



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI



**AĞIZ GARGARALARININ KOMPOZİT REZİNLERİN RENK DEĞİŞİMİ
VE ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Tuğba BİLGE BÜBER

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Elif Pınar BAKIR

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR

2023



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI



**AĞIZ GARGARALARININ KOMPOZİT REZİNLERİN RENK DEĞİŞİMİ
VE ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Tuğba BİLGE BÜBER
DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Elif Pınar BAKIR
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR

2023



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

BEYAN

Bu tezin bana ait bir çalışma olduğu, tezin başından sonuna kadar tüm aşamalarında etiğe aykırı davranışlarda bulunmadığımı, tezde yer alan tüm 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.

17 /03/ 2023

Tuğba BİLGE BÜBER



TEŞEKKÜR

Uzmanlık süresince sabır ve titizlikle her konuda bana destek olan, her daim minnet ve saygı ile anacağım çok kıymetli tez danışmanım, Sayın Doç. Dr. Elif Pınar BAKIR'a,

Bu süreçte tüm bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Şeyhmus BAKIR'a

Bu süreci beraber göğüslediğim eş kıdemlilerim başta olmak üzere uzmanlık sürecinde tanıştığım ve birlikte çalışma imkanı bulduğum tüm asistan arkadaşlarıma,

Bu süreçte her zaman yanımda olan canım eşime,

Hayatım boyunca beni yalnız bırakmayıp koruyup kollayan, bugünlere gelmemde en büyük destekçilerim olan annem ve babama,

SONSUZ TEŞEKKÜR EDERİM

Dt. Tuğba BİLGE BÜBER

İÇİNDEKİLER

BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
RESİMLER LİSTESİ.....	xiii
ÖZET	1
ABSTRACT	3
1. GİRİŞ	5
1.1. Amaç ve Kapsam	5
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Kompozit Rezinler	7
2.1.1. Kompozit rezinlerin tarihçesi	7
2.1.2. Kompozit rezinlerin yapısı.....	8
2.1.2.1. Organik faz.....	8
2.1.2.3. Bağlayıcı Ajan	10
2.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması.....	11
2.2.1. Partikül büyüklüklerine göre kompozit rezinler kompozitler	11
2.2.2. Polimerizasyon yöntemine göre kompozit rezinler.....	13
2.2.2.1. Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler	13
2.2.2.2. Işık ile polimerize olan kompozit rezinler	14
2.2.2.3. Hem kimyasal hem ışıkla polimerize olan kompozit rezinler	14
2.2.3. Viskozitelerine göre kompozit rezinler	15
2.2.3.1. Akışkan kompozit rezinler.....	15
2.2.4. Kondanse edilebilen kompozit rezinler	15
2.2.5. Farklı özelliklere sahip kompozitler	16
2.2.5.1. Ormoserler	16
2.2.5.2. Siloranlar	17
2.2.5.3. İyon salabilen kompozitler	17
2.2.5.4. Bulk fill kompozitler	18
2.2.5.5. Antibakteriyel kompozit rezinler	18

2.2.5.6. Giomerler.....	19
2.2.5.7. Fiberle güçlendirilmiş kompozitler	19
2.2.5.8. Flor serbestleyen kompozitler.....	20
2.2.5.9. Self Adeziv kompozit rezinler	21
2.3. Kompozit Restorasyonların Endikasyonları.....	21
2.4. Kompozit Restorasyonlara Yapılan Bitirme ve Polisaj İşlemleri	21
2.5. Antibakteriyel Gargaralar	22
2.5.1. Katyonik organik moleküller	22
2.5.2. Dörtlü amonyum bileşikler	23
2.5.3. Bitki alkaloidleri	23
2.5.4. Fenol bileşikler	23
2.5.5. Metal iyonları	24
2.5.6. Triklosan	24
2.5.7. Alkol içeren gargaralar.....	24
2.5.8. Oksijenize edici ajanlar	25
2.6. Renk.....	25
2.6.1. Işık kaynağı	25
2.6.2. Obje.....	26
2.6.3. Gözlemci	26
2.6.4. Işığın yansıması	26
2.6.5. Işığın kırılması.....	27
2.6.6. Renk ile ilgili kavramlar.....	28
2.6.7. Renk analiz sistemleri	29
2.6.7.1. Munsell renk sistemi	30
2.6.7.2. CIE lab renk sistemi	31
2.6.8. Renk ölçüm yöntemleri	32
2.6.8.1. Görsel renk ölçümü	32
2.6.8.2. Aletli Renk Ölçümü.....	32
2.6.9. Renklenme çeşitleri.....	35
2.6.9.1. iç renklenmeler	35
2.6.9.2. Dış renklenmeler	36
2.7. Çözünürlük.....	37
2.7.1. Su Emilimi ve çözünürlük ölçüm yöntemleri	38
3. GEREÇ ve YÖNTEM	40
3.1. Çalışmada Kullanılan Test Materyalleri	40
3.2. Örneklerin Hazırlanması	44
3.3. Örneklerin Ağız Gargaralarında Bekletilmesi	45
3.4. Örneklerin Renk Analizi ve Çözünürlüğün Hesaplanması	47

3.5. İstatistiksel Analiz	48
4. BULGULAR	49
4.1. ΔE Değerleri	49
4.2. Çözünürlük	53
5. TARTIŞMA	56
6. SONUÇ.....	67
7. KAYNAKÇA	68
8. ÖZGEÇMİŞ.....	89
9. ORJİNALLİK RAPORU	90



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Renk Sistemleri (152).....	29
Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Kompozit Materyaller	41
Tablo 3. Çalışmada Kullanılan Gargara Solüsyonları	41
Tablo 4. Çalışmada Kullanılan Diğer Malzeme ve Cihazlar	44
Tablo 5. Örneklerin Gruplandırılması.....	46
Tablo 6. ΔE Değerleri Bakımından Kompozit Gruplarındaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu.....	49
Tablo 7. ΔE Değerleri Bakımından Solüsyonlardaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu	50
Tablo 8. Kompozit Gruplarında ΔE Değerleri Bakımından Solüsyonlardaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu.....	51
Tablo 9. Solüsyonlarda ΔE Değerleri Bakımından Kompozit Gruplarındaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu.....	52
Tablo 10. Çözünürlük Değerleri Bakımından Kompozit Gruplarındaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu.....	53
Tablo 11. Çözünürlük Değerleri Bakımından Solüsyonlardaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu.....	53
Tablo 12. Kompozit Gruplarında Çözünürlük Değerleri Bakımından Solüsyonlardaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu.....	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Metil Metakrilatın Kimyasal Formülü	9
Şekil 2. Bis-GMA' nın Kimyasal Formülü2.1.2.2. İnorganik Faz	9
Şekil 3. Işığın Düzgün ve Dağınık Yansıması. (143).....	27
Şekil 4. Doğal dişte ışığın yansıma, kırılma ve saçılması (144).	27
Şekil 5. Munsell Renk Sistemi (153).....	30
Şekil 6. Munsell renk sisteminde value değerleri (154).	31
Şekil 7. Doygunluk (156).....	31
Şekil 8. CIE Lab Renk Sistemi (139).	32
Şekil 9. (a)Vita Easyshade, (b)VitaEasyshade Compact	34
Şekil 10. (a)Vita Easyshade Advance, (b)Vita Easyshade V.....	34
Şekil 11. Kompozit Gruplarında ve Solüsyonlarda ΔE Değerleri Bakımından Farklılıklar.....	51
Şekil 12. Kompozit Gruplarında ve Solüsyonlarda Çözünürlük Değerleri Bakımından Farklılıklar.....	55

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Çalışmada Kullanılan Kompozit Materyaller	40
Resim 2. Çalışmada Kullanılan Gargara Solüsyonları	41
Resim 3. Çalışmada Kullanılan Işık Cihazı	42
Resim 4. Çalışmada Kullanılan Sof-lex Diskler.....	42
Resim 5. Çalışmada Kullanılan Hassas Terazî.....	43
Resim 6. Çalışmada Kullanılan Etüv Cihazı	43
Resim 7. Çalışmada Kullanılan Spektrofotometre Cihazı	44

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

a*	: CIE Lab Renk Sistemi, Kırmızı-Yeşil koordinatı
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADA	: American Dental Association
b*	: CIE Lab Renk Sistemi, Sarı-Mavi Koordinat
Bis-GMA	: Bisfenol-A glisidil metakrialt
BisEMA	: Etoksile bisfenol A dimetakrilat
CIE	: Comission Internationale de l'Eclairage (International Commission on Illumination)
ΔE	: Delta E (Renk değışikliğı)
°C	: Derece Celcius
CPC	: Setilpiridinyum klorit
CQ	: Kamforokinon
GPDM	: Gliserofosfatdimetakrilat
Gr	: gram
HEMA	: Hidroksi-etil metakrilat
ICI	: International Commission de l'Eclairage
ISO	: International Organization for Standardization
L*	: CIE Lab Sistemi renk değeri koordinatı
LED	: Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)

Mm	: mikrometre
Mg	: miligram ml: mililitre mm: milimetre
mm ²	: milimetrekare mm ³ : milimetreküp
MMA	: metil metakrilat
MDPB	: Metakriloiloksidodesil-piridinyum bromür
NaF	: Sodyum Florür
Nm	: Nanometre
P	: İstatistiksel anlamlılık
Ph	: Ortamdaki hidrojen iyonlarının konsantrasyonu
TEGDMA	: trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	: üretan dimetakrilat
UV	: Ultraviyole
%	: Yüzde
>	: Büyüktür
<	: Küçüktür
Σ	: Sigma

AĞIZ GARGARALARININ KOMPOZİTLERİN RENK DEĞİŞİMİ VE ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Öğrencinin Adı ve Soyadı: Dt. Tuğba BİLGE BÜBE

Danışmanı: Doç. Dr. Elif Pınar BAKIR

Anabilim Dalı: Restoratif Diş Tedavisi

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı güncel ağız gargaralarının kompozit rezinlerin renk değişimi ve çözünürlükleri üzerine etkilerini karşılaştırarak değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda nanofil, nanohibrit ve mikrohibrit tipte üç farklı kompozit rezin(Filtek Ultimate, Estelite Sigma Quick, Filtek Z250) kullanıldı. Her kompozit materyalinden 40 adet olmak üzere toplam 120 adet örnek hazırlandı. Kompozit rezinler, yuvarlak disk şeklinde 10 mm x 2 mm ebatında plastik kalıplara yerleştirildi, LED ışık cihazı ile polimerizasyonları sağlandı. Hazırlanan örneklerin, polisaj diski ve cila lastiği ile bitirme-cila işlemleri yapıldıktan sonra distile suda bekletildi. Renk stabilitesi amacıyla ilk renk ölçümleri VITA Easysshade® V (VITA, Almanya) kullanılarak gerçekleştirildi. Çözünürlük ölçümü için ise örneklerin kuru ağırlıkları tartıldıktan sonra çap ve kalınlıkları kumpasla ölçülerek kaydedildi. Ardından her gruptan örnekler üç farklı gargaraya(Kloroben, Listerin Advanced White, Colgate Plax) 14 gün süresince günde 2 kez 2 dakika boyunca daldırıldı. 14 gün sonunda tüm örneklerin renk ve ağırlık ölçümleri tekrarlandı. İstatistiksel yöntem olarak Kruskal Wallis ve Mann Whitney U testleri kullanıldı.

Bulgular: Renk ölçümleri sonucu tüm örneklerde anlamlı seviyede renk değişimi saptandı ($p<0,05$). Solüsyon grupları arasında renk değişimi bakımından anlamlı farklılık tespit edilirken en düşük renk değişimi miktarı Colgate Plax solüsyonunda görüldü. Kompozit grupları arasında yapılan karşılaştırma sonucunda Filtek Ultimate en az renk değişimine uğrayan kompozit grubu olarak belirlendi. Çözünürlük ölçümleri sonucu ise tüm örneklerde pozitif çözünürlük değeri kaydedildi. Kompozit grupları arasında çözünürlük bakımından anlamlı farklılık görülmemesine karşın

Kloroben, Listerin Advanced White ve Colgate Plax gargaralarında kontrol grubuna göre daha yüksek çözünürlük miktarı tespit edildi.

Sonuç: Çalışmamız sonucunda değerlendirilen tüm kompozit gruplarında, ağız gargalarına daldırma sonrası materyal bağımlı olarak değişen miktarlarda, kabul edilebilir seviyenin üzerinde renk değişimi ve çözünürlük tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Kompozit rezin, gargara, renk değişimi, çözünürlük



EVALUATION OF THE EFFECT OF MOUTHWASHES ON THE COLOR CHANGE AND SOLUBILITY OF COMPOSITE RESİNS

Surname and Name: BİLGE BÜBER Tuğba

Adviser of Thesis: Assist. Prof. Dr. Elif Pinar BAKIR

Department: Department of Restorative Dentistry

ABSTRACT

Aim: The aim of this study is to compare the color change and solubility effects of current mouthwashes on composite resins.

Materials and Methods: In our study, three different composite resins (Filtek Ultimate, Estelite Sigma Quick, Filtek Z250) of nanofil, nanohybrid and microhybrid type were used. A total of 120 samples were prepared, 40 of which were from each composite material. Composite resins were placed in 10 mm x 2 mm plastic molds in the form of a round disc, and polymerization was achieved with an LED light device. The prepared samples were kept in distilled water after finishing-polishing with a polishing disc and polishing rubber. Initial color measurements for color stability were made using VITA Easyshade® V (VITA, Germany). For the solubility measurement, after weighing the dry weights of the samples, the diameter and thickness were measured with a caliper and recorded. Then, samples from each group were dipped in three different mouthwashes (Chloroben, Listerine Advanced White, Colgate Plax) for 2 minutes, 2 times a day for 14 days. After 14 days, color and weight measurements of all samples were repeated. Kruskal Wallis and Mann Whitney U tests were used as statistical methods.

Results: Significant color change was detected in all samples as a result of color measurements ($p < 0,05$). While a significant difference was detected between the solution groups in terms of color change, the lowest amount of color change was seen in Colgate Plax solution. As a result of the comparison between the composite groups,

Filtek Ultimate was determined as the composite group with the least colorchange. As a result of solubility measurements, positive solubility value was recorded in all samples. Although there was no significant difference in solubility between the composite groups, higher solubility was detected in Chloroben, Listerine Advanced White and Colgate Plax mouthwashes compared to the control group.

Conclusion: In all composite groups which are evaluated as a result of our study, color change and solubility above the acceptable level were detected in mouthwashes at varying amounts depending on the material after soaking.

Keywords: Composite resin, mouthwash, color change, solubility



1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Günümüz diş hekimliğinde estetiğe yönelik ilgi ve farkındalığın artması sonucu hastalar estetik taleplerle kliniklere sıkça başvurmaktadırlar. Başta ön bölge olmak üzere restorasyonların doğal diş görünümünü sergilemesi ve renk stabilitesini sürdürmesi estetik yönden önem kazanmıştır.

Kompozit rezinler gelişmiş estetik, mekanik, fiziksel nitelikleriyle günümüzde en sık kullanılan restorasyon materyallerinden biri haline gelmiştir. Özellikle adeziv teknolojisindeki gelişmelerle birlikte yaygın bir kullanım alanına sahip olmuştur. Kompozit rezinlerdeki bu ilerlemelere rağmen renk stabilitesi hala önemli bir sorun teşkil etmektedir. Renk değişimi restorasyonların yenilenmesinin yaygın nedenlerinden biridir (1). Resin matriksin yapısı, doldurucu miktarı ve boyutu, polimerizasyon başlatıcı tipi gibi içsel faktörlere bağlı renk değişikliklerinin yanı sıra, çay, kahve, sigara ve ağız gargaraları gibi dışsal faktörlere bağlı renklemeler görülebilmektedir (2,3).

Renk değişimi gözle muayene sonucu veya renk analiz cihazlarıyla tespit edilebilir. Renk analiz cihazlarının kullanılması daha objektiftir ve sayısal ölçümlere olanak sağlar (4).

Kompozit resin restorasyonlar dişlere uygulandıktan sonra devamlı olarak ağız ortamıyla etkileşim halindedirler (5). Ağız içerisinde su, tükürük, besinler ve ağızhijyen ürünlerindeki kimyasal bileşenlere maruz kalırlar (6). Polimer bazlı kompozit rezinler ağızdaki sıvı ortamda olumsuz etkileşim gösterirler. Su ve çözücülerini absorbe ederek doldurucu partiküller dahil bazı bileşenlerini salabilirler. Su emilimi ve çözünürlük olarak adlandırılan bu olay resin matriksin yapısı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (7). Polimer matrikste plastikleşme, şişme gibi fiziksel farklılaşmalar görülürken, hidroliz ve oksidasyon gibi kimyasal değişime de rastlanabilir. Polimer ağ içerisinde diffüze olan su molekülleri, polimer zincirleri arasındaki mikroboşluklara yerleşerek,

polimer matrikste şişmeye ve plastikleşmeye sebebiyet verir. Ardından polimer zincirleri ayrılır ve monomerler yapıdan uzaklaşır. Su molekülleri ayrıca doldurucu partiküllerin yüzeyindeki siloksan bağlarını hidrolizyoluyla bozarak doldurucuların bağlantısını zayıflatabilirler (8).

Kompozit rezinlerin çözünürlüğünü; rezin matriksin kompozisyonu, doldurucu partikül oranı, materyalin içerdiği doldurucu tipi, matriks/doldurucupartikül arayüzü özellikleri gibi faktörler etkiler (9).

Ağız gargaraları gingivitis, periodontitis gibi periodontal enfeksiyonların tedavisi, diş çürüğü ve ağız kokusunun engellenmesi, plak kontrolü, günlük ağız hijyen rutini, beyazlatıcı etkisi gibi farklı amaçlarla hekim tavsiyesiyle veya hekim tavsiyesi olmadan kullanılabilmektedir (10). İçeriğinde su, antimikrobiyal bileşenler, tuzlar, organik asitler, koruyucular, boyayıcı ajanlar, kimi zaman da alkol ihtiva eden gargaralar; ağız yumuşak dokuları, dişler ve restoratif maddeler üzerinde zararlı etkiler yaratabilmektedir (11).

Bu çalışmanın amacı günümüzde yaygın olarak kullanılan farklı içerikli ağız gargaralarının üç farklı tipteki kompozit rezin materyalinin renk değişimi ve çözünürlüğü üzerine etkisini incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kompozit Rezinler

2.1.1. Kompozit rezinlerin tarihçesi

Kompozit rezinler, organik matriks, doldurucu partiküller ve ara bağlayıcı ajandan oluşan dolgu maddeleridir. Uzun yıllardan beri amalgam restorasyonlara alternatif olarak tercih edilen kompozit rezinler 1962 yılında Dr. Rafeel Bowen tarafından geliştirilmiştir (12).

Diş hekimliğinde ilk kullanılan estetik dolgu maddesi silikat simanlardır (13). 1878 yılında Fletcher tarafından geliştirilen silikat simanlar genleşme ve büzülme katsayısının yüksekliği, renk stabilitesinin düşüklüğü, diş dokularına adezyonunun düşük olması ve pulpa dokusu üzerine toksik etkisi gibi nedenlerle günümüzde kullanılmamaktadır (14).

1960’larda kompozit rezinlerde kaydedilen gelişmeler sonucu estetik olarak daha üstün materyaller üretilmiştir (15,16). MMA bazlı bu materyaller toz-likit karışımı halinde ve iki patın karıştırılmasıyla kendiliğinden polimerize olan materyallerdir (17). Ancak karıştırma esnasında çıkan hava kabarcıklarının kompozitin direncini azaltması, kısa çalışma süresi, kaviteye tek seferde yerleştirme zorunluluğu uygulamada başarısızlığa yol açmıştır (18,19). Daha sonraları geliştirilerek kompozit rezinlere eklenen Bis-GMA, daha iyi adezyon sağlanması, mekanik özelliklerinin daha iyi olması gibi avantajlarıyla güncel kompozitlerin üretilmesine temel oluşturmuştur (20,21). Ancak Bis-GMA yapısındaki düşük doldurucu içeriği polimerizasyon büzülmesine ve sekonder çürük gelişiminin artmasına neden olmuştur (22). Bis-GMA içerikli kompozitler de iki pattan oluşup kimyasal olarak polimerize olmaktadır (23). Daha önceki kompozit rezinlerde görüldüğü gibi iki patın karıştırılmasından doğan hava kabarcıkları kompozitin mekanik özelliklerini zayıflatmıştır. Bu nedenlerden ötürü yeni arayışlar sürdürülmüş ve 1970’lerde bu sorunları gidermek için ışıkla

polimerize olan kompozit rezinler geliştirilmiştir (24). Bu kompozitler çalışma zamanının kontrol edilebilmesi sayesinde kaviteye yerleştirilmesi ve şekillendirilmesinin kolaylaşması gibi avantajlar sağlamaktadır. Yapılan araştırmalar bu kompozitlerin aşınmaya karşı direncinin ve renk stabilitelerinin daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (22). 1980’lerde özel olarak posterior bölgelerde kullanılan kompozit rezinler geliştirilmiştir. Bu kompozitlerin doldurucu miktarı yükseltip partikül boyutları azaltıldığı için aşınmaya karşı daha dirençli hale gelmiştir. Kompozit rezinler estetik özellikleri, diş dokularına adezyonla bağlanması, kavite preparasyonlarının konservatif olması, tek seansta restorasyona olanak sağlaması gibi özellikleri sayesinde tartışılmaz bir üstünlüğe sahiptir. 1980’lerin ortalarında değişik partikül büyüklüğüne sahip doldurucuların eklenmesiyle beraber hibrit tipte kompozitler üretilmiştir (25).

2.1.2. Kompozit rezinlerin yapısı

Kompozit rezinlerin içeriğindeki yapılar; organik matriks, inorganik doldurucular, bağlayıcı ajan, initiator, inhibitörler, pigmentler, katalizörler, kıvam azaltıcılar ve ultraviole stabilizatörleridir.

Kompozit rezinler esas olarak organik faz, inorganik faz ve ara faz olarak isimlendirilen 3 ayrı fazdan oluşur (26). Bu fazlar rezin kompozitlerin mekanik, fiziksel ve estetik yapılarını belirler (27).

2.1.2.1. Organik faz

Monomerlerin biraraya gelerek oluşturduğu polimer zincirlerinden meydana gelen organik faz kompozit rezinin en büyük bölümünü oluşturur. İçeriğinde; monomer sistem, polimerizasyon başlatıcıları, inhibitörler, pigmentler ve ultraviole stabilizatörlerini barındırır (28).

Monomerler arasında en fazla glisidil metakrilat ve bisfenol A’nın oluşturduğu Bis-GMA kullanılır (29). Bis-GMA monomerler arasında hidrojen bağı ihtiva ettiği için viskozitesi yüksek bir yapıdadır. Bis-GMA’nın yüksek viskozitesini azaltmak amacıyla TEG-DMA (Trietilen glikol dimetakrilat) komonomer olarak kullanılır (30). Bazı kompozit rezinlerde Bis-GMA’ya alternatif olarak daha iyi renk stabilitesi

kazandıran ve adezyonu daha başarılı olan UDMA (Üretan dimetakrilat) kullanılır (31).

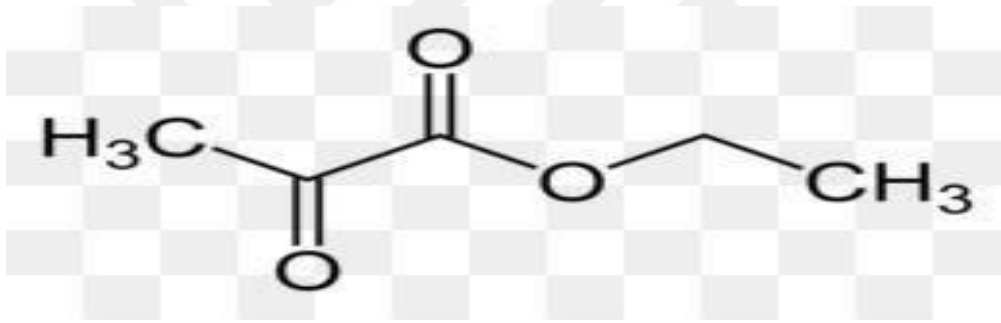
Viskozitesi daha fazla olan Bis-GMA ve UDMA daha düşük viskoziteli bir komonomer (TEG-DMA) ile dilüe edilirler. Kompozitlerde TEG-DMA aşınma direncini azaltırken, elastikiyeti ve kenar dayanıklılığını artırır (30).

Organik fazın yüksek miktarda olması polimerizasyon büzülmesini artırırken ısı iletkenliğini düşürüp iyi bir yalıtkanlık sağlar (31).

