

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

TAM SERAMİK RESTORASYONLARIN YAPIŞTIRILMASINDA
KULLANILAN REZİN SİMANLARIN RENK DEĞİŞİMLERİNİN
RESTORASYONLARIN RENK DEĞİŞİMLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

BURCU ULUHAN SEYHAN
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. M. ÜSTÜN GÜLDAĞ

2010 – ISPARTA

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**TAM SERAMİK RESTORASYONLARIN YAPIŞTIRILMASINDA
KULLANILAN REZİN SİMANLARIN RENK DEĞİŞİMLERİNİN
RESTORASYONLARIN RENK DEĞİŞİMLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**BURCU ULUHAN SEYHAN
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. M. ÜSTÜN GÜLDAĞ**

**Bu tez Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Yönetim Birimi tarafından 1599-D-08 Proje numarası ile desteklenmiştir
Tez. No: 38**

2010 – ISPARTA

KABUL VE ONAY

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğüne;

Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Doktora Programı Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 12 / 01 / 2010

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Üstün GÜLDAĞ
Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Zeynep DUYMUŞ YEŞİL.....
Atatürk Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Erdal EROĞLU.....
Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. H. Cenker KÜÇÜKEŞMEN.....
Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. S. Süha TÜRKASLAN.....
Süleyman Demirel Üniversitesi

ONAY : Bu Doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulu' nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.


Doç. Dr. F. Nilgün KARUCUOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Doktora eğitimin süresince engin bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen çok değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. M. Üstün GÜLDAĞ'a, çalışmadaki değerli katkılarından dolayı Prof. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUŞ'a, eğitimimin her aşamasında desteğini ve yardımlarını benden hiç esirgemeyen, çok sevgili hocam Doç Dr. Erdal EROĞLU'na, tez çalışmamın deney aşamasında tecrübelerinden sıkça faydalandığım hocam Yrd. Doç Dr. Cenker Küçükeşmen'e, klinik tavsiyelerinden çok defalar yararlandığım hocam Yrd. Doç. Dr. S. Süha Türkaslan'a, eğitimime başladığı ilk andan itibaren yol göstericiliğini ihtiyaç duyduğum, her zaman yanımda hissettiğim çok sevgili hocam Yrd. Doç. Dr. U. Şebnem Büyükkaplan'a, sevgili hocalarım Yrd. Doç. Dr. Hakan Tuna ve Dr. Işın Kürkcüoğlu'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimimiz süresince mutlulukları, üzüntü ve endişeleri birlikte paylaştığımız çok sevdiğim bölüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

1599-D-08 no'lu doktora projesini destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne ve deney örneklerinin yaşlandırılmasındaki yardımlarından dolayı Konya IBG-Pakplastik Laboratuvarları'na teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olduklarını hissettiğim canım aileme teşekkürlerimi sunarım.

Tez hazırlama sürecinde; benden desteğini hiç esirgemeyen, çalışmalarım süresince sonsuz sabır gösterip farklı bakış açıları yakalamama yardımcı olan sevgili eşime her an yanımda olduğu için minnettarım.

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	i
Önsöz	ii
İçindekiler	iii
Simgeler ve Kısaltmalar	v
Şekiller Dizini	vii
Resimler Dizini	viii
Tablolar Dizini.....	ix
Grafikler Dizini	xii

1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2. 1. Tam Seramik Sistemler	3
2. 1. 1. Tam Seramik Sistemlerin Yapım Tekniklerine Göre Sınıflandırılması	5
2. 1. 1. 1. Isıya Dayanıklı Model Üzerinde Hazırlanan Seramikler	5
2. 1. 1. 2. Dökülebilir Cam Seramikler	5
2. 1. 1. 3. CAD-CAM Sistemiyle (bilgisayar destekli) Üretilen Seramikler.....	6
2. 1. 1. 4. Isı ve Basınç Altında Preslenen Seramikler	6
2. 1. 1. 4. 1. IPS Empress (Ivoclar-Vivadent, FL-Schaan).....	6
2. 1. 1. 4. 2. IPS Empress II (Ivoclar-Vivadent, FL-Schaan)	7
2. 1. 1. 4. 3. <i>IPS e.max Press</i> (Ivoclar-Vivadent, FL-Schaan)	8
2. 1. 1. 5. Kopyalama ve Freze (Copy-Milling, Pantograf) Tekniğiyle Hazırlanan Tam Seramikler.....	9
2. 2. Kompozit Rezinler	9
2. 2. 1. Kompozit Rezinlerin Yapısı.....	9
2. 2. 1. 1. Organik Polimer Matris Faz	9
2. 2. 1. 2. İnorganik Faz.....	10
2. 2. 1. 3. Ara Faz	10
2. 2. 1. 4. Diğer Bileşenler.....	11
2. 2. 1. 4. 1. Başlatıcılar ve Hızlandırıcılar.....	11
2. 2. 1. 4. 2. İnhibitörler ve Stabilizatörler	11
2. 2. 2. Adeziv Rezin Simanlar.....	12
2. 2. 2. 1. Rezin Simanların Gelişimi ve Kompozisyonu	13
2. 2. 2. 2. Rezin Simanların Polimerizasyon Şekli	13
2. 2. 2. 2. 1. Kimyasal Sertleşen Rezin Simanlar	13
2. 2. 2. 2. 2. Işıklı Sertleşen Rezin Simanlar.....	14
2. 2. 2. 2. 3. Dual Sertleşen Rezin Simanlar.....	15
2. 2. 3. Kompozit Rezinlerde Renk Değişimi	16
2. 2. 3. 1. Dışsal Renk Değişimi	16
2. 2. 3. 1. 1. Aşınma	16
2. 2. 3. 1. 2. İçsel Renk Değişimi	17
2. 2. 3. 2. 1. Su Emiliminin Renk Değişimine Etkisi	18
2. 2. 3. 2. 2. Rezinin Kimyasal Yapısının Renk Değişimine Etkisi	18
2. 2. 3. 2. 3. Ultraviyole Işık Uygulamasının Renk Değişimine Etkisi.....	20
2. 2. 3. 2. 4. Polimerizasyonun Renk Değişimine Etkisi.....	21

2. 2. 3. 2. 4. 1. Işık Başlatıcı İçeren Kompozit Rezinlerde Polimerizasyonu Etkileyen Faktörler	22
2. 2. 3. 2. 4. 1. 1. Işık Yoğunluğu	22
2. 2. 3. 2. 4. 1. 2. Işık Uygulama Zamanı	23
2. 2. 3. 2. 4. 1. 3. Isı	23
2. 2. 3. 2. 4. 1. 4. Işık Kaynağı ile Rezin Arasındaki Mesafe	23
2. 2. 3. 2. 4. 1. 5. Rezinin Rengi	23
2. 2. 3. 2. 4. 1. 6. Doldurucu Tipi	24
2. 2. 3. 2. 4. 1. 7. Işık Başlatıcı Miktarı	24
2. 2. 3. 3. Rezin Renginin Renk Değişimi Üzerindeki Etkisi	26
2. 2. 3. 4. Yaşlandırmanın Renk Değişimi Üzerindeki Etkisi	27
2. 2. 3. 4. 1. Hızlandırılmış Yaşlandırma Prosedürü	27
2. 3. Renk	28
2. 3. 1. Renk Sistemleri	29
2. 3. 1. 1. Munsell Renk Sistemi	29
2. 3. 1. 2. CIE L*a*b* Renk Sistemi	30
2. 3. 2. Rengin Ölçülmesi	33
2. 3. 2. 1. Görsel Renk Eşleştirmesi	33
2. 3. 2. 2. Aletsel Renk Analizi	34
2. 3. 2. 2. 1. Vita Easy Shade Spektrofotometre	36
3. MATERYAL VE METOT	38
3. 1. Tam Seramik Disklerin Hazırlanması	38
3. 2. Tam Seramik Disklerin Bağlantı Yüzeylerinin Oluşturulması	41
3. 3. Tam Seramik Disklerin Kompozit Rezin Simanla Yapıştırılması	41
3. 3. 1. Variolink II Dual Sertleşen Rezin Simanla Porselen Disklerin Yapıştırılması	43
3. 3. 2. Nexus 3 Dual Sertleşen Rezin Simanla Porselen Disklerin Yapıştırılması	46
3. 3. 3. Choice Dual Sertleşen Rezin Simanla Porselen Disklerin Yapıştırılması	48
3. 4. Spektrofotometrik Renk Ölçümleri	50
3. 5. Hızlandırılmış Yaşlandırma Döngüsü	52
3. 6. İstatistiksel Değerlendirme	53
4. BULGULAR	54
4. 1. Polimerizasyon Sonrası Ölçüm Sonuçları	54
4. 2. Yaşlandırma 1. İnterval Sonrası Ölçüm Sonuçları	64
4. 3. Yaşlandırma 2. İnterval Sonrası Ölçüm Sonuçları	74
4. 4. Yaşlandırma 3. İnterval Sonrası Ölçüm Sonuçları	84
5. TARTIŞMA	95
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	122
ÖZET	125
ABSTRACT	126
KAYNAKLAR	127
ÖZGEÇMİŞ	141

SİMGELER ve KISALTMALAR

<	Küçük
>	Büyük
≥	Büyük ve eşit
≤	Küçük ve eşit
°	Derece
%	Yüzde
3-MPS	3-metakriloksipropil-trimetoksilan
a*	CIE sistemi renk değeri (kırmızı-yeşil) koordinatı
b*	CIE sistemi renk değeri (sarı-mavi) koordinatı
BHT	Butil hidroksitoluen
Bis-GMA	Bisfenol A glisidil metakrilat
C	Renk yoğunluğu (Chroma)
°C	Derece santigrat (sıcaklık birimi)
C=C	Reaksiyona girmemiş monomer
CAD	Bilgisayar destekli tasarım (Computer Aided Design)
CAM	Bilgisayar destekli üretim (Computer Aided Manufacture)
CIE	Comission Internationale de l'Eclairage (Uluslararası Aydınlanma Komisyonu) (Renk Sistemi)
cm	Santimetre (uzunluk birimi)
ΔE	Renk değişimi miktarı
dk	Dakika
H	Renk tonu (Hue)
HEMA	2-Hidroksietil Metakrilat
ISO	International Standart of Organization
J/cm ²	Joule/santimetrekare
L*	CIE sistemi renk değeri (aydınlık) koordinatı
LED	Light Emitting Diode (Işık yayan diyot)
µm	Mikrometre
MEHQ	Hidrokuinon monometil eter

mJ/cm ²	Milijoule/santimetrekare
mm	Milimetre (uzunluk birimi)
MPa	Megapaskal
mW/cm ²	Miliwatt/santimetrekare
N	Örnek sayısı
Nm	Nanometre
PAC	Plazma Ark Curing
QTH	Quartz tungsten halojen
sn	Saniye
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	Ürethan dimetakrilat
V	Renk aydınlığı (Value)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Munsell'in renk uzayındaki ton, aydınlık ve doygunluk skalası

Şekil 2. CIEL*a*b* renk aralığı

Şekil 3. İki farklı renk arasındaki renk farklılığı ΔE olarak hesaplanabilir.

Şekil 4. Örneklerin renk ölçümünün şematik görüntüsü

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Vita Easyshade Spektrofotometre.

Resim 2. Seramik disklerin elde edilme aşamaları.

Resim 3. Seramik disklerin elde edilme aşamaları.

Resim 4. Variolink II Simantasyon Aşamaları.

Resim 5. Nexus 3 simantasyon aşamaları.

Resim 6. Choice simantasyon aşamaları.

Resim 7. Hızlandırılmış yaşlandırma aşamaları.

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Dual sertleşen rezin simanların kimyasal içerikleri.

Tablo 2. Polimerizasyon sonrası L^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları

Tablo 3. Polimerizasyon sonrası a^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları

Tablo 4. Polimerizasyon sonrası b^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları

Tablo 5. Polimerizasyon sonrası ΔE değerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları

Tablo 6. Polimerizasyon sonrası Wilks Lambda analizi sonuçları

Tablo 7. Marka bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Tablo 8. Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Tablo 9. Marka ve Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Tablo 10. Marka bazında Tukey HSD testi sonuçları

Tablo 11. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, marka bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

Tablo 12. Renk bazında Tukey HSD testi sonuçları

Tablo 13. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, renk bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

Tablo 14. 1. interval sonrası L^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları

Tablo 15. 1. interval sonrası a^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları

Tablo 16. 1. interval sonrası b^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları

Tablo 17. 1. interval sonrası ΔE değerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları

Tablo 18. Yaşlandırma 1. interval Wilks Lambda analizi sonuçları

Tablo 19. Marka bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Tablo 20. Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

- Tablo 21.** Marka ve Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları
- Tablo 22.** Marka bazında Tukey HSD testi sonuçları
- Tablo 23.** Tukey HSD testi sonuçlarına göre, marka bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)
- Tablo 24.** Renk bazında Tukey HSD testi sonuçları
- Tablo 25.** Tukey HSD testi sonuçlarına göre, renk bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)
- Tablo 26.** 2. interval sonrası L^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları
- Tablo 27.** 2. interval sonrası a^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları
- Tablo 28.** 2. interval sonrası b^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları
- Tablo 29.** 2. interval sonrası ΔE değerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları
- Tablo 30.** Yaşlandırma 2. interval Wilks Lambda analizi sonuçları
- Tablo 31.** Marka bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları
- Tablo 32.** Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları
- Tablo 33.** Marka ve Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları
- Tablo 34.** Marka bazında Tukey HSD testi sonuçları
- Tablo 35.** Tukey HSD testi sonuçlarına göre, marka bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)
- Tablo 36.** Renk bazında Tukey HSD testi sonuçları
- Tablo 37.** Tukey HSD testi sonuçlarına göre, renk bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)
- Tablo 38.** 3. interval sonrası L^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları
- Tablo 39.** 3. interval sonrası a^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları
- Tablo 40.** 3. interval sonrası b^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları
- Tablo 41.** 3. interval sonrası ΔE değerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları
- Tablo 42.** Yaşlandırma 3. interval Wilks Lambda analizi sonuçları

Tablo 43. Marka bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Tablo 44. Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Tablo 45. Marka ve Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Tablo 46. Marka bazında Tukey HSD testi sonuçları

Tablo 47. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, marka bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

Tablo 48. Renk bazında Tukey HSD testi sonuçları

Tablo 49. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, renk bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

Tablo 50. Polimerizasyon ve yaşlandırma intervallerinin ardından renk değişimleri ve toplam renk değişimi (ΔE)

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1. Marka ve Renk değişkenlerine göre ΔE – Polimerizasyon.

Grafik 2. Marka ve Renk değişkenlerine göre ΔE – 1. İnterval.

Grafik 3. Marka ve Renk değişkenlerine göre ΔE – 2. İnterval.

Grafik 4. Marka ve Renk değişkenlerine göre ΔE – 3. İnterval.

1. GİRİŞ

Estetik restoratif materyallerdeki ve bonding teknolojilerindeki gelişmeler restorasyonları doğala çok yakın ve estetik bir hale getirmiştir (Albers 2002). Tam seramik restorasyonlardaki gelişmeler de adeziv sistemlerdeki gelişmelere bağlı olarak hız kazanmıştır. Tam seramik restorasyonlar mükemmel estetik özellikleri, biyouyumlulukları ve renklenmeye karşı yüksek dirençleri nedeniyle protetik diş hekimliğinde sıkça tercih edilir hale gelmiştir (Burke et al., 1998, McLean 2001, Nakamura et al., 2005, Pires-de-Souza et al., 2009).

Tam seramik restorasyonların simantasyonunda düşük çözünürlük, yüksek bağlanma kuvveti, restorasyonun dişe bağlanmasıyla elde edilen yüksek kırılma dayanımı ve farklı renk seçenekleriyle gelişmiş estetiğe sahip adeziv rezin simanlar kullanılmaktadır. Restorasyonun opasitesi dolayısıyla ışığın ulaşamayacağı bölgelerde polimerizasyonun sağlanabilmesi için tam seramik restorasyonların simantasyonunda dual sertleşen simanlar tercih edilmektedir (Lafunte et al., 2000, Caughman et al., 2001, Wassell et al., et al., 2002, Pegoraro et al., 2007).

Henüz polimerize olmamış restoratif materyalin uygulanacağı bölgeye göre renk seçiminin yapılması klinik olarak hassas bir işlemken, bir kez kabul edilebilir bir eşleşme sağladıktan sonra bu renk uyumunun polimerizasyon süreci tamamlandıktan sonra ve materyal ağız ortamında kullanılırken devam ettirilebilmesi gerekmektedir (Johnston and Reisbick 1997).

Dental materyallerin gerçek ömrü hasta ağızına yerleştirildikten sonra başlamaktadır. Renk, translüsensi ve estetikle ilgili parametreler restorasyonun yerleştirilmesinden hemen sonra değerlendirilebiliyor olmasına rağmen özelliklerinin uzun dönem kullanımdan sonra da devam edip etmeyeceği de büyük önem arz göstermektedir (Paravina et al., 2004).

Kompozit rezin materyaller renk stabilitelerindeki eksiklikler dolayısıyla sıklıkla eleştirilmişlerdir. Renk değişimi esas olarak kompozit rezin materyalin

kimyasal yapısında mevcut olan özelliklerden kaynaklanmaktadır (Lee et al., 2004a).

Tam seramik restorasyonların yapıştırılmasında kullanılan dual sertleşen rezin simanlar polimerizasyonun ardından ve zaman içerisinde, seramik restorasyon üzerinden algılanabilecek renk değişimi sergileyebilmektedirler. Translüsensi özelliklerinin artırıldığı tam seramik restorasyonlardaki bu renk değişimleri estetik sorun yaratabilmektedir (Berrong et al., 1993, Noie et al., 1995, Nanhatson and Banasr 2002, Lu and Powers 2004, Küçükeşmen et al., 2008).

Bu çalışmanın amacı, farklı renklerdeki dual-sertleşen rezin simanlara uygulanan polimerizasyon ve yaşlandırma işlemlerinin, tam seramik restorasyonların renk değişimleri üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2. 1. Tam Seramik Sistemler

Hastaların estetik restorasyonlara ilişkin ilgi ve beklentileri gün geçtikçe artmaktadır. Bu gereksinimin karşılanabilmesi, daha iyi optik özelliklere ve translüensiye sahip tam seramik restorasyonların kullanımını ön plana çıkarmıştır. Dental seramikler farklı renk ve translüensi seçenekleriyle doğal diş dokusunu taklit edebilmektedirler. Hastaların daha estetik restoratif materyallere yönelik talebinin ve bilincin artması da çok sayıda farklı ve yeni malzemenin ve bununla birlikte tedavi yaklaşımlarının gelişmesini sağlamıştır (Kelly et al., 1996, Devlin 2006, Şener ve Türker 2009).

Seramikler biyouyumlu ve inert materyallerdir. Dental seramik materyallerin fiziko-kimyasal özellikleri ve camsı (vitröz) yapıları iyi bir görünüm sağlar ve ağız içerisinde bozulmalarını engeller. Bu materyallerin en büyük avantajı ağız ortamındaki stabiliteleridir. Bunlara ilaveten, bonding prosedürlerindeki gelişmeler ve yeni yapıştırma teknikleri tam seramik restorasyonların genel kabulünü arttırmıştır. Mevcut gelişmeler tam seramik restorasyonların doğasından kaynaklanan kırılma dezavantajının kompleks teknolojilerle aşılmasına olanak sağlamaktadır (Hondrum 1992, Kern et al., 1993, Van Dijken 1999, Pilathadka and Vahalová, 2007a).

Tam seramik restorasyonlar dışı çevreye kaplayan veneerlerdir. Bu teknik ileri derece de aşınmış dişleri olan bulimia nevrozalı ve amelogenesis imperfectalı hastaların tedavisi için ortaya atılmıştır. Hazırlanan restorasyonların uzun dönem başarısı, kalan diş dokusunun olabildiğince korunmasına bağlıdır (Milosevic and Jones 1996).

Bu restoratif tekniğin esas elemanları; iç yüzeyinin asitlenerek pürüzlendirildiği ve mikro mekanik retansiyona sahip iç yüzeyin oluşturulabildiği bir seramik materyali, dual-sertleşen kompozit rezin yapıştırma materyali,

kompozit rezin simanın dentin yüzeyine bağlantısını sağlayacak bir dentin-bonding sistemi, asitlenmiş seramik iç yüzeyine uygulanacak silan coupling ajanıdır (Burke et al., 1998, Devlin 2006).

Tam seramik sistemler aşağıdaki avantajları sebebiyle günümüzde sıklıkla kullanılmaktadırlar (Kern et al., 1993, Yoshinari and Derand 1994, Wagner 1996, Burke et al., 1998, Leinfelder 2000, Segal 2001, McLean, 2001, Gökçe ve Beydemir 2002, Blatz et al., 2003, Raigrodski et al., 2006, Sadowsky 2006):

1. Biyolojik olarak uyumludurlar ve alerjik reaksiyon oluşturmazlar,
2. Doğal diş dokusuna yakın ısıl genleşme katsayısına ve ısı iletkenliğine sahiptirler,
3. Isı iletkenliklerinin az olması sayesinde termal hassasiyetin azalmasını sağlarlar,
4. Tabakalama tekniğiyle doğala çok daha yakın estetik sağlarlar,
5. Renkte derinlik sağlarlar ve ışığı yansıtma özelliklerine sahip oldukları için doğal diş yapısına görüntü olarak daha yakındırlar,
6. Işık geçirgenliği sayesinde estetik açıdan çok üstündürler,
7. Metal destekli seramik restorasyonlarda metal nedeni ile ortaya çıkan oksidasyon problemi ortadan kalkar ve opak fırınlama aşamalarına gerek kalmaz,
8. Metal destekli seramik restorasyonlarda dişeti bölgesindeki metal nedeni ile oluşan koyu renklenmenin de önüne geçilmiş olur,
9. İyon salınımı ve elektrolitik korozyon açısından da güvenilirdirler.

Ancak tüm bu avantajlarının yanında, ekonomik olmaması, yapımı için özel ekipman gerektirmesi, mekanik özelliklerinin uzun köprüler ve arka bölgede köprü restorasyonların yapımına olanak vermemesi gibi dezavantajlara da sahiptirler (Shillingburg et al., 1997, Anusavice 2003).

Mevcut materyaller, teknikler ve klinik yenilikler, restoratif diş hekimliğinde tedavi planlamasını genişletmiştir. Diş hekimleri bugün klinik vakaya uygun olarak tam seramik restorasyon materyallerini seçebilmekte, memnuniyet verici tedavi seçeneklerini hastaya sunabilmektedir (Pilathadka and Vahalová, 2007b).

2. 1. 1. Tam Seramik Sistemlerin Yapım Tekniklerine Göre Sınıflandırılması

2. 1. 1. 1. Isıya Dayanıklı Model Üzerinde Hazırlanan Seramikler

Bu ürünler, genellikle sinterize edilmiş porselenden elde edilirler. Yüksek miktarda kristalin içermediklerinden çok yüksek fiziksel özellikler göstermezler. Porselen tozunun içine su ilavesiyle hamur haline getirilir ve güdük materyalinin üzerine tabakalar halinde uygulanarak restorasyon konturlandırılır. Porselen tozlarının farklı renk ve farklı translüsensi seçenekleri mevcuttur ayrıca renklendirme ajanlarıyla karakterizasyon sağlanabilmektedir (Anusavice 1993, Rinke et al., 1995, Gemalmaz et al., 1997, Rosenblum and Schulman 1997, Gürel 2002).

- Hi-Ceram (Vita, Almanya)
- İn-Ceram (Vita, Almanya)
- Cerestore (Innotek Dental Corp., Lakewood, Colorado, ABD)
- Optec HSP (Jeneric/Pentron, Inc., Wallingford, ABD)
- Aluminus Seramikler
- Magnesia Kor Seramikler

2. 1. 1. 2. Dökülebilir Cam Seramikler

Bu ürünler kaybolan mum tekniği ve santrifüj-döküm tekniği kullanılarak korların ya da tam-konturlu restorasyonların yapımı için üretilen seramik ingotlardır. Genelde, materyalin sınırlı sayıda rengi mevcuttur ve kor alt yapıya konvansiyonel feldspatik porselenle tabakalanarak, tabakalama tekniğiyle ya da boyamayla karakterizasyon kazandırılır (Anusavice,1993, Sjögren et al., 1999, McLean 2001).

- Dicor (Ceramco/Dentsply, York, PA, ABD)
- Cera Pearl (Kyocera, San Diego, California, ABD)
- CCPG Dökülebilir Kalsiyum Fosfat Cam Seramik
- OCC Olympus Castable Ceramics (Olympus Co., Tokyo, Japonya)

2. 1. 1. 3. CAD-CAM Sistemiyle (bilgisayar destekli) Üretilen Seramikler

CAD-CAM restorasyonlarında kullanılan seramik ingotlar yüksek sıcaklık uygulaması işlemleri gerektirmez. İstenilen konturların elde edilebilmesi için öncelikle üç boyutlu yüzey taraması yapılır, restorasyon dizayn edilir ve restorasyonun üretimi için ingotlar makinede işleme tabi tutulur. Bunu oklüzal uyumlama takip eder ve daha sonra restorasyon cilalanır, iç yüzeyi asitlenir ve adeziv simanla simante edilir (Mörmann and Bindl 2000, Reich et al., 2004, Fradeani and Redemagni 2002, Barnfather and Brunton 2007, Feuerstein 2007, Sertgöz ve Balcı 2007).

- Procera AllCeram (Nobel Biocare AB, Göteborg, İsveç)
- CEREC 3D (Sirona Dental Systems, Almanya)
- LAVA-System (3M/ESPE, Almanya)
- Cercon Smart Ceramics (DeguDent GmbH, Hanau, Almanya)
- WOL-CERAM (Wol-Dent GmbH, Ludwigshafen, Almanya)
- Cicero (Cicero Dental Systems B.V., Hoorn, Hollanda)
- Bego Medifactoring (Bego Medical, Almanya)
- CELAY (Mikrona Technologie AG, Spreitenbach, İsviçre)

2. 1. 1. 4. Isı ve Basınç Altında Preslenen Seramikler

Bu ürünler seramik ingotlar halinde bulunur, kayıp mum tekniğiyle oluşturulan boşluğa ısı ve basınç etkisiyle preslenir. Preslenmiş form tam konturlu restorasyon olabilir ya da sadece kor alt yapı olabilir ve tabakalama tekniğiyle konvansiyonel felspatik porselen kullanılarak tam restorasyon elde edilir (Giordano et al., 1995, Rosenblum and Schulman 1997).

2. 1. 1. 4. 1. IPS Empress (Ivoclar-Vivadent, FL-Schaan)

Seramming işlemi sırasında oluşan porozitenin ve işleme sırasında oluşan homojenite bozukluklarının üstesinden gelinebilmesi amacıyla ısıyla-presleme tekniği (IPS-Empress) 1983 senesinde Zürih Üniversitesi'nde geliştirilmiştir ve 1991 yılında Ivoclar Vivadent firması tarafından piyasaya sürülmüştür (Dong and Luthy 1992, McLean 2001, Otto 2002).

Bu tip feldspatik porselen ingotlar halinde hazırlanır. Tam konturlu kuronlar mumlanır, revetmana alınır ve alümina pistonlu özel bir kalıba yerleştirilir. Seramik ingotlar pistonun altına yerleştirilir ve 1150°C'ye kadar ısıtılır ve yumuşatılan seramik kalıba basınç altında gönderilir. Özel fırında 20 dk boyunca preslenerek restorasyon elde edilir. Kuronun final rengi renklendirme ajanlarıyla ya da tabakalama ile sağlanır. Tabakalama tekniğinde orijinal mum-modelaj yaklaşık 0.3 mm geri kazınır. Fırınlamanın ardından kor alt yapının üzerine konturları sağlamak ve doğru rengi sağlayabilmek için feldspatik porselen eklenir (Kelly et al., 1996, Hooshmand et al., 2008).

Doğal diş yakın ışık geçirgenliği ve renk özellikleri bu materyalin özellikle laminate veneerlerin, tam seramik restorasyonların, inlay ve onleylerin yapımına olanak vermektedir (Denry 1996, Kelly, 1997, Gorman et al., 2000, McLean 2001, Gemalmaz and Ergin 2002).

2. 1. 1. 4. 2. IPS Empress II (Ivoclar-Vivadent, FL-Schaan)

IPS Empress II, lityumdisilikattan ve lityumortofosfattan oluşan bir cam seramiktir. Bu materyal lősitle güçlendirilmiş IPS Empress materyalinden daha dayanıklıdır ve yüksek translüsantliğinden kaynaklanan mükemmel estetiğe sahiptir. Alt yapı kayıp mum tekniği, ısıyla presleme ya da seramik ingotların freze tekniği ile işlenmesiyle hazırlanabilmektedir. Esneme dayanımı, materyalin içindeki kristallerin kırığın ilerlemesini engellediğinden hayli yüksektir. Karşıt doğal diş üzerinde aşındırıcı etkisinin az olması, optik özellikleri ve ışık geçirgenliği açısından avantajlı olduklarından klinik olarak geniş bir kullanım alanı bulmuşlardır (Höland et al., 2000, Oktay 2003, Devlin 2006, Hooshmand et al., 2008, Al-Wahadni et al., 2009).

IPS Empress II sistemi anterior ve posterior tek kuronlarda, anterior ve posterior üç üyeli köprü yapımında kullanılabilir. Posterior üç üyeli köprülerde kullanılabilmesi için ikinci premolar en son distal destek olmalı ve gövde bir premolar genişliğinde (yaklaşık 7-8 mm) olmalıdır. IPS Empress ve IPS EmpressII nin asıl farklılığı materyalin kor kısmındaki kimyasal yapılarıdır. Bu kor yapıdaki farklılık IPS Empress II'nin kırılmaya karşı olan direncini IPS Empress'e göre üç kat arttırmıştır. Ayrıca IPS Empress II'de cam daha az olduğu için kırılmaya karşı

direnç fazla, mikro çatlak oluşum riski en azdır (Holand et al., 2000, Marquardt and Strub 2006, Pilathadka and Vahalová 2007 a).

Fradeani and Redemagni (2002), 2002 125 adet IPS Empress 2 tek kuronların 11 yıllık klinik takibini yaptıkları çalışmalarında %95,2 oranında başarı bildirmişlerdir. Marquardt and Strub (2006) da çalışmalarında 50 aylık klinik kullanım sonucunda IPS Empress 2 tek kuronlar için %100, üç üye köprüler için %70'lik başarı oranı belirtmişlerdir.

2. 1. 1. 4. 3. IPS e.max Press (Ivoclar-Vivadent, FL-Schaan)

IPS e.max Press, 2005 yılında geliştirilmiş ısı ve basınç altında şekillendirilebilen cam seramiktir. Kütlelerinde %70 oranında, 3-6 µm uzunluğunda lityum disilikat kristalin faz içerir. Bunun yanında cam matrise çok az miktarda lithiumortofosfat (Li₃PO₄) kristalleri ilave edilmiştir. IPS Empress II'den farklı olarak fırınlanma özelliklerindeki değişikliklerle mekanik özellikleri ve ışık geçirgenliği geliştirilmiştir. Restorasyonların üretimi dental laboratuvarlarda bilinen Empress presleme ekipmanları kullanılarak yapılmaktadır. Bu yeni teknoloji defektlerin (porlar) oluşumunu engelleyen optimize edilmiş uygulama prosedürlerini içermektedir (Stappert et al., 2006, Lohbauera et al., 2008, Stappert et al., 2008).

Materyalin yapısındaki değişikliklerle 2 opasite seçeneğine (MO (Midyum Opacity)-Orta derecede opasite ve HO (High Opacity-Yüksek derecede opasite) sahip ingotlar üretilmiş ve renk seçeneği genişletilmiştir. Standart tabakalama tekniğiyle istenilen renk sonuçlarının ve maksimum estetiğin elde edilmesi sağlanmaktadır (Ivoclar Vivadent, Product Information, 2005).

Geliştirilen sistemin dayanıklılığı da arttırılmıştır (400 MPa). Bu sayede IPS e.max anterior ve posterior bölgede hem tek kuron hem de tek diş eksikliği durumunda 3 üyeli köprülerin yapımında kullanılabilir (Ivoclar Vivadent, Product Information, 2005).

2. 1. 1. 5. Kopyalama ve Freze (Copy-Milling, Pantograf) Tekniğiyle Hazırlanan Tam Seramikler

Bu sistemde, teknisyenin modele ettiği mum ya da ışıkla sertleşen altyapılardan elde edilen örnekler 80µm hassasiyete sahip mekanik problemlerle karşılaşır. Toplanan veriler sisteme aktarılarak frezlerin yardımıyla seramik bloklara kuron formu verilmesi sağlanır (Yavuzylmaz ve ark., 2005).

1. Celay ve Celay Plus (Mikrona AG, İsviçre)
2. ICE Zirconia Ceramics (Zirkonzahn, Avusturya)

2. 2. Kompozit Rezinler

Mine ve dentin dokusuna adezyon ile bağlanan kompozit rezinler 1962 yılında Dr. Ray Bowen tarafından tanıtılmış ve günümüze kadar önemli gelişmeler göstermiştir (Dayangaç, 2000).

2. 2. 1. Kompozit Rezinlerin Yapısı

Dişhekimliğinde yaygın olarak kullanılan kompozitlerin yapısı üç ayrı fazdan oluşmaktadır (Dayangaç, 2000):

- Organik polimer matris faz (Continuous phase)
- İnorganik faz (Dispersed phase)
- Ara faz (Silane coupling agent)' dir.

2. 2. 1. 1. Organik Polimer Matris Faz

Organik matris, esas olarak yüksek moleküllü monomerlerin, viskoziteyi kontrol eden düşük moleküllü monomerler ile karışımından oluşur ve monomer yapılarına bağlı olarak üç gruba ayrılır:

1. Bisfenolglisidimetakrilat rezin (Bis-GMA)
2. Ürethandimetakrilat rezin (UDMA)

3. Trietilenglikoldimetakrilat rezin (TEGDMA)

BIS-GMA, Bisfenol A ile glisidil metakrilatın birleşmesi sonucu oluşan bisglisidil metakrilattır. Son yıllarda iyi adezyon sağlayan ve renk değişimine daha dirençli olan üretan dimetakrilat (UDMA) polimer matris olarak kullanılmaktadır. Hem BIS-GMA hem de UDMA oligomerleri aşırı derecede visközdür. Bu nedenle trietilen glkol dimetakrilat (TEGDMA) viskoziteyi azaltmak için matrise ilave edilmiştir (Zaimoğlu ve ark., 1993, El-Badrawy and El-Mowafy 1995, Lee and Powers 2005, Powers and Sakaguchi 2002).

Rezinlerin büyük bir kısmı uzun hidrofobik dimetakrilat kopolimerleri içerirler ve bu içerik rezinlere azalmış büzülme, artmış renk stabilitesi ve daha iyi fiziksel özellikler kazandırmaktadır (Roulet and Degrange 2000, Albers 2002).

2. 2. 1. 2. İnorganik Faz

Polimer matrisin mekanik ve fiziksel özelliklerini geliştirmek için matrise ilave edilen doldurucu partiküller, yumuşak rezin matrise boyutsal stabilite ve sertlik sağlarlar. Kompozit rezinlerde 0.04 µm ile 100 µm boyutlarında doldurucu partiküller kullanılmaktadır. Doldurucular polimerizasyon büzülmesini azaltır, ısıl genleşme katsayısını düşürür ve sertliği arttırırlar. En sık kullanılan doldurucular kristalin kuartz, pirolitik silika ve lithium aluminumsilikat, barium alüminum silikat ve stronsiyumalüminum silikat gibi camlardır. Doldurucu boyutları ve miktarı kompozit rezinlerin performansı ile yakından ilişkilidir; doldurucu partikül boyutu azaldıkça parlatılabilirlik kapasitesi artmakta, partikül boyutu azaldıkça aşınma direnci de azalmakta ve inorganik içerik arttıkça kırılma dayanımı artmaktadır (Zaimoğlu ve ark., 1993, Albers 2002, O'Brien 2002, Anusavice 2003).

2. 2. 1. 3. Ara Faz

Kompozit rezinlerde organik polimer matris faz ile inorganik faz arasında sıkı bir bağlanmaya gereksinim vardır. Bu bağlanma ara faz ile sağlanır. Ara faz, organik silisyum bileşiği olan silanlardan oluşur. Modern kompozit rezinlerde silika partiküllerinin yüzeyi silan bağlama ajanları ile önceden kaplanmış ve silika partikülleri yüzeyinde tek moleküllü ve çift fonksiyonlu çok ince bir katman

oluşturulmuştur. Bu katmandaki moleküllerin bir ucu silika partiküllerinin yüzeyinde var olan hidroksil grupları, diğer ucu organik matristeki polimer ile bağlanmıştır. Silan bağlama ajanları rezinin fiziksel ve mekaniksel özelliklerini geliştirdiği gibi, rezin-partikül ara yüzü boyunca suyun geçişini önleyerek hidrolitik dengeyi sağlar, rezinin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltırlar (Zaimoğlu ve ark., 1993, Anusavice 2003, Dayangaç 2000).

2. 2. 1. 4. Diğer Bileşenler

Kompozit rezinlerin yapısına bunların dışında başlatıcı ve hızlandırıcılar ile raf ömürlerini arttırmak için de polimerizasyon inhibitörleri ve stabilizörleri eklenmiştir (Summitt et al., 2001).

