

T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI UZMANLIKTEZİ

**GÜNCEL KOMPOZİT REZİNLERİN RENK STABİLİTELERİNİN  
İN VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. GENCAY GENÇ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Tuğba Toz Akalın

İSTANBUL-2015



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI UZMANLIK TEZİ

**GÜNCEL KOMPOZİT REZİNLERİN RENK STABİLİTELERİNİN  
İN VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. GENÇAY GENÇ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Tuğba Toz Akalın

İSTANBUL-2015

## TEZ ONAYI FORMU

Kurum: İstanbul Medipol Üniversitesi

Programın seviyesi: Yüksek Lisans ( ) Doktora ( )

Anabilim Dalı: Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Tez Sahibi: Gencay Genç

Tez Başlığı: Güncel kompozit rezinlerin renk stabilitelerinin in vitro olarak değerlendirilmesi

Sınav Yeri:

Sınav Tarihi:

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans/Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman :Yrd. Doç. Dr. Tuğba Toz Akalın İmza:  
İstanbul Medipol Üniversitesi

Sınav Jüri Üyeleri :Prof. Dr. Dilek Tağtekin İmza:  
Marmara Üniversitesi

:Yrd. Doç. Dr. Funda Özüç Bozkurt İmza:  
İstanbul Medipol Üniversitesi

Yedek Üyeler :Yrd. Doç. Dr. Mahmut Kuşdemir  
İstanbul Medipol Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Alev Özsoy  
İstanbul Medipol Üniversitesi

## THESIS APPROVAL FORM

Institute: İstanbul Medipol University

Level of Programme : Master ( ) Doctorate ( )

Department : Restorative Dentistry

Student : Gencay Genç

Title of the Thesis : Evaluation of color stability of the current composite resins in vitro

Examination Place :

Examination Date :

We have reviewed the present thesis in regard to content and quality and approved as a Master/Doctorate Thesis.

Supervisor : Asst. Prof. Tuğba Toz Akalın Signature:  
Istanbul Medipol University

Members of Examination Jury : Prof. Dr. Dilek Tağtekin Signature:  
Marmara University

Asst. Prof. Funda Öztürk Bozkurt Signature:  
Istanbul Medipol University

Replacement Members : Asist. Prof. Dr. Mahmut Kuşdemir  
Istanbul Medipol University  
Asist. Prof. Dr. Alev Özsoy  
Istanbul Medipol University

## ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanmasında zamanını ve desteğini benden esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Tuğba Toz Akalın' a,

Uzmanlık eğitimim boyunca her türlü kolaylığı gösterip destek veren Anabilim Dalı Başkanımız Yrd. Doç. Dr. Funda Öztürk Bozkurt' a,

Eğitimim süresince, pratik ve teorik olarak katkıda bulunan tecrübe ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli tüm öğretim üyelerine, birlikte çalıştığım araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Tüm eğitim yaşamım boyunca bana destek olan sevgili aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
RESİMLER VE ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	ix
1.ÖZET.....	1
2.ABSTRACT .....	2
3.GİRİŞ VE AMAÇ .....	3
4.GENEL BİLGİLER.....	3
4.1. Kompozit Rezinlerin Tarihçesi.....	3
4.2. Kompozit Rezinlerin Yapısı.....	5
4.2.1. Organik Polimer Matriks Fazı.....	5
4.2.2. Ara Faz (Bağlayıcı Faz).....	6
4.2.3. İnorganik Faz.....	7
4.3. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması.....	7
4.3.1. Nano Dolduruculu (Nanofil) Kompozitler.....	9
4.3.2. Ormoserler.....	9
4.3.3. Siloranlar.....	10
4.3.4. Giomerler.....	11
4.3.5. Bulk-Fill Kompozit Rezinler.....	11
4.3.6. Self Adeziv Kompozit Rezinler.....	12
4.3.7. Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezinler.....	12
4.4. Kompozit Restorasyon Endikasyonları.....	13
4.5. Kompozit Restorasyonlara Uygulanan Bitirme ve Polisaj İşlemleri.....	14
4.6. Renklenme Çeşitleri.....	15
4.6.1. İç Renklenmeler.....	16
4.6.2. Dış Renklenmeler.....	17
4.7. Dış Hekimliğinde Renk.....	18
4.7.1. Renk Sistemleri.....	20
4.7.2. Renk Belirlemesi .....	25
4.7.2.1. Dış Renginin Gözle Belirlenmesi (Geleneksel Yöntem).....	25

4.7.2.2. Dijital Renk Değerlendirmesi.....	26
<b>5. MATERYAL ve METOD.....</b>	<b>29</b>
5.1. Kullanılan Materyaller.....	29
5.1.1. Herculite XRV Ultra.....	31
5.1.2. Charisma Diamond.....	31
5.1.3. Clearfil Majesty Esthetic.....	32
5.1.4. IPS Empress Direct.....	32
5.1.5. Aelite Aesthetic Enamel.....	32
5.1.6. Esthetx.....	33
5.1.7. Point 4.....	33
5.1.8. Ceram x Duo.....	34
5.1.9. Beautiful II.....	34
5.1.10. Filtek Ultimate.....	34
5.1.11. Estelite $\Sigma$ Quick.....	35
5.1.12. Clearfil Majesty Es-2.....	35
5.1.13. Elmas Bitirme Frezleri.....	36
5.1.14. OptiDisc Bitirme ve Cila Diskleri.....	36
5.2. Test Örneklerinin Hazırlanması.....	36
5.3. Renklendirici Solüsyonların Hazırlanması.....	39
5.4. Örneklerin Renk Değişikliklerinin Değerlendirilmesi.....	39
5.5. Çalışma Planı.....	41
5.6. İstatistiksel Değerlendirme.....	42
<b>6. BULGULAR.....</b>	<b>42</b>
6.1. CIE Lab sistemine göre yapılan değerlendirmeler.....	42
6.1.1. Kompozit rezinlerin kendi içinde değerlendirilmesi.....	42
6.1.2. Kompozit rezinlerin renklenmelerinin değerlendirilmesi.....	43
6.2. CIEDE 2000 sistemine göre yapılan değerlendirmeler.....	45
6.2.1. Kompozit rezinlerin kendi içinde değerlendirilmesi.....	45
6.2.2. Kompozit rezinlerin renklenmelerinin değerlendirilmesi.....	46
6.3. CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasındaki uyumlarının değerlendirilmesi.....	48
<b>7.TARTIŞMA.....</b>	<b>52</b>
7.1. Amaç ve yöntemin tartışılması.....	52

7.2. Bulguların Tartışılması.....	57
<b>8. SONUÇLAR .....</b>	<b>62</b>
<b>9. KAYNAKLAR .....</b>	<b>62</b>
<b>10. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>76</b>





## RESİMLER VE ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Resim 1: Herculite XRV Ultra</b> .....	31
<b>Resim 2: Charisma Diamond</b> .....	31
<b>Resim 3: Clearfil Majesty Esthetic</b> .....	32
<b>Resim 4: IPS Empress Direct</b> .....	32
<b>Resim 5: Aelite Aesthetic Enamel</b> .....	32
<b>Resim 6: Esthetx</b> .....	33
<b>Resim 7: Point 4</b> .....	33
<b>Resim 8: Ceram x Duo</b> .....	34
<b>Resim 9: Beautiful II</b> .....	34
<b>Resim 10: Filtek Ultimate</b> .....	34
<b>Resim 11: Estelite <math>\Sigma</math> Quick</b> .....	35
<b>Resim 12: Clearfil Majesty Es-2</b> .....	35
<b>Resim 13: OptiDisc Bitirme ve Cila Diskleri</b> .....	36
<b>Resim 14: Örneklerin hazırlanmasında kullanılan kalıplar</b> .....	37
<b>Resim 15: Kompozit rezinin kalıba yerleştirilmesi</b> .....	37
<b>Resim 16: LED ışık cihazı (BA optima 10)</b> .....	38
<b>Resim 17: Kompozit rezinin polimerizasyonu</b> .....	38
<b>Resim 18: Hazırlanan örneklerden biri (üst ve alt görünüm)</b> .....	39
<b>Resim 19: Konica Minolta CM-3600A</b> .....	40
<b>Resim 20: Çay ve kontrol gruplarının oluşturulması</b> .....	40
<b>Şekil 1: Çalışmaya ait çalışma akış düzeninin şematik gösterimi</b> .....	41
<b>Şekil 2: CIE Lab renk sistemine göre <math>\Delta E</math> grafiği</b> .....	44
<b>Şekil 3: CIEDE 2000 renk sistemine göre <math>\Delta E</math> grafiği</b> .....	47

## TABLULAR LİSTESİ

<b>Tablo 1: Kompozit rezinlerin sınıflandırılması.....</b>	<b>13</b>
<b>Tablo 2: Çalışmada kullanılan kompozit rezinler ve içerikleri.....</b>	<b>30</b>
<b>Tablo 3: Grupların CIE Lab sistemine göre renk değişimi miktarlarının değerlendirilmesi.....</b>	<b>43</b>
<b>Tablo 4: Grupların CIEDE 2000 sistemine göre renk değişimi miktarlarının değerlendirilmesi.....</b>	<b>46</b>
<b>Tablo 5: Çayda bekletilen grupların CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerine göre renk değişimi miktarlarının değerlendirilmesi .....</b>	<b>48</b>
<b>Tablo 6: Distile suda bekletilen grupların (kontrol grupları) CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerine göre renk değişimi miktarlarının değerlendirilmesi .....</b>	<b>49</b>
<b>Tablo 7: CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasındaki uyumun değerlendirilmesi .....</b>	<b>52</b>

## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

**a\***: CIE renk sistemi kırmızı-yeşil koordinatı

**ADA**: American Dental Association (Amerikan Diş Hekimleri Birliği)

**ANOVA**: Varyans analiz ölçümleri

**b\***: CIE renk sistemi sarı-mavi koordinatı

**BHT**: 2,4,6-tritersiyeer bütülfenol

**Bis-GMA**: Bisfenol-A-glisidil-metakrilat

**CIE**: Comission Internationale de l'Eclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)

**EBPADMA**: Etoksille bisfenolAdimetakrilat

**EGDMA**: Etilenglikoldimetakrilat

**GPDM**: Gliserofosfatdimetakrilat

**HEMA**: Hidroksi etilmetakrilat

**ICC**: Sınıf içi korelasyon katsayısı

**K**: Kelvin

**L\***: CIE sistemi renk değeri koordinatı

**MMA**: Metil metakrilat

**PMP**: 4-metoksifenol

**RGB**: Kırmızı, yeşil, mavi renk sistemi

**rpm**: Rotation per minute (Dakikadaki devir sayısı)

**RT**: Rotasyon fonksiyonu

**SCE**: Specular component excluded (Spekuler komponent hariç)

**SCI**: Specular component included (Spekuler komponent dahil)

**SLR**: Single-lens reflex (Tek lens refleksi)

**S-PRG**: Surface pre-reacted glass ionomer (Ön reaksiyonlu cam iyonomer tozu)

**TEGDMA**: Trietilenglikoldimetakrilat

**UDA**: Üretandiakrilat

**UDMA**: Üretandimetakrilat

**UV**: Ultraviyole

**$\mu\text{m}$** : Mikrometre

**$\Delta E$** : Renk değişikliği

**p**: İstatiksel anlamlılık

**SD**: Standart sapma



## 1. ÖZET

Bu çalışmanın amacı, siyah çayın on iki farklı kompozit rezinin renk stabilitelere olan etkisinin spektrofotometrik ölçümler ile değerlendirilmesidir. On iki kompozit rezinin her birinden 24 adet olmak üzere toplamda 288 adet disk şeklinde (5mm çapında ve 2 mm kalınlığında) örnekler hazırlanmıştır. İki nanofil; Filtek Ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD), Clearfil Majesty Es-2 (Kuraray Medical Co., Tokyo, Japonya), beş nanohibrit; IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), Charisma Diamond (Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya), Estelite  $\Sigma$  Quick (Tokuyama Dental Co., Tokyo, Japonya), Clearfil Majesty Esthetic (Kuraray Medical Co., Tokyo, Japonya), Aelite Aesthetic Enamel (Bisco, Schaumburg, ABD), üç mikrohibrit; (Esthet X) (Dentsply, York, PA, ABD), Point 4 (Kerr Corp., Orange, CA, ABD), Herculite XRV Ultra (Kerr Corp., Orange, CA, ABD), bir giomer; Beautiful II (Shofu, Kyoto, Japonya), bir ormoser; Ceram x Duo (Dentsply, Detrey GmbH, Konstanz, Almanya) (hepsi mine ve A2 tonunda) olmak üzere hazırlanmıştır. Kompozit rezinler kendi içinde rastgele iki gruba ayrılmıştır. Örneklerin tümü distile suda 24 saat bekletilmiştir ve bir spektrofotometre (Konica Minolta CM-3600A) ile başlangıç renk ölçümleri yapılmıştır. İlk grup siyah çayda (Lipton, İngiltere) bekletilirken (n=12); ikinci grup distile suda bekletilmiştir (kontrol grubu). Bu işlem 7 gün süresince tekrarlanmıştır. Örneklerin renkleri tekrar ölçülmüştür, renk farkları CIE Lab (Comission Internationale de l'Eclairage) ve CIEDE 2000 sistemlerine göre kaydedilmiştir. Sonuçların istatistiksel analizinde paired t testi, varyans analiz ölçümleri (ANOVA), Tamhane's T2, Student t ve Tukey testleri kullanılmıştır (p<0,05). Charisma Diamond ve Clearfil Majesty Esthetic dışında diğer kompozit gruplarının siyah çaydaki renk değişimleri, distile sudaki (kontrol grupları) renk değişimlerinden istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek bulunmuştur (p<0,05). Çayda bekletilen Clearfil Majesty Es-2 grubu en az renk değişimi gösterirken, Beautiful II grubu en yüksek renk değişimi göstermiştir. Sonuç olarak, siyah çay tüketimi kompozit rezinlerin renk stabilitelere etkilemektedir. Bu nedenle hastalar çay tüketiminin etkisi konusunda bilgilendirilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Estetik, kompozit rezinler, renklenme, renk sistemi, spektrofotometre

## 2. ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the effects of black tea on the color stability of twelve resin composites by spectrophotometric measures. Total of 288 disc-shaped specimens (5 mm in diameter and 2 mm deep) of each twelve resin composites: Two nanofilled; Filtek Ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), Clearfil Majesty Es-2 (Kuraray Medical Co., Tokyo, Japan), five nano hybrid; IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Charisma Diamond (Heraeus Kulzer, Hanau, Germany), Estelite  $\Sigma$  Quick (Tokuyama Dental Co., Tokyo, Japan), Clearfil Majesty Esthetic (Kuraray Medical Co., Tokyo, Japan), Aelite Aesthetic Enamel (Bisco, Schaumburg, USA), three micro hybrid; Esthet X (Dentsply, York, PA, USA), Herculite XRV Ultra (Kerr Corp., Orange, CA, USA), Point 4 (Kerr Corp., Orange, CA, USA), a giomer; Beautiful II (Shofu, Kyoto, Japan), an ormocer; Ceram x Duo (Dentsply, Detry GmbH, Konstanz, Germany) (all were enamel and shade color A2) were used. Randomly, all resin composite groups were divided into two groups. All specimens were immersed in distilled water for 24 hours and initial color measurements were performed using a spectrophotometer (Konica Minolta CM-3600A). Tea solution was prepared as standardized and then first group (n=12) were immersed in tea solution (Lipton, England) while the second group were immersed in distilled water (control group). This procedure was repeated for 7 days. Tea and distilled water were refreshed everyday. After immersion, color of specimens were measured again and color differences ( $\Delta E$ ) were evaluated with the CIE Lab and CIEDE 2000 color systems. The results were statistically analyzed using paired sample t test, measures analysis of variance (ANOVA), Tamhane's T2 test, Student t test and Tukey's tests ( $p < 0.05$ ). Except Charisma Diamond and Clearfil Majesty Esthetic groups, tea solution significantly resulted in more color change than the distilled water (control group) with all of the composite groups ( $p < 0.05$ ). In tea groups, Clearfil Majesty Es-2 showed the least color change in  $\Delta E$  while Beautiful II showed highest change in  $\Delta E$ . In conclusion, drinking tea consistently, affects restorative materials color stability. Therefore patients should be informed about effect of drinking tea.

**Key words:** Esthetic, composite resins, staining, color system, spectrophotometer

### **3. GİRİŞ VE AMAÇ**

Günümüzde estetiğe olan ilginin artması ve toplumsal bilinç düzeyinin yükselmesi ve bu bilinçlenmenin diş hekimliği alanına da yansması, hastaların daha uzun ömürlü estetik restorasyonlar talep etmelerine sebep olmuştur ve kompozit rezinler hekimler tarafından sıklıkla tercih edilen materyaller haline gelmiştir. Çok yaygın kullanım alanı olan kompozit rezinlerin genel özelliklerinin ve başarısızlık nedenlerinin incelenmesi ile materyallerin daha iyi tanınacağı ve tedavilerin daha başarılı olacağı düşünülmektedir. Bir estetik restorasyonun klinik başarısı uygulama yönteminin dışında, kullanılan materyalin partikül ve rezin matris yapısına, cilalanabilirliğine ve renk uyumu gibi özelliklerine bağlıdır. Başarılı bir restorasyon için, kullanılan kompozit rezinin renk stabilitesi çok önemlidir ve kompozit rezinin yeterli renk stabilitesine sahip olmaması sonucu renklenmesi özellikle ön bölgedeki restorasyonların yenilenmesindeki en önemli nedenlerden biridir (1).

Bu çalışmada siyah çayın özellikle ön bölge restorasyonlarda uygulanmak üzere geliştirilmiş on iki farklı kompozit rezinin renk stabilitelere olan etkisinin CIE Lab (Comission Internationale de l'Eclairage) ve CIEDE 2000 sistemleri kullanılarak spektrofotometrik olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırmanın hipotezi, ülkemizde ön dişlerin restorasyonlarında güncel olarak kullanılan kompozit rezinlerin farklı renk stabilitelere sahip olduğudur.

### **4. GENEL BİLGİLER**

#### **4.1. Kompozit Rezinlerin Tarihi**

Diş hekimliğinde estetik restorasyonların uygulanması silikat simanlarla başlamıştır. Fosforik asit likidi ve alumina silika camından hazırlanan bu siman, 1878 yılında Fletcher tarafından geliştirilmiştir. Ağız sıvılarında çözünebilir yapıda olmasının ve pulpa üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra en önemli özelliği antikaryojenik olmasıdır. Çürük aktivitesi fazla olan bireyler için önerilen silikat siman günümüzde artık tercih edilmemektedir (2).

1940'lı yıllarda kimyasal olarak polimerize olan akrilik rezinler, o döneme dek kullanılmakta olan silikat simanlara alternatif olarak piyasaya sunulmuştur. İçerdikleri metilmetakrilat monomerleri, oda sıcaklığında kimyasal yolla polimerize olarak polimetilmetakrilat zincirlerini oluşturur. Yüksek oranda polimerizasyon büzülmesi, yüksek termal genleşme, diş yapısına bağlanamama, mikrosızıntı, bakteri penetrasyonu gibi dezavantajları nedeniyle bu dolgu materyalinin kullanıldığı dişlerde ikincil dentin çürüklerinin oluştuğu gözlenmiştir. Kompozit rezinlerin geliştirilmesi ile uygulama alanları sınırlanmıştır. Günümüzde geçici amaçlı akrilik venter kronların onarımında ve bazı protetik işlemlerde kullanılmaktadır (3).

1955'de Buonocore'un mine yüzeyine ilk defa asit uygulaması ile diş yüzeyini pürüzlendirmesi, diş hekimliğinde adeziv teknolojinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (4). 1962 yılında Dr. Raphael Bowen Bisfenol A ve glisidil metakrilat'ın reaksiyon ürünü olan Bis-GMA (Bisfenol A glisidil dimetakrilat) olarak adlandırılan bir monomer elde etmiştir. Doldurucusuz akrilik rezinlerin fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi amacı ile tanıtılan dolduruculu rezin materyaller günümüzde kullanılan kompozitlerin temelini oluşturmuştur (5).

Diş hekimliğinde ilk kullanımları toz- likit karışımı halinde olan kompozit rezinler daha sonra iki pat halinde kullanılmış, ancak iki patın karıştırılması sırasında oluşabilecek hava kabarcıklarının kompozit rezinin direncini düşürdüğü, çalışma süresinin kısa olmasının ve tek seferde kütleli olarak kaviteye yerleştirilme zorunluluğunun uygulamada başarısızlıklar yarattığı belirtilmiştir. Bu nedenle günümüzde tek pat şeklinde ve dalga boyu ortalama 460 nm olan görünür ışıkla polimerize edilen kompozit rezinler geliştirilmiştir. Resin esaslı kompozitlerin diş hekimliğine girmesiyle restoratif diş hekimliği alanında çok önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Kompozit rezinler diş renginde olmaları, civa içermemeleri, ısı iletkenliklerinin düşük olması, diş dokularına bağlanabilmeleri, konservatif kavite preparasyonuna izin vermeleri, kalan diş dokusunu desteklemeleri ve restorasyonun tek seansta bitirilebilmesi gibi avantajları sebebiyle hekimler tarafından sıklıkla uygulanmaktadır (6).



## **4.2. Kompozit Rezinlerin Yapısı**

Kompozitler değişik yapı ve özelliğe sahip iki ya da daha fazla farklı materyalin belirgin fazlar oluşturacak şekilde birleştirilmesi ile elde edilen ürünlerdir. Bu birleşimin amacı kompoziti oluşturan kısımların her birinin tek başına sahip olamayacakları özellikleri sağlamaktır (7, 8).

Kompozit rezinler; organik polimer matriks fazı, inorganik faz ve ara faz olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır (5).

### **4.2.1. Organik Polimer Matriks Fazı**

Organik polimer matriks fazı, kompozit rezinin kimyasal olarak aktive olan kısmıdır ve polimerizasyon sonunda polimere dönüşmektedir. Monomer sistem (monomerler ve ko-monomerler), polimerizasyon başlatıcılar, aktivatörler, polimerizasyon inhibitörleri ve ultraviyole stabilizatörlerden oluşur (9).

Monomerler, polimerize olmamış restoratif materyalin akışkanlık özelliğinden sorumludur. Sıklıkla kullanılan Bis-GMA'nın yanı sıra, kompozit rezinlerin bazılarında Bis-GMA'dan daha iyi adezyon gösteren ve renk değişimine daha dirençli olan UDMA (üretan dimetakrilat) kullanılmaktadır. UDMA'da Bis-GMA'ya ait yapının yerini izosiyanat grubu almıştır. Yüksek moleküler ağırlıklarından dolayı oldukça visköz olan bu iki monomer, alifatik yapıdaki düşük visköziteli bir başka çift fonksiyonel komonomer olan TEGDMA (triötilen glikol dimetakrilat) veya MMA (metil metakrilat), EGDMA (etilen glikol dimetakrilat) ile dilüe edilirler (3). TEGDMA, Bis-GMA gibi aynı şekilde iki ucunda da reaktif çift bağlara sahiptir ancak çift bağlarının daha kısa olması, büzülmesini %15 gibi bir orana yükseltmektedir. Bu nedenle Bis-GMA ile birlikte kullanıldığında vizközitesi kontrol edilebilir ve büzülmesi %3-5 arasında yer alan bir rezin meydana gelmektedir (10).