Kompozit rezinler, matriksin kimyasal bileşimine göre ikiye ayrılırlar:

Metil Metakrilat Matriksli Olanlar

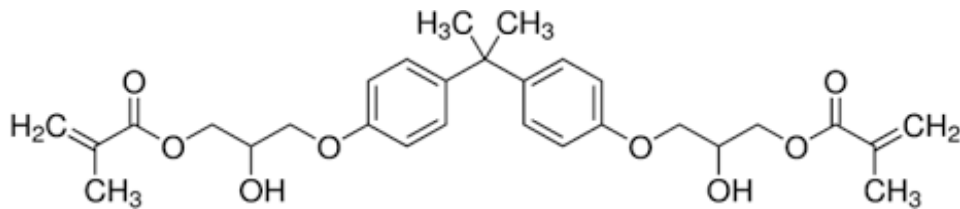
Metakrilat suda çözünmeyen viskozitesi yüksek bir bileşiktir. Yapısı sert olup, çekme ve bükme karşı direnci yüksektir.



Şekil 1. Metil Metakrilatın Kimyasal Formülü

Bis-GMA Matriksli Olanlar

Kompozitlerin rezin matriksinde en yaygın kullanılan monomer Bis-GMA'dır. Bis-GMA, monomerleri arasında hidrojen bağları ihtiva ettiğinden dolayı viskozitesi yüksek bir moleküldür (32).



Şekil 2. Bis-GMA' nın Kimyasal Formülü

Organik matriks içerisinde dağılan inorganik partiküllerden oluşur. Partikül boyutları, biçimi, miktarı, dağılımı, kompozitin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemede önemli bir etkiye sahiptir. Bu doldurucu partiküller; kuartz, baryum, stronsiyum, yitriyum, hidroksiapatit, çinko, lityum, alüminyum silikat ve borosilikat camdan oluşur. İnorganik partiküller, kompozit rezine polimerizasyon büzülmesini, su emilimini, termal genleşmeyi azaltarak daha üstün fiziksel özellikler kazandırmak amacıyla organik matriks içerisine ilave edilmiştir (33,34,35).

Aynı zamanda bu partiküller, rezinin elastik modülünü artırırken içerdiği stronsiyum, baryum, yitriyum ve çinko sayesinde kompozit rezine radyopak bir görünüm kazandırır. Silika yapıyı güçlendirir ve ışık geçirgenliği ile materyale mineye benzer doğal bir görünüm kazandırır (36).

Kompozit rezinlerdeki gelişmelerle beraber içeriğindeki inorganik partiküllerin boyutları da zamanla çeşitlilik göstermiştir. Partikül büyüklüğü ortalama 25 µm' den 0,005 µm'ye kadar azaltılmış, böylece inorganik matriksin ağırlık oranı artırılmıştır (37).

Doldurucu miktarı artırıldığında düşük polimerizasyon büzülmesi yönünden avantaj kazanılsa da akışkanlığın azalması gibi dezavantajlar ortaya çıkar (38).

2.1.2.3. Bağlayıcı Ajan

İnorganik partiküllerin güçlü kovalent bağlarla rezin matrikse tutunmasını sağlayan bağlayıcı ajanlar silan olarak adlandırılır (39). İlk üretilen kompozit rezinlerin yapısındaki inorganik partiküller organik matrikse kimyasal olarak bağlanmadığı için rezin içerisinde poroziteler ve defektler meydana gelmiştir (40).

Kompozit rezinlerin mekanik yapısının güçlü olması doldurucu partiküllerin rezin matrikse iyi bağlanmasıyla gerçekleşir. Bu bağlantıyı organosilan bileşikler sağlar. Silanlar rezin matriks içerisindeki metakrilat grubu ile inorganik partiküllerin hidroksil grubuna tutunarak iki yapı arasında kimyasal bir bağ kurar (41). Kompozit restorasyonun mekanik ve fiziksel özellikleri silanın kalitesiyle doğrudan ilişkilidir (30).

Yapılan bir çalışmada, inorganik partiküller silanize edilerek ve edilmeden organik matrikse eklenmiş ve kompozit rezinlerin sertlik aşınma direnci ve sıkıştırma dayanımı gibi özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda silan uygulanarak eklenen inorganik partiküllerin bulunduğu grupta bütün değerler daha yüksek bulunmuştur (42).

İnisiyatörler

Rezin içerisine % 1-2 oranında eklenirler (43). Monomerlerin çift bağlarıyla tepkimeye girerek fiziksel ve kimyasal aktivasyon sağlarlar (44).

İnhibitörler

Rezinin kendiliğinden polimerizasyonunu önlemek amacıyla eklenen fenol bileşikleridir. % 2 civarında kompozite eklenir.

Pigmentler

Kompozite dişe benzer bir görünüm kazandırmak amacıyla eklenen inorganik oksitlerdir. Polimerizasyon reaksiyonuna katılmazlar (45).

2.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması

Kompozitleri sınıflandırmak amacıyla birçok parametre kullanılmakla beraber yaygın olarak partikül boyutu ve şekli dikkate alınmaktadır. Bunun yanı sıra polimerizasyon şekline, viskozitelerine göre yapılan sınıflandırmalar mevcuttur (46,47,14).

2.2.1. Partikül büyüklüklerine göre kompozit rezinler kompozitler

İnorganik partikül boyutları 50-100 µm arasında olan megafil kompozitlerine aşırı strese maruz kalan okluzal temas bölgelerinde kullanılması önerilir (48,49).

Makrofil Kompozitler

Doldurucu partiküllerinin boyutu 10-100 µm arasında değişir. Partiküller çok büyük ve sert olduğundan dolayı organik matriks inorganik yapıya göre daha fazla aşınır. Bu durum kompozitin renklenmesi ve yüzey pürüzlülüğü gibi sorunlara sebep

olur. Ayrıca aşınmaya karşı dirençsiz olan bu kompozitlerin oklüzal bölgede kullanılması önerilmez. Büyük partikülleri cilalanabilirliği zorlaştırır (48,49).

Midifil Kompozitler

İnorganik partikül büyüklüğü 1-10 µm arasındadır. Makrofil kompozitlere kıyasla cila işlemleri daha kolaydır (50).

Minifil Kompozitler

Doldurucu partiküllerin büyüklüğü 0.1-1 µm arasındadır. Partikül miktarı makrofil kompozitlere kıyasla fazladır. Partikül boyutlarının küçük olması sayesinde daha pürüzsüz bir yüzey elde edilir. Bu avantaj kompozit rezine estetik özellikler kazandırmıştır (48,49).

Mikrofil Kompozitler

0.01-0,1µm arasında partikül büyüklüğüne sahiptir. İnorganik doldurucu içeriğinde kolloidal silika bulunur. Sıkışma dayanımının yüksek olması haricinde mekanik özellikleri makrofil kompozitlere oranla daha düşüktür. Resin matriks ile inorganik partiküllerin aşınma hızları çok yakın olduğu için bitirme ve polisaj işlemleri istenilen seviyede yapılabilir. Mikrofil kompozitler iyi cilalanabilen kompozitler olarak bilinir. Çiğneme kuvvetleri karşısında dayanıksız olduğu için anterior restorasyonlarda kullanılırlar (48,49,51).

Hibrit Kompozitler

Hibrit kompozitler makropartiküllü kompozitlerin üstün mekanik ve fiziksel özellikleriyle mikropartiküllü kompozitlerin üstün yüzey pürüzsüzlüğü özelliklerinden faydalanmak amacıyla üretilmişlerdir (52). Farklı büyüklüklerde inorganik partiküller içeren bu kompozitler makropartiküllü kompozitlerden boyut olarak daha küçük, oran olarak ise mikropartiküllü kompozitlerden daha fazla doldurucu içeriğine sahiptir. Toplam ağırlıkları %75-85 oranında inorganik doldurucudan oluşur. Büyük partikülün ismine göre hibrit türü belirlenir. Küçük partikül ise ikinci komponent olarak yer alır (53,54).

Nanofil Kompozitler

Diş hekimliğinde nanoteknolojinin gelişimiyle birlikte üretilen nanofil kompozitler 0.01-00.1 nm boyutunda inorganik partiküllere sahiptir. Nano boyuttaki bu partiküller görünür ışığı absorbe edemezler ve etkileşime giremezler. Nanofil kompozitlerin içeriğindeki inorganik partiküller iki farklı bölümden oluşur. Bunlar silika partikülleri ve nanomer grupları (nano cluster) dır (55).

Kompozit rezinlerde nanoteknolojinin kullanımıyla aşınma direnci ve mekanik özellikler iyileşmiştir. Partiküllerin translüsensi özelliği sayesinde mikrofıl kompozitlere benzer cilalanabilirlik ve üstün estetik görünüm sergiler (56).

Kompozit restorasyonların en büyük dezavantajlarından olan polimerizasyon büzülmesi organik matriks oranının artmasıyla daha çok artar. Bu sorunu en aza indirmek için günümüzde doldurucu partikül büyüklüğü 000.1 µm'ye kadar küçültülmüş ve böylece inorganik doldurucu miktarının artırılması amaçlanmıştır. Partikül miktarının artması aynı zamanda kompozitin aşınmaya karşı direncini artırmıştır (56,57).

2.2.2. Polimerizasyon yöntemine göre kompozit rezinler

2.2.2.1. Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler

Bu kompozitler baz ve katalizörden oluşan iki farklı pat içerir. Patların biri polimerizasyonu başlatan benzoil peroksit öbürü polimerizasyonu aktive eden tersiyer amin bulundurur. İki patın aynı oranda karıştırılmasıyla birlikte polimerizasyon reaksiyonu başlar (58,59). Karışım eşit miktarda ve homojen bir şekilde yapılmadığı takdirde kompozitin fiziksel özellikleri negatif yönde etkilenir. Bunun yanısıra ağız içerisinde tersiyer aminlerin kimyasal değişim geçirmesiyle birlikte kompozitte amin renklenmesi görülür (60).

Strese maruz kalan bölgelerde tercih edilmezken daha çok anterior bölgeler, kök çürükleri ve servikal çürüklerde kullanılır. Günümüzde direkt restorasyonlarda kullanılmayan bu kompozitler daha ziyade yapıştırıcı simanlar ve core materyallerinde kullanımı mevcuttur (55).

2.2.2.2. Işık ile polimerize olan kompozit rezinler

Kimyasal yolla aktive olan kompozit rezinlerden farklı olarak, benzoil metil eter adında fotonları absorbe ederek polimerizasyon enerjisine dönüştüren bir aktivatör içerirler (61).

1971 yılında İngiltere’de Dart ve Nemcek görünür ışıkla polimerize olan sistemleri geliştirmiştir (54). Bu sistemlerde 410-500 nm dalga boyuna sahip mavi ışık polimerizasyonu başlatır. Mavi ışığa duyarlı kamforokinon (CQ) kompozit rezinlerde reaksiyon başlatıcı olarak bulunurken alifatik amin hızlandırıcı görevi görür. Kamforokinon 460-480 nm dalga boyu aralığında mavi ışığa duyarlıdır. Polimerizasyonu başlatmak için bu dalga boyu aralığında ışık verilmelidir (62,63). Kuartz-tungsten halojen, plazma ark, diyot, argon lazer ve LED ışık kaynakları bu kompozitlerin polimerizasyonunda kullanılır (64,65).

1.5-2 mm’den fazla kompozit kalınlığında ışık yoğunluğu polimerizasyonu gerçekleştirmede zayıf kalır. Bu sorunun üstesinden gelmek için farklı yollara başvurulmuştur. Hem kendiliğinden hem ışıkla sertleşen dual-cure kompozitlerin üretilmesi, aşamalı polimerizasyon bunlara örnek verilebilir (60).

Işıkla polimerize olan kompozitlerin bir dezavantajı da ışık kaynağına doğru olan büzülme nedeniyle kenar uyumunda görülen sorunlardır. Gelişen adeziv sistemlerle bu durumun önüne geçilmeye çalışılmıştır (66).

Işıkla polimerize olan kompozitler, hekimin kontrolündeki çalışma süresi, renk seçeneklerinin fazla olması, tabakalar halinde yerleştirildiğinde polimerizasyon büzülmesinin azaltılması, yüksek dayanıklılık gibi avantajlara sahiptir (61).

2.2.2.3. Hem kimyasal hem ışıkla polimerize olan kompozit rezinler

Polimerizasyonu ışıkla başlayıp kimyasal olarak süren bu kompozitler dual- cure olarak da isimlendirilir. Kimyasal polimerizasyonunun yavaş gerçekleşmesinin yanında rezine ilave bir polimerizasyon kazandırır (67).

Işıklı polimerizasyonun tamamıyla gerçekleşmesinden şüphelenildiği durumlarda kullanılabilirler. Örneğin derin kaviteelerde, kalınlığı 2 mm' yi aşan rezin uygulandığı durumlarda, ışığın zor ulaştığı interproksimal bölgelerde kullanımı önerilir (68,69).

2.2.3. Viskozitelerine göre kompozit rezinler

2.2.3.1. Akışkan kompozit rezinler

Akışkan kompozitler düşük doldurucu oranına ve küçük partikül büyüklüğüne sahiptirler. Yüksek oranda organik matriks içerdiğinden dolayı viskoziteleri düşük olan bu kompozitler pit ve fissürlere kolay uygulanabilme, kavite duvarlarına iyi adaptasyon gibi avantajlara sahiptir (70,71).

Genellikle minifil boyutunda partiküllere sahip akışkan kompozitlerin doldurucu miktarı %37-53' lere indirilmiştir. 0,04-1µm partikül boyutuna sahiptirler(72).

Akışkan kompozitler pit ve fissürlerin örtülmesi, kompozit restorasyonların altında kaide olarak, protetik restorasyonların yapıştırılması ve düşük stres altındaki bölgelerin restorasyonu gibi endikasyonlara sahiptir (73).

Bazen adeziv rezin siman adı altında piyasaya sürülen akışkan kompozitlerin rezin simanlardan farkı, daha çok renk seçeneğinin mevcut olmasıdır.

Akışkan kompozitlerin en büyük avantajı posterior restorasyonların altında kullanıldığında mikrosızıntıyı azaltmasıdır. Kompozit rezinlerin yüzeyinde ve kenar kısımlarında koruyucu olarak ince bir tabaka halinde kullanılırlar (72,73).

4.sınıf kaviteelerin restorasyonunda akışkanlığının kontrolü zorlaşacağından dolayı kullanılmaları tavsiye edilmez (74).

Akışkan kompozitlerin mikrofil ve hibrit kompozitlere kıyasla ısıl genleşme katsayıları aşınma dirençleri gibi fiziksel özellikleri daha zayıftır (75).

2.2.4. Kondanse edilebilen kompozit rezinler

Rezin matriksleri doldurucu partikül oranının artmasına yönelik olacak şekilde modifiye edilmiş bu sayede viskoziteleri artırılmıştır. Kondanse olabilen

kompozitlerin partikül boyutu hibrit kompozitlerden fazladır. Bu kompozitlerin total hacme göre doldurucu oranı %80'e kadar çıkabilir (76). Yüksek viskozitelerinden dolayı amalgama benzer bir yoğunluk ve manipülasyona sahip bu kompozitlerin çoğunlukla posterior bölgelerde kullanım endikasyonu vardır. Partikül büyüklüğünün ve miktarının artırılması sayesinde kırılmaya karşı dayanıklılıkları ve sertlikleri artırılmıştır (77).

Kondanse olabilen kompozitlerin manipülasyonları kolay olduğundan dolayı hekime elle işleme avantajı sağlar. Aşırı strese maruz kalan arka bölge restorasyonlarında amalgam yerine kullanılabilirler. II.sınıf restorasyonlarda matris bandı ve kama ile beraber uygulandığında fizyolojik interproksimal kontaklar elde etmek mümkündür (74).

Cıalanabilirliği iyi olmayan bu kompozitlerin bitirme ve polisaj aşamalarından sonra yüzeyinin pürüzlü kalma ihtimali yüksektir. Yüksek densite özelliğinden dolayı derin polimerizasyona sahiptirler ve derinliği 5 mm' ye kadar olan kavimleri tek seferde restore etmek mümkündür (78).

2.2.5. Farklı özelliklere sahip kompozitler

Kompozit rezinlerdeki güncel gelişmelerle beraber son yıllarda farklı özelliklere sahip kompozitler kullanıma sunulmuştur.

2.2.5.1. Ormoserler

1988 yılında piyasaya çıkan ormoserler normal kompozitlerden farklı olarak inorganik bir iskelet üzerine organik bileşikler inşa edilmiştir. Bu kompozite organik-modifikasyonlu-seramik sözcüklerinin ilk hecelerini içeren ormoser adı verilmiştir (79,80). Üç boyutlu bir polimer zincirinden oluşan ormoserler inorganik-organik kopolimerleri içerir (81). Ormoserin yapısındaki doldurucu partiküller inorganik-organik çapraz ağındaki matriks içerisinde konumlanmıştır. %67'lere kadar varan doldurucu partikül oranına sahiptir (80). Bu doldurucular kompozitlerin yapısındaki dolduruculara benzemekle beraber cam, seramik ve silika içerir.Yapısına eklenen ZiO_2 radyoopazite kazandırır (82).

Ormoserlerin aşınma direnci ve basınca dayanıklılığı geleneksel kompozitlerden daha üstündür. Bunun yanı sıra polimerizasyon büzülmesinin düşük olması, biyouyumlu olması, çürüklere karşı koruyuculuğu avantajları arasındadır (83).

Ormoserlerin geleneksel kompozitlerden diğer bir önemli farkı organik matrikste dimetakrilat yerine metakrilat monomeri içerdiği için alerjik reaksiyonları azaltır. Klinik uygulama aşamaları ise geleneksel kompozitlere benzer (84).

2.2.5.2. Siloranlar

Günümüzde kullanılan kompozitler genellikle metakrilat monomerinden oluşurlar. Bu kompozitlerin %2 ile %6 oranında polimerizasyon büzülmesine uğraması en önemli sorunlarının temelidir. Bundan dolayı yapılan araştırmalar metakrilat monomerine alternatif arayarak polimerizasyon büzülmesinin azaltılmasına yönelik olmuştur (85,86).

Oksiran ve siloksan moleküllerinin reaksiyonuyla meydana gelen siloran adını bu iki molekülden alır. Siloran esaslı kompozitlerde oksiran monomeri sayesinde polimerizasyon büzülmesi düşerken siloksan içeriğine bağlı olarak su emilimi ve suda çözünürlük azalmıştır (87).

Siloranlar üstün mekanik özellikleri, biyouyumlulukları, düşük polimerizasyon büzülmesi, hidrofobik yapıları gibi özellikleriyle geleneksel kompozitlere alternatif olarak kullanıma sunulmuştur (88).

2.2.5.3. İyon salabilen kompozitler

1998 yılında piyasaya sürülen bu kompozitler ortamdaki pH değişimine tepki olarak flor, kalsiyum hidroksil iyonlarını salar. Cam iyonomerler, kompomerler ve rezin modifiye kompozitlere oranla flor salınımı çok düşüktür (89).

Bu kompozitler saldığı iyonların asit tamponlama özelliği sayesinde demineralizasyona karşı koyacağı, remineralizasyonu başlatacağı ve sekonder çürük gelişimini azaltacağı düşünülmüş ve üretilmiştir. Ancak diğer kompozitlere kıyasla fiziksel özellikleri daha zayıf, aşınma dirençleri daha düşük, su emilimleri daha fazla olması gibi nedenlerle başarılı olamamıştır (90).

2.2.5.4. Bulk fill kompozitler

Kompozit rezinlerle ilgili yapılan çalışmalar sonucu kimyasal bileşiminde modifikasyonlar yapılarak tek bir ktle halinde kaviteye yerleştirilen yeni bir kompozit türü bulunmuştur (91). Bu kompozit adını uygulama yönteminden alır. Bulk fill kompozitler geleneksel kompozitlerde yaşanan 2 mm polimerizasyon derinliği sorununu ortadan kaldırmıştır. 4-5 mm'ye kadar ktle halinde uygulanabilen bu kompozitler hekime uygulama kolaylığı sağlar ve çalışma süresini kısaltır (92,93).

İçeriğindeki baryum ve ytterbiyum elementleri sayesinde kazanılan radyoopasite ışığın daha derinlere ulaşmasını sağlar. Aynı zamanda kompozite mineyebenzer bir translusensi sağlayarak estetik özelliklerini iyileştirir (94).

Düşük polimerizasyon büzülmesi, yüksek marjinal adaptasyon özelliği sayesinde mikrosızıntı, sekonder çürük ve post-op hassasiyeti azalttığı bilinmektedir (95).

2.2.5.5. Antibakteriyel kompozit rezinler

Kompozit restorasyonların yüzeyi plak birikimine müsait olduğundan dolayı asit üretimine bağlı olarak marjinlerde sekonder çürükler görülmektedir. Bu durum kompozitlerin en büyük başarısızlık sebebi olarak bildirilir. Sekonder rk riskini azaltmaya yönelik çalışmalar antibakteriyel etkiye sahip kompozitleri ortaya çıkarmıştır (96,97).

Rezin kompozitlere ilave edilen antimikrobiyal ajanlar iyon salan (releasing) ve salmayan (non-releasing) olarak iki gruba ayrılır. Klorheksidin ve gümüş, rezin içerisinden salınarak etki gösteren ajanlardır. Salınarak etki gösteren antibakteriyellerin dezavantajı kısıtlı bir süre etkili olmalarıdır. Bu sorunu aşmak amacıyla rezin matris içerisinde hareketsiz kalan yani iyon salmayan ajanlar eklenmiştir. MDPB (Metakriloiloksidodesil-piridinyum bromür) monomeri salınım yapmayan rezin matris içerisinde sabit kalarak etki gösteren bir antibakteriyeldir. Bakterilerin çoğalmasını durduran MDPB, matris içerisine kopolimerleştirerek eklenir (98,99).

2.2.5.6. Giomerler

Bu restoratif materyal kompomere benzer şekilde cam iyonomer simanların estetik olmayan görünümü ve nemden aşırı etkilenmesi gibi olumsuz sonuçlarını minimuma indirmek ve klinik avantajlarından yararlanmak maksadıyla geliştirilmiştir (100,101).

Esas olarak rezin içerikli giomerler yapısında ‘prereacted’ cam partiküllerinin yanında üretan dimetakrilat ve polietil metakrilat bulundurur. Cam partikülleri poliakrilik asitle muamele edilerek giomerlere eklenir (101). Bu işlem cam partiküllerin yüzeyi kaplanarak yapılabildiği gibi partiküllerin içerisine tamamen de uygulanabilir.

Yapılan araştırmalarda giomerlerin flor salınımıyla ilgili farklı raporlar sunulmuştur. İtota ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada Reactmer materyalinin kompomer ve kompozite oranla çok daha fazla flor salınımının gerçekleştirdiği rapor edilirken Yap ve ark. başlangıçta salınımın gerçekleşmediğini, zamanla yükseldiğini ve 28 günden sonra kompomerden daha az olduğunu bildirmişlerdir (101,102).

2.2.5.7. Fiberle güçlendirilmiş kompozitler

Kompozitlerin mekanik özelliklerini güçlendirmek amacıyla üretilen fiberle güçlendirilmiş kompozitler de rezin kompozitler gibi organik matris ve inorganik fazdan oluşur. Kompozite dayanıklılık ve sertlik kazandıran fiber yapıları rezin matris içerisine gömülmüştür. Resin matris kompozite gelen kuvvetleri daha güçlü olan fiberlere iletir ve fiberleri nemden korur (103).

Fazla madde kaybına uğramış ve kanal tedavili dişlerin restore edilmesinde fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin kullanımı endikedir (104).

Fiberlerin pozisyonu, uzunluğu, yönü, miktarı, organik matriksle adezyonu, mekanik özelliklerin belirlenmesinde önemli etkenlerdendir.

Fiberlerin miktarı, sayısına veya ağırlığına göre değil hacimsel oranına göre belirlenmektedir. Matris içindeki hacmi düşük ise direnci de daha az olacaktır.

Fiberlerin yönü restorasyona gelen kuvvete dik bir şekilde konumlanmalıdır.

Kompoziti etkileyen kuvvetlere karşı dirençli hale getirmesi buna bağlıdır (105).

Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin mekanik kalitesini etkileyen önemli unsurlardan biri olan organik matrise adezyonunu sağlamak için silan kaplama materyalleri kullanılır. Organik matriste bulunan bütün fiberlerin yüzeyi rezin monomerleri ile temas halinde olmalıdır.