2. 2. 1. 4. 1. Başlatıcılar ve Hızlandırıcılar

Kompozit rezinlerin polimerizasyonu kimyasal ya da görünür ışık uygulamasıyla gerçekleşir. Diğer bir yöntem olan dual sertleşme ise bu ikisinin bir arada uygulanması ile sağlanır. Kimyasal olarak aktive olan sistemlerde, aromatik amin hızlandırıcıyla reaksiyona giren organik peroksit başlatıcı serbest radikaller üretir ve bunlar da çift bağlı oligomer moleküllerini etkiler. Bu şekilde polimerizasyon süreci başlar. Işıkla aktive olan sistemlerde ise polimerizasyonun başlaması kamforokinon gibi bir başlatıcı molekülün uygun dalga boyuna sahip görünür ışıkla etkileşmesine dayanır. Bir alifatik amin hızlandırıcı varlığında serbest radikaller üretilir ve polimerizasyon başlar (Summitt et al., 2001).

2. 2. 1. 4. 2. İnhibitörler ve Stabilizatörler

Polimerizasyonun arzu edilen durumu sertleşme reaksiyonunun istenildiğinde başlamasıdır. Ancak, ısı ya da gün ışığı başlatıcı sistemleri aktive edebilir. Erken rezin polimerizasyonunu önlemek için kompozit rezinin içeriğine genel olarak %0.1 oranında hidrokinon monometil eter (MEHQ) ve butil hidroksitoluen (BHT) ilave edilmektedir. Özellikle kimyasal sertleşen sistemlerde, polimerizasyon reaksiyonuna katılmayan artık kimyasallar zamanla sarı-kahverengi renkleşmeye sebep olmaktadır, MEHQ bunu önlemek için de organik faza ilave

edilmektedir (Spahl et al., 1998, Michelsen et al., 2003, Albers 2002, Craig and Powers 2002, Anusavice 2003).

2. 2. 2. Adeziv Rezin Simanlar

Daimi yapıştırma ajanlarının ana rolü, diş ile indirekt restorasyon arasındaki boşluğu doldurarak restorasyonun retansiyonunu ve uzun süreli ara yüzey kapatmasını sağlamaktır. İdeal bir siman düşük film kalınlığına, uzun çalışma zamanına, yüksek sertliğe, diş yapılarına benzer elastik modülüse sahip olmalı, biyouyumlu olmalı, pulpa üzerinde irrite edici etkiye sahip olmamalı, anti-karyojenik etkiye sahip olmalı, ağız sıvılarında çözünmemeli, mikro sızıntıya yol açmamalı, uygulamasından sonra temizlenebilmesi kolay olmalı, estetik olmalı, renk stabilitesi göstermeli ve yüksek retansiyona sahip olmalıdır (Rosenstiel et al., 1998, Davidson 2001, Macorra and Paradies 2002, Wassell et al., 2002, Jivraj et al., 2006). Simanlar arzu edilen özelliklerin sadece bazılarını yerine getirebilmektedir, bütün ideal özelliklere sahip bir siman olmadığından klinik durumlar değerlendirilerek en uygun siman seçimi yapılmalıdır (Zaimoğlu ve ark., 1993, O'Brien 2002).

Işık geçirebilen restorasyonların giderek daha sık kullanılmasıyla birlikte bu restorasyonların fiziksel ve estetik özelliklerini ön plana çıkaracak adeziv rezin simanların kullanımı uygun hale gelmiştir. Bu restorasyonların sıklıkla uygulanması da adeziv rezin simanların kullanım gereksinimini arttırmaktadır çünkü adeziv rezin simanlar hem geliştirilmiş estetik hem de artmış retansiyon özelliğine sahiptirler (Platt 1999, Caughman et al., 2001, Blatz et al., 2003, Kim et al., 2006, Pegoraro et al., 2007, Tezvergil-Mutluay et al., 2007, Guiraldo et al., 2008, Gaintantzopoulou et al., 2009).

Rezin simanlar da restoratif rezinler gibi kimyasal olarak, ışıkla ya da dual yolla sertleşebilirler. Polimerizasyon reaksiyonu, monomerler polimer oluşturmak için bir araya geldiğinde meydana gelir. (Koishi et al., 2002, Wassell et al., 2002, Anusavice 2003).

2. 2. 2. 1. Rezin Simanların Gelişimi ve Kompozisyonu

Rezin simanlar daha az doldurucu içerikleri ve daha az viskoziteleriyle restoratif kompozitlerden ayrılırlar ve 1970'lerin başlarından itibaren kuron köprü restorasyonlarının simantasyonunda kullanılmaya başlanmıştır. Dentin bonding ajanlarındaki gelişmeler, adeziv köprülerin ve veneerlerin simantasyonunda rezin simanların kullanımlarını arttırmıştır (Rosenstiel et al., 1998, Roberson 2002, Wassell et al., 2002, Anusavice 2003).

Rezin yapıştırma simanları konvansiyonel simanlara göre; oral sıvılarda düşük çözünürlük, ışık geçirgenliği ve farklı renk seçenekleri, restorasyonun dişe bağlanmasıyla elde edilen yüksek kırılma dayanımı gibi bazı avantajlara sahiptir (Lafunte et al., 2000, Gürdal et al., 2002, Altıntaş and Üşümez 2008).

2. 2. 2. 2. Rezin Simanların Polimerizasyon Şekli

Monomerin polimerizasyon reaksiyonu ile polimere dönüşüm derecesi, tükenen karbon çift bağlarının yüzdesiyle tanımlanır. Klinik koşullar altında polimerizasyon nadiren tam olarak tamamlanır. Işıkla polimerize olan rezin kompozitlerin dönüşüm derecelerinin %50-80 arasında olduğu bildirilmiştir (Altıntaş and Üşümez 2008). Polimerizasyon derecesi ayrıca polimerizasyon için gerekli, yeterli serbest radikal oluşumuna da bağlıdır. Işıkla polimerize olan materyaller için bu materyale yeterli ışık ulaşmasıyla, kimyasal olarak polimerize olan sistemler için ise aktivatör oranıyla inhibitör oranının doğru olmasıyla alakalıdır (Anusavice 2003).

2. 2. 2. 2. 1. Kimyasal Sertleşen Rezin Simanlar

Kimyasal olarak sertleşen sistemler, genellikle baz ve katalizör olmak üzere iki pastadan oluşmaktadır. Kimyasal polimerizasyon peroksit başlatıcılar ve amin hızlandırıcılar bir arada olduğunda mümkündür ve reaksiyonları oda ısısında serbest radikallerin oluşumunu sağlar. Bu sistemlerin dezavantajları; uzun sertleşme zamanı gerektirmeleri, baz ve katalizörün karıştırılması sırasında simanın içerisinde hava kabarcığı hapsolme olasılığının bulunması ve materyalin yerleştirilmesinin ardından kullanım süresi boyunca artan renkleşme eğilimlerinin

olmasıdır (Zaimoğlu ve ark.,1993, El-Badrawy and El-Mowafy 1995, Albers 2002, Craig and Powers 2002, O'Brien 2002, Anusavice 2003, Zaimoğlu ve Can 2004).

Kimyasal olarak sertleşen rezin simanlar ışık geçişinin mümkün olmadığı full metal ya da metal seramik restorasyonların ve kalınlığı 2,5 mm'yi aşan tam seramik restorasyonların simantasyonunda endikedir (O'Brien 2002, Anusavice 2003, Zaimoğlu ve Can 2004).

2. 2. 2. 2. 2. Işıkla Sertleşen Rezin Simanlar

Görünür ışıkla aktive olan rezin siman sistemleri; polimerizasyonu başlatan serbest radikalleri oluşturmak için diketon soğurucular kullanılır. Rezin simanların çoğunda, ışık başlatıcı diketon soğurucu olarak maksimum soğurmanın görünen ışık spektrumunun mavi bölgesinde; 470 nanometre dalga boyunda olduğu kamforokinon kullanılır. Mavi ışığa duyarlı ışık başlatıcı molekülleri uyarılarak, polimerizasyonu başlatan serbest radikalleri oluşturur (Dunn and Bush 1995, Guiraldo et al., 2008). Işıkla-sertleşen simanların tam olarak polimerize olmaları için 24 saat geçmesi gerektiği bildirilmiştir (Rueggeberg and Caughman 1993, Gürdal et al., 2002).

Görünür ışıkla aktive olan adeziv rezin simanların avantajları; materyallerin daha uzun süre manipüle edilebilir olmaları ve daha kısa sürede (20-40 sn'de ya da daha az) sertleşmeleri, artık simanların temizlenmesi işlemlerinin daha kolay olması ve peroksit başlatıcılar ve aromatik tersiyer aminler içermediğinden daha renk stabil olmalarıdır. Diğer bir avantajı olarak da restorasyonların içerisine yerleştirilmesi aşamasında hava boşluğu ve hava kabarcığı oluşma olasılığının çok düşük olması sayılabilir (Albers 2002, Rosenstiel et al., 1998, Anusavice 2003, Kim et al., 2006, Pegoraro et al., 2007).

Işıkla sertleşen rezin simanlarda uygulanan ışık gücündeki azalma, yeterli süre ışık uygulanmaması, ışık kaynağının simana olan mesafesinin artması gibi durumlarda yeterli polimerizasyon sağlanamamakta ve bu da simanın bütün fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Jung et al., 2001). Chan and Boyer (1989) yaptıkları çalışmada ışıkla sertleşen rezin simanların polimerizasyon miktarının porselen restorasyonun renginden ve kalınlığından etkilendiğini rapor etmişlerdir. Bundan dolayı, ışıkla sertleşen rezin

simanlar indirekt kompozit ve porselen laminate veneerin, kalınlığı 1-1,5 mm arasında değişen tam seramik restorasyonların simantasyonunda ve seramik braketlerin yapıştırılmasında kullanılmaktadır (El-Badrawy and El-Mowafy 1995, Albers 2002, Lafunte et al., 2000).

2. 2. 2. 2. 3. Dual Sertleşen Rezin Simanlar

Dual-sertleşen rezin simanlar, restoratif malzeme üzerinden uygulanan ışık enerjisinin artan opasite ve kalınlık nedeniyle simana yeteri kadar ulaşamayacağı durumlarda endikedir (Lafunte et al., 2000, Koishi et al., 2002, Üşümez et al., 2004, Devlin 2006). Işık uygulaması sırasında simana ulaşan ışık yoğunluğu polimerizasyon sürecinin başlaması için yeterli olabilir, ancak kendiliğinden polimerize olabilen katalizör maksimal sertleşme için gereklidir (Pegoraro et al., 2007).

Dual-sertleşen rezin simanların sertleşme mekanizması genellikle benzol peroksitin aromatik tersiyer aminlerle, redox reaksiyonu tabanlıdır. İki pat halinde bulunurlar ve komponentlerin birinde ya da her ikisinde sertleşme reaksiyonunun başlamasından sorumlu ışığa duyarlı bileşik (genellikle kamforokinon) bulunur. Pastalar karıştırıldıktan sonra ve ışıkla aktive edilinceye kadar sertleşme reaksiyonu peroksit ve aromatic tersiyer aminlerle kontrol edilebilir (Anusavice 2003, Pegoraro et al., 2007).

Bu simanlarda polimerizasyon için kimyasal ve ışık başlatıcıların birleştirilmesi, optimal polimerizasyonun sağlanmasında ve yeterli çalışma zamanının elde edilmesinde en büyük avantajlarıdır. Dual sertleşen adeziv rezin simanların renginin, uzun dönem kullanımda değişime uğradığı yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir. Dual polimerizasyon için gerekli olan amin hızlandırıcı, rezin simanın renginde değişimlere neden olabilmektedir. Sadece kimyasal sertleşme uygulandığında, dual sertleşen adeziv rezin simanların gözle görünür derecede renk değiştirebildiği bildirilmiştir (Noie et al., 1995, Nanhatson and Banasr 2002, Tanoue et al., 2003, Tezvergil-Mutluay et al.,2007).

Kimyasal olarak sertleşen kompozit rezinlerle karşılaştırıldığında, dual sertleşen kompozit rezinler, daha az oranda renk değişimi sergilemektedirler, bunun da ana sebebi aromatik amin hızlandırıcıların konsantrasyonda daha az

olarak bulunmasıdır. Bunun tersi, ışıkla sertleşen rezinlerle karşılaştırıldığında ise dual sertleşen rezinlerdeki renk stabilitesindeki azalma daha fazla aromatik amin içermesinden kaynaklanmaktadır (Berrong et al., 1993).

2. 2. 3. Kompozit Rezinlerde Renk Değişimi

Kompozit rezinlerin en önemli dezavantajlarından biri ağızda kalma süreleri boyunca renk değiştirmeleridir. Bu renk değişimi içsel ya da dışsal sebeplerden kaynaklanabilmektedir (Hosoya 1999, Abu-Bakr et al., 2000, Douglas 2000, Nanhatson and Banasr 2002, Gürdal et al., 2002, Tanoue et al., 2003, Eliades et al., 2004, Patel et al., 2004, Lee and Powers 2005, Villalta et al., 2006, Saraç ve ark., 2006d). Kompozit rezinlerin renkli solüsyonlarla, çayla, kahveyle, nikotinle ve renklendirici etkene sahip ağız gargaralarıyla lekelenmesi ve besinlerde bulunan boyar maddelerin emilimi sebebiyle oluşan renklemeleri, dışsal renk değişiminin sebebi olarak tanımlanmıştır (Khokhar et al., 1991, Douglas 2000, Gürdal et al., 2002, Gupta et al., 2005, Saraç ve ark., 2006d, Gaintantzopoulou et al., 2009). Bazı araştırmacılar tamamlanmamış polimerizasyonun, ultraviyole (UV) ışığa maruz kalmanın, materyalin kimyasal yapısının ve ağız ortamında yaşlanma süresini içsel renk değişiminin sebebi olarak belirtmişlerdir (Janda et al., 2004, Villalta et al., 2006, Faltermeier et al., 2007b).

2. 2. 3. 1. Dışsal Renk Değişimi

Dışsal renk değişimini belirleyen ana faktörler aşınma dolayısıyla artan yüzey pürüzlülüğü ve materyalin yaşlanmasıdır. Materyalin yüzey özelliklerinin bozulmasıyla beraber boyar maddelerin penetrasyonu ile dış tabakada renklemeye meydana gelir (Dietschi et al., 1994, Eliades et al., 2004).

2. 2. 3. 1. 1. Aşınma

Restoratif rezinler ağızda kalma süreleri boyunca ısısız, kimyasal ve fiziksel değişikliklere uğrarlar. Aşınmaya bağlı yüzey yapısının değişmesi dışsal

renkleşmenin hazırlayıcı sebebidir. Bitirme ve cilalama işlemleri erken renkleşmeyle ilişkili yüzey pürüzlülüğünü etkileyebilmekte ve pürüzlü yüzeyler düz yüzeylere oranla mekanik olarak daha fazla yüzey lekesi tutulumuna sebep olmaktadır. Yüzeyde oluşan mikro çatlaklar, mikro hava boşlukları ya da doldurucu matris arayüzeyindeki yüzeyler arası boşluklar lekeleme ajanlarının en fazla penetre oldukları ve renkleşmeye yol açtıkları yerlerdir. Bunlara ek olarak, uygun polisaj tekniklerinin uygulanmaması da yüzey pürüzlülüğünü arttırarak rezinin lekelenme eğilimini ve kompozit rezinin renk değişimini etkileyebilmektedir (Satou et al., 1989, Douglas 2000, Patel et al., 2004, Choi et al., 2005, Lu et al., 2005, Güler et al., 2009).

Toplam renk değişiminin derecesini belirleyen diğer bir faktör de materyalin yaşlanmasıdır. Restorasyonun kullanım süresi arttıkça dışsal renkleşme artmaktadır (Paravina et al., 2004, Lu et al., 2005).

Uygun bitirme ve parlatma işlemi estetiğin sağlanmasında ve rezin kompozitlerin uzun dönem kalitesinin devam ettirilmesinde önemli aşamalardır. Yüzey pürüzlülüğü ve bütünlüğü plak birikimini dolayısıyla da periodontal hastalıkların, yineleyen çürüklerinin oluşma olasılığını ve rezin kompozitlerin leke tutulumunu arttırmaktadır (Patel et al., 2004, Miyasaka et al., 2008).

2. 2. 3. 2. İçsel Renk Değişimi

İçsel renk değişimi kompozit rezinlerde oluşan fiziko-kimyasal bir süreçtir. İçsel faktörler rezin matrisin değişimi gibi rezin materyalin kendisinin renk değişimini ve rezin matris doldurucu ara yüzeyinin renk değişimi gibi rezinin kimyasal yapısını, tamamlanmamış polimerizasyonu ve yaşlanmayı içermektedir. Bütün bu komponentler içsel renk değişimine katkıda bulunabilmektedir (Asmussen 1983, Peutzfelt and Asmussen 1990, Buchalla et al., 2002, Janda et al., 2004, Miyasaka et al., 2008, Güler et al., 2009).

İçsel renk değişiminin rezinin matristeki reaksiyona girmemiş çift bağların oksidasyonundan ya da su emilimi ve polimer matrisin oksidasyonu ile sonradan ortaya çıkan bozulma ürünlerinin formasyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Yannikakis et al., 1998, Abu-Bakr et al., 2000, Lee et al., 2001, Sham et al., 2004, Eliades et al., 2004, Janda et al., 2004, Ruttermann et al., 2008, Hubbezoğlu et al., 2008).

Plak veya boyayıcı ajanlar ile oluşan dış renklemeler polisaj ile kolayca uzaklaştırılabilirken, içsel renk değişiminin geri dönüşümü söz konusu değildir (Saraç ve ark., 2006c).

2. 2. 3. 2. 1. Su Emiliminin Renk Değişimine Etkisi

Su emilimi diffüz bir olgudur; zamana, doldurucu partiküllerin boyutuna, miktarına ve artık monomerlerin miktarına bağlıdır. Dental kompozitlerin su emilimiyle bozulması OH⁻ ile etkileşimden kaynaklanmaktadır ve bu da doldurucu-matris bağlantısında problemlere yol açmaktadır. Su emilimiyle birlikte hidrolitik bozulma ve ayrılmalar meydana gelmektedir (Oysaed and Ruyter 1986, Gopferich 1996, Sevilmiş ve Bulucu 2007).

Su emilimiyle oluşan renk değişiminin ana nedeninin reaksiyona girmemiş karbon çift bağlarının (C=C) oksidasyonu sonucu oluşan renkleşmiş peroksit ürünleri olduğu düşünülmektedir. Suya maruz kalma doldurucuların bozulmasından dolayı dental rezin kompozitlerde bozulmaya yol açar. Su aynı zamanda doldurucu-matris arayüzündeki bağları da bozmaktadır (Ferracane et al., 1985, Oysaed and Ruyter 1986, Rosentritt et al., 1998, Schulze et al., 2003a, Sevilmiş ve Bulucu 2007).

Bunlara ilaveten, su emilimi restorasyona suda çözünebilen lekeleme ajanlarının penetrasyonuna, dolayısıyla da restorasyonun renk stabilitesinin azalmasına sebep olmaktadır (Satou et al., 1989, Dietschi et al., 1994, Sham et al., 2004).

Su, restoratif materyallerin kimyasal bozulma sürecinde ve ardından oluşan renk değişiminde önemli rol oynamaktadır ve rezinleri yumuşatarak renk stabilitesini azaltan bir plastizör görevi görmektedir (Asmussen 1983, Seghi et al., 1990, Albers, 2002). Sham et al., (2004) yaptıkları çalışma sonucunda kompozit rezinlerdeki su emiliminin; doldurucu partiküllerden, rezin moleküllerinin çapraz bağ derecesinden, havanın yapıya dahil olmasından ve reaksiyona dahil olmamış monomerlerin bulunmasından etkilendiğini belirtmişlerdir.

2. 2. 3. 2. 2. Rezinin Kimyasal Yapısının Renk Değişimine Etkisi

Kompozit rezinler, içsel renkleşmeye sebep olabilecek çeşitli organik komponentler içerirler ve ağız ortamında uzun süre kullanıldıklarında renk

değiştirirler. Renk değişimi kimyasal bileşimdeki aktivatör, başlatıcı (initiator), yavaşlatıcı (inhibitör) veya pigmentler nedeniyle olabildiği gibi, renge bağlı olarak saçılma ya da absorpsiyon özelliklerindeki farklar nedeniyle de oluşabilmektedir (Hosoya 1999, Lee et al., 2004a, Nakamura et al., 2005, Pires-De-Souza et al., 2007, Faltermeier et al., 2007a).

Polimerizasyon işleminin ardından kompozit rezinlerin yaşlanmasıyla birlikte rezinin renginde sarılaşma etkisi hakim olmaya başlar. Bu sarılaşma etkisinden, ışık başlatıcıların önemli sinerjistleri olan aromatik ya da alifatik aminlerin oksidasyon yan ürünleri sorumludurlar. Bütün aminler polimerizasyon sırasında oluşan ve zamanla sarıdan kahverengiye renk değişimine neden olan yan ürünler oluştururlar. Işıkla sertleşen sistemlerde kullanılan alifatik aminler, kimyasal sertleşen sistemlerde kullanılan aromatik aminlerden daha renk stabildirler (Asmussen 1981, Kap 1999, Eliades et al., 2004, Pires-De-Souza et al., 2007, Luiz et al., 2007, Janda et al., 2007, Gaintantzopoulou et al., 2009).

Kompozit rezinlerin yapısında bulunan tersiyer aminler reaktif bileşenlerdir ve polimerizasyonun başlama aşamasında benzol peroksitle tepkimeye girerler. Amin ve peroksit ortamda aynı oranlarda bulduklarında, polimerizasyon reaksiyonunda her ikisi de tükenir ve postoperatif içsel renkleşme minimal olur (Asmussen 1983, Asmussen 1985, Abu-Bakr et al., 2000, Faltermeier et al., 2007b). Ancak kompozit rezinlerde, ısı ya da uzun süreli saklamadan dolayı benzol peroksit bozulabilmektedir. Peroksitin bu yıkımı, amin-peroksit dengesini bozmakta ve artık amin kalmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla, polimerizasyon sırasında aminin sadece bir kısmı rezinde bulunan mevcut limitli peroksitle tepkimeye girebilmektedir. Reaksiyona girmemiş amin daha sonra oksitlenir ve kompozit rezinin renkleşmesine sebep olur (Park et al., 1999, Abu-Bakr et al., 2000).

Yüksek konsantrasyonlardaki amin bileşikleri ($\geq 2\%$) kimyasal olarak sertleşen sistemlerde gereklidir. Bu nedenle, bu sistemlerdeki peroksit bozulması büyük miktarlarda reaksiyona girmemiş amin kalmasıyla sonuçlanır ve bu rezin sistemlerindeki yüksek içsel renk değişimi sebebinin açıklar. Işıkla polimerize olan sistemlerde renk değişiminin ana nedeni tepkimeye girmemiş başlatıcıların mevcut

olmasından kaynaklanan, pöröz ve kolay çözülebilir materyal oluşumuna yol açan yetersiz polimerizasyondur (Albers 2002).

Rezin matris ve doldurucu kompozisyonu materyalin markasına göre değişmektedir ve termal siklüs sonrası Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA ve TEGDMA gibi resin matrisler farklı oranlarda renk değişimi göstermektedirler (Choi et al., 2006). Yapılan çalışmalarda UDMA içeren resin materyaller diğer polimer matrisleri içeren resin materyallerden daha iyi renk stabilitesi göstermiştir (Khokhar et al., 1991, Summitt et al., 2001, Powers and Sakaguchi 2002).

Doldurucu partiküllerin büyüklüğü ve dağılımının da renk değişimini doğrudan etkilediği görülmüş, daha büyük doldurucu boyutlu resin bileşiklerin su ile yaşlandırma sonucu renk değişimine karşı daha küçük doldurucu boyutlu rezine oranla daha az dirençli oldukları tespit edilmiştir. Polimerik yapı ve doldurucu içeriği, polimerizasyon dönüşümünde olduğu gibi, kompozit resinlerin renk stabilitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Vichi et al., 2004, Faltermeier et al., 2007b).

Değişen fizikokimyasal koşullar altında kompozit resinlerin renk stabiliteyi materyallerin daha az su emmesi, daha yüksek doldurucu-rezin oranına sahip olması, düşürülmüş partikül boyutları içermesi ve optimal doldurucu-matris sisteminin kullanılmasıyla geliştirilebilir. Resin bileşeni renk bozulmasının önemli sebeplerinden biri kabul edildiğinden, yüksek hacimli resin içeriğinin, yüksek derecede renk bozulması ihtimali ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Ruyter et al., 1987, Abu-Bakr et al., 2000, Vichi et al., 2004, Choi et al., 2006, Lee et al., 2007c, Faltermeier et al., 2007b).

Kompozit resinlerin kimyasal içeriklerine bağlı olarak oluşan renk değişimi farklılıklarına rağmen üretici firmalar ürünlerindeki kimyasal bileşenleri ya da konsantrasyonlarını tam olarak açıklamamaktadırlar (Spahl et al., 1998, Michelsen et al., 2003, Alvim 2007).

2. 2. 3. 2. 3. Ultraviyole Işık Uygulamasının Renk Değişimine Etkisi

İçsel renk değişiminin sebeplerinden biri de UV ışıktır. Estetik restoratif materyallerde geri dönüşümsüz renk değişimine sebep olan UV ışığı polimerdeki

fiziko-kimyasal reaksiyonları teşvik etme eğilimindedir (Faltermeier et al., 2007a, Faltermeier et al., 2007b).

Polimerize olmuş rezinlerin reaksiyona girmemiş artık karbon çift bağlarının, rezinin renginin sarılaşmasına sebep olduğu bildirilmiştir. Bu rezinlerin oksidasyonu oksijenden zengin ortamlarda artabilmekte ya da UV uygulaması altında karbon çift bağlarının ayrılması hızlanabilmektedir (Janda et al., 2004, Kolbeck et al., 2006).

Dimetil-p-toludin gibi amin hızlandırıcıların bozulması, restoratif rezinlerde UV ışını uygulandığında renk değişimine sebep olmaktadır (Sham et al., 2004).

Rosentritt et al., (1998) 72 saat UV ışığına maruz bıraktıkları ve 10 gün süreyle kırmızı şarapta ya da kahvede beklettikleri veneer kompozitlerinin renk değişimlerini olarak değerlendirmişlerdir. UV uygulamasından sonra (72 saat) renk değişiminin görülebildiğini ancak klinik olarak renk değişiminin kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir.

2. 2. 3. 2. 4. Polimerizasyonun Renk Değişimine Etkisi

Kompozit rezinlerin optik özellikleri, polimerizasyon sonucu değişmektedir. Polimerizasyondan sonraki renk değişimleri esas olarak aydınlık ve doygunluktaki (chroma) değişimlerden kaynaklanmaktadır. Resin bileşiklerinin polimerizasyonu sırasında meydana gelen renk ve optik özelliklerdeki değişiklikler, bu değişikliklerin renk seçimi prosedürü sırasında göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymaktadır (Lee et al., 2001, Paravina et al., 2002a, Lee et al., 2004a, Kim and Lee 2007).

Yeterli polimerizasyonun elde edilebilmesi materyale sertlik, dayanıklılık ve renk stabilitesi sağlamaktadır. Materyallerin ağız ortamında uzun süre kullanılabilmesi uygun polimerizasyonla elde edilecek olan optimum mekanik, biyolojik ve estetik özelliklerin elde edilebilmesi için oldukça önemlidir (Peutzfeldt et al., 2000, Janda et al., 2004).

Kompozit rezinlerde yeterli polimerizasyonun sağlanabilmesi, uygun dalga boyundaki ve istenilen yoğunluktaki radiant ışığın yeterli süre boyunca uygulanmasına bağlıdır. Ayrıca kompozit rezinin tipi, rengi, translüentliği, materyalin sıcaklığı, kalınlığı, materyalin yüzeyine polimerizasyon ucunun

mesafesi, ışık uygulama zamanı ve ışık uygulama sonrası zaman da polimerizasyonu etkileyen faktörlerdir (Martin 1998).

2. 2. 3. 2. 4. 1. Işık Başlatıcı İçeren Kompozit Resinlerde Polimerizasyonu Etkileyen Faktörler

Kullanılan ışığın yoğunluğu, uygulama zamanı, rezin materyalin ısısı, ışık kaynağının restorasyona olan mesafesi, rezinin rengi, doldurucu tipi, kompozit rezinin içerisinde bulunan hızlandırıcı miktarı, ışık başlatıcı içeren kompozit resinlerde polimerizasyonu etkiler (DeWald and Ferracane 1987, Albers 2002, Chen et al., 2005).

2. 2. 3. 2. 4. 1. 1. Işık Yoğunluğu

Işığın uygulandığı birim alana düşen ışık gücüne eşittir. Kompozit resinlerdeki ışık başlatıcılar yaklaşık yoğunluğu 400 mW/cm^2 olan $468 \pm 20 \text{ nm}$ dalga boyundaki mavi ışık ile karşılaştıklarında aktive olurlar. Bu yoğunluktaki azalma polimerizasyonu olumsuz yönde etkiler. Azalmış ışık yoğunluğunun başlıca sebepleri; cihazların ampullerinin kullanım süresinin artmasına bağlı olarak uygulanan ışık yoğunluğunun azalması, voltaj düşüklüğü, ışık uçlarından sterilizasyon sonrası ışık geçişinin azalması, mavi ışık geçişini arttıran filtrelerin bozulmasıdır. Işık cihazının ışık yoğunluğu radyo metrelerle kontrol edilmelidir, minimum yoğunluk elde edilemediğinde yeterli polimerizasyonla ilgili problemler oluşabilmektedir (Albers 2002).

Işıkla polimerizasyonda Halojen lamba (QTH), Light Emitting Diode (LED), Argon Lazer ve Plazma Ark (PAC) ışık sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerden klinik olarak en sık kullanılan Halojen lamba ve LED ışık cihazlarının klinik kullanımlarındaki üstünlükleri hala araştırılmaktadır. Farklı 2 ışık cihazıyla (Halojen lamba ve LED) porselen disk boyunca polimerize ettikleri rezin siman örneklerin renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında Küçükeşmen et al., (2008) renk değişim miktarlarının ışık cihazından etkilenmediğini rapor etmişlerdir.

2. 2. 3. 2. 4. 1. 2. Işık Uygulama Zamanı

Polimerizasyonun kalitesi ışık kaynağının üretici firmanın belirlediği sürede materyale uygulanmasıyla yakından ilişkilidir. İki mm kalınlığında rezin materyalin tam polimerizasyonu için 16000 mJ/cm^2 (16 J/cm^2) enerji gerekmektedir. Bu enerji; 400 mW/cm^2 yoğunluğunda ışık yayan bir cihazla 40 sn polimerizasyona eşdeğerdir ($40 \text{ sn} \times 400 \text{ mW/cm}^2 = 16000 \text{ mJ/cm}^2$). Aynı ışık enerjisi 800 mW/cm^2 yoğunluğundaki bir cihazla 20 sn ya da 1200 mW/cm^2 yoğunluğundaki bir cihazla yaklaşık 13 sn uygulanarak da elde edilebilmektedir (Anusavice 2003).

2. 2. 3. 2. 4. 1. 3. Isı

Düşük ısılarda kullanılan ışıkla sertleşen kompozit rezinler daha düşük etkinlikte polimerize olurlar. Kompozit rezinler kullanılmadan en az 1 saat önce buzdolabından çıkarılıp oda ısısında bekletilmelidir. Oda ısısında bekletilen kompozit rezinler daha hızlı ve iyi şekilde polimerize olur (Albers 2002).

2. 2. 3. 2. 4. 1. 4. Işık Kaynağı ile Rezin Arasındaki Mesafe

Işık cihazı ve polimerize edilecek kompozit rezin arasındaki mesafe arttıkça ışık başlatıcılara ulaşan ışık yoğunluğunu azaltmaktadır. Bu nedenle, ışık yoğunluğunun azalmasından kompozit rezinin etkilenmemesi için polimerizasyon ucu restorasyona olabildiğince yakın konumlandırılmalıdır (Albers 2002, Rode et al., 2007). Polimerizasyon ucu ile kompozit rezin arasındaki mesafe 2 mm'den fazla olduğunda uçtan yayılan ışığın dağılımı artar ve bu da yeterli polimerizasyonun sağlanamamasıyla sonuçlanır. Prati et al., (1999) 1 mm'nin ışık yoğunluğunu %10 azalttığını bildirmişlerdir.

2. 2. 3. 2. 4. 1. 5. Rezinin Rengi

Kompozit rezinin rengi polimerizasyon üzerinde etkilidir. Koyu renkli rezin materyallerde ışığın alt tabakalara iletilmesi açık renkli olanlara göre daha zayıftır. Işık saçılımı arttığından daha koyu renkli kompozitler açık renktekilere göre daha yavaş ve daha düşük derinlikte polimerize olmaktadır (Albers 2002, Çoğulu ve

ark., 2007). Koyu renkli kompozitlerde 1 mm derinlikte elde edilen polimerizasyon derinliği translüent renklere elde edilen polimerizasyon derinliğinin üçte ikisi seviyesinde bulunmuştur (Reges et al., 2008). Polimerizasyon ucu mesafesinin ve mikrohibrit kompozit rezinin renginin mikro sertliğe olan etkisini inceledikleri çalışmalarında Aguiar et al., (2005), rezinin renginin polimerizasyon derinliğini etkilediğini, alt tabakalarda A1 renginin diğer renklerden (C2 ve A3.5) anlamlı derecede yüksek sertlik değerleri gösterdiğini bildirmişler ve koyu renklerdeki düşük sertlik değerlerini opasiteden dolayı ışık geçişinin azalmasına bağlamışlardır.

Koyu renkler, açık renklere oranla daha düşük iletim katsayısına ve dolayısıyla derin katmanlara daha zayıf ışık iletimine sahiptirler. Bu durum, koyu renklerde yeterli polimerizasyon elde etmesi için açık renklere göre uzamış ışık uygulama zamanını gerektirmektedir. Araştırmacılar ayrıca posterior kompozit restorasyonların en alt kısmında açık renklerin, oklüzal tabakalarda ise koyu renklerin kullanılmasını önermiştir. Bundan dolayı estetiğin önemli olmadığı yerlerde mümkün olduğu kadar açık renkler tercih edilmelidir (Lui et al., 2006).

2. 2. 3. 2. 4. 1. 6. Doldurucu Tipi

Doldurucu içeriğinin artması kompozit rezinin mekanik özelliklerini arttırmakta ve materyali daha opak bir hale getirmektedir; bu da ışık uygulama zamanının arttırılmasını gerektirir. Mikro dolduruculu kompozitler daha büyük kuartz ve cam doldurucular içeren makro dolduruculara göre daha zor polimerize olurlar. Kütle olarak daha ağır ve daha büyük inorganik doldurucu içeren kompozitler daha kolay polimerize olmaktadır (Albers 2002).

2. 2. 3. 2. 4. 1. 7. Işık Başlatıcı Miktarı

Bu materyaller genellikle bir alfa-diketon olan ışığa duyarlı başlatıcı ajanlardır. Bu diketonlar arasında en sık kullanılanı kamforokinondur. Kamforokinon serbest radikaller üreten ve tersiyer amin gibi bir ko-initiatöre ihtiyaç duyan Tip II ışık başlatıcıdır (Jakubiak et al., 2003, Alvim 2007, Ogunyinka et al., 2007). Kamforokinon, dental polimerizasyon cihazlarıyla çok iyi uyuşan bir emilim spektrumu olan, 468 nm dalga boyundaki mavi ışığa karşı güçlü bir emilim

bandına sahiptir. Çok küçük miktarlarda, yaklaşık kütlece %0.03-0.1 oranında kullanılıyor olmasına rağmen kamforokinon, sarı bir kimyasal olduğundan materyalin rengini önemli derecede etkiler (Neumann et al., 2006, Saraç ve ark., 2006c, Pires-De-Souza et al., 2007, Janda et al., 2007, Ye et al., 2007, Luiz et al., 2007, Schneider et al., 2008, Ruttermann et al., 2008). Bu sarı-kahverengi komponentlerin polimerizasyon sırasında rengi açılır, sarıdan neredeyse renksiz değişir (Tyas 1992, Janda et al., 2004). Yeterli polimerizasyonun sağlanmasıyla kamforokinon polimerizasyon reaksiyonu sırasında tükenir ve polimerin bir parçası haline gelir. Polimerizasyon sürecinde oluşan renk açılması kompozit rezinlerin renk sklalarının yapılmasında ve kompozitin renginin diş rengiyle karşılaştırılması aşamasında büyük önem kazanmıştır (Albers 2002). Eğer, polimerizasyon yetersizse (çok kısa süre ışık uygulaması yapıldıysa ya da doğru dalga boyunda ışık uygulanmadıysa) materyal hala bir miktar sarı renk içerecektir. Ortam ışığının etkisi altında, rezin yeni polimerize olmuş olmasına rağmen, devam eden kamforokinon dönüşümü oluşur. Bu etki ışıkla renk açılması (photo bleaching) olarak tanımlanmaktadır (Janda et al., 2004, Alvim 2007).

Kamforokinon konsantrasyonu üretici firma tarafından arttırılacak olursa, ışık başlatıcılar bileşik oluşturmak için amin bulamayacaklar ve çoğu reaksiyona girmeden kalacaktır. Optimum kamforokinon / amin oranı bozulduğundan, rezin aşırı oranda sarı olacaktır ve serbest radikal oluşumu azalacaktır (Park et al., 1999, Ogunyinka et al., 2007).

Işık aktivasyonu sırasında kamforokinon etkisiyle oluşan sarımanın azalmasına rağmen yetersiz ışık uygulamasıyla ışık başlatıcının bir kısmı reaksiyona girmeden kalabilir ve dolayısıyla renkte sarılaşma oluşabilir (Shintani et al., 1985, Yoshida and Greener 1994, Rueggeberg et al., 1997, Janda et al., 2004, Alvim 2007, Janda et al., 2007, Schroeder and Vallo 2007).

Rezin bileşikleri ışıkla polimerize edildiğinde genellikle daha açık veya daha translüsent hale gelmektedir. Genelde, polimerize olan kompozitler renk uzayının mavi bölgesine doğru kayarlar ve bu da sarı doygunlukta azalma olarak gözlenir. Bunu telafi etmek için, istenilen son renk için uygun olandan daha sarı veya daha kromatik bir ilk renk seçilmesi önerilmektedir (Taira et al., 1999, Lee et al., 2003, Shortal 2005, Kim and Lee 2007).