Organik polimer matriks fazı, kompozit rezin materyalin en zayıf ve aşınma direncinin en düşük olduğu fazdır, su emilimine neden olabileceğinden dolayı boyanabilir ve renklenebilir. Bundan dolayı üreticiler kompozit rezin materyalin matriks içeriğini azaltıp doldurucu içeriğini arttırarak daha dayanıklı kompozit

rezinler oluşturmaya hedeflemektedir. EBPADMA'nın (Etoksille bisfenol A dimetakrilat) su emilimini azaltmak için kullanıldığı bilinmektedir (11).

Polimerizasyon reaksiyonunun ilk evresi olarak kabul edilen serbest radikallerin oluşumuna yol açan maddeler başlatıcı; polimerizasyon reaksiyonunu hızlandıran maddeler de aktivatör olarak adlandırılır. Reaksiyon başlatıcı madde, kimyasal veya fiziksel aktivasyon yoluyla monomerlerin çift bağlarıyla reaksiyona giren enerji açısından zengin serbest radikallerin oluşmasına ve bu sayede polimer zincirlerinin meydana gelmesine olanak sağlar. Otopolimerizan kompozitlerde başlatıcı dibenzol peroksit iken, hızlandırıcı aromatik tersiyer aminlerdir. Işıkla polimerize olan kompozitlerde ise 450-550 nm dalga boyunda ışığı absorbe ederek etkisini gösteren kamforokinonlar başlatıcı olarak kullanılır. Kompozit rezinlerin ısı, ışık ve diğer kimyasal yollarla kendi kendine polimerize olmasını engellemek ve raf ömrünü uzatabilmek amacı ile organik matriks içerisine eklenen %0,1 veya daha az PMP (4-metoksifenol) ya da BHT (2, 4, 6-tritersiyer bütifenol) gibi fenol türevi materyaller ise polimerizasyon inhibitörleridir (12).

#### **4.2.2. Ara Faz (Bağlayıcı Faz)**

Kompozit rezinlerin mekanik özelliklerinin yeterli olabilmesi için doldurucu partiküllerle rezin matriksin birbirine iyi bağlanması gerekmektedir, bu da rezin matriks içerisine yerleştirilen bağlayıcı ajanlarla sağlanır. Silanizasyon olarak da adlandırılan bu bağlanma işlemini organosilan bileşikler gerçekleştirir. Silanlar iki fonksiyonlu moleküllerdir; organik matriksteki metakrilat grubu ile kovalent bağlar kurarlarken, doldurucu partiküllerin yüzeyindeki hidroksil gruplarına bağlanırlar (13). Silanın kalitesi kompozit rezinin fiziksel özellikleri üzerine direkt olarak etkilidir (14).

Rezin ve doldurucu partiküller arasında bağlanma olmadığında ya da bozulduğunda yüklem altında gelişen streslerin materyal boyunca rezin ve cam arasında etkili yayılması sağlanamayacak ve stresin çoğu rezin matriks tarafından taşınacaktır. Bu durum aşırı deformasyona, fraktüre, restorasyonun aşınmasına ve kompozit rezinin parçalanmasına yol açacaktır. Bu nedenle rezin ve cam doldurucu arasındaki bağın kalitesinin sağlanması, aşınmaya dirençli kompozit rezinin gelişimine katkıda

bulunmaktadır. Uygulanan silan tipi genellikle doldurucu içeriğine bağlıdır. Siloran esaslı kompozitlerde metakrilat yerine silan içindeki epoksi gruplar kullanılmıştır (15).

### **4.2.3. İnorganik Faz**

Rezinin dış dokusuna benzer niteliklere sahip olabilmesi için polimer özelliklerini tamamlayan bu faz, doldurucu olarak matriks içerisine dağılmış çeşitli şekil ve büyüklükteki cam partiküller, kuartz (kristalin silika), lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, yitrium cam, çinko, hidroksiapatit, borosilikat cam içerir. İnorganik doldurucuların yapısına stronsiyum, baryum, çinko ve silisyum gibi elementler ilave edilerek radyopak görüntü veren ve aşınmaya dirençli kompozit rezinler elde edilmiştir (13).

Kuartz içeren kompozit rezinlerin bitirme ve cila işlemleri oldukça zor olduğu için son zamanlarda nonkristalin silikat cam partiküller içeren kompozit rezinler üretilmiştir. Doldurucular kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek, elastisite modülü değerlerini olumlu yönde geliştirmek, ısıl genleşme katsayısını ve su emilimini azaltmak amacıyla ilave edilmişlerdir. Daha küçük partiküller içeren doldurucu kullanımıyla aşınma direncinde artış sağlanırken su emilimi ve termal genleşme gibi konularda azalma elde edilir. Yüksek oranda doldurucu kullanımı ile polimerizasyon büzülmesinin azalması açısından avantaj sağlansa da akışkanlıkta azalma gibi sorunlar ortaya çıkar. Doldurucu yüzdesi hacimce veya ağırlıkça ifade edilir (16). Silika yapıyı güçlendirir, ışığı geçirir ve yayar. Böylece kompozit materyaline mineye benzer yarı şeffaf bir görüntü kazandırır.

Kompozit rezinler inorganik faza sahip olmaları nedeni ile doldurucu içermeyen silikat ve akrilik restoratif metaryallerden daha üstün fiziksel özellikler gösterirler. Üretici firmaların organik matriks, inorganik doldurucular ve bağlayıcı ajan üzerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda günümüzde kullanılan restoratif metaryaller doldurucu miktarları ve boyutları açısından çeşitlilik göstermektedir (17).

### 4.3. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması

Kompozit resinler doldurucu ya da matriks kısmın içeriğine ve miktarına, polimerizasyon şekillerine (kimyasal yolla, UV ışıkla, görünür ışıkla, Argon lazerle) ve vizközitelerine göre (kondanse edilebilir, akışkan) çok farklı şekillerde sınıflandırılmışlardır (**Tablo 1**). Yaygın olarak kullanılanlar ise doldurucu içeriği, partikül büyüklüğü ya da ilave edilme şekline göre yapılan sınıflandırmalardır (4, 18).

Partikül boyutlarına göre kompozit resinler, makrofil, midifil, mikrofil ve nanofil olarak sınıflandırılmışlardır. Makrofil kompozitlerde doldurucu partiküller 10-100 µm büyüklüğündedir. İnorganik doldurucu olarak büyük ve sert olan kuartz partikülleri içermesi organik matriksin inorganik partiküllerden daha fazla aşınmasına neden olur ki bu da zaman içinde restorasyonda yüzey pürüzlülüğüne ve renklenmeye neden olur. Makrofil kompozitlerden sonra geliştirilen midifil kompozitler, geleneksel kompozitler olarak adlandırılmışlardır. Sonrasında üretilen 0,02-0,04 µm doldurucu içeriğine sahip mikrofil kompozitler ise iyi cilalanabilen kompozitler olarak adlandırılırlar. Yüksek oranda doldurucu içeren mikrofillerin uygulamasında yaşanan zorluklar ile mikrofil kompozitlere 2-5 µm boyutunda partikül karışımların eklenmesi sonucunda hibrit kompozitler üretilmeye başlanmıştır. Hibrit kompozitler; geleneksel kompozitlerin mekanik ve fiziksel özellikleri ile mikro dolduruculu kompozitlerin pürüzsüz yüzeyini bir araya getirmek için üretilmiştirler. Bu materyaller ağırlıklarının %75-85 oranları arasında inorganik doldurucu içerirler. Doldurucuları genellikle, mikro dolduruculardan ve ortalama çapı geleneksel kompozitlerden daha küçük olan doldurucuların karışımından oluşur. İnorganik doldurucu miktarının daha fazla olması nedeniyle mekanik ve fiziksel özellikleri geleneksel kompozitlere göre daha iyidir (17).

Doldurucu partikül boyutu, dağılımı, morfolojisi ve monomer teknolojisindeki ilerlemeler, özel manipülasyon şekillerine sahip kompozitlerin geliştirilmesini sağlamıştır. Sıkıştırılabilen (kondanse edilebilir) ve akışkan kompozitler ise bu materyallere örnek olarak geliştirilmişlerdir. Amalgam ve altın alaşımlarına alternatif olarak, diş rengine benzer estetik dolgu maddelerini posterior dişlerde uygulama girişimleri, 1980'li yıllarda posterior, kondanse edilebilir ya da diğer bir ifadeyle

sıkıştırılabilir kompozitlerin geliştirilmesini sağlamıştır (19). Kompozit rezinlerin geliştirilmesinde en büyük çaba okluzal yüzeyler için sarf edilmiştir. Aşınma dirençleri giderek arttırılmıştır. Daha önceleri kullanılan kompozit rezinlerin yıllık aşınma direnci ortalama 25-30  $\mu\text{m}$  iken, günümüzde 10  $\mu\text{m}$  altında aşınma oranlarına ulaşılmıştır. Doldurucu partiküllerin modifikasyonu da yeni jenerasyon kompozit rezinlerin gelişimini hızlandırmaktadır (17, 3, 20).

Kompozit rezinlerin sınıflandırılmalarındaki zorluk nedeni ile yapılan farklı bir sınıflandırmada ise kompozit rezinler üç gruba ayrılmışlardır. Düşük vizkoziteye sahip akışkan rezinler light-body kompozit rezinler olarak adlandırılırken, ön ve arka grup dişlerde kullanabilen mikrofil, hibrit ve mikrohibrit olan medium-body kompozit rezinler, kondanse edilebilir rezinler ise heavy-body kompozit rezinler olarak gruplandırılmışlardır (21).

Kompozit rezin teknolojisindeki gelişmeler sonucunda her geçen gün farklı türde güncel materyaller diş hekimlerinin kullanımına sunulmaktadır. Bunlar; nanodoldurucu kompozit rezinler, ormoserler, siloranlar, giomerler, bulk-fill kompozit rezinler, self-adeziv kompozit rezinler ve fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler gibi materyallerdir.

#### **4.3.1. Nano Doldurucu (Nanofil) Kompozitler**

Nanomer terimi metrenin milyarda biri veya mikronun binde biri kadar bir ölçektir. Günümüzde geliştirilen nano teknolojinin amacı, daha küçük, daha hafif ve daha dayanıklı malzemelerin geliştirilmesidir ve diş hekimliğinde yeni gelişmeleri beraberinde getirmiştir (22). Son yıllarda nanodoldurucu içeren, doldurucu partiküllerin aşırı küçük olduğu (0,005-0,001  $\mu\text{m}$ ) kompozitler piyasaya sunulmuştur (5). Bu küçük partiküller kolayca kümelenebildiklerinden farklı boyutlarda doldurucular oluşur. Çok farklı boyutlarda partikül ve farklı doldurucu içeriğine sahip nanohibrit kompozitler ve standart boyutta (nano boyutta) partikül içeren nanofil kompozitler, nanokompozitler olarak adlandırılan materyallerin iki alt grubudur. Partikül hacimlerinin küçük oluşu restorasyonun iyi cilalanabilmesini sağlar. Bu özelliklerinden dolayı kompozit materyal seçiminde nano doldurucu kompozitler ön plana çıkmaktadır. Küçük partiküllerin ışık kırma indekslerinin mine

dokusuna yakın olması, küçük partiküllü rezinlere mine dokusuna benzer bir estetik görünüm sağladığından dolayı bu kompozit rezinler daha çok ön bölgedeki restorasyonlarda kullanılırlar (23).

#### **4.3.2. Ormoserler**

Ormoserlerin ("organik modifiye seramik" kelimelerinin ilk hecelerinden oluşur) gelişimine kadar kompozitlerin inorganik partikül yapısı, oranı ve boyutuna yönelik değişiklikler yapılmaktayken, ormoser materyalinde kompozitlerin organik matriksinde yapısal değişiklikler oluşturulmuştur. Ormoserlerde, çok fonksiyonlu üretan ile tioeter oligo metakrilat alkoksisisilanın inorganik-organik kopolimerleri oluşur. Bu materyallerin aşınmaya karşı direnci geleneksel kompozit rezinlerden çok daha fazladır. Ormoserler ile geleneksel kompozitler arasındaki en önemli farklardan biri, organik matrikste esas komponent olarak metakrilat polisiloksan kullanılması neticesinde dimetakrilat monomerlerinin azaltılmış olmasıdır ki bu da allerjik reaksiyon görülme ihtimalini azaltmaktadır. Silanlanmış inorganik doldurucu partiküllere ilaveten ormoserler inorganik-organik kopolimer içerirler (24). Ormoserin avatajları arasında düşük polimerizasyon büzülmesi, yüksek aşınma direnci, biyouyumlu bir materyal olması ve çürüklere karşı koruyucu olması sayılabilir (25, 3).

#### **4.3.3. Siloranlar**

Bis-GMA, UDMA, TEGDMA gibi çeşitli metakrilat monomerlerden oluşan rezin matriks yapısına sahip kompozit rezinler başta polimerizasyon büzülmesi olmak üzere birçok klinik soruna neden olabilecek radikal zincir reaksiyonu ile polimerize olurlar (26). Kompozit rezinlerde karşılaşılan yetersizlikleri ortadan kaldırmak ve kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla yapılan çalışmalar devam etmektedir. Bu gelişmelerden biri de siloksan ve oksiran içeren, dimetakrilat monomerlerin serbest radikallerinin polimerizasyonu yerine siloranların halka-açılımı polimerizasyonunun gerçekleştirildiği hibrit monomer sistem olan siloran sistemlerin geliştirilmesidir (27). Siloksanın materyale kazandırdığı hidrofobik özellikler, ağız içinde kompozit rezinin uzun dönem mekanik dayanıklılığında etkilidir. Bununla birlikte siloranlar, hidrofobik yapılarından dolayı dış faktörlere bağlı renklemelere daha dirençlidirler (28). Oksiran monomerinin gösterdiği halka-

açılımı ile düşük polimerizasyon büzülmesi gösterirler (29, 30). Polimerizasyonları sırasında “halka-açılımlı” monomerler; açılarak düzleşir, birbirlerine doğru uzarlar ve bağlanırlar. Sonuçta da metakrilat esaslı kompozitlerle karşılaştırıldığında daha az büzülmenin gerçekleştiği, siloran esaslı sistemlerin kenar uyumu ve mikrosızıntı yönlerinden daha üstün olduğu çalışmalarda gösterilmiştir (31). Siloranların sahip olduğu bu özelliklerin yanı sıra azalmış su emilimi, çözünürlük ve difüzyon katsayısı sayesinde, geleneksel metakrilat esaslı kompozit rezinlerde sık rastlanılan kenar sızıntısı, kenar renklenmesi, ikincil çürük oluşumu, mikroçatlak, kaspal gerilim, tüberkül kırığı, post-operatif duyarlılık gibi klinik sorunların görülme olasılığı büyük ölçüde azaltılmıştır (28, 30).

#### **4.3.4. Giomerler**

Son yıllarda yeni grup hibrit kompozit materyaller olan giomerler piyasaya sürülmüştür. Bu materyallerin yapısında stabil halde cam iyonomer üretmek için S-PRG (ön reaksiyonlu cam iyonomer tozu) kullanılmaktadır. Flor-alumina silikat cam, polialkenoik asit ile suda reaksiyona girdikten sonra silika dolduruculu üretilen rezin içerisine katılırlar. Bu materyallerin florür salma ve depolama özellikleri vardır. Giomerler aside ve plak oluşumuna dirençli bir tabaka oluşturarak bakteri adezyonunu önlerler (32). Giomer materyaline komşu olan dentin dokusunda gözlenen remineralizasyonun gerçekleştiği *in vitro* çalışmalarda da belirtilmiştir (33). Resin içermeleri nedeniyle geleneksel cam iyonomerlere ve resin modifiye cam iyonomerlere kıyasla daha üstün estetik özellik gösterirler. Bu materyallerin aynı zamanda dentin adeziv sistemleri de üretilmiştir ve benzer şekilde florür salabilme ve depolama özelliklerine sahip oldukları da bildirilmiştir (34, 35). 2000 yılında diş hekimliğine sunulan 1. jenerasyon Beautifil (Shofu, Kyoto, Japonya) ve FL-Bond (Shofu, Kyoto, Japonya) adeziv sisteminden sonra 2007 yılında geliştirilen 2. jenerasyon Beautifil II (Shofu, Kyoto, Japonya) ile FL-Bond II (Shofu, Kyoto, Japonya) adeziv sistemi ve bunlardan kısa bir zaman sonra da piyasaya sürülmüş olan Beautifil Flow Plus giomerlere örnek olarak gösterilebilir (36). Klinik performansının değerlendirildiği *in vivo* araştırmalarda, sınıf I, II ve V restorasyonlarda uygulanan Beautifil ve Beautifil II materyallerinin kabul edilebilir sonuçlar verdiği bildirilmiştir (37).

#### **4.3.5. Bulk-Fill Kompozit Rezinler**

Yeni nesil nanohibrit bir kompozit türü olan bulk-fill kompozit rezinler, ytterbiyum triflorid, baryum camı, karmaoksit, proakrilat, zirkonyum/silika partikülleri içerir. Surefil SDR flow (Dentsply, Caulk, ABD), Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), X-tra base (Voco, Cuxhaven, Almanya) bulk-fill kompozitlere örnek olarak verilebilir. Bu kompozitlerin 4 mm kalınlığında polimerize edilebildiği ifade edilmektedir. Kompozitin materyal türü aynı zamanda tekniğin ismini oluşturmaktadır. Bu materyalin, tek tabakalı (bulk) olarak uygulanmasıyla klinik çalışma süresinin azaldığı ve hasta-hekim konforunun arttığı bilinmektedir. 4 mm derinliğinde uygulanabilen bu materyalin inorganik yapısında bulunan baryum ve ytterbiyum partikülleri radyoopasiteyi artırır ve ışık cihazının etkisinin derinlere ulaşabilmesini sağlar (38).

#### **4.3.6. Self-Adeziv Kompozit Rezinler**

Klinik uygulamalardaki adeziv aşamaların ve teknik hassasiyetin azaltılması diş hekimliği alanındaki araştırma ve geliştirme çalışmalarının en büyük hedeflerindedir. Günümüzde adeziv teknolojisindeki gelişmeler sayesinde, tedavi süresini kısaltarak hekim ve hasta memnuniyetini arttıran ve teknik hassasiyeti en aza indiren self-adeziv kompozit rezinler diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur (39, 40). Self-adeziv kompozit rezin simanların diş hekimliğine sunulması, diş dokularına ek bir adeziv ihtiyacı olmadan bağlanabilen self-adeziv kompozit rezinlerin geliştirilmesine yol açmıştır. Vertise Flow (Kerr Corp, ABD) bu materyal grubuna örnek olarak verilebilir (41, 42). Ayrı bir adeziv sistem uygulaması gerektirmeyen materyaller olarak kullanılan bu kompozit rezinlerin endikasyonları, küçük sınıf I ve V kaviteler, servikal lezyonlar ve porselen tamirleridir. Self-adeziv akışkan kompozit rezinler, mine ve dentini pürüzlendiren fonksiyonel monomer GPDM (gliserofosfatdimetakrilat) ve çoğu adezivde bulunan dentinin ıslanabilirliğini ve rezin penetrasyonunu arttıran bir başka fonksiyonel monomer olan HEMA (hidroksi-etil metakrilat) içerirler (43, 44). İki farklı mekanizma ile açıklanan bağlanmanın gerçekleşmesinde ilk olarak GPDM monomerinin fosfat fonksiyonel grubu ile dişin kalsiyum iyonları arasında kimyasal bir bağlanma oluşur, daha sonra da dentinin kollajen fibrilleri (“smear” tabakası ile birlikte) ile self-adeziv akışkan kompozit



rezinin monomerleri arasında mikromekanik bir bağlanma oluşur. Self-adeziv kompozit rezinlerin düşük mikrosızıntının yanı sıra dentine yüksek bağlanma değerleri gösterdiği bildirilmiştir (44).

#### 4.3.7. Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Reziner

Fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler, resin matriks içerisinde fiber içeren ve kullanım alanı son derece geniş olan materyallerdir (45). Kısa fiberle güçlendirilmiş kompozit resin olarak piyasaya tanıtılan Everx Posterior (GC Europe, Leuven), dentin dokusunun stres absorbe etme özelliğini taklit ederek, büyük sınıf II restorasyonların direkt olarak restore edilmesine olanak sağlamıştır. Fiberlerin restorasyonlardaki en önemli başarısızlık sebeplerinden biri olan kompozit resin yapısında çatlak oluşumunu engellediği veya çatlak ilerlemesini durdurduğu bildirilmiştir (46).

**Tablo 1: Kompozit rezinlerin sınıflandırılması**

Kompozit resin türü	Kompozit resin özelliği
<b>Viskozitelerine göre</b>	
Kondanse olabilen kompozitler	Heavy-body (posterior kompozitler) kompozit rezinler
Akışkan kompozitler	Light-body kompozit rezinler
<b>Doldurucu büyüklüklerine göre</b>	
Makrofil kompozitler	10-100 µm partikül büyüklüğündedirler.
Midifil kompozitler	1-10 µm partikül büyüklüğündedirler.
Minifil kompozitler	0,1-1 µm partikül büyüklüğündedirler.
Mikrofil kompozitler	0,01-0,1 µm partikül büyüklüğündedirler.
Nanofil kompozitler	5-100 nm partikül büyüklüğündedirler.
Hibrit kompozitler	10-50 µm+ 40 nm partikül büyüklüğündedirler.
Nanohibrit kompozitler	5-100 nm+ 0,6-1 nm partikül büyüklüğündedirler.
Mikrohibrit kompozitler	0,6-1 µm+40 nm partikül büyüklüğündedirler.
<b>Güncel kompozit rezinler</b>	
Ormoserler	Metakrilat polisiloksan içeren kompozit rezinlerdir.
Siloranlar	Siloksan ve oksiran molekülleri içeren kompozit rezinlerdir.
Giomerler	S-PRG (ön reaksiyonlu cam iyonomer tozu) içeren kompozit rezinlerdir.
Bulk-fill kompozit rezinler	4 mm derinliğinde polimerize olabilen kompozit rezinlerdir.
Self-adeziv kompozit rezinler	Adeziv sistem gerektirmeyen kompozit rezinlerdir.
Fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler	Resin matriks içerisinde fiber içeren kompozit rezinlerdir.

#### **4.4. Kompozit Restorasyon Endikasyonları**

Kompozit rezin materyaller, sınıf I, II, III, IV, V ve VI restorasyonlarda, kor yapımı, fissür örtücü ve koruyucu rezin uygulamaları (konservatif kompozit restorasyonlar), estetik uygulamalar (parsiyel venerler, full venerler, diş kontür düzeltmeleri, diastemaların kapatılması), yapıştırma amaçlı olarak, geçici restorasyonlar, periodontal splint yapımı gibi çoğu klinik uygulamada tercih edilmektedir. ADA (Amerikan Diş Hekimleri Birliği), okluzal kuvvetin fazla olduğu alanlarda, tükürük izolasyonunun yapılamadığı durumlarda ve kompozit rezin alerjisinin olduğu bireylerde ise bu materyallerin kullanımını önermez. Önerilen şekilde uygulandığı takdirde restorasyonların klinik ömrünün Sınıf I, II, V restorasyonlarda amalgamla eşdeğer olduğu bildirilmiştir (47).