Kompozitte meydana gelen herhangi bir çatlak durumunda fiberler çatlak kenarlarını birbirine doğru iterek çatlağın büyümesini engeller (105). Ayrıca polimerizasyon büzülme streslerine karşı koyarak mikrosızıntı miktarını düşürdüğü bildirilmiştir (106).

2.2.5.8. Flor serbestleyen kompozitler

Kompozitlerin rezin matriksi hidrofobik yapıda olduğu için yeterince suyu absorbe edemez ve flor salınımı güçleşir. Flor salan kompozitlerin cam iyonomerlere kıyasla flor salınımı çok daha azdır.

Cam iyonomer simanların polysalt yapıdaki matrisi su emilimini kolaylıkla gerçekleştirerek flor iyonlarının değişimini sağlar. Ayrıca cam iyonomerlerin poröz yapısı daha verimli flor salınımına olanak sağlar.

Flor salan kompozitler arasında en çok bilineni kompomerlerdir. Kompomerlercam iyonomerlerin sahip olduğu yüksek flor salınımı ve kompozitlerin kaliteli mekanik ve fiziksel yapısını, dişe adezyonunu biraraya getirmek için üretilmişlerdir (107).

Kompomerlerin flor salınımı geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlara kıyasla daha düşük ve sabit hızdadır.

Kompozitlerin yapısına flor serbestleyebilmeleri için NaF, flor alümina silikat tuzları veya YbF₃ doldurucuları ilave edilir. Resin kompozitlerin yapısındaki florün çoğu polimerizasyon esnasında serbestlenir sonrasında uzun bir süre düşük seviyede salınım devam eder (108,109).

2.2.5.9. Self Adeziv kompozit rezinler

Günümüz diş hekimliğinde restorasyonların uygulama aşamalarının kısaltılması ve teknik hassasiyetlerin azaltılmasına yönelik çalışmalar sonucu self adeziv kompozitler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur (110,111). Bu kompozitler diş dokularına adezyon için herhangi bir işlem uygulanmadan bağlanabilen restorasyonlardır. Örneğin: Vertise Flow(Kerr Corp ABD)

Self adeziv kompozitlerin küçük hacimli sınıf I ve V kavite, kole defektleri ve porselen tamirinde kullanımı endikedir (112).

Self adeziv kompozitlere GPDM(gliserofosfatdimetakrilat) monomeri mine ve dentini pürüzlendirmek amacıyla eklenirken dentinin hidrofilik özelliğini ve rezin penetrasyonunu artırmak için de HEMA(hidroksi-etil metakrilat) eklenir (113,114).

2.3. Kompozit Restorasyonların Endikasyonları

Kompozit rezin dolgu maddeleri bütün Black kavite restorasyonlarında, kor yapımı, estetik restorasyonlar(Laminate veneerler,full veneerler), diastema kapatılması, fissür örtücü uygulamaları, koruyucu rezin restorasyonlar, periodontal splint uygulaması, geçici restorasyonlar gibi birçok uygulamada kullanılırlar.

Amerikan Diş Hekimleri Birliği rezin kompozitlerin oklüzal kuvvetlere aşırı maruz kalan bölgelerde, yeterli tükürük izolasyonunun sağlanamadığı durumlarda, kompozit rezin alerjisi olan bireylerde kullanılmasını tavsiye etmez.

İdeal koşullarda uygulandığı sürece kompozit rezinlerin klinik ömrünün sınıf I,II,V restorasyonlarda amalgama eşdeğer olduğu bulunmuştur (115).

2.4. Kompozit Restorasyonlara Yapılan Bitirme ve Polisaj İşlemleri

Bitirme ve polisaj işlemleri klinikte kompozit restorasyonların en önemli uygulama aşamalarındandır. İdeal bir kompozit yüzey bitimi, restorasyonun klinik

başarısı açısından çok önemli bir unsurdur (116).

Pürüzlü bırakılan kompozit yüzeylerinin plak birikimine bağlı dişeti iltihabı ve sekonder çürüklere, renklenmeye sebep olduğu bildirilmiştir (117). Yapılan çalışmalar, hastaların 0.25-0.50 μm arasındaki pürüzlülük miktarını dil ile hissedebildiğini göstermiştir. Bundan dolayı iyi cilalanmış bir yüzey hasta konforu için önemlidir (118).

Bitirme işlemi kompozit rezine dişin anatomisine benzer formu vermek için yapılan şekillendirme işlemidir. Cilalama veya polisaj işlemleri ise kompozit yüzeyini pürüzsüzleştirmek için yapılan işlemlerdir (119). Bu işlemler için karbit frezler, elmas aşındırıcılar, lastikler, diskler ve polisaj patları kullanılır (120).

Partikül boyutu 0.01-1 μm arasındaki ufak partiküllü kompozitlerin cilalanabilirliğinin 10 μm ' den fazla partikül boyutlu kompozitlere kıyasla daha başarılı olduğu görülmüştür. Erdemir ve ark. yaptıkları bir çalışma sonucunda düzensiz sıralanmış inorganik partiküllerden kaynaklı yüzey pürüzlülüğün daha çok renklenmeye neden olduğunu bulmuşlardır (121).

2.5. Antibakteriyel Gargaralar

Antibakteriyel gargaraların diş hekimliğinde çok sayıda kullanım alanları vardır. Temel olarak koruyucu, tedavi edici ve cerrahi işlemlerde yardımcı olarak kullanılır.

Yiyecek artıklarını ve plağı diştan uzaklaştırarak dişleri ve dişetlerini korumak ya da tedavi etmek, cerrahi operasyonlar sonrasında ağız içinde oluşabilecek enfeksiyonları önlemek, candidiazis, kserostomia, mukositis enfeksiyonlarında tedavi amacıyla, ortodontik ve protetik tedavilerde koruyucu olarak ve rutin ağız bakımında kullanılırlar (122).

2.5.1. Katyonik organik moleküller

Klorheksidin, aleksidin, oktenidin bisguanidleri bu grupta bulunur. En yaygın olarak bilinen ve üzerinde çalışılan ajan klorheksidindir (123).

Klorheksidin geniş spektrumlu ve toksisitesi az olan bir antibakteriyel ajandır. Diş

hekimliğinde ağız gargarası, kavite dezenfeksiyonu, kanal irrigasyonu olarak jel ya da vernik halinde kullanım alanları mevcuttur. Gargaralar içerisinde %0.2 veya %0.12'lik oranda bulunur (124).

Klorheksidinin tat duyusu değişikliği, mukoza erozyonu, dişler, mukoza ve ağızdaki restorasyonlarda renkleşme gibi çeşitli yan etkileri görülebilir (125).

2.5.2. Dörtlü amonyum bileşikleri

Katyonik bileşikler olan Setilpiridinyum klorit (CPC) ve benzalkonyum klorit bu grup içerisinde yer alır. Bu antiseptik gargaralar hücre zarı geçirgenliğini artırarak bakteri hücre yapısına zarar verir (126).

CPC içerikli gargaralar Colgate Plax, Scope, Cepacol gibi markalarla piyasada bulunmaktadır (127).

2.5.3. Bitki alkaloidleri

Bitki özünden elde edilen bu gargalara örnek olarak canadensis bitkisinden üretilen sanguinarin gösterilebilir. Sanguinarin bazı diş macunlarının içerisinde de katılmaktadır. Plağın uzaklaştırılmasında çinko fosfatla birlikte kullanımı daha başarılı sonuç vermektedir (128).

2.5.4. Fenol bileşikleri

Fenol bileşikleri yalnız olarak kullanıldığı gibi gargara ve pastillerin içine katılarak da kullanılır. Fenol, ökaliptol, timol, ve benzeri esansiyel yağlar bu gruptaki ajanlardır (129). Piyasada LİSTERİN® gargarada bulunmaktadır.

Fenoller bakteri hücre duvarı yapısını bozarak bakteri enzimlerini işlevsiz hale getirir. Gram(-), (+) bakterilere ve candidalara karşı etkilidir. Bakterisidal aktivite gösteren listerinin aynı zamanda diş üzerinde bakteri birikimini engelleme etkisi bulunur (130).

2.5.5. Metal iyonları

Çinko, bakır, kalay gibi çeşitli metallerin dental plaktaki aktiviteleri araştırılmış ve plağı engelleyici fonksiyonları gösterilmiştir. Çinko diş plağına tutunarak ağız florasını bozmadan plağın gelişimini engeller (131).

Plak önleyici olarak kullanılan metaller ve diğer iyonlara sıklıkla flor iyonu eşlik eder (ör.sodyum florür, kalay florür). Flor asidik plaktaki bakteri hücrelerine girerek glikolitik enzimlere zarar verip asit üretimini azaltır.

%0.05'lik sodyum florür içeren gargaralar günlük bakımda kullanılırken %0.2'lik sodyum florürün haftada bir kez kullanılması tavsiye edilmektedir. Amin florür ve kalay florür bulunduran ağız gargaraları Meridol ® adıyla piyasada yer alır (132).

2.5.6. Triklosan

Katyonik yapılı triklosan dişleri boyama etkisi olmayan bir antiseptiktir. Gargaraların içinde çinko ile beraber kullanıldığı zaman orta seviyede plak önleyici katkı sağlar (133).

2.5.7. Alkol içeren gargaralar

Alkolün ağız gargaralarına eklenmesinin amacı antiseptik etkisinden faydalanmak, gargara içindeki diğer ajanları çözmek ve gargaraların saklama süresini uzatmaktır.

ADA klorheksidin ihtiva eden gargaraların içeriğindeki alkol oranını en çok %11.6 olarak sınırlamıştır.

Alkollü gargaraların kullanılmasıyla kompozit ve hibrit rezinlerin sertliğinde azalma tespit edilmiştir. Bu etki alkolün yüzdesiyle bağlantılıdır. Bunun yanı sıra alkol içerisinde bekletilen kompozitlerin ağırlığında artış görülmüştür. Bu durum alkolün rezin tarafından emilmesi ile açıklanabilir (134).

2.5.8. Oksijenize edici ajanlar

Bu grutaki antiseptikler peroksit yapıllar (Hidrojen peroksit) ve perborat yapıllar (tamponlanmış sodyum peroksiborat, peroksi karbonat) olarak bulunur.

Hidrojen peroksit anaerob bakterilere etkililiği nedeniyle periodontitis, ANUG (Akut nekrotizan ülseratif gingivitis) gibi periodontal enfeksiyonların ve perikoronitisin tedavi edilmesinde kullanılmaktadır (135).

Subgingival bakterilere etkili olan hidrojen peroksit plak kontrolünün yanı sıra diş hekimliğinde bleaching işleminde de kullanılmaktadır. Farklı sebeplerle dişlerinin renklenmesinden şikayetçi olan hastalar açısından diş beyazlatma işlemi çok popüler hale gelmiştir. Hidrojen peroksit, karbamid peroksit, sodyum perborat içeren ajanlar beyazlatma tedavisinde farklı yöntemlerle uygulanmaktadır. Bu profesyonel uygulamaların yanı sıra beyazlatıcı etkiye sahip jel, gargara ve macunlar piyasada mevcuttur (136).

Ağız hijyeni ve periyodontal sağlık açısından diş hekimleri tarafından da önerilen gargaraalara eklenen hidrojen peroksit güçlü bir oksitleyici ajandır. Fakat gargara olarak kullanıldığı zaman dişlerle kısa süreli temas ettiği için istenilen performansı sağlamayabilir (137).

2.6. Renk

Renk objelerden yansıyan ışık enerjisinin gözde oluşturduğu duyumdur. Rengin algılanması ışık kaynağına, objeye, gözlemciye göre farklılık gösterebilir (138).

2.6.1. Işık kaynağı

Işık dalga boylarıyla ifade edilen cisimlere çarparak veya doğrudan yansıyarak oluşan gözle görülen elektromanyetik radyasyondur.

Işığın kırılması sonucu elektromanyetik bir spektrum meydana gelir. 380-780nm dalga boyundaki görünür ışık bu spektrumun kızılötesi ve ultraviöle ışıkları arasında yer alır. 400 nm ile 700 nm dalga boyları arasındaki bölge, göz tarafından algılanabilen

görünür ışık spektrumu olarak isimlendirilir (139).

2.6.2. Obje

Işığın yansıtma ve emebilme miktarı objenin renk özelliklerini belirleyen faktörlerdendir. Bir obje ışık spektrumunda bulunan kendi rengi haricinde diğer dalga boylarını emerken kendi rengini yansıtır (140).

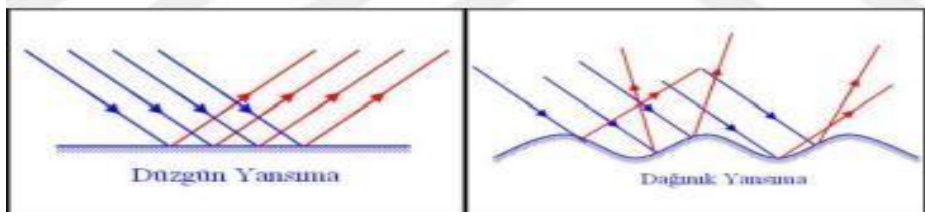
2.6.3. Gözlemci

Objelerden gelen ışık gözün retinasına ulaştığında ışığa duyarlı koni ve basil hücreleri uyarılır ve bu uyarılar optik sinir vasıtasıyla beynin görme merkezine gider (144). Rengin gözlemci tarafından algılanabilmesi için belli bir dalga boyuna sahip olması gerekir, çünkü koni ve basil reseptörleri belli bir eşik değerde uyarılır. Bu değerin altındaki sinyaller beyne ulaşamaz ve renk algılanmaz (141).

Işık menşeiinden çıkan ışık objeye çarptığında objenin rengindeki dalga boyu dışındaki ışınlar emilir. Elektromanyetik spektrumdaki bütün dalga boylarını absorbe eden cisimler siyah görünürken hepsini yansıtan cisimler beyaz olarak görülür. Işığın emiliminde hem objenin rengi hem de ışık kaynağından yayılan ışığın dalga boyu etkilidir (142).

2.6.4. Işığın yansıması

Işık dalgalarının yansıtıcı bir yüzeye çarptıktan sonra yön ve doğrultu değiştirerek geri dönmesidir. Işığın çarptığı yüzey düzgün ise ışık geldiği açıyla belli bir yönde yansır. Buna düzgün yansıma denir. Yüzeyi pürüzlü olan nesnelere gelen ışık farklı doğrultularda yansır. Bu tür bir yansımaya da dağınık yansıma denir (143).

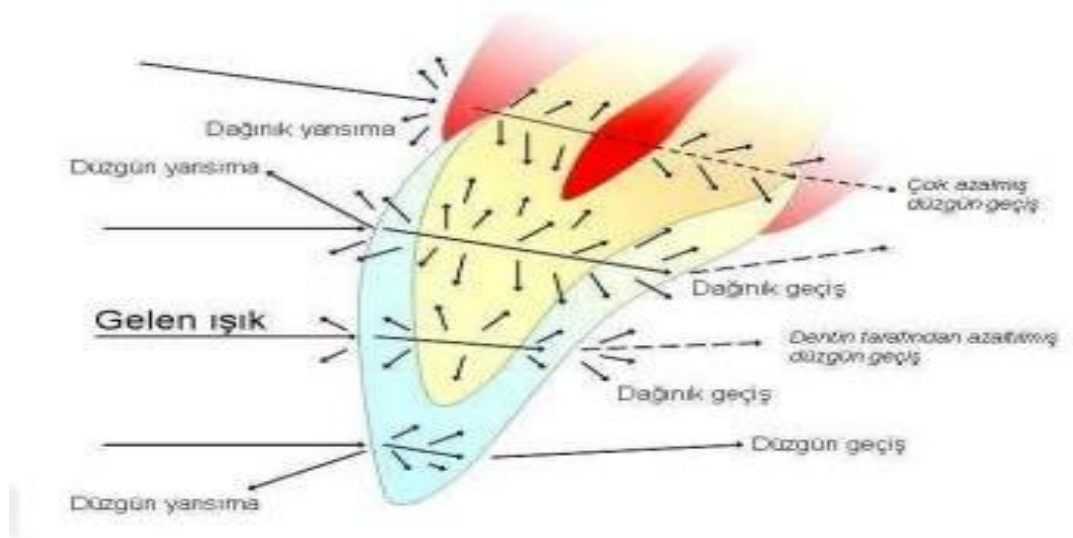


Şekil 3. Işığın Düzgün ve Dağınık Yansıması. (143).

2.6.5. Işığın kırılması

Işığın bir ortamdan farklı yoğunluktaki bir ortama geçerken belli bir açıyapacak şekilde yön değiştirmesine denir.

Diş dokusu farklı katmanlar içeren bir anatomik yapıya sahiptir. Işığın farklı yoğunluktaki mineden dentine geçişi kırılmasına neden olur (144).



Şekil 4. Doğal dişte ışığın yansıma, kırılma ve saçılması (144).

2.6.6. Renk ile ilgili kavramlar

Opasite

Bir nesnenin ışık absorbsiyonunu önleme niteliğine opasite denir. Opak nesneler ışığın bir kısmını soğururken diğer kısmını yansıtırlar. Yansıyan ışık dalgaları renk algısını sağlar (139).

Opalesans

Uzun dalga boyundaki ışığın bir cismin içinden geçerken saçılması ile kısa dalga boyundaki ışığın saçılmadan geçmesine denir. Cisme bakılan açıya göre algılanan renk mavi ile turuncu-kahverengi arasında değişir. Minedeki hidroksiapatit kristalleri diş opalesans bir görünüm kazandırır (139).

Translusensi

Bir nesnenin ışık geçirgenlik özelliğine translusensi denir (138). Translusensi, derecesi transparanlık ve opasite arasında bulunur. Restorasyonlarda kullanılan porselen, akrilik, kompozit ve daha bir çok madde doğal diş görünümünü vermek amacıyla translusens özelliğe sahiptir (139).

Transparanlık

Işığın tamamen geçirilmesi özelliğidir. Şeffaflık arttıkça transparanlık artar (146).

Anterior restorasyonların insizal kısmında doğal mine görünümü kazandırmak için transparan kompozit veya porselen kullanılır (147).

Fosforesans

Fosfor bulunduran bileşiklerde görülen fosforesans olayı bileşiğe gelen ışık kesildikten sonra devam eden ışıltama özelliğidir. Işık enerjisiyle uyarılan elektronlar fazla enerjisini gecikmeli olarak sağlar. Bu özellik dental materyallerde bulunmaz (148).

Floresans

Elektromanyetik enerji ile uyarılan bir molekül temel enerji seviyesinden daha yüksek bir enerji seviyesine çıkar. Bu molekül eski enerji seviyesine dönerken soğurduğu fazla enerjiyi floresans ışık olarak yayar. Floresans ışık saçılması olayı materyalin üzerine radyasyon geldiğinde meydana gelir (144).

Floresans özelliği dişlere daha canlı ve parlak bir görünüm sağlar ve gün ışığında diş renginin farklı görünmesine neden olur (149).

Metamerizm

Bir nesnenin farklı aydınlatma koşulları altında farklı renklerde görülmesidir (150). Doğal ve yapay dişlerin spektral yansıma eğrileri aynı olmadığı için metamerizm görülmesi kaçınılmazdır. Metamerizm olayını önlemek için; yapılan dental restorasyonlarda basit renk kombinasyonlarından yararlanılması, son provaların gün ışığında yapılması, diş hekimi ve teknisyenin kullandığı ışık kaynağının aynı olması tavsiye edilir (151).

2.6.7. Renk analiz sistemleri

Bir cismin renginin belli parametreler kullanılarak ölçülmesi için başvurulan yöntemlerdir. Bu sistemler sayesinde renkler daha doğru tanımlanır. Diş hekimliğinde, genellikle Munsell ve CIELAB renk sistemleri kullanılmaktadır (152).

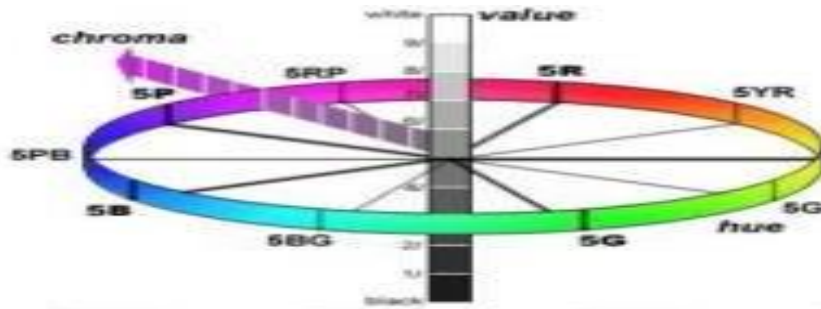
Tablo 1. Renk Sistemleri (152)

Yıl	Sistem adı	Kurucu
1905	Munsell Sistemi	Munsell
1916	Ostwald Sistemi	Ostwald
1931	CIE XYZ Sistemi	Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)
1947	OSA-UCS	Amerika Optik Topluluğu (Optical Society of America)
1955	DIN Sistemi	Richter
1962	Coloroid Renk Sistemi	Nemcsics
1968	Natural Renk Sistemi (NCS)	Hard ve Sivik
1976	CIE L*a*b* (CIELAB) Sistemi	CIE

2.6.7.1. Munsell renk sistemi

Albert H. Munsel 1905 yılında kağıt renk çiplerinden yararlanarak renkleri tanıtan bir sistem geliştirmiştir. Renkleri katı bir cisme benzer şekilde 3 boyutta ifadeeden bu sistem kullanımı kolay olduğu için diş hekimliğinde en sık kullanılan renk sistemleridir.

Munsel'in renk sisteminde renklerin 3 boyutu; Ton(hue), parlaklık(value), yoğunluk (chroma) olarak tanımlanır.



Şekil 5. Munsell Renk Sistemi (153).

Munsell renk sistemini bir küre olarak düşünürsek kürenin dikey eksenini parlaklığı ifade eder. Bu eksen koyu siyahtan beyaza doğru giden 10 basamaktan oluşur. Dikey eksenin çevresinde de 10 basamaklı ton (hue) değerleri bulunur. Chroma ise kürenin merkezinden dışarı doğru uzanır (153). Munsell sistemine göre rengin tanımlanmasında ilk olarak value (parlaklık) değeri ifade edilir. Daha sonra chroma (doymunluk) son olarak da hue (ton) özelliği ifade edilir (141).

Hue(Ton)

Kırmızı, sarı, mavi gibi rengin karakteristiğini belirleyen özelliktir. Munsell sisteminde 10 ayrı renk tonu yer almaktadır (141).

Parlaklık(value)

Bir rengin koyuluk veya açıklık değerini ifade eder. Bir cismin yansıttığı ışık miktarı arttıkça o cismin parlaklığı da artar. Parlaklığı yüksek olan renkler beyaza yaklaşıırken düşük olan renkler siyaha doğru gider. Munsell renk sistemi saf siyahı 0, saf beyazı 10 olarak numaralandırmış ve erişilmez kabul etmiştir.

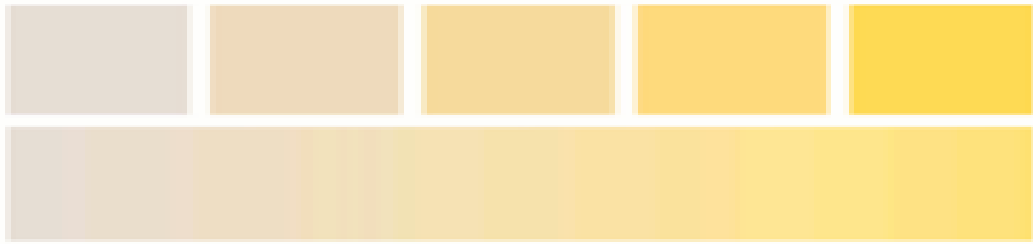
Doğal dişlerin parlaklık değeri 4-8 aralığındadır. Çok yüksek parlaklık değerine sahip olan restorasyonlar bakan kişi tarafından daha kolay farkedilir (154).



Şekil 6. Munsell renk sisteminde value değerleri (154).

Doygunluk(chroma)

Rengin sahip olduğu ana renk (hue) yoğunluğunu ifade eder. Örnek olarak; açık kırmızı ve koyu kırmızı aynı nitelikte pigmentasyon içerir fakat koyu kırmızısındaki pigment yoğunluğu artmıştır (156).



Şekil 7. Doygunluk (156).

