzgün yüzeyler sergilemesi olarak belirtmişlerdir.

Hafez ve ark. (2010) ofis tipi beyazlatma ajanlarının silikon karbit zımparalar ile cilalanmış farklı tonlardaki (A2 ve A4) mikrofil ve mikrohibrid kompozit reçineler üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada halojen mavi ışıkla aktive olan beyazlatma ajanı (Beyond %35 HP, 3x8 toplam 24 dakika), LED ile aktive olan beyazlatma ajanı (LumaWhite Plus %35 HP, 3x8 toplam 24 dakika) ve kimyasal olarak aktive olan beyazlatma ajanı (Opalescence Boost %38, 3x15 toplam 45 dakika) kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen artışın beyazlatma ajanına, kompozit reçinenin tipine ve renk tonuna bağlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Literatürde beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğünde bir değişiklik oluşturmadağını bildiren çalışmalar da vardır (Wattanapayungkul ve ark. 2003; Sharafeddin ve Jamalipour 2010; Varanda ve ark. 2013). Wattanapayungkul ve Yap (2003) ofis tipi beyazlatma ajanlarının (Opalescence Quick %35 KP-1x30 dakika ve Opalescence Xtra %35 HP-2x15 dakika) restoratif materyallerin pürüzlülüğüne etkilerini inceledikleri çalışmada hibrid kompozit, kompomer, giomer ve reçine modifiye cam iyonomer siman kullanmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre ofis tipi beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğünü arttırmadağını belirtmişlerdir. Yine yapılan başka bir çalışmada %35 KP'nin (Opalescence Quick, haftada 30 dakika 3 hafta boyunca) hibrid ve mikrofil kompozit reçinelerin yüzey pürüzlülüğüne ve mikrosertliğine etkileri değerlendirilmiş, beyazlatma ajanının yüzey pürüzlülüğünde önemli değişikliklere sebep olmadığı sonucunu bulmuşlardır. Mikrosertliğin ise hibrid kompozitte arttığını, mikrofil kompozitte bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir (Sharafeddin ve Jamalipour 2010). Varanda ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada iki farklı beyazlatma ajanının (HP Blue %20 HP-50 dakikalık uygulama ve Whiteness HP Maxx %35 HP-3x15 dakikalık uygulama) mikrohibrid kompozit reçinenin pürüzlülüğünü arttırdığı, nanofil kompozit reçinenin pürüzlülüğünü etkilemediğini bildirmişlerdir.

Çalışmalar arasında görülen bu farklılığın kullanılan kompozit reçinelerin, beyazlatma ajanlarının, beyazlatma sistemlerinin ve metodlarının farklılığından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Wongpraparatanana ve ark. 2018). Aynı beyazlatma rejimlerinden sonra elde edilen pürüzlülük değerlerindeki farklılıkların organik fazdaki farklı polimerlerden, doldurucu içeriği ve partikül büyüklüğü ile ilişkili olabileceği söylenmiştir (Correr ve ark. 2006; Hubbezoğlu ve ark. 2008). Kompozit reçinelerin organik bileşimi ile ilgili olarak Dogan ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada matriksinde UDMA içeren kompozit reçinelerin Bis-GMA içerenlere göre beyazlatma ajanlarından daha az etkilendiğini gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız Filtek Ultimate kompoziti her ne kadar UDMA monomeri içerse de Bis-GMA içerikli olması beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğünde artışa sebep olmasının nedeni olabilir. Ayrıca organik reçine oranının yüksek olmasının da beyazlatma ajanlarının oksidasyon derecesini indüklediğini belirtmişlerdir. İnorganik doldurucuların yapısının;

şekil, boyut ve orandan daha önemli olduğunu; baryum içeren cam partiküllerin, kuvars ve silikaya göre hidrolitik saldırıya daha duyarlı olduklarını söylemişlerdir.

Çalışmamızda Ra'daki yüzde değişimini cila gruplarına göre kıyasladığımızda; cila işlemi uygulanmamış gruptaki (Kontrol) değişim oranı cilalı gruplardan (Sof-Lex ve Onegloss) yüksek bulunmuştur. Cilalı gruplar arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Şeffaf bant ile bitirilip cila işlemi uygulanmayan yüzeylerin organik reçineden zengin olmaları beyazlatma ajanlarına karşı daha hassas olmalarının nedeni olabilir.

Literatür taraması yaptığımızda beyazlatma ajanlarının çoğunlukla farklı restoratif materyaller üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Farklı cila sistemleri ile bitirilmiş yüzeylerdeki etkisini değerlendiren literatür sayısı ise kısıtlıdır (Polydorou ve ark. 2006; de Oliveira Lima ve ark. 2015; Yikilgan ve ark. 2017). Bu durum kıyaslamalarımızı sadece bu literatürlere göre yapabilmemize sebep olmuştur. Bu yüzden beyazlatma ajanlarının farklı cila sistemleriyle bitirilmiş yüzeylerdeki fiziksel etkileri konusunda daha ileri araştırmalar yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Polydorou ve ark. (2006) farklı beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerin yüzey dokusuna etkilerini araştırdıkları çalışmalarında %38 HP (Opalescence Xtra Boost), %15 KP (Opalescence PF) içerikli beyazlatma ajanlarını ve Sof-Lex (3M ESPE) diskler ile cilalanmış hibrid, akışkan, mikrohibrid, nanohibrid kompozit, ormoser ve porselen materyallerini kullanmışlardır. Çalışmanın sonunda ofis ve ev tipi beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerin yüzey morfolojisine etkisinin materyal ve zamana bağlı olduğunu söylemişlerdir. Sonuçları SEM görüntülerine göre değerlendirdiklerinde %15 KP'nin %38 HP'ye göre materyallerin yüzeyinde daha az bir etkisinin olduğunu, ayrıca çalışmamızla benzer şekilde cilalı yüzeylerin cila işlemi uygulanmayan yüzeylere göre beyazlatma ajanlarına karşı daha kararlı olduğunu bulmuşlardır. Cilalı yüzeylerde meydana gelen değişikliklerin minör düzeyde ve materyale bağlı olduğu, cila işlemi uygulanmayan yüzeylerde ise majör değişikliklerin de görüldüğünü bildirmişlerdir. Bütün gruplar arasında ise her iki beyazlatma ajanından etkilenen materyalin inorganik doldurucu oranının düşük olması nedeniyle akışkan kompozit olduğunu belirtmişlerdir.

de Oliveira Lima ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada iki farklı cila sistemiyle (Jiffy Sistem, Ultradent; Sof-Lex pop-on, 3M, ESPE) cilalanan nanofil (Filtek Supreme, 3M ESPE) ve mikrohibrid (Filtek Z250, 3M ESPE) kompozit reçineye, ofis tipi

(Whiteness HP Maxx %35, 3x15 dakika toplam 2 seans) ve ev tipi (White Class %6 HP, 14 gün boyunca günde 2 saat) beyazlatma ajanların yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Beyazlatma sonrası Jiffy sistemi ile cilalanan örneklerde pürüzlülükteki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bununla birlikte her iki beyazlatma ajanının, Sof-Lex ile cilalı grupların hepsinde pürüzlülükte anlamlı bir artış meydana getirdiklerini bildirmişlerdir. Bunun sebebini Jiffy cila sistemindeki partiküllerin silikon karbit, Sof-Lex disklerin ise alüminyum oksit içerikli olmasına ve Jiffy cila sistemindeki partiküllerin daha küçük olmasına bağlamışlardır. Yüzey pürüzlülüğündeki artışı Wattanapayungkul ve ark. (2004)'nın belirttiği şekilde serbest radikallerin doldurucu-reçine matriks bağına olumsuz etkisiyle ve doldurucuların reçine matriksten ayrılmasıyla açıklamışlardır. Bu bağın Sof-Lex ile cilalamadan daha fazla etkilenmiş olabileceğini ve beyazlatma ajanı temasıyla da yüzey bozulmasının arttığını düşünmüşlerdir. Bu çalışmayla paralel şekilde bizim çalışmamızda da Sof-Lex ile cilalı grupta her iki beyazlatma ajanı da pürüzlülükte anlamlı bir artış meydana getirmiştir. Aynı zamanda çalışmamızda OneGloss cila grubunda da pürüzlülükte anlamlı bir artış gözlenmiş ve her iki cila sistemi arasında Ra'da meydana gelen değişimde yüzde değişimleri bakımından anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuç, çalışmamızdaki her iki cila sisteminin alüminyum oksit içeriğinin bağlayıcı ajan üzerindeki etkilerinin benzer olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca de Oliveira Lima ve ark. (2015) yaptığı çalışmada yüzde değişimi hesaplamadan cila sistemlerini kıyaslamış, oysa bizim çalışmamızda cila sistemleri pürüzlülükte meydana gelen yüzde değişimine göre kıyaslanmıştır.

Yikilgan ve ark. (2017) beyazlatma ajanlarının farklı cila teknikleri ile bitirilmiş kompozit reçinelerin yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliğe etkisini değerlendirdikleri çalışmada; bir nanohibrid kompozit (Charisma Diamond, Heraeus Kulzer, Almanya), iki farklı cila sistemi (Sof-Lex, Sof-Lex+Biscover LV) ve 3 farklı beyazlatma ajanı (%10 KP-günde 8 saat 14 gün, %45 KP-30 dakika 3 kez, %38 HP-2x20 dakika 2 gün boyunca) kullanmışlardır. Çalışmamızdan farklı olarak beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğünü arttırmadığı sonucuna varmışlardır. Bu farklılık kullandığımız kompozit reçine tipinin farklılığından kaynaklanmış olabilir. Aynı zamanda Sof-Lex ve Sof-Lex+Biscover LV uygulanan grup arasında bir farklılık bulamamışlar ve çalışmamızla benzer şekilde Ra değerleri klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığını belirtmişlerdir.

İn vitro koşullarda yaptığımız çalışmamızın sonuçlarının klinik açıdan bize yarar sağlayacağı düşüncesindeyiz. Tek aşamalı cila sistemi çok aşamalı cila sistemine göre nanofil kompozit reçine üzerinde daha pürüzlü yüzeyler oluşturarak renklenmeye karşı daha fazla duyarlılık sergilemiştir. Renklenmelere karşı kompozit reçinelerin direncini arttırmak için cila prosedürüne yeterli süre ayırarak daha pürüzsüz yüzeyler sağlamak avantaj sağlayacaktır. Gözle farkedilebilir düzeyde oluşan renklenmelerde kompozitlere uygulanan ofis tipi beyazlatma ajanlarının etkinliği renklenmenin tipine, cila işlemine ve beyazlatma ajanındaki HP konsantrasyonuna bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Beyazlatma ajanı uygulanmasından sonra tüm gruplarda pürüzlülükte artış meydana gelmiştir. Bu artış en çok cila işlemi uygulanmayan yüzeylerde görülmüştür. Bu sonuçlar beyazlatma işleminden sonra mevcut kompozit reçinelerin yeniden cilalanması gerekliliğini veya estetik olarak değerlendirilmeye bağlı olarak restorasyonun yenilenebileceğini göstermiştir.