#### **4.5. Kompozit Restorasyonlara Uygulanan Bitirme ve Polisaj İşlemleri**

Kompozit rezinlerin bitirme ve cila işlemleri, restoratif diş hekimliğinin esas aşamalarındandır (48). Kavite sınıflamasına ve lokalizasyonuna bakılmaksızın başarılı bir yüzey bitimi restorasyonun estetiği ve uzun ömürlü olması açısından klinik olarak önemlidir. Kompozit restorasyonların bitirme ve polisaj aşamalarında gözlenen yetersizlik sonucunda, yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak plak birikimi, diş eti enfeksiyonları, ikincil çürük oluşumu ve renklemenin oluşabileceği bildirilmiştir (49, 50). Hastalar üzerinde yapılan değerlendirmeler 0,25 µm ve 0,50 µm arasındaki pürüzlülük farkının dil ile ayırt edilebildiğini göstermiştir (51). Bu nedenle pürüzsüz bir restorasyon yüzeyi hasta memnuniyeti için de önemlidir. Ayrıca pürüzlü yüzeylerin daha hızlı renklenerek estetik sorunlara yol açtığı da bilinmektedir (52).

Bitirme olarak ifade edilen işlem, istenilen diş anatomisinin elde edilmesi için restorasyonun şekillendirilmesidir. Cilalama olarak ifade edilen işlem ise, yüzey pürüzlülüğün azaltılmasıdır (53). Kompozit restorasyonların bitirme ve cila işlemleri için genellikle kullanılan aletler, karbit frezler, döner aletlerle kullanılan 25µm-50µm elmas aşındırıcılar, aşındırıcı lastikler, arkansas taşları, diskler ve cila patlarıdır (54). Bitirme ve cila işlemlerinde kullanılan aşındırıcılar kompozit rezin yüzeyinde silika partiküllerinin yer değiştirmesine veya yüzeyden uzaklaşmasına

neden olabilirler. Partikül büyüklüğü 0,01-1 µm arasında değişen küçük partiküllü kompozit rezinlerde polisaj işlemi başarılı sonuç verirken partikül büyüklüğü 10µm den fazla olanlarda yüzeyin pürüzlü olduğu görülür. Erdemir ve ark (55) yaptıkları çalışmada; bitirme işleminden sonra bile düzensiz sıralanmış inorganik doldurucu partiküllerin neden olduğu kompozit yüzey pürüzlülüklerinin zamanla daha kolay renklenmeye neden olduğu göstermişlerdir.

Patel ve ark (56), kompozit rezinlerin renklendirici sıvılarda bekletilmeden önce 15 µm elmas aşındırıcılar ve 1 µm alüminyum oksit patlarla cilalandıklarında, daha düşük renklenme değerleri gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bitirme işlemlerinden sonra kompozit rezinin yüzeyi halen pürüzlüdür ve yeterli pürüzsüzlüğü elde edebilmek için ilave cila işlemlerine gerek duyulmaktadır. Bitirme ve cila işlemlerinin ardından oluşabilecek mikro defektleri doldurmak, kompozit restorasyonun yüzeyinde pürüzsüz bir tabaka oluşturarak zaman içerisinde oluşabilecek renklenme, plak tutulumu gibi olumsuzluklardan restorasyonu koruyabilmek ve estetiği arttırabilmek amacıyla piyasaya sürülen rezin esaslı yüzey verniklerinin (glaze materyalleri) restorasyon yüzeyine uygulanması da yaygın hale gelmiştir. Bu materyaller cila materyali olarak adlandırılan, Bis-GMA içeren rezinlerdir ve kompozit restorasyonların özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanılmaları önerilmiştir (57, 58). Bu materyalin bitirme işleminin ardından uygulanabileceği üreticiler tarafından bildirilmiştir; böylelikle hekimlere kısa sürede, istenilen kalitede cila yapabilme olanağı sunulduğu vurgulanmıştır. Glaze materyali, polimerizasyonları tamamlanmış restorasyonların yüzeyinde kullanılabildikleri gibi polimerizasyonları tamamlanmamış restorasyonların yüzeyinde de kullanılabilmektedir. Polimerize edilmemiş kompozit rezinin üzerine uygulanan glaze materyalinin, restorasyonun yüzeyini düzgünleştirdiği ve cila işlemlerine gerek kalmadan kısa sürede parlak estetik restorasyonların yapımına katkıda bulunduğu bildirilmiştir (58). Saraç ve ark (59) yüzey cilası olarak diş hekimlerinin kullanımına sunulan Biscove'ın (Bisco, Schaumberg, ABD) dokusal mikro defektleri doldurduğunu ve daha düzgün bir yüzey sağlamaya yardımcı olduğunu gözlemlemişlerdir.

1960'lı yıllarda tanıtıldıklarından beri, mükemmel estetik özellikleri, yeterli dayanıklılık, diş dokularına bağlanma kabiliyetleri ve porselene göre daha ekonomik olmaları gibi avantajlarından dolayı kompozit rezinler estetik diş hekimliğinde en yaygın kullanılan materyallerdir (52). Ancak bunun gibi avantajlarının yanı sıra kompozit rezinler ağız ortamında renklenme eğilimindedirler ve kompozit rezinlerin yeterli renk stabilitesine sahip olmaması sonucu renklenmeleri, restorasyonların değiştirilmesindeki en önemli nedenlerden biridir (1).

#### **4.6. Renklenme Çeşitleri**

Kompozit rezinlerde çeşitli nedenlere bağlı olarak renk değişiklikleri izlenebilir. Renklenmenin derecesini etkileyen yetersiz polimerizasyon, su emilimi, kimyasal tepkime, beslenme alışkanlıkları, ağız hijyeni ve restorasyonun yüzey düzgünlüğü gibi iç ve dış kaynaklı birçok faktör vardır. Kompozit materyal yapısından kaynaklanan renk değişiklikleri “iç renklenmeler”, restorasyonun uygulanması sırasında gerçekleşebilen hekim hatalarından kaynaklanan renk değişiklikleri “dış renklenmeler” olarak sınıflandırılır (60).

##### **4.6.1. İç Renklenmeler**

Rezin matriks içeriği, doldurucu partikül büyüklüğü ve oranı, ışığa duyarlı başlatıcı türü gibi restoratif dental materyallerin rengini etkileyen birçok faktör vardır (61). Kimyasal olarak polimerize olan kompozitlerde tersiyer aromatik aminlerin ağız ortamında kimyasal değişikliğe uğraması sonucu, renklenmeler izlenir ve UV (Ultraviyole) ışığı, nem ve oksidasyon ile hızlanır. Kamforokinon, ışıkla polimerize edilen kompozit rezinlerde en yaygın kullanılan başlatıcı tipidir. Kamforokinon, beyazlatılmayan kromofor grubu katı, sarı renk bir bileşendir ve rezin içerisinde fazla oranlarda kullanılmasının renklenmelere yol açtığı bildirilmiştir. Kompozit rezinler içerisinde düşük miktarlarda bulunmasına rağmen, materyalin rengini önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir. Işıklı polimerize olan kompozitlerin yetersiz polimerizasyonu sonrasında, kamforokinonun tamamen dönüşmemesi ile kompozit rezin içerisinde sarı renklenmeler kalır. Materyalin foto-aktivasyonu sonucu, zamanla aminlerin oksidasyonu ile birlikte sarı renk izlerin kahverengi rengine dönüştüğü ve renklenmeye neden oldukları bildirilmiştir (62, 63). Rezinin depolanma

biçimi de renklenme üzerinde etkilidir. Uzun süre sıcak ortamda bekletilen rezinlerde benzoil peroksitin etkisi ile renk değişiklikleri gözlenebilir (64). Materyallerin monomer içerikleri değerlendirildiğinde renklenmeye makropartiküllü ve Bis-GMA miktarı fazla olan kompozitlerde daha çok, mikropartiküllü olan kompozitlerde ise daha az rastlanıldığı gözlenmiştir. Hidrofilik özelliğe sahip kompozit rezinlerin de renklenme olasılıklarının daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bis-GMA'nın rijit ağ oluşumuna yol açması nedeni ile ana monomer içeriği Bis-GMA olan kompozitler, TEGDMA içeren kompozitlere göre daha az; UDMA ve Bis-EMA (etoksillenmiş bisfenol A glikol dimetakrilat) içeren kompozitlere göre ise daha fazla su emilimi gösterirler. UDMA'nın su emiliminin ve çözünübilirliğinin düşük olması, Bis-GMA'ya göre daha az renklenmeye yol açmasına neden olur (12). Bis-GMA esaslı rezinlerde su emilimi %0-%1 iken, eklenen TEGDMA oranına bağlı olarak bu oran %3-%6'ya kadar artabilir. TEGDMA'nın merkezinde tekrarlayan ve su molekülüne afinitesi olan etoksi grupları içermesi, kompozit materyalin yüzey hidrofilitesinin artmasıyla sonuçlanır. Bis-GMA ve TEGDMA hidrofilik yapılarından dolayı yüksek su emilimi değerlerine sahiptirler. Bis-EMA ise yapısındaki hidrofobik gruptan dolayı düşük su emilimi gösterir. TEGDMA'nın Bis-EMA, Bis-GMA ve UDMA'ya göre önemli oranda daha yüksek su emilimi değerleri gösterdiği bildirilmiştir (65, 66). Monomer içeriğine ek olarak, polimerizasyon süresi ve tercih edilen ışık cihazı da kompozit rezinlerde gözlenebilecek renklenmeler üzerinde etkilidir. Monomer-polimer dönüşümünün ve boyutsal stabilitenin artması, çözünübilirliğin azalması renk değişiminin azalmasına neden olur. İlave polimerizasyonun ise bütün kompozit rezinler üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Yeterli polimerize edilmemiş kompozit rezinlerin, kimyasal boyalara ve gıda boylarına maruz kaldıklarında önemli ölçüde renk değişikliğine uğradıkları bildirilmiştir (67, 68, 69). Kompozit rezinlerin renklenmelerinde, doldurucuların da önemli etkileri vardır. Düşük doldurucu içerikli kompozit rezinlerin renk stabilitelerinin daha az olduğu bilinmektedir. Kompozit rezinin aşınması doldurucuların rezin matriksten ayrılmalarına neden olabilir, bu nedenle artan yüzey pürüzlülüğü restorasyonu dış renklenme oluşumuna karşı daha uygun hale getirir. Farklı büyüklükte doldurucu partikül içeren kompozit rezinler karşılaştırıldığında, hibrit kompozitlerin diğer kompozitlerden daha fazla renklendikleri gözlenmiştir. Aguiar ve ark (70), test ettikleri kompozit rezinin düşük

doldurucu içeriğine sahip olması nedeni ile doldurucu-matriks ara yüzüne daha fazla su emilimi gerçekleştiğini ve emilen suyun, doldurucu ve matriks ayrışmasına ya da doldurucunun hidrolitik bozunmasına neden olması sonucunda materyalin daha fazla renklenme gösterdiğini bildirmişlerdir.

#### **4.6.2. Dış Renklenmeler**

Kompozit rezinlerin aşınması, yüzeylerinin bozulması ve su emilimleri, içeceklerdeki kimyasalların etkisi sonucu gerçekleşebilir ve bu da dış renklenme ile sonuçlanır. Kompozit rezinler su emilimini gerçekleştirebildikleri gibi, diğer sıvıları ve pigmentleri de emebilirler ve bu durum restorasyonların renklenmesiyle sonuçlanır (71). Kahve, çay, kırmızı şarap, meyve suyu, kola, soya sosu, hardal ve ketçap gibi yaygın olarak tüketilen yiyecek ve içeceklerle yapılan çok sayıda in vitro çalışmanın sonuçlarına göre, bu maddelerin restorasyon yüzeyinde önemli ölçüde renk değişikliğine neden olduğu belirtilmiştir (72, 73). Su emiliminin yanı sıra dış renklenmeler uygulama hatalarından da kaynaklanabilir. Yetersiz izolasyon sonucunda kompozit rezinlerin dış etinden sızan nem ve kan ile teması materyalde renk değişikliklerine neden olur. Hatalı bitirme ve cila işlemi, kötü ağız hijyeni, boyayıcı maddeler de dış renklenmede rol oynayan etkenler arasındadır (74).

#### **4.7. Dış Hekimliğinde Renk**

Günümüz restoratif diş hekimliğinde estetiğin sağlanması için renk, yapı ve translüsensi gibi doğal dişlerdeki ana özellikler restorasyonda da oluşturulmalıdır. Diş hekimi, doğal diş dokusunu taklit ederken mutlaka rengin bilimsel esaslarını dikkate almalıdır. Aynı objelerin farklılaşmasını sağlayan görsel algılama ve gözlemcinin subjektif bir deneyimi olan renk, ışık enerjisi ile bir cismin fiziksel etkileşimine verilen psiko-fiziksel bir yanıt olarak tanımlanmaktadır. Restorasyonların estetik görünümünü etkileyen önemli faktörler renk, şeffaflık, parlaklık ve ışımaya (floresanslık) özelliğidir. Bu faktörlerin her birini etkileyen; ışık kaynağı (illuminant), içsel optik parametreler ve gözlemcinin yorumudur. Bu faktörlerin doğru anlaşılması restorasyonun estetiğinin sağlanmasında yardımcı olur (75). Işık kaynağı, cisim ve gözlemci olmak üzere rengin bağlı olduğu 3 faktör vardır. Bu faktörlerden herhangi biri değişirse, rengin algılanması da değişir. Işık,

dalga boyu nanometrelerle ifade edilen, görünür bir elektromanyetik enerji olarak tanımlanır (76). Her ışık kaynağı, spektrum içerisindeki ışığın farklı miktardaki dalga boylarını içerdiği için ışık kaynağı rengin algılanmasını etkilemektedir. Elektromanyetik spektrumun 380 nm'den 770 nm'ye kadar olan aralığı görünen spektrumdur ve görünür ışık spektrumu olarak tanımlanır, insan gözü ışığın sadece bu dalga boylarını algılar. Renkler bu spektrumdaki ışığın değişik dalga boylarıyla eşleştirilmiştir (Mavi-kısa, yeşil-orta, kırmızı-uzun dalga boyu). Işık spektrumundaki üç temel renk kırmızı, yeşil ve mavi-menekşe iken, opak (ışık geçirmez) pigmentlerin temel renkleri kırmızı, sarı ve mavidir (77).

Restorasyonların farklı aydınlatma ortamlarına rağmen doğal dişle uyum göstermesi, aydınlatma koşullarının klinikte ve laboratuvarında standart olmasına bağlıdır. İdeal bir ışık kaynağı tüm renkleri kapsamalı, oda ışığının etkisini örtecek kadar yoğun olmalı, dişteki baskın renkleri olduğu kadar solgun renkleri de gösterebilmeli, niteliği ve niceliği değişmemeli, standart olmalıdır. Aydınlatma durumu ve çevresel faktörler renk seçiminde önemli rol oynamaktadır. Belirli bir ışık altında aynı renkte gibi algılanan cisimlerin başka ışık kaynakları altında farklı izlenebilmesi "metamerizm" olarak adlandırılır. Klinik ve laboratuvar arasında sağlanan standardizasyon metamerizmin etkilerini azaltır. Objelerin aynı renk yansıma eğrisine sahip olmaları için renk tespitinde en uygun zamanın 12.00-15.00 saatleri arası olduğu bildirilmiştir. Gün içindeki zaman, değişik mevsimler ve hava şartları gün ışığının rengini etkiler. Sabahın erken saatleri ve akşam, gün ışığı daha kırmızıdır. 5500° K renk sıcaklığındaki gün ışığının ideal ışık kaynağı olduğu düşünülmektedir. Böyle bir ışık beyaz ışığı meydana getirmek için gerekli olan bütün ana renkleri (kırmızı, yeşil, mavi) eşit miktarda içerir (78). CIE (International Commission on Illumination, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)' nin önerdiği sistemde; parlak ışık (A), direkt güneş ışığı (B) ve ortalama gün ışığı (C) şeklinde üç farklı standart aydınlatıcı kullanılmaktadır. Ancak B ve C tipi aydınlatıcılar, floresan materyallerin renk ölçümünde başarısız bulunarak 1964 yılında sisteme D (D65) tipi aydınlatıcılar eklenmiştir. Günümüzde halen bazı C tipi aydınlatıcılar kullanılsa da B tipi aydınlatıcılar kullanılmamaktadır (79). Halen kullanılan standart A tipi aydınlatıcı, ev tipi tipik tungsten aydınlatıcılarıdır ve 2856° K renk ısısına sahiptir. En sık

kullanılan D tipi aydınlatıcılar D65 ve D50' dir. D50 aydınlatma koşulları 5000° K renk ısısına sahiptir ve yaklaşık olarak az bulutlu fakat açık bir günde öğle vakti doğal gün ışığına yakındır (80). Renk ısısı 6500 ° K olan D65 aydınlatıcı, ortalama gün ışığına karşılık gelir. Gün ışığında yapılan kolorimetrik ölçümlerin tümünde D65 aydınlatıcı kullanılmalıdır (79). Rengin belirlenmesinde diğer bir bileşen olan cismin ışığı yansıtma veya soğurma miktarı, onun renk özelliklerini belirlemede önemlidir. Bu özellikleri bir eğri şeklinde grafiksel olarak göstermek ve böylece rengi sayısal değerlerle ifade etmek mümkündür. Gözlemciye ilişkin faktörler ise rengin belirlenmesinde son bileşendir. Bilindiği gibi, gözün ışık-renk dalgalarındaki titreşimleri retina üzerindeki reseptörlerle algılaması ve uyarıların nöronlar aracılığıyla beyindeki görme merkezine iletilmesi sonucunda renk algılanmaktadır (81). Yayılma, geçme ve yansıma ile göze ulaşan dalga boyları rod ve kon olarak adlandırılan retina üzerindeki algılayıcı hücreler tarafından algılanır. Rodlar göze ulaşan ışığın yoğunluğunu diğer bir ifadeyle rengin parlaklığını algılar, rengi algılama kabiliyetleri yoktur (79). Kon hücreleri ise rengi algırlar bu nedenle karanlıkta işlevlerini durdururlar ve görsel algılama bu hücrelerden sadece parlaklığı ve karanlığı algılayabilen rod hücrelerine geçer (79). İnsan gözü üç farklı tip kon içerir ve bunlar yaklaşık olarak kırmızı, yeşil ve mavi renklerdeki dalga boylarına karşılık gelir. Bu iki hücreden alınan uyarıların birlikte değerlendirilmesi sonucunda beyinde renkli bir görüntü oluşur (80). Renk algılamasının doğruluğu ise ışık tarafından uyarılan retinal alanın büyüklüğüne bağlıdır ve ışığın yoğunluğu, gözbebeğinin daralıp genişleme miktarını kontrol ederek, retinanın ışıkla karşılaşan alanını belirlemektedir. Yaşlanma, ilaç kullanımı veya hastalıklar nedeniyle gözbebeğinin bu fonksiyonunda değişiklik olabileceğinden rengin algılanması da değişebilmektedir. Gözün tek bir renk tarafından sürekli uyarılması da göz yorulması ve göz tepkisinin azalması ile sonuçlanır. Renk algılayıcı bölgelerin herhangi bir yerinde olan bozukluk belirli renklerin körlüğüne sebep olur. Genetik renk görme bozukluğu kon hücrelerinin bazılarının olmaması ve renk farklılık uyarılarının kaybolması ile ortaya çıkar. Edinsel renk görme bozuklukları ise duygusal değişiklikler, sigara içilen ve lazer kullanılan ortamlarda ya da güneşte uzun süre kalma sonucunda görülebilen ancak kalıcı olmayan düzensizliklerdir (81).



#### 4.7.1. Renk Sistemleri

Objelerin renk parametrelerini tanımlamak amacıyla renk sistemleri geliştirilmiştir. Renk farklılıklarının değerlendirilmesinde genellikle Munsell, CIE Lab (Commission International de l'Eclairage) ve CIEDE 2000 renk sistemleri kullanılır (82).

Munsell renk sistemi 1905 yılında Albert H. Munsell tarafından geliştirilen en eski renk sistemidir ve Munsell renk sisteminde renkler, uzaysal olarak silindiriksel koordinatlarda gösterilmektedir. Munsell'e göre rengin 3 boyutu vardır. Bunlar; hue (renk), value (parlaklık) ve chroma (doğunluk) olarak adlandırılmıştır (79).

Value, objenin parlaklığı, rengin açıklık veya koyuluğu olarak tanımlanabilir. Bir objenin parlaklığı objenin yansıttığı veya geçirdiği ışık enerjisi miktarının sonucudur. 0 ile 10 arasındaki gri tonları siyahtan beyaza doğru farklı value değerlerini oluşturur (83). Renk tespitinde ilk olarak value belirlenir ve dış rengi seçiminde en önemli faktördür. Bir restorasyonda yüksek value gözlemciler tarafından çok kolay fark edilir ve estetik restorasyonların en genel sorunudur. Aydınlik değeri yüksek olan bir restorasyon ilk bakışta yapaylığı göze çarpan açık ve tebeşirimsi bir görüntü verirken, düşük aydınlık değerine sahip bir dış ise gri ve cansız görünür (79).

İkinci adım chroma'nın belirlenmesidir. Chroma, renk yoğunluğunun ölçüsüdür, ana rengin gücünü veya pigment yoğunluğunu ifade eder (76). Yoğunluk ve parlaklık ters orantılıdır. Yoğunluk arttığı zaman parlaklık azalır. Yoğunluk Vita renk skalasında numaralarla gösterilir (77). Parlaklık, beyazdan siyaha doğru 11 derecede tanımlanırken, yoğunluk ise 15 derecede gösterilmektedir.

Bu sistemde en son hue belirlenir. Hue, ana renk veya renk çeşidi anlamına gelir, algılanan ışığın dalga boyu ile ilgilidir. Hue, beş ana renge (mor, mavi, yeşil, sarı, kırmızı) ve beş ara renge (mor-mavi, mavi-yeşil, yeşil-sarı, sarı-kırmızı, kırmızı-mor) ayrılmaktadır. Munsell sisteminde hue'yu belirlemede bazı basit harfler kullanılmaktadır. Bu 10 çeşit renk: kırmızı=R, sarı-kırmızı=YR, sarı=Y, yeşil=G, yeşil-sarı=GY, mavi=B, mavi-yeşil=BG, mor-mavi=PB, mor=P, kırmızı-mor=RP şeklinde adlandırılır (79). Hue, dış hekimliğinde yaygın olarak kullanılan Vita renk

skalasında (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) A, B, C, D harfleriyle temsil edilmektedir (77). Herhangi bir renk bu üç değer kullanılarak açıklanabilir. Hue, value ve kroma rengin sayısal olarak açıklanabilmesini sağlar. Bu numaralandırma sistemine “Munsell Notasyonu” denir. Munsell renk sisteminde bir renk “Hue Value/Chroma (H V/C) biçiminde sıralanan simgelerle gösterilir: (5 6/8) gibi (84).

Estetik restorasyonlar için translüsens özellik de çok önemlidir, ancak Munsell’in renk sisteminde translüsensiden bahsedilmemiştir. İnsan dişlerinde görülen renk tonu, doygunluk ve parlaklık Munsell aralığının çok dar bir kısmında bulunduğundan ve bu az sayıda ton içeren renk skalası ile hassas bir renk uyumu sağlanamayacağından dolayı da Munsell renk sistemi yeterli değildir (79).