Kompozit rezinlerin optik özellikleri, polimerizasyon sonucu değişir ve değişikliğin büyüklüğü materyalin kimyasal özelliklerine, ışık uygulama süresine, uygulanan ışığın dalga boyuna bağlıdır (Hosoya and Goto 1992, Dietschi et al., 1994, Buchalla et al., 2002, Janda et al., 2004, Janda et al., 2007). Rezin bileşiklerin polimerizasyonu sırasında meydana gelen değişimler, polimerize olmamış materyalin yerleştirilmesi sürecinin ilk safhalarında, daha klinik renk eşleştirilmesi yapılırken, bu değişikliklerin göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir (Albers 2002).

2. 2. 3. 3. Rezin Renginin Renk Değişimi Üzerindeki Etkisi

Farklı renkteki kompozit rezinlerin ışıkla polimerizasyonun ardından farklı seviyelerde renk değişimi gösterdiği rapor edilmiştir. Daha açık ve daha az kromatik renkler, daha koyu ve daha kromatik renklere oranla daha fazla renk değişimi gösterme eğilimindedirler (Uchida et al., 1998, Hosoya 1999, Schulze et al., 2003a).

Kamforokinonun doğasında mevcut olan sarılık, renk seçiminde bazı problemlere sebep olmaktadır. Bu sebeple de açık renklere kamforokinon konsantrasyonu sınırlanmakta ve sonuç olarak polimerizasyon derecesi de sınırlanmış olmaktadır. Konvansiyonel renklerin yüksek kromasitesi, başlatıcıların ya da hızlandırıcı komponentlerin ışığı absorpsiyonuyla renk değişimini azaltabilmektedir. Bu fenomenler beyaz ya da translüent renklere renk değişimini, konvansiyonel renklere renk değişiminden daha derin etkilemektedir. Bundan dolayı, polimerizasyon ve yaşlandırma sonrası renk değişimi açık renkli kompozitlerde (bleached shades) konvansiyonel renklere renk değişiminden daha fazla olmaktadır (Uchida et al., 1998, Hosoya 1999, Lee et al., 2001).

Polimerizasyon sırasında meydana gelen renk değişikliğinin, materyalin ilk rengi ve kompozit rezinin markası ile ilişkili olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Brauer 1988, Tanoue et al., 2003). Yapılan bir çalışmada, polimerize olan rezin bileşiklerinin renk değişikliklerinde polimerizasyon süresinin ve renk tonunun etkileri araştırılmıştır, daha açık veya daha az kromatik renkler, daha kromatik veya daha koyu renklere renk değişiminde renk değişiklikleri göstermişlerdir (Kim and Lee 2007).

2. 2. 3. 4. Yaşlandırmanın Renk Değişimi Üzerindeki Etkisi

Dental restoratif materyaller, sürekli nemli olan ağız ortamında ısı değişimine ve mekanik olarak zorlanmaya maruz kalmaktadır. İn vitro yaşlandırma testleri ile dental materyaller üzerindeki bu faktörlerin klinik etkileri simüle edilmektedir. Kompozit rezinlerin in vitro renk değişimlerinin incelenebilmesi için farklı yaşlandırma testleri kullanılmıştır. Bu testler ağız ortamını tam olarak yansıtamasa da kompozit rezinlerin olası renk değişimlerinin öngörülebilmesini sağlamaktadırlar. Yaşlandırma işleminin uygulandığı pek çok çalışmada kompozit rezinler klinik olarak algılanabilir renk değişimi göstermiştir (Powers et al., 1980, Doray et al., 2001, Heydecke et al., 2001, Choi et al., 2006, Faltermeier et al., 2007a).

Dental materyallerin renk değişimlerinin değerlendirilmesinde çeşitli yaşlandırma teknikleri kullanılmaktadır. Bu teknikler temel olarak; hızlandırılmış yaşlandırma (accelerated aging), termal siklus (thermocycling), ışıkla yaşlandırma (photo-aging) ve suda bekletme (water storage) olarak sınıflandırılabilir (Doray et al., 2001, Gaintantzopoulou et al., 2009). Kompozit rezinlerin renk değişimlerinin değerlendirilmesinde hızlandırılmış yaşlandırma yöntemi önerilmektedir (ISO 7491, 2000).

2. 2. 3. 4. 1. Hızlandırılmış Yaşlandırma Prosedürü

Hızlandırılmış yaşlandırma prosedürü, ultraviyole (UV) ışığın etkisi ile sıcaklık ve nem değişimlerini içeren uzun süreli çevre koşullarının etkilerini taklit eden bir sistemdir. Dental rezinler için 1978'den bu yana çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Douglas 2000, Schulze et al., 2003a, Paravina et al., 2004, Lee et al., 2006a, Doğan ve Zaimoğlu 2006, Saygılı et al., 2006, Pires-De-Souza et al., 2009, Gaintantzopoulou et al., 2009).

Kullanılan farklı yaşlandırma tekniklerinin tam olarak klinik karşılıkları bilinmemektedir. Buna rağmen; ısı, nem, mekanik kuvvet ve ışık uygulaması ile oral ortamda olası etkiler simüle edilmeye çalışılarak, farklı dental materyallerin fiziksel özelliklerindeki değişimlerin değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Bundan dolayı, yapay hızlandırılmış yaşlandırma olabildiğince klinik koşulları

yansıtmalıdır. Ancak, üreticiler tarafından belirtilen yaşlandırma sürelerinin, ağız ortamındaki karşılıkları tam olarak bilinmemektedir (Paravina et al., 2004). Rezin materyallerin renk stabilitelerinin belirlenmesi için ISO standartları 150 kJ/m² düzeyinde xenon ışığı uygulamasını önermektedir (ISO 7491, 2000).

2. 3. Renk

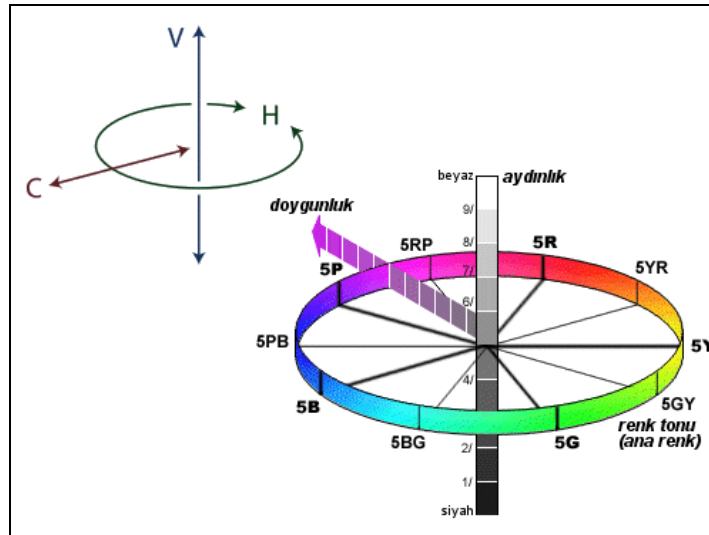
Renk, ışık ile ortaya çıkan bir fenomendir. Işık ise insan gözü tarafından algılanabilen dalga boyu sınırları içindeki bir radyant enerji formudur. Renk, renkli nesnelere tarafından ışığın insan gözüyle görülmesi ve beyni ile yorumlanması ile oluşan fiziksel modifikasyonun sonucu olarak tanımlanmıştır (Berns 2000). Bu nedenle görme, ışık ve yansıma gibi fiziksel olaylar gözlemcinin gözü ve beynindeki psikolojik olaylar gibi oldukça farklı süreçlerden oluşur. Renk algısı; çevre, aydınlatma koşulları, algılama açısı, gözün yorgunluğu, yaş, renk algılamadaki eksiklikler gibi sebeplerle tek tip ve objektif bir renk görüşünü engelleyen pek çok değişkenden etkilenir (Rosenstiel 2001, Sproull 2001a, Chu et al. 2004, Roberson 2002, Joiner 2004, Hugo et al., 2005).

Yirminci yüzyılın başlarından bugüne kadar, renklerin matematiksel olarak ölçülebilmesi için farklı sistemler oluşturulmuş ve kullanılmıştır. Renk sistemi, renklerin düzenli olarak yerleştirildiği üç boyutlu bir boşluktur. Renkler belli bir düzen içerisinde sistematik olarak dağılmıştır. Diş hekimliğinde, uygulanacak restorasyonların renk uyumunun sağlanmasında ve renk eşleştirmesinde iki sistem sıklıkla kullanılır. Bunlar Munsell renk sistemi ve CIE L*a*b* (CIE Commission Internationale de L'Eclairage ya da Uluslararası Aydınlanma Komisyonu) sistemidir (Johnston and Kao 1989, Yuan et al., 2007).

2. 3. 1. Renk Sistemleri

2. 3. 1. 1. Munsell Renk Sistemi

Amerikalı bilim adamı Albert H. Munsell tarafından 1905 yılında tanımlanmış ve 1945 yılında son halini almıştır. Geliştirilmiş ilk renk sistemidir. Bu sistem genellikle görsel renk değerlendirmesinde kullanılan bir sistemdir. Bu sistem rengi üç nitelikle tanımlar; renk tonu (Hue), aydınlık (Value) ve doygunluk (Chroma) (Şekil 1) (O'Brien et al., 1997, Cho and Lee 2007). Munsell rengin bu üç niteliğine görsel olarak düzenli basamaklarda sayısal değerler vermiştir. Bu değerler H, V ve C harfleriyle sembolize edilmiştir (Yuan et al., 2007).



Şekil 1. Munsell'in renk uzayındaki ton, aydınlık ve doygunluk skalası.

http://personales.upv.es/gbenet/teoria%20del%20color/water_color/color6.html

Bu renk sisteminde rengin ilk boyutu renk tonudur (C), renk tonu rengin ismini kırmızı, sarı, yeşil gibi, yani ana rengi belirtmektedir. Rengi tanıtan ve diğer renklerden ayrılmasını sağlayan özelliğidir. Aydınlık (V) ise ana rengin aydınlık ve renk değeridir, bir rengin siyahlık - beyazlık değerini tanımlar. Aydınlık skalası üzerinde 0 ile 10 arasında değişmektedir. Sıfır değeri saf siyahı, 10 değeri ise saf beyazı tanımlamaktadır, 5. basamakta ise nötral gri bulunmaktadır. Doygunluk ise

bu renk sisteminde rengin üçüncü boyutudur ve renk tonunun konsantrasyonu ya da güçlülüğüdür. Renk tonunun renk içindeki miktarını tanımlamaktadır (Moscardó and Alameny 2006, Cho and Lee 2007).

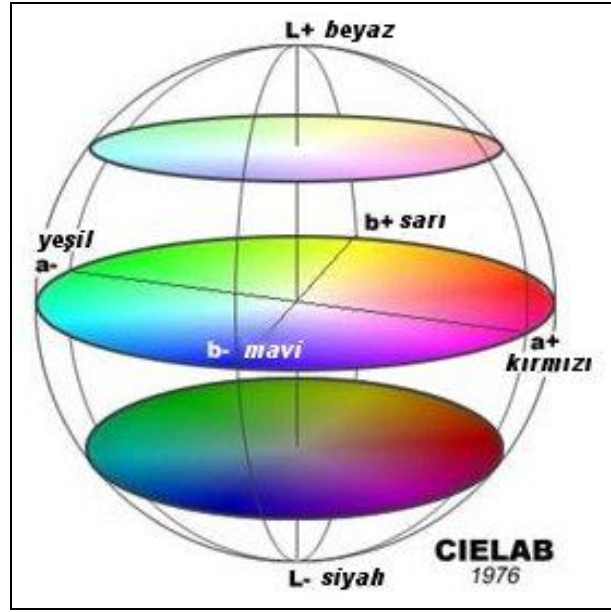
Munsell Renk Sistemi'nde iki obje arasında renk parametrelerindeki renk farklılıklarını algılamak ve bu renk farklılıkları arasında ilişki kurmak oldukça zordur (Rosenstiel et al., 2001).

2. 3. 1. 2. CIE L*a*b* Renk Sistemi

Renk ve görünüm konusundaki standartları belirlemek üzere kurulmuş bir organizasyon olan International Commission of Illumination veya Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) tarafından standart bir ışık kaynağı ve standart bir gözlemci tanımlanmış ve böylece insan gözünün verilen bir renge nasıl tepki verdiğini yansıtan üç uyaranlı (tristimulus) değerlerin hesaplanabilmesi sağlanmıştır (Bayındır et al., 2007). Gözlemciler D65 standart aydınlatmada mavi, kırmızı ve yeşil üç ana rengi seçmek için 2° görüş etkinlik alanına sahip bir aparattan bakmışlardır. Standart gözlemci normal bir gözlemciyi betimleyen bir numaralar listesiyle tanımlanmıştır. CIE standartlarına bağlı olarak bir rengi seçmek için 3 ana renge sayısal olarak dönüştürülen üç uyaranlı bir sistem (X, Y, Z) geliştirilmiştir (O'Brien et al., 1997, Paravina et al., 2004).

1976'da CIEL*a*b* (CIELAB) sistemi renk farklılıklarının tanımı için CIE kromasite diagramı ile yapılamayan numarasal tanımlamalar geliştirmiştir. CIE L*a*b* renk uzayı X,Y,Z üç uyaranlı değerlerin üç yeni L*, a* ve b* referans değerine çevrilmesiyle oluşan tek biçimli, düzenli bir renk uzayıdır (Şekil 2). Bu sistemde L* koordinatı rengin aydınlığını (Lightness), a* kırmızı-yeşil rengin miktarını, b* ise mavi-sarı rengin miktarını tanımlar. L* koordinatı 0'dan (mutlak siyah) 100'e (mutlak beyaz) değerler içeren vertikal eksenin üzerinde yer alır. a* ve b* koordinatları L*'nin etrafındaki eksenlerde döner. a* pozitif değer aldığı anda renk daha kırmızı, negatif değer aldığı anda ise yeşil hale gelir, b* pozitif değer aldığı anda renk sarı, negatif değer aldığı anda ise mavi hale gelir (Douglas and Przybylska 1999, Eliades et al., 2001, Schulze et al., 2003a, Joiner 2004, Patel et al., 2004, Haselton et al., 2005, Gupta et al., 2005, Saraç et al., 2006b, Cho and Lee 2007, Karamouzos et al., 2007, Paravina et al., 2007, Lee et al., 2007c, Ermiş ve

ark., 2007, Trakyalı et al., 2009). CIE L*a*b* sisteminin avantajı, görsel algı ve klinik olarak anlamlı bir şekilde renk farklılıklarını ifade edebilmesidir (Joiner 2004).



Şekil.2 CIELab Renk Sistemi

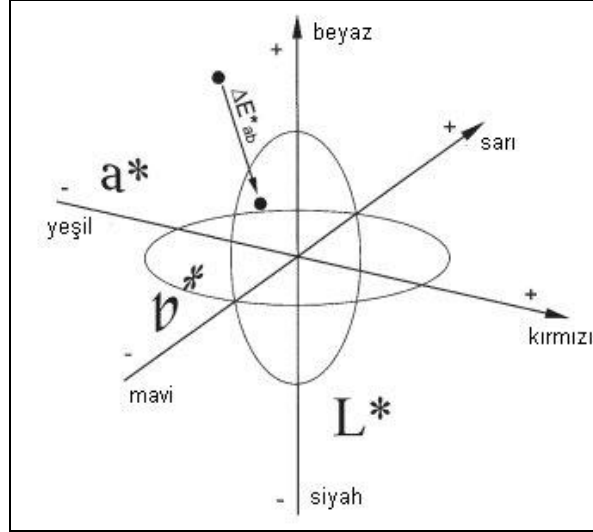
http://personales.upv.es/gbenet/teoria%20del%20color/water_color/color6.html

Renk ölçümü yapılan malzemenin kendi içerisindeki ya da farklı malzemeler arasındaki renk değeri farklılığının (ΔE) tespiti için CIE L*a*b* sistemi tarafından önerilen formül yaygın olarak kullanılmaktadır. L*a*b* renk aralığındaki, ΔE denkleminde Δ , renk parametrelerindeki değişimi göstermektedir (Ragain and Johnston 2000). Renk değişiminin hesaplamasında şu formül kullanılmaktadır:

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

Değerler ΔL^* , Δa^* ve Δb^* , bir örneğin iki hali ya da iki farklı örneğin ilgili parametreleri arasındaki farkları tanımlamaktadır. Elde edilen nümerik değerlerin büyüklüğü de total renk değişimini yansıtmaktadır ancak bu değer renk değişiminin karakteri ve yönü tanımlamaz. Bu tanımlamayı yapabilmek için L^* , a^* ve b^* koordinatları kendi içlerinde karşılaştırılır ve renk değişiminin karakteristiği ve

yönü hakkında daha detaylı bilgiler elde edilebilmektedir (Şekil 3) (Heydecke et al., 2001, Sproull, 2001a, Rosenstiel 2001, Wee et al., 2002, Gürdal et al., 2002).



Şekil 3. Renk değişiminin CIE L*a*b* koordinatları üzerinde gösterimi.

CIE L*a*b*L yöntemi ile yapılan renk eşleştirilmesi ya da ölçümü sonucu ortaya çıkan ΔE değerlerinin insan gözü tarafından ne ölçüde algılanabildiği de araştırmacılar tarafından tartışılmıştır. Araştırmacılar ΔE değerinin büyüklüğüne göre yapılan eşleştirmelerin niteliğini tanımlamaya çalışmışlardır.

- Eğer bir materyal test koşulları ardından renk farklılığı $\Delta E=0$ ise renk stabil olarak tanımlanmıştır (Miyasaka et al., 2008)
- $\Delta E \leq 1$ olması, renk değişikliğinin gözlemcilerden sadece % 50 si tarafından algılanabilir olmasıdır ve klinik olarak algılanamaz renk değişikliğini tanımlamaktadır (Seghi et al., 1986, Kim and Um 1996, Doray et al., 1997, Douglas and Przybylska 1999, Abu-Bakr et al., 2000, Patel et al., 2004, Karamouzou et al., 2007; Lindsey and Wee 2007)
- $1 \leq \Delta E \leq 2$ arasında olması klinik olarak algılanabilir renk değişimini tanımlamaktadır (Seghi et al., 1989, Paravina et al., 2004, Lee et al., 2007c)
- $\Delta E \leq 3.7$ gözlemcilerin %100'ü tarafından algılanabilir ve klinik olarak kabul edilebilir renk değişimini tanımlamaktadır (Seghi et al., 1989, Lee et al., 2007c)

- $\Delta E > 3.7$ klinik olarak kabul edilemez renk değişimi ve çok yetersiz uyum olarak tanımlamaktadır (Powers et al., 1988, Johnston and Kao 1989, Eliades et al., 2001, Paravina et al., 2004, Eliades et al., 2004, Karamouzos et al., 2007, Miyasaka et al., 2008).

İncelenen çalışmaların çoğunda renk değişiminin klinik olarak kabul edilebilir sınırı 3.7 ünite olarak kabul edilmiştir (Eliades et al., 2001, Eliades et al., 2004). Çalışmamızda da renk değişiminin kabul edilebilir eşik değeri olarak 3.7 ünite kullanılmıştır.

2. 3. 2. Rengin Ölçülmesi

Dental restoratif materyallerin renk eşleştirilmesi için görsel ya da aletsel teknikler kullanılmaktadır (Powers and Sakaguchi 2002, Karamouzos et al., 2007).

2. 3. 2. 1. Görsel Renk Eşleştirmesi

Görsel yöntem, test edilen örneğin ticari bir renk skalalarıyla karşılaştırılması esasına dayanır. Görsel renk analizi gözlemcinin radyant enerji uyarılarına karşı oluşan psikolojik ve fizyolojik cevabına bağlıdır. Yorgunluk, yaşlanma, duygular, aydınlatma şartları, gözün önceki tecrübeleri, cisim ile aydınlatmanın pozisyonu ve metamerizm gibi birçok kontrolsüz etken tutarsız renk seçimine neden olmaktadır (Douglas 1997, Berns 2000, Joiner 2004). Renk farklılıklarını saptamada gözle yapılan incelemeler hassas değildir. Sonuçlar kişiden kişiye, gözlem koşullarına bağlı olarak değişebilir (Seghi et al., 1986, Johnston and Kao 1989, Douglas 1997, Douglas and Brewer 1998, Khurana et al., 2007, Karamouzos et al., 2007).

Rengin görsel olarak saptanmasında kullanılan en popüler sistem Munsell Renk Sistemidir. Renk, mevcut renk skalalarıyla karşılaştırılarak eşleştirilme yapılmaya çalışılır (Powers and Sakaguchi 2002).

Görsel karşılaştırma ile renk eşleştirmesi, diş renklerinin ticari renk skalalarının standart kabul edildiği ve eşleşme ile yapıldığı subjektif bir değerlendirmedir. Diş hekiminin renk skalası kullanarak diş renklerini eşleştirmesi esnasında kendi kendisiyle de tutarsızlıklar oluşabilmektedir. Bunun nedeni dişin

merkezi ve kenarları arasındaki renk, şekil, yapı farklılıkları ve aydınlığın gözlemciler tarafından farklı yorumlanabilmesidir (Cal et al., 2004). Ek olarak, bu yöntemin renk skalalarının yeterli renk aralığa sahip olmamaları ve aynı olmamaları gibi rapor edilen pek çok dezavantajları vardır. Dahası, görsel değerlendirme çoğu zaman laboratuvar teknisyeninin yetersiz renk skalalarıyla yaptığı çalışmalara bağlıdır ve bu skalalar çoğu zaman üreticiden üreticiye farklılık göstermektedir (Joiner 2004, Khurana et al., 2007). Renk analizinin cihazlarla yapılmasının görsel metotlara göre objektif olmak, ölçülebilir ve daha hızlı belirlenebilir gibi belirgin avantajları vardır (Douglas 1997, Okubo et al., 1998, Bentley et al., 1999, Russell et al., 2000).

2. 3. 2. 2. Aletsel Renk Analizi

Görsel olarak rengi tanımlamanın bazı belirsizlikleri objektif bir metoda gereksinim duyulmasına yol açmaktadır. Renk ölçüm cihazının kullanılması, bu tip hatalardan arınmaya ve böylece tarafsız tekrarlanabilir sonuçlar elde etmeye olanak sağlamaktadır (Douglas and Brewer 1998, Hugo et al., 2005).

Aletsel renk analizi optik aletlerle test edilen, örnekten yansıyan ışığın analiz edilmesiyle yapılır. Aletsel renk analizinde spektrofotometreler ve kolorimetreler kullanılmaktadır. Aletsel renk analizi, dental materyallerdeki renk farklılıklarının incelenmesi için kullanılan hassas bir kantitatif tekniktir. Renkteki değişiklikler gözün algılama seviyesinin altına indiğinde bile spektrofotometrik ve kolorimetrik renk ölçümleri sayısal değerler verir, tekrarlanabilir ve güvenilir sonuçlar elde edilir (Kim and Um 1996, Okubo et al., 1998, Uchida et al., 1998, Akaltan 1999, Miyasaka et al., 2008). Tekrarlanabilir, objektif, istatistiksel olarak değerlendirilebilir renk ölçümü verileri standardize edilmiş, spektrofotometre gibi, renk ölçüm cihazlarıyla sağlanabilir. Munsell ve CIE L*a*b* renk sistemleri aletsel renk analizinde sıklıkla kullanılan sistemlerdir (Kolbeck et al., 2006).

Renklerin, renk ölçüm cihazlarıyla ölçülmesi renk değerlendirmelerinde subjektiflikleri ortadan kaldırdığı gibi, aynı zamanda renk belirlenmesi işlemini hızlandırır. CIEL*a*b* kolorimetrik sistemi bu sürecin gelişmesinde oldukça katkıda bulunmuştur ve diş hekimliğinde renk farklılıklarının ölçülmesinde kabul edilmiş bir metottur. Güncel kolorimetrik ve spektrofotometrik araçlar çekilmiş diş

ve dental materyallerin rengini güvenilir bir şekilde ölçebilmektedirler (Khurana et al., 2007, Miyasaka et al., 2008). Bu araçlar, CIEL*a*b* kolorimetresini kullanarak renkleri ölçer ve nesnenin 3 boyutlu renk uzayında yerini ifade edecek biçimde 3 boyutlu koordinat değerleri (L*, a*, b*) olarak gösterirler. L* koordinatı rengin aydınlığını, a* değeri rengin kırmızı veya yeşil doygunluğunu (chroma) ve b* değeri ise rengin sarı veya mavi doygunluğunu (chroma) ifade eder. İki nesne arasındaki renk farklılığı (ΔE) daha sonra her iki örneğin koordinat değerleri arasındaki farkları karşılaştırarak bulunur (Douglas 1997, Yannikasis et al., 1998, Vichi et al., 2004, Saraç et al., 2006a).

Bazı renk ölçüm cihazların ölçüm geometrisi diş ve dental seramik örnekleri gibi yarı saydam nesnelere ölçümünde hatalar ortaya çıkarabilir. Diş renginin ölçümünde kolorimetre kullanılması bazı dezavantajları vardır. Bu cihazlar düz yüzeylerin ölçümü için tasarlanmıştır ve küçük açıklığa sahip kolorimetreler renk ölçümünü etkileyecek kenar kaybı (diş yapısının içine giren ışığın yüksek derecede kırılmasına bağlı yanlış renk okunması) etkilerine maruz kalmaya ciddi biçimde eğilimlidir (Cho and Lee 2007). Kenar-kayı, çıplak gözle görülebilen ışığın, diş, estetik restoratif materyaller ve renk skalaları gibi yarı saydam bir materyalde iletildiğinde dağılması sonucu oluşur ve cihazların aydınlatıcı, sensör ve açıklık konfigürasyonu nedeniyle hatalı ölçümlere sebep olabilir (Paravina et al., 2007, Ahn and Lee 2008).

Diş renginin ölçümünde kullanılan diğer bir yaklaşım ise fotografik görüntülerin bilgisayar analizidir (Bentley et al., 1999, McCaslin et al., 1999). Komputere renk belirleme sistemleri doğal diş rengini analiz eder ve diş üzerindeki pek çok noktanın ton, doygunluk ve aydınlık oranlarını diş hekiminin bilgisayarında bilgi olarak verir (Anand et al., 2007). Bu yöntem peroksit içeren ürünlerin zaman içinde ağartıcı etkisinin ölçülmesinde ve renk değişimlerinin CIE L*a*b* değerleri ile ifadesinde kullanılmıştır (Gerlach et al., 2002, Ermiş ve ark., 2007). Örneğin, %10 karbomit peroksit bazlı bir sistemin 14 günlük kullanımı sonunda ortalama L* ve b* değişimleri sırasıyla 2.07 ve 21.67 ölçülmüştür (McCaslin et al., 1999). Diş beyazlatma işlemi uygulanmış örneklerin renk değişimlerinin fotoğraf makinasıyla kaydedip bilgisayar ortamında değerlendiren Bengel (2003), bu yöntemin renk farklılıklarını değerlendirmede başarılı bir alternatif olduğunu bildirmiştir.

2. 3. 2. 2. 1. Vita Easy Shade Spektrofotometre

Renk seçiminde yeni bir alternatif, elektronik optik ölçümler kullanan bir cihaz olan VITA Easyshade (VITA Zahnfabrik, Germany) sistemidir (Resim 1). Bu sistemin renk seçiminde insan hatalarını ortadan kaldıracak kadar doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar verdiği yapılan çalışmalarla saptanmıştır (Baltzer and Kaufmann-Jinoian 2005, Moscardó and Alameny 2006, Dozic et al, 2007).



Resim 1. Vita Easyshade Spektrofotometre.

<http://www.agd.org/publications/articles/?ArtID=4358>

Easyshade yeni kullanılmakta olan bir sistemdir. Hamad ve arkadaşları, cihazın Vita Lumin Vacuum renk cetveline göre ($P<0001$) daha tekrarlanabilir veriler sağladığını belirtmişlerdir (Hammad, 2003).

Spektrofotometre, yüzey renginin ölçülmesinde çok kullanışlıdır. Bir prizma, spektrofotometre içindeki tungsten-filaman bir ampülden beyaz bir ışığı, 10 ve 20 nm'lik dalga boyu bantlarındaki bir spektrumda yayar. Görsel spektrumdaki her dalga boyu için örnekten yansıyan ışığın miktarı ölçülür (Q.Li 2007, Kim-Pusateri et al., 2007).

Vita Easyshade belirlenen modlarda CIE $L^*a^*b^*$ değerleri veren ağız içi dental spektrofotometredir. Cihaz bir ana ünite, bir el ünitesi ve bir fiber optik kablo topluluğundan oluşur. Diş, renk skalası ve restorasyon olmak üzere 3 ölçüm modu vardır. Ölçümden önce doğru mod seçilmelidir ve ölçüm o modda yapılmalıdır (Vita Easyshade Technical document, 2003).

Sistemde renk, mevcut sistemlerden birinden seçilen renk skalasına benzer bir şekilde temel bir renk olarak görüntülenebilir ayrıca diş üç kez okunabilir ve renk insizal, orta ve gingival olarak ayrıştırılabilir. VITA Easyshade, diş ya da restorasyon rengini ışık koşullarından bağımsız olarak belirleyebilmektedir. Tanımlanan diş rengi 26 adet VITA sistem 3D-Master renklerinden ve üç VITA sistem 3D-Master ağartma renklerinden (bleach shades) birinde veya 16 adet VITApan klasik renklerden birinde gösterilebilmektedir (Vita Easyshade Technical document, 2003).

3. MATERYAL VE METOT

Bu deneysel tez çalışmasında; tam seramik örneklerin hazırlanmasında, yapısında lityum disilikat ($\text{Li}_2\text{O}_2\text{SiO}_2$) içeren *IPS e.max Press* (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) materyali kullanıldı.

Çalışmada kullanılan tam seramik örnekler, seramik renginin polimerizasyon ve yaşlandırma işlemleri üzerine etkisinin standardizasyonun sağlanması amacıyla A2 renkte porselen bloklardan, kor yapıdan ve uyumlu tabakalama porseleninden hazırlandı. Tek porselen tipi ve kalınlığı belirlenerek, 3 farklı dual-sertleşen adeziv rezin siman ve rezin simanların 3 farklı rengi olmak üzere 9 grup oluşturuldu. Porselen diskler sandviç tekniğiyle birbirine yapıştırılacağından (Berrong et al., 1993, Nanhatson and Banasr 2002) her grup için 20 disk olmak üzere toplam 180 disk hazırlandı. Disklerin ikişerli olarak birbirine yapıştırılmasının ardından her grup için 10 adet olmak üzere toplam 90 adet örnek elde edildi.

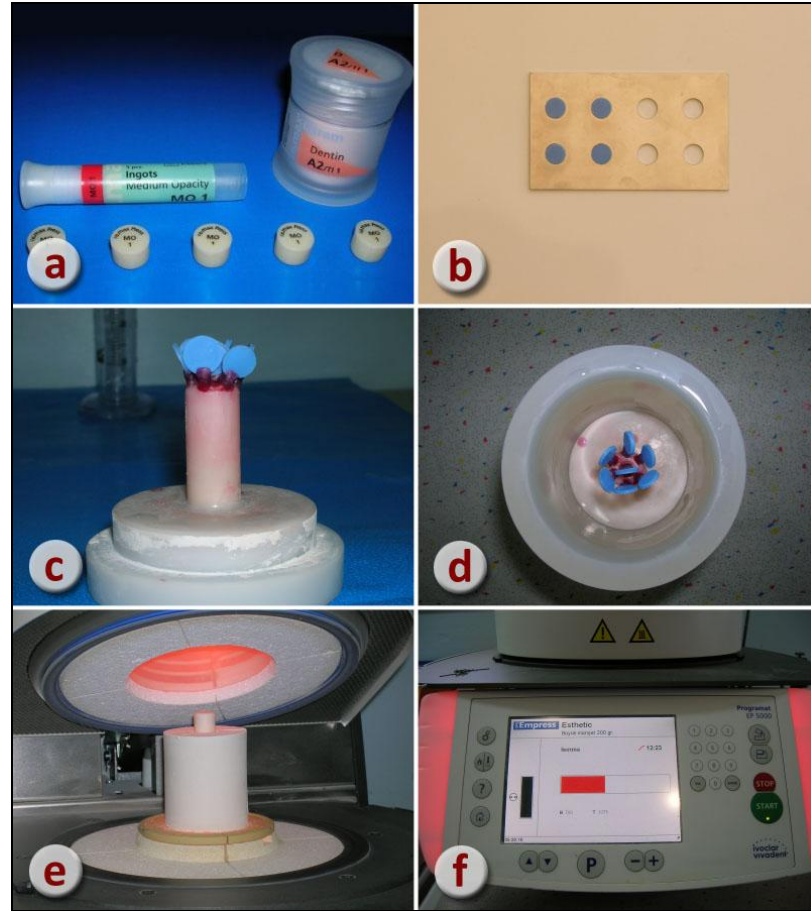
3. 1. Tam Seramik Disklerin Hazırlanması

Bu çalışmada kor alt yapı örneklerinin standardizasyonunu sağlamak için yüksekliği 1 mm ve çapı 8 mm olacak şekilde, paslanmaz çelikten özel bir metal kalıp hazırlandı (Resim 2-a).

Mum örnekleri hazırlamak için kullanılan, *IPS e.max Press* kor materyali ile uyumlu mum (Crown wax, BEGO, Bremen, Germany) eritilerek hazırlanan metal kalıplara içerisinde boşluk kalmayacak şekilde döküldü. Mum örnekler soğuduktan ve sertleştikten sonra metal kalıptan dikkatli bir şekilde çıkarıldı. Örneklerin kalınlıkları tam merkezlerinden ölçüldü.

Mum örnekler üreticinin talimatına göre tij mumu (Wax Wire for Sprues, BEGO, Bremen, Germany) ile bağlandı (Resim 2-b, c). *IPS e.max Press* revetmanı (*IPS PressVEST Speed*, Ivoclar Vivadent), özel likiti ile vakumlu karıştırıcıda

(Motova SL Vacummixer, Bego, Germany) homojen olacak şekilde karıştırıldı. Revetmanın sertleşmesi için 1 saat beklendikten sonra hazırlanan manşet ön ısıtma fırınına (VITA Vacumat 300; VITA Zahnfabrik, Germany) yerleştirildi (Resim 2-d). Manşet 850°C de 60 dk bekletildi. Ön ısıtmanın ardından *IPS e.max Press* orta opasitede (MO) çekirdek materyali seramik fırınına (IPS Empress EP 5000 Pressing Furnace; Ivoclar Vivadent) 920°C’de, ısı ve basınç altında gönderildi (Resim 2-e, f) (Uludağ et al., 2007).

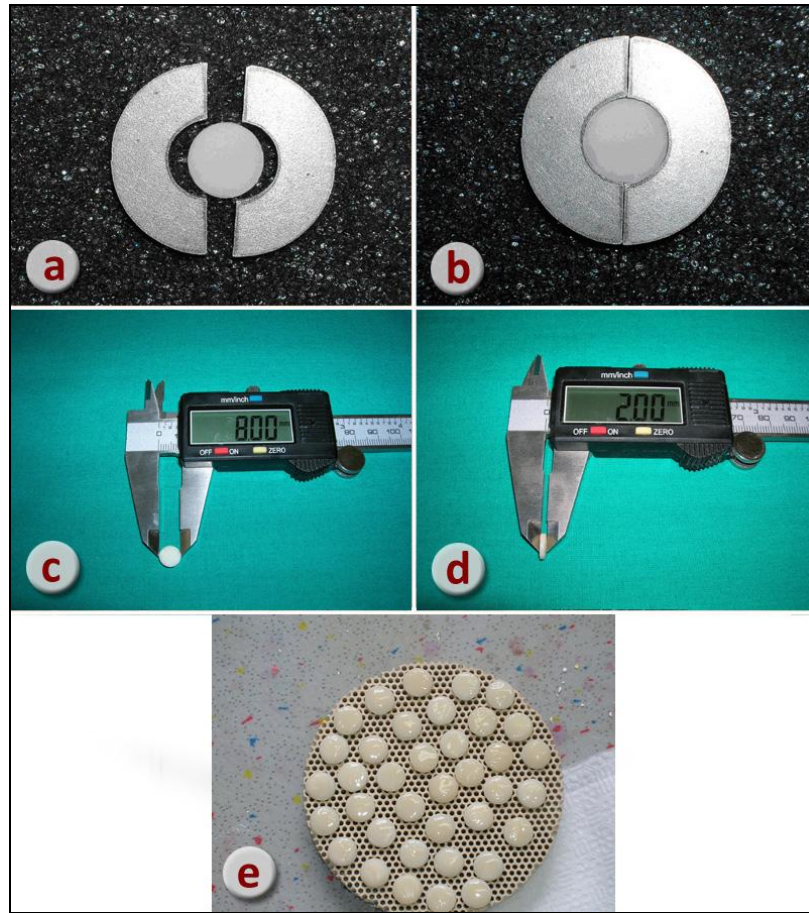


Resim 2 (a-f). Seramik disklerin elde edilme aşamaları.

Manşet fırından alınarak soğuyuncaya kadar oda ısısında bekletildi. Manşetin soğumasının ardından kumlama aletiyle tam seramik disklerin etrafındaki revetman uzaklaştırıldı, diskler separe ile kesildi ve örnekler elde edildi. Örneklerin bir yüzü 600-, 1000- ve 1500 gritlik zımparalarla su altında zımparalandı. Zımparalanan örnekler biri merkezde diğer dördü periferde olmak üzere 5 yerden bir mikrometre

ile ölçüldü ve kalınlıkları $1 \pm 0,05$ mm olarak belirlendi (Choi et al., 2006, Lee et al., 2007c).