Çalışmamızda ofis tipi beyazlatma ajanlarının sadece A2 renkli nanofil kompozit reçine üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. İleride, renklenme ve beyazlatma süreçlerini etkileyecek farklı renk tonları ve farklı kompozit reçinelerin dahil edildiği in vitro ve uzun vadeli in vivo çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada yalnızca çay ve kahvenin renklendirme etkisine ve beyazlatma ajanların bu renklenmeleri azaltmadaki etkinliğine bakılmıştır. Yapılacak olan ileriki çalışmalarda kompozit reçinelerin yüzey dokusunu ve toplam renk değişikliğini etkileyebilecek termal siklus da dahil edilebilir.

SONUÇLAR

1. Çalışmamızda başlangıç Ra'ları açısından en pürüzsüz yüzeyleri şeffaf bant altında bitirilen grup sergilemiştir.
2. Cila grupları arasında en iyi pürüzlülük ortalaması Sof-Lex materyalinde gözlenmiştir. OneGloss cila materyali uygulanan grup ise en pürüzlü yüzeyleri sergilemiştir.
3. Beyazlatma ajanları uygulandıktan sonra cilalı ve cila işlemi uygulanmayan bütün gruplarda pürüzlülük başlangıca göre anlamlı olarak artmıştır. Fakat cila işlemi uygulanmamış grupta ve Sof-Lex uygulanan grupta son Ra değerleri klinik olarak kabul edilen (0,2 μ m) seviyeyi aşmamıştır.
4. Opalescence Boost ve Opalescence Quick cila işlemi uygulanmayan grupta pürüzlülükte benzer artış miktarları sergilemiştir. Benzer şekilde her iki beyazlatma ajanı Sof-Lex ile cilalı örneklerde de pürüzlülükte benzer artış miktarları sergilemiştir. OneGloss uygulanan grupta ise Opalescence Quick pürüzlülükte daha fazla artışa sebep olmuştur.
5. Hem Opalescence Boost hem Opalescence Quick cila işlemi uygulanmayan grupta Ra'da daha fazla artışa sebep olmuştur. Sof-Lex ve OneGloss ile cilalı yüzeylerde pürüzlülükteki değişim miktarları arasında farklılık görülmemiştir.
6. Cilalı ve cila işlemi uygulanmayan bütün yüzeylerde 1 haftalık renklendirme işleminden sonra klinik olarak kabul edilemez renk değişimi gerçekleşmiştir (>2,7).
7. Cilalı ve cila işlemi uygulanmayan bütün gruplarda kahve solüsyonu çaya göre daha fazla renklenmeye sebep olmuştur.
8. Çay ve kahve solüsyonunda renklendirme işleminden sonra en az renk değişimi (ΔE_1) Sof-Lex ile cilalı grupta görülmüştür. Cila işlemi uygulanmayan grup ile OneGloss ile cilalanmış grup arasında farklılık bulunmamıştır.
9. Beyazlatma nedeniyle meydana gelen renk değişimi (ΔE_2) solüsyona, beyazlatma ajanına ve cila işlemine göre farklılık göstermiştir.
10. Her iki beyazlatma işleminden sonra çay ile renklendirilen cilalı ve cila işlemi uygulanmayan tüm gruplarda klinik olarak kabul edilebilir ΔE_3 değerleri (<2,7) elde edilmiştir.

11. Kahve solüsyonu ile renklendirilen örneklerde sadece Opalescence Boost Sof-Lex ile cilalanmış grupta renklenmeyi klinik olarak kabul edilebilir değerlere ($\Delta E_3 < 2,7$) indirebilmiştir.
12. Kahve solüsyonu ile renklendirilen örneklerde en yüksek, klinik olarak kabul edilemez ΔE_3 değerlerini cila işlemi uygulanmamış grup sergilemiştir.

KAYNAKLAR

Acuña, E. D., Delgado-Cotrino, L., Rumiche, F. A. ve Tay, L. Y. (2016). Effect of the purple corn beverage “Chicha Morada” in composite resin during dental bleaching. *Scientifica*, **2016**,1-6.

Affairs, A. C. O. S. (2003). Direct and indirect restorative materials. *The Journal of the American Dental Association*, **134**(4), 463-472.

Ahn, H. J., Song, K. B., Lee, Y. E., Lee, J. T., Cho, S. A. ve Kim, K. H. (2006). Surface change of dental amalgam after treatment with 10% carbamide peroxide. *Dental materials journal*, **25**(2), 303-308.

AL-Ameedee, A. H. H. (2018). Evaluating the Color Change of Different Types of Composite Resins Subjected to Zoom!® in-Office Bleaching. *J Dent Health Oral Disord Ther*, **9**(1), 00321.

Al-Nahedh, H. N. ve Awliya, W. Y. (2013). The effectiveness of four methods for stain removal from direct resin-based composite restorative materials. *The Saudi dental journal*, **25**(2), 61-67.

Al-Salehi, S. K., Hatton, P. V., Miller, C. A., Mcleod, C. ve Joiner, A. (2006). The effect of carbamide peroxide treatment on metal ion release from dental amalgam. *dental materials*, **22**(10), 948-953.

Al-Salehi, S. K., Hatton, P. V., McLeod, C. W. ve Cox, A. G. (2007). The effect of hydrogen peroxide concentration on metal ion release from dental amalgam. *Journal of dentistry*, **35**(2), 172-176.

Al-Salehi, S. K. (2009). Effects of bleaching on mercury ion release from dental amalgam. *Journal of dental research*, **88**(3), 239-243.

Alawjali, S. S. ve Lui, J. L. (2013). Effect of one-step polishing system on the color stability of nanocomposites. *Journal of dentistry*, **41**, e53-e61.

Albers, H. F. (2002). *Tooth Color Restoratives*. (9th ed). Hamilton, London: BC Decker Inc.

Alhadi, N. A. ve Jabbar, A. M. (2012). Effect of 38% hydrogen peroxide agent on color change of composite resins stained with tea and coffee beverages (An in vitro study). *Mustansiria Dental Journal*, **9(2)**, 149-158.

Alqahtani M. Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi dental journal*, **26(2)**, 33–46.

Ameri, H., Chasteen, J. E., Ghavamnasiri, M. ve Torkzadeh, M. (2010). Effect of a bleaching agent on the color stability of a microhybrid composite resin [I]. *Archives of Oral Research*, **6(3)**.

Anagnostou, M., Chelioti, G., Chioti, S. ve Kakaboura, A. (2010). Effect of tooth-bleaching methods on gloss and color of resin composites. *Journal of Dentistry*, **38**, e129-e136.

Anusavice K. J. (2003). *Phillips Science of Dental Materials*. (11th. ed.). St. Louis, Mo.: Elsevier/Saunders.

Anusavice, K. J., Shen, C. ve Rawls, H. R. (Eds.). (2012). *Phillips' science of dental materials*. (12th ed.). St. Louis, Missouri: Elsevier Health Sciences.

Aschheim, K. W. (2015). *Esthetic Dentistry: A Clinical Approach to Techniques and Materials*. (3rd ed). St. Louis, Missouri: Elsevier.

Asmussen E. (1983). Factors affecting the color stability of restorative resins. *Acta odontologica Scandinavica*, **41(1)**, 11–18.

Atkinson, C. B. (1892). Fancies and some facts. *Dent Cosmos*, **34**, 968-72.

Attar, N. (2007). The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract*, **8(1)**, 27-35.

Attin, T., Hannig, C., Wiegand, A. ve Attin, R. (2004). Effect of bleaching on restorative materials and restorations—a systematic review. *Dental Materials*, **20(9)**, 852-861.

Attin, T., Paque, F., Ajam, F. ve Lennon, A. M. (2003). Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *International endodontic journal*, **36(5)**, 313-329.

Auschill, T. M., Hellwig, E., Schmidale, S., Sculean, A. ve Arweiler, N. B. (2005). Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Operative dentistry*, **30(2)**, 156–163.

Aytac, F., Karaarslan, E. S., Agaccioglu, M., Tastan, E., Buldur, M. ve Kuyucu, E. (2016). Effects of novel finishing and polishing systems on surface roughness and morphology of nanocomposites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **28(4)**, 247-261.

Azarpazhooh, A. ve Limeback, H. (2008). The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *Journal of dentistry*, **36(2)**, 104-116.

Bagheri, R., Burrow, M. F. ve Tyas, M. (2005). Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of dentistry*, **33(5)**, 389-398.

Bagheri, R., Fani, M., Ghasrodashti, A. B., Yadkouri, N. N. ve Mousavi, S. M. (2014). Effect of a home bleaching agent on the fracture toughness of resin composites, using short rod design. *Journal of Dentistry*, **15(2)**, 74.

Bahannan, S. A. (2014). Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. *Journal of dentistry*, **42(1)**, 48-52.

Bahannan, S. A. (2015). Effects of different bleaching agent concentrations on surface roughness and microhardness of esthetic restorative materials. *The Saudi Journal for Dental Research*, **6(2)**, 124-128.

Barakah, H. M. ve Taher, N. M. (2014). Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. *The Journal of prosthetic dentistry*, **112(3)**, 625-631.

Barbosa, S. H., Zanata, R. L., Navarro, M. F. D. L. ve Nunes, O. B. (2005). Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. *Brazilian dental journal*, **16(1)**, 39-44.

Basting, R.T., Y Fernandéz. C.F., Ambrosano, G. M. B. ve De Campos, I. T. (2005). Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **17(4)**, 256-262.

Bayne, S. C. (2000). Perspectives: Our future in restorative dental materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **12(4)**, 175.

Bayne, S.C., Thompson, J.Y., Sturdevant, C.M. ve ark. (2002) Sturdevant's art & science of operative dentistry. İçinde: Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ, editors. Chapter 7: instruments and equipment for tooth preparation. St. Louis: Mosby; 307–44.

Berns, R.S. (2000). *Precision and Accuracy Measurements. Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology*. (3rd ed.) New York: John Wiley & Sons.

Bitter, N. C. (1998). A scanning electron microscope study of the long-term effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo. *General Dentistry*, **46(1)**, 84-88.

Bogue, E. (1872). Bleaching teeth. *Dent Cosmos*, 141–143.

Bollenl, C. M., Lambrechts, P. ve Quirynen, M. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental materials*, **13(4)**, 258-269.

Bouchareine, P. (1999). Métrologie des surfaces. *Techniques de l'ingénieur. Mesures et contrôle*, (R1390), R1390-1.