Munsell’ den sonra ışık ve renk üzerine araştırmalar yapan uluslararası bir kuruluş olan CIE, 1931 yılında XYZ tristimulus değerlerini tanımlamıştır. Bu sistem, insan gözünün retinasında da bulunan 3 temel renge duyarlı ( X= kırmızı, Y= yeşil, Z= mavi) sensörlerle çalışan sistemdir. X, Y, Z değerleri üç ana rengin algılanmasını sağlayan sinirlerin beyne yolladıkları uyarıların toplamıdır. Her üç uyarımın ayrı ayrı toplam uyarım miktarına olan oranı rengi tanımlar. Beyin bu üç büyüklüğün bileşimini yaparken, oranlamalar ile de renk duyulanmasını gerçekleştirir. Bu tanımlamaya göre tüm renkler baslıca üç rengin yani kırmızı (X), yeşil (Y) ve mavinin (Z) çeşitli miktarlarda karışımı ile elde edilir.

Bu toplam içinde;

Kırmızının algılanma oranı  $X = X / X + Y + Z$

Yeşilin algılanma oranı  $Y = Y / X + Y + Z$

Mavinin algılanma oranı  $Z = Z / X + Y + Z$  dir (85).

Bu sistem yıllar içerisinde geliştirilmesine rağmen prensipleri değişmeden bugüne kadar gelmiştir. Renk uzayındaki eşit mesafeler, hemen hemen eşit algılanan dereceler şeklinde temsil edilir. CIE Lab renk sistemi bu nedenle Munsell renk sistemine göre daha avantajlıdır. Çünkü bu dereceler Munsell renk sisteminde kesin değildir (79).

CIE Lab renk sistemine göre, doğadaki tüm renkler üç ana renk koordinatlarının bileşiminden elde edilir ve spektrofotometrik ölçümlerin renk parametresine dönüşümü CIE tarafından tanımlanmıştır ve bu dönüşüm için, gelen ışığın spektrumu, spektrumun yansımaları veya materyalden geçişi ve gözlemcinin spektral gözlem karakteri gereklidir (86).

CIE renk sisteminde ise  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  olmak üzere üç parametre kullanılır.  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri üç uyarınlı  $x$ ,  $y$ ,  $z$  değerlerinden hesaplanabilir. Bu renk sisteminin avantajı, üç boyutlu renk aralığının yaklaşık olarak düzenlenmesidir. CIE, koordinatların renk tonuna bağlı olmaksızın, iki rengin şiddeti arasındaki mesafenin algı şiddetine oranlanması yolu ile daha eşdeğer bir renk skalasına getirilmesini öneren bir komisyondur (79).

CIE Lab sisteminin renk koordinatları:  $L^*$  (parlaklık, akromatik koordinat, siyah-beyaz arası dizilir; en üst değer beyazdır (100) ve en alt değer siyahtır (0),  $a^*$  (-a yeşil, +a kırmızı) ve  $b^*$  (- $b^*$  mavi, + $b$  sarı) (87).

Renk değişiklikleri, farklı örneklerin ya da aynı örneğin farklı yerlerinin  $L^*a^*b^*$  değerleri arasındaki farkın ( $\Delta E$ ) matematiksel ifadesidir. CIE Lab ölçeğinde rengin (parlaklık),  $L$  (siyah-beyaz),  $a$  (kırmızı-yeşil) ve  $b$  (sarı-mavi) özellikleri esas alınarak ortaya çıkan renk farklılıkları ( $\Delta E^*$ ),  $\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$  formülüne göre hesaplanmaktadır. Prensipinde, eğer bir materyalin rengi tamamen stabil ise, yapılan testlere maruz kalma sonucu hiç renk farkı saptanmamalıdır ( $\Delta E=0$ ) (88).

Gözün renk farklarını ayırt edebilme yeteneği materyalin açıklığına, doygunluğuna, tonuna bağlıdır. Açıklık farkı dolayısıyla oluşan renk farkını gözün algılaması güçken, ton farkı sebebiyle oluşan renk farkını daha kolay algılar. Dolayısıyla 2000 yılında uluslararası renk bilimciler tarafından CIE Lab formülündeki gibi tüm değişkenleri eşit değerlendirmek yerine gözün algısını daha baskın biçimde etkileyen faktörün katsayısını ona göre belirleyerek kabul edilebilirliği ve algılabirliği daha uygun ve doğru biçimde saptayacak CIEDE 2000 formülü geliştirilmiştir (89, 90).

CIEDE 2000 ile ton ve doygunluk için ağırlık düzenlemesi yapılmıştır. Ton değışikliği toplam renk değışikliğini açıklık ve doygunluktaki değışikliğe oranla daha çok etkilemektedir (91). CIE 2000 renk farkı aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (92).

$$\sqrt{\Delta E_{00} = ((\Delta L' / K_{LSL})^2 + (\Delta C' / K_{CSC})^2 + (\Delta H' / K_{HSH})^2 + RT(\Delta C' / K_{CSC})^2 \times (\Delta H' / K_{HSH})^2} \quad (1/2)$$

$$\Delta L = L_2' - L_1'$$

$$\Delta C = C_2' - C_1'$$

$$\Delta H = 2\sqrt{C_1' C_2'} \sin(\Delta h' / 2)$$

CIEDE 2000 sistemine göre,  $\Delta L'$ ,  $\Delta C'$ ,  $\Delta H'$  numunelerin işlem öncesi ve sonrası açıklık, doygunluk ve renk ölçümleri arasındaki farkı; RT (rotasyon fonksiyonu) ise mavi alandaki doygunluk ve ton farkı arasındaki etkileşimi gösteren bir fonksiyondur ve dental renk uzayında 0'a yakın değeri vardır (90).

Ağırlıklandırma fonksiyonları  $S_L$ ,  $S_C$ ,  $S_H$ ,  $L'$ ,  $a'$ ,  $b'$  koordinatlarındaki renk farkı çiftlerinin yerindeki değışiklikler için toplam renk farkı ayarlamasını yaparken,  $K_L$ ,  $K_C$ ,  $K_H$  parametre faktörleri ise deneysel koşullar için düzeltme terimleridir ve Ghinea ve arkadaşlarının (90) çalışmasında 1 olarak alınmıştır.  $K_L$ ,  $K_C$ ,  $K_H$  değeri açıklık, doygunluk ve ton için sırasıyla doku, arka fon, ayraç vb. farklı görüntüleme parametrelerini ayarlamak için kullanılır.

CIE Lab sistemi ve CIEDE 2000 sistemi ile yapılan renk eşleştirilmesi ya da ölçümü sonucu ortaya çıkan  $\Delta E$  değeriinin insan gözü tarafından ne ölçüde algılanabildiği ve kabul edilebilirliği araştırılmıştır. CIE Lab algılanabilirlik eşiği  $\Delta E_{ab} = 1,2$  olarak bulunurken, kabul edilebilirlik eşiği  $\Delta E_{ab} = 2,7$  olarak tespit edilmiştir. Buna eşdeğer gelen CIEDE 2000 ( $\Delta E_{00}$ ) değeri algılanabilirlik eşiği  $\Delta E_{00} = 0,8$  olarak bulunurken, kabul edilebilirlik eşiği  $\Delta E_{00} = 1,8$  olarak tespit edilmiştir (92).

Ghinea ve ark (90) ise yaptıkları bir çalışmada CIE Lab algılanabilirlik eşiğini  $\Delta E_{ab} = 1,74$  olarak bulurken, kabul edilebilirlik eşiğini  $\Delta E_{ab} = 3,48$  olarak tespit etmişlerdir.

Buna eşdeğer gelen CIEDE 2000 ( $\Delta E_{00}$ ) değerleri, algılanılabilirlik eşiği  $\Delta E_{00}= 1,25$  olarak bulunurken, kabul edilebilirlik eşiği  $\Delta E_{00}=2,23$  olarak tespit edilmiştir.

Paravina ve ark (93) yaptıkları bir çalışmaya göre  $\Delta E_{ab}=1$ ,  $\Delta E_{00}=0,9$  gözlemcilerin %50'si tarafından tespit edilemeyen değerlerdir;  $\Delta E_{ab}=3,7$ ,  $\Delta E_{00}=3,1$  ise klinik olarak başarısızlığın eşik değerleri olarak tespit edilmişlerdir.

#### **4.7.2. Renk Belirlenmesi**

Restorasyonların estetik açıdan başarılı olabilmeleri için diş renginin değerlendirilmesinde doğru ve güvenilir bir yöntem kullanılmalıdır. Diş hekimliğinde renk seçimi, görsel olarak çıplak göz ile değerlendirme veya dijital olarak kolorimetre, spektrofotometre gibi çeşitli cihazların kullanımıyla yapılabilir (94).

##### **4.7.2.1. Diş Renginin Gözle Belirlenmesi (Geleneksel Yöntem)**

Renk seçiminde en eski ve en yaygın kullanılan yöntem olan görsel renk değerlendirmesi tutarsız ve subjektiftir (94). Görsel renk değerlendirmesi, test edilen örneğin renk standartlarıyla karşılaştırılmasıdır ve gözlemcinin radyant enerji ile uyarılmasına karşı oluşan psikolojik ve fizyolojik cevaplarına bağlıdır. Yorgunluk, yaşlanma, duygular, aydınlatma şartları, gözün önceki tecrübeleri, cisim ile aydınlatmanın pozisyonu ve metamerizm gibi birçok kontrol edilemeyen etken yanlış renk seçimine neden olabilmektedir (95). Renk farklılıklarını değerlendirmede gözle yapılan incelemeler hassas değildir. Sonuçlar kişiden kişiye ve gözlem koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (96, 97).

İlk renk skalasının 1930'lu yılların başlarında E. Bruce Clark tarafından geliştirilmesini takiben günümüzde birçok skala sistemi diş hekimliğine sunulmuştur (95). 1956 yılında geliştirilen Vitapan Classical (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), farklı renk tonlarına sahip 4 grup (A, B, C, D) ve her grubun içinde farklı renk yoğunluklarına sahip toplam 16 renkten oluşmaktadır (98). Bu skala günümüzde yaygın olarak kullanılıyor olsa da, renklerin gruplandırılmasının sistematik olmaması ve mevcut renklerin doğal dişlerle uyumunun yetersiz olması, yeni skala

sistemlerinin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur (99). 1990 yılında Schwabacher ve Goodkind (100), mevcut renk rehberlerindeki parlaklık, doygunluk ve ton ifadeleri eksikliklerini giderecek ve daha kesin sonuçlar verebilecek renk rehberine ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Renk skalalarının gelişimindeki önemli bir aşama 1998 yılında Toothguide 3D-Master (Vita Zahnfabrik) skalasının tanıtılması ile gerçekleşmiştir (98). Bu skala renk değerlerine göre 5 gruba ayrılan 26 renkten oluşmaktadır. Grup içinde renkler yoğunluklarına göre vertikal yönde, tonlarına göre de horizontal yönde sıralanmışlardır. Skalada yer alan harflerin önündeki rakamlar (1, 2, 3, 4, 5) grup numarasını ve renk değerini göstermektedir ve düşük rakamlar daha açık rengi belirtmektedir. Renk tonu kodlaması için, 'M', 'R' ve 'L' harfleri kullanılırken, 'L' harfi daha sarı renk tonu için, 'R' harfi daha kırmızı renk tonu için, 'M' harfi ise sarı veya kırmızı tonlarının ortası için kullanılmaktadır. Kodlamada harften sonra gelen rakam ise renk yoğunluğunu belirtmektedir (1, 1,5, 2, 2,5, 3). Renk yoğunluğu yükseldikçe sayısal değer de artmaktadır (79). Vitapan Toothguide 3D-Master renk skalası, Classical renk skalası ile karşılaştırıldığında, doğal diş rengi ile daha uyumlu olması, daha geniş bir renk aralığı ve daha düzgün renk dağılımına sahip olması gibi avantajlara sahiptir (101, 102, 103).

#### **4.7.2.2. Dijital Renk Değerlendirmesi**

Estetiğe olan talebin artması, doğal diş renginin belirlenmesinde skalalar yardımı ile gerçekleştirilen subjektif değerlendirmelerin yanı sıra objektif yöntemlerin geliştirilmesini sağlamıştır. Cihaz ile yapılan renk değerlendirmesi, test edilen örnekten yansıyan ışığın analiz edilmesiyle yapılır ve görsel renk değerlendirmesinin doğasında olan subjektif yorumları elimine eder. Bu nedenle, dental restoratif materyallerin renk değişimlerinin bulunmasında RGB (Red-Green-Blue) cihazları, dijital kameralar, kolorimetreler ve spektrofotometreler gibi dijital görüntü analizleri geniş kullanım alanı bulmuştur (79).

RGB (Kırmızı, Yeşil, Mavi) Renk Sistemi:

RGB renk sistemi doğada mevcut olan tüm renkleri elde edebilmek için kırmızı, yeşil ve mavi rengi karıştıran bir sistemdir. Her renk %100 oranında karıştırıldığında beyaz, %0 oranında karıştırıldığında ise siyah renk elde edilir. Bilgisayar

ekranlarından doğrudan emilimle çalışan cihazlarda genellikle bu sistem kullanılmaktadır (104).

#### Dijital Kameralar:

Dijital kameralar daha kolay ve etkili renk değerlendirmesi sağladıkları için, hekim ve teknisyenler tarafından daha sıklıkla tercih edilirler, ancak tek başına kullanıldıklarında renk analizi için güvenilir bir yöntem değildirler (104). Aydınlatma ve fotoğraf çekimi sırasında kullanılan açılı rengin kamera tarafından algılanmasını etkileyebilir. Wee ve ark (105) uygun kalibrasyon protokolü ile beraber kullanılan SLR (Tek lens refleksi) kameralarının renk seçiminde etkili olduklarını belirtmişlerdir.

#### Kolorimetre:

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak rengi tespit edilecek objedeki renk verilerini analiz eden cihazdır. Diş hekimliğinde, renk değerlendirme amacıyla tasarlanan ilk cihaz 1980'li yılların başlarında Cromascan (Sterngold, Stamford, Conn) ticari ismiyle takdim edilmiştir. Ancak yetersiz hassasiyeti ve kullanımının zorluğu nedeniyle talep görmemiştir (79).

Bu cihazlar üç uyarınlı x, y, z değerlerini veya CIE L, a\*, b\* değerlerini verirler. Bu değerler matematiksel olarak analiz edilebilir ve farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir. IDL Color-Eye (Instrument development laboratories), Chromoscan (Minolta corp.), Vita Easy Shade, ShadeScan (Courtesy Cyynovad, Montreal, Kanada), Shade-Vision (Courtesy X-rite, Grandville, Mich.), Shade-Eye NCC (Natural Color Concept, Shofu Dental Corporation San Marcos, CA) bu cihazlara örnek olarak verilebilir (79).

Renk ölçümünün başarılı olması, translüsentlik, parlaklık, ton ve doygunluğun objektif ve doğru değerlendirilmesini gerektirir. Renk seçiminde kullanılan skalalar subjektif değerlendirmelere ve renk uyumsuzluklarına sebep olmaktadır. Dijital renk ölçüm sistemlerinin kullanılması ile subjektif renk ölçümlerinin önüne geçilmekte ve laboratuvar çalışması için doğru bilgi sağlanabilmektedir (106).

Çeşitli araştırmacılar tarafından değişik cihazların değerlendirilmesi amacıyla yapılan birçok araştırma vardır. Paravina (107) yaptığı bir araştırmanın sonucunda Shad-Mat visual cihazının gün ışığında daha iyi renk ölçümü yaptığını, bununla birlikte yaş, cinsiyet ve klinik tecrübenin renk ölçüm kalitesini etkilemediği sonucuna varmıştır. Paul ve ark (108), gözle renk ölçümü ile yeni bir spektrofotometrik sistemi karşılaştırdıkları çalışmada CIE L\*, a\*, b\* renk parametrelerini kullanmışlardır. Üç klinisyen 10 hastada bir restorasyon ihtiyacı için bağımsız olarak üst çene sağ ve sol kesici diş rengini seçmişler daha sonra 10 kesicinin standart bir ışık kaynağı kullanılarak spektrofotometre ile rengi belirlemişlerdir. Sonuç olarak 10 vakanın 9'unda spektrofotometre ile tespit edilen renk ile hazırlanan kuronlar tercih edilmiştir. Bu sistemin porselen-metal restorasyonlarda etkili bir biçimde kullanılabilceği ifade edilmiştir (108).

#### Spektrofotometre:

1973 yılında Sproull doğal dişin renk aralığını belirleyen spektrofotometrelerin kullanımıyla renk değerlendirilmesi kavramını tekrar tanımlamıştır (109). Renk uyumuna bakılırken en sık kullanılan ve fotometrik cihaz olan spektrofotometreler, görünen spektrum aralığında, 1-25 nm aralıklarla objeden yansıyan ışık enerjisinin miktarını ölçerler (110). Bu cihazlar devamlı bir renk çizgisi oluşturmak için ışığı dağıtan bir optik radyasyon kaynağı, ölçüm yapan bir optik sistem ve analizin gerçekleşmesi için de elde edilen ışığı sinyale dönüştüren bir detektör içerirler (88). Başlangıçta çok pahalı, karmaşık ve büyük olan spektrofotometreler günden güne gelişerek yaygın kullanılan renk değerlendirme aracı olmuştur ve duyarlılığı, sonucun tekrar edilebilirliği ve doğruluğundan dolayı birçok çalışmada diş renginin belirlenmesinde kullanılmıştır (109). Birçok avantajına rağmen, diş dokusunun translüesentliği ve eğimli yüzeylerdeki ölçümler hatalara yol açmıştır (112).

Bazı spektrofotometreler SCI (Spekuler komponent dahil) ve SCE (Spekuler komponent hariç) olmak üzere iki farklı ölçüm moduna göre kullanılabilirler. Standart ışık kaynağının bir çok türü de dental materyallerin renk ölçümlerinde kullanılırlar (113). Spektrofotometrik renk ölçümleri, ölçüm moduna ve kullanılan



ışık kaynağına bağlı olarak değişebilir. Konvansiyonel tekniklerle karşılaştırıldığında, spektrofotometrelerin %33 artmış doğruluk oranına sahip oldukları ve vakaların %93,3'ünde daha objektif eşleştirme yaptıkları bildirilmiştir (114). Hem Vitapan Classic hem de Vita 3D Master skalalarını referans alarak renk seçimi yapabilen bir cihaz olan Vita Easysshade (Vita Zahnfabrik), birçok spektrofotometre arasında en fazla tekrarlanabilen renk tespiti ile en güvenilir cihazlardan biri olarak bildirilmiştir (115, 116, 117, 118).

Pusateri ve ark (119) farklı renk ölçüm cihazlarının güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini karşılaştırdıkları çalışmalarının sonucunda spektrofotometrelerin (Shade Vision ve Vita Easy Shade), kolorimetreler ile karşılaştırıldığında daha güvenilir sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Llena ve ark (120) yaptıkları çalışmada, Easy Shade ve Spectro Shade Micro ile yapılan renk ölçümlerinin son derece güvenilir ve tekrarlanabilir olduğunu ve bu aygıtların diş rengi belirlemek veya tedavi sonrası meydana gelen renk değişimlerini incelemek amacıyla klinik olarak kullanılacaklarını belirtmişlerdir. Bazı araştırmacılar, dijital renk ölçüm yöntemlerinin birbirlerini tamamladıklarını ve mümkün olduğu durumlarda birlikte kullanılmalarının daha iyi sonuçlar verebileceğini belirtmişlerdir (121,122).

## **5. MATERYAL ve METOD**

### **5.1. Kullanılan Materyaller**

Bu tez araştırmasında tümü Vita skalasında A2 tonuna eşdeğer beş nanohibrit kompozit rezin; Estelite  $\Sigma$  Quick (Tokuyama Dental Co.), Charisma Diamond (Heraeus Kulzer), Clearfil Majesty Esthetic (Kuraray Medical Co.), IPS Empress Direct (Ivoclar), Aelite Aesthetic Enamel (Bisco), üç mikrohibrit kompozit rezin; Esthet X (Dentsply), Herculite XRV Ultra (Kerr), Point 4 (Kerr), bir ormoser kompozit rezin; Ceram x Duo (Dentsply); bir giomer kompozit rezin; Beautiful II (Shofu Co.), iki nanofil kompozit rezin; Filtek Ultimate (3M-ESPE), Clearfil Majesty Es-2 (Kuraray Medical Co.)' nin renk stabiliteyi değerlendirilmiştir (**Tablo 2**).

**Tablo 2: Çalışmada kullanılan kompozit rezinler ve içerikleri**

Marka	Üretici	Üretim No	Tür	Matriks	Doldurucular
Herculite XRV Ultra	Kerr Corp., Orange, CA, ABD	5139411	Mikrohibrit	Bis-GMA, TEGDMA	Kolloidal silika, baryum-aluminyum- silikat cam ortalama partikül büyüklüğü 0,47 µm Ağırlıkça %79
Charisma Diamond	Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya	010102	Nanohibrit	Bis GMA, TEGDMA	Silika, baryum oksit, aluminyum oksit Ortalama partikül büyüklüğü: 0,7 µm Ağırlıkça %78
Clearfil Majesty Esthetic	Kuraray Medical Co., Tokyo, Japonya	00041B	Nanohibrit	Bis-GMA, hidrofobik alifatik dimetakrilat	Sılanlanmış baryum camı ve nano doldurucular Ortalama partikül büyüklüğü; 0,7 µm. Ağırlıkça %78
IPS Empress Direct	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn	S38387 T28435	Nanohibrit	UDMA, Bis-GMA	Baryum camı, silikon dioksit ve kopolimer Ortalama partikül büyüklüğü 0,4 µm-100 nm Ağırlıkça %79
Aelite Aesthetic Enamel	Bisco, Schaumburg, ABD	1400001805 1400006242	Nanohibrit	Bis-GMA, Bis-EMA	Cam partiküller, amorf silika Ortalama partikül büyüklüğü: 0,04-5 µm Ağırlıkça %73
Esthetx	Dentsply Detrey GmbH, Konstanz, Almanya	1306102	Mikrohibrit	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	0,04 µm'lik nanosilika cam partikülleri Ağırlıkça %77
Point 4	Kerr Corp., Orange CA, ABD	5375719	Mikrohibrit	Bis-GMA	Baryum camı Ağırlıkça %77
Ceram x Duo	Dentsply, Konstanz, Almanya	1308000072	Ormoser	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA ve modifiye metakrilat polisiloksan	10 nm'lik baryum-aluminyum-borosilikat cam partikülleri ve demir oksit, titanyum oksit, alüminyum sulfo-silikat pigmentleri Ağırlıkça %76
Estelite Σ Quick	Tokuyama Dental Co., Tokyo, Japonya	E603M7 E623	Supra-nanofil	Bis-GMA, TEGDMA	Küresel silika-zirkonya doldurucu partikülleri Ortalama partikül büyüklüğü:200 nm Ağırlıkça %82
Clearfil Majesty Es-2	Kuraray Medical Co., Tokyo, Japonya	1F0032	Nanofil	Bis-GMA, Hidrofobik aromatik dimetakrilat	Baryum camı Pre-polimerize organik doldurucular Ağırlıkça %78
Beautifil II	Shofu, Kyoto, Japonya	071450	Giomer	Bis-GMA, TEGDMA, UDA	Cam partikülleri ve floroboroaluminasilikat camında bulunan S-PRG (ön reaksiyonlu cam iyonomer tozu) doldurucuları Ortalama partikül büyüklüğü 0,8 µm Ağırlıkça % 83,3
Filtek Ultimate	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	N535853	Nanofil	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA	Silika, zirkonyum oksit Ağırlıkça %78,5

### 5.1.1. Herculite XRV Ultra

Işıklı sertleşen mikrohibrit partikül özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim 1**). Ağırlıkça %79, hacimce % 59 inorganik doldurucu partiküller içerir. İnorganik doldurucuları mikrodoldurucular olan 0,47  $\mu\text{m}$ 'lik cam partiküllerden ve koloidal silika partiküllerinden oluşmaktadır. Organik matriks yapısını Bis-GMA ve TEGDMA oluşturur.