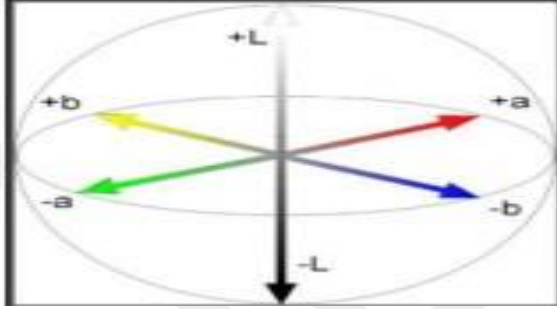
2.6.7.2. CIE lab renk sistemi

Bu renk sistemi, ICI (International Commission de l'Eclairage) tarafından 1976'da geliştirilmiştir. CIE Lab renk sisteminde bir cismin rengi ifade edilirken L^* , a^* ve b^* olarak 3 farklı değer kullanılır. Böylelikle yapay veya doğal dişlerin renk değişiminin sayılarla ifade edilmesine olanak tanımıştır.

Bu sistemdeki L koordinatı Munsell renk sisteminde bulunan 'Value' ile benzerşekilde rengin açıklık, koyuluk, parlaklık niteliğini ifade etmektedir.

a^* koordinatı bir nesnenin kırmızı+ ile yeşil- arasında bulunan chroma değerlerini belirtir.

b^* koordinatı ise bir nesnenin sarı+ ile mavi- arasında bulunan chroma değerini ifade eder. (158).



Şekil 8. CIE Lab Renk Sistemi (139).

2.6.8. Renk ölçüm yöntemleri

2.6.8.1. Görsel renk ölçümü

Görsel renk analizinde renk göstergelerinden yararlanılır. Fakat renk algısı göreceli olduğu için renk seçiminde yanılgılara ve tutarsızlıklara sebebiyet verir (151). Bu yöntemle renk seçimi yapılırken; ışık kaynağının türü ve şiddeti, yaş, cinsiyet, ruhsal durum, tecrübe, kullanılan renk göstergesi gibi faktörler etkili olur (147).

İnsizal bölgeden koleye doğru dışın renk tonu değişiklik gösterir. Bu nedenle renk seçimi, dışın temel rengini bulunduran orta 1/3 bölgesi baz alınarak yapılmalıdır. Ayrıca renk seçimi esnasında renk göstergesinin dışın yanında değil, altında tutulması gerekir. Çünkü birbirine benzeyen iki cisim yanyana dururken biri öbüründen daha açık renkli gibi durabilir (149).

2.6.8.2. Aletli Renk Ölçümü

Subjektif olan görsel renk analizindeki handikaplardan dolayı daha objektif ve

güvenilir renk analizi yapan aletler geliştirilmiştir. Bu aletler; spektrofotometre, kalorimetre, spektoradyometre ve dijital kameralardır (140).

Kalorimetre

Kalorimetreler, kullanımı basit ve ucuz cihazlardır. Fakat belirli aralıktaki rengi algılama kapasitesine sahip olan bu cihazlar yalnızca üç boyutlu renk sistemlerinde, L^* , a^* ve b^* boyutlarında rengi algılayabilir. Bundan ötürü renk ölçüm hassasiyetleri gelişmiş cihazlara kıyasla daha düşüktür. Aynı zamanda cihazın filtresinin zaman içerisinde eskimesi renk ölçümünde güvenilirliği azaltır. Diğer bir dezavantajları ise translüsent maddelerin renk ölçümünde zayıf kalmalarıdır. Bunun önüne geçmek için translüsent maddelerde standart bir arka plan bulunmalıdır (159,160).

Spektoradyometre

Bu cihazlar 4 ana bölümden meydana gelir. Bunlar: optik, dedektör, monokromatör ve okuyucudur. Yüzeyi düz olmayan ve translüsent maddelerin renk ölçümünü yapabildiği için diş hekimliğinde kullanımı yaygındır. Fakat ölçüm açısındaki çok küçük değişikliklerin bile sonuçları aşırı etkilemesi önemli bir dezavantaj yaratır.

Spektrofotometre

Bir obje tarafından yansıtılan veya iletilen görünür radyant enerji miktarı, spektrofotometre ile ölçülür. Objeden geri dönen bütün dalga boylarındaki ışığı ölçebilen cihaz bu ölçümü cihazdan gelen beyaz referans ışığa oranlayarak yapar. Spektrofotometre cihazı; ışık kaynağı, ışık dağıtıcı, dedektör ve algılayıcı sensörlerden oluşur. Bu sensörler insan gözünün algılayamayacağı renkleri algılar (153).

Kalorimetreler genellikle düz yüzeylerde ölçüm yapacak biçimde üretildikleri için klinik çalışmalarda spektrofotometre kullanılması tercih edilmektedir. Optimal koşullarda hatasız ve güvenilir sonuçlar veren spektrofotometrelerin yüksek maliyetli oluşu dezavantajdır (149).

VITA Easyshade 2002 yılında kullanıma sunulan bir spektrofotometre cihazıdır. Cihazın 5 mm çapında ölçüm yapılacak yüzey ile temasını sağlayan bir probu bulunmaktadır. Ölçüm sırasında materyal, probun etrafında bulunan halojen ışık tarafından dairevi 0°'lik açıyla aydınlatılmaktadır..

VITA Easyshade'nin ikinci nesil ürünü VITA Easyshade Compact ise 2008 yılında kullanıma sunulmuştur. Bu cihazın kablosuz ve taşınabilir özelliği klinik uygulamalarda kullanım kolaylığı kazandırmıştır. Ölçüm yapılırken diş yüzeyinin aydınlatılması LED ışık kaynağı ile yapılmaktadır. Bu sayede ölçüm sonuçlarının aydınlatma koşullarından etkilenmeyeceği düşünülmüştür.



2013 yılında VITA Easyshade advance 4.0 adındaki yeni bir ürün piyasada yerini almıştır. Bu serinin son ürünü olan VITA Easyshade V, bluetooth sayesinde teknisyenle iletişime olanak sağlayan bir cihaz olarak piyasaya sürülmüştür. Spektrofotometre kullanılarak yapılan renk analizlerinin geleneksel yöntemlerle yapılan ölçümlere oranla %33 daha doğru sonuçlar verdiği ve ölçümlerin %93'ünde objektif sonuçlar çıktığı bildirilmiştir (161).

Şekil 9. (a)Vita Easyshade, (b)VitaEasyshade Compact *Kaynak: (www.vita-zahnfabrik.com/)*



Şekil 10. (a)Vita Easyshade Advance, (b)Vita Easyshade V *Kaynak: (www.vita-zahnfabrik.com/)*

Dijital Kameralar

Dijital kameralarda renk ölçümü, cismin tek bir noktasından değil, tamamı bir imaj haline getirilerek yapılan bir sistemden oluşur. Bu avantajı sayesinde son zamanlarda yaygınlığı artmıştır. İnsan gözünde bulunan görüntüsel hassasiyete sahip olmayan bu cihazlar, renk sinyallerini CIE Lab koordinatlarına göre almamaktadır.

Kırmızı, mavi, yeşil renklerini algılayan dijital kameralar, bu sinyalleri CIE Labdeğerlerine dönüştürür.

Dijital kameralar aracılığıyla yapılan renk analizi hekim ve teknisyen arasında haberleşme kolaylığı sağlaması açısından avantajlıdır. Dijital kameralarla alınan fotoğraflar teknisyene, dişin opasite, translüsensi, yüzey yapısı gibi özellikleriyle ilgili bilgi vermektedir. Ancak renk ölçümü için dijital kameralar renk skalalarıyla beraber kullanılmalıdır (148).

2.6.9. Renklenme çeşitleri

Kompozit rezinlerde farklı etkenlere bağlı renklenmeler ortaya çıkabilir. Yetersiz polimerizasyon, kimyasal reaksiyonlar, su absorpsiyonu, yeme alışkanlıkları, oral hijyen, restorasyonların yüzey pürüzlülüğü gibi iç ve dış etkenler bu renklenmelerin derecesini etkilemektedir.

Kompozit rezinlerin yapısından kaynaklı renklenmeler ‘iç renklenmeler’, restorasyon uygulama aşamasında hekim hatalarından kaynaklı renklenmeler ise ‘dış renklenmeler’ olarak sınıflandırılır (162).

2.6.9.1. iç renklenmeler

Rezin matriks yapısı, partikül boyutu ve oranı, polimerizasyon başlatıcı türü gibi, restoratif materyallerin rengine etki eden pek çok faktör saptanmıştır (163). Polimerizasyonu kimyasal yolla gerçekleşen rezin kompozitlerde tersiyer aromatik aminlerin, oral ortamdaki kimyasal değişikliği sonucu renklenmeler görülür. Ultraviyole ışık, nem ve oksitlenme bu tür renklenmeyi hızlandırır.

Işıkla polimerize edilen kompozitlerde, en yaygın kullanılan başlatıcı türü olan kamforokinona ait kromofor grubu beyazlatılamayan, sarı renkli bir komponenttir. Fazla miktarlarda bulunmasının renklenmelere zemin oluşturduğu bilinmektedir. Işıkla polimerize olan kompozitler yeteri kadar polimerize edilmediğinde, kamforokinonun tümüyle dönüşmemesi nedeniyle rezinde sarı renklemeler kalır (164).

Sıcak ortamda uzun süre bekleyen rezinlerde benzoil peroksit kaynaklı renklemeler izlenebilir. Monomer içerikleri baz alınarak değerlendirildiğinde, makropartiküllü ve Bis-GMA oranı yüksek olan kompozitlerde, mikropartiküllü olanlara göre daha az rastlanmıştır. Hidrofilik yapıdaki kompozitlerin renklenme sıklığının daha yüksek olduğu görülmektedir. Monomerler arasında Bis-GMA'nın güçlü ağ oluşturmamasından ötürü, ana komponenti Bis-GMA olan kompozitler, TEG-DMA olanlara kıyasla daha az, UDMA ve Bis-EMA olanlara göre daha fazla su emerler. UDMA, düşük su absorpsiyonu ve çözünürlük gösterdiği için, Bis-GMA'ya oranla daha az renk değişikliğine uğramaktadır. Bis-GMA ve TEG-DMA hidrofilik yapılarından kaynaklı su emilim değerleri yüksektir. Bis-EMA ise hidrofobik grup içerdiği için düşük su emilimi gösterir (165,166).

Monomer yapısının yanı sıra, polimerizasyon süresi ve seçilen ışık cihazı da kompozitte ortaya çıkabilecek renklemeleri etkiler. Monomer-polimer döngüsünün artışı, polimerizasyon büzülmesinin azalması, çözünürlüğün azalması renk değişikliğini azaltır.

Kompozitin renklenmesinde, doldurucu partiküllerin de önemli katkıları olduğu gösterilmiştir. Doldurucu miktarı düşük kompozitlerin renklenmeye daha müsait olduğu bilinmektedir. Aşınan kompozit rezinlerde doldurucu partiküller rezin matriksten ayrılabilir. Bu durum yüzey pürüzlülüğünde artışa neden olarak restorasyonu dış renklenmelere açık hale getirir (167,168).

2.6.9.2. Dış renklemeler

Besinlerin içeriğindeki kimyasal ajanlara bağlı, kompozitin aşınması, yüzey düzgünlüğünün bozulması, su emilimlerinin artışı görülebilir. Bu durumlar kompoziti, dış renklenmelere uygun hale getirir (169). Çay, kahve, kırmızı şarap, kola, meyve

suyu, ketçap, hardal gibi yiyecek ve içeceklerin restorasyon yüzeyinde önemli miktarda renklenmeye yol açtığı bir çok çalışmada ortaya konmuştur (170).

Dış renklenmeler aynı zamanda uygulama hatalarına bağlı olarak da ortaya çıkabilir. Yeterli yapılmayan izolasyon kaynaklı, restorasyon bölgesine sızan kan ve nem renk değişikliklerine sebep olur. Yanlış bitirme ve polisaj işlemi, boyayıcı ajanlar, kötü oral hijyen de dış renklenmelerde rol oynamaktadır (171).

2.7. Çözünürlük

Kompozit rezinlerde çözünürlük kavramı, kompozit yüzeyinden uzaklaşan monomerlerin, oligomerlerin, inorganik doldurucuların ve iyonların miktarı ile ifade edilir. Kompozit rezinler suda beklediğinde bazı bileşenleri, örneğin inorganik partiküllerin tepkimeye girmeyen monomerleri çözünüp kompozitten ayrılır. Bunun sonucunda da ağırlık kaybı meydana gelir ve ‘çözünürlük’ olarak ölçülebilir. Bu bileşenlerin salınması kompozitin; başlangıç boyutsal değişikliği, klinik ömrü, estetik görünümü ve biyouyumluluğu gibi özelliklerini etkiler.

Su molekülleri iki yolla kompozit rezinlerin yapısını bozabilir. Bunlardan ilki polimer ağ içerisine penetre olmasıdır; su molekülleri polimer ağı geçerek, polimer zincirleri arasındaki mikro boşluklara yerleşir ve organik matriksin plastikleşmesine ve şişmesine sebebiyet verir. Daha sonra polimer zincirleri birbirinden ayrılarak monomerlerin ayrışmasına neden olur. İkincisi ise hidroliz tepkimesidir. Su molekülleri hidroliz tepkimesi aracılığıyla siloksan bağlarını koparır ve doldurucuların uzaklaşmasına sebep olur. Bu reaksiyonlar kompozitin sertlik, dayanıklılık, elastik modülü gibi özelliklerini azaltarak yumuşamasına ve kalitesinin azalmasına sebep olur (172).

Kompozit rezinler su ortamında bekletildiğinde iki farklı olay meydana gelmektedir. Bunlardan biri su absorpsiyonu ve ağırlık artışı, diğeri ise suda çözünme ve hacim azalmasıdır.

Rezin kompozitlerin su emilimi ve çözünürlüğünü etkileyen bazı faktörler vardır. Bunlar; doldurucuların miktarı ve bileşimi, organik matriks ve doldurucu arasındaki bağlantı kuvveti, tepkimeye girmemiş monomerler, çözücü içerisindeki bekleme

süresi ve çözücünün yapısıdır. Burrow ve ark. (1999) HEMA gibi hidrofilik bileşiklerin kompozit rezinlerin su Emilimini büyük oranda artırdığını ileri sürmüşlerdir (173). Kahraman (2005), doldurucu partikül miktarının su Emilimi için gerekli olan mikroboşlukları ve kompozitte bulunan serbest hacmi etkilediğini açıklamıştır. Doldurucu miktarı artınca, mikroboşlukların azaldığını ve dolayısıyla suyun difüzyonu için gereken serbest hacmin azaldığını belirtmiştir (174).

2.7.1. Su Emilimi ve çözünürlük ölçüm yöntemleri

Su absorpsiyonu kompozit materyalinin mekanik, fiziksel, kimyasal yapısının bozulmasında önemli bir faktör olarak tanımlanmaktadır. Su Emilimi sonucu meydana gelen hidrolitik yıkım, kompozit materyalinin içerisindeki kimyasal bağların kopmasına ve suyun plastikleştirici etkisiyle materyalin sertliğinde ve aşınma direncinde azalmaya neden olmaktadır (175).

Dental materyallerin fiziksel, mekanik özelliklerini test etmek amacıyla standardize edilmiş çeşitli protokoller bulunmaktadır. Bu protokollerin avantajı, kullanılan test metodlarının laboratuvarında kolayca tekrarlanabilir bir şekilde yapılmasıdır. Kompozit materyalinin fiziksel parametrelerini analiz etmek amacıyla kullanılan protokol ISO 4049'dur. ISO 4049 standardı baz alınarak değerlendirilen fiziksel özellikler; bükme kuvveti, renk stabilitesi, su absorpsiyonu, sertleşme derinliği ve çözünürlüktür.

ISO 4049 standardı testine göre; hazırlanan numuneler desikatörde 37°C'de 22 saat, daha sonra 23°C'de 2 saat bekletilir. Bu işlemi takiben numuneler tartılır. Ağırlık değişimi 0.1 mg'ı geçmeyinceye kadar işlem tekrarlanır. Numunenin başlangıçağırlığı m_1 olarak belirlenir. Hacim(v) hesaplaması için numune kurutulduktan sonra boyutları ölçülür. Daha sonra suda bekletilir ve tekrar tartılır (m_2). Ardından başlangıçtaki gibi kurutulur, numunenin ağırlığı sabit kalınca m_3 ağırlığı hesaplanır. Bulunan değerlere göre; $Wsp = (m_2 - m_3) / v$ formülü kullanılarak su Emilimi hesaplanır. ISO standardına göre materyalin su Emilimi, 40 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ 'ye eşit veya az olmalıdır.

Çözünürlük ölçümü için, yukarıda bulunan değerler $Wsl = (m_1 - m_3) / v$ formülüne yerleştirilerek hesaplama yapılır. ISO standardını karşılaması için çözünürlük değerinin 7.5 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ 'ü geçmemelidir (176).

Su emilimi ve çözünürlük ölçümlerinde en çok kullanılan ISO standardı testine alternatif olarak spektroskopik yöntem geliştirilmiştir. 1961 yılında Keyworth; organik çözücülerdeki suyun ölçümü amacıyla NIR spektroskopisi yöntemi kullanımını göstermiştir (177,178).



3. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamızda; yaygın olarak kullanılan üç farklı içerikteki gargara solüsyonlarının, üç farklı türdeki kompozit rezin materyali üzerindeki renk değişimi ve çözünürlük etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın laboratuvar aşamaları Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama Araştırma Laboratuvarı ile Dicle Üniversitesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Laboratuvarında yapıldı.

3.1. Çalışmada Kullanılan Test Materyalleri

Bu çalışmada bir nanofil (Filtek™ Ultimate, 3M ESPE, St. Paul, Mn, ABD), bir nanohibrit (Estelite Σ Quick, Tokuyama Dental Corp, Japonya) ve bir mikrohibrit (Filtek™ Z250, 3M ESPE, St. Paul Mn, ABD) olmak üzere farklı türde doldurucular içeren üç kompozit rezin, üç farklı antiseptik gargara Kloroben (Kloroben, Drogan, Türkiye), Listerin Advanced White (Johnson and Johnson, ABD), Colgate Plax (Colgate-Palmolive, Türkiye) ve kontrol grubu olarak distile su kullanıldı. Renk analizi için spektrofotometre cihazı (Vita Easyshade V, Vita Zahnfabrik, Almanya), çözünürlük ölçümü için hassas terazi (Precisa XB 220A, İsviçre) ve elektronik kumpas (Jensen JP-1 jku 010, Almanya) kullanıldı.



Resim 1. Çalışmada Kullanılan Kompozit Materyaller

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Kompozit Materyaller

Kompozit materyali	Rezin Matriks	İnorganik Partikül	Doldurucu Partikül Oranı	Üretici Firma ve Lot no
Filtek™ Ultimate	Bis-GMA, UDMA TEGDMA,PEGDMA, Bis-EMA	Silika, Zirkonyum	Hacimce %63, Kütlece %78.5	3M ESPE, ABD 3920A2B
Filtek™ Z250	Bis-GMA,UDMA TEGDMA,Bis-EMA	Silika, Zirkonyum	Hacimce %60 Kütlece %82	3M ESPE, ABD 6020A2
Estelite Σ Quick	Bis-GMA, TEGDMA	Silika, Zirkonyum	Hacimce %71 Kütlece %82	Tokuyama Dental Corp. Japonya E7802



Resim 2. Çalışmada Kullanılan Gargara Solüsyonları

Tablo 3. Çalışmada Kullanılan Gargara Solüsyonları

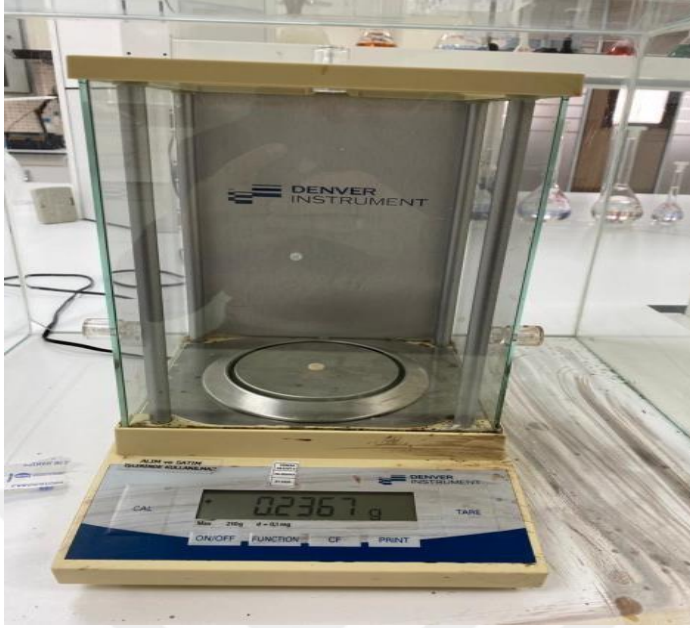
GARGARA ADI	GARGARA İÇERİĞİ	ÜRETİCİ FİRMA
Kloroben	%0.12 klorheksidin glukonat %0.15 benzidamin hidroklorür	Drogsan, Türkiye
Listerin Advanced White	Aqua,tetrapotasyum pyrofosfat,pentasodyum trifosfat,alkol,sorbitol,timol, mentol,sodyum sakkarin, sodyum florür	Johnson and Johnson, ABD
Colgate Plax	Aqua,gliserin,propilen glikol, setilpiridinyum klorit,sorbitol, sodyum,sakkarin,sodyum florid mentol,aroma	Colgate-Palmolive, ABD



Resim 3. Çalışmada Kullanılan Işık Cihazı



Resim 4. Çalışmada Kullanılan Sof-lex Diskler



Resim 5. Çalışmada Kullanılan Hassas Terazî



Resim 6. Çalışmada Kullanılan Etüv Cihazı



Resim 7. Çalışmada Kullanılan Spektrofotometre Cihazı

Tablo 4. Çalışmada Kullanılan Diğer Malzeme ve Cihazlar

Malzeme ve Cihaz	Üretici Firma
LED ışık cihazı	Woodpecker Led-G, Çin
Sof-lex polisaj diski	3M ESPE St.Paul, ABD
Hassas terazi	Precisa XB 220A, İsviçre
Elektronik kumpas	Jensen JP-1 jku 010, Almanya
Desikatör	EN025, Nüve, Türkiye
Etüv cihazı	Mikrotest mst 55 etüv cihazı / Türkiye
Spektrofotometre	VITA Zahnfabrik, Almanya

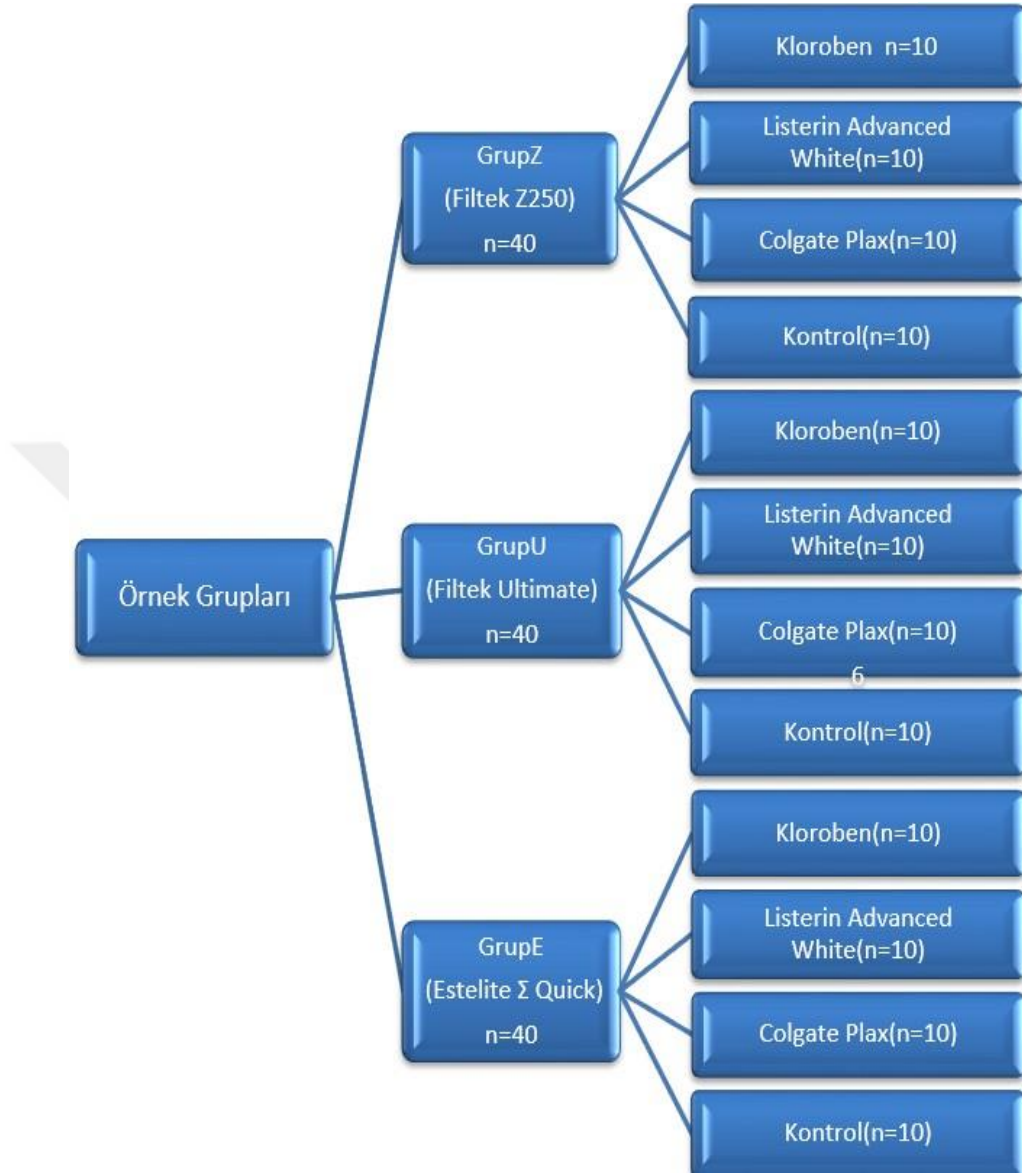
3.2. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda kullandığımız kompozit türlerinin her birinden 40'ar adet olacak şekilde toplam 120 adet örnek oluşturuldu. Örneklerin hazırlanması için yuvarlak disk şeklinde 10 mm çapında, 2 mm kalınlığında boşluk bulunduran plastik kalıplardan yararlanıldı. Bu kalıbın altına önce siman camı daha sonra şeffaf bant yerleştirildi. Kompozit rezinler, kalıbın içerisine hava boşluğu kalmayacak şekilde ağız spatülü yardımıyla yerleştirildi. Daha sonra şeffaf bant ve ardından siman camı ile hafifçe bastırılarak fazla materyalin taşması sağlandı, pürüzsüz bir yüzey elde edildi. LED ışık cihazı ile her kompozit çeşidi için üretici firmanın önerileri doğrultusunda polimerizasyon gerçekleştirildi. Işık cihazıyla kompozit arasındaki mesafenin standardizasyonu amacıyla 1mm kalınlığında cam kullanıldı. Polimerizasyon sırasında ışık cihazının başlığı cama dik bir şekilde tutuldu. Hazırlanan örneklerin polisajları Sof-lex diskler yardımıyla yapıldı. Daha sonra etüv içerisinde 37°C'de distile suda 24 saat boyunca bekletildi.