Elde edilen ve kalınlıkları ölçülen kor yapıların üzerine A2 renginde VITA renk skalasına göre (VITA Zahnfabrik, Germany) nano-flour-apatit tabakalama seramiği (*IPS e.max Ceram*; Ivoclar Vivadent), 2mm yüksekliğinde ve 8 mm çapında hazırlanan aparey (fluoropolymer resin matrix) yardımıyla uygulandı (Heffernan et al., 2002a) (Resim 3-a, b). Veneer porseleni kondanse edildi, elle titreştirildi; fazla sıvı emici kağıtla uzaklaştırıldı. Matris dikkatli bir şekilde uzaklaştırıldı (Heffernan et al., 2002b). Hazırlanan diskler 750°C 'de pişirildi. Disklerin bir yüzeyine glaze işlemi uygulandı. Elde edilen örneklerin boyutları 1'i merkezinden diğer dördü periferden olacak şekilde 5 yerden dijital kumpasla ölçüldü (Resim 3-c, d, e). $2\text{mm} \pm 0,05$ mm kalınlığındaki örnekler kendi aralarında rastgele seçilerek 9 gruba ayrıldı.



Resim 3 (a-e). Seramik disklerin elde edilme aşamaları.

3. 2. Tam Seramik Disklerin Bağlantı Yüzeylerinin Oluşturulması

Tam seramik disklerin bağlantı yüzeylerinin standardize edilebilmesi için glaze işlemi uygulanmış yüzeyler 240-400-600 gritlik silikon karbit zımparalar ile su altında zımparalandı. Bağlantı yüzey alanını arttırmak için diskler 100µm'lik alüminyum oksit partikülleri ile 1 bar basınç altında kumlandı (Abou-Madina and Abdelaziz 2009). Diskler temizlenmek amacıyla içerisinde distile su bulunan ultrasonik banyoda (Biosonic JR, Whaledent Int NY, USA) bekletildi ve daha sonra hava spreyi ile kurutuldu.

3. 3. Tam Seramik Disklerin Kompozit Rezin Simanla Yapıştırılması

Çalışmada; Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Nexus 3 (Kerr, Orange, Ca, ABD) ve Choice (Bisco, Inc. Schaumburg, IL, ABD) olmak üzere 3 farklı dual-sertleşen adeziv rezin siman kullanıldı.

Renk değişimleri değerlendirilecek rezin simanlardan Variolink II simanın Beyaz (A1), Sarı (A3) ve Transparan renkli simanları, Nexus 3 simanın Beyaz, Sarı ve Transludent (Clear) renkli simanları ve Choice simanının ise A1, A2 ve Transludent renkli simanları seçildi.

Tablo 1. Dual sertleşen rezin simanların kimyasal içerikleri.

Dual-Sertleşen Rezin Simanlar	Siman, Bağlayıcı Ajan, Silan Bağlantı Ajansı	Yapısı	Üretici Firma
Choice Estetik Rezin Siman	Choice Baz ve Katalizör Pastaları	%40-70 Cam partikülleri, %10-40 Amorf silika, %5-30 Bis-GMA	Bisco,Inc. Schaumburg, IL, ABD
	One-Step Plus Bağlayıcı Ajan	%15-40 Bifenil Dimetakrilat, %15-40 HEMA, %40-70 Aseton, %1-10 Dental Cam	Bisco,Inc. Schaumburg, IL, ABD
	Bisco Porcelain Primer Silan Bağlayıcısı	%30-70 Etanol (alkol), %30-70 Aseton, %1-10 Silan	Bisco,Inc. Schaumburg, IL, ABD
Variolink II (Dual-cure Kompozit Rezin Siman)	Variolink II Baz ve Katalizör Pastaları	Monomer matris: Bis-GMA, UDMA ve TEG-DMA İnorganik doldurucular: baryum cam yterbium triflorit, Ba-Al-florosilikat cam Katalizörler, stabilizatörler ve pigmentler	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
	Monobond-S	3-MPS (%1) pH'ı 4 olan asetik asit içeren su/etanol solüsyonu (%99)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
	Heliobond	Bis-GMA (%60) TEG-DMA (%40)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Nexus 3 (3. Jenerasyon Kompozit Rezin Siman)	Nexus 3 Baz ve Katalizör Pastaları	Metakrilat Ester Monomerleri (%20-40), HEMA (bazda %0.5-2.5, katalizörde %2.5- 5), Mineral doldurucular, aktivatörler ve stabilizatörler, radyo opak ajan	Kerr Corp. Orange CA
	Optibond Solo Plus Bağlayıcı Ajan	Etil alkol (%25) Rezin monomer (%55-60) Baryum aluminoborosilikat cam (%5-10) Silikon dioksit (%5-10) Sodyum heksaflorosilikat (%0.5-1)	Kerr Corp. Orange CA
	Silan Primer Silan Bağlayıcısı	Etil alkol (%35-40) Su (%33-36) Dimetakrilat rezinler (%25-28) Stabilizatörler ve Aktivatörler (%1-4)	Kerr Corp. Orange CA

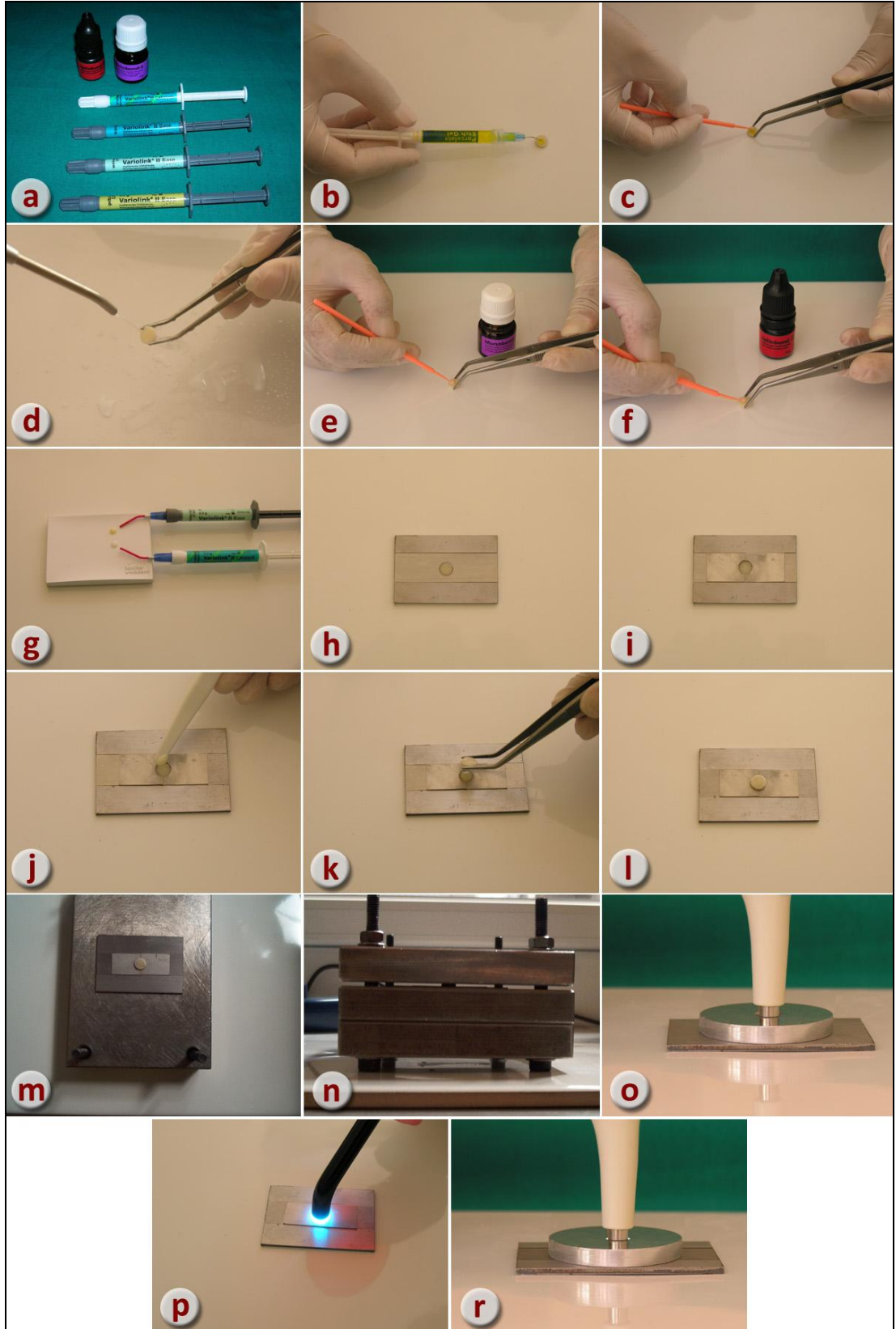
3. 3. 1. Variolink II Dual Sertleşen Rezin Simanla Porselen Disklerin Yapıştırılması

Bu grupta tam seramik diskler Variolink II dual sertleşen adeziv rezin simanla ‘sandviç’ tekniği kullanılarak birbirleri üzerine yapıştırıldı.

1. Tam seramik örnekler %9.6’lık hidroflorik asitle 60sn pürüzlendirildi.
2. Örnekler 60 sn basınçlı hava ve su altında yıkanıp kurutuldu.
3. Bağlantı yüzeyleri ‘Monobond S’ ile silanlandı ve 60 sn beklendi.
4. ‘Heliobond’ bağlantı ajanı örneklerin yüzeyine aplikatör yardımıyla ince bir tabaka halinde uygulandı.
5. Aynı siman kalınlığını elde etmek için, paslanmaz çelikten hazırlanan ve 0.2 mm (Vichi et al., 2000) kalınlığında ve 7 mm çapındaki iki parçadan oluşan jig, seramik diskler arasında standart bir aralık yaratmak için kullanıldı (Nanhatson and Banasr 2002). Jigin uzaklaştırılması sırasında problem oluşturmaması için, iç yüzeyine ince bir tabaka vazelin uygulandı (Eliades et al., 2004 Nanhatson and Banasr 2002).
6. Tüpler içerisinde bulunan eşit miktarda baz (White, Yellow ve Transparant) ve katalizör (Transparant ve düşük viskozite) (Variolink II, Instructions for Use, Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan/Liechtenstein) karıştırma kağıdı üzerinde plastik spatül ile homojen bir şekilde 20 sn süreyle karıştırıldı (Lafunte et al., 2000).
7. Tam seramik diskin bağlantı yüzeyine ince bir tabaka siman uygulandı ve hafif parmak basıncıyla diğer porselen disk üzerine bastırıldı (Nanhatson and Banasr 2002) Siman kalınlığını standardize edebilmek için düz yüzeyli örneklerin üzerine sabit 5 kg’lık ağırlık 3 dk boyunca uygulandı (Lee et al., 2004a, Kim and Lee 2007). Yük kaldırıldıktan sonra artık simanlar bistüri ucu ile uzaklaştırıldı.
8. Polimerizasyon öncesi renk değerlerinin elde edilebilmesi için bir spektrofotometre (VITA Easyshade, VITA Zahnfabrik, Germany) ile standart beyaz zemin üzerinde renk ölçümü yapıldı.
9. Örneklerle bir yüzeyden 60 sn süreyle olmak üzere toplam 120 sn, halojen lambalı ışık cihazıyla (Blue Luxcer M-830, Monitex Ind., Taiwan)

500mW/cm² yoğunlukta ışık uygulandı. Işık cihazının ışık ucu porselen örneklerle arasında mesafe olmayacak şekilde restorasyonun merkezine yerleştirildi ve ışık uygulandı (Küçükeşmen et al., 2008). Işık cihazının her ışık uygulanmasından önceki yoğunluk değerleri radiometre (Demetron Research Corp., CONN, ABD) ile ölçüldü.

10. Polimerizasyon sonrası renk değerlerinin elde edilebilmesi için renk ölçümü tekrarlandı.
11. Örnekler, ışığa maruz kalmamaları için ışık geçirmez kaplara yerleştirildi (Özyeşil et al., 2004).

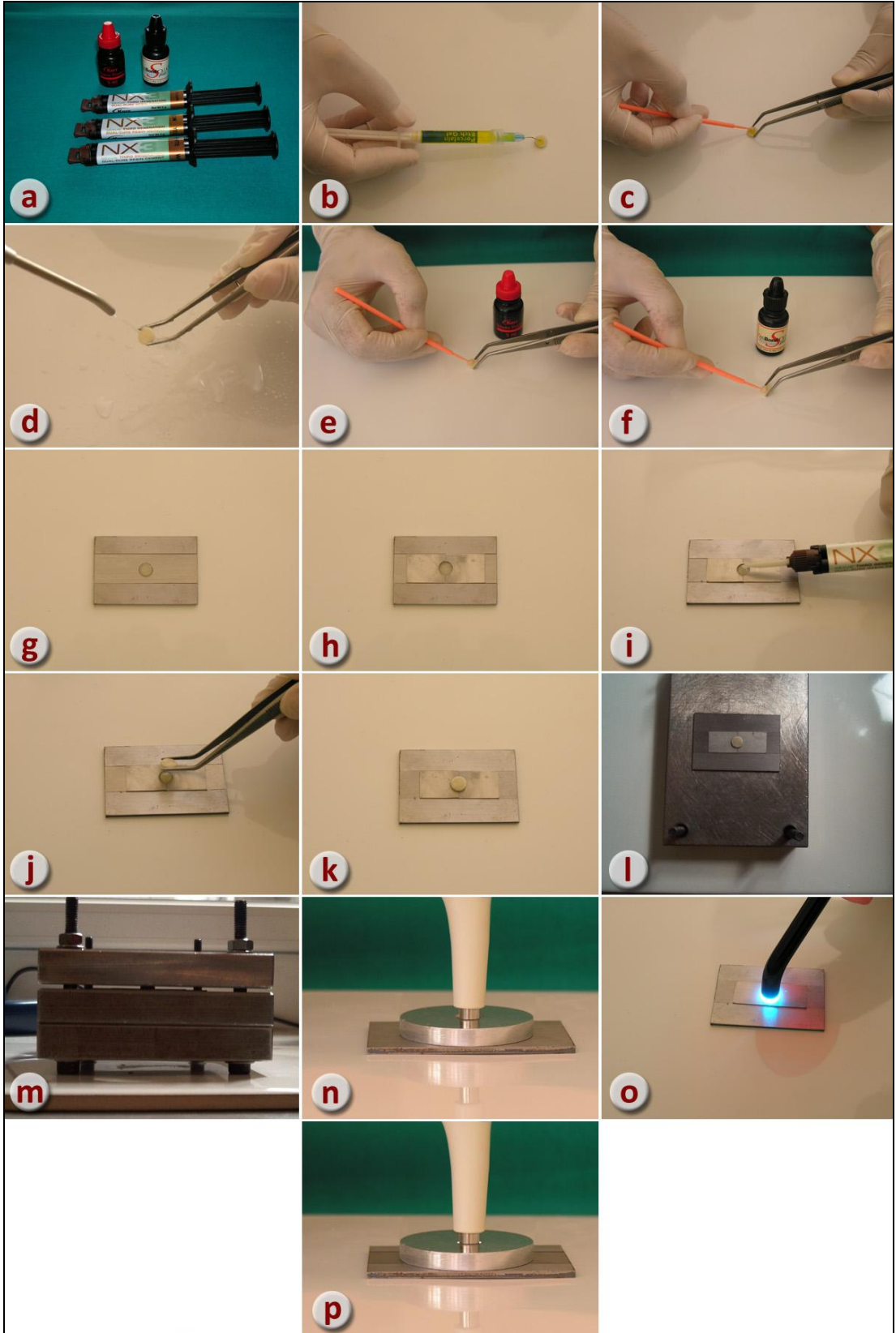


Resim 4 (a-r). Variolink II Simantasyon Aşamaları.

3. 3. 2. Nexus 3 Dual Sertleşen Rezin Simanla Porselen Disklerin Yapıştırılması

Bu grupta tam seramik diskler Nexus 3 dual sertleşen adeziv rezin simanla ‘sandviç’ tekniği kullanılarak birbirleri üzerine yapıştırıldı.

1. Tam seramik örnekler %9.6’lık hidroflorik asitle 60sn pürüzlendirildi.
2. Örnekler 60 sn basınçlı hava ve su altında yıkanıp kurutuldu.
3. Bağlantı yüzeyleri ‘Silan Primer’ ile silanlandı ve 60 sn beklendi.
4. ‘Optibond Solo Plus’ bağlantı ajanı örneklerin yüzeyine aplikatör yardımıyla ince bir tabaka halinde uygulandı.
5. Uniform siman kalınlığı elde etmek için, paslanmaz çelikten hazırlanan ve 0.2 mm kalınlığında ve 7 mm çapındaki iki parçadan oluşan jig, seramik diskler arasında standart bir aralık yaratmak için kullanıldı (Nanhatson and Banasr 2002).
6. Oto-miks şırınga ile tam seramik diskin bağlantı yüzeyine ince bir tabaka, belirlenen renklerde (white, yellow, clear) siman uygulandı ve hafif parmak basıncıyla diğer porselen disk üzerine bastırıldı. Siman kalınlığını standardize edebilmek için düz yüzeyli örneklerin üzerine sabit 5 kg’lık ağırlık 3 dk boyunca uygulandı (Lee et al., 2004a, Kim and Lee 2007). Yük kaldırıldıktan sonra artık simanlar bistüri ucu ile uzaklaştırıldı.
7. Polimerizasyon öncesi renk değerlerinin elde edilebilmesi için bir spektrofotometre (VITA Easyshade, VITA Zahnfabrik, Germany) ile standart beyaz zemin üzerinde renk ölçümü yapıldı.
8. Örneklerle bir yüzeyden 60 sn olmak üzere toplam 120 sn süreyle, ışık cihazıyla 500mW/cm² yoğunlukta ışık uygulandı ve ışık cihazının her ışık uygulanmasından önceki yoğunluk değerleri radiometre (Demetron Research Corp., CONN, ABD) ile ölçüldü.
9. Polimerizasyon sonrası renk değerlerinin elde edilebilmesi için renk ölçümü tekrarlandı.
10. Örnekler, ışığa maruz kalmamaları için ışık geçirmez kaplara yerleştirildi.

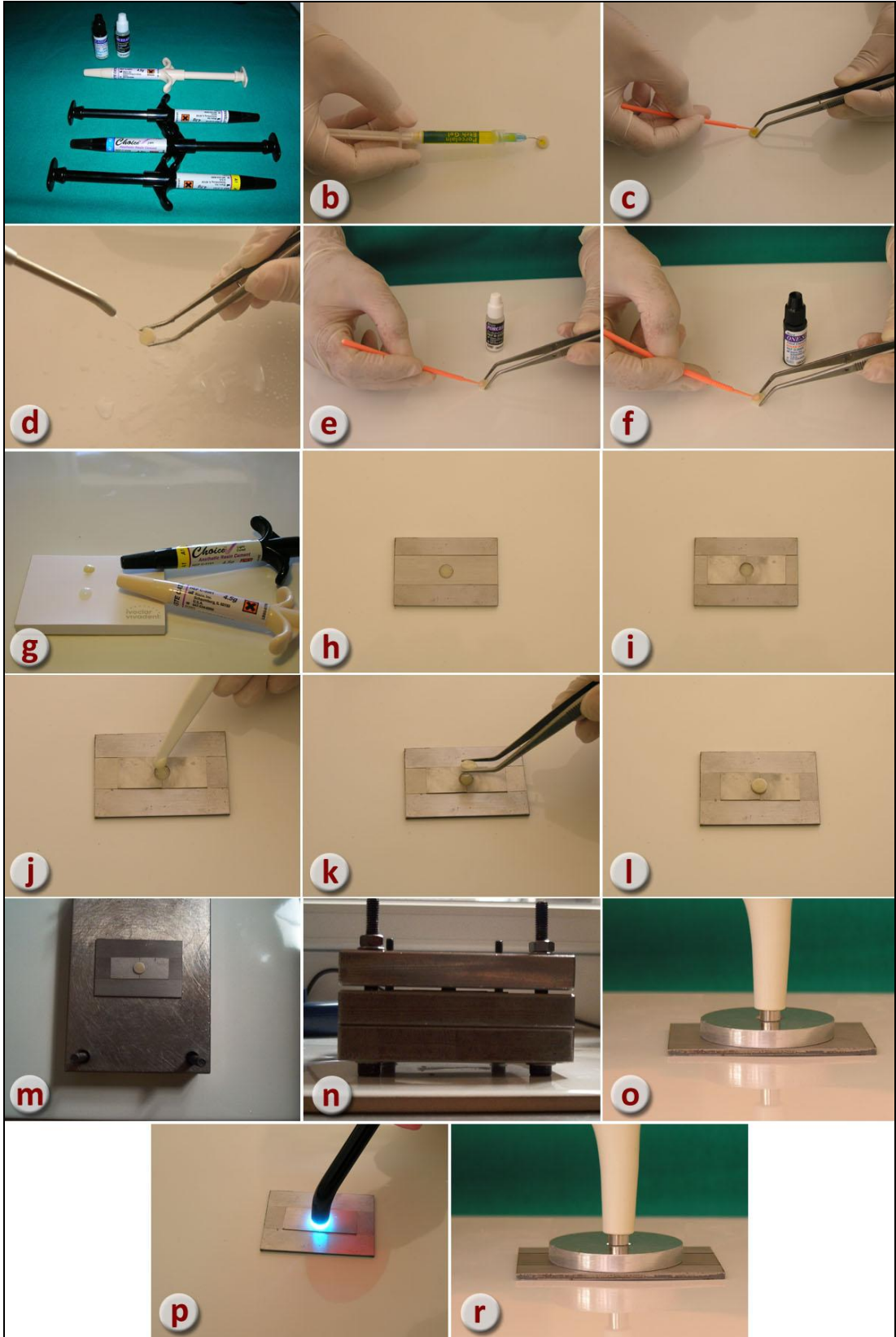


Resim 5 (a-p). Nexus 3 simantasyon aşamaları.

3. 3. 3. Choice Dual Sertleşen Rezin Simanla Porselen Disklerin Yapıştırılması

Bu grupta tam seramik diskler Choice dual sertleşen adeziv rezin simanla ‘sandviç’ tekniği kullanılarak birbirleri üzerine yapıştırıldı.

1. Tam seramik örnekler %9.6’lık hidroflorik asitle 60sn pürüzlendirildi.
2. Örnekler 60 sn basınçlı hava ve su altında yıkanıp kurutuldu.
3. Bağlantı yüzeyleri ‘Bisco Porcelain Primer’ ile silanlandı ve 60 sn beklendi.
4. ‘One Step Plus’ bağlantı ajanı örneklerin yüzeyine aplikatör yardımıyla ince bir tabaka halinde uygulandı.
5. Uniform siman kalınlığı elde etmek için, paslanmaz çelikten hazırlanan ve 0.2 mm kalınlığında ve 7 mm çapındaki iki parçadan oluşan jig, seramik diskler arasında standart bir aralık yaratmak için kullanıldı (Nanhatson and Banasr 2002).
6. Tüpler içerisinde bulunan eşit miktarda baz (A1, A2 ve Translüsent) ve katalizör karıştırma kağıdı üzerinde plastik spatül ile homojen bir şekilde karıştırıldı.
7. Tam seramik diskin bağlantı yüzeyine ince bir tabaka siman uygulandı ve hafif parmak basıncıyla diğer porselen disk üzerine bastırıldı. Siman kalınlığını standardize edebilmek için düz yüzeyli örneklerin üzerine sabit 5 kg’lık ağırlık 3 dk boyunca uygulandı (Lee et al., 2004a, Kim and Lee 2007). Yük kaldırıldıktan sonra artık simanlar bistüri ucu ile uzaklaştırıldı.
8. Polimerizasyon öncesi renk değerlerinin elde edilebilmesi için bir spektrofotometre ile standart beyaz zemin üzerinde renk ölçümü yapıldı
9. Örneklerle bir yüzeyden 60 sn olmak üzere toplam 120 sn süreyle, ışık cihazıyla 500mW/cm² yoğunlukta ışık uygulandı ve ışık cihazının her ışık uygulanmasından önceki yoğunluk değerleri radiometre ile ölçüldü.
10. Polimerizasyon sonrası renk değerlerinin elde edilebilmesi için renk ölçümü tekrarlandı.
11. Örnekler, ışığa maruz kalmamaları için ışık geçirmez kaplara yerleştirildi.



Resim 6 (a-r). Choice simantasyon aşamaları.

3. 4. Spektrofotometrik Renk Ölçümleri

Çalışmada incelenecek tam seramik diskler arasına uygulanmış rezin simanların polimerizasyon öncesi, polimerizasyon sonrası, 24 saat 37 °C suda bekletildikten sonra ve yaşlandırma işleminden sonra renk değişimlerinin belirlenmesi için spektrofotometrik ölçüm yapan VITA Easyshade (VITA Zahnfabrik, Germany) renk ölçüm cihazı kullanıldı.

Enstrümanı kalibre etmek için ölçüm ucu kalibrasyon deliğine yerleştirilip hafifçe bastırıldı ve kalibrasyon başlatılmış oldu. Bib sesi gelinceye kadar beklendi ve ses duyulduktan sonra uç kalibrasyon deliğinden çekildi. Renk ölçümü yapılırken cihazın ölçüm ucunun örnekler üzerinde hep aynı yerde konumlandırılmasını sağlayabilmek için alüminyum jig kullanıldı (Douglas 1997, Douglas and Brewer 1998, Douglas and Przybylska 1999, Lu and Powers 2004).

Porselen örneklerin jigin içine yerleştirilmesinin ardından spektrofotometrenin ölçüm ucu yerleştirildi. Cihazın el parçasının üzerindeki düğmeye basıldı ve cihaz ölçüm yaparken sabit bir şekilde tutuldu. Her örnek için 5 kez renk ölçümü yapıldı (Eliades et al., 2004). Örneklerin 5 kez tekrarlanan ölçümlerinde cihaz tekrar kalibre edilmedi, ancak yeni örneğin renk ölçümünde tekrar kalibrasyon yapıldı.

Renk ölçümleri CIEL*a*b* renk skalasına göre yansıma spektrofotometre (VITA Easyshade, VITA Zahnfabrik, Germany) ile yapıldı. Beyaz arka fon üzerinde L*, a* ve b* değerleri elde edildi (Uchida et al., 1998, Lee et al., 2001, Lee et al., 2004a, Lu and Powers 2004, Lee and Powers 2007a, Küçükkesmen et al., 2008, Samra et al., 2008, Pires-de-Souza et al., 2009). CIEL*a*b* renk uzayında, CIE L* değeri objenin aydınlığının ölçüm değeridir ve mükemmel siyahın L* değerinin 0, mükemmel beyazın L* değerinin 100 olduğu bir skalada rakamlarla belirtilmiştir. CIE a* değeri objenin kırmızı-yeşil değerlerinin ölçümü, CIE b* değeri objenin sarı-mavi değerlerinin ölçümüdür.

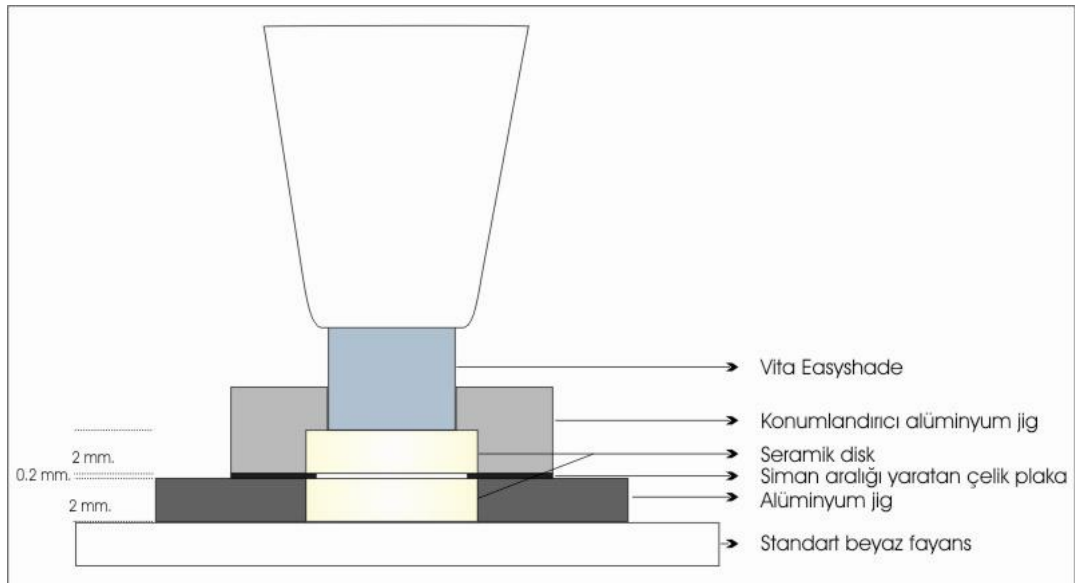
Renk ölçümleri her örnek için beş kez tekrar edildi (Gaintantzopoulou et al., 2009). Elde edilen değerler bilgisayara kaydedildi ve değerlerin ortalamaları elde edildi. Renkteki değişiklikler (ΔE^*_{ab}), aydınlıktaki değişiklikler (ΔL^*), kırmızı-yeşil parametrelerdeki (Δa^*) ve sarı-mavi parametrelerdeki (Δb^*) değişiklikler 'polimerizasyon sonrası değerler – polimerizasyon öncesi değerler' ve

'yaşlandırmadan sonraki değerler – yaşlandırmadan önceki değerler' kullanılarak belirlendi.

Her bir örneğin renk değişimi ΔE formülüyle hesaplandı:

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

Polimerizasyon sonrası örnekler, optimal dönüşümlerinin sağlanabilmesi için ışık geçirmez plastik kaplarda 37°C distile suda 24 saat bekletildi (Powers et al., 1988, Uchida et al., 1998, Koishi et al., 2002, Tanoue et al., 2003, Lee et al., 2004b, Lu and Powers 2004, Vichi et al., 2004, Lee and Powers 2005, Villalta et al., 2006, Pires-De-Souza et al., 2007, Lee et al., 2007b, Sarma et al., 2008, Gaintantzopoulou et al., 2009). 24 saatin ardından örnekler tekrarlanacak renk ölçümleri için sudan çıkarıldı. Renk ölçümlerinden önce örnekler kurutma kağıdının üzerine konuldu ve 60 sn hava spreyle kurutuldu (Gupta et al., 2005). Beyaz zemin üzerinde renk ölçümleri yapıldı ve L^* , a^* ve b^* değerleri kaydedildi (Lee et al., 2001, Lee et al., 2003, Lee et al., 2004a, Lee 2005, Lee and Powers 2005, Küçükeşmen et al., 2008). Bu ilk renk ölçümleri temel renk ölçümü olarak belirlendi. Yaşlandırma sonrası renk değişimleri bu temel değer baz alınarak incelendi (Gaintantzopoulou et al., 2009).

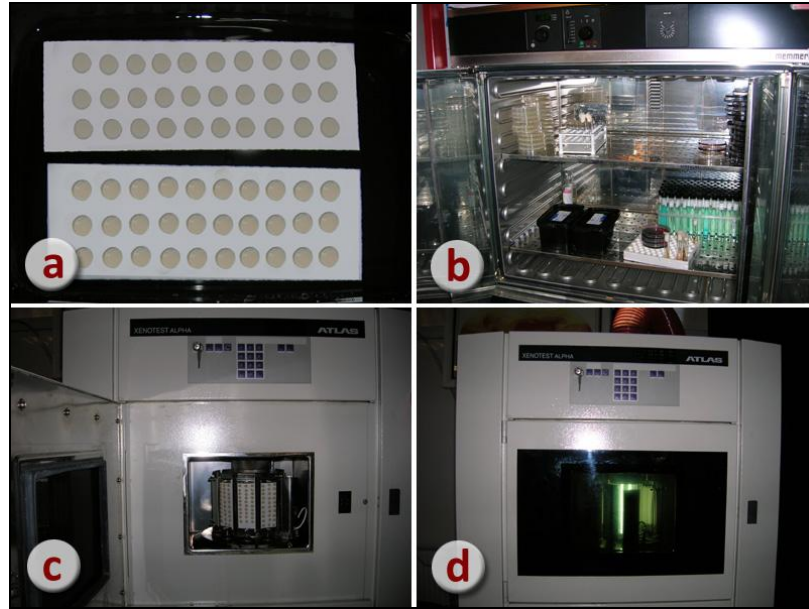


Şekil 4. Örneklerin renk ölçümünün şematik görüntüsü

3. 5. Hızlandırılmış Yaşlandırma Döngüsü

Yaşlandırma işlemi ISO 7491 (2000) standartına göre yapıldı. İlk renk ölçümünün ardından örnekler 150 kJ/m² toplam enerjili hızlandırılmış yaşlandırma çemberinde yaşlandırma işlemine tabii tutuldu. Örneklerin bağlandığı panel ısısı karanlıkta 38° C ve ışıktaki 70° C'dir. Nem oranı karanlıkta % 95 ve ışıktaki % 50'dir. Kuru lamba ısısı karanlıkta 38° C, ışıktaki 47° C'dir. Test döngüsü, 40 dakika sadece ışık, 20 dakika ışık ve ön taraftan su spreyi uygulaması, 60 dakika sadece ışık ve 60 dakika karanlıkta arkadan su spreyi uygulamasını içermektedir (Douglas, 2000).

Yaşlandırma işlemi, 150 kJ/m² enerji intervalleriyle 300 kJ/m² ve 450 kJ/m² toplam enerji seviyelerine kadar devam ettirildi ve 346 saatte tamamlandı. Her 3 interval sonrasında örnekler 1 saat kurumaları için bekletildi (Berrong et al., 1993, Janda et al., 2004), ardından renk ölçümleri beşer kez tekrarlandı, değerlerin ortalamaları alındı ve elde edilen değerler kaydedildi (Paravina et al., 2004; Lee et al., 2006b, Lee and Powers 2007b).



Resim 7 (a-d). Hızlandırılmış yaşlandırma aşamaları.

3. 6. İstatistiksel Değerlendirme

Farklı marka ve renkteki rezin simanların, polimerizasyon ve yaşlandırma sonrası renk değişimlerinin değerlendirilmesinde 2 yönlü MANOVA (Multivariate Analysis of Variance – Çok değişkenli varyans analizi) yapılmıştır. Gruplar arası ortalama farklılıklarının karşılaştırılmasında, Wilks Lambda testi kullanılmıştır. Varyanslarının homojenliğinin değerlendirilmesi Levene's Homojenlik Testi ile yapılmıştır. Farklılık gösteren grubun tespitinde Tukey HSD ve Tamhane's T2 testi kullanılmıştır.

İstatistiksel analizler SPSS sürüm 15.0 (SPSS 2006) ve Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Office 2003) kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

4. 1. Polimerizasyon Sonrası Ölçüm Sonuçları

Çalışmada kullanılan 3 farklı markanın, 3 farklı rengine ait 9 adet rezin simanın, polimerizasyon sonrası L*, a*, b* ve ΔE değerlerinin değişimlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla Tablo 2, 3, 4 ve 5’de verilmiştir.

Tablo 2. Polimerizasyon sonrası L* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
ΔL^*	Choice	Beyaz	-0.880	0.738
		Sarı	-1.160	0.117
		Translüsent	-1.250	0.227
		Total	-1.097	0.463
	Nexus 3	Beyaz	-1.010	0.099
		Sarı	-1.120	0.123
		Translüsent	-1.130	0.082
		Total	-1.087	0.114
	Variolink II	Beyaz	-1.070	0.263
		Sarı	-1.120	0.148
		Translüsent	-1.210	0.129
		Total	-1.133	0.192
Total	Beyaz	-0.987	0.447	
	Sarı	-1.133	0.127	
	Translüsent	-1.197	0.161	
	Total	-1.106	0.294	

Tablo 3. Polimerizasyon sonrası a* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Δa*	Choice	Beyaz	0.510	0.057
		Sarı	0.360	0.117
		Translüsent	0.560	0.117
		Total	0.477	0.130
	Nexus 3	Beyaz	0.370	0.177
		Sarı	0.370	0.116
		Translüsent	0.490	0.088
		Total	0.410	0.140
	Variolink II	Beyaz	0.400	0.267
		Sarı	0.430	0.134
		Translüsent	0.530	0.095
		Total	0.453	0.183
	Total	Beyaz	0.427	0.191
		Sarı	0.387	0.122
		Translüsent	0.527	0.101
		Total	0.447	0.154

Tablo 4. Polimerizasyon sonrası b* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Δb*	Choice	Beyaz	-0.500	0.665
		Sarı	-0.440	0.284
		Translüsent	-0.760	0.158
		Total	-0.567	0.436
	Nexus 3	Beyaz	-0.640	0.171
		Sarı	-0.510	0.057
		Translüsent	-0.730	0.134
		Total	-0.627	0.155
	Variolink II	Beyaz	-0.700	0.205
		Sarı	-0.660	0.135
		Translüsent	-0.780	0.187
		Total	-0.713	0.180
	Total	Beyaz	-0.613	0.408
		Sarı	-0.537	0.201
		Translüsent	-0.757	0.157
		Total	-0.636	0.290

Tablo 5. Polimerizasyon sonrası ΔE değerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
ΔE	Choice	Beyaz	1.472	0.089
		Sarı	1.326	0.091
		Translüsent	1.583	0.184
		Total	1.460	0.164
	Nexus 3	Beyaz	1.274	0.083
		Sarı	1.293	0.102
		Translüsent	1.442	0.032
		Total	1.336	0.107
	Variolink II	Beyaz	1.391	0.160
		Sarı	1.385	0.100
		Translüsent	1.545	0.157
		Total	1.440	0.156
Total	Beyaz	1.379	0.139	
	Sarı	1.335	0.102	
	Translüsent	1.523	0.149	
	Total	1.412	0.153	

Tablo 6. Polimerizasyon sonrası Wilks Lambda analizi sonuçları

Etki	Değer	F	Hipotez df	Hata df	Sig.	Partial Eta Sq.	
Kesişim marka renk marka * renk	Wilks' Lambda	0.002	8.959.440	4.000	78.000	0.000	0.994
		0.083	48.351	8.000	156.000	0.000	0.144
		0.771	2.702	8.000	156.000	0.008	0.262
		0.609	2.634	16.000	238.932	0.001	0.050

Marka ve renk bağımsız değişkenlerinin, tüm bağımlı değişkenler için p değeri 0.05'ten küçük olduğu için; marka ve renk değişkenlerinin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri anlamlıdır (Tablo 6).