**Resim 1: Herculite XRV Ultra**

### 5.1.2. Charisma Diamond

Işıklı sertleşen nanohibrit özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim 2**). İnorganik yapısı silika, baryum oksit ve alüminyum oksit partiküllerinden oluşmaktadır. Bu doldurucular ağırlıkça %78, hacimce % 61 oranlarında bulunurlar ve ortalama partikül büyüklüğü 0,7  $\mu\text{m}$ 'dir. Organik matriks yapısını Bis-GMA, TEGDMA oluşturur.



**Resim 2: Charisma Diamond**

### 5.1.3. Clearfil Majesty Esthetic

Işıklı sertleşen nanohibrit özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim 3**). İnorganik yapısı silanlanmış baryum camı ve nano dolduruculardan oluşmaktadır ve ortalama

partikül büyüklüğü 0,7  $\mu\text{m}$ 'dir. Bu doldurucular ağırlıkça %78, hacimce % 66 oranlarında bulunurlar. Organik matriks yapısını Bis-GMA, hidrofobik alifatik dimetakrilat oluşturur.



**Resim 3: Clearfil Majesty Esthetic**

#### **5.1.4. IPS Empress Direct**

Işıkla sertleşen nanohibrit özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim 4**). İnorganik yapısı baryum cam partikülleri, silika ve kopolimer doldurucularından oluşmaktadır, ortalama partikül büyüklüğü 550 nm'dir. Bu doldurucular ağırlıkça %79, hacimce %59 oranlarında bulunurlar. Organik matriks yapısını ise UDMA, Bis-GMA oluşturur.



**Resim 4: IPS Empress Direct**

#### **5.1.5. Aelite Aesthetic Enamel**

Işıkla sertleşen nanohibrit partikül özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim 5**). İnorganik yapısını, cam partiküller ve amorf silika oluşturur ve bu partiküller 0.04–5.0  $\mu\text{m}$  boyutlarındadır. Ağırlıkça %73, hacimce %54 inorganik doldurucu partiküller içerir. Organik matriks yapısını ise Bis-GMA ve Bis-EMA oluşturur.



**Resim 5: Aelite Aesthetic Enamel**

#### **5.1.6. Esthetx**

Işıkla sertleşen mikrohibrit partikül özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim 6**). İnorganik doldurucuları 0,04  $\mu\text{m}$ 'lik nanosilika cam partiküllerinden oluşmaktadır. Bu doldurucular ağırlıkça %77 oranında bulunurlar. Organik matriks yapısını Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA oluşturur.



**Resim 6: Esthetx**

#### **5.1.7. Point 4**

Işıkla sertleşen mikrohibrit partikül özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim7**). İnorganik doldurucuları baryum cam partikülleridir. Bu doldurucular ağırlıkça %77 hacimce %59 oranlarında bulunurlar. Organik matriks yapısını Bis-GMA oluşturur.



**Resim 7: Point 4**

### 5.1.8. Ceram x Duo

Işıkla sertleşen nanoseramik partikül özelliğine sahip ormoser kompozit rezindir (**Resim 8**). İnorganik doldurucularınanodoldurucular olan 10 nm'lik baryum-aluminyum-borosilikat cam partiküllerinden ve demir oksit, titanyum oksit ve alüminyum sulfo-silikat pigmentlerinden oluşmaktadır. Bu doldurucular ağırlıkça %76, hacimce %57 oranlarında bulunurlar. Organik matriks yapısını Bis-GMA, UDMA, TEGDMA ve modifiye metakrilat polisiloksan oluşturur.



**Resim 8: Ceram x Duo**

### 5.1.9. Beautiful II

Işıkla sertleşen giomer özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim 9**). İnorganik yapısı cam partikülleri ve floroboroaluminasilikat camında bulunan S-PRG doldurucularından oluşmaktadır. Bu doldurucular ağırlıkça %83,3, hacimce %68,6 oranlarında bulunurlar ve ortalama partikül büyüklüğü 0.8 µm'dir. Organik matriks yapısını Bis-GMA, TEGDMA ve UDA (Üretan diakrilat) oluşturur.



**Resim 9: Beautiful II**

### 5.1.10. Filtek Ultimate

Işıkla sertleşen nanofil partikül özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim 10**). İnorganik doldurucuları silika ve zirkonyum oksit partikülleridir. Bu doldurucular ağırlıkça %78,5, hacimce %63,3 oranlarında bulunurlar. Kümelenmemiş 20 nm'lik nanosilika doldurucular ve gevşek bağlı zirkonya/silika nano öbeklerinden oluşmaktadır. Bu öbekler de 0,6-1,4 µm boyutlarında olmakla beraber 5-20 nm'lik

primer zirkonya/silika parçacıklardan oluşmaktadır. Organik matriks yapısını Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, UDMA oluşturur.



**Resim 10: Filtek Ultimate**

#### 5.1.11. Estelite $\Sigma$ Quick

Işıklı sertleşen nanohibrit özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim 11**). İnorganik yapısı küresel silika-zirkonya doldurucu partiküllerinden oluşmaktadır. Bu doldurucular ağırlıkça %82, hacimce %78 oranlarında bulunurlar ve ortalama partikül büyüklüğü 200 nm'dir. Organik matriks yapısını Bis-GMA, TEGDMA oluşturur.



**Resim 11: Estelite  $\Sigma$  Quick**

#### 5.1.12. Clearfil Majesty Es-2

Işıklı sertleşen nanofil özelliğine sahip kompozit rezindir (**Resim 12**). İnorganik yapısı baryum camı ve pre-polimerize organik dolduruculardan oluşmaktadır. Bu doldurucular ağırlıkça %78 oranında bulunurlar. Organik yapısını ise Bis-GMA ve hidrofobik aromatik dimetakrilat oluşturur.



**Resim 12: Clearfil Majesty Es-2**



### 5.1.13. Elmas Bitirme Frezleri

Elmas bitirme frezleri 25-50 µm boyutunda elmas partiküllere sahip frezlerdir. Su soğutması altında yüksek hızda döner alete takılarak kullanılırlar. İnce ve ekstra inceformları bulunmaktadır (123). Çalışmamızda ekstra ince elmas bitirme frezleri kullanılmıştır.

### 5.1.14. OptiDisc Bitirme ve Cila Diskleri (KerrHawe SA, İsviçre)

OptiDisc seti 4 çeşit, kabadan süper inceye doğru aşındırıcıları değişen alüminyum oksit kaplı disklerden oluşur (**Resim 13**). Disklerin ortasında mandrelin takılmasını kolaylaştırıcı küçük, yuvarlak bir delik bulunmaktadır. Disklerin 12,7 mm ve 9,5 mm çapında iki boyutu mevcuttur. Kaba bitirme için OptiDisc'in kaba grenli diskleri orta hızda kullanılır. Konturlama için OptiDisc'in orta aşındırıcılı diskleri orta hızda 15–20 sn süresince kullanılır. Bitirme için OptiDisc'in ince aşındırıcılı diskleri yüksek hızda 15–20 sn kullanılır. Cila için OptiDisc'in süper ince aşındırıcılı diskleri yüksek hızda 15–20 sn boyunca kullanılır.



**Resim 13: OptiDisc bitirme ve cila diskleri**

## 5.2. Test Örneklerinin Hazırlanması

Örneklerin hazırlanması için, 2 mm derinliğinde 5mm çapında hazırlanmış boşlukları olan özel bir levha kullanılmıştır (**Resim 14**).





**Resim 14: Örneklerin hazırlanmasında kullanılan kalıplar**

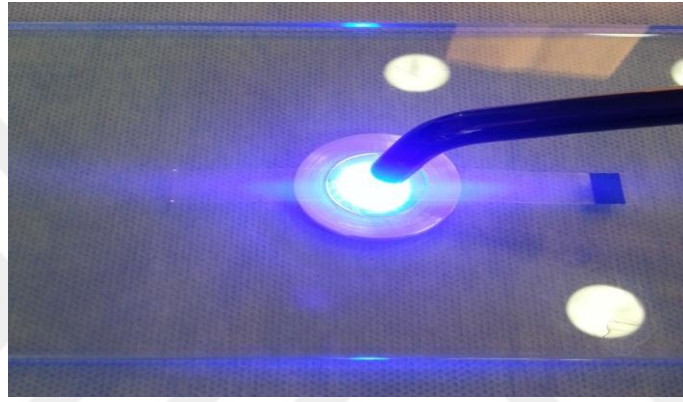
Örnekler hazırlanırken düz yüzeyler elde etmek amacıyla levhanın alt yüzeyine siman camı ve şeffaf bant (mylar strip) yerleştirilmiştir. Kompozit rezinler levhadaki silindirik boşluğa bir spatül yardımıyla yerleştirilip, üzerine şeffaf bant kapatılıp fazla materyalin uzaklaştırılması amacıyla siman camı ile bastırılmıştır (**Resim 15**). Üstteki siman camı kaldırılarak fazla kompozit rezin uzaklaştırıldıktan sonra şeffaf bant üzerinden  $1200 \text{ mW/cm}^2$  gücünde LED ışık cihazının (BA Optima 10, Bainternational, İngiltere) (**Resim16**) ucu şeffaf banta direkt temasta ve dik olacak şekilde yerleştirilerek 20 sn ışık uygulanmıştır ve kompozit rezinin polimerizasyonu sağlanmıştır (124) (**Resim 17**). Her kompozit rezin grubu için 24 adet örnek hazırlanmıştır.



**Resim 15: Kompozit rezinin kalıba yerleştirilmesi**



**Resim 16: LED ışık cihazı (BA optima 10, Bainternational, İngiltere)**



**Resim 17: Kompozit rezinin polimerizasyonu**

Ölçümleri yapılan örneklerin bitirme ve parlatma işlemleri alüminyum oksit aşındırıcı içeren diskler (OptiDisc) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için diskler standart 4 aşamalı sistemde kullanılmıştır. Her kompozit rezin örneğin üst yüzeyine 2 bitirme diski (iri ve orta grenli) ve 2 cila diski (ince ve çok ince grenli) sırası ile birbirini takip ederek hafif bir basınçla 20 sn süresince uygulanmıştır. Diskler yaklaşık 20.000 rpm hızındaki döner alet ile kullanılmıştır (122). Kompozit rezin örneklerin alt yüzeylerine herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Bitirme ve parlatma işlemleri, tek bir araştırmacı tarafından her bir deney örneği için eşit sürede ve üretici firma talimatları doğrultusunda sırası ile yapılmıştır (**Resim 18**) ve her deney örneği için yeni bir disk kullanılmıştır. 24 saat distile suda bekletilen örnekler daha sonra renklendirici solüsyonlara atılmak üzere kendi içinde rastgele 2 ayrı alt gruba ayrılmış (n=12) ve her örneğin alt yüzeyine numaralar kaydedilmiştir.



**Resim 18: Hazırlanan örneklerden biri (üst ve alt görünüm)**

### **5.3. Renklendirici Solüsyonların Hazırlanması**

Kompozit rezin türüne göre 12 ayrı gruba ayrılmış örneklerden rastgele seçilen 12 adet disk ( $n=12$ ), her gün için ayrı olarak hazırlanan çay içerisinde (Lipton, İngiltere) 7 gün boyunca bekletilmiştir. Kalan 12 örnek ise 7 gün süresince distile suda bekletilmiştir. Araştırmamızda poşet çaylar, standart bir fincan büyüklüğü için kullanımı önerilen 1 adet poşetin 250 ml kaynar suya daldırılması ile hazırlanmıştır. Sıfır, iki ve dördüncü dakikalarda poşetler hafifçe hareket ettirilerek karıştırılıp, beşinci dakika sudan çıkartılmışlardır (125). Temel renk ölçümleri yapıldıktan sonra hazırlanan çay solüsyonu örneklerin bekletildiği kutulara ilave edilmiştir (126) **(Resim 20)**.

### **5.4. Örneklerin Renk Değişikliklerinin Değerlendirilmesi**

Kompozit rezin disk örneklerinin renk değişiklikleri İstanbul Medipol Üniversitesi araştırma Laboratuvarı'nda bulunan Konica Minolta CM-3600A (Osaka, Japonya) spektrofotometre cihazı ile tespit edilmiştir **(Resim 19)**.



**Resim 19: Konica Minolta CM-3600A (Osaka, Japonya)**

Renk ölçümlerinden önce cihaz, üretici firma önerileri doğrultusunda kalibre edilmiştir.

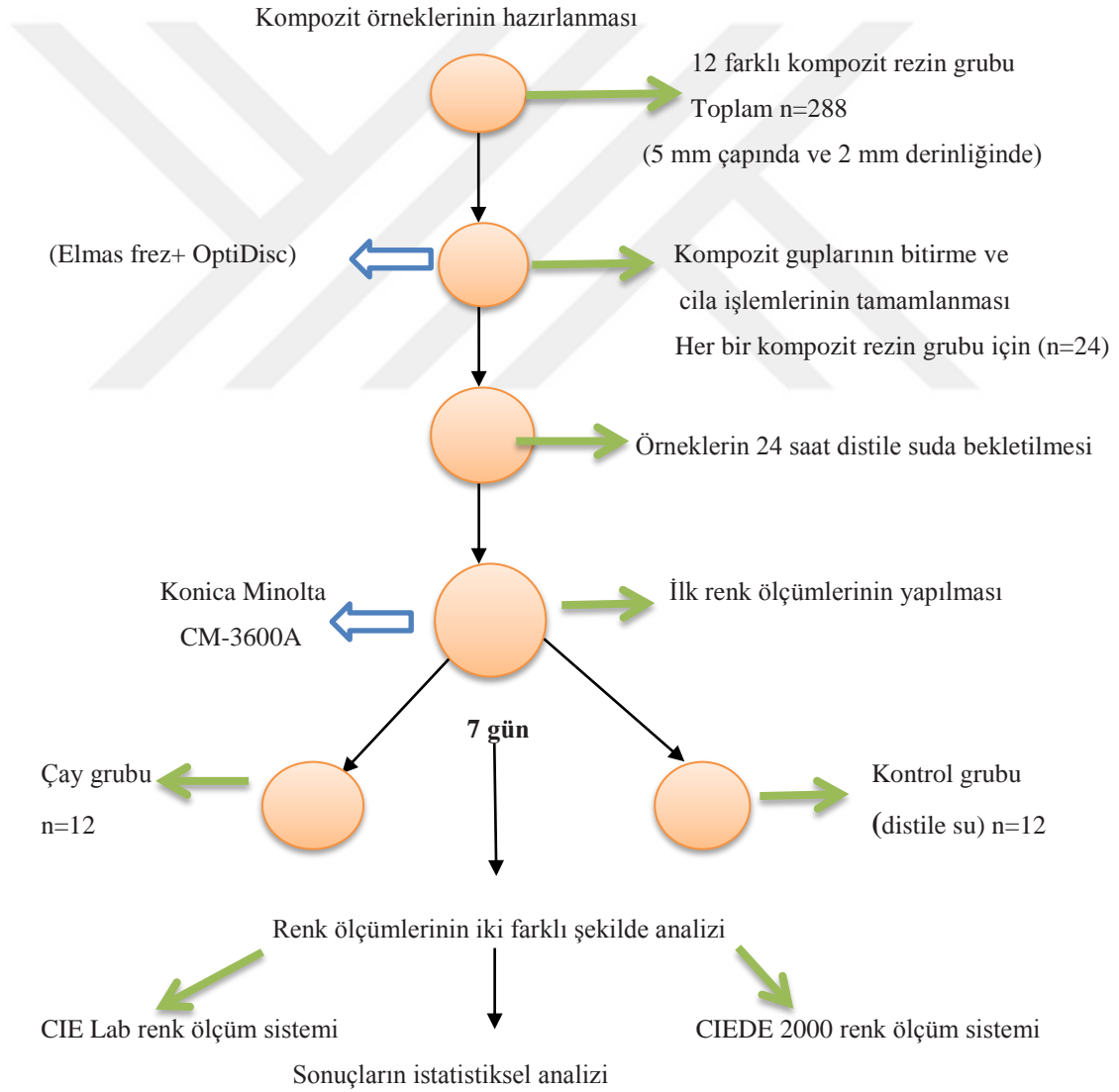


**Resim 20: Çay ve kontrol gruplarının oluşturulması**

İlk renk tespiti, örnekler solüsyonlarda bekletilmeden önce, sonraki ölçümler ise 7 gün sonra aynı cihazla gerçekleştirilmiştir. Her ölçüm üç kere tekrarlanarak ortalama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$ ,  $h^*$  değerleri kaydedilmiştir. Daha sonra her bir örnekte meydana gelen renk değişikliği  $\Delta E_{ab}$  ve  $\Delta E_{00}$  (CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerine göre) hesaplanmıştır. Bütün ölçümler SCI (spekular komponent dahil) modunda elde edilmiştir.

### 5.5. Çalışma Planı

Materyal ve metodta anlatılan çalışmanın tümüne ait akış düzeni Şekil 1'de kısaca gösterilmektedir.



Şekil 1: Çalışmaya ait çalışma akış düzeninin şematik gösterimi

## 5.6. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ile belirlenmiş ve parametrelerin normal dağılıma uygun olduğu saptanmıştır. Kompozit ve içinde bekletilen sıvının renk değişimi üzerindeki ortak etkisinin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi (Two-way ANOVA) testi kullanılmıştır. Devam testleri olarak Oneway Anova testi ve farklılığa neden çıkan grubun tespitinde Tamhane's T2 testi kullanılmıştır. Parametrelerin iki grup arası karşılaştırmalarında Student t test kullanılmıştır. Ölçüm sistemlerinin ortalamaları arasındaki farklılığın tespitinde Paired Sample t test kullanılmıştır. Ölçüm sistemleri arasındaki uyumun belirlenmesinde sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılmıştır. Anlamlılık  $p < 0.05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

## 6. BULGULAR

### 6.1. CIE Lab sistemine göre yapılan değerlendirmeler

CIE Lab sistemi kullanıldığında renk değişimi üzerine kompozit ve bekletilen sıvının hem ayrı ayrı hem de birlikte önemli etkisi olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ).

#### 6.1.1. Kompozit rezinlerin kendi içinde değerlendirilmesi

Çayda bekletilen Clearfil Majesty Es-2 ( $p:0.002$ ;  $p < 0.01$ ), Beautifil II ( $p:0.001$ ;  $p < 0.01$ ), Aelite Aesthetic Enamel ( $p:0.024$ ;  $p < 0.05$ ), Herculite XRV Ultra ( $p:0.001$ ;  $p < 0.01$ ), IPS Empress Direct ( $p:0.020$ ;  $p < 0.05$ ), Estelite  $\Sigma$  Quick ( $p:0.021$ ;  $p < 0.05$ ), Filtek Ultimate ( $p:0.001$ ;  $p < 0.01$ ), Point 4 ( $p:0.001$ ;  $p < 0.01$ ), Ceram x Duo ( $p:0.012$ ;  $p < 0.05$ ) ve Esthetx ( $p:0.001$ ;  $p < 0.01$ ) gruplarının renk değişimi miktarları, bu materyallerin distile suda bekletilen gruplarının renk değişimi miktarlarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur.

Çayda bekletilen Charisma Diamond ( $p > 0.05$ ) ve Clearfil Majesty Esthetic ( $p > 0.05$ ) gruplarının renk değişimi miktarları ile distile suda bekletilen Charisma Diamond ve

Clearfil Majesty Esthetic gruplarının renk değişimi miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (**Tablo 3**).

**Tablo 3: Grupların CIE Lab sistemine göre renk değişimi miktarlarının değerlendirilmesi**

CIELAB	ΔE		<sup>1</sup> p
	Çay	Distile su	
	Ort±SS	Ort±SS	
Clearfill Majesty Es-2	2,34±1,06	1,06±0,69	<b>0,002**</b>
Beautifil II	10,99±4,67	1,53±0,9	<b>0,001**</b>
Charisma Diamond	4,16±1,18	3,24±1,86	<b>0,162</b>
Aelite Aesthetic Enamel	3,47±1,38	2,17±1,22	<b>0,024*</b>
Herculite XRV Ultra	4,23±1,91	1,09±0,55	<b>0,001**</b>
IPS Empress Direct	3,63±2,19	1,93±0,85	<b>0,020*</b>
Estelite $\Sigma$ Quick	3,22±1,47	1,57±1,74	<b>0,021*</b>
Clearfil Majesty Esthetic	3,05±0,77	2,93±1,75	<b>0,825</b>
Filtek Ultimate	4,51±0,95	1,55±0,95	<b>0,001**</b>
Point 4	5,37±1,83	1,61±1,18	<b>0,001**</b>
Ceram x Duo	4,89±1,68	2,56±2,42	<b>0,012*</b>
Esthetx	5,67±1,54	1,72±1,41	<b>0,001**</b>
<sup>2</sup> p	<b>0,001**</b>	<b>0,002**</b>	

<sup>1</sup> Student t test      <sup>2</sup> Oneway ANOVA Test      \* p<0.05 \*\* p<0.01

### 6.1.2. Kompozit rezinlerin renklemelerinin değerlendirilmesi

CIE Lab sistemi kullanıldığında çayda bekletilen kompozit gruplarının renk değişimi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur (p:0.001; p<0.01) (**Şekil 2**). Anlamlılığın hangi kompozitten kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; çayda bekletilen Beautifil II grubunun renk değişimi miktarı, Clearfil Majesty Es-2, Charisma Diamond, Aelite Aesthetic Enamel, Herculite XRV Ultra, IPS Empress Direct, Estelite  $\Sigma$  Quick, Clearfil Majesty Esthetic, Filtek Ultimate ve Ceram x Duo gruplarının renk değişimi miktarlarından anlamlı oranda yüksek bulunmuştur (p<0.05; p<0.01) ve Beautifil II'nin en düşük renk stabilitesine sahip kompozit olduğu tespit edilmiştir.

Clearfil Majesty Es-2 grubunun renk değişimi miktarı, Beautifil II, Charisma Diamond, Filtek Ultimate, Point 4, Ceram x Duo ve Esthetx gruplarının renk

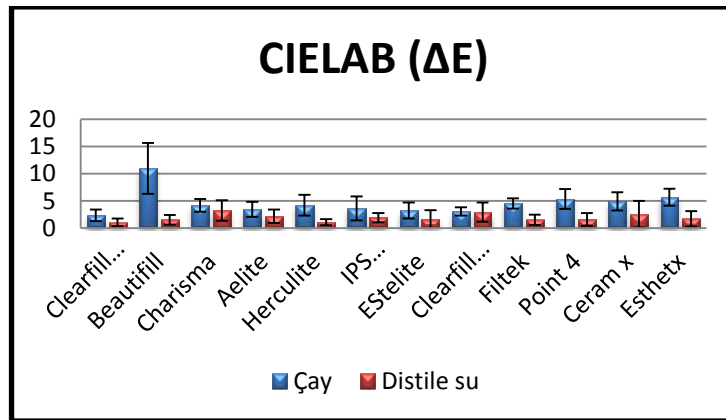


değişimi miktarlarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ( $p<0.05$ ;  $p<0.01$ ) ve Clearfil Majesty Es-2 grubunun en yüksek renk stabilitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Esthetx grubunun renk değişimi miktarı, Clearfil Majesty Es-2, Estelite  $\Sigma$  Quick ve Clearfil Majesty Esthetic gruplarının renk değişimi miktarlarından anlamlı oranda yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ;  $p<0.01$ ).