3.3. Örneklerin Ağız Gargaralarında Bekletilmesi

Bu çalışmada deney solüsyonları olarak; klorheksidin ve benzydamin hidroklorür esaslı antiseptik ağız gargarası Kloroben, beyazlatıcı içerikli ağız gargarası Listerin Advanced White, alkolsüz ağız bakım solüsyonu Colgate Plax ve kontrol grubu olarak distile su kullanıldı. Örnek disklerin her biri numaralandırılarak her kompozit rezin grubundan, bu solüsyonlarda bekletilmek üzere dört alt grup oluşturuldu (n=10). Belirlenen solüsyonlar 20 ml hacminde kapalı şişelere dolduruldu. Örnekler kendi gargara gruplarına göre bu şişelerde günde 2 kez 2 dk süre ile (12 saat aralıklarla) 14 gün boyunca bekletildi. Örnekler her seferinde gargaralardan çıkarıldıktan sonra yıkandı, bir sonraki daldırma işlemine kadar distile suda bekletildi. Kontrol grubundaki örnekler ise deney süresi boyunca distile suda bekletildi.

Tablo 5. Örneklerin Gruplandırılması



3.4. Örneklerin Renk Analizi ve Çözünürlüğün Hesaplanması

Örneklerin başlangıç renk ölçümleri spektrofotometre(Vita Easysshade V, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) cihazı kullanılarak, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Laboratuvarında gerçekleştirildi. Bu işlem karanlık bir odada beyaz zemin üzerinde yapıldı. Kompozit örneklerin her biri için üçer defa renk ölçümü tekrarlandı. CIELab renk sisteminde yer alan L*, a* ve b* değerleri tüm örnekler için teker teker kayıt altına alındı.

Başlangıç çözünürlük ölçümü için örnekler silika jel bulunduran desikatörde (EN025, Nüve, Türkiye) 37°C’de 22 saat, takiben etüvde (Mikrotest mst 55 etüv) 24°C’de 2 saat boyunca tutuldu. Ardından 0.0001 mg hassasiyetindeki terazide (Precisa XB 220A,İsviçre) örneklerin kuru ağırlığı ölçüldükten sonra 0.2 mg’dan yüksek ağırlık değişimi olup olmadığını tespit etmek suretiyle, aynı işlemler 24 saat sonra da tekrarlandı. Ağırlık kaybının 0.1 mg’dan daha düşük olduğu anlaşılan(ağırlığı sabitlenen) örneklerin her birinin başlangıç ağırlığı mikrogram cinsinden M1 olarak kayıt altına alındı. Örneklerin çapı ve kalınlığı kumpasla(Jensen JP-1 jku 010,Almanya) ölçüldü ve ortalamaları alındı. Böylelikle her örneğin ortalama çapı mm² cinsinden ve ortalama kalınlığı mm³ cinsinden hesaplanmış oldu.V=πr².h

14 gün sonunda örnekler yıkandı, kurutuldu ve başlangıçtaki koşullar altında tekrardan renk ölçümü yapıldı. İkinci değerler de kayıt altına alındı ve renk değişim değeri her örnek için aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı.

$$\Delta E = [(L1^* - L2^*)^2 + (a1^* - a2^*)^2 + (b1^* - b2^*)^2]^{1/2}$$

Çözünürlük ölçümlerinin tekrarı için, örneklerin sabit ağırlıklarını tekrar kazanabilmeleri amacıyla başlangıçtaki gibi 24 saat desikatörde tutuldu. Sabit ağırlık elde edilince, yeni değerler M3 olarak kayıt altına alındı. M1 ve M3 değerleri aşağıdaki formülde yerine yazılarak çözünürlük hesaplandı.

$W_{SL} (\mu g/mm^3) = M_1 (\mu g) - M_3 (\mu g) / V (mm^3)$ W_{SL}: Suda çözünürlük V: Örnek hacmi

3.5. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada elde edilen verilerin analizi Lisanslı IBM SPSS Statistics Version 21 paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin birim sayıları gözönüne alınmış normal dağılıp dağılmadıklarına Shapiro Wilk's testiyle bakılmıştır. Gruplararasıdaki farklılıklar analiz edilirken normal dağılım olmadığında Kruskal Wallis HTestinden faydalanılmıştır. İki'den fazla grupların karşılaştırılmasında anlamlı farklılık görüldüğü durumda Post-Hoc testler (Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi) kullanılarak hangi gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Veriler değerlendirilirken anlamlılık değeri olarak 0,05 kullanılmış; $p < 0,05$ bulunması halinde anlamlı bir farklılık bulunduğu, $p > 0,05$ bulunması halinde ise anlamlı bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. ΔE Değerleri

Ağız gargaraları ve distile suya daldırma sonrasında tüm örneklerde değişen miktarlarda renk değişimi görüldü. Kullanılan kompozit gruplarına göre ortalama renk değişimi değerleri Tablo 6’da gösterilmiştir. ΔE değerleri bakımından kompozit grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). 3M Filtek Ultimate (FU) grubunun ΔE değeri 3M Filtek Z250 (FZ250) ve Tokuyama Estelite Sigma Quick (ESQ) gruplarına oranla anlamlı derecede düşüktür. 3M Filtek Z250 ve Tokuyama Estelite Sigma Quick grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 6. ΔE Değerleri Bakımından Kompozit Gruplarındaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu

		Kompozit Grubu						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mea n	Median	Min	Max	Sd	Mea n Rank	H	p
ΔEdeğerleri	FU	40	4,45	4,32	2,49	8,49	1,24	39,66	25,458	0,001
	FZ250	40	6,21	6,34	3,19	8,35	1,36	78,63		
	ESQ	40	5,6	5,22	2,54	9,97	1,84	63,21		
	Toplam	120	5,42	5,25	2,49	9,97	1,66	3M UltiToku 3M Ulti-3M Z250		

Ağız gargaraları ve distile su değerlendirildiğinde ΔE değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Colgate Plax (C Plax) solüsyonunun ΔE değeri Kloroben (K) ve Listerin Advanced White (LAW) solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür. Diğer solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (Tablo 7).

Tablo 7. ΔE Değerleri Bakımından Solüsyonlardaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu

		Solüsyon						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	Mean Rank	H	P
ΔE değerleri	K	30	5,7	5,31	3,45	8,35	1,45	67,35	15,643	0,001
	LAW	30	6,06	6,1	3,06	8,49	1,57	74,28		
	C Plax	30	4,48	4,14	2,54	7,65	1,29	40,67		
	Distile Su	30	5,45	4,89	2,49	9,97	1,92	59,7		
	Toplam	120	5,42	5,25	2,49	9,97	1,66	Colgate-Kloroben Colgate-Listerin		

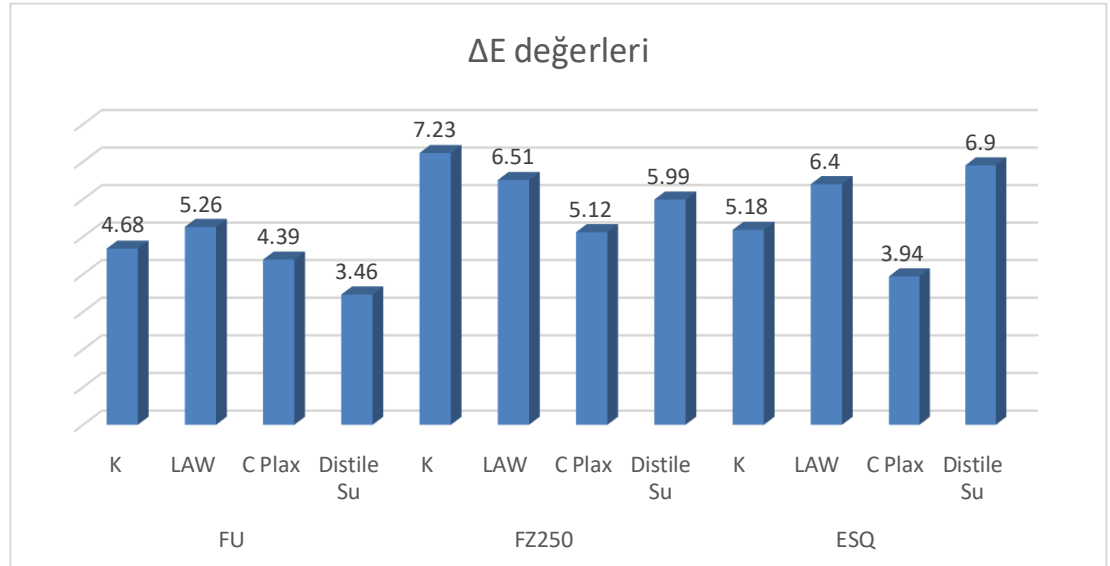
3M Filtek Ultimate kompozit grubunda ΔE değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). 3M Filtek Ultimate kompozit grubunda Kloroben ve Listerin Advanced White solüsyonlarının ΔE değeri Distile Su solüsyonuna göre anlamlı derecede yüksektir (Tablo 8).

3M Filtek Z250 kompozit grubunda ΔE değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). 3M Filtek Z250 kompozit grubunda Colgate Plax solüsyonunun ΔE değeri Kloroben solüsyonuna göre anlamlı derecede düşüktür (Tablo 8).

Tokuyama Estelite Sigma Quick kompozit grubunda ΔE değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Tokuyama Estelite Sigma Quick kompozit grubunda Colgate Plax solüsyonunun ΔE değeri Listerin Advanced White ve Distile Su solüsyonlarına göre anlamlı derecede düşüktür (Tablo 8).

Tablo 8. Kompozit Gruplarında ΔE Değerleri Bakımından Solüsyonlardaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu

		ΔE değerleri						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	Mean Rank	H	P
FU	K	10	4,68	4,53	3,56	5,87	0,78	24,7	12,373	0,006
	LAV	10	5,26	4,95	3,06	8,49	1,83	25,8		
	C Plax	10	4,39	4,52	3,08	5,47	0,79	22		
	Distile Su	10	3,46	3,67	2,49	3,81	0,46	9,5		
	Toplam	40	4,45	4,32	2,49	8,49	1,24	Distile su-Kloroben Distile su-Listerin		
FZ250	K	10	7,23	7,52	5,28	8,35	1,08	29,05	10,884	0,012
	LAV	10	6,51	6,34	5,79	8,03	0,67	22,5		
	C Plax	10	5,12	5,28	3,19	7,65	1,56	12,4		
	Distile Su	10	5,99	6,08	4,63	7,57	1,16	18,05		
	Toplam	40	6,21	6,34	3,19	8,35	1,36	Colgate-Kloroben		
ESQ	K	10	5,18	5,13	3,45	6,9	0,98	18,6	16,883	0,001
	LAV	10	6,4	6,49	3,55	8,42	1,75	25,95		
	C Plax	10	3,94	3,85	2,54	7,05	1,22	8,95		
	Distile Su	10	6,9	7,14	4,2	9,97	1,81	28,5		
	Toplam	40	5,6	5,22	2,54	9,97	1,84	Colgate-Listerin Colgate-Distile su		



Şekil 11. Kompozit Gruplarında ve Solüsyonlarda ΔE Değerleri Bakımından Farklılıklar

Kloroben solüsyonunda ΔE değerleri bakımından kompozit grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Kloroben solüsyonunda 3M Filtek Ultimate ve Tokuyama Estelite Sigma Quick kompozit gruplarının ΔE değeri 3M Filtek Z250 kompozit grubuna göre anlamlı derecede düşüktür (Tablo 9).

Listerin Advanced White ve Colgate Plax solüsyonlarında ΔE değerleri bakımından kompozit grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

Distile su solüsyonunda ΔE değerleri bakımından kompozit grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Distile su solüsyonunda 3M Filtek Ultimate kompozit grubunun ΔE değeri 3M Filtek Z250 ve Tokuyama Estelite Sigma Quick kompozit gruplarına göre anlamlı derecede düşüktür (Tablo 9).

Tablo 9. Solüsyonlarda ΔE Değerleri Bakımından Kompozit Gruplarındaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu

		ΔE değerleri						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	Mean Rank	H	p
K	FU	10	4,68	4,53	3,56	5,87	0,78	9,4	16,034	0,001
	FZ250	10	7,23	7,52	5,28	8,35	1,08	24,4		
	ESQ	10	5,18	5,13	3,45	6,9	0,98	12,7		
	Toplam	30	5,7	5,31	3,45	8,35	1,45			
LAV	FU	10	5,26	4,95	3,06	8,49	1,83	10,9	4,16	0,125
	FZ250	10	6,51	6,34	5,79	8,03	0,67	18,3		
	ESQ	10	6,4	6,49	3,55	8,42	1,75	17,3		
	Toplam	30	6,06	6,1	3,06	8,49	1,57			
C Plax	FU	10	4,39	4,52	3,08	5,47	0,79	15,85	4,964	0,084
	FZ250	10	5,12	5,28	3,19	7,65	1,56	19,7		
	ESQ	10	3,94	3,85	2,54	7,05	1,22	10,95		
	Toplam	30	4,48	4,14	2,54	7,65	1,29			
Distile Su	FU	10	3,46	3,67	2,49	3,81	0,46	5,5	19,865	0,001
	FZ250	10	5,99	6,08	4,63	7,57	1,16	19,1		
	ESQ	10	6,9	7,14	4,2	9,97	1,81	21,9		
	Toplam	30	5,45	4,89	2,49	9,97	1,92			

4.2. Çözünürlük

Çözünürlük değerleri bakımından kompozit grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Tablo 10. Çözünürlük Değerleri Bakımından Kompozit Gruplarındaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu

		Kompozit Grubu						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	Mean Rank	H	p
Çözünürlük Değerleri	FU	40	3,55	2,98	0	9,96	2,62	53,94	5,312	0,07
	F Z250	40	4,85	4,98	0	9,96	2,83	70,65		
	ESQ	40	3,56	3,98	0	7,96	2,31	56,91		
	Toplam	120	3,99	3,98	0	9,96	2,65			

Çözünürlük değerleri bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Kloroben, Colgate Plax ve Listerin Advanced White solüsyonlarının çözünürlük değerleri distile su solüsyonuna göre anlamlı derecede yüksektir. Diğer solüsyonlar arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 11. Çözünürlük Değerleri Bakımından Solüsyonlardaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu

		Solüsyon						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	Mean Rank	H	p
Çözünürlük Değerleri	K	30	4,21	4,48	0	9,96	2,23	64,75	51,424	0,001
	LAV	30	5,71	5,97	0	9,96	2,69	82,12		
	C Plax	30	4,78	4,98	0,96	8,96	2,12	72,38		
	Distile Su	30	1,25	0,99	0	2,98	0,74	22,75		
	Toplam	120	3,99	3,98	0	9,96	2,65			

3M Filtek Ultimate kompozit grubunda çözünürlük değerleri açısından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). 3M Filtek Ultimate kompozit grubunda Colgate Plax ve Listerin Advanced White solüsyonlarının çözünürlük değeri distile suya göre anlamlı derecede yüksektir (Tablo 12).

3M Filtek Z250 kompozit grubunda çözünürlük değerleri açısından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). 3MFiltek Z250 kompozit grubunda Kloroben, Colgate Plax ve Listerin Advanced White solüsyonlarının çözünürlük değeri distile suya göre anlamlı derecede yüksektir (Tablo 12).

Tokuyama Estelite Sigma Quick kompozit grubunda çözünürlük değerleri açısından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Tokuyama Estelite Sigma Quick kompozit grubunda Kloroben, Colgate Plax ve Listerin Advanced White solüsyonlarının çözünürlük değeri distile suya göre anlamlı derecede yüksektir (Tablo 12).

Tablo 12. Kompozit Gruplarında Çözünürlük Değerleri Bakımından Solüsyonlardaki Farklılığa İlişkin Analiz Sonucu

		Çözünürlük Değerleri						Kruskal Wallis H Testi		
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	Mean Rank	H	p
FU	K	10	3,28	2,98	0	7,96	2,49	19,6	14,694	0,002
	LAV	10	4,78	4,98	0	9,96	2,92	25,7		
	C Plax	10	4,97	4,98	0,96	7,96	2,11	27,3		
	Distile Su	10	1,17	0,96	0	1,99	0,64	9,4		
	Toplam	40	3,55	2,98	0	9,96	2,62			
FZ250	K	10	4,98	4,48	2,98	9,96	2,2	21,4	23,798	0,001
	LAV	10	7,47	7,96	3,98	9,96	1,95	31,1		
	C Plax	10	5,37	5,48	0,99	8,96	2,36	23,2		
	Distile Su	10	1,58	1,99	0	2,98	0,85	6,3		
	Toplam	40	4,85	4,98	0	9,96	2,83			
ESQ	K	10	4,38	4,98	0,99	5,97	1,83	24,65	17,133	0,001
	LAV	10	4,88	5,97	0	7,96	2,41	27,05		
	C Plax	10	3,98	3,98	0,99	6,97	1,82	22,6		
	Distile Su	10	0,99	0,99	0	1,99	0,66	7,7		
	Toplam	40	3,56	3,98	0	7,96	2,31			



Şekil 12. Kompozit Gruplarında ve Solüsyonlarda Çözünürlük Değerleri Bakımından Farklılıklar

Listerin Advanced White solüsyonunda çözünürlük değerleri açısından kompozit grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Listerin Advanced White solüsyonunda 3M Filtek Ultimate ve Tokuyama Estelite Sigma Quick kompozit gruplarının çözünürlük değeri 3M Filtek Z250 kompozit grubuna göre anlamlı derecede düşüktür.

5. TARTIŞMA

Kompozit rezinler, restoratif diş hekimliği alanında kullanılan estetik restorasyon materyallerinden biridir. Bu materyallerin renk stabilitesi ve maruz kaldığı çeşitli kimyasal maddelere karşı çözünürlüğü, estetik restorasyonların klinik ömrünü etkileyen önemli etmenlerdendir (179). Bundan dolayı günümüze kadar kompozit materyallerinin renk stabilitesi ve çözünürlüğü üzerine çok sayıda araştırma gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızın özgünlüğünü; alkollü, alkolsüz ve beyazlatıcı içerikli güncel gargaraların, nanofil, nanohibrit ve mikrohibrit içerikli farklı tip kompozitler üzerindeki renk değişimi ve çözünürlük etkisinin incelenmesinin oluşturduğu düşünülmektedir.

Son yıllarda yapılan araştırmalara göre restorasyonlarda meydana gelen gözle görülür renk değişikliklerinin ön bölgedeki kompozit restorasyonların yenilenmesindeki en önemli sebeplerden biri olduğu bildirilmiştir (179). Ağızdaki rezin restorasyonlar genellikle 4 yıl içerisinde renklenmeden dolayı yenilenmektedir. Kompozit restorasyonların içeriğindeki rezin matriks tipi, doldurucu partiküllerin boyutu ve oranı, polimerizasyon türü, maruz kaldığı renklendirici maddenin tipinin renk değişimi üzerinde etkili olduğu önceki çalışmalarda ortaya konmuştur (175). Restoratif materyallerin renk değiştirme potansiyellerini anlamak ve buna göre günlük diyet, ilaç kullanımı ve gargara kullanımına karar vermek önemli bir husustur.

Kompozit restorasyonların uzun süre ağızda kalabilmesi için ağız ortamındaki yıkıma karşı direnç göstermesi gerekmektedir. Restoratif materyallerin çözünürlüğü ile ilgili bilgi edinmek onların ağız içerisindeki davranışlarını tahmin etmekte fayda sağlar. Çözünürlük olayı, tüm restoratif maddelerin fiziksel, kimyasal ve mekanik yapılarını etkilemektedir. Kompozit restorasyonların su absorpsiyonu ve buna bağlı suda çözünürlüğü; biyolojik yapılarında değişikliğe, estetik kayıplara, marjinal ve yüzey özelliklerinin bozulmasına neden olmaktadır. Polimer yapılı materyallerin klinisyenlerin en sık kullandıkları restoratif materyaller olduğu göze çarpmaktadır. Normal koşullarda bu materyallerin özelliklerini ağız içerisinde bozulmadan devam

ettirmeleri beklenir (180). Fakat polimer yapısının hidrofilik özellikte olması bu materyaller açısından bunu her daim mümkün kılmamaktadır. Zaman geçtikçe materyal yapısında bir miktar su absorpsiyonu veya çözünme gözlenmektedir (181). Bu olay sonucunda da restorasyonların klinik başarısının düşeceği bildirilmiştir. Bu nedenlerden ötürü çalışmamızda üç farklı ağız gargarasının farklı içeriklere sahip üç kompozit çeşidi üzerindeki renk değişimi ve çözünürlüğü değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda çürük dişlerin tedavisi, dişlerde renklenmeler, aşınmalar, kırık tedavileri, diastema kapatılması gibi birçok restorasyon işlemlerinde yaygın olarak kullanılan nanofil, nanohibrit ve mikrohibrit kompozit rezinler kimyasal yapıları ve doldurucu içeriğindeki farklılıklardan dolayı tercih edilmişlerdir. Kloroben, Listerin Advanced White ve Colgate Plax materyalleri; Türkiye’de kullanımı yaygın olan güncel gargaralar arasından kimyasal içerikleri (alkol, ağartıcı ajan), pH değerleri gözönünde bulundurularak test solüsyonu olarak seçilmişlerdir. Distile su ise kompozit restorasyonların ağız ortamında maruz kaldığı tükürük, oral sıvılar, su gibi nemli bir ortamı yansıtmayı amacıyla kontrol grubu olarak seçilmiştir. Çalışmamızda hazırlanan örnekler distile suda 24 saat bekletilmenin ardından solüsyonlara bırakılmıştır (182). Bu işlemin amacı, kompozit rezinin bünyesinde bulunan tepkimeye girmemiş bileşenlerin ayrılmasını (183) ve polimerizasyonu takiben sertleşmeyi sağlamaktır(184).