Faktörlerin, etki büyüklüklerini gösteren, partial eta squared kolonu incelendiğinde, renk faktörünün (0.262), marka faktörüne(0.144) göre, bağımlı değişkenler üzerinde daha etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 7. Marka bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değişimlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Marka	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Choice	-1.097	0.053	-1.201	-0.992
	Nexus 3	-1.087	0.053	-1.191	-0.982
	Variolink II	-1.133	0.053	-1.238	-1.029
Δa^*	Choice	0.477	0.026	0.425	0.528
	Nexus 3	0.410	0.026	0.358	0.462
	Variolink II	0.453	0.026	0.402	0.505
Δb^*	Choice	-0.567	0.051	-0.668	-0.466
	Nexus 3	-0.627	0.051	-0.728	-0.526
	Variolink II	-0.713	0.051	-0.814	-0.612
ΔE	Choice	1.460	0.022	1.417	1.504
	Nexus 3	1.336	0.022	1.293	1.380
	Variolink II	1.440	0.022	1.397	1.484

Tablo 7 incelendiğinde, polimerizasyon sonrası;

- En çok aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan markanın Variolink II (-1.133) olduğu; en az aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan markanın ise Nexus 3 (-1.087) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre aydınlık değişimleri (ΔL^*) arasındaki farkın çok düşük olduğu görülmüştür.
- En çok kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan markanın Choice (0.477) olduğu; en az kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan markanın ise Nexus 3 olduğu (0.410) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre kırmızı-yeşil koordinat değişimleri (Δa^*) arasındaki fark incelendiğinde; Choice ve Variolink II'nin birbirlerine yakın sonuçlar verdiği; Nexus 3'ün ise belirgin şekilde farklılaştığı görülmüştür.
- En çok sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan markanın Variolink II (0.713) olduğu; en az sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan markanın ise Choice olduğu (0.567) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre sarı-mavi koordinat değişimleri (Δb^*) arasındaki farkın çok düşük olduğu görülmüştür.

- En çok renk değişimine (ΔE) uğrayan markanın Choice (1.460) olduğu; en az renk değişimine (ΔE) uğrayan markanın ise Nexus 3 olduğu (1.336) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre renk değişimleri (ΔE) incelendiğinde; Choice ve Variolink II'nin renk değişikliklerinin birbirlerine çok yakın olduğu, Nexus 3'ün ise daha az renk değiştirdiği görülmüştür.

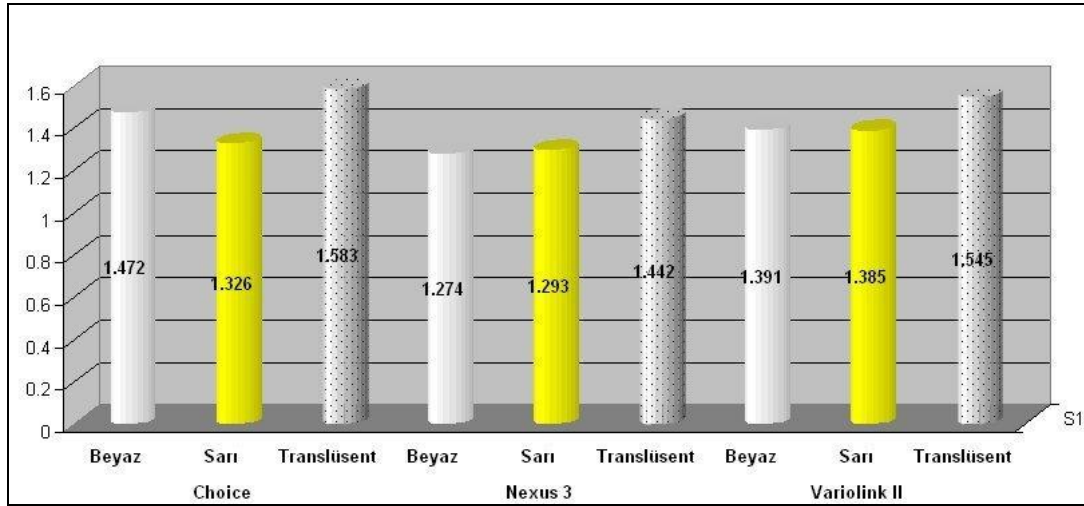
Tablo 8. Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Renk	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Beyaz	-0.987	0.053	-1.091	-0.882
	Sarı	-1.133	0.053	-1.238	-1.029
	Translüsent	-1.197	0.053	-1.301	-1.092
Δa^*	Beyaz	0.427	0.026	0.375	0.478
	Sarı	0.387	0.026	0.335	0.438
	Translüsent	0.527	0.026	0.475	0.578
Δb^*	Beyaz	-0.613	0.051	-0.714	-0.512
	Sarı	-0.537	0.051	-0.638	-0.436
	Translüsent	-0.757	0.051	-0.858	-0.656
ΔE	Beyaz	1.379	0.022	1.336	1.423
	Sarı	1.335	0.022	1.291	1.378
	Translüsent	1.523	0.022	1.480	1.566

Tablo 8 incelendiğinde, polimerizasyon sonrası;

- En çok aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan simanların translüsent simanlar (-1.197) olduğu; en az aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan simanların ise beyaz simanlar olduğu (-0.987) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre aydınlık değişimleri (ΔL^*) incelendiğinde, sarı ve translüsent simanların birbirine yakın sonuçlar verdiği, beyaz simanların ise daha az aydınlık değişimine uğradığı görülmüştür.
- En çok kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan simanların translüsent simanlar (0.527) olduğu; en az kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan simanların ise sarı simanlar olduğu (0.387) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre kırmızı-yeşil koordinat değişimleri (Δa^*) arasındaki farkların, her üç renk siman arasında da belirgin oldukları görülmüştür.

- En çok sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan simanların translüsent simanlar (0.757) olduğu; en az sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan simanların ise sarı simanlar (0.537) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre sarı-mavi koordinat değişimleri (Δb^*) arasındaki farkların, her üç renk siman arasında da belirgin oldukları görülmüştür.
- En çok renk değişimine (ΔE) uğrayan simanların translüsent simanlar (1.523) olduğu; en az renk değişimine (ΔE) uğrayan simanların ise sarı renkli simanlar olduğu (1.335) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine renk değişimleri (ΔE) incelendiğinde; sarı ve beyaz renkli simanların renk değişikliklerinin birbirlerine çok yakın olduğu, translüsent simanların ise daha fazla renk değiştirdiği görülmüştür.



Grafik 1: Marka ve Renk değişkenlerine göre ΔE (Polimerizasyon).

Tablo 9. Marka ve Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Marka	Renk	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Choice	Beyaz	-0.880	0.091	-1.061	-0.699
		Sarı	-1.160	0.091	-1.341	-0.979
		Translüsent	-1.250	0.091	-1.431	-1.069
	Nexus 3	Beyaz	-1.010	0.091	-1.191	-0.829
		Sarı	-1.120	0.091	-1.301	-0.939
		Translüsent	-1.130	0.091	-1.311	-0.949
	Variolink II	Beyaz	-1.070	0.091	-1.251	-0.889
		Sarı	-1.120	0.091	-1.301	-0.939
		Translüsent	-1.210	0.091	-1.391	-1.029
Δa^*	Choice	Beyaz	0.510	0.045	0.421	0.599
		Sarı	0.360	0.045	0.271	0.449
		Translüsent	0.560	0.045	0.471	0.649
	Nexus 3	Beyaz	0.370	0.045	0.281	0.459
		Sarı	0.370	0.045	0.281	0.459
		Translüsent	0.490	0.045	0.401	0.579
	Variolink II	Beyaz	0.400	0.045	0.311	0.489
		Sarı	0.430	0.045	0.341	0.519
		Translüsent	0.530	0.045	0.441	0.619
Δb^*	Choice	Beyaz	-0.500	0.088	-0.675	-0.325
		Sarı	-0.440	0.088	-0.615	-0.265
		Translüsent	-0.760	0.088	-0.935	-0.585
	Nexus 3	Beyaz	-0.640	0.088	-0.815	-0.465
		Sarı	-0.510	0.088	-0.685	-0.335
		Translüsent	-0.730	0.088	-0.905	-0.555
	Variolink II	Beyaz	-0.700	0.088	-0.875	-0.525
		Sarı	-0.660	0.088	-0.835	-0.485
		Translüsent	-0.780	0.088	-0.955	-0.605
ΔE	Choice	Beyaz	1.472	0.038	1.397	1.548
		Sarı	1.326	0.038	1.251	1.401
		Translüsent	1.583	0.038	1.507	1.658
	Nexus 3	Beyaz	1.274	0.038	1.199	1.349
		Sarı	1.293	0.038	1.217	1.368
		Translüsent	1.442	0.038	1.366	1.517
	Variolink II	Beyaz	1.391	0.038	1.316	1.467
		Sarı	1.385	0.038	1.310	1.460
		Translüsent	1.545	0.038	1.469	1.620

Polimerizasyon sonrasında renk değişiklikleri incelendiğinde (Tablo 9);

- Choice markasının; en çok renk değiştiren simanlarının translüent simanlar olduğu (1.583), en az renk değiştiren simanlarının ise sarı renkli simanlar olduğu (1.326) görölmektedir.
- Nexus 3 markasının; en çok renk değiştiren simanlarının translüent simanlar olduğu (1.442), en az renk değiştiren simanlarının ise beyaz renkli simanlar olduğu (1.274) görölmektedir.
- Variolink II markasının; en çok renk değiştiren simanlarının translüent simanlar olduğu (1.545), en az renk değiştiren simanlarının ise sarı renkli simanlar olduğu (1.385) görölmektedir.
- Genel olarak; en çok renk değiştiren simanın, Choice markasının translüent simanı olduğu (1.583), en az renk değiştiren simanın, Nexus 3'ün beyaz renkli simanı olduğu (1.274) görölmektedir.
- Her üç marka için de en çok renk değiştiren simanlar translüent simanlar olurken; en az renk değiştiren simanlar Choice ve Variolink II markaları için sarı renkli simanlar; Nexus 3 için ise beyaz renkli simanlar olmuştur (Grafik 1).

Tablo 10. Marka bazında Tukey HSD testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Tukey HSD	Marka	Marka	Ortalama Farkı	Std. Sapma	Sig.	%95 Güven Aralığı	
							Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	-0.010	0.074	0.990	-0.188	0.168
			Variolink II	0.037	0.074	0.875	-0.141	0.214
		Nexus 3	Choice	0.010	0.074	0.990	-0.168	0.188
			Variolink II	0.047	0.074	0.806	-0.131	0.224
		Variolink II	Choice	-0.037	0.074	0.875	-0.214	0.141
			Nexus 3	-0.047	0.074	0.806	-0.224	0.131
Δa^*	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	0.067	0.037	0.169	-0.021	0.154
			Variolink II	0.023	0.037	0.800	-0.064	0.111
		Nexus 3	Choice	-0.067	0.037	0.169	-0.154	0.021
			Variolink II	-0.043	0.037	0.467	-0.131	0.044
		Variolink II	Choice	-0.023	0.037	0.800	-0.111	0.064
			Nexus 3	0.043	0.037	0.467	-0.044	0.131
Δb^*	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	0.060	0.072	0.681	-0.111	0.231
			Variolink II	0.147	0.072	0.108	-0.024	0.318
		Nexus 3	Choice	-0.060	0.072	0.681	-0.231	0.111
			Variolink II	0.087	0.072	0.451	-0.084	0.258
		Variolink II	Choice	-0.147	0.072	0.108	-0.318	0.024
			Nexus 3	-0.087	0.072	0.451	-0.258	0.084
ΔE	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	0.124	0.031	0.000	0.051	0.198
			Variolink II	0.020	0.031	0.793	-0.054	0.094
		Nexus 3	Choice	-0.124	0.031	0.000	-0.198	-0.051
			Variolink II	-0.104	0.031	0.003	-0.178	-0.031
		Variolink II	Choice	-0.020	0.031	0.793	-0.094	0.054
			Nexus 3	0.104	0.031	0.003	0.031	0.178

Tablo 11. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, marka bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

	Marka	N	Altküme	
			1	2
Tukey HSD	Nexus 3	30	1.336	
	Variolink II	30		1.440
	Choice	30		1.460
	Sig.		1.000	0.793

Tukey HSD testi ve alt kümelerin dağılımı tabloları incelendiğinde (Tablo 10,11); Choice ile Nexus 3, Nexus 3 ile Variolink II arasındaki renk değişimleri farkları anlamlı iken ($p < 0.05$), Choice ile Variolink II arasındaki renk değişimleri farklarının ($p > 0.05$) istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları sonucu çıkmaktadır.

Tablo 12. Renk bazında Tukey HSD testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Renk	Renk	Ortalama Farkı	Std. Sapma	Sig.	%95 Güven Aralığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
ΔL^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	0.147	0.074	0.126	-0.031	0.324
			Translüsent	0.210	0.074	0.016	0.032	0.388
		Sarı	Beyaz	-0.147	0.074	0.126	-0.324	0.031
			Translüsent	0.063	0.074	0.673	-0.114	0.241
	Translüsent	Beyaz	-0.210	0.074	0.016	-0.388	-0.032	
		Sarı	-0.063	0.074	0.673	-0.241	0.114	
		Tukey HSD	Beyaz	0.040	0.037	0.522	-0.047	0.127
			Translüsent	-0.100	0.037	0.021	-0.187	-0.013
Sarı	Beyaz	-0.040	0.037	0.522	-0.127	0.047		
	Translüsent	-0.140	0.037	0.001	-0.227	-0.053		
	Translüsent	Beyaz	0.100	0.037	0.021	0.013	0.187	
		Sarı	0.140	0.037	0.001	0.053	0.227	
Δb^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	-0.077	0.072	0.536	-0.248	0.094
			Translüsent	0.143	0.072	0.119	-0.028	0.314
		Sarı	Beyaz	0.077	0.072	0.536	-0.094	0.248
			Translüsent	0.220	0.072	0.008	0.049	0.391
	Translüsent	Beyaz	-0.143	0.072	0.119	-0.314	0.028	
		Sarı	-0.220	0.072	0.008	-0.391	-0.049	
		Tukey HSD	Beyaz	0.045	0.031	0.319	-0.029	0.118
			Translüsent	-0.144	0.031	0.000	-0.217	-0.070
Sarı	Beyaz	-0.045	0.031	0.319	-0.118	0.029		
	Translüsent	-0.188	0.031	0.000	-0.262	-0.115		
	Translüsent	Beyaz	0.144	0.031	0.000	0.070	0.217	
		Sarı	0.188	0.031	0.000	0.115	0.262	

Tablo 13. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, renk bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

	Renk	N	Altküme	
			1	2
Tukey HSD	Sarı	30	1.335	
	Beyaz	30	1.379	
	Translüsent	30		1.523
	Sig.		0.319	1.000

Tukey HSD testi ve alt kümelerin dağılımı tabloları incelendiğinde (Tablo 12, 13), translüsent ile sarı renkli, translüsent ile beyaz renkli simanlar arasındaki

renk değişimleri farkları anlamlı iken, beyaz ve sarı renkli simanlar arasındaki renk değişimleri farklarının istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları sonucu çıkmaktadır.

4. 2. Yaşlandırma 1. İnterval Sonrası Ölçüm Sonuçları

Çalışmada kullanılan 3 farklı markanın, 3 farklı rengine ait 9 adet rezin simanın, yaşlandırma 1. interval sonrası L^* , a^* , b^* ve ΔE değerlerinin değişimlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla Tablo 14, 15, 16 ve 17’de verilmiştir.

Tablo 14. 1. interval sonrası L^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
ΔL^*	Choice	Beyaz	-2.860	0.347
		Sarı	-3.160	0.135
		Translüsent	-3.180	0.249
		Total	-3.067	0.290
	Nexus 3	Beyaz	-2.320	0.220
		Sarı	-2.230	0.306
		Translüsent	-2.170	0.216
		Total	-2.240	0.250
	Variolink II	Beyaz	-3.120	0.169
		Sarı	-2.890	0.213
		Translüsent	-3.110	0.242
		Total	-3.040	0.230
Total	Beyaz	-2.767	0.420	
	Sarı	-2.760	0.455	
	Translüsent	-2.820	0.521	
	Total	-2.782	0.462	

Tablo 15. 1. interval sonrası a* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Δa*	Choice	Beyaz	0.430	0.206
		Sarı	0.370	0.481
		Translüsent	0.320	0.418
		Total	0.373	0.376
	Nexus 3	Beyaz	0.250	0.232
		Sarı	0.400	0.527
		Translüsent	0.080	0.220
		Total	0.243	0.368
	Variolink II	Beyaz	0.180	0.235
		Sarı	0.260	0.427
		Translüsent	0.280	0.282
		Total	0.240	0.317
	Total	Beyaz	0.287	0.242
		Sarı	0.343	0.467
		Translüsent	0.227	0.325
		Total	0.286	0.356

Tablo 16. 1. interval sonrası b* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Δb*	Choice	Beyaz	1.520	0.418
		Sarı	1.010	0.373
		Translüsent	1.130	0.455
		Total	1.220	0.459
	Nexus 3	Beyaz	0.830	0.271
		Sarı	0.480	0.374
		Translüsent	0.580	0.278
		Total	0.630	0.335
	Variolink II	Beyaz	1.140	0.357
		Sarı	1.450	0.534
		Translüsent	0.910	0.555
		Total	1.167	0.523
	Total	Beyaz	1.163	0.446
		Sarı	0.980	0.581
		Translüsent	0.873	0.486
		Total	1.006	0.516

Tablo 17. 1. interval sonrası ΔE değerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
ΔE	Choice	Beyaz	3.309	0.187
		Sarı	3.388	0.110
		Translüsent	3.447	0.098
		Total	3.381	0.145
	Nexus 3	Beyaz	2.504	0.152
		Sarı	2.403	0.230
		Translüsent	2.278	0.136
		Total	2.395	0.195
	Variolink II	Beyaz	3.352	0.160
		Sarı	3.312	0.135
		Translüsent	3.312	0.115
		Total	3.325	0.134
Total	Beyaz	3.055	0.428	
	Sarı	3.034	0.483	
	Translüsent	3.012	0.543	
	Total	3.034	0.482	

Tablo 18. Yaşlandırma 1. interval Wilks Lambda analizi sonuçları

Etki	Değer	F	Hipotez df	Hata df	Sig.	Partial Eta Sq.	
Kesişim marka renk	Wilks' Lambda	0.002	8.959.440	4.000	78.000	0.000	0.998
		0.083	48.351	8.000	156.000	0.000	0.713
marka * renk		0.771	2.702	8.000	156.000	0.008	0.122
		0.609	2.634	16.000	238.932	0.001	0.117

Marka ve renk bağımsız değişkenlerinin, tüm bağımlı değişkenler için p değeri 0.05'ten küçük olduğu için; marka ve renk değişkenlerinin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri anlamlıdır (Tablo 18).

Faktörlerin, etki büyüklüklerini gösteren, partial eta squared kolonu incelendiğinde, marka değişkeninin (0.713), renk değişkenine göre (0.122), bağımlı değişkenler üzerinde, daha etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 19. Marka bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Marka	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Choice	-3.067	0.044	-3.154	-2.979
	Nexus 3	-2.240	0.044	-2.327	-2.153
	Variolink II	-3.040	0.044	-3.127	-2.953
Δa^*	Choice	0.373	0.065	0.244	0.503
	Nexus 3	0.243	0.065	0.114	0.373
	Variolink II	0.240	0.065	0.110	0.370
Δb^*	Choice	1.220	0.075	1.070	1.370
	Nexus 3	0.630	0.075	0.480	0.780
	Variolink II	1.167	0.075	1.017	1.316
ΔE	Choice	3.381	0.028	3.326	3.437
	Nexus 3	2.395	0.028	2.340	2.450
	Variolink II	3.325	0.028	3.270	3.380

Tablo 19 incelendiğinde, 1. interval sonrası;

- En çok aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan markanın Choice (-3.067) olduğu; en az aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan markanın ise Nexus 3 (-2.240) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre aydınlık değişimleri (ΔL^*) arasındaki farkın Variolink II ve Choice arasında düşük iken, Nexus 3 ile belirgin olduğu görülmüştür.
- En çok kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan markanın Choice (0.373) olduğu; en az kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan markanın ise Variolink II olduğu (0.240) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre kırmızı-yeşil koordinat değişimleri (Δa^*) arasında Variolink ve Nexus 3 arasındaki farkın çok düşük olduğu görülmüştür. Choice ise belirgin bir farklılık göstermektedir.
- En çok sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan markanın Choice (1.220) olduğu; en az sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan markanın ise Nexus 3 olduğu (0.630) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre sarı-mavi koordinat değişimleri (Δb^*) arasındaki farkın Variolink ve Choice arasında çok düşük olduğu görülmüştür. Nexus 3 ise belirgin şekilde farklılık göstermektedir.

- En çok renk değişimine (ΔE) uğrayan markanın Choice (3.381) olduğu; en az renk değişimine (ΔE) uğrayan markanın ise Nexus 3 (2.395) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre renk değişimleri (ΔE) incelendiğinde; Choice ve Variolink II'nin renk değişikliklerinin birbirlerine çok yakın olduğu, Nexus 3'ün ise daha az renk değiştirdiği görülmüştür.

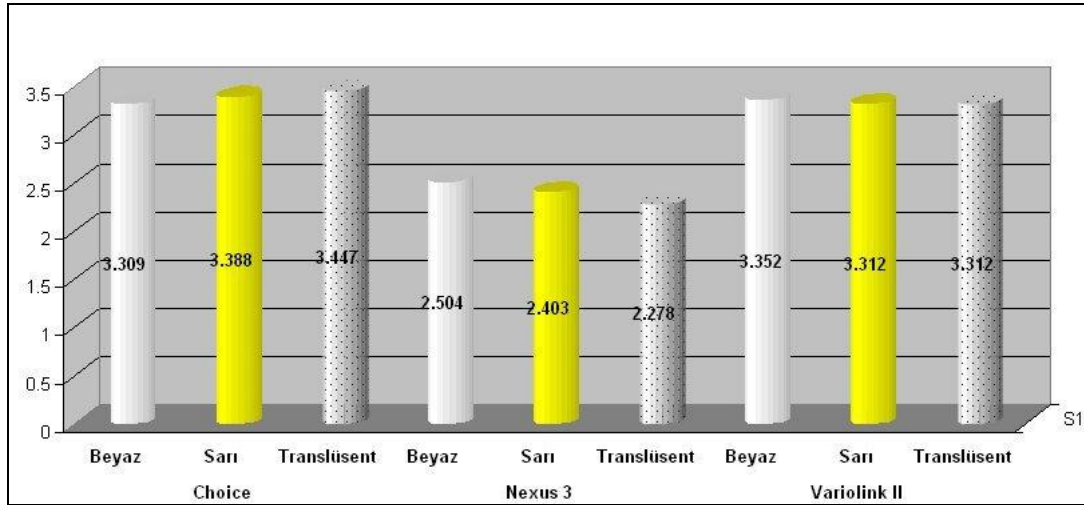
Tablo 20. Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Renk	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Beyaz	-2.767	0.044	-2.854	-2.679
	Sarı	-2.760	0.044	-2.847	-2.673
	Translüsent	-2.820	0.044	-2.907	-2.733
Δa^*	Beyaz	0.287	0.065	0.157	0.416
	Sarı	0.343	0.065	0.214	0.473
	Translüsent	0.227	0.065	0.097	0.356
Δb^*	Beyaz	1.163	0.075	1.014	1.313
	Sarı	0.980	0.075	0.830	1.130
	Translüsent	0.873	0.075	0.724	1.023
ΔE	Beyaz	3.055	0.028	3.000	3.110
	Sarı	3.034	0.028	2.979	3.090
	Translüsent	3.012	0.028	2.957	3.068

Tablo 20 incelendiğinde, 1.interval sonrası;

- En çok aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan simanların translüsent simanlar (-2.820) olduğu; en az aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan simanların ise sarı renkli simanlar olduğu (-2.760) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre aydınlık değişimleri (ΔL^*) incelendiğinde, sarı ve beyaz renkli simanların birbirine yakın sonuçlar verdiği, translüsent simanların ise belirgin biçimde farklılaştığı görülmüştür.
- En çok kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan simanların sarı simanlar (0.343) olduğu; en az kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan simanların ise translüsent simanlar olduğu (0.227) olduğu görülmüştür.

- Siman renklerine göre kırmızı-yeşil koordinat değişimleri (Δa^*) arasındaki farkların, her üç renk siman arasında da belirgin oldukları görülmüştür.
- En çok sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan simanların beyaz renkli simanlar (1.163) olduğu; en az sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan simanların ise translüsent simanlar (0.873) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre sarı-mavi koordinat değişimleri (Δb^*) arasındaki farkların, her üç renk siman arasında da belirgin oldukları görülmüştür.
- En çok renk değişimine (ΔE) uğrayan simanların beyaz renkli simanlar (3.055) olduğu; en az renk değişimine (ΔE) uğrayan simanların ise translüsent simanlar olduğu (3.012) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre renk değişimleri (ΔE) incelendiğinde; tüm simanların renk değişikliklerinin birbirlerine çok yakın olduğu görülmüştür.



Grafik 2: Marka ve Renk değişkenlerine göre ΔE – 1.İnterval.

Tablo 21. Marka ve Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Marka	Renk	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Choice	Beyaz	-2.860	0.076	-3.011	-2.709
		Sarı	-3.160	0.076	-3.311	-3.009
		Translüsent	-3.180	0.076	-3.331	-3.029
	Nexus 3	Beyaz	-2.320	0.076	-2.471	-2.169
		Sarı	-2.230	0.076	-2.381	-2.079
		Translüsent	-2.170	0.076	-2.321	-2.019
	Variolink II	Beyaz	-3.120	0.076	-3.271	-2.969
		Sarı	-2.890	0.076	-3.041	-2.739
		Translüsent	-3.110	0.076	-3.261	-2.959
Δa^*	Choice	Beyaz	0.430	0.113	0.205	0.655
		Sarı	0.370	0.113	0.145	0.595
		Translüsent	0.320	0.113	0.095	0.545
	Nexus 3	Beyaz	0.250	0.113	0.025	0.475
		Sarı	0.400	0.113	0.175	0.625
		Translüsent	0.080	0.113	-0.145	0.305
	Variolink II	Beyaz	0.180	0.113	-0.045	0.405
		Sarı	0.260	0.113	0.035	0.485
		Translüsent	0.280	0.113	0.055	0.505
Δb^*	Choice	Beyaz	1.520	0.130	1.261	1.779
		Sarı	1.010	0.130	0.751	1.269
		Translüsent	1.130	0.130	0.871	1.389
	Nexus 3	Beyaz	0.830	0.130	0.571	1.089
		Sarı	0.480	0.130	0.221	0.739
		Translüsent	0.580	0.130	0.321	0.839
	Variolink II	Beyaz	1.140	0.130	0.881	1.399
		Sarı	1.450	0.130	1.191	1.709
		Translüsent	0.910	0.130	0.651	1.169
ΔE	Choice	Beyaz	3.309	0.048	3.213	3.404
		Sarı	3.388	0.048	3.293	3.484
		Translüsent	3.447	0.048	3.351	3.543
	Nexus 3	Beyaz	2.504	0.048	2.409	2.600
		Sarı	2.403	0.048	2.307	2.499
		Translüsent	2.278	0.048	2.183	2.374
	Variolink II	Beyaz	3.352	0.048	3.256	3.447
		Sarı	3.312	0.048	3.216	3.407
		Translüsent	3.312	0.048	3.216	3.408

1.interval sonrasında renk değişiklikleri incelendiğinde (Tablo 21);

- Choice markasının; en çok renk değiştiren simanlarının translüsent simanlar olduğu (3.447), en az renk değiştiren simanlarının ise beyaz renkli simanlar olduğu (3.309) görölmektedir.
- Nexus 3 markasının; en çok renk değiştiren simanlarının beyaz simanlar olduğu (2.504), en az renk değiştiren simanlarının ise translüsent renkli simanlar olduğu (2.278) görölmektedir.
- Variolink II markasının, en çok renk değiştiren simanlarının beyaz simanlar olduğu (3.352), en az renk değiştiren simanlarının ise sarı renkli ve translüsent simanlar olduğu (3.312) görölmektedir.
- Genel olarak; en çok renk değiştiren simanın, Choice markasının translüsent simanı olduğu (3.447); en az renk değiştiren simanın, Nexus 3'ün translüsent simanı olduğu (2.278) görölmektedir (Grafik 2).

Tablo 22. Marka bazında Tukey HSD testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Marka	Marka	Ortalama Farkı	Std. Sapma	Sig.	%95 Güven Aralığı				
						Alt Sınır	Üst Sınır			
ΔL^*	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	-0.827	0.062	0.000	-0.975	-0.678		
			Variolink II	-0.027	0.062	0.904	-0.175	0.122		
		Nexus 3	Choice	0.827	0.062	0.000	0.678	0.975		
			Variolink II	0.800	0.062	0.000	0.652	0.948		
		Variolink II	Choice	0.027	0.062	0.904	-0.122	0.175		
			Nexus 3	-0.800	0.062	0.000	-0.948	-0.652		
		Δa^*	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	0.130	0.092	0.340	-0.090	0.350
					Variolink II	0.133	0.092	0.322	-0.087	0.353
Nexus 3	Choice			-0.130	0.092	0.340	-0.350	0.090		
	Variolink II			0.003	0.092	0.999	-0.217	0.223		
Variolink II	Choice			-0.133	0.092	0.322	-0.353	0.087		
	Nexus 3			-0.003	0.092	0.999	-0.223	0.217		
Δb^*	Tukey HSD			Choice	Nexus 3	0.590	0.106	0.000	0.336	0.844
					Variolink II	0.053	0.106	0.871	-0.201	0.308
		Nexus 3	Choice	-0.590	0.106	0.000	-0.844	-0.336		
			Variolink II	-0.537	0.106	0.000	-0.791	-0.282		
		Variolink II	Choice	-0.053	0.106	0.871	-0.308	0.201		
			Nexus 3	0.537	0.106	0.000	0.282	0.791		
		ΔE	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	0.986	0.039	0.000	0.892	1.080
					Variolink II	0.056	0.039	0.328	-0.037	0.150
Nexus 3	Choice			-0.986	0.039	0.000	-1.080	-0.892		
	Variolink II			-0.930	0.039	0.000	-1.024	-0.836		
Variolink II	Choice			-0.056	0.039	0.328	-0.150	0.037		
	Nexus 3			0.930	0.039	0.000	0.836	1.024		

Tablo 23. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, marka bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

Marka	N	Altküme	
		1	2
Tukey HSD	Nexus 3	30	2.395
	Variolink II	30	3.325
	Choice	30	3.381
	Sig.		1.000

Tukey HSD testi ve alt kümelerin dağılımı tabloları incelendiğinde (Tablo 22, 23); Choice ile Nexus 3, Nexus 3 ile Variolink II arasındaki renk değişimleri farkları anlamlı iken, Choice ile Variolink II arasındaki renk değişimleri farklarının istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları sonucu çıkmaktadır.

Tablo 24. Renk bazında Tukey HSD testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Renk	Renk	Ortalama Farkı	Std. Sapma	Sig.	%95 Güven Aralığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
ΔL^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	-0.007	0.062	0.994	-0.155	0.142
			Translüsent	0.053	0.062	0.668	-0.095	0.202
	Sarı	Beyaz	0.007	0.062	0.994	-0.142	0.155	
		Translüsent	0.060	0.062	0.601	-0.088	0.208	
	Translüsent	Beyaz	-0.053	0.062	0.668	-0.202	0.095	
		Sarı	-0.060	0.062	0.601	-0.208	0.088	
Δa^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	-0.057	0.092	0.812	-0.277	0.163
			Translüsent	0.060	0.092	0.792	-0.160	0.280
	Sarı	Beyaz	0.057	0.092	0.812	-0.163	0.277	
		Translüsent	0.117	0.092	0.418	-0.103	0.337	
	Translüsent	Beyaz	-0.060	0.092	0.792	-0.280	0.160	
		Sarı	-0.117	0.092	0.418	-0.337	0.103	
Δb^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	0.183	0.106	0.203	-0.071	0.438
			Translüsent	0.290	0.106	0.021	0.036	0.544
	Sarı	Beyaz	-0.183	0.106	0.203	-0.438	0.071	
		Translüsent	0.107	0.106	0.578	-0.148	0.361	
	Translüsent	Beyaz	-0.290	0.106	0.021	-0.544	-0.036	
		Sarı	-0.107	0.106	0.578	-0.361	0.148	
ΔE	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	0.020	0.039	0.862	-0.073	0.114
			Translüsent	0.042	0.039	0.528	-0.051	0.136
	Sarı	Beyaz	-0.020	0.039	0.862	-0.114	0.073	
		Translüsent	0.022	0.039	0.841	-0.072	0.116	
	Translüsent	Beyaz	-0.042	0.039	0.528	-0.136	0.051	
		Sarı	-0.022	0.039	0.841	-0.116	0.072	

Tablo 25. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, renk bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

Marka	N	Altküme	
		1	
Tukey HSD	Sarı	30	3.012
	Beyaz	30	3.034
	Translüsent	30	3.055
	Sig.		0.528

Tukey HSD testi ve alt kümelerin dağılımı tabloları incelendiğinde (Tablo 24, 25), farklı renkteki simanlar arasındaki renk değişimleri farklarının istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları sonucu çıkmaktadır.

4. 3. Yaşlandırma 2. İnterval Sonrası Ölçüm Sonuçları

Çalışmada kullanılan 3 farklı markanın, 3 farklı rengine ait 9 adet rezin simanın, yaşlandırma 2. interval sonrası L^* , a^* , b^* ve ΔE değerlerinin değişimlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla Tablo 26, 27, 28 ve 29’da verilmiştir.

Tablo 26. 2. interval sonrası L^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
ΔL^*	Choice	Beyaz	-3.240	0.263
		Sarı	-3.570	0.134
		Translüsent	-3.660	0.151
		Total	-3.490	0.260
	Nexus 3	Beyaz	-2.760	0.241
		Sarı	-2.700	0.221
		Translüsent	-2.690	0.197
		Total	-2.717	0.215
	Variolink II	Beyaz	-3.390	0.223
		Sarı	-3.130	0.572
		Translüsent	-3.520	0.399
		Total	-3.347	0.440
Total	Beyaz	-3.130	0.360	
	Sarı	-3.133	0.503	
	Translüsent	-3.290	0.508	
	Total	-3.184	0.463	

Tablo 27. 2. interval sonrası a* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Δa^*	Choice	Beyaz	0.520	0.270
		Sarı	0.320	0.466
		Translüsent	0.360	0.504
		Total	0.400	0.420
	Nexus 3	Beyaz	0.370	0.279
		Sarı	0.500	0.343
		Translüsent	0.520	0.286
		Total	0.463	0.301
	Variolink II	Beyaz	0.490	0.242
		Sarı	0.580	0.204
		Translüsent	0.360	0.263
		Total	0.477	0.247
	Total	Beyaz	0.460	0.263
		Sarı	0.467	0.359
		Translüsent	0.413	0.363
		Total	0.447	0.329

Tablo 28. 2. interval sonrası b* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Δb^*	Choice	Beyaz	1.810	0.223
		Sarı	1.320	0.308
		Translüsent	1.290	0.213
		Total	1.473	0.343
	Nexus 3	Beyaz	1.330	0.337
		Sarı	1.070	0.241
		Translüsent	1.120	0.235
		Total	1.173	0.289
	Variolink II	Beyaz	1.820	0.385
		Sarı	1.910	0.423
		Translüsent	1.750	0.481
		Total	1.827	0.422
	Total	Beyaz	1.653	0.388
		Sarı	1.433	0.481
		Translüsent	1.387	0.420
		Total	1.491	0.442

Tablo 29. 2. interval sonrası ΔE değerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
ΔE	Choice	Beyaz	3.767	0.181
		Sarı	3.857	0.126
		Translüsent	3.932	0.130
		Total	3.852	0.159
	Nexus 3	Beyaz	3.120	0.129
		Sarı	2.978	0.146
		Translüsent	2.983	0.155
		Total	3.027	0.154
	Variolink II	Beyaz	3.906	0.135
		Sarı	3.773	0.206
		Translüsent	3.995	0.192
		Total	3.892	0.197
Total	Beyaz	3.598	0.377	
	Sarı	3.536	0.432	
	Translüsent	3.637	0.496	
	Total	3.590	0.435	

Tablo 30. Yaşlandırma 2. interval Wilks Lambda analizi sonuçları

Etki	Değer	F	Hipotez df	Hata df	Sig.	Partial Eta Sq.	
Kesişim	Wilks' Lambda	0.001	14.529.204	4.000	78.000	0.000	0.999
marka		0.080	49.452	8.000	156.000	0.000	0.717
renk		0.769	2.743	8.000	156.000	0.007	0.123
marka * renk		0.721	1.684	16.000	238.932	0.050	0.078

Marka ve renk bağımsız değişkenlerinin, tüm bağımlı değişkenler için p değeri 0.05'ten küçük olduğu için (Tablo 30); marka ve renk değişkenlerinin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri anlamlıdır.