Çayda bekletilen diğer grupların (Charisma Diamond, Aelite Aesthetic Enamel, Herculite XRV Ultra, IPS Empress Direct, Filtek Ultimate, Point 4, Ceramx Duo) renk değişimi miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ) (Şekil 2) (Tablo 3).

CIE Lab sistemi kullanıldığında distile suda bekletilen grupların renk değişimi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ( $p:0.002$ ;  $p<0.01$ ) (Tablo 3). Anlamlılığın hangi kompozitten kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; distile suda bekletilen Charisma Diamond grubunun renk değişimi miktarı, Clearfil Majesty Es-2 ve Herculite XRV Ultra gruplarının renk değişimi miktarlarından anlamlı oranda yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Diğer distile suda bekletilen kompozit gruplarının renk değişimi miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ) (Şekil 2) (Tablo 3).



Şekil 2: CIE Lab renk sistemine göre  $\Delta E$  grafiği



## **6.2. CIEDE 2000 sistemine göre yapılan değerlendirmeler**

CIEDE 2000 sistemi kullanıldığında renk değişimi üzerine kompozit ve bekletilen sıvının hem ayrı ayrı hem de birlikte önemli etkisi olduğu gözlenmiştir( $p<0.01$ )

### **6.2.1. Kompozit rezinlerin kendi içinde değerlendirilmesi**

Çayda bekletilen Clearfil Majesty Es-2 ( $p:0.002$ ;  $p<0.01$ ), Beautifil II ( $p:0.001$ ;  $p<0.01$ ), Aelite Aesthetic Enamel ( $p:0.049$ ;  $p<0.05$ ), Herculite XRV Ultra ( $p:0.001$ ;  $p<0.01$ ), IPS Empress Direct ( $p:0.024$ ;  $p<0.05$ ), Estelite  $\Sigma$  Quick ( $p:0.024$ ;  $p<0.05$ ), Filtek Ultimate ( $p:0.001$ ;  $p<0.01$ ), Point 4 ( $p:0.001$ ;  $p<0.01$ ), Ceram x Duo ( $p:0.009$ ;  $p<0.01$ ), Esthetx ( $p:0.001$ ;  $p<0.01$ ) gruplarının renk değişimi miktarları, bu materyallerin distile suda bekletilen gruplarının renk değişimi miktarlarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur.

Çayda bekletilen Charisma Diamond ( $p>0.05$ ) ve Clearfil Majesty Esthetic ( $p>0.05$ ) gruplarının renk değişimi miktarı ile distile suda bekletilen Charisma Diamond ve Clearfil Majesty Esthetic gruplarının renk değişimi miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ) (**Tablo 4**).

**Tablo 4: Grupların CIEDE 2000 sistemine göre renk değişimi miktarlarının değerlendirilmesi**

CIEDE 2000	$\Delta E$		<sup>1</sup> p
	Çay	Distile su	
	Ort±SS	Ort±SS	
Clearfil Majesty Es-2	1,86±0,84	0,88±0,53	<b>0,002**</b>
Beautiful II	7,89±3,02	1,41±0,87	<b>0,001**</b>
Charisma Diamond	3,37±0,91	2,72±1,5	<b>0,210</b>
Aelite Aesthetic Enamel	2,74±1,01	1,89±0,99	<b>0,049*</b>
Herculite XRV Ultra	3,43±1,61	0,98±0,47	<b>0,001**</b>
IPS Empress Direct	3,18±1,9	1,74±0,76	<b>0,024*</b>
Estelite $\Sigma$ Quick	2,63±1,2	1,33±1,42	<b>0,024*</b>
Clearfill Majesty Esthetic	2,65±0,7	2,54±1,48	<b>0,823</b>
Filtek Ultimate	3,58±0,74	1,3±0,79	<b>0,001**</b>
Point 4	4,41±1,39	1,38±0,96	<b>0,001**</b>
Ceram x Duo	4,52±1,53	2,3±2,2	<b>0,009**</b>
Esthetx	5,08±1,41	1,48±1,17	<b>0,001**</b>
<sup>2</sup> p	<b>0,001**</b>	<b>0,002**</b>	

<sup>1</sup> Student t test

<sup>2</sup> Oneway ANOVA Test

\* p<0.05 \*\* p<0.01

### 6.2.2. Kompozit rezinlerin renklenmelerinin değerlendirilmesi

CIEDE 2000 sistemi kullanıldığında çayda bekletilen grupların renk değişimi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir (p:0.001; p<0.01). Anlamlılığın hangi kompozitten kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; çayda bekletilen Beautiful II grubunun renk değişimi miktarı, Clearfil Majesty Es-2, Charisma Diamond, Aelite Aesthetic Enamel, Herculite XRV Ultra, IPS Empress Direct, Estelite  $\Sigma$  Quick, Clearfill Majesty Esthetic ve Filtek Ultimate gruplarının renk değişimi miktarlarından anlamlı şekilde yüksek olduğu izlenmiştir (p<0.05; p<0.01) (**Şekil 3**). Beautiful II'nin en düşük renk stabilitesine sahip kompozit olduğu tespit edilmiştir.

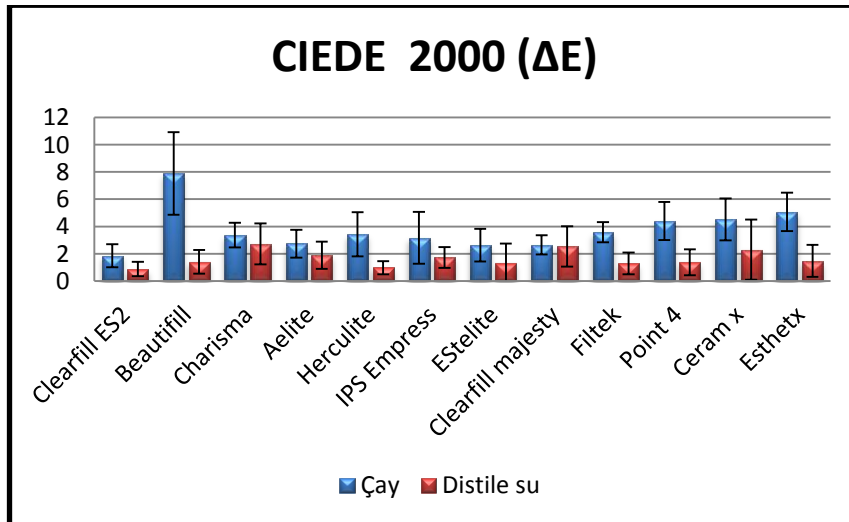
Clearfil Majesty Es-2 grubunun renk değişimi miktarı, Beautiful II, Charisma Diamond, Filtek Ultimate, Point 4, Ceram x Duo ve Esthetx gruplarının renk değişimi miktarlarından anlamlı oranda düşük bulunmuştur (p<0.05; p<0.01).

Clearfil Majesty Es-2 grubunun en yüksek renk stabilitesine sahip kompozit olduğu tespit edilmiştir.

Esthetx grubunun renk değişimi miktarı, Clearfil Majesty Es-2, Aelite Aesthetic Enamel, Estelite  $\Sigma$  Quick ve Clearfil Majesty Esthetic gruplarının renk değişimi miktarlarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ;  $p<0.01$ ).

Çayda bekletilen diğer grupların (Charisma Diamond, Aelite Aesthetic Enamel, Herculite XRV Ultra, IPS Empress Direct, Filtek Ultimate, Point 4, Ceramx Duo) renk değişimi miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ) (**Tablo 4**).

CIEDE 2000 sistemi kullanıldığında distile suda bekletilen grupların renk değişimi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ( $p:0.002$ ;  $p<0.01$ ). Anlamlılığın hangi kompozitten kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; distile suda bekletilen Charisma Diamond grubunun renk değişimi miktarı, Clearfil Majesty Es-2 ve Herculite XRV gruplarının renk değişimi miktarlarından anlamlı oranda yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (**Şekil 3**).



**Şekil 3: CIEDE 2000 renk sistemine göre  $\Delta E$  grafiği**

### 6.3. CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasındaki uyumlarının değerlendirilmesi

Çayda bekletilen tüm grupların CIE Lab sistemi ile ölçülen renk değişimi ortalamaları, CIEDE 2000 sisteminden anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ( $p<0.01$ ) (Şekil 3).

**Tablo 5: Çayda bekletilen grupların CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerine göre renk değişimi miktarlarının değerlendirilmesi**

	Çay ( $\Delta E$ )		P
	CIE Lab	CIEDE 2000	
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	
Clearfil Majesty Es-2	2,34 $\pm$ 1,06	1,86 $\pm$ 0,84	0,001**
Beautifil II	10,99 $\pm$ 4,67	7,89 $\pm$ 3,02	0,001**
Charisma Diamond	4,16 $\pm$ 1,18	3,37 $\pm$ 0,91	0,001**
Aelite Aesthetic Enamel	3,47 $\pm$ 1,38	2,74 $\pm$ 1,01	0,001**
Herculite XRV Ultra	4,23 $\pm$ 1,91	3,43 $\pm$ 1,61	0,001**
IPS Empress Direct	3,63 $\pm$ 2,19	3,18 $\pm$ 1,9	0,001**
Estelite $\Sigma$ Quick	3,22 $\pm$ 1,47	2,63 $\pm$ 1,2	0,001**
Clearfil Majesty Esthetic	3,05 $\pm$ 0,77	2,65 $\pm$ 0,7	0,001**
Filtek Ultimate	4,51 $\pm$ 0,95	3,58 $\pm$ 0,74	0,001**
Point 4	5,37 $\pm$ 1,83	4,41 $\pm$ 1,39	0,001**
Ceram x Duo	4,89 $\pm$ 1,68	4,52 $\pm$ 1,53	0,001**
Esthetx	5,67 $\pm$ 1,54	5,08 $\pm$ 1,41	0,001**

*Paired Sample t test*

*\*\*  $p<0.01$*

Distile suda bekletilen Clearfil Majesty Esthetic grubunun renk değişimi miktarı, Clearfil Majesty Es-2 grubunun renk değişimi miktarından anlamlı oranda yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Diğer distile suda bekletilen grupların renk değişimi miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Distile suda bekletilen tüm grupların CIE Lab sistemi ile ölçülen renk değişimi ortalamaları, CIEDE 2000 sisteminden anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ;  $p<0.01$ ) (Tablo 6).

**Tablo 6: Distile suda (kontrol grupları) bekletilen grupların CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerine göre renk değişimi miktarlarının değerlendirilmesi**

	Distile Su ( $\Delta E$ )		P
	CIE Lab	CIEDE 2000	
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	
<b>Clearfil Majesty Es-2</b>	1,06 $\pm$ 0,69	0,88 $\pm$ 0,53	0,003**
<b>Beautifil II</b>	1,53 $\pm$ 0,9	1,41 $\pm$ 0,87	0,040*
<b>Charisma Diamond</b>	3,24 $\pm$ 1,86	2,72 $\pm$ 1,5	0,001**
<b>Aelite Aesthetic Enamel</b>	2,17 $\pm$ 1,22	1,89 $\pm$ 0,99	0,007**
<b>Herculite XRV Ultra</b>	1,09 $\pm$ 0,55	0,98 $\pm$ 0,47	0,005**
<b>IPS Empress Direct</b>	1,93 $\pm$ 0,85	1,74 $\pm$ 0,76	0,001**
<b>Estelite <math>\Sigma</math> Quick</b>	1,57 $\pm$ 1,74	1,33 $\pm$ 1,42	0,022*
<b>Clearfil Majesty Esthetic</b>	2,93 $\pm$ 1,75	2,54 $\pm$ 1,48	0,001**
<b>Filtek Ultimate</b>	1,55 $\pm$ 0,95	1,3 $\pm$ 0,79	0,001**
<b>Point 4</b>	1,61 $\pm$ 1,18	1,38 $\pm$ 0,96	0,004**
<b>Ceram x Duo</b>	2,56 $\pm$ 2,42	2,3 $\pm$ 2,2	0,002**
<b>Esthetx</b>	1,72 $\pm$ 1,41	1,48 $\pm$ 1,17	0,006**
<i>Paired Sample t test</i>		* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$	

Clearfil Majesty Es-2 grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %97,2 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %96,3 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p < 0.01$ ).

Beautifil II grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %90,9 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %98,1 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p < 0.01$ ).

Charisma Diamond grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %96,4 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.01$ ). Distile suda

bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %97,6 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p<0.01$ ).

Aelite Aesthetic Enamel grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %94,9 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %96,3 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p<0.01$ ).

Herculite XRV Ultra grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %98,4 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %97,8 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p<0.01$ ).

IPS Empress Direct grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %99 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %99,2 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p<0.01$ ).

Estelite  $\Sigma$  Quick grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %97,5 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %98 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p<0.01$ ).

Clearfil Majesty Esthetic grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %99 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %98,2 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p<0.01$ ).

Filtek Ultimate grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %96,7 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %98,4 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p<0.01$ ).

Point 4 grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %96,1 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %97,8 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p<0.01$ ).

Ceram x Duo grubu; çayda bekletildiğinde CIE LAB ve CIEDE2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %99,5 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %99,5 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p<0.01$ ).

Esthetx grubu; çayda bekletildiğinde CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında aynı yönde, %99,1 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ). Distile suda bekletildiğinde sistemler arasında aynı yönde, %98,2 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum elde edilmemiştir ( $p<0.01$ ).

Tüm değerler gözönünde bulundurulduğunda CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemleri arasında aynı yönde, %95,4 düzeyinde ve istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.01$ ) (**Tablo 7**).

**Tablo 7: CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasındaki uyumun değerlendirilmesi**

Sıvı	Kompozit	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (ICC)	%95 Güven Aralığı		p
			Alt Sınır	Üst Sınır	
Çay	Clearfil Majesty Es-2	0,972	0,908	0,992	0,001**
	Beautifil II	0,909	0,717	0,973	0,001**
	Charisma Diamond	0,964	0,879	0,989	0,001**
	Aelite Aesthetic Enamel	0,949	0,834	0,985	0,001**
	Herculite XRV Ultra	0,984	0,944	0,995	0,001**
	IPS Empress Direct	0,990	0,965	0,997	0,001**
	Estelite $\Sigma$ Quick	0,975	0,917	0,993	0,001**
	Clearfil Majesty Esthetic	0,990	0,966	0,997	0,001**
	Filtek Ultimate	0,967	0,890	0,990	0,001**
	Point 4	0,961	0,871	0,989	0,001**
	Ceram x Duo	0,995	0,981	0,998	0,001**
	Esthetx	0,991	0,969	0,997	0,001**
	Distile su (Kontrol grubu)	Clearfil Majesty Es-2	0,963	0,878	0,989
Beautifil II		0,981	0,937	0,995	0,001**
Charisma Diamond		0,976	0,921	0,993	0,001**
Aelite Aesthetic Enamel		0,963	0,878	0,989	0,001**
Herculite XRV Ultra		0,978	0,924	0,994	0,001**
IPS Empress Direct		0,992	0,974	0,998	0,001**
Estelite $\Sigma$ Quick		0,980	0,931	0,994	0,001**
Clearfil Majesty Esthetic		0,982	0,940	0,995	0,001**
Filtek Ultimate		0,984	0,946	0,995	0,001**
Point 4		0,978	0,925	0,994	0,001**
Ceram x Duo		0,995	0,983	0,999	0,001**
Esthetx		0,982	0,939	0,995	0,001**

\*\*  $p < 0.01$

## 7.TARTIŞMA

### 7.1. Amaç ve yöntemin tartışılması

Diş hekimliğinde, adeziv teknolojilerdeki gelişmeler ve hastaların estetik beklentilerinin artması sonucu mine ve dentine adezyonu başarılı olan kompozit



rezinler, yaygın olarak kullanım alanı bulmuşlardır. Hastaların uygulanan kompozit rezin restorasyonlardan temel beklentilerinin, renk uyumunun sağlanması ve iyi bir estetik görünümün elde edilmesi olması ile birlikte kompozit rezinlerin en önemli dezavantajlarından biri ise renk değişiklikleridir. (127). Literatürde, dental memnuniyetsizliklerin %38'inin renk uyumsuzluğu ile ilgili olduğu bildirilmiştir (70). Polimerizasyon öncesi restoratif materyal ve diş rengi uygunluğu klinik başarı için önemlidir. Bununla birlikte restorasyonun tamamlanmasından sonra restorasyonun klinik ömrü boyunca renk stabilitesini devam ettirmesi gereklidir (128). Kompozit rezinlerde renklenme derecesinin, yetersiz polimerizasyon, su emilimi, kimyasal tepkimeler, beslenme alışkanlıkları, ağız hijyeni ve restorasyonun yüzey pürüzlülüğü gibi birçok faktörden etkilenebileceği bildirilmiştir (61). Bu araştırmada ise diş renklenme faktörlerinden biri olan çayın tüketiminden kaynaklanabilecek kompozit rezin renklemelerine odaklanılmıştır.

Renk bilimi; belirlenen standartları kullanarak renk değişimini tespit edebilir olmakla birlikte, varolan renkleri objektif bir şekilde değerlendirebilir bir seviyeye gelmiştir. Bu değerlendirmelerdeki ilk aşama, varolan rengin sayısallaştırılmasıdır. Spektrofotometreler rengi sayısallaştırmak amacıyla geliştirilmiş cihazların en güvenilir olanı kabul edilmiştir (129). CIE Lab ve CIEDE 2000, renk farklılıklarını hesaplamada kullanılan sistemlerin en yaygın olanlarıdır. Diş hekimliği literatüründe, renk farklılıklarının değerlendirildiği birçok araştırmada, en yaygın kullanılan sistemin CIE Lab olmasına ve yeterli görülmesine rağmen, CIEDE 2000 sisteminin düşük renk farklılıklarını tespit etmede daha başarılı olduğu bildirilmiştir (130). CIEDE 2000, CIE Lab'i temel almakla birlikte beş düzeltme içerir; bunlar açıklık (lightness), doygunluk (chroma) ve tonun (hue) ağırlıklandırma fonksiyonları ile, mavi renkler için doygunluk ve ton farkı arasında interaktif bir terimi ( $\Delta R$ ) ve gri renklerin performansını geliştirmek için CIE Lab  $a^*$  faktörünü içerir. CIE Lab sisteminin eksikliklerini gidermek amacıyla geliştirilmiş olan CIEDE 2000, CIE tarafından yeni renk sistemi olarak benimsenmiştir (90). Araştırmamızda kompozit rezinlerin renk değişimlerini değerlendirmek amacıyla CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerine göre iki farklı formülasyonu olan spektrofotometre (Konica Minolta CM-3600A) kullanılarak renk değişiklikleri hesaplanmıştır.

Kompozit rezinlerin renklenmeye karşı gösterdikleri dirençler, restorasyon yüzeyine uygulanan bitim ve cila işlemleri kadar rezin matriks yapısı, su emilimi, doldurucu partiküllerin büyüklüğü ve yapısı ile rezin matriks-doldurucu bağlantısının devamlılığı gibi parametrelerden etkilenmektedir. Bu nedenle, aynı restorasyonlara uygulanan çeşitli yapıdaki kompozit rezinlerin klinik başarısı farklılıklar gösterebilmektedir (52). Bu araştırmada, renklendirici solüsyonun (siyah çay) şeffaf bant (Mylar strip) altında polimerize edilerek hazırlanan, standart bitim ve cila işlemleri uygulanmış iki nanofil (Filtek Ultimate, Clearfil Majesty Es-2), beş nanohibrit (IPS Empress Direct, Charisma Diamond, Estelite  $\Sigma$  Quick, Clearfil Majesty Esthetic, Aelite Aesthetic Enamel), üç mikrohibrit (Esthetx, Point 4, Herculite XRV Ultra), bir giomer (Beautiful II) ve bir ormoser (Ceram x Duo) olmak üzere toplamda 12 farklı kompozit rezinin renklenmesi üzerine olan etkisinin *in vitro* değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Literatürde en fazla 12 adet kompozit rezinin (11 adet hibrit, 1 adet adet mikrofil) renklenmelerini CIE Lab sistemine göre karşılaştıran benzer araştırma mevcuttur (131) ve araştırmanın sonucuna göre en yüksek renk değişimi değerleri mikrofil kompozit grubunda, en düşük renk değişimi değerleri ise mikrohibrit kompozit grubunda elde edilmiştir. Nanohibrit, siloran ve mikrohibrit kompozit rezinlerin stabilitelelerinin karşılaştırıldığı bir araştırmada, en düşük renk değişimi ( $\Delta E$ ) değerleri siloran ve mikrohibrit kompozit rezinlerde gözlenmiştir ( $\Delta E < 3,3$ ) (2). Nasim ve ark (60) mikrohibrit, mikrofil ve nanohibrit kompozitlerin renk stabilitelelerini değerlendirdikleri araştırmalarında, mikrohibrit kompozitlerin renklenme dirençlerinin nanohibrit ve mikrofil kompozitlerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Nanohibrit ve mikrohibrit kompozitlerin renk stabilitelelerinin değerlendirildiği farklı bir araştırmada, nanohibrit kompozitlerin daha düşük renk stabilitesine sahip oldukları bildirilmiştir (132). Araştırmamızın sonuçlarına göre ise; en yüksek renk stabilitesi sırasıyla nanofil Clearfil Majesty Es-2, nanohibrit Clearfil Majesty Esthetic, Estelite  $\Sigma$  Quick, Aelite Aesthetic Enamel, IPS Empress Direct, Charisma, mikrohibrit Herculite XRV Ultra, nanofil olan Filtek Ultimate, ormoser Ceramx Duo, mikrohibrit Point 4, mikrohibrit Esthetx, giomer Beautiful II şeklindedir. Araştırmamızın özgülüğü ise 12 adet kompozit rezinin (2

adet nanofil, 1 adet giomer, 3 adet mikrohibrit, 5 nanohibrit, 1 adet ormoser) renk stabilitelelerinin CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerine göre karşılaştırılmış olmasıdır.

Kompozit rezinlere uygulanan farklı bitirme ve cila yöntemleri, restorasyonların renklenme dirençlerini etkilemektedir (133). Mikrohibrit ve nanofil kompozitlerde, çok aşamalı bitirme ve cila yöntemlerinin daha düzgün restorasyon yüzeyi elde etmede etkili olduğu bildirilmiştir (134). Birçok araştırmada, alüminyum oksit disklerin düzgün yüzey elde etmede en başarılı materyaller olduğu belirtilmiştir (135, 136). Watanabe ve ark (137) da araştırmalarında, çok aşamalı cila sistemlerinin tek aşamalı sistemlere göre yüzey bitiminde daha üstün sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar, bitirme ve cila işlemlerinden sonra restorasyonların yüzeyine doldurucusuz rezin uygulanmasını önermektedir (138). Bu önerinin aksine, Dalal ve ark (139) araştırmalarında bitirme ve cila işlemlerinden sonra glaze uygulanmasının kompozit rezinlerde daha çok renklenmeye neden olduğunu belirtmişlerdir. Bitirme ve glaze uygulamasının en fazla renklenmeye, bitirme ve cila uygulamasının ise en az renklenmeye yol açtığını bildirmişlerdir (140). Ancak bu sonuç, bitirme işlemi sonrasında glaze uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiğini belirten araştırmalar ile tutarlılık göstermemektedir (59, 140). Araştırmamızda tüm örnekler elmas bitirme frezleriyle uygulanan bitirme işleminin ardından OptiDisc cila sistemi kullanılarak cila işlemi uygulanmıştır.