Kompozit rezinlerin renk değişim derecesi ve çözünürlüklerinin dış etkenlere maruz kalma süreleriyle bağlantılı olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Literatürde, ağız gargaralarının farklı restoratif materyallerin renk değişimi veya yüzey özelliklerine olan etkisinin incelendiği çalışmalarda örneklerin solüsyonlara daldırılma süreleri farklılık göstermektedir. Bu süreler farklı çalışmalarda günde 1 dk boyunca 60 gün süreyle daldırılmadan, 28 gün boyunca örneklerin sürekli solüsyonlar içerisinde bekletilmesine kadar değişiklik göstermektedir. Laboratuvar çalışmalarında çoğunlukla kullanılan 12 saat süreyle daldırma, 1 yıl boyunca günde 2 dk gargara kullanımına eşdeğer kabul edilmektedir (185). Ancak günlük hayatta gargaralar ortalama günde iki kez 1-2 dk kullanılmaktadır. Bunun haricinde dişler ve restorasyonlar tükürük ile temastadır. Tükürük temizleme özelliği sayesinde dişler ve restorasyonlarda meydana gelebilecek renklenmeleri azaltır. Bu nedenle ağız gargaralarıyla sürekli temasın tükürüğün temizleyici etkisini bertaraf ettiği

düşünülmektedir. Çalışmamızda günlük kullanımı taklit edecek şekilde günde iki kez iki dk boyunca 14 günlük süreyle örnekler gargaralara daldırılmıştır. pH değişikliklerinin difüzyonu ve buna bağlı olarak çözünürlüğü ve renk değişikliğini etkileyebileceği bilindiğinden dolayı çalışmamızda kullanılan solüsyonlar pH seviyesindeki varyasyonları engellemek amacıyla 12 saat aralıklarla değiştirilerek her seferinde taze solüsyon kullanılmıştır (186). Restoratif materyallerin polimer matriks yapısı, partikül büyüklüğü ve dağılımının yanında, saklama ortamı ile sıcaklığın da çözünürlüğü etkileyen faktörler arasında olduğu belirlenmiştir (187). Bu bilgiler ışığında, çalışmamızda sabit sıcaklık sağlanıp oral ortamın taklit edilmesi amacıyla; test örnekleri, hazırlandıktan sonra ve solüsyonlara daldırılma esnasında 37°C'de etüvde bekletildi.

Daha önce yapılan çalışmalarda kompozit rezinlerin yetersiz polimerizasyonunun renklenmeyi etkilediği gösterilmiş, ekstra polimerizasyon işleminin renklenmeyi azalttığı bildirilmiştir (188,189). Çalışmamızda polimerizasyon sürelerinin sonuçları etkilemesini önlemek amacıyla; tüm örnekler üretici firmanın talimatlarına göre polimerize edildi. Polimerizasyon sonrası rezin yüzeyinde meydana gelen oksijen inhibisyon tabakasının renklenmeye neden olduğu bildirilmiştir (190). Hem bu tabakanın oluşmasını önlemek hem de düzgün bir yüzey oluşturmak amacıyla örneklerin her iki yüzeyine şeffaf bant yerleştirilerek polimerize edildi.

Price ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada; ağız içerisinde ışık cihazının restorasyonla arasındaki uzaklığın sıfır olamayacağını ve klinik şartlarının taklidi amacıyla belli bir mesafeden ışık uygulanması gerektiğini ifade etmiştir (191). Aynı zamanda polimerizasyon esnasında ışık uzaklığını standardize etmek amacıyla ışık cihazı ve örnekler arasına cam lamel yerleştirildi.

Yapılan çalışmalarda çoğunlukla çapı 10 mm veya 15 mm; kalınlığı ise 1 mm, 2 mm veya 4 mm olan örneklerin kullanımına rastlanmaktadır. Çalışmamızda kullanılan örneklerin çapı, ışık cihazının 11 mm çapındaki ucundan daha büyük olmaması için 10 mm olarak hazırlandı. Örneklerin kalınlığı ise kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliğinin en fazla 2 mm olması dolayısıyla 2 mm olarak belirlendi. Her örnekten sonra, LED ışık cihazının ışık yoğunluğu radyometre ile kontrol edildi.

Yüzey düzgünlüğünün kompozit rezinlerin renk stabilitesinde etkili en önemli

unsurlardan biri olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar özensiz bitirme ve cila işlemlerinin restorasyonların renk stabilitesini negatif yönde etkilediğini ortaya koymuştur (192). Barbosa ve arkadaşları da, farklı polisaj sistemlerinin (elmas ve 12-30 bıçaklı karbit frezler, Super-Snap ve Sof-lex bitim diskleri, cila lastikleri) farklı yapıdaki kompozit rezin materyallerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında, en ideal yüzeylerin Sof-Lex disk sistemi kullanımıyla sağlanabildiğini vurgulamıştır (193). Çalışmamızda polimerizasyondan sonra alüminyum oksit içerikli diskler (Sof-Lex TM XT, 3M ESPE) ile örneklerin bitirme işlemi gerçekleştirildi.

Restorasyonlarda hem içsel hem dışsal etkenler kaynaklı renk değişimleri görsel olarak veya enstrümental tekniklerle (kalorimetre veya spektrofotometre) analiz edilebilmektedir. Gözlemciler arasında renk algısındaki tutarsızlıklar nedeniyle görsel renk değerlendirmesi güvenilir değildir. Brewer ve ark. spektrofotometre kullanımının kalorimetreye oranla renk analizinde daha doğru sonuçlar verdiğini kaydetmişlerdir (194). Bu nedenle çalışmamızda renk ölçümlerinde 400-700 nm dalga boyu arasındaki renkleri standart tekrarlara olanak sağlayacak şekilde ölçebilen ve güvenilir sonuçlar veren, Lab değerlerinin Vita skalasındaki karşılığını da gösterebilen Vita Easyshade V spektrofotometre tercih edildi. Mevcut çalışmalarda, ölçüm yapılan yüzeyin ışıklandırılmasının ve ölçüm sırasında örneğin konulduğu zeminin renginin, sonuçları etkilediği bildirilmiştir (195). Çalışmamızda ölçümler özel olarak hazırlanmış karanlık odada beyaz arka plan kullanılarak standart aydınlatma koşullarında gerçekleştirildi. Böylece aydınlatma ve zemin renginin çalışma sonuçlarına etkisi bertaraf edildi.

CIELab ve CIEDE 2000 sistemleri renk değişikliği analizinde en sık kullanılan sistemler olduğu bildirilmiştir. Renk değişikliğiyle ilgili çalışmalar gözönüne alındığında, en fazla kullanılan CIE Lab sistemi yeterli görülse de, CIEDE 2000 sisteminin renk farklılıklarını saptamada daha hassas olduğu bildirilmiştir (196). Bu sebeple çalışmamızdaki renk değişimi hesaplamalarında CIEDE 2000 sistemi kullanıldı.

Mevcut çalışmalarda renk değişimi iki ölçüm arasındaki renk değerleri farkının (ΔE) sayısal ifadesi ile belirlenmiştir (197). ΔE değerinin 1'in altında olduğu renk değişiklikleri insan gözü tarafından algılanamamaktadır. American Dental Association(ADA)'a göre renk değişiminin görsel olarak ayırt edilebilmesi için ΔE

değerinin 1'in üstünde olması gerekmektedir. Paravina ve ark. CIE Lab sisteminde 3.7'den düşük, CIEDE 2000 sisteminde de 3,1'den düşük olan ΔE değerlerini renk değişimi açısından anlamsız olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmamızda CIEDE 2000 sistemi baz alınarak ΔE 'nin 3,1'den büyük olduğu değerlerin renk değişimi açısından kayda değer olduğu kabul edildi.

Dental restoratif maddelerin renklenme derecelerine yönelik gerçekleştirilen çok sayıda çalışmada, 1-3 arasındaki ΔE değerlerinin insan gözü ile algılanamadığı, 3,3'ten büyük ΔE değerlerinin ise klinik olarak kabul edilemez miktarda olduğu bildirilmiştir (198). Çalışmamız sonucunda tüm gargaralarda ve distile suda bekletilen kompozit gruplarında kabul edilebilir seviyenin üzerinde bir renk değişimi tespit edildi. Ağız gargaralarının bünyesinde yer alan alkol ve organik asitlerin, rezin matriksin yapısını bozduğu önceki çalışmalarda bildirilmiştir (199). Aynı zamanda, restoratif materyaller ile sert ve yumuşak dokular üzerinde Klorheksidin'in renklendirici etkisinin var olduğu da bilinmektedir (200).

Çalışmamızda kullandığımız distile su ve gargaralar içerisinde bekletilen tüm kompozit gruplarında anlamlı ölçüde renk değişimi izlendi. Alkol ihtiva etmeyen bir ağız gargarası olan Colgate Plax'ın; Filtek Z250 kompozit materyali üzerinde Kloroben gargaraya göre, Estelite Sigma Quick kompozit materyali üzerinde ise Listerin Advanced White gargaraya ve distile suya göre anlamlı derecede daha düşük renk değişimine neden olduğu bulundu. Estelite Sigma Quick grubunda Colgate Plax'ın distile suya göre anlamlı seviyede daha az renk değişimine neden olması çalışmamızın önemli bir bulgusu olarak değerlendirilmektedir. Distile suyun renklenmeyi etkilemesi ve gargaralarla aynı etkiyi sergileyebilmesi çalışmamızın ilgi çekici tarafı olmuştur.

Geurtsen ve ark., ağız çalkalama solüsyonlarının distile sudan farklı bir etkiye sahip olmadığını ve ağız çalkalama solüsyonlarının su komponentinin renk değişimlerini etkileyebileceğini bildirmişlerdir (201).

Colgate Plax içeriğinde, geniş spektrumlu antiseptik bir ajan olan Setilpridinyum Klorür ihtiva etmektedir. Setilpridinyum Klorür diş eti enflamasyonlarının önlenmesi, ağız kokusunun geçici olarak giderilmesi ve deterjan etkisi sayesinde alkol içermeyen ağız gargaralarına eklenmektedir (202). Ancak geçmiş çalışmalarda,

Setilpiridinyum Klorürün restoratif materyallerin yüzeylerinde pürüzlendirme ve renklendirme etkisi yarattığı bildirilmiştir (203).

Listerin Advanced White ise hidrojen peroksit ihtiva etmeyen, içeriğindeki tetrapotasyum pirofosfat gibi kimyasal ajanlar sayesinde beyazlatıcı etkisi olduğu bildirilen bir gargara çeşidi olarak piyasada yer almaktadır. Daha önceki çalışmalarda renklendirilmiş kompozit rezinler üzerinde ağartıcı etkisi olduğu gösterilmiştir (204). Çözücü olarak içeriğine ilave edilen etanol bir alkol türevidir. Gürdal ve ark. gargaraaların içerisinde bulunan etanolün, kompozit rezinlerde su emerek yumuşamaya ve böylece materyalde klinik olarak fark edilebilir düzeyde renk değişikliği meydana getirdiğini bildirmişlerdir (205). Listerin Advanced White ağız gargarasına daldırılan örneklerin ΔE değerlerinde azalma gözlenmesi beklenirken böyle bir etkinin aksine artış gözlenmesi, içeriğinde hidrojen peroksit benzeri güçlü bir beyazlatıcı ajanın bulunmamasının yanı sıra, alkol ve organik asitler gibi renklendirici ajanlar içermesi olarak açıklanabilir.

Colgate Plax ve Listerin Advanced white içeriğinde flor bulundurmaktadır. Gargaralara remineralizasyon etkisi amacıyla eklenen florürün kompozit materyallerde bir dereceye kadar renk değişimine katkıda bulunduğu daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir (206).

Kloroben, dental plak önleyici etkisi, periyodontal enfeksiyonların önlenmesi gibi nedenlerle hekimler tarafından sıkça tavsiye edilen bir gargara çeşididir. İçeriğinde yer alan klorheksidinden kaynaklı renk değişimi, solüsyonun iyi bilinen yan etkilerinden biridir.

Gargara grupları arasında Listerin Advanced White gargaranın pH değeri 6.15, Colgate Plax'ın pH değeri 5.9, Kloroben'in pH değeri ise 5.5'dir. Tüm bu gargara gruplarının pH değerleri birbirine yakın olup düşük pH'lı yani asidik olarak tanımlanır. Çeşitli çalışmalarda pH değerinin düşmesi ve alkol oranının artmasıyla gargaralarda renklenmenin arttığı bildirilmiştir. Colgate Plax'ın Klorobene oranla daha yüksek Ph değerine sahip olup daha az renklenme yaratması bu bilgiyi desteklemektedir. Ancak Listerin Advanced White'a göre pH değeri düşük olmasına rağmen daha az renk değişimi göstermiştir. Bu durum Listerin Advanced White'ın içeriğindeki etanol gibi farklı kimyasal maddelerin renk değişiminde daha etkili olması ile açıklanabilir.

Literatürde gargaraların kompozit rezinler üzerindeki renklenme etkilerinin araştırıldığı birçok çalışmada bu durumun yalnızca gargarada bulunan düşük pH değeri ve alkol içeriğinin bir sonucu olmadığı, gargaraların rezin yüzeyiyle etkileşimini takiben yüzey pürüzlülüğün önemli seviyede artış gösterdiği ve bunun sekonder sonucu olarak renklenme oranının arttığı bildirilmiştir (206).

Restoratif materyallerin renk stabilitesi üzerinde rezin matriks yapısının önemi daha evvel yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Ardu ve ark. kompozit rezinlerin renklenme miktarlarının rezinin markası ve içeriğine bağlı olarak değiştiğini öne sürmüşlerdir (207). Çalışmamızda incelenen kompozit materyallerinin rezin matrisi içinde, renklenmeye karşı Üretan dimetakrilata oranla daha yatkın olduğu bildirilen Bis-GMA ile hidrofilitesi yüksek olan TEGDMA bulunmaktadır (208). Filtek Ultimate ve Filtek Z250 gruplarında ise Estelite Sigma Quick'den farklı olarak daha hidrofobik olan UDMA ve Bis-EMA bulunmaktadır.

Rezin matriks içeriğine ilaveten kompozit rezinlerin doldurucu türü ve oranı da renk stabilitesi üzerinde etkilidir. Yüzeydeki inorganik doldurucular, zamanla rezin matriksten ayrılarak o bölgede bir boşluk meydana gelebilir. Bu boşlukların miktarı arttıkça yüzey pürüzlülüğünde bir artış gerçekleşecektir. Nano doldurucuya sahip kompozit rezinler çok küçük boyutta doldurucu partiküller içerdikleri için yüzeyden uzaklaştıklarında diğer materyallere kıyasla daha düşük seviyede yüzeysel renklenmeye uğramaları beklenmektedir. Bazı araştırmacılar bu tür kompozitlerde doldurucu oranının artmasının rezin matriks oranını azaltarak daha düşük miktarda renklenmeye sebep olduğunu bildirmişlerdir. Polisaj işleminden sonra büyük boyuttaki partiküllerin daha pürüzlü yüzeyler meydana getirdiği ve su absorpsiyonuna daha yatkın olduğu bundan ötürü de daha fazla renklenme meyli gösterdiği de bildirilmiştir (209).

Çalışmamız sonucunda Kloroben gargara içinde Filtek Ultimate grubu, Filtek Z250 grubuna göre düşük; distile su içinde ise Filtek Ultimate grubu, Filtek Z250 ve Estelite Sigma Quick gruplarına göre anlamlı derecede daha düşük renk değişimi gösterdi. Listerin Advanced White ve Colgate Plax gargaralarında ise kompozit grupları arasında renk değişimi bakımından anlamlı fark görülmemesine rağmen yine Filtek Ultimate en düşük renk değişimi gösteren kompozit materyali olarak belirlendi.

Bu sonucun nanofil yapıdaki Filtek Ultimate kompozit grubunun mikrohibrit tipte doldurucu içeren Filtek Z250 kompozite göre daha küçük partikül boyutlarına sahip olması ve nanohibrit yapıdaki Estelite Sigma Quick'ten farklı olarak da hem ortalama partikül büyüklüğünün daha düşük olması hem de renk değişimine dayanıklılığı Bis-GMA ve TEGDMA'ya göre daha fazla olan UDMA ile Bis-EMA içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca Kloroben gargara içerisinde Filtek Z250 grubunun diğer kompozit gruplarına göre anlamlı ölçüde fazla renk değiştirdiği gözlemlendi. Bu sonucun da yine mikrodoldurucuların nanodolduruculara göre olan daha büyük partikül boyutuyla ilişkilendirilmektedir. Rezin kompozitlerin içerdikleri inorganik partikül büyüklüklerinin azalmasıyla, renk stabilitesinin arttığı literatürde mevcut bir bilgidir (210).

Ertaş ve ark., yaptıkları çalışmada mikrohibrit kompozitlerin doldurucu partiküllerin büyüklüğüyle ilişkili olarak nanohibrit kompozitlere oranla daha fazla renklendiğini tespit etmişlerdir (195). Reddy ve ark. mikrohibrit kompozitlere oranla nanofil kompozit rezinlerin daha az renk değişimi gösterdiklerini rapor etmişlerdir (211). Ancak yapılan bir takım çalışmalar, kompozit rezinlerde azalan partikül boyutlarının, renk değişimini her daim azaltmayacağını göstermektedir (212). Awliya ve ark., yaptıkları çalışmada, nanodolduruculu kompozitlerin mikrohibritlere kıyasla daha fazla renklenmeye maruz kaldıklarını rapor etmişlerdir (213). Yine Villalta ve ark. kahve ve kırmızı şarapta beklettikleri nano kompozit rezinin, mikrohibrit kompozite kıyasla daha fazla renk değişimine maruz kaldığını bildirmişlerdir (214). Mazehari ve ark. ise çalışmalarında kullandıkları nanofil ve mikrohibrit kompozit rezinler arasında renklenme yönünden bir farklılık olmadığını ortaya tespit etmişlerdir (215). Çalışmamızda doldurucu partikül büyüklüğü en az olan nanofil kompozitte en az renk değişimi bulunarak literatür bilgisi desteklendi.

Yapılan araştırmalar sonucu, yüksek inorganik doldurucu oranına sahip kompozit rezinlerde daha az renk değişimi görüldüğü anlaşılmıştır (195). Bagheri ve ark. yaptıkları çalışmalarda yüksek doldurucu oranı ihtiva eden kompozitlerin en fazla renklenmeye maruz kaldıklarını gözlemledikleri halde, pek çok çalışmada saptandığı gibi doldurucu miktarı ile renk değişikliğinin direkt bağlantılı olmadığını bildirmişlerdir (169). Çalışmamızda da doldurucu oranı ile renklenme dayanıklılığı arasında doğrudan bir bağlantı saptanmayarak literatür bu açıdan desteklendi. Bu

sonucun, araştırılan materyallerin doldurucu oranı haricindeki niteliklerinin de renk stabilitesine etkili olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hidrofobik yapılı rezin kompozitlerin, hidrofilik yapılılardan daha fazla renk stabilitesi sergiledikleri ve TEGDMA'nın yüksek miktarda su absorpsiyonuna sahip olduğu bildirilmiştir. (200). Bagheri ve ark. içeriğinde UDMA bulunan mikrofil dolduruculu Durafil'in, UDMA içermeyen hibrit tipteki Charisma'dan daha az miktarda renk değişikliği sergilediğini saptamışlardır (169). Bizim çalışmamızda da Bagheri ve ark.'nın sonucuna benzer şekilde UDMA içeren Filtek Ultimate UDMA içermeyen Estelite Sigma Quick kompozit grubuna göre anlamlı ölçüde daha az renklenmiştir.

Rezin kompozitlerin çözünürlüğü; yapıdan uzaklaşan tepkimeye girmemiş monomerler, inorganik partiküller, oligomerler ve iyonların salınması ile açıklanır. Kompozit çözünürlüğü, aynı zamanda kompozitin su emilimi ile ilişkilidir, çünkü solventin polimere nüfuz etmesi gerekir, böylece sızabilir bileşenler materyalden dışarıya salınabilir (216). Çözünürlük miktarı üzerinde doldurucu partiküllerin oranı ve doldurucu partiküllerin rezin ile bağlantısı önemli bir yer tutar. Düşük miktarda doldurucu içeren kompozit rezinler polimer matriks içerisine hareket eden su moleküllerine daha fazla boşluk ve geçiş yolları yaratıp, sıvı emilimi için gerekli serbest hacmi ve su emilimini artırır. Su absorpsiyon mekanizmasına bağlı olarak da artık monomerlerin veya küçük polimer halkalarının rezinden kopmasıyla çözünürlük olayı meydana gelebilmektedir (175). Çalışmamızda kullandığımız kompozit rezinlerde bulunan TEGDMA, Bis-GMA ve UDMA gibi monomerler, su emilim alanları bulunan polar hidrofilik kısımlar (TEGDMA: etilen dioksit, Bis-GMA: hidroksil, UDMA: ürean) içerirler (217). Bis-GMA ve TEGDMA, UDMA'ya göre daha hidrofiliktir. UDMA, ürean gruplarının mevcudiyetinden dolayı daha az çözünürlüğe sahiptir. Khokhar ve ark., bileşiminde UDMA içeren kompozit rezinlerin daha düşük su emilimi gösterdiğini gözlemlemiştir (218). Bizim çalışmamızda ise diğer kompozit gruplarından farklı olarak UDMA içermeyen Estelite Sigma Quick, Filtek Ultimate kompozite göre daha fazla çözünürlük gösterdiğinden dolayı çalışma sonuçları örtüşmektedir.

Çalışmamızdaki tüm örneklerde elde edilen pozitif çözünürlük değerleri su

alımının çözünürlükten daha az olduğu ve ağırlık kaybı gerçekleştiği anlamına gelir ki bu da gerçek çözünürlük değerlerini elde ettiğimizi göstermektedir. Solüsyonlara daldırma işleminden sonra örneklerin desikatörde bekletilip emilen suyun tamamen uzaklaştırılması sağlanmasının, bu sonuç üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Çalışmamıza zıt olarak Değer ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada gargara ve distile suda beklettikleri kompozit rezinlerde negatif çözünürlük değerleri elde etmişlerdir (219).

Çalışmamızda kullandığımız Kloroben ve Colgate Plax gargaralarında bekletilen kompozit grupları arasında çözünürlük bakımından anlamlı farklılık bulunmadı. Bu sonucun kullandığımız kompozitlerin içeriğindeki doldurucu oranlarının (%78-82) benzerliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra; nanodolduruculu kompozitlerde nanoclusterları meydana getirmek için nanopartiküllerin oluşturduğu kombinasyonun doldurucu partiküller arasında yer alan boşlukları azalttığı, bunun da rezinde daha fazla doldurucu yüklenmesine sebep olup, mikrohibrid kompozitlere kıyasla su emilimi ve çözünürlüğü azalttığı bilinmektedir (172). Bizim çalışmamızda da Listerin Advanced White solüsyonunda bekletilen mikrohibrit tipteki 3M Filtek Z250 kompozit grubunda nanodoldurucu içeren diğer kompozit gruplarına oranla anlamlı ölçüde yüksek çözünürlük tespit edilmesi bu bilgiye dayandırılmaktadır.

Çalışmamızda kullandığımız solüsyonlar incelendiğinde tüm gargara gruplarında kontrol grubuna oranla anlamlı ölçüde daha fazla çözünürlük saptandı. Bu sonucun gargaraların ihtiva ettiği çeşitli maddelerle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda kullandığımız solüsyonlardan kontrol grubu hariç tüm solüsyonların pH 'ı 7'den küçüktür ayrıca içlerinden Listerin Advanced White alkol içermektedir. Düşük pH'lı solüsyonlar metakrilik asit üreterek zamanla enzimatik yıkıma neden olmaktadır (220). Bunun yanı sıra asit organik matriks içindeki pH 'ı düşürerek, dimetakrilat monomerlerden ester gruplarını hidrolize edip karboksilik asit ile alkol moleküllerini meydana getirir ve monomer ayrılmasını tetikleyebilir. Abu-Bakr ve ark. yaptıkları çalışma sonucunda solüsyonlarındaki asidik yapının kompozit rezinlerin yıkımında rolü olduğunu belirtmişlerdir (221). Alkol etkili bir dimetakrilat çözücüdür. Kompozit rezinlerin polimer matriksini yumuşatarak tepkimeye girmemiş monomer ve oligomer miktarını arttırarak çözünürlüğü etkileyebilmektedir (222). Solüsyon grupları arasında çözünürlük bakımından anlamlı fark görülmemesine rağmen Listerin

Advanced White en fazla çözünürlüğe neden olan solüsyon olarak belirlendi. Bu durumun Listerin Advanced White'ın alkol içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sarett ve ark.'ları, gargaraların içerisinde bulunan alkolün kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğünü artırdığını ifade etmişlerdir (223). Pereira ve arkadaşları da yaptıkları çalışmada alkol içeren gargaraların alkolsüz olanlara göre kompozit rezinler üzerinde daha fazla çözünürlüğe neden olduğunu tespit etmişlerdir (224).