Bouvier, D., Duprez, J. P. ve Lissac, M. (1997). Comparative evaluation of polishing systems on the surface of three aesthetic materials. *Journal of Oral Rehabilitation*, **24(12)**, 888-894.

Bowles, W. H. ve Ugwuneri, Z. (1987). Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *Journal of Endodontics*, **13(8)**, 375-377.

Bozkaya, S., Tekçe, N. ve Özel, E. (2018). Işık ile Sertleşen Karakterizasyon Materyali ve Beyazlatma Ajanı Uygulanmasının Kompozit Materyallerin Yüzey Özellikleri ve Renk Değişimi Üzerine Etkileri. *Türkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi*, **24(3)**, 197-204.

Braden, M. ve Clarke, R. L. (1984). Water absorption characteristics of dental microfine composite filling materials: I. Proprietary materials. *Biomaterials*, **5(6)**, 369-372.

Brewer J. D., Wee A. ve Seghi R. (2004). Advances in Color Matching. *Dent Clin N Am*, **48**, 341 – 358.

Brook, A. H., Smith, R. N. ve Lath, D. J. (2007). The clinical measurement of tooth colour and stain. *International dental journal*, **57(5)**, 324-330.

Bruzell, E. M., Pallesen, U., Thoresen, N. R., Wallman, C. ve Dahl, J. E. (2013). Side effects of external tooth bleaching: a multi-centre practice-based prospective study. *British dental journal*, **215(9)**, E17.

Buchalla, W. ve Attin, T. (2007). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review. *Dental materials*, **23(5)**, 586-596.

Buchalla, W., Attin, T., Hilgers, R. D. ve Hellwig, E. (2002). The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *The Journal of prosthetic dentistry*, **87(3)**, 264-270.

Burgess, J. O., Walker, R. ve Davidson, J. M. (2002). Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatric dentistry*, **24(5)**, 465-479.

Burkinshaw, S. M. (2004). Colour in relation to dentistry. Fundamentals of colour science. *British dental journal*, **196(1)**, 33-41.

Cal, E., Güneri, P. ve Kose, T. (2006). Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. *Journal of oral rehabilitation*, **33(3)**, 221-228.

Cal, E., Sonugelen, M., Guneri, P., Kesercioglu, A. ve Kose, T. (2004). Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *Journal of oral rehabilitation*, **31(5)**, 483-491.

Canay, Ş. ve Çehreli, M. C. (2003). The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. *The Journal of prosthetic dentistry*, **89(5)**, 474-478.

Carey, C. M. (2014). Tooth whitening: what we now know. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, **14**, 70-76.

Casado, B. G., Moraes, S. L., Souza, G. F., Guerra, C. M., Souto-Maior, J. R., Lemos, C. A. ve ark. (2018). Efficacy of dental bleaching with whitening dentifrices: A systematic review. *International journal of dentistry*, **2018**.

Cavalli, V., Arrais, C. A. G., Giannini, M. ve Ambrosano, G. M. B. (2004). High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *Journal of Oral Rehabilitation*, **31(2)**, 155-159.

Cazzaniga, G., Ottobelli, M., Ionescu, A. C., Paolone, G., Gherlone, E., Ferracane, J. L. ve Brambilla, E. (2017). In vitro biofilm formation on resin-based composites after different finishing and polishing procedures. *Journal of dentistry*, **67**, 43-52.

Chen, H., Huang, J., Dong, X., Qian, J., He, J., Qu, X. ve Lu, E. (2012). A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence International*, **43(8)**, 649-59.

Choi, M. S., Lee, Y. K., Lim, B. S., Rhee, S. H. ve Yang, H. C. (2005). Changes in surface characteristics of dental resin composites after polishing. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, **16(4)**, 347-353.

Chu, S. J., Devigus, A. ve Miesleszko, A. J. (2004). *Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry*. Hanover park: Quintessence Publishing Company.

Chu, S. J., Trushkowsky, R. D. ve Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of dentistry*, **38**, e2-e16.

Chung, K. H. (1994). Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dental Materials*, **10(5)**, 325-330.

Collins, L. Z., Maggio, B., Liebman, J., Blanck, M., Lefort, S., Waterfield, P. ve ark. (2004). Clinical evaluation of a novel whitening gel, containing 6% hydrogen peroxide and a standard fluoride toothpaste. *Journal of dentistry*, **32**, 13-17.

Correr, G. M., Bruschi Alonso, R. C., Correr Sobrinho, L., Puppini-Rontani, R. M. ve Ferracane, J. L. (2006). In vitro wear of resin-based materials--simultaneous corrosive and abrasive wear. *Journal of biomedical materials research. Part B, Applied biomaterials*, **78(1)**, 105–114.

Craig, R. G. ve Powers, J. M. (2002). *Restorative Dental Materials*. (11th. ed.). St. Louis: CV Mosby.

Culbertson, B. M., Wan, Q. ve Tong, Y. (1997). Preparation and evaluation of visible light-cured multi-methacrylates for dental composites. *Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry*, **34(12)**, 2405-2421.

Curtis, A. R., Palin, W. M., Fleming, G. J., Shortall, A. C. ve Marquis, P. M. (2009). The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: the impact of dry and wet cyclic pre-loading on bi-axial flexure strength. *Dental materials*, **25(2)**, 188-197.

Da Costa, J. B., Goncalves, F. ve Ferracane, J. L. (2011). Comparison of two-step versus four-step composite finishing/polishing disc systems: evaluation of a new two-step composite polishing disc system. *Operative dentistry*, **36(2)**, 205-212.

Dahl, J. E. ve Pallesen, U. (2003). Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American Association of Oral Biologists*, **14(4)**, 292–304.

Darchuk, L. A., Zaverbna, L. V., Bebesko, V. G., Worobiec, A., Stefaniak, E. A. ve Van Grieken, R. (2008). Infrared investigation of hard human teeth tissues exposed to various doses of ionizing radiation from the 1986 Chernobyl accident. *Spectroscopy*, **22(2-3)**, 105-111.

Dayangaç, B. (2011). *Kompozit Restorasyonlar*. Ankara, Quintessence Yayıncılık.

de Almeida, L. C., Costa, C. A., Riehl, H., dos Santos, P. H., Sundfeld, R. H. ve Briso, A. L. (2012). Occurrence of sensitivity during at-home and in-office tooth bleaching therapies with or without use of light sources. *Acta Odontologica Latinoamericana*, **25(1)**, 3-8.

de Andrade, I., Basting, R. T., Rodrigues, J. A., do Amaral, F., Turssi, C. P. ve França, F. (2014). Microhardness and color monitoring of nanofilled resin composite after bleaching and staining. *European journal of dentistry*, **8**(2), 160–165.

de Camargo, F. L. L., Lancellotti, A. C., de Lima, A. F., Martins, G., Rangel, V. ve Gonçalves, L. D. S. (2018). Effects of a bleaching agent on properties of commercial glass-ionomer cements. *Restorative dentistry & endodontics*, **43**(3).

De Geus, J. L., Wambier, L. M., Kossatz, S., Loguercio, A. D. ve Reis, A. (2016). At-home vs in-office bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Operative dentistry*, **41**(4), 341-356.

de Oliveira Lima, M., Catelan, A., Hernandez, N. M. P., Giorgi, M. C. C., Ambrosano, G. M. B. ve Lima, D. A. N. L. (2015). In vitro evaluation of the effect of different polishing techniques on the surface roughness of composite resins submitted to at-home and in-office bleaching procedures. *Journal of conservative dentistry: JCD*, **18**(6), 483.

Deljoo, Z., Sadeghi, M., Azar, M. R. ve Bagheri, R. (2016). The effect of different polishing methods and storage media on discoloration of resin composites. *Journal of dental biomaterials*, **3**(2), 226.

Demarco, F. F., Freitas, J. M., Silva, M. P. ve Justino, L. M. (2001). Microleakage in endodontically treated teeth: influence of calcium hydroxide dressing following bleaching. *International endodontic journal*, **34**(7), 495-500.

Derbabian, K., Marzola, R., Donovan, T. E. ve Arcidiacono, A. (2001). The science of communicating the art of esthetic dentistry. Part III: precise shade communication. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **13**(3), 154-162.

Diab, M., Zaazou, M. H., Mubarak, E. H. ve Olaa, M. I. (2007). Effect of five commercial mouthrinses on the microhardness and color stability of two resin composite restorative materials. *Aust J Basic Appl Sci*, **1**(4), 667-74.

Dogan, A., Ozcelik, S., Dogan, O. M., Hubbezoglu, I., Cakmak, M. ve Bolayir, G. (2008). Effect of bleaching on roughness of dental composite resins. *The Journal of Adhesion*, **84**(11), 897-914.

Donly, K. J., Donly, A. S., Baharloo, L., Rojas-Candelas, E., Garcia-Godoy, F., Zhou, X. ve Gerlach, R. W. (2002). Tooth whitening in children. *Compendium-Newtown-*, **23(1A)**, 22-28.

Donly, K. J., Segura, A., Henson, T., Barker, M. L. ve Gerlach, R. W. (2007). Randomized controlled trial of professional at-home tooth whitening in teenagers. *General dentistry*, **55(7)**, 669-674.

Dunn, J. R. (1998). Dentist-prescribed home bleaching: current status. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, **19(8)**, 760-764.

Dwinelle, W. W. (1850). Ninth annual meeting of American Society of Dental Surgeons: article X. *Am J Dent Sci*, **1**, 57-61.

Eimar, H., Siciliano, R., Abdallah, M. N., Nader, S. A., Amin, W. M., Martinez, P. P. ve ark. (2012). Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *Journal of dentistry*, **40(2)**, e25–e33.

Elderton, R. J. (1996). Treating restorative dentistry to health. *British dental journal*, **181(6)**, 220-225.

El-Murr, J., Ruel, D. ve St-Georges, A. J. (2011). Effects of external bleaching on restorative materials: a review. *J Can Dent Assoc*, **77(b59)**, 1-6.

Elhamid, M. A. ve Mosallam, R. (2010). Effect of bleaching versus repolishing on colour and surface topography of stained resin composite. *Australian dental journal*, **55(4)**, 390-398.

Erdemir, U., Sancakli, H. S. ve Yildiz, E. (2012). The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. *Eur J Dent*, **6(2)**, 198-205.

Ergücü, Z. ve Türkün, L. S. (2005). Nanokompozitlerin mikrosızıntısında adezivlerin önemi. *Ege Üniversitesi Dis Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **26(1)**, 59-64.

Ergücü, Z. ve Türkün, L. S. (2007). Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Operative dentistry*, **32(2)**, 185–192.

Ergücü, Z., Türkün, L. S. ve Aladag, A. (2008). Color stability of nanocomposites polished with one-step systems. *Operative Dentistry*, **33(4)**, 413-420.