Literatürde kompozit rezinlerin su emilimlerinin ve renklenmelerinin test süresinden etkilendiği belirtilmiştir (132, 71). Villata ve ark (132), kompozit rezin örneklerini 40 gün boyunca günde 3 saat renklendirici solüsyonda, 21 saat distile suda bekletmişlerdir. Bagheri ve ark (71) ise kompozit rezin örneklerini 1 hafta distile suda bekletmeyi takiben 2 hafta renklendirici çözeltilerde bekletmişlerdir. Bu araştırmada ise örneklerin tamamı, Nasim ve ark.nın (60) çalışmasına benzer şekilde 24 saat distile suda bekletildikten sonra, deney grubundaki örnekler 7 gün süresince çayda bekletilmiştir. Kontrol grubundaki örnekler ise 7 gün boyunca distile suda bekletilmişlerdir. Kontrol grubu olarak çalışmamızda kullandığımız distile su, ağız içindeki tükürük ve suyun oluşturduğu ortamı taklit etmektedir (141). Çalışmamızda poşet çaylar, Phelan ve ark.nın (125) araştırmalarına benzer olarak, 250 ml kaynar

suya daldırılarak hazırlanmıştır. Bu ölçünün seçilmesinin nedeni standart bir fincan büyüklüğüne denk gelmesidir. Sıfır, iki ve dördüncü dakikalarda poşetler hafifçe hareket ettirilip karıştırılmış, beşinci dk'da poşetler sudan çıkartılmıştır.

Ağız ortamında kompozit rezinlerde meydana gelen renklenmeler, boyayıcı ajanların yüzeye adsorpsiyonu ve absorpsiyonu sonucunda oluşmaktadır (13). Farklı boyar maddelerin kompozit rezinlerin renklenmesi üzerine olan etkisinin incelenmesi, uzun yıllardan beri araştırmacıların en çok ilgilendiği konulardan biri olmuştur (14, 17, 18). Arocha ve ark (142) renklendirici solüsyonların kompozit rezinlerin renk stabilitelerine olan etkilerini değerlendirdikleri araştırmalarında, kırmızı şarabın en fazla renklenmeye neden olduğunu, onu sırasıyla kahve, siyah çay, portakal suyu, kola ve distile suyun takip ettiğini bildirmişlerdir. Kahve ve çay arasında, portakal suyu ve kola arasında, kola ve distile su (kontrol grubu) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir (142). Nasim ve ark (60) araştırmalarında kola ve siyah çay kullanmışlar ve çayın koladan daha çok renklenmeye neden olduğu sonucunu bulmuşlardır. Bunun nedeni çayda tannik asit bulunması ve kolada sarı boyar madde bulunmaması olarak açıklanmıştır. Kırmızı şarap, alkol ve pigment içerdiğinden; siyah çay, tannik asit ve boyar madde içerdiğinden; kahve ise sarı renkli moleküller içerdiğinden ve bu moleküller polimer ağına afinite gösterdiğinden dolayı bu içeceklerin kompozit rezinlerin renklenmelerine neden oldukları düşünülmüştür (56). Bu nedenle, özellikle estetik bölgede uygulanacak kompozit rezinlerin seçiminde, hastaların içecek tüketim alışkanlıkları değerlendirilmelidir. Bu çalışmalar incelendiğinde renklendirici solüsyon olarak genellikle kahve, kırmızı şarap ve kolanın kullanıldığı (14, 17, 18) çayın ise daha az araştırmacı tarafından incelendiği (63, 110) saptanmıştır. Ülkemizde diğer içecekler ile karşılaştırıldığında siyah çay tüketim alışkanlığının daha fazla olması, bu araştırmada kompozit rezinlerin renklenmelerinin incelenmesinde renklendirici solüsyon olarak siyah çayın (Lipton, İngiltere) tercih edilmesine neden olmuştur.

## 7.2. Bulguların Tartışılması

Paravina ve ark (93) araştırmalarında klinik olarak başarısız kabul edilen değerleri CIE Lab sistemi için  $\Delta E_{ab}$ 'nin 3,7'den büyük olduğu değerler ve CIEDE 2000 sistemi için  $\Delta E_{00}$ 'nin 3,1'den büyük olduğu değerler şeklinde belirlemişlerdir. Araştırmamızda da buna dayanarak kabul edilebilirlik sınırı CIE Lab renk sistemi için  $\Delta E_{ab}$ 'nin 3,7'den küçük olduğu değerler ve CIEDE 2000 sistemi için  $\Delta E_{00}$ 'nin 3,1'den küçük olduğu değerler şeklinde değerlendirilmiştir.

Araştırmamızda, bulgular CIE Lab sistemine göre değerlendirildiğinde Beautiful II, Charisma Diamond, Herculite XRV Ultra, Filtek Ultimate, Point 4, Ceramx Duo ve Esthetx gruplarının  $\Delta E$  değerleri 3,7'den; CIEDE 2000 sistemine göre de Beautiful II, Charisma Diamond, Herculite XRV Ultra, IPS Empress Direct, Filtek Ultimate, Point 4, Ceramx Duo ve Esthetx gruplarının  $\Delta E$  değerleri 3,1'den fazla olduklarından renk stabilitesi konusunda klinik olarak başarısız bulunmuşlardır. Kontrol grubunda ise tüm restoratif materyaller için daha düşük renk değişimi ( $\Delta E$ ) değerleri elde edilmiştir. Test edilen kompozit rezinler içerisinde en yüksek renk değişimi ( $\Delta E$ ) değerleri çay grubundaki Beautiful II için elde edilmiştir ( $\Delta E_{ab}=10,99$ ;  $\Delta E_{00}=7,89$ ). Elde edilen bu sonuç ile benzer olarak, Beautiful II ve nanohibrit kompozit rezinler olan Filtek Z550 ve Tetric N-Ceram'ın renklenmelerinin karşılaştırıldığı bir araştırmada, Beautiful II'nin giomer olması ve suda çözünebilir bir bileşen olan florür içermesinden dolayı su emilimi ve renk değişimi ( $\Delta E$ ) değerlerinin, diğer materyallerden anlamlı oranda daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (143). Resin modifiye cam iyonomer GC Fuji II ve Beautiful II'nin renk stabilitelerinin karşılaştırıldığı farklı bir araştırmada ise, Beautiful II'nin renklenmeye daha dirençli olduğu belirtilmiştir (144). Beautiful II'nin renk stabilitesinin resin modifiye cam iyonomerle karşılaştırıldığında daha yüksek olması, yapısındaki ortalama partikül büyüklüğü 0,8  $\mu m$  olan ve ağırlıkça %83,3 oranında bulunan doldurucu partiküllerden kaynaklanmaktadır (144). Her iki literatür ve araştırmamızın bulguları göz önünde bulundurulduğunda, giomer olarak diş hekimlerinin kullanımına sunulmuş olan florür içeren Beautiful II'nin cam iyonomerlerden daha yüksek, geleneksel kompozit rezinlerden ise daha düşük renk stabilitesine sahip olduğu öngörülebilir (143, 144). Iazetti ve ark (145) araştırmalarında florürün suda znen

bir bileşen olmasından dolayı, yapısında florür bulunan materyallerin renk stabilitesinin daha düşük olabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmamızın sonuçlarına göre de en düşük renk stabilitesine sahip olan materyal, florür salma ve depolama özelliği bulunan Beautifil II giomeri olarak tespit edilmiştir.

Araştırmamızda kullanılan kompozit rezinler arasında en düşük renk değişiklikleri, nanofil kompozit rezin olan Clearfil Majesty Es-2 materyalinde gözlenmiştir ( $\Delta E_{ab}=2,34$ ;  $\Delta E_{00}=1,86$ ). Literatürde Clearfil Majesty Es-2' nin renk stabilitesinin değerlendirildiği bir araştırma bulunmamaktadır. Iazzetti ve ark (145) genel olarak hidrofobik materyallerin daha az renk değişimine uğradığını dolayısıyla daha iyi renk stabilitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Sideridou ve ark (146) araştırmalarında TEGDMA'nın, Bis-GMA, Bis-EMA ve UDMA'ya göre en çok su emilimine neden olan yapı olduğunu bildirmişlerdir. Güler ve ark. (147) ise farklı cila işlemleri uyguladıkları ve kahve ile renklendirdikleri kompozit rezinlerde, rezin matris yapısında TEGDMA olmayan Filtek P60 ve Filtek Z250'nin, TEGDMA içeren Grandio ve Filtek Supreme XT' ye göre daha az renklendiklerini bildirmişlerdir. Bu sonuca benzer olarak, Ergücü ve ark (148) da araştırmalarında test ettikleri kompozit rezin Supreme XT'de gözlenen renklenmeleri bu materyalin rezin matris yapısında bulunan TEGDMA'ya bağlamışlardır. Clearfil Majesty Es-2, rezin matris yapısında TEGDMA içermemekte birlikte, hidrofobik aromatik dimetakrilatlar içerir; bu nedenle Clearfil Majetsy Es-2' nin en düşük renk değişimi değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmamızın sonuçlarına göre, Esthetx grubunun renk değişimi ( $\Delta E$ ), Clearfil Majesty Es-2, Aelite Aesthetic Enamel ve Clearfil Majesty Esthetic gruplarının renk değişimi miktarlarından anlamlı oranda yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ;  $p<0,01$ ). Esthetx'in rezin matris yapısında TEGDMA bulunması, daha düşük renk stabilitesine sahip olmasını desteklemektedir. Araştırmamızda kullanılan kompozit rezinlerden Herculite XRV Ultra, Charisma Diamond, Esthetx ve Estelite  $\Sigma$  Quick rezin matris yapılarında TEGDMA içeren materyallerdir; Herculite XRV Ultra, Charisma Diamond ve Esthetx materyalleri her iki renk sistemine göre değerlendirildiğinde de renk stabilitesi konusunda başarısız sonuç vermişlerdir ( $\Delta E_{ab} >3,7$ ;  $\Delta E_{00} >3,1$ ). Estelite  $\Sigma$  Quick materyalinin ise daha yüksek renk stabilitesine

sahip olduğu bulunmuştur ( $\Delta E_{ab}=3,22$  ve  $\Delta E_{00}=2,63$ ). Lu ve ark (52) kompozit rezinlerin renklenmeye karşı direncinde rezin matriks yapısı kadar doldurucu partikül büyüklüğünün ve doldurucuların kimyasal özelliklerinin de etken olduğunu bildirmişlerdir. Estelite  $\Sigma$  Quick, diğer kompozitlere göre daha yüksek doldurucu partikül oranına sahip olduğundan dolayı (ağırlıkça %82) daha düşük renk değişimi gösterdiği tespit edilmiştir (Ağırlıkça doldurucu partikül oranları: Herculite XRV Ultra %79, Charisma Diamond %78, Esthetx %77). Estelite  $\Sigma$  Quick ve Tetric Ceram'ın renk stabilitelerinin değerlendirildiği bir araştırmada, Estelite  $\Sigma$  Quick daha yüksek  $\Delta E$  değerleri göstermesine rağmen, sonuçlarda anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (149). Araştırmamızın sonuçlarına göre, çayda bekletilen Estelite  $\Sigma$  Quick grubu CIE Lab renk sistemine göre  $\Delta E_{ab}=3,22$  ve CIEDE 2000 renk sistemine göre de  $\Delta E_{00}=2,63$  değerlerini gösterdiği tespit edilmiştir.

Clearfil Majesty Esthetic, Ceram x Duo ve Esthetx kompozit rezinlerini çay solüsyonunda bekleterek renk stabilitelerinin karşılaştırıldığı bir araştırmada, en yüksek renk farkı ( $\Delta E$ ) değerlerini rezin matriks yapısında TEGDMA içeren Ceram x Duo grubunda; en düşük renk farkı ( $\Delta E$ ) değerlerini ise rezin matriks yapısında TEGDMA içermeyen Clearfil Majesty Esthetic grubunda elde etmişlerdir (131). Bu araştırmanın sonuçlarıyla tutarlılık gösteren araştırmamızda, Ceramx Duo grubunun renk farkı değerlerinin ( $\Delta E_{ab}=4,89$ ;  $\Delta E_{00}=4,52$ ), Clearfil Majesty Esthetic grubunun renk farkı değerlerinden ( $\Delta E_{ab}=3,05$ ;  $\Delta E_{00}=2,65$ ) daha yüksek olduğu izlenmiştir.

IPS Empress Direct, Tetric Evo Ceram, Filtek Z350' nin renk stabilitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, karşılaştırılan kompozitlerin hepsi dimetakrilat esaslı olmasına rağmen, en az renk değişimi ( $\Delta E$ ) IPS Empress Direct kompozitinde gözlenmiştir. Bu sonuçların kompozitlerin inorganik yapılarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmüştür (150). Araştırmamızın sonuçlarına göre IPS Empress Direct, CIE Lab renk sistemi için  $\Delta E_{ab}=3,63$  ve CIEDE 2000 renk sistemi için  $\Delta E_{00}=3,18$  kabul edilebilirliğin eşik değerlerini göstermiştir.

Doldurucu partiküllerin Herculite XRV Ultra, Estelite  $\Sigma$  Quick ve Esthetx kompozit materyallerinin yüzey ve optik özelliklerine olan etkisinin değerlendirildiği bir

araştırmada, Herculite XRV Ultra en kk partikül boyutuyla (0,47 µm) en fazla renklenmeyi gösterirken; Esthetx (0,7 µm) en az renklenme gösteren kompozit materyal olmuştur (151). Araştırmamızın sonuçlarına göre ise, bu üç materyal için renklenme sıralaması çoktan aza doğru Esthetx, Herculite XRV Ultra ve Estelite  $\Sigma$  Quick şeklinde olmuştur. Elde edilen bu sonuç doldurucu partikül yüzdeleriyle orantılıdır (Estelite  $\Sigma$  Quick: %82, Herculite XRV Ultra: %79, Esthetx: %77).

Gönülol ve Yılmaz'ın (152) gerçekleştirdiği bir araştırmada daha kk partiküllü kompozitlerin her zaman daha az renklenme göstermediği sonucu elde edilmiştir ve kompozit rezinlerin renklenmelerinin monomer yapısı, yüzey düzensizlikleri ve doldurucu partikül oranlarıyla da ilgili olduğu bildirilmiştir. Ardu ve ark (153) araştırmalarında, daha yüksek oranda doldurucu içeren kompozit materyallerin daha fazla yüzey parlaklığına sahip olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Bu sonuca benzer olarak, Vichi ve ark (154) araştırmalarında, yüksek oranda doldurucu içeren kompozit rezinlerin renk stabilitelerinin daha iyi olduğu sonucunu elde etmişlerdir. elik ve ark ise (155) araştırmalarında, submikron-hibrit ve nanofil kompozitlerin, nanohibrit ve mikrohibrit kompozitlere göre daha düşük renklenme değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmamızda kullanılan kompozit rezinler ağırlıkça doldurucu partikül oranlarına göre çoktan aza doğru: Beautifil II (%83,3); Estelite  $\Sigma$  Quick (%82); Herculite XRV Ultra (%79), Ips Empress Direct (%79); Filtek Ultimate (%78,5); Charisma Diamond, Clearfil Majesty Esthetic, Clearfil Majesty Es-2 (%78); Esthetx, Point 4 (%77), Ceramx Duo (%76), Aelite Aesthetic Enamel (%73) şeklinde dir. Aelite Aesthetic Enamel düşük doldurucu oranına sahip olmasına rağmen, rezin matriks yapısında TEGDMA içermediğinden dolayı klinik olarak kabul edilebilir değerler göstermiştir. Beautifil II, yüksek doldurucu içeriğine (%83,3) sahip olmasına rağmen, giomer olmasından ve yapısında TEGDMA ile florür bileşeni içermesinden dolayı en yüksek renklenme değerlerini göstermiştir. Estelite  $\Sigma$  Quick, Clearfil Majesty Es-2 (%78) ve Clearfil Majesty Esthetic (%78)'den daha yüksek doldurucu (%82) oranına sahip olmasına rağmen, rezin matriks yapısında TEGDMA içerdiğinden dolayı daha yüksek renklenme değerleri göstermiştir. Clearfil Majesty Es-2 en yüksek doldurucu içeriğine (%78) sahip olmamasına rağmen, rezin matriks yapısında hidrofobik dimetakrilatlar içermesi ve



TEGDMA içermemesinden dolayı en düşük renk değişimi gösteren kompozit grubu olmuştur. Herculite XRV Ultra (%78,5) ve Filtek Ultimate (%79) ise benzer doldurucu partikül oranlarına ve benzer rezin matris yapılarına sahip olduklarından renk değişimi değerleri de benzer olarak tespit edilmiştir. Ceramx Duo (%76) ve Esthetx (%77), benzer doldurucu partikül oranlarına ve rezin matris yapılarına sahip olmalarına rağmen renk değişimi değerleri farklılık göstermiştir. Bu durumun partikül boyutlarındaki diğer bir ifadeyle kompozit türündeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülebilir. Ceramx Duo ormoser türünde bir kompozit rezin iken; Esthetx mikrohibrit türünde bir kompozit rezindir. Point 4 (%77) ve Esthetx (%77) aynı doldurucu partikül oranlarına sahip olduklarından ve aynı tür kompozit rezinler (mikrohibrit) olduklarından dolayı renklenme değerleri de benzerlik göstermiştir.

Gregor ve ark (130) araştırmalarında Ceramx Duo, Filtek Silorane, Dyract ve Tetric Evo Ceram materyallerinin renk stabiliteğini CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerine göre değerlendirmişler ve bu iki sistem arasında %99 oranında korelasyon elde etmişlerdir. Benzer bir araştırma olarak, Paravina ve ark (93), CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemleri arasında %97 oranında yüksek korelasyon elde etmişlerdir. Bu araştırmaların sonuçlarına benzer olarak, araştırmamızda kompozit gruplarının renklenmeleri CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin her ikisine göre de değerlendirilmiştir ve bu iki sistem arasında yüksek oranda korelasyon elde edilmiştir (%95,4).

## **8. SONUÇLAR**

Renklendirici solüsyonun (siyah çay) on iki farklı kompozit rezinin renklenmeleri üzerine olan etkisinin *in vitro* olarak incelendiği bu araştırmada, CIE Lab ve CIEDE 2000 renk sistemlerine göre yapılan ölçümler değerlendirildiğinde, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Charisma Diamond ve Clearfil Majesty Esthetic dışında diğer kompozit gruplarının tümünde çay solüsyonundaki renk değişimleri, distile sudaki (kontrol grupları) renk değişimlerinden istatistiksel olarak anlamlı oranda yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Çayda bekletilen Beautifil II grubunun renk değişim miktarı, Clearfil Majesty Es-2, Charisma Diamond, Aelite Aesthetic Enamel, Herculite XRV Ultra, IPS Empress Direct, Estelite  $\Sigma$  Quick, Clearfil Majesty Esthetic, Filtek Ultimate ve Ceram x Duo gruplarının renk değişimi miktarlarından anlamlı oranda yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ;  $p<0,01$ ) ve Beautifil II grubunun en düşük renk stabilitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çayda bekletilen Clearfil Majesty Es-2 grubunun renk değişimi miktarı, Beautifil II, Charisma Diamond, Filtek Ultimate, Point 4, Ceramx Duo ve Esthetx gruplarının renk değişimi miktarlarından anlamlı oranda düşük bulunmuştur ( $p<0,05$ ;  $p<0,01$ ) ve Clearfil Majesty Es-2 grubunun en yüksek renk stabilitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol ve çay grubundaki tüm kompozitlerde, CIE Lab ve CIEDE 2000 sistemlerinin renk değişimi ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum bulunduğu gözlenmiştir ( $p<0,01$ ).

Bu araştırmanın sonuçlarına göre kullanılan kompozit materyallerin renk stabilitelelerinin farklı olduğu tespit edilmiştir ve araştırmanın hipotezi kabul edilmiştir.

Daha farklı polisaj protokollerinin uygulandığı ve farklı renklendirici etkenlerin çalışma kapsamına alındığı daha geniş kapsamlı araştırmalar günümüzde hastaların estetik beklentilerini yüksek oranda karşılayan bu materyallerin daha gelişmiş özelliklere sahip olmasına sağlayacak araştırmalara ışık tutacaktır.

## **9. KAYNAKLAR**

1. Barutçigil C, Yıldız M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. J Dent. 40: 57-63, 2012.
2. Furuse AY, Gordon K, Rodrigues FP, Silikas N, Watts DC. Colour-stability and gloss-retention of silorane and dimethacrylate composites with accelerated aging. J Dent. 36: 945-952, 2008.

3. Dayangaç B. Kompozit rezin restorasyonlar. 2.baskı. Güneş Kitapevi Ltd Sti. Ankara: 2011.
4. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.*; 34(6); 849-853, 1955.
5. Ferracane JL. Resin composite-state of the art. *Dent Mater.* 27: 29-38, 2011.
6. Hilton TJ, Broome JC. Direct posterior esthetic restorations. In: Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS, Santos JD, editors. *Fundamentals of operative dentistry*. Illinois: Quintessence publishing; p. 289-340, 2006.
7. Mirsasaani SS, Ghomi F, Hemati M, Tavasoli T. Measurement of solubility and water sorption of dental nanocomposites light cured by argon laser. *IEEE Trans Nanobioscience.* 12: 41-46, 2013.
8. McCabe JF, Walls A. *Applied dental materials*. 9th ed. Ames, Iowa: Blackwell Pub: 2008.
9. Yap AU, Tan CH, Chung SM. Wear behavior of new composite restoratives. *Oper Dent.*; 29(3); 269-274, 2004.
10. Oberholzer TG, Du Preez IC, Kidd M. Effect of LED curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin –based composite restoration. *Biomaterials.*; 26(18); 3981-3986, 2005.
11. Geissberger M. *Esthetic dentistry in clinical practice*. 1st ed. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell: 2010.
12. Fontes ST, Fernández MR, Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci.* 17: 388-91, 2009.
13. Wilson KS, Zhang K, Antonucci JM. Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. *Biomaterials.*; 26(25); 5095-5103, 2005.
14. Musanje L, Ferracane JL. Effects of resin formulation and nanofiller surface treatment on the properties of experimental hybrid resin composite. *Biomaterials.* 25: 4065-4067, 2004.
15. Schmalz G, Arenholt-Bindslev D. *Biocompatibility of Dental Materials*. Berlin-Heidelberg, Germany: Springer; 99p, 2009.
16. Boaro LCC, Goncalves F, Guimarães TC, Ferracane JL, Versluis A, Braga RR. Polymerization stress, shrinkage and elastic modulus of current low-shrinkage restorative composites. *Dent mater.* 6: 1144-1150, 2010.