Çalışmamız göstermiştir ki gargaraların kompozit rezinlerin renk değişimi ve çözünürlüğü üzerine etkileri materyal bağımlı olarak değişmektedir. Kompozitin organik matriksinin yapısı, doldurucu partiküllerin boyutu ve miktarına, ayrıca gargaraların kimyasal yapısı ve içeriğine bağlı olarak renk stabilitesi ve çözünürlük miktarı değişkenlik göstermiştir.

Çalışmamızın gerçekleştirildiği in vitro koşullar, besinler ve tükürük gibi faktörleri barındırmamasından ötürü ağız içi ortamdan farklıdır. Bu faktörler çalışmamızın kısıtlılığını oluşturmaktadır. Öte yandan, ağız ortamındaki sıcaklık ve pH değişiklikleri de materyallerin uzun süreli renk stabilitesini ve çözünürlük değerlerini etkileyebilir. Çalışmamızda durulama amaçlı herhangi bir simülatör kullanılmayıp, sadece daldırma yapılmıştır. Bu sınırlılıklar, çalışmamızın sonucuna etki etmesi muhtemel faktörlerdendir.

6. SONUÇ

1. Çalışmamız sonucunda renk değişimi açısından değerlendirilen tüm kompozit gruplarında, ağız gargaralarına daldırma sonrası, farklı değerlerde ve klinik olarak kabul edilemez düzeyde renk değişimi görüldü.

2. Kompozit rezinlerin renk stabilitesi; rezin matriksin yapısı ve doldurucu partikül büyüklüğü ile doğrudan ilişkili bulundu. Nanofil partikül yapısına sahip Filtek Ultimate en az renk değiştiren kompozit materyali olarak belirlendi.

3. Gargaraların kimyasal içeriği ve pH değerine göre renk stabilitesinin değiştiği görüldü. Kullandığımız Colgate Plax gargara ise en az renk değişimine neden olan gargara olarak belirlendi.

4. Çözünürlük açısından değerlendirildiğinde en fazla çözünürlük miktarı Listerin Advanced White gargarada gözlendi.

5. Listerin Advanced White gargarada Filtek Z250 en fazla çözünürlüğe maruz kalan kompozit materyali olarak belirlendi. belirlendi. Çözünme miktarı kompozit rezinin doldurucu partikül boyutuyla ilişkili bulundu

6. Bu çalışmanın sınırlamaları çerçevesinde kompozit materyallerde ağız gargaralarına maruziyet sonucu önemli seviyede renk değişimleri meydana gelebileceği ve ağız gargaralarının düzenli kullanımında, ağız içerisindeki mevcut restorasyonların renginin değişebileceği ve çözünürlüğün, restorasyonların klinik ömrünü etkileyebileceği düşünülerek, diş hekimleri tarafından hastalara gargara tavsiye edilirken gargaraların içeriğinin dikkate alınması gerektiği söylenebilir.

7. KAYNAKÇA

1. Al-Negrish, A. R. S. Composite resin restorations: a cross-sectional survey of placement and replacement in Jordan. *International dental journal*, 2002, 52(6), 461-468.
2. Mundim, F. M., Garcia, L. D. F. R., Cruvinel, D. R., Lima, F. A., Bachmann, L., & Pires-de, F. D. C. P. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *Journal of dentistry*, 2011, 39, e25-e29.
3. Özdaş, D. Ö., Kazak, M., Çilingir, A., Subaşı, M. G., Tiryaki, M., & Günel, Ş. Color Stability of composites after short-term oral simulation: an in vitro study. *The open dentistry journal*, 2016, 10, 431.
4. Celik, C., Yuzugullu, B., Erkut, S., & Yamanel, K. Effects of mouth rinses on color stability of resin composites. *European journal of dentistry*, 2008, 2(04), 247-253.
5. Ozer, S., Sen Tunc, E., Tuloglu, N., & Bayrak, S. Solubility of two resin composites in different mouthrinses. *BioMed research international*, 2014.
6. Dos Santos, P. A., Garcia, P. P. N. S., De Oliveira, A. L. B. M., Chinelatti, M. A., & Palma-Dibb, R. G. Chemical and morphological features of dental composite resin: Influence of light curing units and immersion media. *Microscopy research and technique*, 2010, 73(3), 176-181.
7. Al Sunbul, H., Silikas, N., & Watts, DC. Reçine bazlı kompozitler, çözücü depolama ile boyutsal değişim ve geri kazanım için benzer kinetik profiller gösterir. *Diş Malzemeleri*, 2015, 31 (10), e201-e217.
8. Curtis, A. R., Shortall, A. C., Marquis, P. M., & Palin, W. M. Water uptake and strength characteristics of a nanofilled resin-based composite. *Journal of dentistry*, 2008, 36(3), 186-193.

9. de Moraes Porto, I. C., Das Neves, L. E., De Souza, C. K., Parolia, A., & Barbosa dos Santos, N. A comparative effect of mouthwashes with different alcohol concentrations on surface hardness, sorption and solubility of composite resins. *Oral health and dental management*, 2014, 13(2), 502-506.
10. Bozkurt, F. Ö., Akalın, T. T., Gencay, G. E. N. Ç., & Ceyhan, Y. K. The effect of mouthrinses on color stability of sonicfill and a nanohybrid composite. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 2016, 50(2), 17-23.
11. Müller, H. D., Eick, S., Moritz, A., Lussi, A., & Gruber, R. Cytotoxicity and antimicrobial activity of oral rinses in vitro. *BioMed research international*, 2017.
12. Craig, R. G., Powers, J. M., & Wataha, J. C. Direct esthetic restorative materials. *Restorative dental materials*, 2000, 10, 267-80.
13. Roberson, T. M., Heymann, H., Swift, E. J., & Sturdevant, C. M. *Art and science of operative dentistry*, 1994.
14. Dayangaç, B. Kompozit rezin restorasyonlar. Güneş Kitabevi, 2000.
15. Jackson, RD ve Morgan, M. Yeni posterior reçineler ve: basitleştirilmiş bir yerleştirme tekniği. *The Journal of the American Dental Association*, 2000, 131 (3), 375- 383.
16. Puckett, A. D., Fitchie, J. G., Kirk, P. C., & Gamblin, J. Direct composite restorative materials. *Dental Clinics of North America*, 2007, 51(3), 659-675.
17. Patel, M. P., Braden, M., & Davy, K. W. M. Polymerization shrinkage of methacrylate esters. *Biomaterials*, 1987, 8(1), 53-56.
18. Brown D. The status of restorative dental materials. *Dent Update*; 1997, 24: 402-6
19. Combe, EC ve Burke, FJT. Doğrudan yerleştirme restorasyonları için çağdaş reçine bazlı kompozit malzemeler: paketlenebilirler, akışkanlar ve diğerleri. *Dental güncelleme*, 2000, 27 (7), 326-336.
20. Söderholm, KJ, Zigan, M., Ragan, M., Fischlschweiger, W., & Bergman, M. Dental kompozitlerin hidrolitik bozunması. *Journal of Dental Research* , 63 (10), 1984, 1248-1254.

21. Moszner, N., Fischer, U. K., Angermann, J., & Rheinberger, V. A partially aromatic urethane dimethacrylate as a new substitute for Bis-GMA in restorative composites. *Dental Materials*, 2008, 24(5), 694-699.
22. Rueggeberg, F. A. From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2002, 87(4), 364-379.
23. Minguez, N., Ellacuria, J., Soler, JI, Triana, R., & Ibaseta, G. Kompozit reçinelerin tarihindeki gelişmeler. *Diş Hekimliği Tarihi Dergisi*, 2003, 51 (3), 103-105.
24. Anusavice, K. J. Challenges to the development of esthetic alternatives to dental amalgam in an academic research center. *Acad Dent Mater Trans*, 1996, 9, 25-50.
25. Hickel, R., Dasch, W., Janda, R., Tyas, M., & Anusavice, K. New direct restorative materials. *International dental journal*, 1998, 48(1), 3-16.
26. Chen, M. H. Update on dental nanocomposites. *Journal of dental research*, 2010, 89 (6), 549-560.
27. Bowen, R. L., & Marjenhoff, W. A. Dental composites/glass ionomers: the materials. *Advances in dental research*, 1992, 6(1), 44-49.
28. Yap, A. U., Tan, C. H., & Chung, S. M. (2004). Wear behavior of new composite restoratives. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*, 2004, 29,269-274.
29. Roberson, T., Heymann, HO ve Swift Jr, EJ. Sturdevant'ın operatif diş hekimliği sanatı ve bilimi . Elsevier Sağlık Bilimleri, 2006.
30. Parker, S. ve Braden, M. Metakrilat yumuşak astar malzemelerinin su emmesi. *Biyomateryaller* , 1989, 10 (2), 91-95.
31.  nal, B. Restoratif diş hekimliğinde maddeler ve uygulamaları. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, İzmir, 2004.
32. Cho, L., Song, H., Koak, J., & Heo, S. Marginal accuracy and fracture strength of ceromer/fiber-reinforced composite crowns: effect of variations in preparation design. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2002, 88(4), 388-395.
33. Dyer, S. R., Lassila, L. V., Jokinen, M., & Vallittu, P. K. Effect of fiber

position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite. *Dental Materials*, 2004, 20(10), 947-955.

34. Ferrari, M., & Scotti, R. Fiber posts: characteristics and clinical applications. Roma: Ed Masson, 2002, 12(4), 1-5.

35. Freilich, MA, Duncan, JP, Meiers, JC ve Goldberg, AJ Prepregne edilmiş, fiberle güçlendirilmiş protezler. Bölüm I. Temel mantık ve tam kaplama ve intrakoronal sabit bölümlü protez tasarımları. *Quintessence uluslararası* , 1998, 29 (11).

36. Willems, G., Lambrechts, P., Braem, M., & Vanherle, G. (1993). Composite resins in the 21st century. *Quintessence international*, 1993, 24(9).

37. Leinfelder, K. F. Composite resins. *Dental Clinics of North America*, 1985, 29(2), 359-371.

38. Ferracane, JL Reçine kompozit—son teknoloji ürünü. *Diş malzemeleri* , 2011, 27 (1), 29-38.

39. Stanford, J. W. The current status of restorative resins. *Dental Clinics of North America*, 1971, 15(1), 57-66.

40. Wilson, K. S., Zhang, K., & Antonucci, J. M. Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. *Biomaterials*, 2005, 26(25), 5095- 5103.

41. Musanje, L., & Ferracane, J. L. Effects of resin formulation and nanofiller surface treatment on the properties of experimental hybrid resin composite. *Biomaterials*, 2004, 25(18), 4065-4071.

42. Barghi, N., & Alexander, C. A new surface sealant for polishing composite resin restorations. *Compendium of continuing education in dentistry* (Jamesburg, NJ: 1995, 24(8 Suppl), 30-3.

43. Çelik, Ç., & Yonca, Ö. ZEL. Rezin Restoratif Malzemelerin Polimerizasyonunda Kullanılan Işık Kaynakları. *ADO Klinik Bilimler Dergisi* , 2008, 2 (2),109-115.

44. Aktürk, H., Gürkan, G. Ü. R., & Baltacıoğlu, İ. H. Kompozit rezinin yüzey

sertlik değerleri üzerine farklı ışık cihazlarının etkisi. *European Annals of Dental Sciences*, 2014, 41(3), 139-149.

45. Craig, R. G., & Powers, J. M. *Restorative dental materials*, 11th edn, St. Louis: Mosby, 2002, 348-370.

46. Lutz, F., & Phillips, R. W. A classification and evaluation of composite resin systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 1983, 50(4), 480-488.

47. Buonocore, MG, Akrilik dolgu malzemelerinin mine yüzeylere aderansını arttırmanın basit bir yöntemidir. *Journal of dental Research* , 1995, 34 (6), 849-853.

48. Kwon, T. Y., Bagheri, R., Kim, Y. K., Kim, K. H., & Burrow, M. F. Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 2012, 3(1), 3-16.

49. O'brien, WJ. *Dental materyaller ve seçimleri*, 2002. Quintessence .

50. Sturdevant, C. M., & Roberson, T. M. *The art and science of operative dentistry*. Mosby Elsevier Health Science, 1995.

51. Knezevic, A., Ristic, M., Demoli, N., Tarle, Z., Music, S., & Mandic, V. N.. Composite photopolymerization with diode laser. *Operative dentistry*, 2007, 32(3), 279-284.

52. Roberson, T. M. Introduction to composite restorations. 'Sturdevant's, The art and science of operative dentistry'(Ed. TM Roberson, HO Heymann, EJ Swift),IV. Baskı, 2002.

53. BAYNE, S. Update on den tal com po site res to ra tion. *J. Am. Dent. Assoc*, 1994, 125, 687-701.

54. Li, Y., Swartz, M. L., Phillips, R. W., Moore, B. K., & Roberts, T. A. (1985). Materials science effect of filler content and size on properties of composites. *Journal of Dental Research*, 1985, 64(12), 1396-1403.

55. Davis N. A nanotechnology composite. *Compend Contin Educ Dent*; 2003, 24: 662-70

56. Çil D. Posterior Bölgede Estetik Restorasyonlar, Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Bitirme Tezi, 2007, 21-25.

57. Saunders, S. A. Current practicality of nanotechnology in dentistry. Part 1: Focus on nanocomposite restoratives and biomimetics. Clinical, cosmetic and investigational dentistry, 2009, 47-61.
58. Moszner, N. ve Salz, U. Polimerik diş kompozitlerinde yeni gelişmeler. Polimer biliminde ilerleme, 2001, 26 (4), 535-576..
59. McCabe, JF ve Walls, AW (Ed.). Uygulamalı diş malzemeleri . John Wiley ve Oğulları, 2013, 87-178.
60. Watts D, Silikas N. In situ photo-polymerisation and polymerization-shrinkage phenomena. In Eliades G, Watts DC, Eliades T, eds. Dental hard tissues and bonding-interfacial phenomena and related properties . Berlin: Springer-Verlag, 2005, 123-54.
61. Robberson T.M, Heymann H.O., Swift E.J. Art and Science of Operative Dentistry, 2011, 196-215, 497-526
62. Burgess, J. O., Walker, R., & Davidson, J. M. Posterior resin-based composite: review of the literature. Pediatric dentistry, 2002, 24(5), 465-479.
63. Leinfelder, KF, Bayne, SC ve Swift, EJ (1999). Paketlenebilir kompozitler: genelbakış ve teknik hususlar. Estetik ve Restoratif Diş Hekimliği Dergisi , 1999, 11 (5), 234-249.
64. Cekic-Nagas, I., & Ergun, G. Effect of different light curing methods on mechanical and physical properties of resin-cements polymerized through ceramic discs. Journal of applied oral science, 2011, 19, 403-412.
65. Fleming, M. G., & Maillet, W. A. Photopolymerization of composite resin using the argon laser. Journal-Canadian Dental Association, 1999, 65, 447-452.
66. Burke, F. M., Ray, N. J., & McConnell, R. J. Fluoride-containing restorative materials. International dental journal, 2006, 56(1), 33-43.
67. Mitra, S. B., Wu, D., & Holmes, B. N. An application of nanotechnology in advanced dental materials. The Journal of the American Dental Association, 2003, 134(10), 1382-1390.
68. DeBoer, J., Vermilyea, S. G., & Brady, R. E. The effect of carbon fiber

orientation on the fatigue resistance and bending properties of two denture resins. The Journal of prosthetic dentistry, 1984, 51(1), 119-121.

69. Bölükbaşı İ.A. Farklı Preparasyon Teknikleri Uygulanmış Kompozit Laminate Veneer Restorasyonların İncelenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, İzmir, 2011.

70. Bayne, S. C., Thompson, J. Y., Swift Jr, E. J., Stamatiades, P., & Wilkerson, M. A characterization of first-generation flowable composites. The Journal of the American Dental Association, 1998, 129(5), 567-577.

71. Burgess, JO, Norling, BK, Rawls, HR ve Ong, JL. Doğrudan yerleştirilen estetik restoratif materyaller - süreklilik. Diş hekimliğinde sürekli eğitim özeti (Jamesburg, NJ: 1995) 1996, 17 (8), 731-2.

72. Rastelli, AN, Jacomassi, DP, Faloni, APS, Queiroz, TP, Rojas, SS, Bernardi, MIB,... & Hernandez, AC (2012). Dental kompozit rezinlerin doldurucu içerikleri ve farklı özelliklere etkileri. Mikroskopi araştırması ve tekniği , 2012, 75 (6), 758-765.

73. Uluakay, M., Hüseyin, İ. N. A. N., Yamanel, K., & Arhun, N. Kompozit rezinler ve polimerizasyon büzülmesi. ADO Klinik Bilimler Dergisi, 2011, 5(2), 895-902.

74. Ikemura, K., Ichizawa, K., Yoshida, M., Ito, S., & Endo, T. Doldurulmamış, ışıkla sertleşen diş reçinelerinde asilfosfin oksit ve bisasilfosfin oksit türevlerinin UV-VIS spektrumları ve fotobaşlatma davranışları. Dental materyaller günlüğü , 2008, 27 (6), 765-774.

75. Davidson, CL ve De Gee, A. Diş kompozitlerinde akışla polimerizasyon büzülme gerilmelerinin gevşemesi. Dental araştırma dergisi, 1984, 63 (2), 146-148.

76. Wakefield, C. W., & Kofford, K. R. Advances in restorative materials. Dental Clinics of North America, 2001, 45(1), 7-29.

77. Brackett, WW ve Covey, DA. Yoğuşabilir Reçine Kompozitlerin Mekanik Testle Değerlendirildiği Şekilde Yoğuşmaya Karşı Direnci. Operatif diş hekimliği, 2000, 25 (5), 424-426.

78. Altun, C. Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. Gülhane Tıp Dergisi, 2005, 47(1), 77-82.

79. Cunha, LG, Alonso, RCB, Santos, PHD ve Sinhoreti, MAC (2003). Ormocer bazlı ve geleneksel kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünün karşılaştırmalı çalışması. *Journal of Applied Oral Science*, 2003, 11 , 348-353.
80. Hamouda, I. M., & Abd Elkader, H. Evaluation the mechanical properties of nanofilled composite resin restorative material, 2012.
81. Ilie, N., Rencz, A. ve Hickel, R. Nano-hibrit reçine bazlı kompozitlere yönelik araştırmalar. *Klinik Oral Araştırmalar*, 2013, 17 (1), 185-193.
82. Manhart, J., Kunzelmann, K. H., Chen, H. Y., & Hickel, R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dental Materials*, 2000, 16(1), 33-40.
83. Ajlouni, R., Bishara, S. E., Soliman, M. M., Oonsombat, C., Laffoon, J. F., & Warren, J. The use of Ormocer as an alternative material for bonding orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*, 2005, 75(1), 106-108.
84. Campos, E. A., Ardu, S., Lefever, D., Jassé, F. F., Bortolotto, T., & Krejci, I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *Journal of dentistry*, 2014, 42(5), 575-581.
85. Cattani-Lorente, M., Bouillaguet, S., Godin, C. H., & Meyer, J. Polymerization shrinkage of Ormocer based dental restorative composites. *Dental Materials*, 2001, 1(1), 25-26.
86. Ilie, N., & Hickel, R. Resin composite restorative materials. *Australian dental journal*, 2011, 56, 59-66.
87. Weinmann, W., Thalacker, C., & Guggenberger, R. Siloranes in dental composites. *Dental materials*, 2005, 21(1), 68-74.
88. Palin, WM, Fleming, GJ, Nathwani, H., Burke, FT ve Randall, RC Yeni düşük büzülme diş kompozitleri ile restore edilmiş maksiller küçük azı dişlerinin in vitro tüberkül sapması ve mikrosızıntısı. *Diş malzemeleri*, 2005, 21 (4), 324-335.
89. Manhart, J., Kunzelmann, K. H., Chen, H. Y., & Hickel, R. Mechanical properties of new composite restorative materials. *Journal of Biomedical Materials Research: 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, 2000, 53(4), 353-361.

90. Jack L. Ferracane, Resin composite—State of the art, Department of Restorative Dentistry, Oregon Health & Science University, Portland, OR 97239, USA

91. Czasch, P., & Ilie, N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clinical oral investigations*, 2013, 17(1), 227-235.

92. Garoushi, S., Säilynoja, E., Vallittu, P. K., & Lassila, L. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dental Materials*, 2013, 29(8), 835-841.

93. Alrahlah, A., Silikas, N., & Watts, D. C. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dental materials*, 2014, 30(2), 149-154.

94. Uzel, İ., Kuru, R., & Eden, E. Bulk fill kompozit rezinin farklı tekniklerle uygulanmasının mikrosızıntı ve mikrosertlik üzerine etkisinin değerlendirilmesi, 2017.

95. Vasquez, D. A New-Generation Bulk-Fill composite for Direct Posterior Restorations. *Inside Dentistry*, 2012, 8(5), 23-31.

96. Fan, C., Chu, L., Rawls, H. R., Norling, B. K., Cardenas, H. L., & Whang, K. Development of an antimicrobial resin—A pilot study. *Dental Materials*, 2011, 27(4), 322-328.

97. Cheng, L., Weir, M. D., Xu, H. H., Antonucci, J. M., Kraigsley, A. M., Lin, N. J.,... & Zhou, X. Antibacterial amorphous calcium phosphate nanocomposites with a quaternary ammonium dimethacrylate and silver nanoparticles. *Dental Materials*, 2012, 28(5), 561-572.

98. McDonnell, G., & Russell, A. D.. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical microbiology reviews*, 1999, 12(1), 147-179.

99. Imazato, S. Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding systems. *Dental materials*, 2003, 19(6), 449-457.

100. Yap, A. U., Tham, S. Y., Zhu, L. Y., & Lee, H. K.. Short-term fluoride release from various aesthetic restorative materials. *Operative dentistry*, 2002, 27(3),

259- 265.

101. Itota, T., Carrick, TE, Yoshiyama, M., & McCabe, JF. Giomer, kompomer ve reçine kompozitte florür salınımı ve yeniden şarjı. Dental Materyaller , 2004, 20 (9), 789-795.

102. Xu, X., & Burgess, J. O. Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. Biomaterials, 2003, 24(14), 2451-2461.

103. van Dijken, J. W., & Sunnegårdh-Grönberg, K. Fiber-reinforced packable resin composites in Class II cavities. Journal of dentistry, 2006, 34(10), 763-769.

104. Sakaguchi, RL ve Powers, JM. Craig'in restoratif diş malzemeleri-e-kitabı . Elsevier Sağlık Bilimleri, 2012.

105. Petersen, R. C. Discontinuous fiber-reinforced composites above critical length. Journal of dental research, 2005, 84(4), 365-370.

106. Garoushi, S., Vallittu, P. K., Watts, D. C., & Lassila, L. V. Polymerization shrinkage of experimental short glass fiber-reinforced composite with semi-inter penetrating polymer network matrix. Dental Materials, 2008, 24(2), 211-215.

107. McLean, J. W. Historical overview: The pioneers of enamel and dentin bonding. Adhesion. The silent revolution in dentistry. Quintessence Publishing Co, Inc, Germany, 2000, 1, 13-17.

108. Helvatjoglu-Antoniades, M., Karantakis, P., Papadogiannis, Y., & Kapetanios, H. Fluoride release from restorative materials and a luting cement. The Journal of Prosthetic Dentistry, 2001, 86(2), 156-164.

109. Cal, E., Celik, E. U., & Turkun, M. Microleakage of IPS empress 2 inlay restorations luted with self-adhesive resin cements. Operative Dentistry, 2012, 37(4), 417- 424.

110. Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Van Ende, A., Neves, A., & De Munck, J. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. Dental materials, 2010, 26(2), e100-e121.

112. Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, AJDMKLV, De Munck,J., & Van Landuyt, KL (2011). Self-etch adezivlerde son teknoloji. Diş

malzemeleri , 27 (1), 17-28.

112. Barcellos, D. C., Batista, G. R., Silva, M. A., Rangel, P. M., Torres, C. R., & Fava, M. Evaluation of bond strength of self-adhesive cements to dentin withor without application of adhesive systems. *J Adhes Dent*, 2011, 13(3), 261-5.

113. Poss, S. D. Utilization of a new self-adhering flowable composite resin. *Dentistry today*, 2010, 29(4), 104-105..

114. Ozel Bektas, O., Eren, D., Akin, E. G., & Akin, H. Evaluation of a self-adhering flowable composite in terms of micro-shear bond strength and microleakage. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2013, 71(3-4), 541-546.