Ernst, C. P., Marroquin, B. B. ve Willershausen-Zönnchen, B. (1996). Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence International*, **27**(1).

Ertaş, E., Güler, A. U., Yücel, A. C., Köprülü, H. ve Güler, E. (2006). Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental materials journal*, **25**(2), 371–376.

Esmaili, B., Abolghasemzadeh, F., Gholampor, A. ve Daryakenari, G. (2018). The effect of home bleaching carbamide peroxide concentration on the microhardness of dental composite resins. *General dentistry*, **66**(1), 40-44.

Fairchild, M.D. (2005). *Color Appearance Models*. (2nd ed.) Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Falkensammer, F., Arnetzl, G. V., Wildburger, A. ve Freudenthaler, J. (2013). Color stability of different composite resin materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, **109**(6), 378-383.

Farah, R. I. ve Elwi, H. (2014). Spectrophotometric evaluation of color changes of bleach-shade resin-based composites after staining and bleaching. *The journal of contemporary dental practice*, **15**(5), 587–594.

Fasanaro, T. S. (1992). Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **4**(3), 71-78.

Fatima, N., Abidi, S. Y. A. ve Meo, A. A. (2016). In vitro comparative study of two different bleaching agents on micro-hardness dental enamel. *J Coll Physicians Surg Pak*, **26**, 83-6.

Fattibene, P., Carosi, A., De Coste, V., Sacchetti, A., Nucara, A., Postorino, P. ve Dore, P. (2005). A comparative EPR, infrared and Raman study of natural and deproteinated tooth enamel and dentin. *Physics in medicine and biology*, **50**(6), 1095–1108.

Feinman, R. A., Madray, G. ve Yarborough, D. (1991). Chemical, optical, and physiologic mechanisms of bleaching products: a review. *Practical periodontics and aesthetic dentistry : PPAD*, **3**(2), 32–36.

Ferracane, J. L. (2011). Resin composite—state of the art. *Dental materials*, **27**(1), 29-38.

Fondriest, J. (2003). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, **23**(5), 467-480.

Fontes, S. T., Fernández, M. R., Moura, C. M. D. ve Meireles, S. S. (2009). Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *Journal of Applied Oral Science*, **17**(5), 388-391.

Fuchigami, K., Fujimura, H., Teramae, M. ve Nakatsuka, T. (2016). Precision synthesis of a long-chain silane coupling agent using micro flow reactors and its application in dentistry. *Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences*, **6**(1), 35-46.

Furlan, I. S., Bridi, E. C., Amaral, F. L. B. D., França, F. M. G., Turssi, C. P. ve Basting, R. T. (2017). Effect of high-or low-concentration bleaching agents containing calcium and/or fluoride on enamel microhardness. *Gen Dent*, **65**(3), 66-70.

Garcia, A. H., Lozano, M. A. M., Vila, J. C., Escribano, A. B. ve Galve, P. F. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, **11**(2), E215-220.

Garg, N. ve Garg, A. (2010). *Textbook of Operative Dentistry*. New Delhi: Boydell & Brewer Ltd.

Garoushi, S., Lassila, L., Hatem, M., Shembesh, M., Baady, L., Salim, Z. ve Vallittu, P. (2013). Influence of staining solutions and whitening procedures on discoloration of hybrid composite resins. *Acta Odontologica Scandinavica*, **71**(1), 144-150.

Gedik, R., Hürmüzlü, F., Coşkun, A., Bektaş, Ö. Ö. ve Özdemir, A. K. (2005). Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *The Journal of the American Dental Association*, **136**(8), 1106-1112.

Gerlach, R. W. ve Barker, M. L. (2004). Professional vital bleaching using a thin and concentrated peroxide gel on whitening strips: an integrated clinical summary. *J Contemp Dent Pract*, **5**(1), 1-17.

Giudice, R. L., Pantaleo, G., Lizio, A., Romeo, U., Castiello, G., Spagnuolo, G. ve Giudice, G. L. (2016). Clinical and spectrophotometric evaluation of LED and laser activated teeth bleaching. *The open dentistry journal*, **10**, 242.

Gladwin, M. ve Bagby, M. (2013). *Clinical Aspects of Dental Materials: Theory, Practice, and Cases*. (4th. ed). Philadelphia: Wolters Kluwer Health/ Lippincott Williams & Wilkins,.

Goldstein R. E. (1997). In-Office Bleaching, Where We Came From, Where We Are Today. *The Journal of the American Dental Association*, **128**, 11S-15S.

Goldstein, R. E. ve Garber, D. A. (1995). *Complete Dental Bleaching*. Chicago: Quintessence Publishing.

Gonçalves, R. S., Costa, C. A. S., Soares, D. G. S., Santos, P. D., Cintra, L. T. A. ve Briso, A. L. F. (2016). Effect of different light sources and enamel preconditioning on color change, H₂O₂ penetration, and cytotoxicity in bleached teeth. *Operative dentistry*, **41**(1), 83-92.

Gonulol, N., Ozer, S. ve Sen Tunc, E. (2015). Water sorption, solubility, and color stability of giomer restoratives. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, **27**(5), 300-306.

Gouveia, T. H. N., do Carmo Públio, J., Ambrosano, G. M. B., Paulillo, L. A. M. S., Aguiar, F. H. B. ve Lima, D. A. N. L. (2016). Effect of at-home bleaching with different thickeners and aging on physical properties of a nanocomposite. *European journal of dentistry*, **10**(1), 82-91.

Greenwall, L. (Ed.). (2001). *Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An illustrated guide*. London: Martin Dunitz.

Guignon A. (2007). Contemporary polishing considerations-ergonomics, efficacy and ethics. Preventive and hygiene insights from the Richmond Institute. **6**(3).

Gul, P., Harorlı, O. T., Ocal, I. B., Ergin, Z. ve Barutçigil, C. (2017). Color recovery effect of different bleaching systems on a discolored composite resin. *Nigerian journal of clinical practice*, **20**(11), 1226-1232.

Guler, A. U., Yilmaz, F., Kulunk, T., Guler, E. ve Kurt, S. (2005). Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, **94(2)**, 118-124.

Gupta, R., Parkash, H., Shah, N. ve Jain, V. (2005). A spectrophotometric evaluation of color changes of various tooth colored veneering materials after exposure to commonly consumed beverages. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, **5(2)**, 72.

Gurgan, S. ve Yalcin, F. (2007). The effect of 2 different bleaching regimens on the surface roughness and hardness of tooth-colored restorative materials. *Quintessence International*, **38(2)**, 83-87.

Güler, A. U., Güler, E., Yücel, A. Ç. ve Ertaş, E. (2009). Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *Journal of Applied Oral Science*, **17(2)**, 108-112.

Güler, E., Gönülol, N., Yücel, A. Ç., Yılmaz, F. ve Ersöz, E. (2013). Farklı içeceklerde bekletilen kompozit rezinlerin renk stabilitelerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **23(1)**, 24-29.

Hachiya, Y., Iwaku, M., Hosoda, H. ve Fusayama, T. (1984). Relation of finish to discoloration of composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **52(6)**, 811-814.

Hall, D. A. (1991). Should etching be performed as a part of a vital bleaching technique?. *Quintessence international*, **22(9)**, 679.

Hannig, C., Duong, S., Becker, K., Brunner, E., Kahler, E. ve Attin, T. (2007). Effect of bleaching on subsurface micro-hardness of composite and a polyacid modified composite. *Dental materials*, **23(2)**, 198-203.

Harlan, A. W. (1891). The dental pulp, its destruction, and methods of treatment of teeth discolored by its retention in the pulp chamber or canals. *Dent Cosmos*, **33**, 137-41.

Hasani, E., Baghban, A. A., Sheikh-Al-Eslamian, S. M., ve Sadr, A. (2019). Effect of bleaching on color change of composite after immersion in chlorhexidine and coffee. *Journal of Conservative Dentistry*, **22(6)**, 529-532.

Hassan, A. M., Nabih, S. M., Mossa, H. M. ve Baroudi, K. (2015). The effect of three polishing systems on surface roughness of flowable, microhybrid, and packable resin composites. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, **5(3)**, 242.

Hassel, A. J., Grossmann, A. C., Schmitter, M., Balke, Z. ve Buzello, A. M. (2007). Interexaminer reliability in clinical measurement of L* C* h* values of anterior teeth using a spectrophotometer. *International Journal of Prosthodontics*, **20(1)**.

Haywood, V. B. ve Drake, M. (1990). Research on whitening teeth makes news. *NC Dent Rev*, **7(2)**, 9.

Haywood, V. B. ve Heymann, H.O. (1989). Nightguard vital bleaching. *Quintessence int*, **20**, 173-176.

Haywood, V.B., Leech, T., Heymann, H.O., Crumpler, D. ve Bruggers, K. (1990). Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence International*. **21(10)**, 801–804.

Haywood, V. B. (1991). Overview and status of mouthguard bleaching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **3(5)**, 157-161.

Haywood, V. B. (1992). History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence int*, **23(7)**, 471-88.

Haywood, V. B. (2002). Greening of the Tooth–Amalgam Interface during Extended 10% Carbamide Peroxide Bleaching of Tetracycline-Stained Teeth: A Case Report. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **14(1)**, 12-17.

Hegedüs, C., Bistey, T., Flora-Nagy, E., Keszthelyi, G. ve Jenei, A. (1999). An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *Journal of dentistry*, **27(7)**, 509-515.

Heintze, S. D., Forjanic, M., Ohmiti, K. ve Rousson, V. (2010). Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *dental materials*, **26(4)**, 306-319.

Herrgott, A. M. L., Ziemiecki, T. L. ve Dennison, J. B. (1989). An evaluation of different composite resin systems finished with various abrasives. *The Journal of the American Dental Association*, **119**(6), 729-732.

Heymann, H. O. (2005). Tooth whitening: facts and fallacies. *British Dental Journal*, **198**(8), 514-514.

Hill, A.R. (1987). *How We See Colour*. İçinde: McDonald R. (Ed.). Colour physics for industry. Huddersfield: H. Charlesworth & Co Ltd.

Holter, D., Frey, H., Mulhaupt, R. ve Klee, J. E. (1997). Branched bismethacrylates based on bis-GMA--A systematic route to low shrinkage composites. *Polymer Preprints(USA)*, **38**(2), 84-85.

Hotwani, K., Thosar, N. ve Baliga, S. (2014). Comparative in vitro assessment of color stability of hybrid esthetic restorative materials against various children's beverages. *Journal of conservative dentistry : JCD*, **17**(1), 70–74.

Hubbezoglu, I., Akaoglu, B., Dogan, A., Keskin, S., Bolayir, G., Özçelik, S. ve Dogan, O. M. (2008). Effect of bleaching on color change and refractive index of dental composite resins. *Dental materials journal*, **27**(1), 105-116.