Faktörlerin, etki büyüklüklerini gösteren, partial eta squared kolonu incelendiğinde, marka değişkeninin (0.717), renk değişkenine göre (0.123), bağımlı değişkenler üzerinde, daha etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 31. Marka bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Marka	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Choice	-3.490	0.054	-3.598	-3.382
	Nexus 3	-2.717	0.054	-2.824	-2.609
	Variolink II	-3.347	0.054	-3.454	-3.239
Δa^*	Choice	0.400	0.061	0.279	0.521
	Nexus 3	0.463	0.061	0.343	0.584
	Variolink II	0.477	0.061	0.356	0.597
Δb^*	Choice	1.473	0.060	1.354	1.593
	Nexus 3	1.173	0.060	1.054	1.293
	Variolink II	1.827	0.060	1.707	1.946
ΔE	Choice	3.852	0.029	3.794	3.909
	Nexus 3	3.027	0.029	2.969	3.084
	Variolink II	3.892	0.029	3.834	3.949

Tablo 31 incelendiğinde, 2. interval sonrası;

- En çok aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan markanın Choice (-3.490) olduğu; en az aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan markanın ise Nexus 3 (-2.717) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre aydınlık değişimleri (ΔL^*) arasındaki farkın Variolink II ve Choice arasında düşük iken, Nexus 3'ün belirgin biçimde farklılaştığı görülmüştür.
- En çok kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan markanın Variolink II (0.477) olduğu; en az kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan markanın ise Choice olduğu (0.400) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre kırmızı-yeşil koordinat değişimleri (Δa^*) arasında Variolink ve Nexus 3 arasındaki farkın çok düşük olduğu görülmüştür. Choice ise belirgin bir farklılık göstermektedir.
- En çok sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan markanın Variolink II (1.827) olduğu; en az sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan markanın ise Nexus 3 olduğu (1.173) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre sarı-mavi koordinat değişimleri (Δb^*) her üç marka da belirgin şekilde farklılık göstermektedir.

- En çok renk değişimine (ΔE) uğrayan markanın Variolink II (3.892) olduğu; en az renk değişimine (ΔE) uğrayan markanın ise Nexus 3 olduğu (3.027) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre renk değişimleri (ΔE) incelendiğinde; Choice ve Variolink II'nin renk değişikliklerinin birbirlerine çok yakın olduğu, Nexus 3'ün ise belirgin biçimde daha az renk değiştirdiği görülmüştür.

Tablo 32. Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

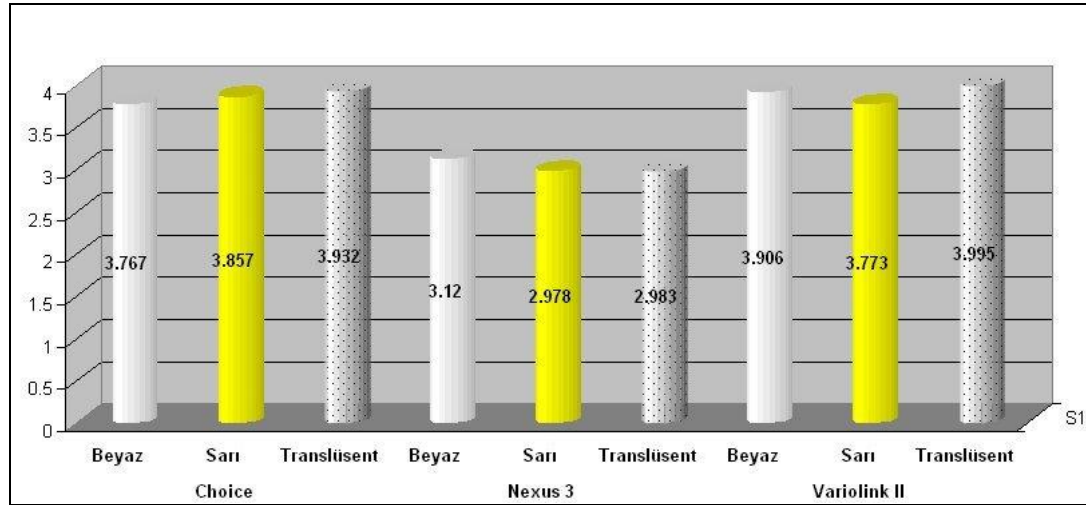
Bağımlı Değişken	Marka	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Beyaz	-3.130	0.054	-3.238	-3.022
	Sarı	-3.133	0.054	-3.241	-3.026
	Translüsent	-3.290	0.054	-3.398	-3.182
Δa^*	Beyaz	0.460	0.061	0.339	0.581
	Sarı	0.467	0.061	0.346	0.587
	Translüsent	0.413	0.061	0.293	0.534
Δb^*	Beyaz	1.653	0.060	1.534	1.773
	Sarı	1.433	0.060	1.314	1.553
	Translüsent	1.387	0.060	1.267	1.506
ΔE	Beyaz	3.598	0.029	3.540	3.655
	Sarı	3.536	0.029	3.478	3.593
	Translüsent	3.637	0.029	3.580	3.694

Tablo 32 incelendiğinde, 2. interval sonrası;

- En çok aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan simanların translüsent simanlar (-3.290), en az aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan simanların ise beyaz renkli simanlar olduğu (-3.130) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre aydınlık değişimleri (ΔL^*) incelendiğinde, sarı ve beyaz renkli simanların birbirine yakın sonuçlar verdiği, translüsent simanların ise belirgin farklılaştığı görülmüştür.
- En çok kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan simanların sarı simanlar (0.467) olduğu; en az kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan simanların ise translüsent simanlar (0.413) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre kırmızı-yeşil koordinat değişimleri (Δa^*) arasındaki farklar incelendiğinde, sarı ve beyaz simanların birbirine yakın sonuçlar

verdiği, translüsent simanların ise belirgin biçimde daha fazla aydınlık değişimine uğradığı görülmüştür.

- En çok sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan simanların beyaz renkli simanlar (1.653), en az sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan simanların ise translüsent simanlar olduğu (1.387) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre sarı-mavi koordinat değişimleri (Δb^*) arasındaki farkların, her üç renk siman arasında da belirgin oldukları görülmüştür.
- En çok renk değişimine (ΔE) uğrayan simanların translüsent simanlar (3.637), en az renk değişimine (ΔE) uğrayan simanların ise sarı renkli simanlar olduğu (3.536) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre renk değişimleri (ΔE) incelendiğinde; her üç renkli simanın da belirgin şekilde farklılaştığı görülmektedir.



Grafik 3: Marka ve Renk değişkenlerine göre ΔE (2.Interval).

Tablo 33. Marka ve Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Marka	Renk	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Choice	Beyaz	-3.240	0.094	-3.427	-3.053
		Sarı	-3.570	0.094	-3.757	-3.383
		Translüsent	-3.660	0.094	-3.847	-3.473
	Nexus 3	Beyaz	-2.760	0.094	-2.947	-2.573
		Sarı	-2.700	0.094	-2.887	-2.513
		Translüsent	-2.690	0.094	-2.877	-2.503
	Variolink II	Beyaz	-3.390	0.094	-3.577	-3.203
		Sarı	-3.130	0.094	-3.317	-2.943
		Translüsent	-3.520	0.094	-3.707	-3.333
Δa^*	Choice	Beyaz	0.520	0.105	0.311	0.729
		Sarı	0.320	0.105	0.111	0.529
		Translüsent	0.360	0.105	0.151	0.569
	Nexus 3	Beyaz	0.370	0.105	0.161	0.579
		Sarı	0.500	0.105	0.291	0.709
		Translüsent	0.520	0.105	0.311	0.729
	Variolink II	Beyaz	0.490	0.105	0.281	0.699
		Sarı	0.580	0.105	0.371	0.789
		Translüsent	0.360	0.105	0.151	0.569
Δb^*	Choice	Beyaz	1.810	0.104	1.603	2.017
		Sarı	1.320	0.104	1.113	1.527
		Translüsent	1.290	0.104	1.083	1.497
	Nexus 3	Beyaz	1.330	0.104	1.123	1.537
		Sarı	1.070	0.104	0.863	1.277
		Translüsent	1.120	0.104	0.913	1.327
	Variolink II	Beyaz	1.820	0.104	1.613	2.027
		Sarı	1.910	0.104	1.703	2.117
		Translüsent	1.750	0.104	1.543	1.957
ΔE	Choice	Beyaz	3.767	0.050	3.667	3.866
		Sarı	3.857	0.050	3.757	3.956
		Translüsent	3.932	0.050	3.833	4.032
	Nexus 3	Beyaz	3.120	0.050	3.020	3.219
		Sarı	2.978	0.050	2.878	3.077
		Translüsent	2.983	0.050	2.883	3.082
	Variolink II	Beyaz	3.906	0.050	3.807	4.006
		Sarı	3.773	0.050	3.674	3.872
		Translüsent	3.995	0.050	3.896	4.095

2. interval sonrasında renk değişiklikleri incelendiğinde (Tablo 33);

- Choice markasının; en çok renk değiştiren simanlarının translüsent simanlar (3.932), en az renk değiştiren simanlarının ise beyaz renkli simanlar olduğu (3.767) görölmektedir.
- Nexus 3 markasının; en çok renk değiştiren simanlarının beyaz simanlar (3.120), en az renk değiştiren simanlarının ise sarı renkli simanlar olduğu (2.978) görölmektedir.
- Variolink II markasının, en çok renk değiştiren simanlarının translüsent simanlar (3.995), en az renk değiştiren simanlarının ise sarı renkli simanlar olduğu (3.773) görölmektedir.
- Genel olarak; en çok renk değiştiren simanın, Variolink II markasının translüsent simanı (3.995), en az renk değiştiren simanın Nexus 3 markasının sarı simanı olduğu (2.978) görölmektedir (Grafik 3).

Tablo 34. Marka bazında Tukey HSD testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Marka	Marka	Ortalama Farkı	Std. Sapma	Sig.	%95 Güven Aralığı				
						Alt Sınır	Üst Sınır			
ΔL^*	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	-0.773	0.077	0.000	-0.956	-0.590		
			Variolink II	-0.143	0.077	0.154	-0.326	0.040		
		Nexus 3	Choice	0.773	0.077	0.000	0.590	0.956		
			Variolink II	0.630	0.077	0.000	0.447	0.813		
		Variolink II	Choice	0.143	0.077	0.154	-0.040	0.326		
			Nexus 3	-0.630	0.077	0.000	-0.813	-0.447		
		Δa^*	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	-0.063	0.086	0.741	-0.268	0.141
					Variolink II	-0.077	0.086	0.645	-0.281	0.128
Nexus 3	Choice			0.063	0.086	0.741	-0.141	0.268		
	Variolink II			-0.013	0.086	0.987	-0.218	0.191		
Variolink II	Choice			0.077	0.086	0.645	-0.128	0.281		
	Nexus 3			0.013	0.086	0.987	-0.191	0.218		
Δb^*	Tukey HSD			Choice	Nexus 3	0.300	0.085	0.002	0.097	0.503
					Variolink II	-0.353	0.085	0.000	-0.556	-0.150
		Nexus 3	Choice	-0.300	0.085	0.002	-0.503	-0.097		
			Variolink II	-0.653	0.085	0.000	-0.856	-0.450		
		Variolink II	Choice	0.353	0.085	0.000	0.150	0.556		
			Nexus 3	0.653	0.085	0.000	0.450	0.856		
		ΔE	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	0.825	0.041	0.000	0.728	0.922
					Variolink II	-0.040	0.041	0.594	-0.137	0.058
Nexus 3	Choice			-0.825	0.041	0.000	-0.922	-0.728		
	Variolink II			-0.865	0.041	0.000	-0.962	-0.767		
Variolink II	Choice			0.040	0.041	0.594	-0.058	0.137		
	Nexus 3			0.865	0.041	0.000	0.767	0.962		

Tablo 35. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, marka bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

	Marka	N	Altküme	
			1	2
Tukey HSD	Nexus 3	30	3.027	
	Variolink II	30		3.852
	Choice	30		3.892
	Sig.		1.000	0.594

Tukey HSD testi ve alt kümelerin dağılımı tabloları incelendiğinde (Tablo 34, 35); Choice ile Nexus 3, Nexus 3 ile Variolink II arasındaki renk değişimleri farkları anlamlı iken, Choice ile Variolink II arasındaki renk değişimleri farklarının istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları sonucu çıkmaktadır.

Tablo 36. Renk bazında Tukey HSD testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Renk	Renk	Ortalama Farkı	Std. Sapma	Sig.	%95 Güven Aralığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
ΔL^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	0.003	0.077	0.999	-0.180	0.186
			Translüsent	0.160	0.077	0.098	-0.023	0.343
		Sarı	Beyaz	-0.003	0.077	0.999	-0.186	0.180
			Translüsent	0.157	0.077	0.108	-0.026	0.340
		Translüsent	Beyaz	-0.160	0.077	0.098	-0.343	0.023
			Sarı	-0.157	0.077	0.108	-0.340	0.026
Δa^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	-0.007	0.086	0.997	-0.211	0.198
			Translüsent	0.047	0.086	0.850	-0.158	0.251
		Sarı	Beyaz	0.007	0.086	0.997	-0.198	0.211
			Translüsent	0.053	0.086	0.808	-0.151	0.258
		Translüsent	Beyaz	-0.047	0.086	0.850	-0.251	0.158
			Sarı	-0.053	0.086	0.808	-0.258	0.151
Δb^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	0.220	0.085	0.030	0.017	0.423
			Translüsent	0.267	0.085	0.007	0.064	0.470
		Sarı	Beyaz	-0.220	0.085	0.030	-0.423	-0.017
			Translüsent	0.047	0.085	0.847	-0.156	0.250
		Translüsent	Beyaz	-0.267	0.085	0.007	-0.470	-0.064
			Sarı	-0.047	0.085	0.847	-0.250	0.156
ΔE	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	0.062	0.041	0.290	-0.036	0.159
			Translüsent	-0.039	0.041	0.602	-0.137	0.058
		Sarı	Beyaz	-0.062	0.041	0.290	-0.159	0.036
			Translüsent	-0.101	0.041	0.040	-0.198	-0.004
		Translüsent	Beyaz	0.039	0.041	0.602	-0.058	0.137
			Sarı	0.101	0.041	0.040	0.004	0.198

Tablo 37. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, renk bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

	Renk	N	Altküme	
			1	2
Tukey HSD	Sarı	30	3.536	
	Beyaz	30	3.598	3.598
	Translüsent	30		3.637
	Sig.		0.290	0.602

Tukey HSD testi ve alt kümelerin dağılımı tabloları incelendiğinde (Tablo 36, 37), translüsent ile sarı renkli simanlar arasındaki renk değişimleri farkının

anlamli olduğu, beyaz ile sarı; beyaz ile translüent simanlar arasındaki renk değişimleri farklarının istatistiksel olarak anlamli olmadıkları sonucu çıkmaktadır.

4. 4. Yaşlandırma 3. İnterval Sonrası Ölçüm Sonuçları

Çalışmada kullanılan 3 farklı markanın, 3 farklı rengine ait 9 adet rezin simanın, yaşlandırma 3. interval sonrası L^* , a^* , b^* ve ΔE değerlerinin değişimlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla Tablo 38, 39, 40 ve 41’de verilmiştir.

Tablo 38. 3. interval sonrası L^* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
ΔL^*	Choice	Beyaz	-3.660	0.267
		Sarı	-3.740	0.196
		Translüent	-3.780	0.262
		Total	-3.727	0.241
	Nexus 3	Beyaz	-3.140	0.178
		Sarı	-3.270	0.221
		Translüent	-3.260	0.212
		Total	-3.223	0.206
	Variolink II	Beyaz	-3.630	0.258
		Sarı	-3.480	0.567
		Translüent	-3.720	0.426
		Total	-3.610	0.433
Total	Beyaz	-3.477	0.334	
	Sarı	-3.497	0.406	
	Translüent	-3.587	0.384	
	Total	-3.520	0.375	

Tablo 39. 3. interval sonrası a* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Δa^*	Choice	Beyaz	0.770	0.309
		Sarı	0.780	0.476
		Translüsent	0.720	0.343
		Total	0.757	0.370
	Nexus 3	Beyaz	0.710	0.390
		Sarı	0.750	0.440
		Translüsent	0.990	0.396
		Total	0.817	0.414
	Variolink II	Beyaz	0.610	0.387
		Sarı	0.700	0.316
		Translüsent	0.780	0.336
		Total	0.697	0.343
	Total	Beyaz	0.697	0.358
		Sarı	0.743	0.403
		Translüsent	0.830	0.366
		Total	0.757	0.376

Tablo 40. 3. interval sonrası b* değerindeki değişimlerin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Δb^*	Choice	Beyaz	2.130	0.479
		Sarı	1.950	0.310
		Translüsent	2.050	0.406
		Total	2.043	0.397
	Nexus 3	Beyaz	1.670	0.442
		Sarı	1.350	0.472
		Translüsent	1.520	0.193
		Total	1.513	0.399
	Variolink II	Beyaz	2.050	0.435
		Sarı	2.060	0.624
		Translüsent	1.670	0.646
		Total	1.927	0.586
	Total	Beyaz	1.950	0.482
		Sarı	1.787	0.566
		Translüsent	1.747	0.494
		Total	1.828	0.517

Tablo 41. 3. interval sonrası ΔE değerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları (N=10)

	Marka	Renk	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
ΔE	Choice	Beyaz	4.341	0.198
		Sarı	4.325	0.130
		Translüsent	4.395	0.088
		Total	4.354	0.144
	Nexus 3	Beyaz	3.672	0.113
		Sarı	3.671	0.152
		Translüsent	3.758	0.102
		Total	3.700	0.127
	Variolink II	Beyaz	4.254	0.142
		Sarı	4.185	0.249
		Translüsent	4.225	0.161
		Total	4.222	0.185
Total	Beyaz	4.089	0.337	
	Sarı	4.061	0.337	
	Translüsent	4.126	0.298	
	Total	4.092	0.322	

Tablo 42. Yaşlandırma 3. interval Wilks Lambda analizi sonuçları

Etki	Değer	F	Hipotez df	Hata df	Sig.	Partial Eta Sq.	
Kesişim marka	Wilks' Lambda	0.001	16.326.063	4.000	78.000	0.000	0.999
		0.187	25.625	8.000	156.000	0.000	0.568
renk		0.900	1.049	8.000	156.000	0.402	0.051
marka * renk		0.878	0.647	16.000	238.932	0.843	0.032

Marka ve renk bağımsız değişkenlerinin, sadece marka değişkeni için p değeri 0.05'ten küçük olduğu için (Tablo 42); marka değişkeninin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri anlamlıdır.

Faktörlerin, etki büyüklüklerini gösteren, partial eta squared kolonu incelendiğinde, marka değişkeninin (0.568), renk değişkenine göre (0.051), bağımlı değişkenler üzerinde, daha etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 43. Marka bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Marka	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Choice	-3.727	0.057	-3.840	-3.613
	Nexus 3	-3.223	0.057	-3.337	-3.110
	Variolink II	-3.610	0.057	-3.723	-3.497
Δa^*	Choice	0.757	0.070	0.618	0.895
	Nexus 3	0.817	0.070	0.678	0.955
	Variolink II	0.697	0.070	0.558	0.835
Δb^*	Choice	2.043	0.085	1.875	2.212
	Nexus 3	1.513	0.085	1.345	1.682
	Variolink II	1.927	0.085	1.758	2.095
ΔE	Choice	4.354	0.028	4.297	4.410
	Nexus 3	3.700	0.028	3.644	3.757
	Variolink II	4.222	0.028	4.165	4.278

Tablo 43 incelendiğinde, 3. interval sonrası;

- En çok aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan markanın Choice (-3.727), en az aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan markanın ise Nexus 3 olduğu (-3.223) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre aydınlık değişimleri (ΔL^*) arasındaki farkın Variolink II ve Choice arasında düşük iken, Nexus 3 ile belirgin olduğu görülmüştür.
- En çok kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan markanın Nexus 3 (0.817), en az kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan markanın ise Variolink olduğu (0.697) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre kırmızı-yeşil koordinat değişimleri (Δa^*) açısından her üç marka da belirgin şekilde farklılık göstermektedir.
- En çok sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan markanın Choice (2.043), en az sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan markanın ise Nexus 3 olduğu (1.513) olduğu görülmüştür.
- Markalara göre sarı-mavi koordinat değişimleri (Δb^*) arasındaki farkın Variolink II ve Choice arasında düşük iken, Nexus 3 ile belirgin olduğu görülmüştür,
- En çok renk değişimine (ΔE) uğrayan markanın Choice (4.354), en az renk değişimine (ΔE) uğrayan markanın ise Nexus 3 olduğu (3.700) olduğu görülmüştür.

- Markalara göre renk değişimleri (ΔE) incelendiğinde; Choice ve Variolink II'nin renk değişikliklerinin birbirlerine çok yakın olduğu, Nexus 3'ün ise belirgin biçimde daha az renk değiştirdiği görölmüştür.

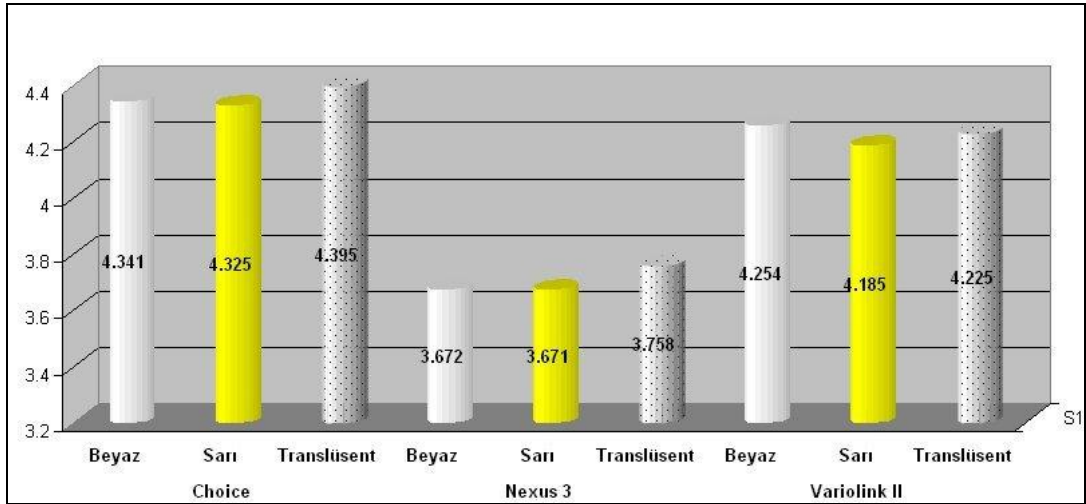
Tablo 44. Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Renk	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Beyaz	-3.477	0.057	-3.590	-3.363
	Sarı	-3.497	0.057	-3.610	-3.383
	Translüsent	-3.587	0.057	-3.700	-3.473
Δa^*	Beyaz	0.697	0.070	0.558	0.835
	Sarı	0.743	0.070	0.605	0.882
	Translüsent	0.830	0.070	0.692	0.968
Δb^*	Beyaz	1.950	0.085	1.781	2.119
	Sarı	1.787	0.085	1.618	1.955
	Translüsent	1.747	0.085	1.578	1.915
ΔE	Beyaz	4.089	0.028	4.033	4.146
	Sarı	4.061	0.028	4.004	4.117
	Translüsent	4.126	0.028	4.070	4.183

Tablo 44 incelendiğinde, 3. interval sonrası;

- En çok aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan simanların translüsent simanlar (-3.587), en az aydınlık değişimine (ΔL^*) uğrayan simanların ise beyaz renkli simanlar olduğu (-3.477) olduğu görölmüştür.
- Siman renklerine göre aydınlık değişimleri (ΔL^*) incelendiğinde, sarı ve beyaz renkli simanların birbirine yakın sonuçlar verdiği, translüsent simanların ise belirgin biçimde farklılaştığı görölmüştür.
- En çok kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan simanların translüsent simanlar (0.830), en az kırmızı-yeşil koordinat değişimine (Δa^*) uğrayan simanların ise beyaz renkli simanlar olduğu (0.697) olduğu görölmüştür.
- Siman renklerine göre kırmızı-yeşil koordinat değişimleri (Δa^*) arasındaki farklar incelendiğinde, her üç renk simanın da belirgin farklılıklar gösterdikleri görölmüştür.

- En çok sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan simanların beyaz simanlar (1.950), en az sarı-mavi koordinat değişimine (Δb^*) uğrayan simanların ise translüsent simanlar olduğu (1.747) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine göre sarı-mavi koordinat değişimleri (Δb^*) arasındaki farklar incelendiğinde, sarı ve translüsent simanların yakın sonuçlar verdiği, beyaz renkli simanların ise belirgin şekilde farklılaştığı görülmüştür.
- En çok renk değişimine (ΔE) uğrayan simanların translüsent simanlar (4.126), en az renk değişimine (ΔE) uğrayan simanların ise sarı simanlar olduğu (4.061) olduğu görülmüştür.
- Siman renklerine renk değişimleri (ΔE) incelendiğinde; her üç renkli simanın da belirgin şekilde farklılaştığı görülmektedir.



Grafik 4: Marka ve Renk değişkenlerine göre ΔE (3.İnterval).

Tablo 45. Marka ve Renk bazında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE değerlerinin ortalamaları

Bağımlı Değişken	Marka	Renk	Ortalama	Std. Sapma	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
ΔL^*	Choice	Beyaz	-3.660	0.099	-3.856	-3.464
		Sarı	-3.740	0.099	-3.936	-3.544
		Translüsent	-3.780	0.099	-3.976	-3.584
	Nexus 3	Beyaz	-3.140	0.099	-3.336	-2.944
		Sarı	-3.270	0.099	-3.466	-3.074
		Translüsent	-3.260	0.099	-3.456	-3.064
	Variolink II	Beyaz	-3.630	0.099	-3.826	-3.434
		Sarı	-3.480	0.099	-3.676	-3.284
		Translüsent	-3.720	0.099	-3.916	-3.524
Δa^*	Choice	Beyaz	0.770	0.120	0.530	1.010
		Sarı	0.780	0.120	0.540	1.020
		Translüsent	0.720	0.120	0.480	0.960
	Nexus 3	Beyaz	0.710	0.120	0.470	0.950
		Sarı	0.750	0.120	0.510	0.990
		Translüsent	0.990	0.120	0.750	1.230
	Variolink II	Beyaz	0.610	0.120	0.370	0.850
		Sarı	0.700	0.120	0.460	0.940
		Translüsent	0.780	0.120	0.540	1.020
Δb^*	Choice	Beyaz	2.130	0.147	1.838	2.422
		Sarı	1.950	0.147	1.658	2.242
		Translüsent	2.050	0.147	1.758	2.342
	Nexus 3	Beyaz	1.670	0.147	1.378	1.962
		Sarı	1.350	0.147	1.058	1.642
		Translüsent	1.520	0.147	1.228	1.812
	Variolink II	Beyaz	2.050	0.147	1.758	2.342
		Sarı	2.060	0.147	1.768	2.352
		Translüsent	1.670	0.147	1.378	1.962
ΔE	Choice	Beyaz	4.341	0.049	4.243	4.439
		Sarı	4.325	0.049	4.227	4.423
		Translüsent	4.395	0.049	4.297	4.493
	Nexus 3	Beyaz	3.672	0.049	3.574	3.770
		Sarı	3.671	0.049	3.573	3.769
		Translüsent	3.758	0.049	3.660	3.856
	Variolink II	Beyaz	4.254	0.049	4.156	4.352
		Sarı	4.185	0.049	4.087	4.283
		Translüsent	4.225	0.049	4.127	4.323

3. interval sonrasında renk değişiklikleri incelendiğinde (Tablo 45);

- Choice markasının; en çok renk değiştiren simanlarının translüsent simanlar (4.395), en az renk değiştiren simanlarının ise sarı renkli simanlar olduğu (4.325) görölmektedir.
- Nexus 3 markasının; en çok renk değiştiren simanlarının translüsent simanlar (3.758), en az renk değiştiren simanlarının ise sarı renkli simanlar olduğu (3.671) görölmektedir.
- Variolink II markasının, en çok renk değiştiren simanlarının beyaz renkli simanlar (4.254), en az renk değiştiren simanlarının ise sarı renkli simanlar olduğu (4.185) görölmektedir.
- Genel olarak; en çok renk değiştiren simanın, Choice markasının translüsent simanı (4.395), en az renk değiştiren simanın, Nexus 3'ün sarı renkli simanı olduğu (3.671) görölmektedir (Grafik 4).

Tablo 46. Marka bazında Tukey HSD testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Marka	Marka	Ortalama Farkı	Std. Sapma	Sig.	%95 Güven Aralığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
ΔL^*	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	-0.503	0.080	0.000	-0.695	-0.311
			Variolink II	-0.117	0.080	0.320	-0.309	0.075
		Nexus 3	Choice	0.503	0.080	0.000	0.311	0.695
			Variolink II	0.387	0.080	0.000	0.195	0.579
		Variolink II	Choice	0.117	0.080	0.320	-0.075	0.309
			Nexus 3	-0.387	0.080	0.000	-0.579	-0.195
Δa^*	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	-0.060	0.098	0.815	-0.295	0.175
			Variolink II	0.060	0.098	0.815	-0.175	0.295
		Nexus 3	Choice	0.060	0.098	0.815	-0.175	0.295
			Variolink II	0.120	0.098	0.444	-0.115	0.355
		Variolink II	Choice	-0.060	0.098	0.815	-0.295	0.175
			Nexus 3	-0.120	0.098	0.444	-0.355	0.115
Δb^*	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	0.530	0.120	0.000	0.244	0.816
			Variolink II	0.117	0.120	0.596	-0.170	0.403
		Nexus 3	Choice	-0.530	0.120	0.000	-0.816	-0.244
			Variolink II	-0.413	0.120	0.003	-0.700	-0.127
		Variolink II	Choice	-0.117	0.120	0.596	-0.403	0.170
			Nexus 3	0.413	0.120	0.003	0.127	0.700
ΔE	Tukey HSD	Choice	Nexus 3	0.654	0.040	0.000	0.558	0.750
			Variolink II	0.132	0.040	0.004	0.036	0.228
		Nexus 3	Choice	-0.654	0.040	0.000	-0.750	-0.558
			Variolink II	-0.521	0.040	0.000	-0.617	-0.425
		Variolink II	Choice	-0.132	0.040	0.004	-0.228	-0.036
			Nexus 3	0.521	0.040	0.000	0.425	0.617

Tablo 47. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, marka bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

	Marka	N	Altküme		
			1	2	3
Tukey HSD	Nexus 3	30	3.700		
	Variolink II	30		4.222	
	Choice	30			4.354
	Sig.			1.000	1.000

Tukey HSD testi ve alt kümelerin dağılımı tabloları incelendiğinde (Tablo 46, 47); her üç markanın da birbirleri arasındaki renk değişimleri farklarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucu çıkmaktadır.

Tablo 48. Renk bazında Tukey HSD testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Renk	Renk	Ortalama Farkı	Std. Sapma	Sig.	%95 Güven Aralığı		
						Alt Sınır	Üst Sınır	
ΔL^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	0.020	0.080	0.967	-0.172	0.212
			Translüsent	0.110	0.080	0.363	-0.082	0.302
	Sarı	Beyaz	-0.020	0.080	0.967	-0.212	0.172	
		Translüsent	0.090	0.080	0.506	-0.102	0.282	
	Translüsent	Beyaz	-0.110	0.080	0.363	-0.302	0.082	
		Sarı	-0.090	0.080	0.506	-0.282	0.102	
Δa^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	-0.047	0.098	0.883	-0.281	0.188
			Translüsent	-0.133	0.098	0.369	-0.368	0.101
	Sarı	Beyaz	0.047	0.098	0.883	-0.188	0.281	
		Translüsent	-0.087	0.098	0.653	-0.321	0.148	
	Translüsent	Beyaz	0.133	0.098	0.369	-0.101	0.368	
		Sarı	0.087	0.098	0.653	-0.148	0.321	
Δb^*	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	0.163	0.120	0.366	-0.123	0.450
			Translüsent	0.203	0.120	0.213	-0.083	0.490
	Sarı	Beyaz	-0.163	0.120	0.366	-0.450	0.123	
		Translüsent	0.040	0.120	0.941	-0.246	0.326	
	Translüsent	Beyaz	-0.203	0.120	0.213	-0.490	0.083	
		Sarı	-0.040	0.120	0.941	-0.326	0.246	
ΔE	Tukey HSD	Beyaz	Sarı	0.029	0.040	0.758	-0.067	0.125
			Translüsent	-0.037	0.040	0.628	-0.133	0.059
	Sarı	Beyaz	-0.029	0.040	0.758	-0.125	0.067	
		Translüsent	-0.066	0.040	0.238	-0.162	0.030	
	Translüsent	Beyaz	0.037	0.040	0.628	-0.059	0.133	
		Sarı	0.066	0.040	0.238	-0.030	0.162	

Tablo 49. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, renk bazında alt kümelerin dağılımı (ΔE)

Tukey HSD	Renk	Altküme	
		N	1
Tukey HSD	Sarı	30	4.061
	Beyaz	30	4.089
	Translüsent	30	4.126
	Sig.		0.238

Tukey HSD testi ve alt kümelerin dağılımı tabloları incelendiğinde (tablo 48, 49), her üç renk arasındaki renk değişimleri farklarının istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları sonucu çıkmaktadır.

Tablo 50. Polimerizasyon ve yaşlandırma intervallerinin ardından renk değişimleri ve toplam renk değişimi (ΔE)

	Marka	Renk	Polimerizasyon Sonrası	1.İnterval Sonrası	2.İnterval Sonrası	TOPLAM Renk Değişimi
ΔE	Choice	Beyaz	1.472	3.309	3.767	4.341
		Sarı	1.326	3.388	3.857	4.325
		Translüsent	1.583	3.447	3.932	4.395
	Nexus 3	Beyaz	1.274	2.504	3.120	3.672
		Sarı	1.293	2.403	2.978	3.671
		Translüsent	1.442	2.278	2.983	3.758
	Variolink II	Beyaz	1.391	3.352	3.906	4.254
		Sarı	1.385	3.312	3.773	4.185
		Translüsent	1.545	3.312	3.995	4.225

Polimerizasyonun ve yaşlandırma intervallerinin ardından renk değişimleri Tablo 50’de görülmektedir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı renklerdeki dual-sertleşen rezin simanlara uygulanan polimerizasyon ve yaşlandırma işlemlerinin, tam seramik restorasyonların renk değişimleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Günümüzde kaybedilen diş dokularının estetik bir şekilde yerine konabilmesi için, tam seramik materyaller geliştirilmiştir. Tam seramik materyaller uygun durumlarda, uygun şekilde kullanıldıklarında, estetiği ve biyouyumluluğu mükemmel materyallerdir (Peumans et al., 2000, Paravina et al., 2002b, Akman ve Eskitaşçıoğlu 2004, Uludağ et al., 2007, Lee et al., 2007c, Khurana et al., 2007, Q.Li, 2007, Pires-de-Souza et al., 2009).

Tam seramik restorasyonların en büyük avantajları ışığın yüzeysel yansımaları, emilimi ve içsel saçılmasıyla minenin yüksek translüsentliğinin ve optik özelliğinin taklit edilebilmiş olmasıdır. Bu restorasyonların bir başka avantajı da stabil yapıları sayesinde elde edilen renk uyumunu uzun süre devam ettirilebilmesidir (Roberson 2002, Rasetto et al., 2004, Raptis et al., 2006, Q.Li, 2007).

Çalışmada kullanılan *IPS e.max Press* materyali yeni geliştirilmiş lityum disilikat içerikli bir cam seramiktir. Üretim aşamasında renk pigmentlerinin kullanımı yerine ilave edilen polivalent iyonlar ile renklendirici iyonların sistem içinde homojen dağılımı sağlanmış, bu da komşu diş yapılarıyla renk uyumunun yakalanabilmesine olanak sağlamıştır. Artan renk homojenitesinin yanında, geliştirilmiş ışık geçirgenliği de arzu edilen estetiğin yakalanabilmesi için avantaj sağlamıştır (Ivoclar Vivadent, Product Information, 2005). Geliştirilmiş bu ışık geçirgenlik özelliği sayesinde, restorasyonun altında kalan doğal diş dokusunun rengi ve restorasyonun simantasyonunda kullanılacak olan simanın rengi, memnuniyet verici sonuç estetiğinin sağlanabilmesi için büyük önem arz eder hale gelmiştir (Blatz et al., 2003).

IPS e.max Press materyalinin iki opasite seçeneği mevcuttur, bunlar yüksek opasite (HO- High Opacity) ve orta opasite (MO-Medium Opacity)dir. Çalışmamızda simanların polimerizasyon ve yaşlandırma işlemi kaynaklı renk

değişimleri değerlendirileceğinden, orta derecede opasite (MO) ve restorasyonlarda en sık kullanılan renk olması dolayısıyla, A2 renginde (MO1) çekirdek ve alt yapıyla uyumlu yine A2 renginde tabakalama porseleni kullanımına karar verilmiştir (Lee and Powers 2005).

Günümüzde kompozit rezin yapıştırma simanları tam seramik restorasyonların simantasyonunda en sık kullanılan materyaldir. Bundan dolayı, önce kimyasal sertleşen, daha sonra da görünür ışıkla ve/veya dual-sertleşen kompozit rezinler, seramik restorasyonların simantasyonu için tavsiye edilir hale gelmiştir. Günümüzde bu materyaller seramik inleylerin ve onleylerin, tam seramik ve laminate restorasyonların simantasyonunda rutin olarak kullanılmaktadır (Blackman et al., 1990, Breeding et al., 1991, el-Mowafy 1999, Zaimoğlu ve Can 2004, Üşümez et al., 2004, Pegoraro et al., 2007, Guiraldo et al., 2008, Kılıçarslan et al., 2008).