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

116. Roeder, L. B., & Powers, J. M. Surface roughness of resin composite prepared by single-use and multi-use diamonds. *American journal of dentistry*, 2004, 17(2),109-112.

117. Lee, Y. K., Yu, B., Lim, H. N., & Lim, J. I. Difference in the color stability of direct and indirect resin composites. *Journal of Applied Oral Science*, 2011, 19, 154-160.

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

119. Schmidlin, PR ve Gohring, TN. Diş rengindeki restorasyonların in vitro olarak bitirilmesi: yüzey değişikliği ve bitiş çizgisi tahribatı indeksi. *Ameliyat Diş Hekimliği-Washington Üniversitesi*, 2004, 29 (1), 80-86.

120. Baseren, M. Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. *Journal of Biomaterials Applications*, 2004, 19(2), 121-134.

121. Erdemir, U., Yıldız, E., & Eren, M. M. Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *Journal of dentistry*, 2012, 40, e55-e63.

122. Külekçi, G., Çintan, S., & Dülger, O. (1999). Diş Hekimliğinde

Antimikrobiyal Ağız Gargalarının Kullanılması. ANKEM dergisi, 1999, 13, 3.

123. Moshrefi A. Chlorhexidine. J West Soc Periodontol Periodontal Abstr, 2002, 50(1):5-9.

124. Soares, C. J., Pereira, C. A., Pereira, J. C., Santana, F. R., & Prado, C. J. Effect of chlorhexidine application on microtensile bond strength to dentin. Operative dentistry, 2008, 33(2), 183-188.

125. Aktas, A., & Giray, B. Dis Hekimliginde Klorheksidin: Özellikleri ve Güncel Kullanım Alanları/Chlorhexidine Rinse in Dentistry: Characteristics and Actual Usage. Türkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi, 2010, 16(1), 51.

126. de Albuquerque Jr, R. F., Head, T. W., Mian, H., Rodrigo, A., Müller, K., Sanches, K., & Ito, I. Y. Reduction of salivary *S. aureus* and mutans group streptococci by a preprocedural chlorhexidine rinse and maximal inhibitory dilutions of chlorhexidine and cetylpyridinium. Quintessence International (Berlin, Germany: 1985), 2004, 35(8), 635-640.

127. Mandel, I. D. Antimicrobial mouthrinses: overview and update. The Journal of the American Dental Association, 1994, 125(8), 2S-10S.

128. Wennström, J. ve Lindhe, J. Sanguinarin içeren bir gargaranın gelişen plak ve diş eti iltihabı üzerindeki bazı etkileri. Journal of Clinical Periodontology, 1985, 12 (10), 867-872.

129. Gordon, J. M., Lamster, I. B., & Seiger, M. C. Efficacy of Listerine antiseptic in inhibiting the development of plaque and gingivitis. Journal of clinical periodontology, 1985, 12(8), 697-704.

130. Teles, R. P., & Teles, F. R. F. Antimicrobial agents used in the control of periodontal biofilms: effective adjuncts to mechanical plaque control?. Brazilian Oral Research, 2009, 23, 39-48.

131. Ingram, G. S., Horay, C. P., & Stead, W. J. Interaction of zinc with dental mineral. Caries research, 1992, 26(4), 248-253.

132. Axelsson, P. (1993). Current role of pharmaceuticals in prevention of caries and periodontal disease. International dental journal, 1993, 43(5), 473-482.

133. Deasy M, Singh S, Rustogi K, Petrone D, Battista G, Petrone M, et al. Effect of a dentifrice containing triclosan and a copolymer on plaque formation and gingivitis. *Clinical preventive dentistry*; 1991, 13(6):12-9.
134. Penugonda, B., Settembrini, L., Scherer, W., Hittelman, E., & Strassler, H. Alkol içeren gargaralar: kompozit sertliğe etkisi. *Klinik diş hekimliği Dergisi*, 1994, 5 (2), 60-62.
135. Hasturk, H., Nunn, M., Warbington, M., & Van Dyke, T. E. Efficacy of a fluoridated hydrogen peroxide-based mouthrinse for the treatment of gingivitis: a randomized clinical trial. *Journal of periodontology*, 2004, 75(1), 57-65.
136. Lima, F. G., Rotta, T. A., Penso, S., Meireles, S. S., & Demarco, F. F. In vitro evaluation of the whitening effect of mouth rinses containing hydrogen peroxide. *Brazilian oral research*, 2012, 26, 269-274.
137. Barutcugil, Ç., Kürklü, D., Barutcugil, K., & Harorlı, O. Beyazlatıcı Ağız Gargaralarının Kompozit Resinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2014, 24(1), 33-38.
138. Kahramanoğlu, E., & Özkan, Y. K. Diş hekimliğinde estetik ve renk. *Cumhuriyet Dental Journal*, 2013, 16(4), 339-347.
139. Joiner, A. Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry*, 2004, 32,3-12.
140. Ulusoy, M., & Toksavul, S. Kuron köprü çalışmalarında diş renginin önemi ve renkle ilgili temel kavramlar. *Ege Dişhek Fak Derg*, 1992, 13, 29-36.
141. Cal, E., Sonugelen, M., Güneri, P., Kesercioğlu, A., & Köse, T. Gölge kılavuzlarının güvenilirliğini değerlendirmede dijital bir tekniğin uygulanması. *Oral Rehabilitasyon Dergisi*, 2004, 31 (5), 483-491.
142. Dede, D. Ö. Yapıştırma simanının renginin tam seramik restorasyonların sonuç rengi üzerindeki etkisinin incelenmesi, 2011.
143. Craig, R. G., & Powers, J. M. *Restorative dental materials*, 11th edn, St. Louis: Mosby, 2002, 348-370.

144. Tovalt, B., Maiara, P., & Nathanson, D. Esthetic dentistry & ceramic restoration. Berlin: Martin Dunitz Ltd, 1999, 25-38.
145. Öngül D. İki güncel renk anahtarının renk seçimindeki üstünlüklerinin spektrofotometrik analiz ile klinik olarak değerlendirilmesi: İstanbul Üniversitesi, 2006.
146. Mayekar, SM. Bir rengin tonları. İllüzyon mu yoksa gerçeklik mi? Kuzey Amerika Diş Klinikleri, 2001, 45 (1), 155-72.
147. Chu, SJ, Trushkowsky, RD ve Paravina, RD. Dental renk eşleştirme aletleri ve sistemleri. Klinik ve araştırma yönlerinin gözden geçirilmesi. Diş hekimliği dergisi, 2010, 38 , e2-e16.
148. Monsénégo, G., Burdairon, G., & Clerjaud, B. Fluorescence of dental porcelain. The Journal of prosthetic dentistry, 1993, 69(1), 106-113.
149. Foster, DH, Amano, K., Nascimento, SM ve Foster, MJ. Doğal sahnelerde metamerizm sıklığı. Josaa, 2006, 23 (10), 2359-2372.
150. Burkinshaw, SM. Diş hekimliği ile ilgili renk. Renk biliminin temelleri. İngiliz dişçilik dergisi, 2004, 196 (1), 33-41.
151. Yuan, J. C. C., Brewer, J. D., Monaco Jr, E. A., & Davis, E. L. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. The Journal of prosthetic dentistry, 2007, 98(2), 110-119.
152. Chang, J. Y., Chen, W. C., Huang, T. K., Wang, J. C., Fu, P. S., Chen, J. H., & Hung, C. C. Evaluating the accuracy of tooth color measurement by combining the Munsell color system and dental colorimeter. The Kaohsiung journal of medical sciences, 2012, 28(9), 490-494.
153. Paravina, R. D., & Powers, J. M. (2004). Esthetic color training in dentistry (Vol.1). Mosby.
154. Luo, X. P., & Zhang, L. Effect of veneering techniques on color and translucency of Y-TZP. Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry, 2010, 19(6), 465-470.
155. Chu, SJ, Devigus, A. ve Mielezsko, AJ. Rengin temelleri: estetik diş

hekimliğinde renk uyumu ve iletişim (s. 2). Illinois: Quintessence Yayıncılık Şirketi, 2004.

156. O'Brien, W. J. (Ed.). Dental materials and their selection (Vol. 10). Chicago: Quintessence, 2002.

157. Tovalt, B., Maiara, P., & Nathanson, D. Esthetic dentistry & ceramic restoration. Berlin: Martin Dunitz Ltd, 1999, 25-38.

158. Sproull, RC. Diş hekimliğinde renk uyumu. Bölüm II. Renk organizasyonunun pratik uygulamaları. The Journal of protetik diş hekimliği, 1973, 29 (5), 556-566.

159. Ahmad I. Predictable Aesthetic Dental Restorations: Wiley Online Library, 2006.

160. Powers, J. M. Craig's restorative dental materials. Mechanical properties, 2009, 59-61.

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

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

163. da Rosa Kaizer, M., Diesel, P. G., Mallmann, A., & Jacques, L. B. Ageing of silorane-based and methacrylate-based composite resins: effects on translucency. Journal of dentistry, 2012, 40, e64-e71.

164. Dos Santos, PH, De Souza, FI, Guedes, APA ve Pavan, S. Post polimerizasyon yönteminin ultraviyole yaşlandırmaya tabi tutulan kompozit reçinelerin renk stabilitesine etkisi. Uluslararası periodonti ve restoratif diş hekimliği dergisi, 2012, 32 (3), e95-e100.

165. Ardu, S., Gutemberg, D., Krejci, I., Feilzer, AJ, Di Bella, E., & Dietschi, D. Su emiliminin reçine kompozit rengi üzerindeki etkisi ve aynı renk koduna sahip çeşitli kompozit markalar arasındaki renk değişimi: bir in vitro değerlendirme. Diş

hekimliği dergisi, 2011, 39 , e37-e44.

166. Moharamzadeh, K., Van Noort, R., Brook, IM ve Scutt, AM Farklı ekstraksiyon ortamları kullanılarak farklı reçine bileşimlerine sahip dental kompozitlerden salınan bileşenlerin HPLC analizi. Malzeme Bilimi Dergisi: Tıpta Malzemeler, 2007, 18 (1), 133-137.

167. Çelik, EU, Aladağ, A., Türkün, L. Ş., & Yılmaz, G. Polimerizasyon ve suda depolama öncesi ve sonrası dental rezin kompozitlerin renk değışimleri. Estetik ve Restoratif Diş Hekimliği Dergisi, 2011, 23 (3), 179-188.

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

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

170. Ashcroft, A. T., Cox, T. F., Joiner, A., Laucello, M., Philpotts, C. J., Spradbery, P. S., & Sygrove, N. J. Evaluation of a new silica whitening toothpaste containing blue covarine on the colour of anterior restoration materials in vitro. Journal of dentistry, 2008, 36, 26-31.

171. Kim, T. H., García-Godoy, F., Ko, C. C., Park, J. K., Kim, H. I., & Kwon, Y. H. Effect of temperature on the mass and color stability of additional photoinitiator-containing composite resins. Dental materials journal, 2013, 32(4), 628-636.

172. Ferracane, JL. Dental polimer ağlarda higroskopik ve hidrolitik etkiler. Diş Malzemeleri, 2006, 22 (3), 211-222.

173. Burrow, MF, Inokoshi, S. ve Tagami, J. Çeşitli bağlayıcı reçinelerin su emilimi. American Journal of Dentistry, 1991, 12 (6), 295-298.

174. Kahraman, R. Effects of the aluminum filler content on moisture diffusion into epoxy adhesives in distilled water and sea water. Journal of applied polymer science, 2005, 98(3), 1165-1171.

175. Söderholm, K. J. Degradation of glass filler in experimental composites.

Journal of Dental Research, 1981, 60(11), 1867-1875.

176. Heintze Sd, Zimmerli B. Relevance of in vitro tests of adhesive and composite dental materials, a review in 3 parts. Part 1: Approval requirements and standardized testing of composite materials according to ISO specifications. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 2011, 121: 804-16.

177. KAYE W. Near-infrared spectroscopy: I. Spectral identification and analytical applications. Spectrochimica Acta, 1954, 6: 257-87.

178. KEYWORTH DA. Determination of water by near-infrared spectrophotometry. Talanta, 1961, 8: 461-9.

179. Alkhadim, Y. K., Hulbah, M. J., & Nassar, H. M. Color shift, color stability, and post-polishing surface roughness of esthetic resin composites. Materials, 2020, 13(6), 1376.

180. Ertürk-Avunduk, A. T., Aksu, S., & Delikan, E. The effects of mouthwashes on the color stability of resin-based restorative materials. Odovtos-International Journal of Dental Sciences, 2021, 23(1), 91-102.

181. Rahim, T. N. A. T., Mohamad, D., Akil, H. M., & Ab Rahman, I. Water sorption characteristics of restorative dental composites immersed in acidic drinks. Dental Materials, 2012, 28(6), e63-e70.

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

183. Ferracane, J. L., & Condon, J. R. Rate of elution of leachable components from composite. Dental Materials, 1990, 6(4), 282-287.

184. Yap, A. U. J., Tan, S. H. L., Wee, S. S. C., Lee, C. W., Lim, E. L. C., & Zeng, K. Y. Chemical degradation of composite restoratives. Journal of Oral Rehabilitation, 2011, 28(11), 1015-1021.

185. Gürgan, S. E. V. İ. L., Önen, A., & Köprülü, H. In vitro effects of alcohol-containing and alcohol-free mouthrinses on microhardness of some restorative materials. Journal of oral rehabilitation, 1997, 24(3), 244-246.

186. Palin, WM, Fleming, GJP, Burke, FJT, Marquis, PM ve Randall, RC. Kısa ve orta süreli suya daldırmanın yeni düşük büzölmeli diş kompozitlerinin hidrolitik stabilitesi üzerindeki etkisi. *Dental Materyaller*, 2005, 21 (9), 852-863.
187. Castro, F. L. A. D., Campos, B. B., Bruno, K. F., & Reges, R. V. Temperature and curing time affect composite sorption and solubility. *Journal of Applied Oral Science*, 2013, 21, 157-162.
188. Barutçigil, Ç., & Yıldız, M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *Journal of Dentistry*, 2012, 40, e57-e63.
189. Gaintantzopoulou, M., Kakaboura, A., & Vougiouklakis, G. Colour stability of tooth-coloured restorative materials. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*, 2005, 13(2), 51-56.
190. Khalaf, H. A. The influence of adding of modified ZrO₂-TiO₂ nanoparticles on certain physical and mechanical properties of heat polymerized acrylic resin. matrix, 2015, 10, 11.
191. Price, R. B., Fahey, J., & Felix, C. M. Knoop microhardness mapping used to compare the efficacy of LED, QTH and PAC curing lights. *Operative Dentistry*, 2010, 35(1), 58-68.
192. Genç, G., & Toz, T. Rezin kompozitlerin renk stabilitesi ile ilgili bir derleme: Kompozit renklenmelerinin etyolojisi, sınıflandırılması ve tedavisi. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi*, 2017.
193. Barbosa, S. H., Zanata, R. L., Navarro, M. F. D. L., & Nunes, O. B. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. *Brazilian Dental Journal*, 2005, 16, 39-44.
194. Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L., & Wee, A. G. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2009, 101(3), 193-199.
195. Ertas, E., Gueler, A. U., Yucel, A. C., Köprölü, H., & Güler, E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental materials journal*, 2006, 25(2), 371-376.

196. Gregor, L., Krejci, I., Di Bella, E., Feilzer, A. J., & Ardu, S. Silorane, ormocer, methacrylate and compomer long-term staining susceptibility using ΔE and ΔE_{00} colour-difference formulas. *Odontology*, 2016, 104(3), 305-309.
197. Greenwall, L. (Ed.). Restoratif diş hekimliğinde beyazlatma teknikleri: Resimli bir rehber . CRC Basın, 2011.
198. Paravina, R. D. Kimura, M., & Powers, J. M. Evaluation of polymerization-dependent changes in color and translucency of resin composites using two formulae. *Odontology*, 2005, 93(1), 46-51.
199. Parkinson, C. R. Hara, A. T., Nehme, M., Lippert, F., & Zero, D. T. A randomised clinical evaluation of a fluoride mouthrinse and dentifrice in an in situ caries model. *Journal of dentistry*, 2018, 70, 59-66.
200. Carpenter, G. H. Pramanik, R., & Proctor, G. B. An in vitro model of chlorhexidine-induced tooth staining. *Journal of periodontal research*, 2005, 40(3), 225-230.
201. Geurtsen, W., Leyhausen, G., & Garcia-Godoy, F. Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins ("compomers"). *Dental Materials*, 1999, 15(3), 196-201.
202. Charles, C. A., Cortelli, J. R., Aquino, D., Revankar, R., & Wu, M. M. Gingival health benefits of essential oil, 0.075% cetylpyridinium chloride and control mouthrinses: A 4-week randomized clinical study. *American journal of dentistry*, 2015, 28(4), 197-202.
203. Bohner, L. O. L., de Godoi, A. P. T., Ahmed, A. S., Neto, P. T., & Catirse, A. B. C. E. B. Surface roughness of restorative materials after immersion in mouthwashes. *European Journal of General Dentistry*, 2016, 5(03), 111-114.
204. Mutlu, Ş. N., & Tunçdemir, M. T. Renklendirilmiş kompozit rezinin renk değişimine ve yüzey pürüzlülüğüne beyazlatıcı ağız gargarasının etkisi. *Selcuk Dental Journal*, 2020, 7(3), 435-439.
205. Gürdal, P., Akdeniz, BG ve Hakan Şen, B. Ağız gargaralarının estetik restoratif materyallerin mikrosertliği ve renk stabilitesi üzerindeki etkileri. *Oral rehabilitasyon dergisi*, 2002, 29 (9), 895-901..

206. Lopes, I. A. D., Monteiro, P. J. V. C., Mendes, J. J. B., Gonçalves, J. M. R., & Caldeira, F. J. F. The effect of different finishing and polishing techniques on surface roughness and gloss of two nanocomposites. *The Saudi dental journal*, 2018, 30(3), 197-207.
207. Ardu, S., Braut, V., Gutemberg, D., Krejci, I., Dietschi, D., & Feilzer, A. J. A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence International*, 2010, 41(8).
208. Ulusoy, N. B., Arikan, V., & Akbay Oba, A. Effect of mouthwashes on the discolouration of restorative materials commonly used in paediatric dentistry. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 2018, 19(3), 147-153.
209. Manabe, A., Kato, Y., Finger, W. J., Kanehira, M., & Komatsu, M. Discoloration of coating resins exposed to staining solutions in vitro. *Dental materials journal*, 2009, 28(3), 338-343.
210. Sideridou, I., Achilias, D. S., Spyroudi, C., & Karabela, M. Water sorption characteristics of light-cured dental resins and composites based on Bis-EMA/PCDMA. *Biomaterials*, 2004, 25(2), 367-376.
211. Reddy, PS, Tejaswi, KS, Shetty, S., Annapoorna, BM, Pujari, SC ve Thippeswamy, HM. Yaygın olarak tüketilen içeceklerin nano, mikrohibrit ve hibrit kompozit reçinelerin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi üzerindeki etkileri: bir in vitro çalışma. *Çağdaş diş hekimliği dergisi*, 2013, 14 (4), 718.
212. Özkanoglu, S., & Akın, EG. Çeşitli içeceklerin restoratif materyallerin renk stabilitesi ve mikrosertliği üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi. *Nijerya klinik uygulama dergisi*, 2020, 23 (3), 322-322.
213. Awliya, W. Y., Al-Alwani, D. J., Gashmer, E. S., & Al-Mandil, H. B.. The effect of commonly used types of coffee on surface microhardness and color stability of resin-based composite restorations. *The Saudi dental journal*, 2010, 22(4), 177- 181.
214. Villalta, P., Lu, H., Okte, Z., Garcia-Godoy, F., & Powers, JM. Boyama ve beyazlatmanın dental kompozit rezinlerin renk değişimine etkileri. *Protetik diş hekimliği Dergis*, 2006, 95 (2), 137-142.

215. Mazaheri, R., Malekipour, M., Seddighi, H., & Sekhavati, H. Effect of Common Drinks in Children on the Color Stability of Microhybrid and Nanohybrid Composites. *Journal of Mashhad Dental School*, 2013, 37(2), 163-176.
216. LC Boaro, F. Gonçalves, TC Guimarães, JL Ferracane, CS Pfeifer ve RR Braga "'Düşük büzülme' ticari reçine kompozitlerinin sorpsiyon, çözünürlük, büzülme ve mekanik özellikleri", *Dental Materials* , cilt. 29, hayır. 2013, 4, s. 398–404.
217. Da Silva, E. M., Gonçalves, L., Guimarães, J. G. A., Poskus, L. T., & Fellows, C.E. The diffusion kinetics of a nanofilled and a midifilled resin composite immersed in distilled water, artificial saliva, and lactic acid. *Clinical oral investigations*, 2011, 15(3), 393-401.
218. Khokhar, Z. A., Razzoog, M. E., & Yaman, P. Color stability of restorative resins. *Quintessence International*, 1991, 22(9).
219. Değer C., Kari P., Müjdecı A. The Effect of Mouthrinses on Water Sorption And Solubility of Composite Resins A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg. 2017, 44(3) 129-139
220. Örtengren, U., Andersson, F., Elgh, U., Terselius, B., & Karlsson, S. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *Journal of Dentistry*, 2001, 29(1), 35-41.
221. ABU-BAKR, N. H., Han, L., Okamoto, A., & Iwaku, M. Effect of Alcoholic and Low-pH Soft Drinks on Fluoride Release from Compomer. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2000, 12(2), 97-104.
222. Lee, S. Y., Huang, H. M., Lin, C. Y., & Shih, Y. H. Leached components from dental composites in oral simulating fluids and the resultant composite strengths. *Journal of Oral Rehabilitation*, 1998, 25(8), 575-588.
223. Sarrett, D. C., & Ray, S. The effect of water on polymer matrix and composite wear. *Dental Materials*, 1994, 10(1), 6-10.
224. Pereira SG, Osorio R, Toledano M, Cabrerizo-Vílchez MA, Nunes TG, Kalachandra S. Novel light-cured resins and composites with improved physicochemical properties. *dental materials*; 2007, 23: 1189-1198.

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı	Tuğba BİLGE BÜBER
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	
Mail Adresi	

Eğitim Bilgileri

Üniversite	Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, DİYARBAKIR
Lise	DİYARBAKIR ANADOLU LİSESİ / DİYARBAKIR
Ortaokul	DİYARBAKIR ORTAOKULU /DİYARBAKIR
İlkokul	DİYARBAKIR İLKÖĞRETİM OKULU/DİYARBAKIR

İş Deneyimi

Görev	Kurum	Süre
Araştırma Görevlisi	Dicle Üniversitesi Restoratif Diş Tedavisi	2020-2023

Yabancı Dil Sınav Notu	
TIPDİL SINAVI	78

9. ORJİNALLİK RAPORU

tuğba tez			
ORJİNALLİK RAPORU			
%13	%13	%3	%3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
BİRİNCİL KAYNAKLAR			
1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%6	
2	acikerisim.dicle.edu.tr İnternet Kaynağı	%3	
3	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	%1	
4	Submitted to Fırat Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1	
5	acikerisim.dicle.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1	
6	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	<%1	
7	Submitted to Dicle University Öğrenci Ödevi	<%1	
8	izdokongreleri.org İnternet Kaynağı	<%1	
9	en.iksadkongre.org İnternet Kaynağı	<%1	

10	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
11	dspace.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
12	2dc40e33-085f-40e0-8172-9a1f898c1942.filesusr.com İnternet Kaynağı	<% 1
13	earsiv.odu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
14	perweb.firat.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
15	Submitted to Dumlupinar University Öğrenci Ödevi	<% 1
16	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<% 1
17	www.firattipdergisi.com İnternet Kaynağı	<% 1
18	"Poster Özetleri / Poster Abstracts", Turkish Journal of Biochemistry, 2015 Yayın	<% 1
19	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<% 1
20	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1

21	acikerisim.gelisim.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
22	library.neu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
23	Submitted to Marmara University Öğrenci Ödevi	<% 1
24	jag.journalagent.com İnternet Kaynağı	<% 1
25	GÜL, Pınar and AKGÜL, Nilgün. "Farklı kompozit rezinlerin translüsensi ve maskeleme özelliklerinin karşılaştırılması", Atatürk Üniversitesi, 2013. Yayın	<% 1
26	acikerisim.sakarya.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
27	docs.neu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
28	dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
29	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	<% 1
30	www.science.gov İnternet Kaynağı	<% 1
31	"Full Issue", Operative Dentistry, 2021 Yayın	<% 1

Alıntıları çıkart	üzerinde	Eşleşmeleri çıkar	< 5 words
Bibliyografyayı Çıkart	üzerinde		