Hummert, T. W., Osborne, J. W., Norling, B. K. ve Cardenas, H. L. (1993). Mercury in solution following exposure of various amalgams to carbamide peroxides. *American journal of dentistry*, **6**(6), 305-309.

Hunt, R. W. G ve Pointer, M. R. (2011). *Measuring Colour*. (4th ed.). West Sussex, UK: John Wiley&Sons, Ltd.

International Organization for Standardization. (2016). ISO/TR 28642: Dentistry- Guidance on Colour Measurement.

Jain, N., Kumari, A., Usha, H. L., Meena, N., Mehta, D. ve Gupta, A. (2015). Evaluating the possibility of re-polishing and in-office bleaching in removing the stains induced by common beverages on direct composite resin: a comparative in vitro study. *South African Dental Journal*, **70**(8), 347-350.

Janus, J., Fauxpoint, G., Arntz, Y., Pelletier, H. ve Etienne, O. (2010). Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. *Dental Materials*, **26**(5), 416-425.

Jefferies, S. R. (1998). The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dental Clinics of North America*, **42(4)**, 613-627.

Jefferies, S. R. (2007). Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dental Clinics of North America*, **51(2)**, 379-397.

Johnston, W. M. ve Kao, E. C. (1989). Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of dental research*, **68(5)**, 819-822.

Johnston, W. M., Hesse, N. S., Davis, B. K. ve Seghi, R. R. (1996). Analysis of edge-losses in reflectance measurements of pigmented maxillofacial elastomer. *Journal of dental research*, **75(2)**, 752-760.

Johnston, W. M., Ma, T. ve Kienle, B. H. (1995). Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *International Journal of Prosthodontics*, **8(1)**, 79-86.

Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of dentistry*, **34(7)**, 412-419.

Joiner, A. ve Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of dentistry*, **67**, S3-S10.

Jones, C. S., Billington, R. W. ve Pearson, G. J. (2004). The in vivo perception of roughness of restorations. *British dental journal*, **196(1)**, 42-45.

Joniot, S., Salomon, J. P., Dejou, J. ve Grégoire, G. (2006). Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative dentistry*, **31(1)**, 39-46.

Jung, M. (1997). Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments. *Operative dentistry*, **22(3)**, 98-104.

Jung, M., Voit, S. ve Klimek, J. (2003). Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing. *Operative dentistry*, **28(1)**, 53-59.

Junqueira, L. C. (1992). Study Designs İçinde: Junqueira, L. C., Carneiro, J., Kelly, R. O. *Basic Histology*. Seventh Edition, Appleton& Lange, Lange: 1-17.

Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C. ve Silikas, N. (2007). Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, **18(1)**, 155-163.

Kakuta, K., Wonglamsam, A., Goto, S. I. ve Ogura, H. (2012). Surface textures of composite resins after combined wear test simulating both occlusal wear and brushing wear. *Dental materials journal*, **31(1)**, 61-67.

Kalachandra, S. ve Turner, D. T. (1987). Water sorption of polymethacrylate networks: bis-GMA/TEGDM copolymers. *Journal of biomedical materials research*, **21(3)**, 329–338.

Kamangar, S. S. H., Kiakojoori, K., Mirzaii, M. ve Fard, M. J. K. (2014). Effects of 15% carbamide peroxide and 40% hydrogen peroxide on the microhardness and color change of composite resins. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, **11(2)**, 196.

Karaarslan, E. S., Bulbul, M., Yildiz, E., Secilmis, A., Sari, F. ve Usumez, A. (2013). Effects of different polishing methods on color stability of resin composites after accelerated aging. *Dental materials journal*, **32(1)**, 58-67.

Kashima-Tanaka, M., Tsujimoto, Y., Kawamoto, K., Senda, N., Ito, K. ve Yamazaki, M. (2003). Generation of free radicals and/or active oxygen by light or laser irradiation of hydrogen peroxide or sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, **29(2)**, 141-143.

Kasraei, S., Rezaei-Soufi, L. ve Azarsina, M. (2010). The effect of a 16% carbamide peroxide gel on mercury and silver ion release from admixed and spherical dental amalgams. *J Contemp Dent Pract*, **11(6)**, E009-E016.

Kehoe, J. C. (1987). pH reversal following in vitro bleaching of pulpless teeth. *Journal of Endodontics*, **13(1)**, 6-9.

Khokhar, Z.A., Razzoog, M.E. ve Yaman, P. (1991). *Color stability of restorative resins*. Quintessence. Int. **22**, 733–737.

Khurana, R., Tredwin, C.J., Weisbloom, M. ve Moles, D.R. (2007). A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *British Dental Journal*, **203(12)**, 675-680.

Kihn P. W. (2007). Vital tooth whitening. *Dental clinics of North America*, **51**(2), 319–331.

Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L. ve Wee, A. G. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of prosthetic dentistry*, **101**(3), 193-199.

Kim, J. H., Lee, Y. K., Lim, B. S., Rhee, S. H. ve Yang, H. C. (2004). Effect of tooth-whitening strips and films on changes in color and surface roughness of resin composites. *Clinical oral investigations*, **8**(3), 118-122.

Kim, Y., Son, H. H., Yi, K., Kim, H. Y., Ahn, J. ve Chang, J. (2013). The color change in artificial white spot lesions measured using a spectroradiometer. *Clinical oral investigations*, **17**(1), 139-146.

Kingsbury, C.A. (1861). Discoloration of dentine. *Dent. Cosmos*, **3**, 57-60.

Kirk, E. C. (1889). The chemical bleaching of teeth. *Dent Cosmos*, **31**, 273-283.

Kirk, E. C. (1893). Hints, queries, and comments: sodium peroxide. *Dent Cosmos*, **35**, 1265-7.

Kishta-Derani, M., Neiva, G., Yaman, P. ve Dennison, D. (2007). In vitro evaluation of tooth-color change using four paint-on tooth whiteners. *Operative dentistry*, **32**(4), 394-398.

Koh, R., Neiva, G., Dennison, J. ve Yaman, P. (2008). Finishing systems on the final surface roughness of composites. *J Contemp Dent Pract*, **9**(2), 138-145.

Kolbeck, C., Rosentritt, M., Lang, R. ve Handel, G. (2006). Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dental Materials*, **22**(1), 63-68.

Korkmaz, Y., Ozel, E., Attar, N. ve Aksoy, G. (2008). The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. *Operative dentistry*, **33**(1), 44-50.

Koupis, N. S., Marks, L. A. M., Verbeeck, R. M. H. ve Martens, L. C. (2007). Finishing and polishing procedures of (resin-modified) glass ionomers and compomers in paediatric dentistry. *European Archives of Paediatric Dentistry*, **8**(1), 22-28.

Kuehni, R. G. ve Marcus, R. T. (1979). An experiment in visual scaling of small color differences. *Color Research & Application*, **4(2)**, 83-91.

Kugel, G. ve Ferreira, S. (2006). The art and science of tooth whitening. *Inside Dentistry*, **2(7)**, 84, 86-9.

Kugel, G. ve Kastali, S. (2000). Nontray whitening. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, **21(6)**, 524-528.

Kumari, R. V., Nagaraj, H., Siddaraju, K. ve Poluri, R. K. (2015). Evaluation of the effect of surface polishing, oral beverages and food colorants on color stability and surface roughness of nanocomposite resins. *Journal of international oral health: JIOH*, **7(7)**, 63-70.

Kurtulmus-Yilmaz, S. ve Ulusoy, M. (2014). Comparison of the translucency of shaded zirconia all-ceramic systems. *The journal of advanced prosthodontics*, **6(5)**, 415-422.

Kurtulmus-Yilmaz, S., Cengiz, E., Ulusoy, N., Ozak, S. T. ve Yuksel, E. (2013). The effect of home-bleaching application on the color and translucency of five resin composites. *Journal of dentistry*, **41**, e70-e75.

Kutuk, Z. B., Ergin, E., Cakir, F. Y. ve Gurgan, S. (2019). Effects of in-office bleaching agent combined with different desensitizing agents on enamel. *Journal of Applied Oral Science*, **27**.

Kwon, S. R. ve Wertz, P. W. (2015). Review of the mechanism of tooth whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **27(5)**, 240-257.

Lago, M., Mozzaquatro, L. R., Rodrigues, C., Kaizer, M. R., Mallmann, A. ve Jacques, L. B. (2017). Influence of bleaching agents on color and translucency of aged resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **29(5)**, 368-377.

Lagouvardos, P. E., Fougia, A. G., Diamantopoulou, S. A. ve Polyzois, G. L. (2009). Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *The Journal of prosthetic dentistry*, **101(1)**, 40-45.

Lai, Y. L., Lin, Y. C., Chang, C. S. ve Lee, S. Y. (2007). Effects of sonic and ultrasonic scaling on the surface roughness of tooth-colored restorative materials for cervical lesions. *Operative dentistry*, **32(3)**, 273-278.

Lee, Y. K. ve Powers, J. M. (2005). Color difference of four esthetic restorative materials by the illuminant. *American journal of dentistry*, **18(5)**, 359-363.

Leonard Jr, R. H., Bentley, C. D. ve Haywood, V. B. (1994a). Salivary pH changes during 10% carbamide peroxide bleaching. *Quintessence international*, **25(8)**, 547-550.

Leonard Jr, R. H., Austin, S. M., Haywood, V. B. ve Bentley, C. D. (1994b). Change in pH of plaque and 10% carbamide peroxide solution during nightguard vital bleaching treatment. *Quintessence international*, **25(12)**, 819-823.

Li, Y. (2003). The safety of peroxide-containing at-home tooth whiteners. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, **24(4A)**, 384-389.

Li, Q. ve Wang, Y. N. (2007). Comparison of shade matching by visual observation and an intraoral dental colorimeter. *Journal of Oral Rehabilitation*, **34(11)**, 848-854.

Li, Q., Yu, H. ve Wang, Y. (2009). Colour and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials in situ. *Journal of dentistry*, **37(5)**, 348-356.

Liebenberg, W. H. (1997). Intracoronar lightening of discolored pulpless teeth: A modified walking bleach technique. *Quintessence International*, **28(12)**, 771-777.

Lim, H. N., Yu, B. ve Lee, Y. K. (2010a). Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, **104(4)**, 239-246.

Lim, H. N., Yu, B., Lim, J. I. ve Lee, Y. K. (2010b). Correlations between spectroradiometric and spectrophotometric colors of all-ceramic materials. *dental materials*, **26(11)**, 1052-1058.

Lindberg, A. (2005). Resin Composites: Sandwich Restorations and Curing Techniques. Umea: Odontologi.

Lu, H., Roeder, L. B. ve Powers, J. M. (2003). Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **15(5)**, 297-304.