Adeziv rezin simanlar sadece estetik restorasyonların yapıştırılmasında değil, restorasyonun final renginin düzenlenmesinde de kullanılmaktadır (Blatz et al., 2003). Araştırmacılar, seramik restorasyon altında kullanılan adeziv resin simanın restorasyonun final rengi üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Simante edilecek restorasyonun final rengini, sadece tam seramik restorasyonun belirleyeceği düşünülmemelidir; ortaya çıkan bu final renk üzerinde restoratif malzeme olarak kullanılan porselen tipinin ve kalınlığının, rezin simanın renginin ve kalınlığının, ayrıca altındaki diş dokusunun renginin etkisi olduğu bilinmektedir (Rosenstiel et al., 1989, Vichi et al., 2000, Koishi et al., 2002, Tanoue et al., 2003, Lu and Powers 2004, Raptis et al., 2006, Lee and Powers 2007b). Barath et al. (2003), bu konuya ilişkin olarak tam seramik materyallerin farklı rezin simanlarla ve farklı arka fonlarla ilişkisinin spektrofotometrik analizini yapmışlardır. Sonuçlar, açık renkli ve translusent tam seramik restorasyonlarda kullanılan siman renginin, final estetik üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğunu ve koyu arka fon renginin ancak opak simanlarla ve koyu renkli ya da ışık geçirgenliği az olan tam seramik restorasyonlarla maskelenebileceğini bildirmişlerdir.

Adeziv rezin simanlar kimyasal, ışıkla ya da dual olarak sertleşirler. Kimyasal olarak sertleşen rezin simanlar, metal alt yapı nedeniyle ışık geçişinin engellendiği restorasyonların, rezin bağlı köprülerin ve kalınlığı 2 mm den fazla tam seramik ve onley restorasyonların simantasyonunda kullanılır. Görünür ışıkla polimerize olan

rezin simanlar genellikle ince porselen ve kompozit laminate veneerler gibi ışık geçişine izin verebilen restorasyonların simantasyonunda kullanılır. Kullanılan porselenin kalınlığı artıkça (0.7 mm'den fazla) polimerizasyon sırasındaki ışık geçişi azalacağından, resin simanın yeteri kadar sertleşmesi sağlanamayabilmektedir (Myers et al., 1994). Dual-sertleşen resin simanlar (1.5mm – 2.5mm kalınlığında) tam seramik restorasyonların simantasyonunda, porselen ve ışık penetrasyonuna limitli olarak izin verebilen resin kompozit restorasyonların simantasyonunda kullanılmaktadır (Platt 1999, Devlin 2006, Pegoraro et al., 2007). Bu nedenle bu çalışmada 2 mm kalınlığında tam seramik disklerin yapıştırılmasında renk değişimleri incelenecek olan 3 farklı dual sertleşen resin siman seçilmiştir.

Dual sertleşen resin simanlar, kimyasal ve ışıkla sertleşen sistemlerin avantajlarının bir arada kullanılabilmesi amacıyla geliştirilmiştir (Özyesil et al., 2004). Restorasyonların opasitesi sebebiyle ışık geçişinin kısıtlandığı ya da tamamen engellendiği durumlarda tam polimerizasyonun sağlanamadığı görülmüştür. Kimyasal polimerizasyon derin tabakalardaki polimerizasyonun tamamlanmasını sağlarken, ışıkla polimerizasyon ışık uygulamasından sonraki erken sertleşmeyi sağlamaktadır (Caughman et al., 2001). Çalışmalarda yalnız kimyasal polimerizasyon ile elde edilen sertlik değerlerinin, dual-polimerizasyonla elde edilen değerlerden daha düşük olduğu ve hatta bazı materyaller için de yetersiz olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Hasegawa et al., 1991, El-Badrawy and el-Mowafy, 1999, Caughman et al., 2001, Koishi et al., 2002). Hofmann et al. (2001), çalışmalarında ışıkla sertleşmeyi, dual ve kimyasal sertleşme ile karşılaştırmışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre dual sertleşen örnekler, sadece kimyasal veya sadece ışıkla sertleşmeye oranla daha iyi mekanik özellikler göstermiştir.

Rezin simanların polimerizasyonunun yeterince sağlanamadığı durumlarda düşük sertlik değerleri göstermekte ve restorasyonun hem klinik hem de biyolojik özellikleri bundan olumsuz olarak etkilenebilmektedir (Hosoya 1999, Watts et al., 2000, Bagis and Rueggeberg 2000, Opdam et al., 2002, Yoon et al., 2002, Abbas et al., 2003, Üşümez et al., 2004, Özyeşil et al., 2004, Janda et al., 2007).

Dual-sertleşen resin simanların sertliğinin ve yeterli polimerizasyon derinliğinin sağlanmasında, ışıkla polimerizasyonun yanında katalizör kullanımının da zorunlu olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Breeding et al., 1991, Jung et

al., 2001). Dual sertleşmede ilk ışık penetrasyonu ile başlatılan polimerizasyon ışık uygulamasının sona ermesinin ardından kimyasal sertleşme ile devam etmektedir (Rueggeberg and Caughman 1993, Peutzfeldt 1995, Jung et al., 2001, Tezvergil-Mutluay et al.,2007).

Araştırmacılar tam seramik restorasyonun kalınlığının, renginin ve opasitesinin, altındaki rezin simana ulaşan ışık enerjisini etkilediğini bildirmişlerdir (O’Keefe et al., 1991). Yetersiz polimerizasyon ve dolayısıyla rezin simanın azalan sertliği fiziksel ve mekanik özellikleri etkilemekte ve restorasyonun başarısızlığıyla sonuçlanabilecek durumlara yol açmaktadır (Chan and Boyer 1989, Linden et al., 1991, Lovell et al., 2001, Rasetto et al., 2004, Saraç ve ark., 2006c, Luiz et al., 2007, Samra et al., 2008, Kılıçarslan et al., 2008). Genellikle, daha kalın ve daha koyu renkli restorasyonlarda ışık yoğunluğunun rezin simana optimum seviyede ulaşabilmesinin daha güç olduğu bildirilmiştir (Myers et al., 1994, Peixoto et al., 2007, Kılıçarslan et al., 2008).

Peixoto et al. (2007), iki farklı ışık cihazıyla, ışık uygulamasının ardından porselen renginin ve kalınlığının, rezin simana ulaşan ışık gücüne etkisini araştırdıkları çalışmalarında, renklerin çoğunda kalınlığın artmasıyla birlikte ışık geçişinin önemli bir azalma gösterdiğini ve ışık geçişinin azalmasının örneklerin renginden çok kalınlıkla ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Seramik restorasyonun tipi ve kalınlığı ışık geçişinde önemli iki parametredir ve ışıkla polimerize olan rezin simanların klinik başarısı ışık kaynağının verimliliği ve restorasyonu geçip rezin simana ulaşabilen ışık miktarıyla yakından ilişkilidir (Rasetto et al., 2004).

Seramik restorasyonların altındaki kompozit rezin simanların maksimum fiziksel özelliklerinin sağlanabilmesi için simanların polimerizasyon dönüşüm derecesi olabildiğince yüksek olmalıdır (Cunha et al., 2003, Tanoue et al., 2003). Kompozit rezin simanlar için genel olarak ışık yoğunluğunun 400mW/cm²den yüksek olması tavsiye edilmektedir (Martin, 1998). Polimerizasyon, klinik uygulamalarda yaygın olarak halojen lamba ve LED ışık cihazları ile sağlanmakta; bu iki tip cihazın üstünlükleri hala araştırılmaktadır. Küçükeşmen et al., (2008), halojen lamba ve LED ışık cihazı ile porselen disk boyunca polimerize ettikleri rezin siman örneklerin renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında renk değişim miktarlarının ışık cihazından etkilenmediğini rapor etmişlerdir. Janda et al., (2005),

ışık cihazları (led ve halojen lamba) ve ışık uygulama zamanlarının, restoratif rezin materyallerinin renk stabilitesine etkisini inceledikleri çalışmalarında; halojen lamba ile polimerize edilen örneklerin, diğer örneklere göre daha iyi renk stabilitesi gösterdiklerini bildirmişlerdir. Saraç ve ark. (2006c), iki farklı ışık kaynağı (QTH ve LED) ile polimerizasyon işleminin üç farklı yapıdaki (nanohibrit, mikrohibrit ve hibrit) kompozitin yaşlandırma işleminden sonra renk stabilitesi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında; kompozitlerin renk stabilitesinin, kompozit rezinin yapısına ve polimerizasyon için kullanılan ışık kaynağına bağlı olduğunu, incelenen her kompozit rezinde halojen lamba ile polimerizasyonu yapılan örneklerde; LED ile polimerize edilen örneklere göre daha az sarı renk değişimi elde edilmiştir. Tüm bu bulgular ışığında, bu çalışmada da rezin simanların polimerizasyonu için 500mW/cm² ışık yoğunluğunda halojen lamba (Blue Luxcer M-830, Monitex Ind., Taiwan) kullanılmıştır.

Işık cihazı ile rezin materyal arasındaki uzaklık arttıkça ışık yoğunluğu ve polimerizasyon miktarı azalmaktadır. Polimerizasyon kalitesinin yüksek olabilmesi için ışık cihazı ucunun rezin materyale mümkün olduğu kadar yakın olması gerektiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Cardash et al., 1993, Peutzfeldt and Asmussen 2005). Bu çalışmada ışık kaynağının ucu tam seramik disklere temas ettirilerek rezin simanların ışık kaynağına mümkün olduğunca yakın olması sağlanmıştır.

Tez çalışmasında tek tip tam seramik materyali, tek tip seramik rengi ve kalınlığı kullanılmış ve dual sertleşen rezin simanlara, 2 mm kalınlıktaki porselen diskler boyunca bir yüzünden 60 sn olmak üzere toplam 120 sn ışık uygulanmıştır. Aynı ışık uygulama zamanının farklı renklerdeki rezin simanların renk değişimleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Uchida et al. (1998), Abu-Bakr et al. (2000), Buchalla et al. (2002), Schulze et al. (2003a), Vichi et al. (2004), Miyasaka et al. (2008), yaptıkları çalışmalarda polimerik materyallerin en büyük dezavantajlarından birisinin zaman içerisinde renk değişikliği göstermeleri olduğunu, hatta bu değişiklik sebebiyle restorasyonların yenilenmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Douglas (2000), renk uyumsuzluğunun ön bölgeye uygulanan restorasyonların değiştirilmesindeki en önemli sebeplerden biri olduğunu rapor etmiştir. Kompozit rezinlerde görülen bu renk değişimlerine rağmen farklı dental materyallerin değerlendirildiği çalışmalarda seramikler son derece iyi

renk stabilitesi göstermişlerdir (Milleding et al., 1998, Heydecke et al., 2001, Choi et al., 2005, Pires-de-Souza et al., 2009). Bununla birlikte, bu çalışmada kullanılan örnekler elde edilirken seramik diskler rezin simanla sandviç tekniği ile birbirine yapıştırıldığından, seramik disklerin renk değişimlerini, rezin simanlardan ayrı olarak ölçmek mümkün olmamıştır. Öte yandan, tüm örneklerde aynı seramik disk kullanıldığından, seramik diskler renk değişimi gösterebilir bile, değişimlerin tüm örnekler için aynı düzeyde olacağı öngörülmüştür. Tüm bu sebeplerden ötürü, çalışmada rezin simanların renk değişiklikleri değerlendirilirken, seramik disklerin renk değişiklikleri göz ardı edilmiştir.

Renk stabilitesi estetik bir restorasyonun uzun dönem başarısı için kritik faktörlerden biridir. Zamanla oluşan ve fark edilen renk değişimleri, hastalara rahatsızlık verir ve restorasyonların değiştirilmesini gerektirebilmektedir (Heffernan et al., 2002a). Tam seramik ve porselen laminate veneer gibi restorasyonların altındaki simanın renk değişikliği restorasyondan yansıyabilir ve bu da restorasyonun estetik görünümünü etkiler. Bundan dolayı simanın renk stabilitesi bu tip restorasyonların başarısında en önemli klinik faktörlerden biridir (Nanhatson and Banasr 2002, Heffernan et al., 2002b, Lu and Powers 2004, Karaağaçlıoğlu and Yılmaz, 2008).

Çalışmada 3 farklı rezin simanın üç farklı rengine uygulanan polimerizasyon sonrası ve yaşlandırma sonrası renk değişimleri değerlendirilmiştir.

Dental rezinlerin optik özelliklerinin polimerizasyon sonucu değiştiği ve değişikliğin de materyalin yapısal özelliğine ve uygulanan ışığın dalga boyuna bağlı olduğu rapor edilmiştir (Taira et al., 1999). Bu nedenle araştırmacılar dental rezinlerin restorasyon malzemesi veya siman olarak kullanıldığı durumlarda polimerizasyon kaynaklı renk değişimlerinin göz önünde bulundurulması gerektiğini ve renk eşleştirilmesi yapılırken bu değişimin unutulmaması gerektiğini belirtmişlerdir (Kim and Lee 2007).

Seghi et al. (1990), polimerizasyondan sonra meydana gelen renk veya renk koordinatları değişikliğinin, materyalin rengi ile ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir. Işık polimerizasyonu sırasında meydana gelen renk değişikliklerinde, kompozit rezinlerin markasının ve renklerinin anlamlı derecede etkili olduğu tespit edilmiştir (Johnston and Reisbick 1997). Işıkla polimerize olan rezin bileşiklerinin renk

değişikliklerinde polimerizasyon süresi ve renk tonunun etkileri araştırılmıştır. Daha açık veya daha az kromatik renkler, daha kromatik veya daha koyu renklere daha fazla renk değişiklikleri göstermişlerdir (Seghi 1990, Eldiwayn et al., 1995, Hosoya 1999, Schulze et al., 2003a).

Polimerizasyon sonrası rezin kompozitlerin renk değişimleri üzerinde yapılan çalışmalarda, dikkate değer renk değişiklikleri meydana geldiği ve renk değişiminin büyüklüğünün materyalin özelliklerine göre değiştiği rapor edilmiştir (Eldiwayn et al., 1995, Lee and Powers 2001). Kompozit rezinlerin renkleri ve markaları arasında, ışıkla polimerizasyon sırasındaki renk değişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır (Johnston and Reisbick 1997).

Yapılan bir çalışmada, 3 farklı rezin kompozitin ışıkla polimerizasyondan sonraki renk değişimleri değerlendirilmiş, rezin kompozitlerin 2.9 ile 9.7 (ΔE^*ab) arasında renk değişimi gösterdikleri saptanmıştır. Genel olarak, polimerize olan kompozitler, renk uzayının mavi bölgesine doğru bir kromatik kayma (b değerinde azalma) göstermişlerdir (Lee et al., 2004a). Araştırmacılar rezin kompozitlerin polimerizasyondan sonra gösterdikleri renk değişimini kompanse etmek için, istenilen son renk için seçilenden daha sarı ya da daha kromatik bir ilk renk belirlenmesini önermişlerdir (Seghi et al., 1990, Lee et al., 2003, Lee et al., 2004a).

Lee and Powers (2001), restoratif rezin malzemelerdeki polimerizasyon kaynaklı renk değişimlerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada rezinin renk değişikliğine ilişkin ΔE değeri 6.3-12.2 birim arasında gerçekleşmiştir. Ayrıca bu değişikliklerin büyüklüğünün de açık renk tonlarında daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Çalışmada incelenen dual sertleşen rezin simanların polimerizasyona bağlı renk değişim değerleri (ΔE) 1.336-1.460 birim arasında değişmiştir. Renk değişimlerinin porselen diskler üzerinden değerlendirilmiş olmasının ve siman kalınlığının bu çalışmalardaki kompozit disk örneklerden ince olmasının; Kim and Lee (2007)'nin de belirttiği gibi, polimerizasyondan sonraki renk değişim miktarını etkilemiş olabileceği düşünülmektedir.

Berrong et al. (1993), polimerizasyon ve yaşlandırma işlemi uygulanmış 5 (Kerr Porcelite, Jelenko PVS, Vivadent Heliolink, Mirage FLC, Den-Mat Ultra Bond.) dual-sertleşen rezin simanın renk değişimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, dual-sertleşen rezin simanların renk değişiminin her zaman klinik

olarak anlamlı olmayabileceğini, kimyasal olarak sertleşen kompozit rezinlerle karşılaştırıldığında, dual-sertleşen rezin simanların daha az konsantrasyonda aromatik amin hızlandırıcı içerdiğinden, potansiyel renkleşmenin azalacağını, ışıkla sertleşen rezin simanların ise, dual-sertleşen rezinlerden de daha az aromatik amin içerdiğini ve diğer iki tipte simandan daha az renk değiştirdiklerini rapor etmişlerdir.

Polimerizasyon kaynaklı renk değişimlerinin değerlendirildiği diğer bir çalışmada, polimerizasyondan sonra mikro hibrit rezinler için aydınlık düşük L* değerlere (daha koyu) doğru kayarken, mikro doldurucular için ise daha yüksek L* değerlerine (daha açık) kayma olduğu rapor edilmiştir. Kromatik koordinatlar (a* ve b*) için, mikrohibritler için a* değerinde kırmızı, mikro doldurucular için ise yeşil bölgeye doğru kayan ufak değişiklikler ve b* değerinde ise her iki tip rezinde de mavi bölgeye doğru kayan daha büyük değişiklikler gözlenmiştir (Paravina et al., 2002a).

Kim and Lee (2007), sekiz rezin kompozitin (Ceram X mono, Filtek Supreme, Filtek Z350, Glacier, Gradia Direct, Gradio, Point 4, Premise), toplam 41 renginin polimerizasyon sonrası renk değişimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, polimerizasyondan sonra CIE L* (aydınlık) parametrelerinde meydana gelen değişikliklerin tüm materyaller için belirgin olduğunu tespit etmişlerdir. L* koordinatında, a* ve b* koordinatlarına oranla daha fazla değişim olduğu, bu sebeple de polimerizasyon sonrası renk değişimlerinde en büyük etkenin aydınlık (L*) olduğu görülmüştür. Yap et al. (1999)'ın ve Lee et al. (2003)'un çalışmalarına benzer olarak, bu çalışmada da polimerizasyon kaynaklı renk değişimlerinde en büyük değişikliğin, L* koordinatlarında olduğu belirlenmiştir (Tablo 9). Polimerizasyon sonrasında markadan ve renkten bağımsız olarak, kırmızı-yeşil koordinat (CIE a*) kırmızı bölgeye ($\Delta a^* > 0$), sarı-mavi koordinat ise mavi bölgeye ($\Delta b^* < 0$) doğru kaymıştır. Araştırmacıların sonuçlarına benzer olarak, polimerizasyonun ardından L* ve b* parametreleri azalırken, a* parametresi artmıştır. Ayrıca araştırmacıların çalışmalarında her marka rezin bileşiminde, polimerizasyondan sonraki renk değişiminin rezin kompozitlerinin renk tonuna göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir ve polimerizasyon renk değişiklikleri renk parametrelerine bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

Lee et al. (2003), farklı ölçüm ucu çaplarına sahip (11mm/8mm ve 3mm/3mm) spektrofotometre ile A2 renginde 5 rezin kompozitin (Charisma, Pyramid, Synergy compact, Vitalescence, Z100) polimerizasyon sonrası renk değişimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, ölçüm ucu boyutuna bakılmaksızın üç renk parametresinde (L^* , a^* ve b^*) de polimerizasyon sonrası renk değişiminin genel olarak aynı olma eğiliminde olduğunu, her iki boyutta da L^* ve b^* değeri değişiminin önemli derecede olduğunu bildirmişlerdir. L^* değerleri polimerizasyonun ardından 8 mm çapında -4.40 ile -3.00 arasında, 3 mm çapında ise -7.47 ile -4.78 arasında değişmiştir. a^* değerleri polimerizasyonun ardından 8 mm çapında, -0.40 ile 0.70 arasında, 3 mm çapında ise -0.72 ile 0.59 arasında değişmiştir. b^* değerleri polimerizasyonun ardından 8 mm çapında, -9.62 ile -1.35 arasında, 3 mm çapında ise -10.77 ile 2.15 arasında değişmiştir. Genel olarak, görsel değerlendirmede ışık uygulamasının ardından rezinler daha açık ve daha translüent hale gelmişlerdir. Araştırmacıların sonuçlarına benzer olarak bu çalışmada da, polimerizasyonun ardından b^* ve L^* değerleri azalmıştır. Araştırmacılar, b^* değerindeki bu azalmanın, ışık başlatıcıların polimerizasyonun ardından azalmasından kaynaklanmış olabileceğini rapor etmişlerdir.

Küçükeşmen et al. (2008), iki farklı kalınlıkta (1 ve 2 mm) porselen disk boyunca, iki farklı ışık cihazıyla polimerize edilen, Variolink II dual-sertleşen adeziv rezin simanın renk değişimini değerlendirdikleri çalışmalarında, L^* , a^* ve b^* parametrelerinin polimerizasyondan etkilendiğini, a^* değerinin polimerizasyon ünitesinden, b^* değerinin ise porselen kalınlığından etkilendiğini rapor etmişlerdir. Bir mm seramik altında halojen lamba ile polimerize edilen örnekler en fazla renk değişimi göstermişlerdir. Küçükeşmen et al. (2008)'un, 1 mm ile 2 mm kalınlığındaki seramik diskler altındaki örneklerin renk değişimlerinin $\Delta E^*_{ab} > 2.5$ birim olarak elde edilirken, bu çalışmada renk değişim değerleri $\Delta E^*_{ab} < 2$ olmuştur. Bununla birlikte, araştırmacıların çalışmalarında olduğu gibi bu çalışmada da tüm gruplarda polimerizasyonun ardından L^* değeri azalmış (renkler daha koyu hale gelmiş), a^* değerinde polimerizasyonun ardından artma (yeşil renk faktöründe azalma, kırmızı renk faktöründe artma), b^* değerinde polimerizasyonun ardından azalma (mavi renk faktöründe artma, sarı renk faktöründe azalma) meydana gelmiştir. Aynı şekilde, b^* değerinde azalma Sidhu et al. (2006)'un kompozit

rezinlerin polimerizasyonu sonrası renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarıyla da uyuşmaktadır. Araştırmacılar bu renk değişiminin sebebinin ışıkla polimerizasyonun ardından, kamforokinon gibi ışık başlatıcıların mavi ışığın absorpsiyonuyla birlikte miktarlarında oluşan azalmadan kaynaklanabileceğini rapor etmişlerdir.

Paravina et al. (2004), rezin kompozitlerin polimerizasyon kaynaklı renk ve translüsensi seviyelerindeki değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında, ışık aktivasyonu ile polimerize olan kompozit rezinlerin in vitro renk değişimlerini (ΔE) incelemiştir. Polimerizasyonun ardından kompozit rezinlerin çoğunda L^* değeri azalmıştır (örneklerin rengi koyulaşmıştır), yine çoğunda a^* değeri artmış (renk kırmızıya kaymış) ve renklerin hepsinde b^* değeri azalmıştır (renk maviye kaymıştır).

Bu çalışmada polimerizasyonun ardından Seghi et al. (1990), Johnston and Reisbick (1997), Hosoya (1999), Schulze et al. (2003a) çalışmalarına benzer olarak, renk ve marka bağımsız değişkenlerinin, renk değişimine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Çalışmada simanların renk değişimleri üzerinde rengin, markaya göre daha etkili olduğu bulunmuştur. En çok renk değişimine (ΔE) uğrayan rezin siman Choice ($\Delta E = 1.460$) marka simanlar olurken, bunu Variolink II ($\Delta E = 1.440$) takip etmiştir. En düşük renk değişikliğine uğrayan siman ise Nexus 3 ($\Delta E = 1.336$) marka simanlar olmuştur. Tukey HSD testinin sonuçları incelendiğinde, Choice ve Nexus 3, Variolink II ve Nexus 3 arasındaki renk değişimi farklarının anlamlı olduğu ($p < 0.05$), Choice ile Variolink II arasındaki renk değişimi farklarının ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p > 0.05$) sonucuna varılmıştır.

Farklı renkli simanların, renk değişimi değerleri incelendiğinde ise en çok renk değişimine uğrayan simanların translüsent simanlar ($\Delta E = 1.523$) olduğu, en az renk değişimine (ΔE) uğrayanların ise sarı renkli simanlar ($\Delta E = 1.335$) olduğu görülmüştür. Her üç renk için de en yüksek renk değişimine uğrayan simanların marka fark etmeksizin translüsent renkli simanlar oldukları (Choice $\Delta E = 1.583$, Variolink II $\Delta E = 1.545$, Nexus 3 $\Delta E = 1.442$) görülmüştür. Choice ve Variolink II markalı simanlar için, en az renk değiştiren simanların sarı renkli simanlar (Choice $\Delta E = 1.326$, Variolink II $\Delta E = 1.385$) oldukları görülürken, Nexus 3 markalı simanlar

için en az renk değiştiren simanların ise beyaz renkli simanlar ($\Delta E = 1.274$) oldukları görülmüştür.

Çok sayıda çalışmada renk farklılığının klinik olarak kabul edilebilir olması için $\Delta E \leq 3.3$ (Okubo et al., 1998, Ruyter et al., 1987, Kim and Um 1996, Yap et al., 1999, Stober et al., 2001, Koishi et al., 2002, Saraç et al., 2006a) ve $\Delta E \leq 3.7$ (Powers et al., 1988, Johnston and Kao 1989, Johnston and Reisbick 1997, Hersek et al., 1999, Gürdal et al., 2002, Uludağ et al., 2007, Lee et al., 2007c) olması gerektiği bildirilmiştir. Çalışmada renk değişiminin klinik olarak kabul edilebilir sınır değeri olarak Ahn and Lee (2008)'in bildirdiği üzere, Amerikan Halk Sağlığı Servisinin (U.S. Public Health Service USPHS) de kabul gibi ettiği 3.7 birim kullanılmıştır. Ancak bazı araştırmacılar ΔE değeri 3.3 ve 3.7 üniteden yüksek olduğunda, renk değişimi algılanabilir olmasına rağmen; rengi algılama kesinliği bireyden bireye farklılık gösterdiği için restorasyonun değiştirilmesi gerektiğini kabul etmezler (Ruyter et al., 1987, Johnston and Kao 1989).

Çalışmada, örneklerin polimerizasyonunun ardından elde edilen değerler $1 \leq \Delta E \leq 2$ olduğundan tüm örnekler klinik olarak algılanabilir ve kabul edilebilir renk değişimi göstermişlerdir.

Lee and Powers (2001), polimerizasyon ve termal siklüs uygulaması sonrası örneklerin optik özelliklerindeki değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında; doldurucu içerikleri ve dağılımları farklı olmasına rağmen polimerizasyonda geleneksel renklere göre translüsent renklere renk değişiminin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Shortall (2005), tek bir rezin kompozitin tüm renklerinin farklı ışık cihazlarıyla polimerizasyonunun ardından, polimerizasyon derinliklerinin ve elde edilen değerlerle sertleşme sonrası renk ve opasite değişikliklerinin ilişkisini değerlendirdiği çalışmasında; rezin kompozitlerin polimerizasyon sırasında renk değişikliğine uğradığını ve bu renk değişiminin dental kompozitlerde kullanılan kamforokinon ışık başlatıcının aktivasyonu ile ilgili olabileceğini rapor etmiştir.

Lee (2005), dental rezin kompozitlerin renk koordinatlarının, polimerizasyon ve yaşlandırma sonrası renk değişimlerine etkisini araştırdığı çalışmasında, rezin kompozitlerin renk ve renk parametreleri ile polimerizasyon sonrası renk değişimi arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre,

polimerizasyon ve yaşlanma sonrası renk parametrelerindeki değişiklikler çeşitlilik göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalara benzer olarak her iki durumda da aydınlıktaki değişimler (ΔL^*) en yüksek değerlerdedir (Yap et al., 1999, Lee et al., 2003, Schulze et al., 2003a). Bu sonuç, CIE L^* değerinin dağılım aralığının CIE a^* ve CIE b^* değerlerinden yüksek olduğunu yansıtmaktadır. Çalışmalara benzer olarak bu çalışmada da polimerizasyon sonrasında en fazla değişim gösteren değer L^* değeri olmuştur ($\Delta L^*=-1.11$, $\Delta a^*=0.45$, $\Delta b^*=-0,64$).

Diğer bir çalışmada, üç tip estetik restoratif materyalin polimerizasyon kaynaklı renk değişimleri incelenmiş ve renk değişimlerinin materyal kaynaklı değil renk kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Yap et al., 1999).

Makinson (1989) genellikle gözle değerlendirildiğinde, rezinlerin ışıkla polimerizasyonun ardından daha açık ve daha translüsent hale geldiklerini, bunun sadece bir markanın bir grup rezininin özelliği olmadığını, ancak renk değişimi büyüklüğünün farklı markaların farklı kimyasal içeriklerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Janda et al. (2007)'un yaptıkları çalışmanın sonuçları renkleşmenin yaygınlığının sadece polimerizasyon zamanına, yaşlandırma koşullarına ve materyale değil, polimerizasyon moduna da bağlı olduğunu göstermiştir. Kompozitlerin renk stabilitesi, polimerizasyon modu, polimerizasyon zamanı ve materyalin kompozisyonu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Araştırmacıların sonuçları, renk stabilitesi polimerizasyon zamanından, yaşlandırma koşullarından ve test edilen materyalin kompozisyonundan etkilendiğini göstermiştir. Aynı polimerizasyon modu, aynı polimerizasyon zamanı uygulaması ve aynı ışık cihazı kullanımına rağmen, çalışmada simanların farklı derecede renk değişimi göstermelerinin, araştırmacıların da belirttiği gibi, materyallerin kompozisyonlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada renk değişim değerleri Vita Easyshade spektrofotometre (VITA Zahnfabrik, Germany) ile ölçülmüştür. Baltzer and Kaufmann-Jinoian (2005), Dozic et al. (2007) Vita Easyshade'in diş renginin ve porselen restorasyonların renginin ölçülmesinde en güvenilir ve hassas cihazlardan biri olduğunu rapor etmişlerdir. Spektrofotometreler objektif olmaları, renk ölçümlerine sayısal değer verebilmeleri, verilerin hızlı elde edilebilir olmaları gibi

avantajları dolayısıyla diş hekimliği kliniklerinde sıklıkla kullanılır hale gelmiştir (Sjogren et al., 1999, Paul et al., 2002, Küçükeşmen et al., 2008, Da Silva et al., 2008). Spektrofotometreler, nesnelere tam bir dalga boyunca yansıyan ışığın miktarını ölçebilme yetenekleri sayesinde genelde kolorimetrelere göre daha doğru ve sistematik sonuçlar verdiklerinden, kolorimetrelerin daha çok düz yüzeylerden ölçüm için tasarlanmış olmalarından, diş yüzeylerinin ise genel olarak düz olmaması ve düzensiz yüzey özellikleri göstermeleri sebebiyle, klinik kullanımda daha fazla tercih edilmektedir (Okubo et al., 1998, Dancy et al., 2003, Tung et al., 2002, Paul et al., 2004, Paravina et al., 2004, Hugo et al., 2005, Klemetti et al., 2006, Dozic et al., 2007, Kim-Pusateri et al., 2007, Q.Li 2007, Da Silva et al., 2008).

Yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre elde edilen polimerizasyon sonrası renk değişim değerlerine bağlı olarak Küçükeşmen et al. (2008), çalışmada kullandıkları ürün için, polimerize edilmemiş rezin simanın doğrudan renk seçimi için yetersiz olduğunu ve hassas bir renk seçimi yapmak için, bu materyallerin renk seçimi sırasında, seramik restorasyonların altında polimerize edilmiş halde kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Samra et al. (2008), polimerizasyon etkinliğinin renklemeyi etkileyebileceğini, dönüşüm yüksek seviyelerde olduğunda renklemiş ürün oluşturabilecek artık monomer miktarının azalacağını ve dolayısıyla renklemenin azalacağını bildirmişlerdir.

Johnston and Reisbick (1997), dental rezin kompozitlerin polimerizasyon ve yaşlanma sonrası renk değişimlerinin, polimerize olmamış kompozit rezinin klinik olarak seçiminde, renk uyuşmasının sağlanabilmesi için göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir. Resin kompozitlerin polimerizasyon sonrası ve yaşlanma sonrası renk değişimi birçok durumda görsel olarak önemlidir. Polimerizasyon sonrası renk değişiminin üstesinden gelmek için klinik olarak 2 metot önerilmiştir. İlk metot restore edilecek dişten daha sarı ve daha kromatik renklerin seçilmesidir (Seghi et al., 1990, Lee et al., 2003). İkinci metot da kurutulmamış komşu diş yüzeyine materyalin uygulanıp polimerize edilerek renginin değerlendirilmesidir (Yap et al., 1999). Restoratif resin kompozitlerden farklı olarak, resin simanların renk değişimlerini seramik restorasyonların arkasından fark edilememektedir.

Çalışmamızda renk değişimi değerleri (ΔE) 1.199 (alt sınır değer) ile 1.658 (üst sınır değer) arasında değişmiştir. Bu değerler $\Delta E < 2$ olduğundan renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir sınırlarda bulunmuştur.

Dental restoratif materyaller ağız ortamında sürekli olarak ısı değişimine, neme ve fonksiyonel kuvvetlere maruz kalır (Heydecke et al., 2001). Pekçok çalışmada yaşlandırma işleminden sonra rezin kompozitlerde önemli renk değişimleri gerçekleştiği ve değişimin büyüklüğünün rezin kompozitlerin yapısal özelliklerine ve rengine bağlı olduğu rapor edilmiştir (Peutzfelt and Asmussen 1990, Lee and Powers 2001, Lee et al., 2004a)

Genel olarak restoratif materyallerin in vivo olarak değerlendirilmesi; işlem basamaklarının çokluğu, teknik hassasiyet gerektirmesi, uzun zaman dilimine yayılmış olması, maliyetinin yüksek olması ve etik kurallar nedeniyle zor bir süreçtir. Bu nedenle, restorasyonun klinik performansını ve uzun ömürlülüğünü (ağız içi kullanım süresini) tahmin etmeye yönelik, ağız içi durumunu taklit eden in vitro deney protokolleri geliştirilmiştir. Bu protokollerin çoğunda, materyallerin simüle edilmiş oklüzal kuvvetler altındaki veya ısı değişiklikleri karşısındaki davranışları, ağız ortamının kompleks yapısı yansıtılarak incelenmektedir (Anusavice 1992).

Dental materyallerin renk değişimlerinin in vivo olarak incelenmesi uzun zaman gerektiren zor bir süreçtir. Renk değişiminin inceleneceği bir materyalin, klinik performansının değerlendirilebilmesi için en az 2-3 yıl klinik takip gerektiği bildirilmiştir. Bundan dolayı in vitro düzenekler tercih edilmektedir. Ancak bu düzenekler hassas olmalı, etkileri gerçekçi olmalı ve kolay hazırlanabilir olmalıdır (Anusavice 1992).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde dental materyallerin renk değişimlerinin değerlendirilmesinde çeşitli yaşlandırma tekniklerinin kullanıldığı görülmüştür. Bunlar; termal siklüs (thermocycling), suda bekletme (water storage), ışıkla yaşlandırma (photoaging) ve hızlandırılmış yaşlandırma (accelerated aging)'dir.

Yaşlandırmanın dental materyallerin rengine olan etkileri pek çok çalışmayla araştırılmıştır; kompozit rezinler (Powers et al., 1978, Powers et al., 1980, Powers 1985, Lee 2000), geçici materyaller (Doray 2001; Haselton et al., 2005; Sham et al., 2004), porselenler (Razzoog et al., 1994), seramik polimerler (Douglas 2000), veneer materyalleri (Heydecke et al., 2001), akrilik rezinler (Wang 1996), protez kaide

materyalleri (May et al., 1996), yumuşak astar materyalleri (Anil et al., 1999), hibrit iyonomerler (Davis 1995) ve rezin simanlar (Noie et al., 1995, Hekimoğlu et al., 2000). Bunlara ilaveten, materyaller arası farklılıklar, ekipmanlar arası farklılıklar ve araştırma metotları arasındaki farklılıklar bulguları ve sonuçları etkilemektedir (Paravina et al., 2004).

Lee et al. (2001), düşük-kroma ve yüksek-translüsensi gösteren rezin kompozitlerin farklı ölçüm modlarında renk karakteristiklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, örneklere 5°- 55 °C distile suya 15 sn daldırma süresiyle 3000 devir termal siklus işlemi uygulamışlardır. Yine Lee et al. (2004a), polimerizasyon ve termal siklus sonrası nano-dolduruculu rezinlerin optik özelliklerindeki değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında, rezin örneklere 5°- 55 °C distile suya 20 sn daldırma süresiyle 2000 devir termal siklus işlemi uygulamışlardır. Lee et al. (2004b), farklı renk ve kalınlıklardaki indirekt rezin kompozitlerin ve tam-seramik materyallerin renk ve translüsentliklerindeki değişikliklerin saptanması ve termal siklus sonrası optik özelliklerinin karşılaştırılması için yaptıkları çalışmalarında, renk ölçümü öncesi örnekleri 24 saat süreyle 24°C distile suda bekletmişler ve örneklere 5-55 °C distile suda 30sn daldırma süresiyle 2000 devir termal siklus işlemi uygulamışlardır. Lee (2005) rezin kompozitlerin polimerizasyon ve termal siklus sonrası renk koordinatlarının renk değişimine etkilerini incelediği çalışmasında, 5°- 55 °C distile suya 15 sn daldırma süresiyle 3000 devir termal siklus uygulaması yapmıştır. Porselen tamir kompozitlerinin farklı renklerinin ve translüsensi seviyelerinin değişimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında Choi et al. (2006), örneklere 5°- 55 °C distile suya 20 sn daldırma süresiyle 3000 devir termal siklus uygulaması yapmışlardır.