17. Sturdevant JR, Lundeen TF, Robertson TM. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2006.
18. Lutz F, Philips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent.*; 50(4); 480-488, 1983.
19. Loguercio AD, Reis A, Rodrigues Filho LE, Busato AL. One – year clinical evaluation of posterior packable resin composite restorations. *Oper Dent.*; 26(5); 427-434, 2001.
20. Chuang SF, Jin YT, Liu JK, Chang CH, Shieh DB. Influence of flowable composite lining thickness on Class II composite restorations. *Oper Dent.*; 29(3); 301-308, 2004.
21. Jackson RD, Morgan M. The new posterior resins and a simplified placement technique. *J Am Dent Assoc.*; 131(3); 375-383, 2000.
22. Ure D, Harris J. Nanotechnology in dentistry: reduction to practice. *Dent Update.*; 30(1); 10-15, 2003.
23. Saunders SA. Current practicality of nanotechnology in dentistry. Part 1: Focus on nanocomposite restoratives and biomimetics. *Clinical, cosmetic and Investigational Dentistry.* 1: 47-61, 2009.
24. Ajlouni R, Bishara SE, Soliman MM, Oonsombat C, Laffoon JF, Warren J. The use of ormocer as an alternative material for bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod.*; 75(1); 106-108, 2005.
25. Paraizo MA, Mendes LC, Gomes AS, Miranda MS, Amaral ACF. Degradation of a dental filling material after high caries challenge. *Materials Research.*; 7(4): 639-642, 2004.
26. Pires-de-Souza FDP, Garcia LDR, Roselino LDR, Naves LZ. Color stability of silorane-based composites submitted to accelerated artificial ageing—an in situ study. *J Dent (Suppl. 1)*: S18–24, 2011.
27. Weinmann W, Thalecker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater.*; 21(1): 68-74, 2005.
28. Palin WM, Fleming GJ, Burke FJ, Marquis PM, Randall RC. The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites. *Dent Mater.*; 21(9): 852-863, 2005.
29. Ilie N, Hickel R. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater.*; 25(6): 810-819, 2009.

30. Eick JD, Kotha SP, Chappelow CC, Kilway KV, Giese GJ, Glaros AG. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dent Mater.*; 23(8): 1011-1017, 2007.
31. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater.*; 21(1): 36-42, 2005.
32. Fujimoto Y, Iwasa M, Murayama R, Miyazaki M, Nagafuji A, Nakatsuka T. Detection of ions released from S-PRG fillers and their modulation effect. *Dent Mater.*; 29(4): 1-6, 2010.
33. Shimazu K, Ogata K, Karibe H. Evaluation of the ion-releasing and recharging abilities of a resin-based fissure sealant containing S-PRG filler. *Dent Mater.* 30: 923-7, 2011.
34. Kimyai S, Savadi-Oskoe S, Ajami AA, Sadr A, Asdagh S. Effect of three prophylaxis methods on surface roughness of giomer. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 16: 110-4, 2011.
35. Jyothi KN, Annapurna S, Kumar AS, Venugopal P, Jayashankara CM. Clinical evaluation of giomer and resin modified glass ionomer cement in class V noncarious cervical lesions: an in vivo study. *J Conserv Dent.* 14:409-13, 2011.
36. Abdel-Karim UM, El-Eraky M, Etman WM. Three-year clinical evaluation of two nano-hybrid giomer restorative composites. *Tanta Dental Journal.* 11: 213-22, 2014.
37. Akimoto N, Ohmori K, Hanabusa M, Momoi Y. An eighteenmonth clinical evaluation of posterior restorations with fluoride releasing adhesive and composite systems. *Dent Mater.* 30: 411-8, 2011.
38. Ilie N, Keßler A, Durner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *J Dent.*; 41(8): 695-702, 2013.
39. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, De Munck J. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater.* 26: 100-21, 2010.
40. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt K. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 27: 17-28, 2011.
41. Barcellos D, Batista G, Silva M, Rangel P, Torres C, Fava M. Evaluation of bond strength of self-adhesive cements to dentin with or without application of adhesive systems. *J Adhes Dent.* 13: 261-5, 2011.

42. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 10: 251–8, 2008.
43. Poss SD. Utilization of a new self-adhering flowable composite resin. *Dent Today.*; 29(4): 104-5, 2010.
44. Ozel Bektas O, Eren D, Akin EG, Akin H. Evaluation of a self-adhering flowable composite in terms of micro-shear bond strength and microleakage. *Acta Odontol Scand.*; 71(3-4): 541-546, 2012.
45. Waki T, Nakamura T, Wakabayashi K, Mutobe Y, Yatani H. Adhesive strength between fiberreinforced composites and veneering composites and fracture load of combinations of these materials. *Int J Prosthodont.* 17: 364-368, 2004.
46. Förster MA, Keresztúria M, Braunitzerh G, Nagyb K. In vitro fracture resistance of molar teeth restored with a short fibre-reinforced composite material. *J Dent.*; 42(9): 1143-1150, 2014.
47. Ada Council on Scientific Affairs. Direct and indirect restorative materials. *JADA.* 134: 463-472, 2003.
48. Roeder LB, Powers JM. Surface roughness of resin composite prepared by single-use and multi-use diamonds. *Am J Dent.* 17: 109-112, 2004.
49. Lee YK, Yu B, Lim HN, Lim JI. Difference in the color stability of direct and indirect resin composites. *J Appl Oral Sci.* 19: 154-160, 2011.
50. Aykent F, Yondem I, Ozyeşil AG, Gunal SK, Avunduk MC, Ozkan S. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. *J Prosthet Dent.* 103: 221-227, 2010.
51. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J.* 196: 42-45, 2004.
52. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 17: 102-108, 2005.
53. Schmidlin PR, Gohring TN. Finishing tooth-colored restorations in vitro: an index of surface alteration and finish-line destruction. *Oper Dent.* 29: 80-86, 2004.
54. Baseren M. Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. *J Biomater Appl.* 19: 121-134, 2004.

55. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM. Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *J Dent.* 40: 55-63, 2012.
56. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc.* 135: 587-594, 2004.
57. Barghi, N, Alexander C. A new surface sealant for polishing composite resin restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 24: 30-3, 2003.
58. Takeuchi CY, Orbegoso FVH, Palma DRG, Panzeri H, Lara EH, Dinelli W. Assessing the surface roughness of a posterior resin composite: effect of surface sealing. *Oper Dent.* 28: 281-6, 2003.
59. Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent.* 96: 33-40, 2006.
60. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *J Dent.* 38: 137-142, 2010.
61. Kaizer R, Diesel PG, Mallmann A, Jacques LB. Ageing of silorane-based and methacrylate-based composite resins: effects on translucency. *J Dent.* 40: 64-71, 2012.
62. Santos PH, Souza FI, Guedes AP, Pavan S. Effect of postpolymerization method on the color stability of composite resins submitted to ultraviolet aging. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 32: 95-100, 2012.
63. Kim K, Son KM, Kwon JH, Lim BS, Yang HC. The effects of restorative composite resins on the cytotoxicity of dentine bonding agents. *Dent Mater.* 32: 709-717, 2013.
64. Ardu S, Gutemberg D, Krejci I, Feilzer AJ, Di Bella E, Dietschi D. Influence of water sorption on resin composite color and color variation amongst various composite brands with identical shade code: an in vitro evaluation. *J Dent.* 39: 37-44, 2011.
65. Moharamzadeh K, Van Noort R, Brook IM, Scutt AM. HPLC analysis of components released from dental composites with different resin compositions using different extraction media. *J Mater Sci Mater Med.* 18: 133-7, 2007.
66. Shortall AC, Palin WM, Burtscher P. Refractive index mismatch and monomer reactivity influence composite curing depth. *J Dent Res.* 87: 84-88, 2008.

67. Celik EU, Aladağ A, Türkün LŞ, Yılmaz G. Color changes of dental resin composites before and after polymerization and storage in water. *J Esthet Restor Dent.* 23: 179-188, 2011.
68. Falkensammer F, Arnetzl GV, Wildburger A, Freudenthaler J. Color stability of different composite resin materials. *J Prosthet Dent.* 109: 378-383, 2013.
69. Jain V, Platt JA, Moore K, Spohr AM, Borges GA. Color stability, gloss, and surface roughness of indirect composite resins. *J Oral Sci.* 55: 59-65, 2013.
70. Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res.* 22: 205-210, 2008.
71. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent.* 33: 389-398, 2005.
72. Ashcroft AT, Cox TF, Joiner A. Evaluation of a new silica whitening toothpaste containing blue covarine on the colour of anterior restoration materials in vitro. *J Dent.* 36: 26-31, 2008.
73. Tunc ES, Bayrak S, Guler AU, Tuloglu N. The effects of children's drinks on the color stability of various restorative materials. *J Clin Pediatr Dent.* 34: 147-150, 2009.
74. Kim TH, Garcia GF, Ko CC, Park JK, Kim HI, Kwon YH. Effect of temperature on the mass and color stability of additional photoinitiator-containing composite resins. *Dent Mater J.* 32: 628-636, 2013.
75. Bayındır F, Wee AG. Diş Rengi Seçiminde Bilgisayar Destekli Sistemlerin Kullanımı. *Hacettepe Üni. Diş Hekimliği Fak. Dergisi.*; 30(3); 40-46, 2006.
76. Rosenstiel SF, Land M, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontic.* CV. Mosby: 2001.
77. Fondriest J. *Shade: Matching in Restorative Dentistry. The Science and Strategies.* *Int J Periodontics Restorative Dent.* 23: 467-479, 2003.
78. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş Hekimliğinde Renk Seçimi. *Hacettepe Üni. Diş Hekimliği Fak. Dergisi.*; 33(4): 52-58, 2009.
79. Paravina RD, Powers JM. *Esthetic Color Training in Dentistry.* 1st ed. China: Elsevier-Mosby. 2004.
80. Anusavice KJ. *Phillips' Science of Dental Materials.* 11th ed. Saunders: USA: 2003.



81. Hecht E. Optics. 4th ed. Reading, MA: Addison-Wesley: 2002.
82. Mourouzis P, Koulaouzidou EA, Helvatjoglu-Antoniades M. Effect of in-office bleaching agents on physical properties of dental composite resins. *Quintessence Int.* 44: 295-302, 2013.
83. Guazzato M, Albakry M, Swain MV, Ironside J. Mechanical properties of in-ceram alumina and in-ceram zirconia. *Int J Prosthodont.*; 15(4): 339-346, 2002.
84. Lenz J, Thies M, Wollwage P, Schweizerhof K. A note on the temperature dependence of the flexural strength of a porcelain. *Dent Mater.* 18: 558-560, 2002.
85. Paravina RD, Roeder L, Lu H, Vogel K, Powers JM. Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness, gloss and color of resin-based composites. *Am J Dent.* 17: 262-266, 2004.
86. Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Colorimetry. 3rd ed. Publication CIE No. 15.3. Vienna, Austria: Central Bureau of the CIE, 2004.
87. Perez MM, Ghinea RU, Garte-Alván LI, Pulgar R, Paravina RD. Color and translucency in silorane-based resin composite compared to universal and nanofilled composites. *J Dent.* 38: 110-116, 2010.
88. Lasserre JF, Pop-Ciutrla Is, Colosi Ha. A comparison between a new visual method of colour matching by intraoral camera and conventional visual and spectrometric methods. *J Dent.* 39: 29-36, 2011.
89. Perez MM, Saleh A, Yebra A, Pulgar R. Study of the variation between CIE Lab  $\Delta E$  CIEDE 2000 color differences of resin composites. *Dent Mater.*; 26(1); 21-28, 2007.
90. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent.* 38 (Suppl 2): 57-64, 2010.
91. Browning WD, Contreras-Bulnes R, Brackett MG, Brackett WW. Color differences: Polymerized composite and corresponding Vitapan Classical shade tab. *J Dent.* 37: 34-39, 2009.
92. Paravina RD, GhineaR, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez Mdel M. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 27 (Suppl 1): 1-9, 2015.
93. Paravina RD, Kimura M, Powers JM. Evaluation of polymerization-dependent changes in color and translucency of resin composites using two formulae. *Odontology.* 93: 46-51, 2005.

94. Hassel AJ, Grossmann AC, Schmitter M, Balke Z, Buzello AM. Interexaminer reliability in clinical measurement of L\*a\*b\* values of anterior teeth using a spectrophotometer. *Int J Prosthodont.* 20: 79–84, 2007.
95. Hammad I. Intrarater repeatability of shade selection with two shade guides. *Int J Prosthodont.* 89: 50–53, 2003.
96. Ilie N, Hickel R. Silorane-based dental composite: behavior and abilities. *Dent Mater.* 25: 445-454, 2006.
97. Borbely J, Varsanyi B, Fejérdy P, Hermann P, Jakstat HA. Toothguide trainer tests with color vision deficiency simulation monitor. *J Dent.* 38: 41-49, 2010.
98. Paravina RD. Performance assessment of dental shade guides. *J Dent (Suppl.):* S15-20, 2009.
99. Hassel AJ, Koke U, Schmitter M, Beck J, Rammelsberg P. Clinical effect of different shade guide systems on the tooth shades of ceramic-veneered restorations. *Int J Prosthodont.* 18: 422-426, 2005.
100. Schwabacher WB, Goodkind RJ. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *Int J Prosthodont.* 64: 425–431, 1990.
101. Paravina RD, Majkic G, Imai FH, Powers JM. Optimization of tooth color and shade guide design. *Int J Prosthodont.* 16: 269–276, 2007.
102. Li Q, Yu H, Wang YN. In vivo spectroradiometric evaluation of color matching errors among five shade guides. *J Oral Rehabil.* 36: 65–70, 2008.
103. Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Color comparison of two shade guides. *Int J Prosthodont.* 15: 73–78, 2002.
104. Chu SJ, Devigus A. *Fundamentals of colors.* Chicago: Quintessencepublishing: 2004.
105. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dent Mater.* 22: 553-559, 2006.
106. Chu SJ, Tarnow DP. Digital shade analysis and verification: a case report and discussion. *Pract Proced Aesthet Dent.*; 13(2): 129-136, 2001.
107. Paravina RD. Evaluation of a newly developed visual shade-matching apparatus: *Int J Prosthodont.*; 15(6): 528-534, 2002.

108. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent.*; 24(3): 222-231, 2004.
109. Sproull RC. Color matching in dentistry. Practical applications of the organization of color. *Journal of Prosthodont.* 29: 556–566, 1973.
110. Al-Boni R, Raja OM. Microleakage evaluation of silorane based composite versus methacrylate based composite. *J Conserv Dent.*13: 152-155, 2010.
111. Lehmann KM, Igiel C, Schmidtmann I, Scheller HF. Color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. *J Dent.* 3: 65-70, 2010.
112. Guan YH, Lath DL, Lilley TH, Willmot DR, Marlow I, Brook AH. The measurement of tooth whiteness by image analysis and spectrophotometry: a comparison. *Journal of Oral Rehabilitation.* 32: 7–15, 2005.
113. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. *J Dent (Suppl. 2):* S2-16, 2010.
114. Wei YJ, Silikas N, Zhang ZT, Watts DC. Hygroscopic dimensional changes of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycles. *Dent Mater.* 27: 259-266, 2011.
115. Dozic A, Kleverlaan CJ, El-Zohainy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *J Prosthodont.* 16: 93-100, 2007.
116. Yuan K, Sun X, Wang F, Wang H, Chen JH. In vitro and in vivo evaluations of three computeraided shade matching instruments. *Oper Dent.* 37: 219-227, 2012.
117. Yu B, Ahn JS, Lee YK. Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontol Scand.* 67: 57-64, 2009.
118. Derdilopoulou FV, Zanter C, Neumann K, Kielbassa AM. Evaluation of visual and spectrophotometric shade analysis: a clinical comparison of 3758 teeth. *Int J Prosthodont.* 20: 414-416, 2007.
119. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shadematching devices. *J Prosthet Dent.* 101: 193-199, 2009.
120. Llana C, Lozano E, Amengual J, Forner L. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Contemp Dent.* 12: 19-23, 2011.

121. Kanawati A, Richards MW. Repeability of a dental shade-matching instrument when compared to traditional visual methods of shade evaluation. *Gen Dent.* 57: 323-327, 2009.
122. Oh WS, Koh IW, O'Brien WJ. Estimation of visual shade matching errors with 2 shade guides. *Quintessence Int.* 40: 833-836, 2009.
123. Attar N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *The Journal of Contemporary Dental Practice.*; 8(1); 27-35, 2007.
124. Özcan S, Ünsal Ş, Uzun Ö, Topuz Ö. Bitirme ve Parlatma İşlemlerinin Farklı Kompozit Rezinlerin Yüzey Özellikleri Üzerine Etkileri. *GÜ Diş Hek Fak Derg.*; 29(3); 173-177, 2012.
125. Phelan J, Rees J. The erosive potential of some herbal teas. *J Dent.* 31: 241-246, 2003.
126. Güler AU, Kurt S, Kulunk T. Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *Journal Prosthet Dent.*; 93(5); 453-458, 2005.
127. Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater* 2003; 19: 612-619.
128. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence. Int.* 22: 377-386, 1991.
129. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelain. *J Dent Res.* 68,1755–1759, 1989.
130. Gregor L, Krejci I, Di Bella E, Feilzer AJ, Ardu S. Silorane, ormocer, methacrylate and compomer long-term staining susceptibility using  $\Delta E$  and  $\Delta E_{00}$  colour-difference formulas. *Odontology.* Epub 2015.
131. Ardu S, Braut V, Gutemberg D, Krejci I, Dietschi D, Feilzer AJ. A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence Int.* 41: 695-702, 2010.
132. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent.* 95: 137-142, 2006.

133. Heintze SD, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dent Mater.*; 22(2); 146–165, 2006.
134. Türkün LS, Türkün M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent.*; 29(2); 203–211, 2004.
135. Lu H, Roeder LB, Powers JM. Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *J Esthet Restor Dent.*; 15(5); 297–303, 2003.
136. Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent.*; 31(1), 11–17, 2006.
137. Watanabe T, Miyazaki M, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Ando S. Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. *Journal of Oral Science.*; 47(1); 21–25, 2005.
138. Erica CN. In vitro tooth brush – dentifrice abrasion of two restorative composite resin. *J Esthet Restor Dent.* 17: 172-182, 2005.
139. Dalal KB, Gupta A, Ram SM. A comparative evaluation of surface texture and stain absorption of microfill and nanofill composite resins using different methods of finishing and polishing – in vitro study. *Guident.*; 7(2); 80-84, 2014.
140. Bertrand FM. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and micro hardness of composite resin. *J Prosthet Dent.* 53: 658-63, 2000
141. Yap A, Mah M, Lye C, Loh P. Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. *Dent Mater.* 20: 370-376, 2004.
142. Arocha MA, Mayoral JR, Lefever D, Mercade M, Basilio J, Roig M. Color stability of siloranes versus methacrylate-based composites after immersion in staining solutions. *Clin Oral Invest.* 17: 1481–1487, 2013.
143. Gönülol N, Özer S, Sen Tunc E. Water Sorption, Solubility, and Color Stability of Giomer Restoratives. *J Esthet Restor Dent.* Epub 2014.

144. Hotwani K, Thosar N, Baliga S. Comparative in vitro assessment of color stability of hybrid esthetic restorative materials against various children's beverages. *J Conserv Dent.* 17(1): 70-74, 2014.
145. Iazetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride containing restorative materials. *Oper Dent.* 25: 520-525, 2000.
146. Sideridou I, Tserki V. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials.* 24(4): 655-665, 2003.
147. Güler AU, Guler E, Yucel AÇ, Ertas E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *J. Appl. Oral Sci.* 17: 108-112, 2009.
148. Ergücü Z, Türkün LS, Aladag A. Color stability of nano-composites polished with one-step system. *Oper Dent.* 33: 413-420, 2008.
149. Sarafianou A, Iosifidou S, Papadopoulos T, Eliades G. Color stability and degree of cure of direct composite restoratives after accelerated aging. *Romanian Journal of Stomatology.*; 53(3); 138-144, 2007.
150. Elembaby AE. The Effects of Mouth Rinses on the Color Stability of Resin-Based Restorative Materials. *J Esthet Restor Dent.*; 26(4); 264-271, 2014.
151. Gerhard K, Soares Quirino da Silva A, Rego G, Coelho Sinhoretti MA, Salgado VE, Schneider LJ. Bulk and surface properties related to composite filler size. *Braz J Oral Sci.*; 12(4); 323-329, 2013.
152. Gönülol N, Yilmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *J Dent.* 40: 64-70, 2012.
153. Ardu S, Jasse F, Campos EA, Lefever D, Bella ED, Salomon JP, Ivo K. Influence of filler charge on gloss of composite materials before and after in vitro toothbrushing. *J Dent.*; 41(5); 41-44, 2013.
154. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater.* 20: 530-534, 2004.

155. Çelik EU, Aladağ A, Türkün ŞE, Yılmaz G. Color changes of dental resin composites before and after polymerization and storage in water. *J Esthet Restor Dent.*; 23(3); 179–188, 2011.



## 10. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

<b>Adı:</b>	GENCAY	<b>Soyadı:</b>	GENÇ
<b>Doğum Tarihi:</b>	14.09.1990	<b>Doğum Yeri:</b>	BAKIRKÖY
<b>Uyruğu:</b>	T.C	<b>TC Kimlik No</b>	12836456432
<b>E-mail</b>	ggenc@medipol.edu.tr	<b>Tel</b>	05349335938

### Eğitim Bilgileri

<b>Lise (Adı/Yılı):</b>	HACI FAHRİ ZÜMBÜL ANADOLU LİSESİ
<b>Bildiği Yabancı Dil(ler):</b>	İNGİLİZCE <ul style="list-style-type: none"><li>Okuduğunu anlama: Çok iyi</li><li>Konuşma: İyi</li><li>Yazma: İyi</li></ul>
<b>Girdiği yabancı dil sınavları ve sonuçları:</b>	UDS-2010-----66
<b>Diş Hekimliği Fakültesine Girdiği Tarih:</b>	03.09.2007
<b>Diş Hekimliği Fakültesinden Mezun Olduğu Tarih:</b>	29.06.2012
<b>Mezuniyet Not Ortalaması:</b>	3,27
<b>Diş Hekimliği Fakültesi Eğitimi Boyunca Katıldığı Yurtiçi ve Yurtdışı Eğitim Programları:</b>	14.ULUSLARARASI DIŞ HEKİMLİĞİ KONGRESİ (2008)

### Diş Hekimliği Fakültesi Mezuniyeti Sonrası Mesleki Bilgileri

<b>Çalıştığı Kurumlar ve Görevi:</b>	
<b>Katıldığı Eğitim Programları:</b>	20. ULUSLARARASI DIŞ HEKİMLİĞİ KONGRESİ (2014)
	CED-IADR (2013)



**Katıldığı Bilimsel Toplantılar.**

Katılım Tarihi	Toplantının Adı	Toplantının Türü*	Dinleyici Olarak	Araştırmacı Olarak		ONAY
				Poster	Sözlü Sunum	
27 Şubat 2013	Adeziv Restorativ Materyaller  İ. Medipol Ün./Yrd.Doç.Dr. Tuğba TOZ	Seminer	X			
10 Mart 2013	Restoratif Tedavide Başarı  TDB	Seminer	X			
12 Mart 2013	Endodontik Tedavi Sonrası Güncel Restoratif Yaklaşımlar  Yeditepe Ün/ Prof. Dr. Murat Türkün	Seminer	X			
4-7 Eylül, 2013	Continental European Division (CED-IADR) Floransa, İtalya	Kongre	X	X		
27-28 Ekim 2014	Restoratif Diş Hekimliği Derneği  19.Uluslararası Bilimsel Kongresi  İstanbul	Kongre	X	X		