Lu, H., Roeder, L. B., Lei, L. E. I. ve Powers, J. M. (2005). Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **17(2)**, 102-108.

Lutz, F. ve Phillips, R. W. (1983). A classification and evaluation of composite resin systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*, **50(4)**, 480-488.

M'Quillen, J. H. ve MD, D. (1868). Elongation and discoloration of a superior central incisor. *Dent Cosmos*, **10**, 225-227.

Manappallil, J. J. (2010). *Basic Dental Materials*. (3rd. ed). New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers.

Marghalani, H. Y. (2010). Effect of finishing/polishing systems on the surface roughness of novel posterior composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **22(2)**, 127-138.

Markovic, L., Jordan, R. A., Glasser, M. C., Arnold, W. H., Nebel, J., Tillmann, W. ve ark. (2014). Effects of bleaching agents on surface roughness of filling materials. *Dental materials journal*, **33(1)**, 59-63.

Markowitz, K. (2010). Pretty painful: why does tooth bleaching hurt?. *Medical hypotheses*, **74(5)**, 835-840.

Matis, B. A. (2003). Tray whitening: What the evidence shows. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, **24(4A)**, 354-362.

Mccaslin, A. J., Haywood, V. B., Potter, B. J., Dickinson, G. L. ve Russell, C. M. (1999). Assessing dentin color changes from nightguard vital bleaching. *The Journal of the American Dental Association*, **130(10)**, 1485-1490.

McLundie, A. C. ve Murray, F. D. (1974). Comparison of methods used in finishing composite resin—A scanning electron microscope study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, **31(2)**, 163-171.

Meireles, S. S., Heckmann, S. S., Leida, F. L., Santos, I. S., Bona, Á. ve Demarco, F. F. (2008). Efficacy and safety of 10% and 16% carbamide peroxide tooth-whitening gels: a randomized clinical trial. *Operative Dentistry*, **33**(6), 606-612.

Mendes, A. P. K. F., Barceleiro, M. D. O., Reis, R. S. A. A. D., Bonato, L. L., ve Dias, K. R. H. C. (2012). Changes in surface roughness and color stability of two composites caused by different bleaching agents. *Brazilian dental journal*, **23**(6), 659-666.

Meyer, G. R., Ernst, C. P. ve Willershausen, B. (2003). Determination of polymerization stress of conventional and new “Clustered” Microfill-Composites in comparison with Hybrid Composites. *J Dent Res*, **81**, 921.

Miller, M. B., Castellanos, I. R. ve Rieger, M. S. (2000). Efficacy of home bleaching systems with and without tray reservoirs. *Practical periodontics and aesthetic dentistry : PPAD*, **12**(6), 611–614.

Mitra, S. B., Wu, D. ve Holmes, B. N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *The Journal of the American Dental Association*, **134**(10), 1382-1390.

Mittal, N., Garg, N. ve Garg, A. (2013). *Textbook of Operative Dentistry*. (2nd. ed.). India: JP Medical Ltd.

Mor, C., Steinberg, D., Dogan, H. ve Rotstein, I. (1998). Bacterial adherence to bleached surfaces of composite resin in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, **86**(5), 582-586.

Moraes, R. R., Marimon, J. L. M., Schneider, L. F. J., Sobrinho, L. C., Camacho, G. B. ve Bueno, M. (2006). Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clinical oral investigations*, **10**(1), 23-28.

Morgan, M. (2004). Finishing and polishing of direct posterior resin restorations. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*, **16**(3), 211-234.

Murchison, D. F., Charlton, D. G. ve Moore, B. K. (1992). Carbamide peroxide bleaching: Effects on enamel surface hardness and bonding. *Operative Dentistry*, **17**(5), 181-185.

Nair, V. S., Sainudeen, S., Padmanabhan, P., Vijayashankar, L. V., Sujathan, U. ve Pillai, R. (2016). Three-dimensional evaluation of surface roughness of resin composites after finishing and polishing. *Journal of conservative dentistry: JCD*, **19(1)**, 91.

Nakajo, K., Imazato, S., Takahashi, Y., Kiba, W., Ebisu, S. ve Takahashi, N. (2009). Fluoride released from glass-ionomer cement is responsible to inhibit the acid production of caries-related oral streptococci. *Dental Materials*, **25(6)**, 703-708.

Napadlek, P., PaneK, H. ve Dabrowa, T. (2008). Comparison methods used in tooth colour selection. *Dent. Med. Probl*, **45(1)**, 65-69.

Nasim, I., Neelakantan, P., Sujeer, R. ve Subbarao, C. V. (2010). Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins—an in vitro study. *Journal of Dentistry*, **38**, e137-e142.

Nasoohi, N., Hoorizad, M. ve Tabatabaei, S. F. (2017). Effects of wet and dry finishing and polishing on surface roughness and microhardness of composite resins. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, **14(2)**, 69-75.

Nutting, E. B. (1976). A new combination for bleaching teeth. *Dent Clin North Am*, **10**, 655-662.

O'Brien, W. J. (Ed.). (2002). *Dental Materials and Their Selection*. (3rd ed.). Chicago: Quintessence Publishing.

O'Brien, W. J., Boenke, K. M. ve Groh, C. L. (1991). Coverage errors of two shade guides. *International Journal of Prosthodontics*, **4(1)**, 45-50.

O'Brien, W. J., Hemmendinger, H., Boenke, K. M., Linger, J. B. ve Groh, C. L. (1997). Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dental Materials*, **13(3)**, 179-185.

O'Neill, C., Kreplak, L., Rueggeberg, F. A., Labrie, D., Shimokawa, C. A. K. ve Price, R. B. (2018). Effect of tooth brushing on gloss retention and surface roughness of five bulk-fill resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **30(1)**, 59-69.

Okubo, S. R., Kanawati, A., Richards, M. W. ve Childressd, S. (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *The Journal of prosthetic dentistry*, **80(6)**, 642-648.

Oliveira, G. P., Toyoshim, A. E., Soldani, P., Bueno, A. L., Cassoni, A., Amaral, C. ve Rodrigues, J. A. (2007). Effect of the thickener agent carbopol on dental enamel surface in the at-home dental bleaching. *Rev Odontol UNESP*, **36**, 113-119.

Onal, B., Recen, D. ve Turkun, Ş. L. (2015). Shade selection in restorative dentistry. *J Restorative Dent-Special Topics*, **1(3)**.

Ontiveros, J. C. ve Paravina, R. D. (2009). Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *Journal of Dentistry*, **37(11)**, 840-847.

Özel, Y., Özel, E., Attar, N. ve Aksoy, G. (2007). Dişhekimliğinde Beyazlatma. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, **28(1)**, 33-40.

Pacifici, E., Bossù, M., Giovannetti, A., La Torre, G., Guerra, F. ve Polimeni, A. (2013). Surface roughness of glass ionomer cements indicated for uncooperative patients according to surface protection treatment. *Annali di stomatologia*, **4(3-4)**, 250-8.

Paravina, R. D. ve Powers, J. M. (2004). *Esthetic Color Training in Dentistry*. St. Louis: Mosby.

Paravina, R. D., Roeder, L., Lu, H., Vogel, K. ve Powers, J. M. (2004). Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness, gloss and color of resin-based composites. *American journal of dentistry*, **17(4)**, 262-266.

Paravina, R.D., Ghinea, R., Herrera, L.J., Bona, A.D., Igiel, C., Linninger, M. ve ark. (2015). Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **27**, 1-9.

Paravina, R. (2018). Understanding Color. İçinde: R.E. Goldstein (Ed.) *Ronald E. Goldstein's Esthetics in Dentistry*. New York City, NY: John Wiley&Sons; 272-292.

Park, J. H., Lee, Y. K. ve Lim, B. S. (2006). Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *The Journal of prosthetic dentistry*, **96(6)**, 402-411.

Patel, S. B., Gordan, V. V., Barrett, A. A. ve Shen, C. (2004). The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *The Journal of the American Dental Association*, **135**(5), 587-594.

Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N. ve Hämmerle, C. H. F. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of dental research*, **81**(8), 578-582.

Pearson, H. H. (1958). Bleaching of the discolored pulpless tooth. *The Journal of the American Dental Association*, **56**(1), 64-68.

Pearson, G. J. ve Longman, C. M. (1989). Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. *Journal of oral rehabilitation*, **16**(1), 57-61.

Perdigão J. (2010). Dental whitening--revisiting the myths. *Northwest dentistry*, **89**(6), 19-26.

Perdigao, J. (Ed.). (2016). *Tooth Whitening: An Evidence-Based Perspective*. Switzerland: Springer.

Perdigão, J., Baratieri, L. N. ve Arcari, G. M. (2004). Contemporary trends and techniques in tooth whitening: a review. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*, **16**(3), 185-210.

Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H. ve Somma, F. (2008). Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *Journal of endodontics*, **34**(4), 394-407.

Polydorou, O., Hellwig, E. ve Auschill, T. M. (2006). The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. *Operative Dentistry*, **31**(4), 473-480.

Polydorou, O., Mönting, J. S., Hellwig, E. ve Auschill, T. M. (2007a). Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dental Materials*, **23**(2), 153-158.

Polydorou, O., Hellwig, E. ve Auschill, T. M. (2007b). The effect of at-home bleaching on the microhardness of six esthetic restorative materials. *The Journal of the American Dental Association*, **138**(7), 978-984.

Potočník, I., Kosec, L. ve Gašperšič, D. (2000). Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *Journal of endodontics*, **26(4)**, 203-206.

Poyser, N. J., Kelleher, M. G. ve Briggs, P. F. (2004). Managing discoloured non-vital teeth: the inside/outside bleaching technique. *Dental update*, **31(4)**, 204-214

Prado, M., Gusman, H., Gomes, B. P. ve Simão, R. A. (2012). Effect of disinfectant solutions on gutta-percha and resilon cones. *Microscopy research and technique*, **75(6)**, 791-795.

Pretty, I. A., Ellwood, R. P., Brunton, P. A. ve Aminian, A. (2006). Vital tooth bleaching in dental practice: 1. Professional bleaching. *Dental update*, **33(5)**, 288-304.

Prodan, D. A., Gasparik, C., Mada, D. C., Miclăuș, V., Băciuț, M. ve Ducea, D. (2015). Influence of opacity on the color stability of a nanocomposite. *Clinical oral investigations*, **19(4)**, 867-875.

Pruthi, G., Jain, V., Kandpal, H. C., Mathur, V. P. ve Shah, N. (2010). Effect of bleaching on color change and surface topography of composite restorations. *International journal of dentistry*, **2010**.

Quirynen, M. ve Bollen, C. M. L. (1995). The influence of surface roughness and surface-free energy on supra-and subgingival plaque formation in man: A review of the literature. *Journal of clinical periodontology*, **22(1)**, 1-14.

Ragain Jr, J. C. ve Johnston, W. M. (2001). Minimum color differences for discriminating mismatch between composite and tooth color. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, **13(1)**, 41-48.

Rattacaso, R. M. B., Garcia, L. D. F. R., Aguilar, F. G., Consani, S. ve Pires-de, F. D. C. P. (2011). Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. *European journal of dentistry*, **5(02)**, 143-149.

Reinhardt, J. W., Balbierz, M. M., Schultz, C. M., Simetich, B. ve Beatty, M. W. (2019). Effect of tooth-whitening procedures on stained composite resins. *Operative dentistry*, **44(1)**, 65-75.

Reis, A. F., Giannini, M., Lovadino, J. R. ve Ambrosano, G. M. (2003). Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dental Materials*, **19** (1), 12-18.

Rezende, M., Loguercio, A. D., Kossatz, S. ve Reis, A. (2016). Predictive factors on the efficacy and risk/intensity of tooth sensitivity of dental bleaching: A multi regression and logistic analysis. *Journal of Dentistry*, **45**, 1-6.

Ritter, A.V., Boushell, L.W. ve Walter R. (2018). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry- E-Book*. St. Louis: Elsevier Health Sciences.

Ritter, A. V., Leonard Jr, R. H., Georges, A. J. S., Caplan, D. J. ve Haywood, V. B. (2002). Safety and stability of nightguard vital bleaching: 9 to 12 years post-treatment. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **14**(5), 275-285.

Roberson, T., Heymann, H. O. ve Swift, E. J. (2002). *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. (4th ed.). St Louis. Missouri: Mosby.

Roberson, T., Heymann, H. O. ve Swift Jr, E. J. (2013). *ARABIC-Sturdevant's art and science of operative dentistry: Arabic bilingual edition*. Elsevier Health Sciences.

Rodrigues, J. A., Oliveira, G. P. F. ve Amaral, C. M. (2007). Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Brazilian oral research*, **21**(2), 170-175.

Rodrigues, J. A., Marchi, G. M., Ambrosano, G. M., Heymann, H. O. ve Pimenta, L. A. (2005). Microhardness evaluation of in situ vital bleaching on human dental enamel using a novel study design. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, **21**(11), 1059–1067.

Rosentritt, M., Lang, R., Plein, T., Behr, M. ve Handel, G. (2005). Discoloration of restorative materials after bleaching application. *Quintessence international*, **36**(1), 33-9.

Rotstein, I. (2001). Intra-coronal bleaching of non-vital teeth. İçinde: *Bleaching Techniques in Restorative Dentistry*. London: Martin Dunitz; 159– 163.

Rotstein, I. ve Friedman, S. (1991). pH variation among materials used for intracoronal bleaching. *Journal of endodontics*, **17**(8), 376–379.

Rotstein, I., Dogan, H., Avron, Y., Shemesh, H. ve Steinberg, D. (2000a). Mercury release from dental amalgam after treatment with 10% carbamide peroxide in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, **89**(2), 216-219.

Rotstein, I., Dogan, H., Avron, Y., Shemesh, H., Mor, C. ve Steinberg, D. (2000b). Protective effect of Copalite surface coating on mercury release from dental amalgam following treatment with carbamide peroxide. *Dental Traumatology*, **16**(3), 107-110.

Rotstein, I. ve Li, Y. (2008). *Tooth Discoloration and Bleaching*. İçinde Ingle J I, Bakland L K (eds), Endodontics. 6th ed. Toronto: BC Decker Inc.; 1383-1399.

Ruivo, M. A., Pacheco, R. R., Sebold, M. ve Giannini, M. (2019). Surface roughness and filler particles characterization of resin-based composites. *Microscopy research and technique*, **82**(10), 1756-1767.

Ruyter, I. E., Nilner, K. ve Möller, B. (1987). Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, **3**(5), 246-251.

Sakaguchi, R. L. ve Powers, J. M. (2012). *Craig's Restorative Dental Materials-e-book*. Elsevier Health Sciences.

Salomone, P., Bueno, R. P., Trindade, R. F., Nascimento, P. C. ve Pozzobon, R. T. (2013). Assessment of the release of mercury from silver amalgam alloys exposed to different 10% carbamide peroxide bleaching agents. *General dentistry*, **61**(1), 33-35.

Sarac, D., Sarac, Y. S., Kulunk, S., Ural, C. ve Kulunk, T. (2006). The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *The Journal of prosthetic dentistry*, **96**(1), 33-40.

Sarafianou, A., Iosifidou, S., Papadopoulos, T. ve Eliades, G. (2007). Color stability and degree of cure of direct composite restoratives after accelerated aging. *Operative Dentistry*, **32**(4), 406-411.

Satou, N., Khan, A. M., Matsumae, I., Satou, J. ve Shintani, H. (1989). In vitro color change of composite-based resins. *Dental Materials*, **5**(6), 384-387.

Say, E. C., Yurdagüven, H., Yaman, B. C. ve Özer, F. (2014). Surface roughness and morphology of resin composites polished with two-step polishing systems. *Dental materials journal*, **33**(3), 332-342.

Scheibe, K. G. B. A., Almeida, K. G. B., Medeiros, I. S., Costa, J. F. ve Alves, C. M. C. (2009). Effect of different polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *Journal of Applied Oral Science*, **17(1)**, 21-26.

Schmitt, V. L., Puppim-Rontani, R. M., Naufel, F. S., Nahsan, F. P. S., Alexandre Coelho Sinhoreti, M. ve Baseggio, W. (2011). Effect of the polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. *ISRN dentistry*, **2011**.

Seghi, R. R. ve Denry, I. (1992). Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *Journal of Dental Research*, **71(6)**, 1340-1344.

Seghi, R. R., Hewlett, E. R. ve Kim, J. (1989). Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *Journal of dental research*, **68(12)**, 1760-1764.

Seghi, R.R., Johnston, W.M. ve O'brien, W.J. (1986). Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*, **56(1)**, 35-40.

Setien, V. J., Roshan, S. ve Nelson, P. W. (2008). Clinical management of discolored teeth. *General dentistry*, **56(3)**, 294-300.

Settembrini, L., Gultz, J., Kaim, J. ve Scherer, W. (1997). A technique for bleaching nonvital teeth: inside/outside bleaching. *The Journal of the American Dental Association*, **128(9)**, 1283-1284.

Sharafeddin, F. ve Jamalipour, G. R. (2010). Effects of 35% carbamide peroxide gel on surface roughness and hardness of composite resins. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, **7(1)**, 6.

Shintani, H., Satou, J., Satou, N., Hayashihara, H. ve Inoue, T. (1985). Effects of various finishing methods on staining and accumulation of *Streptococcus mutans* HS-6 on composite resins. *Dental Materials*, **1(6)**, 225-227.

Sideridou, I., Tserki, V. ve Papanastasiou, G. (2002). Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*, **23(8)**, 1819-1829.

Sikri, V. K. (2010). Color: Implications in dentistry. *Journal of conservative dentistry: JCD*, **13(4)**, 249-255.

Silva Costa, S. X., Becker, A. B., de Souza Rastelli, A. N., de Castro Monteiro Loffredo, L., de Andrade, M. F. ve Bagnato, V. S. (2009). Effect of four bleaching regimens on color changes and microhardness of dental nanofilled composite. *International journal of dentistry*, **2009**.

Singh, A. (2019). Effect Of Three Finishing And Polishing Systems On The Surface Of Nanofilled Composite Resin. A Novel Research Approach. *Global Journal For Research Analysis (GJRA)*, **8(9)**.

Smales, R. J. ve Gerke, D. C. (1992). Clinical evaluation of light-cured anterior resin composites over periods of up to 4 years. *American Journal of Dentistry*, **5(4)**, 208-212.

Soares, J. C., Silva, N. R., Quagliatto, P. S. ve Campos, R. E. (2006). Tooth bleaching clinical evaluation with industrialized and drugstore manipulated carbamide peroxide gel. *Rev Odontol UNESP*, **35(1)**, 69-74.

Solé-Magdalena, A., Martínez-Alonso, M., Coronado, C. A., Junquera, L. M., Cobo, J. ve Vega, J. A. (2018). Molecular basis of dental sensitivity: The odontoblasts are multisensory cells and express multifunctional ion channels. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft*, **215**, 20–29.

Spasser, H. F. (1961). A simple bleaching technique using sodium perborate. *NY State Dent. J.*, **27**, 332-334.

Spiller, M. S. (2012). *Dental Composites: A Comprehensive Review*. Albany, NY, 12212.

St-Georges, A. J., Bolla, M., Fortin, D., Muller-Bolla, M., Thompson, J. Y. ve Stamatiades, P. J. (2005). Surface finish produced on three resin composites by new polishing systems. *Operative dentistry*, **30(5)**, 593–597.

Stoddard, J. W. ve Johnson, G. H. (1991). An evaluation of polishing agents for composite resin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **65(4)**, 491-495.

St-Pierre, L., Martel, C., Crépeau, H. ve Vargas, M. A. (2019). Influence of polishing systems on surface roughness of composite resins: polishability of composite resins. *Operative dentistry*, **44**(3), E122-E132.

Suliaman, M. (2004). An overview of bleaching techniques: 1. History, chemistry, safety and legal aspects. *Dental update*, **31**(10), 608-616.

Suliaman M. (2005a). An overview of bleaching techniques: 2. Night Guard Vital Bleaching and non-vital bleaching. *Dental update*, **32**(1), 39–46.

Suliaman M. (2005b). An overview of bleaching techniques: 3. In-surgery or power bleaching. *Dental update*, **32**(2), 101–108.

Suliaman M. A. (2008). An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology 2000*, **48**, 148–169.

Suliaman, M., Addy, M., Macdonald, E. ve Rees, J. S. (2004). A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *Journal of dentistry*, **32**(7), 581–590.

Summitt, J. B., Robbins, J. W., Hilton, T. J. ve Schwartz, R. S. (2006). *Fundamentals of Operative Dentistry*. (3rd ed.). Chicago: Quint. Publishing Co. Inc.

Sun G. (2000). The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dental clinics of North America*, **44**(4), 831–850.

Swift Jr, E. J. ve Swift Jr, E. J. (2005). Nanocomposites. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, **17**(1), 3-4.

Taher N. M. (2005). The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *The journal of contemporary dental practice*, **6**(2), 18–26.

Tavangar, M., Bagheri, R., Kwon, T. Y., Mese, A. ve Manton, D. J. (2018). Influence of beverages and surface roughness on the color change of resin composites. *Journal of investigative and clinical dentistry*, **9**(3), e12333.

Telang, A., Narayana, I. H., Madhu, K. S., Kalasaiah, D., Ramesh, P. ve Nagaraja, S. (2018). Effect of staining and bleaching on color stability and surface roughness of three resin composites: An in vitro study. *Contemporary clinical dentistry*, **9**(3), 452.

Terry, D. A. ve Leinfelder, K. F. (2004). An integration of composite resin with natural tooth structure: the Class IV restoration. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry*, **16(3)**, 235-246.

Thiesen, C. H., Rodrigues Filho, R., Prates, L. H. M. ve Sartori, N. (2013). The influence of desensitizing dentifrices on pain induced by in-office bleaching. *Brazilian oral research*, **27(6)**, 517-523.

Tholt, B., Miranda-Júnior, W. G., Prioli, R., Thompson, J. ve Oda, M. (2006). Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Operative dentistry*, **31(4)**, 442-449.

Tredwin, C. J., Naik, S., Lewis, N. J. ve Scully, C. (2006). Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *British dental journal*, **200(7)**, 371-376.

Tuncer, D., Halacoglu, D. M., Celik, C. ve Arhun, N. (2016). Bitirme ve parlatma sistemlerinin farklı tipteki kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi. *7tepe Klinik Dergisi*, **12(2)**, 25-30.

Turssi, C. P., de Moraes Purquerio, B. ve Serra, M. C. (2003). Wear of dental resin composites: insights into underlying processes and assessment methods—a review. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, **65(2)**, 280-285.

Türker, S. B. ve Biskin, T. (2002). The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *Journal of oral rehabilitation*, **29(7)**, 657-661.

Türkün, L. S. ve Leblebicioğlu, EA., (2003). İki yeni polisaj sistemin posterior rezin kompozitlerin renk stabilitesine etkisi. *Hacettepe Üni Dishek Fak Derg*, **2**, 52-60.

Türkün, L. Ş. ve Türkün, M. (2004a). Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **16(5)**, 290-301.

Türkün, L. Ş. ve Türkün, M. (2004b). The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Operative Dentistry*, **29(2)**, 203-211.

Um, C. M. ve Ruyter, I. (1991). Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence international*, **22(5)**.

Van der Burgt, T. P., Ten Bosch, J. J., Borsboom, P. C. F. ve Kortsmit, W. J. P. M. (1990). A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *The Journal of prosthetic dentistry*, **63(2)**, 155-162.

Van Dijken, J. W. ve Ruyter, I. E. (1987). Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. *Acta Odontologica Scandinavica*, **45(5)**, 337-346.

Van Noort, R. ve Darvis, L. G. (1984). The surface finish of composite resin restorative materials. *British Dental Journal*, **157(10)**, 360-364.

Varanda, E., Do Prado, M., Simão, R. A. ve Dias, K. R. H. C. (2013). Effect of in-office bleaching agents on the surface roughness and morphology of different dental composites: An AFM study. *Microscopy research and technique*, **76(5)**, 481-485.

Vichi, A., Ferrari, M. ve Davidson, C. L. (2004). Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dental Materials*, **20(6)**, 530-534.

Villalta, P., Lu, H., Okte, Z., Garcia-Godoy, F. ve Powers, J. M. (2006). Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *The Journal of prosthetic dentistry*, **95(2)**, 137-142.

Waly, G. H. ve El Sharkawy, F. M. (2012). Hydrogen peroxide bleaching: effects on surface roughness, color and staining susceptibility of microhybrid and nanocomposite. *J Am Sci*, **8(9)**, 190-199.

Wang, L., Francisconi, L. F., Atta, M. T., dos Santos, J. R., Del Padre, N. C., Gonini-Júnior, A. ve Fernandes, K. B. P. (2011). Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. *European journal of dentistry*, **5(02)**, 173-179.

Watanabe, T., Miyazaki, M., Takamizawa, T., Kurokawa, H., Rikuta, A. ve Ando, S. (2005). Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. *Journal of Oral Science*, **47(1)**, 21-25.

Wattanapayungkul, P. ve Yap, A. U. (2003). Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. *Operative dentistry*, **28(1)**, 15–19.

Wattanapayungkul, P., Yap, A. U. J., Chooi, K. W., Lee, M. F. L. A., Selamat, R. S. ve Zhou, R. D. (2004). The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth-colored restoratives with time. *Operative Dentistry-University Of Washington-*, **29(4)**, 398-403.

Watts, A. ve Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British dental journal*, **190(6)**, 309-316.

Weiger, R., Kuhn, A. ve Löst, C. (1994). In vitro comparison of various types of sodium perborate used for intracoronary bleaching of discolored teeth. *Journal of endodontics*, **20(7)**, 338–341.

Weitman, R. T. ve Eames, W. B. (1975). Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *The Journal of the American Dental Association*, **91(1)**, 101-106.

Westland, S., Luo, W., Ellwood, R., Brunton, P. ve Pretty, I. (2007). Colour assessment in dentistry. *Annals of the BVMA*, **4**, 1-10.

Whitehead, S. A., Shearer, A. C., Watts, D. C. ve Wilson, N. H. F. (1995). Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *Journal of Oral Rehabilitation*, **22(6)**, 421-427.

Willems, G., Lambrechts, P., Braem, M. ve Vanherle, G. (1993). Composite resins in the 21st century. *Quintessence International*, **24(9)**, 641-658.

Wongpraparatana, I., Matangkasombut, O., Thanyasrisung, P. ve Panich, M. (2018). Effect of Vital Tooth Bleaching on Surface Roughness and Streptococcal Biofilm Formation on Direct Tooth-Colored Restorative Materials. *Operative dentistry*, **43(1)**, 51-59.

Woodnut, C. (1861). Discoloration of dentine. *Dent. Cosmos*, 2662.

Xing, W., Jiang, T., Liang, S., Sa, Y., Wang, Z., Chen, X. ve Wang, Y. (2014). Effect of in-office bleaching agents on the color changes of stained ceromers and direct composite resins. *Acta Odontologica Scandinavica*, **72(8)**, 1032-1038.

Xu, H. H. K. (1999). Dental composite resins containing silica-fused ceramic single-crystalline whiskers with various filler levels. *Journal of dental research*, **78(7)**, 1304-1311.

Yalcin, F. ve Gurgan, S. (2005). Bleaching-induced colour change in plastic filling materials. *Journal of biomaterials applications*, **19(3)**, 187-195.

Yamanel, K. (2018). Farklı İçeceklerin Diş Rengindeki Restoratif Materyallerin Renk Stabiliteleri Üzerine Etkisi. *SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, **9(2)**, 26-31.

Yannikakis, S. A., Zissis, A. J., Polyzois, G. L. ve Caroni, C. (1998). Color stability of provisional resin restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, **80(5)**, 533-539.

Yap, A. U. J., Ang, H. Q. ve Chong, K. C. (1998). Influence of finishing time on marginal sealing ability of new generation composite bonding systems. *Journal of oral rehabilitation*, **25(11)**, 871-876.

Yap, A. U. J., Lye, K. W. ve Sau, C. W. (1997). Surface characteristics of tooth-coloured restoratives polished utilizing different polishing systems. *Operative Dentistry*, **22(6)**, 260-265.

Yap A. U, Yap S. H, Teo C. K ve Ng, J. J (2004) Finishing-polishing of composite and compomer restoratives: Effectiveness of one- step systems *Operative Dentistry*, **29(3)**, 275-279.

Yapar, M. İ. ve Gül, P. (2015). Farklı içeceklerde bekletilen siloran ve dimetakrilat esaslı kompozitlerin renk stabilitelerinin karşılaştırılması. *Acta Odontologica Turcica*, **32(2)**, 51-56.

Yarborough D. K. (1991). The safety and efficacy of tooth bleaching: a review of the literature 1988-1990. *Compendium (Newtown, Pa.)*, **12(3)**, 191–196.

Yazici, A. R., Celik, C., Dayangaç, B. ve Özgünaltay, G. (2007). The effect of curing units and staining solutions on the color stability of resin composites. *Operative dentistry*, **32(6)**, 616-622.

Yıldırım, M., Patır, A., Seymen, F. ve Gençay, K. (2012). Estetik restoratif materyallerin cila işlemlerinden sonra yüzey yapısının SEM ile incelenmesi. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* **22(3)**, 277-286.

Yılmaz, M. N., Gül, P., ve Altınok Uygun, L. (2020). Kompozit Rezinlerin Renkleşmeye Duyarlılığı Üzerinde Cila Sistemlerinin Rolü. *Türkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi*, **26(1)**, 86-93.

Yikilgan, İ., Kamak, H., Akgul, S., Ozcan, S. ve Bala, O. (2017). Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques. *Journal of clinical and experimental dentistry*, **9(3)**, e460-e465.

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

Yu, H., Pan, X., Lin, Y., Li, Q., Hussain, M. ve Wang, Y. (2009). Effects of carbamide peroxide on the staining susceptibility of tooth-colored restorative materials. *Operative Dentistry*, **34(1)**, 72-82.

Yücel, T., Tarım, B., Ulukapı, H. ve Demirci, M. (2004). Ön bölge dişlerde direkt estetik restorasyonlar. *Türk Dişhekimleri Birliği Dergisi*, **83**, 10-22.

Yüzügüllü, B., Çelik, Ç. ve Erkut, S. (2008). Karbamid Peroksit İçeren Beyazlatma. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **2008(3)**, 94-98.

Zantner, C., Beheim-Schwarzbach, N., Neumann, K. ve Kielbassa, A. M. (2007). Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dental Materials*, **23(2)**, 243-250.

Zuryati, A. G., Qian, O. Q. ve Dasmawati, M. (2013). Effects of home bleaching on surface hardness and surface roughness of an experimental nanocomposite. *Journal of conservative dentistry: JCD*, **16(4)**, 356.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Ezgi	Soyadı	ERDEN KAYALIDERE
Doğ.Yeri	Altındağ	Doğ.Tar.	31.07.1991
Email	ezgiierdenn@gmail.com	Uyruğu	T.C.

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Uzmanlık	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı	2021
Yük.Lis.	İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2015
Lisans		
Lise	Turhan Tayan Anadolu Lisesi	2009

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.			-
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜDS Puanı	(Diğer) Puanı
İngilizce	İyi	Orta	Orta		Yökdil:77,5

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	81,67	78,49	74,80
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft Office	Çok iyi
Keynote	Çok iyi

Yayımları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri

Erden Kayalıdere E, Dörter C. Ofis Tipi Diş Beyazlatma. Dörter C, editör. Diş Beyazlatma. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2020. p.15-21.

Ok E, **Erden Kayalıdere E**, Sancaklı H.S. Dudak Damak Yarıklı Hastada Minimal İnvaziv Yaklaşım ile Estetik Rehabilitasyon. 24. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, sözlü sunum.

Erden Kayalıdere E, Erdemir U. Estetik Diş Hekimliğinde Dental Fotoğrafçılık. Dental and Medical Journal-Review. 2021; 3(1): 39-54.

Özel İlgi Alanları (Hobileri):