Diğer bir yaşlandırma yöntemi ise Asmussen'in önerdiği yöntemdir. Bu yöntemde örneklerin 60°C'de suda 4 hafta süreyle bekletilmesinin 1 yıllık yaşlandırmaya karşılık geldiği bildirilmiştir (Asmussen 1981, Peutzfeldt and Asmussen 1990, Gupta et al. 2005). Nakamura et al. (2005), rezin kompozitlerin translüsensi ve renk değişimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, hazırladıkları rezin örnekleri 60°C distile suda 8 hafta süreyle bekletmişlerdir. Vichi et al. (2004)'un çalışmasında, üç farklı rezin kompozitin renk ve opasite değişikliklerini değerlendirmek amacıyla örnekler 60°C distile suda 30 gün süreyle bekletilmiştir.

Sham et al. (2004), geçici protetik materyallerin renk stabilitelelerini değerlendirdikleri çalışmalarında, örnekler, 20 gün süreyle 60°C de distile suda bekletmişlerdir. Nanhatson and Banasr (2002), A1 ve A4 renginde seramik disklerle çevrelenmiş ve çevrelenmemiş, ışıkla ve dual sertleşen 4 rezin simanın suda bekletilerek yaşlandırılması sonucu oluşabilecek renk değişimlerini değerlendirmişlerdir. Çalışmanın deney aşamasında yapıldığı gibi bu çalışmada da çevrelenmiş örnekler aynı kalınlıkta hazırlanmış porselen disklerin arasına rezin simanlar yerleştirilerek elde edilmiştir. Polimerizasyondan sonra, bütün örnekler 37°C de ve % 100 nemli ortamda 1 hafta süreyle bekletilmiş ve ilk renk değerleri ölçülmüştür ve bunlar başlangıç değeri olarak kaydedilmiştir. Örnekler 60 °C de 14 hafta süreyle suda bekletilerek yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. İlk renk ve devam eden yaşlandırma sonucu elde edilen renkler, her örnek için 1, 2, 4, 6 ve 14 hafta sonunda kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yaşlandırma işlemi sonunda dual-sertleşen rezin örnekler ışıkla-sertleşen rezin örneklerle karşılaştırıldığında anlamlı derecede yüksek renk değişimi sergilemişlerdir. Bu çalışmada, yaşlandırma sonucunda, iki yüzünden seramik disklerle yapıştırılmış rezin simanlar, seramik disklerle yapıştırılmamış örneklere göre anlamlı derecede düşük renk değiştirmiştir.

Çalışmalarda farklı bir suda bekletme yöntemi daha kullanılmıştır. Tanoue et al. (2003), dual-sertleşen kompozit rezin simanların görünür ışık aktivasyonlarının su emilimine, çözünürlüğe ve renk stabilitesine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, örnekleri 37°C distile suda 24 saat beklettikten sonra ve 37°C distile suda, ışık geçirmeyen karanlık bir ortamda 1,2,3,4,8,12,16 ve 24 hafta beklettikten sonra renk ölçümleri yapmışlardır ve renk değişimini değerlendirmişlerdir. Koishi et al. (2002), altı farklı dual-sertleşen rezin kompozite farklı sürelerde görünür ışık uygulamasının, renk stabilitesine etkisini inceledikleri çalışmalarında, örnekleri 24 hafta süreyle 37°C suda bekletmişlerdir ve renk ölçümlerini 1, 2, 3, 4, 8, 12, 16 ve 24. haftalarda tekrarlamışlardır.

Dual-sertleşen kompozit rezin simanların renk stabilitelelerinin incelendiği bir çalışmada örnekler polimerizasyon sonrasında, 37°C distile suda 24 saat bekletildikten sonra ve 37°C distile suda, ışık geçirmeyen karanlık bir ortamda 1,2,3,4,8,16,20 ve 24 hafta bekletildikten sonra renk ölçümleri tekrarlanmıştır (Berrong et al., 1993). Araştırmacıların deney prosedüründeki gibi, bu çalışmada da

porselen diskler birbirine dual-sertleşen rezin simanlarla, sandviç tekniğiyle yapıştırılmıştır. Araştırmacıların çalışmasının sonucunda kullanılan bütün materyallerin renk değişimi gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu renk değişiminin, dual-sertleşen kompozit rezin simanların hem kimyasal sertleşme hem de ışıkla sertleşme için değişik miktarlarda hızlandırıcılar ve başlatıcılar gibi kimyasal komponentleri içermelerinden ve bu komponentlerin dual-sertleşen rezin simanların zamanla renkleşmesine neden olan renkli oksidasyon ürünleri oluşturmalarından kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir.

Kullanılan diğer bir yöntem ise ışıkla yaşlandırma (photoaging). Işıklı yaşlandırma prosedürü, materyallerin yüzeyine 24 saat boyunca 135 000 Lux, 450 nm'de sürekli ışık uygulamasını içermektedir. Bu prosedür Orta Avrupa'da 30 gün süreyle güneş ışınlarına maruz kalmış gibi oluşacak yaşlanmayı içermektedir (Eliades et al., 2001, Eliades et al., 2004, Trakyalı et al., 2009). Maijer and Smith (1982), bazı ortodontik adezivlerin renk değişimini inceledikleri çalışmalarında bu yöntemi kullanmışlardır.

Pires-De-Souza et al. (2007), üç rezin kompozitin iki farklı renginin (A3 ve C3), halojen lamba ve LED ışık cihazıyla polimerizasyonunun ardından, örneklerin ışık kaynağına 50 mm mesafede yerleştirilerek, 4 saat boyunca ışık uygulamasıyla yaşlandırıldığı çalışmada, her kompozit renginin ışıkla polimerizasyonda farklı davrandığını, koyu renklerin monomerin dönüşümü için daha yüksek yoğunlukta ışığa gereksinim duyduklarını, kamforokinonun küçük miktarlarda kullanılmasına rağmen sarı bir komponent olarak materyalin rengini önemli derecede etkilediğini, kamforokinonun 478 nm dalga boyunda ışık uygulaması sırasında renk değiştirdiğini ve neredeyse renksiz hale geldiğini, örneklerin b* koordinatının azaldığını, ancak ilerleyen yaşlandırmayla birlikte kamforokinonun tamamen dönüştüğü düşünülmeye rağmen, kompozitin zamanla sarılaşmasının, kompozitin polimerizasyonu işleminde ışık başlatıcılarla birlikte çalışan alifatik aminlerden ve aminlerin zamanla bozunmalarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Bu renkleşmeler, ışık başlatıcıya ilave edilen sinerjik elementlerin tipine ve miktarına bağlı değişebilmektedir. Araştırmacıların çalışmalarına benzer olarak bu çalışmada da polimerizasyonun ardından tüm rezin simanlarda kamforokinonun dönüşümüne bağlı olarak b* parametresi polimerizasyonun ardından azalmış (polimerizasyon

öncesi $b^* = 29.19$, polimerizasyon sonrası $b^* = 28.56$), artan yaşlandırma ile birlikte ise bozunma ürünlerinin oluşumuyla b^* parametresi artmıştır (b^* 1. interval $= 29.38$, b^* 2. interval $= 29.86$, b^* 3. interval $= 30.20$).

Uchida et al. (1998), ışıkla sertleşen iki rezin kompozitin, 5 farklı renginin, 24 saat boyunca UV ışık kaynağına (275 W sun lamp, General Electric) maruz bırakılmasıyla oluşacak potansiyel renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, renkler göz önüne alındığında 5 rengin 3'ünün daha yüksek ΔE değeri gösterdiğini, en fazla renk değişikliğinin açık renklerde olduğunu, her 2 kompozitin bütün renklerinde aydınlık değerinin (L^*) azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacıların çalışmalarına benzer şekilde bu araştırmada da yaşlandırmanın ardından, 3. intervalin sonunda, beyaz ve translüsent renkler her üç markada da sarı renklerden daha fazla renk değişimi göstermiştir. En çok renk değişimine uğrayan simanların translüsent simanlar ($\Delta E=4.126$) olduğu; en az renk değişimine uğrayan simanların ise sarı renkli simanlar olduğu ($\Delta E=4.061$) görülmüştür. Araştırmacılar elde ettikleri verilere göre kompozitlerin renk stabilitesinde, renklerinin etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, çevresel etkilere maruz kalma sonucu meydana gelen renk değişimlerini belirlemede markalar ve renkler arasında etkileşimler olduğunu rapor etmişler ve daha açık renklerde renkleşmenin daha fazla olmasını şu iki olası faktöre bağlamışlardır; polimerin, monomerlerin açığa çıkmasına sebep olan ve sertleşmiş rezinin renginin monomerlerinkine kaymasına sebep olan çevresel bozulması, polimerin formülasyonlarındaki pigmentler ve diğer içeriğin retansiyon ve/veya kararlılıkları üzerindeki çevresel etkiler.

Eliades et al. (2004), ortodontik adezivlerin renk stabilitelelerini değerlendirdikleri çalışmalarında, örnekleri 24 saat boyunca 135 000 Lux, 450 nm'de sürekli ışık uygulamışlardır. Oluşan içsel geri dönüşümsüz renkleşmenin, ışık başlatıcıların yetersiz dönüşümünden ve dönüşmemiş C=C bağlarının sebep olduğu içsel ya da hacimsel renkleşmeden kaynaklanabileceğini, başlatıcıların bozunmasının b^* değerindeki değişikliklerin sarıya doğru kaymasına bağlı renkleşmeyle tutarlı olduğunu bildirmişlerdir. Rezinin renk kararsızlığı, çapraz bağlı ağın katılım reaksiyonlarından ortaya çıkan renkli maddeler içeren oksidasyon yan ürünleriyle ilişkilendirilmektedir (Asmussen 1981).

Dental materyallerin renk değişimlerinin değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir yöntem ise hızlandırılmış yaşılandırma (accelerated aging) prosedürüdür. Bu prosedür uzun dönem çevresel koşulların sebep olduğu; ultraviyole ışık uygulaması, sıcaklık ve nemlilik değişikliklerini içeren hızlandırılmış iklimlendirme uygulamasıyla oluşacak değişikliklerin incelenebilmesi için geliştirilmiştir. Bu uygulama ilk olarak otomotiv sanayiinde otomobillerin boyalarında iklim koşulları sonucu oluşacak değişikliklerin değerlendirilebilmesi için kullanılmıştır. Bununla birlikte hızlandırılmış yaşılandırma uygulaması 1978 yılından beri dental rezinlerin renk stabilitesinin değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır (Douglas 2000).

Doray et al. (2001)'un hızlandırılmış yaşılandırmanın geçici restoratif materyallerin renk stabilitesine olan etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında örnekler hızlandırılmış yaşılandırma cihazına yerleştirilmiş ve cihazda 340 nm dalga boyuna sahip 0.55W/m²/nm ışımada filtre edilmiş zenon lambasına maruz bırakılmıştır. Diğer yaşılandırma koşulları ise; karanlık panel sıcaklığı 70°C (ışık) ve 38°C (karanlık); kuru bulb sıcaklığı 42°C (ışık) ve 38°C (karanlık); ve % 50 nemlilikte (ışık) ve %95 nemlilikte (karanlık)'tır. Test siklüsü, 40 dk sadece ışık, 20 dk ışık ve ön yüzden su spreyi, 60 dk sadece ışık ve 60 dk karanlık arkadan su spreyi uygulaması toplam 11.5 saati içermektedir. Örnekler 15 kJ/m² artışlarla toplam 60 kJ/m² UV ışık uygulamasında yapay yaşılandırma işlemine tabi tutulmuştur. On bir materyalin 6'sı yaşılandırma işleminin ardından klinik olarak kabul edilemez renk değişimi (ΔE 3.4 - 9.4) göstermiştir.

Paravina et al.(2004)'un hızlandırılmış yaşılandırmanın açık renkli (bleach shades) kompozitlerin renk ve translüsentliğine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, örnekler hızlandırılmış yaşılandırma cihazına yerleştirilmiş ve her örneğe bir yüzü 340 nm dalga boyunda 0.55W/m² borosilikat cam filtreli zenon ark kontrollü ışımada, karanlık panel sıcaklığı 70°C'de (aydınlık siklüs) ve 38°C'de (karanlık siklüs), kuru bulb sıcaklığı 47°C'de (aydınlık siklüs) ve 38°C'de (karanlık siklüs) ve %50 nemlilikte (aydınlık siklüs) ve %95 nemlilikte (karanlık siklüs) işlemi uygulanmıştır. Test siklüsleri 40 dk sadece ışık, 20 dk ön yüzden su spreyi uygulaması, 60 dk sadece ışık ve 60 dk karanlıkta arka yüzden su spreyi uygulamasını içermiştir. Renk değerlendirmeleri 340 nm'de 450 kJ/m² ye kadar 150 kJ/m² aralıklarla yapılmıştır. Mikrohibrit kompozitlerin çoğunda, mikro dolduruculu

kompozitlerin ise hepsinde L* değeri ve a* değeri yaşlandırma sonrasında azalmıştır, b* değeri ise artmıştır. Mikro hibrit kompozitlerin çoğunda yaşlandırma sonrası renk değişimi kabul edilebilir sınırın üzerindedir ($\Delta E > 3.7$). Mikro doldurucularda ise renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir sınırlardadır ($\Delta E \leq 3.7$). Doldurucu konsantrasyonu arttıkça yaşlandırma sonrası daha iyi renk stabilitesi sağlanabileceği başka araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Faltermeier et al., 2007b).

Lee et al. (2006b) hızlandırılmış yaşlandırma sonrası rezin kompozitlerin opalesans ve fluoresans özelliklerinin değişimini inceledikleri çalışmalarında, Lee et al. (2007a), estetik dolgu materyallerinin hızlandırılmış yaşlandırma sonrası ışık saçılması ve absorbe etme özelliklerindeki değişimleri inceledikleri çalışmalarında, yine Lee and Powers (2007) farklı ölçüm modlarında rezin kompozitlerin renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, Davis et al. (1995), hibrit iyonomerlerin renk stabilitesini değerlendirdikleri çalışmalarında; Schulze et al. (2003a), dental rezin kompozitlerin hızlandırılmış yaşlandırma sonrasında renk stabilitesini ve sertliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında; Douglas et al. (2000), protetik uygulamalar için kullanılan yeni jenerasyon indirekt rezinlerin renk stabilitesini değerlendirdikleri çalışmalarında; Powers et al. (1978), hızlandırılmış yaşlandırma koşulları altında restoratif rezinlerin renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında örnekler Atlas Weather-Ometer cihazı ile yaşlandırılmıştır. Yine Powers et al. (1980), rezin kompozitlerin hızlandırılmış yaşlandırma koşulları altında renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında örnekler Atlas Weather-Ometer cihazı ile 900 saat yaşlandırılmıştır; Powers et al. (1985), hızlandırılmış yaşlandırma koşullarında posterior rezin kompozitlerin renk ve optik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında aynı cihazı kullanmışlardır. Schulze et al. (2003b), polimer-seramik dental kompozitlerin hızlandırılmış yaşlandırma sonrası spektrofotometrik analizini yaptıkları çalışmalarında örnekler Atlas Weather-Ometer cihazı ile 122 saat yaşlandırılmıştır.

İncelenen literatürler ışığında kompozit rezinlerin renk değişimlerinin değerlendirilmesinde çoğunlukla hızlandırılmış yaşlandırma yöntemi kullanıldığından bu çalışmada da bu yöntem tercih edilmiştir ve elde edilen örnekler Paravina et al., (2004) çalışmalarına benzer olarak 3 interval halinde, 150 kJ/m^2 enerji aralıklarıyla, toplam 450 kJ/m^2 enerji ile yaşlandırma işlemi uygulanmıştır.

Yaşlandırma cihazının üreticileri tarafından cihazda belirlenen koşullar altında 300 saatlik yaşlandırmanın, klinik koşullarda yaklaşık olarak 1 senelik yaşlandırmaya karşılık geldiği bildirilmiştir (Douglas 2000, Heydecke et al., 2001). 450 kJ/m²'lik toplam ışığa maruz bırakma yaşlandırma döngüsünde 345 saate ya da 115 yaşlandırma döngüsüne karşılık gelmektedir. Bu da 130 kJ/m²'lik enerji uygulamasının yaklaşık olarak 100 saat süreceği anlamına gelmektedir (Paravina et al., 2004). Karışıklıkları önlemek için yapay yaşlandırmanın saat bazında değil metrekareye düşen enerji (kilojoules) bazında verilmesi gerektiği Paravina et al., (2004) tarafından belirtilmiştir. Çalışmamızda örneklerimize toplam 450 kJ/m² enerji uygulanmıştır.

Lee et al., (2006b)'un 7 kompozit rezinin opalasens ve flourosens özelliklerini değerlendirmek için Atlas Weather-Ometer cihazında hızlandırılmış yaşlandırma işlemine tabi tuttıkları çalışmalarında, Lee et al., (2006b)'ın rezin simanların hızlandırılmış yaşlandırma sonrası renk değişimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, 150 kJ/m²'lik intervallerle örneklere 450 kJ/m² toplam enerji uygulaması yapıldığını, en fazla renk değişiminin 150 kJ/m²'lik ilk periyotta gerçekleştiği bildirilmiştir. Çalışmamızda da en fazla renk değişimi ilk intervalde gerçekleşmiştir.

Saygılı et al. (2006), hızlandırılmış yaşlandırma prosedürünün, ultraviyole ışık, ısı uygulaması ve nem değişikliklerini içerdiğini, uzun dönem çevresel koşulların etkisini taklit ettiğini belirtmişlerdir. Yaşlandırma cihazının üreticileri tarafından 300 saat yaşlandırmanın 1 yıla denk geldiği belirtilse de, iklimlendirme gibi dış ortam simülasyonlarının ağız içi durumları taklit edip edemeyeceğinin tam olarak bilinmeyeceğini rapor edilmiştir.

Doray et al. (1997), 5 akrilik rezin ve 7 kompozit rezin geçici materyallerine 60 kJ/m² enerji uyguladıkları, hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonrası renk değişimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, kompozit rezin örneklerin L* değerlerinin azaldığını, a* ve b* değerlerinin ise arttığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları araştırmacıların çalışmalarına benzerlik göstermektedir.

Rezin kompozitlerde yaşlanma sonucu oluşan optik özelliklerin ve yüzey özelliklerinin incelendiği çok sayıda çalışma yapılmıştır. 150 kJ/ m²'lük yaşlandırma, esas olarak rezin kompozitin markasından kaynaklanan ve 1.1- 3,9 birim arasında

değişen renk değişimine neden olmuştur (Lee 2000). Aynı yaşlanma sonucunda, beyazlatma işlemi uygulanmış dişler için uygun olan açık renkli (bleach-shade) rezin kompozitlerin renk değişimi 2.4-5.8 arasında iken, konvansiyonel renklere ise bu değerler 1.7-2.9 arasında olmuştur (Lee and Powers 2001). Aynı yaşlandırma işlemi sonrasında, farklı 4 kompozit rezininin ΔE değerleri 6.6-15.5 arasında değişirken, diğer 3 farklı rezin kompozitin ΔE değerleri 1.6-2.2 değerleri arasında ufak farklılıklar göstermiştir (Schulze et al., 2003a). Sonuçlara göre, bazı rezin kompozitler hızlandırılmış yaşlandırma sonrası kabul edilemez renk değişimleri ve opasite farklılıkları göstermektedirler (Lee and Powers 2001).

Lee and Powers (2007a), rezin kompozitlerin renk değişimini inceledikleri çalışmalarında, örneklerin Atlas Weather-Ometer cihazında 150 kJ/m^2 enerji uygulamasıyla yaşlandırılmasının ardından farklı ölçüm modlarında (yansıma ve geçirme) renk değişimini değerlendirmişlerdir. L^* değeri 7 kompozitin 5'inde (A2 renginde) yaşlandırma sonrasında azalmıştır. 150 kJ/m^2 'lik yaşlandırmanın ardından açık renkler en fazla renk değişimi göstermişlerdir. Translütent renkler A2 renklere daha fazla renk değişimi göstermişlerdir. Araştırmacıların çalışmalarındaki gibi bu çalışmada da translütent renkler, beyaz ve sarı renklere daha fazla renk değişimi göstermişlerdir.

Schulze et al. (2003a), dual ve ışıkla sertleşen rezin kompozitlerin hızlandırılmış yaşlandırma sonrası renk değişimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, bütün kompozitlerin gözle algılanabilir renk değişimi gösterdiğini, ışıkla sertleşen 3 kompozit rezinin algılanabilir ancak klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi gösterdiğini (ΔE 1.6-2.2 üniteler arasında), 3 kompozit rezinin kabul edilemez renk değişimi gösterdiğini (ΔE 5.3-5.8 üniteler arasında) bildirmişlerdir. Araştırmacılar, rezinlerdeki farklı oranlardaki renk değişimlerinin; oligomerlerin ve monomerlerin saflığı gibi rezin komponentlerindeki kimyasal farklılıklardan, aktivatörlerin, başlatıcıların, inhibitörlerin konsantrasyonundan ve tipinden kaynaklanmış olabileceğini bildirilmişlerdir. Bununla birlikte C=C arası reaksiyona girmemiş çift bağların oksidasyonunun da doldurucuların renk stabilitesini etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre az doldurucu içeren kompozitler daha az renk stabilitesi göstermişlerdir.

Üç kompozit rezin materyaline, 300 saat hızlandırılmış yaşlandırma uyguladıkları çalışmalarında Saygılı et al. (2006), elde edilen bütün L* değerlerinin yaşlandırmanın ardından azaldığını, dolayısıyla örneklerin hepsinin renginin koyulaştığını ve mikro dolduruculu kompozitlerin (ΔE Silux Plus 6.479), hibrit kompozitlerden (ΔE Charizma, 1.684) daha fazla renk değiştirdiğini rapor etmişlerdir.

Powers et al., (1978, 1980) anterior rezin kompozitlerin renk stabilitelerini değerlendirdikleri çalışmalarında, 300 saatlik yaşlandırmanın ardından örneklerin genel olarak daha koyu, daha kromatik ve daha opak hale geldiğini bildirmişlerdir. Powers et al. (1988), farklı doldurucu içeriklerine sahip 21 posterior kompozit rezinin 300 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma sonrası renk değişimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında, kompozitlerin 14'ünün 300 saatlik yaşlandırmanın ardından renklerinin daha açık hale geldiğini bunun yaşlandırma sonrası yüzey erozyonu sebebiyle doldurucu partiküllerin açığa çıkmasından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, renklemeyi devam eden renklemiş bozunma ürünlerinin oluşumuna bağlamışlardır.

Noie et al. (1995), üç rezin simanın, üç renginin, dual ve ışıkla sertleşen versiyonlarının hızlandırılmış yaşlandırma çemberinde 267 saat yaşlandırma işlemine tabi tuttukları çalışmalarında, örneklerin hepsinin yaşlandırmanın ardından renklerinin daha koyu (L* azalmış), daha yeşil (a* azalmış) ve daha sarı (b* artmış) hale geldiğini rapor etmişlerdir. Araştırmacıların bildirdiğine göre açık renkler koyu renklerden daha fazla renk değişimi göstermişlerdir. Ayrıca rezin simanların klinikte seramik restorasyonların altında kullanıldığını, bundan dolayı restorasyonun opasitesi dolayısıyla simanın renginin ve olası renk değişimlerini maskeleyebileceğini belirtmişlerdir.

Hekimoğlu et al. (2000), kimyasal, ışıkla ve dual-sertleşen rezin simanların, hızlandırılmış yaşlandırma sonrası renk özelliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, örneklerin renklerini yaşlandırmanın 300., 600. ve 900. saat lerinde ölçmüşler ve materyaller arasındaki renk değişimi farklılıklarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bulmuşlardır. Araştırmacılar estetik restoratif materyallerin renk değişimlerinin olası sebeplerinin; leke birikimi, su emilimi, sızıntı, yetersiz bağlantı ve yüzey pürüzlülüğü, aşınma ya da kimyasal bozunma, reaksiyona girmemiş karbon

çift bağlarının oksidasyonu ve renklemiş bozunma ürünlerinin devam eden oluşumu olabileceğini bildirmişlerdir.

Lu and Powers (2004), self-adeziv rezin simanın renk değişimini kompozit rezin simanla, kompomerle ve hibrit iyonmer simanla karşılaştırdıkları çalışmalarında, örnekleri üretici talimatına göre sertleştirdikten sonra 24 saat süreyle 37°C’de suda bekletmişler ve 150kj/m², 300kj/m² ve 450kj/m² enerji aralıklarıyla yaşlandırma işlemine tabi tutmuşlardır. Resin simanlar (ışıkla ve dual sertleşen Variolink II) 150 kj/m² yaşlandırmanın ardından klinik olarak kabul edilemez renk değişimi ($\Delta E > 3.7$) göstermişlerdir. Araştırmacılar hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonunda oluşan renk değişiminin polimerizasyon başlatıcı sisteminin en gerekli komponenti olan aminlerin oksidasyonu kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, ayrıca ışıkla sertleşen resin simanlarda alifatik aminlerin, kimyasal sertleşenlerde aromatik tersiyer aminlerin, dual sertleşenlerde ise her iki aminin de kullanıldığını, aromatik tersiyer aminlerin okside olmaya alifatik aminlerden daha eğilimli olduğunu dolayısıyla kimyasal sertleşen resinlerin renk değişimlerinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Blatz et al. (2003)’un bildirdiğine göre, dual-sertleşen resin simanlarda ışığın yeterince ulaşmadığı bölgelerde polimerizasyonun tamamlanması için gerekli olan süre yaklaşık 24 saattir. Bu nedenle çalışmada örnekler polimerizasyonun ardından, renk değişimleri değerlendirilmeden, 24 saat süreyle 37°C’de disitile suda bekletilmiştir (Powers et al., 1988, Lu et al., 2001, Koishi et al., 2002, Tanoue et al., 2003, Lee et al., 2004b, Samra et al., 2008, Gaintantzopoulou et al., 2009). Hızlandırılmış yaşlandırma işlemine bu işlemin ardından geçilmiştir.

Çalışmada yaşlandırmanın 1. intervalinde, en çok renk değişimine uğrayan markanın Choice ($\Delta E = 3.381$) olduğu; en az renk değişimine uğrayan markanın ise Nexus 3 ($\Delta E = 2.395$) olduğu görülmüştür. Tukey HSD testinin sonuçları incelendiğinde, Choice ve Nexus 3, Variolink II ve Nexus 3 arasındaki renk değişimleri farkları anlamlı iken ($p < 0.05$), Choice ile Variolink II arasındaki renk değişimleri farklarının istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları ($p > 0.05$) sonucu elde edilmiştir. 1. intervalin sonuçları renk bazında değerlendirildiğinde ise; en çok renk değiştiren simanların beyaz renkli simanlar olduğu ($\Delta E = 3.055$), en az renk değiştiren simanların ise translüsent simanlar olduğu ($\Delta E = 3.012$) görülmüştür. Tüm renkler

için renk değişimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Tüm simanlar için renk değişim değerleri $2 \leq \Delta E \leq 3.7$ olduğundan rezin simanların hepsi yaşlandırmanın ilk intervalinin sonunda klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi değerleri göstermiştir.

Çalışmada yaşlandırmanın 2. intervalinde, en çok renk değişimine uğrayan markanın Variolink II ($\Delta E=3.892$) olduğu; en az renk değişimine uğrayan markanın ise Nexus 3 ($\Delta E=3.027$) olduğu görülmüştür. Variolink II ($\Delta E=3.892$) ve Choice ($\Delta E=3,852$) yaşlandırmanın 2. intervali sonunda $\Delta E>3.7$ olduğundan klinik olarak kabul edilemez renk değişimi göstermişlerdir. Nexus 3, 2. intervalin sonunda klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi göstermiştir ($\Delta E=3.027$). Tukey HSD testinin sonuçlarına göre, Choice ve Nexus 3, Nexus 3 ve Variolink II arasındaki renk değişimleri farkları anlamlı iken ($p<0.05$), Choice ile Variolink II arasındaki renk değişimleri farklarının istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları ($p>0.05$) sonucu elde edilmiştir. 2. intervalin sonuçları renk bazında değerlendirildiğinde ise; en çok renk değiştiren simanların translüsent simanlar olduğu ($\Delta E=3.637$), en az renk değiştiren simanların ise sarı renkli simanlar olduğu ($\Delta E=3.536$) görülmüştür. Tüm renkler için renk değişimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları ($p>0.05$) tespit edilmiştir.

Çalışmada yaşlandırmanın 3. intervalinde, en çok renk değişimine uğrayan markanın Choice ($\Delta E=4.354$) olduğu, en az renk değişimine uğrayan markanın ise Nexus 3 olduğu ($\Delta E =3.700$), Variolink II'nin ise $\Delta E=4,222$ olduğu görülmüştür. Choice ve Variolink II ($\Delta E>3.7$) için renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir seviyenin üzerinde iken Nexus 3 ($\Delta E=3.7$) sınır seviyede kalmıştır. Tukey HSD testinin sonuçları incelendiğinde, her üç markanın da birbirleri arasındaki renk değişimleri farklarının anlamlı olduğu sonucu çıkmaktadır. 3. intervalin sonuçları renk bazında değerlendirildiğinde ise; en çok renk değiştiren simanların translüsent simanlar olduğu ($\Delta E=4.126$), en az renk değiştiren simanların ise sarı renkli simanlar olduğu ($\Delta E=4.061$) görülmüştür. Tüm renkler için renk değişimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadıkları ($p>0.05$) tespit edilmiştir.

Lee et al. (2007b), renk stabilitesinin kompozit rezinlerin rezin fazıyla doğrudan ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir. Choi et al. (2006), değişen fizikokimyasal koşullar altında rezin kompozitlerin renk stabilitesinin materyallerin

daha az su emmesi, daha yüksek doldurucu-rezin oranına sahip olması, düşürülmüş partikül boyutları ve optimal doldurucu-matris sisteminin kullanılmasıyla geliştirilebileceğini bildirmişlerdir. Lee et al. (2007c), estetik restoratif materyallerin yaşlandırma sonrası ışık saçılma ve absorpsiyon özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, rezin kompozitlerin renk stabilitelelerinin düşük su absorpsiyonu, yüksek doldurucu-rezin oranı, düşük partikül büyüklüğü ve optimal doldurucu-matris eşleştirmesi ile arttığını belirtmişlerdir.

Powers et al. (1978) dental estetik dolgu materyallerin renk değişim sebeplerinin kimyasal bozulmadan, reaksiyona uğramamış karbon bağlarının oksidasyonuna, leke birikiminden, dehidrasyona, su absorpsiyonundan, mikro sızıntıya, zayıf bağlantıdan yüzey sertliğine kadar pek çok farklı faktöre bağlı olabileceğini öne sürmüşlerdir.

A2 ve Universal renklerinin kullanıldığı 5 kimyasal-sertleşen ve 5 ışıkla sertleşen rezin kompozitin yaşlandırma sonrası renk stabilitelelerini ve sertlik değerlerini araştırdıkları çalışmalarında Schulze et al., (2003a) materyallerde meydana gelen renklemenin, fiziko-kimyasal reaksiyonlar sebebiyle oluşabileceğini belirtmişleridir. Tersiyer aminler, beyazımsı görüntüden sarımsıya doğru rengin tonunda değişime sebep olurlar (Peutzfeldt and Asmussen 1989).

Oligomerlerin ve monomerlerin saflığı gibi rezin komponentlerindeki kimyasal farklılıklar, aktivatörlerin, başlatıcıların, inhibitörlerin konsantrasyonu ve tipi, karbon-karbon arası reaksiyona girmemiş çift bağların oksidasyonu ve doldurucular renk stabilitesini etkileyebilmektedir (Sham et al., 2004).

Kimyasal renklemenin polimer matrisin ya da reaksiyona girmemiş karbon çift bağlarının oksidasyonunun sonucu olduğuna inanılmaktadır (Yannikakis et al., 1998).

Markalar arası renk değişimi farklılıkları doldurucu partikül farklılıklarından ve polimer materyalin bozunmasından kaynaklanmış olabilmektedir (Schulze et al., 2003b).

Çalışmada rezin simanların farklı oranlarda renk değişimi değerleri göstermeleri kimyasal içeriklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Choice rezin simanda doldurucu miktarının, baz kısım ağırlığının %76'sını, katalizör kısmının ise ağırlığının %81'ini oluşturduğu; rezin miktarının ise baz kısım

ağırlığının %19'unu, katalizör kısmının yine ağırlığının %19'unu oluşturduğu; kullanılan rezin bileşiklerinin Bis-GMA, TEGDMA, UDMA ve az oranda da diğer rezinler olduğu üretici firma tarafından bildirilmiştir.

Variolink II rezin simanın doldurucu miktarı baz kısmının ağırlığının %73.4'ünü, katalizör kısmının ise 71.2'sini oluşturduğu; rezin miktarının ise baz kısmının ağırlığının 26.3'ünü, katalizör kısmının ise 27.9'unu oluşturduğu; kullanılan rezin bileşiklerinin Bis-GMA, TEGDMA, UDMA olduğu üretici firma tarafından bildirilmiştir. Katalizör ve stabilizatörler de baz kısmının ağırlığının %0.3'ünü, katalizör kısmının ise ağırlığının %0.9'unu oluşturmaktadır. Firma ayrıca, amin oranı azaltılmış formülasyonu sebebiyle renk stabilitesinin yüksek olacağını bildirmektedir (Ivoclar, Vivadent Technical Document, 2001).

Üretici firma, NX3 rezin simanın üretiminde kullanılan patentli amin içermeyen başlatıcı sistem ve optimize edilmiş rezin matris içeriğinin materyale üstün renk stabilitesi özelliği kazandırdığını bildirmiştir (Kerr, NX3 Technical Document, 2008). Çalışmada polimerizasyon ve yaşlandırma işlemleri sonrasında NX3 rezin siman diğer simanlardan anlamlı derecede düşük renk değişimi değerleri göstermiştir.

Çalışmada kullanılan rezin simanların yaklaşık içerikleri yukarıda açıklanmakla birlikte, üretici firmalar ürünlerindeki kimyasal bileşenleri ya da konsantrasyonları tam olarak bildirmemektedirler (Schulze et al., 2003a, Michelsen et al., 2003, Alvim 2007).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tam seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılan dual sertleşen rezin simanlar polimerizasyon ve yaşlandırmanın ardından renk değişimi göstermektedir. Bu renk değişiminin büyük bir kısmı hekimin kontrolü dışında oluşmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda seramik restorasyonun altındaki rezin simanların polimerizasyonunun ardından klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliği gösterdiği, ancak hızlandırılmış yaşlandırma periyotları sonrasında ise bazı simanların klinik olarak kabul edilebilir sınırın ($\Delta E > 3.7$) üzerinde renk değişimi gösterdiği saptanmıştır.

Çalışmanın sınırları içerisinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

- Rezin simanların polimerizasyona bağlı renk değişim değerleri 1.336-1.460 birim arasında değişmiştir.
- Renk ve marka bağımsız değişkenlerinin polimerizasyon kaynaklı renk değişimine etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).
- Polimerizasyonda oluşan renk değişiminde renk, markaya göre daha etkili olmuştur.
- En az renk değişimi gösteren Nexus 3 ($\Delta E = 1.336$) rezin siman olmuştur.
- En çok renk değişimine uğrayan simanların translüsent simanlar ($\Delta E = 1.523$) olduğu, en az renk değişimine uğrayanların ise sarı renkli simanlar ($\Delta E = 1.335$) olduğu saptanmıştır.
- Polimerizasyonun ardından elde edilen tüm değerler klinik olarak kabul edilebilir sınırlardadır.
- Çalışmada yaşlandırmanın 1. intervalinde renk değişim değerleri 2.278-3.447 birim arasında değişmiştir.
- Renk ve marka değişkenlerinin renk değişimi üzerindeki etkileri anlamlıdır ($p < 0.05$).
- Yaşlandırma 1. intervalinde oluşan renk değişiminde marka, renge göre daha etkili olmuştur.

- En çok renk değişimine uğrayan markanın Choice ($\Delta E = 3.381$) olduğu; en az renk değişimine uğrayan markanın ise Nexus 3 ($\Delta E = 2.395$) olduğu görülmüştür.
- En çok renk değişimine uğrayan simanların beyaz renkli simanlar ($\Delta E = 3.055$) olduğu; en az renk değişimine uğrayan simanların ise translüsent simanlar olduğu ($\Delta E = 3.012$) olduğu görülmüştür.
- Yaşlandırmanın 1. intervalinin ardından elde edilen tüm değerler klinik olarak kabul edilebilir sınırlardadır.
- Yaşlandırmanın 2. intervalinde renk değişimi değerleri 2.978-3.995 birim arasında değişmiştir.
- Renk ve marka değişkenlerinin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri anlamlıdır.
- Marka, renk değişkenine göre bağımlı değişkenler üzerinde daha etkili olmuştur.
- En çok renk değişimine uğrayan markanın Variolink II ($\Delta E = 3.892$) olduğu; en az renk değişimine uğrayan markanın ise Nexus 3 ($\Delta E = 3.027$) olduğu görülmüştür.
- En çok renk değişimine uğrayan simanların translüsent simanlar ($\Delta E = 3.637$) olduğu; en az renk değişimine uğrayan simanların ise sarı renkli simanlar ($\Delta E = 3.536$) olduğu görülmüştür.
- Yaşlandırmanın 2. intervalinin ardından Variolink II ve Choice klinik olarak kabul edilebilir sınırın üzerinde ($\Delta E > 3.7$) renk değişimi göstermişlerdir.
- Yaşlandırmanın 3. intervalinde renk değişimi değerleri 3.671-4.395 birim arasında değişmiştir.
- Marka değişkenlerinin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri anlamlıdır.
- En çok renk değişimine uğrayan markanın Choice ($\Delta E = 4.354$) olduğu; en az renk değişimine uğrayan markanın ise Nexus 3 ($\Delta E = 3.700$) olduğu görülmüştür.
- En çok renk değişimine uğrayan simanların translüsent simanlar ($\Delta E = 4.126$) olduğu; en az renk değişimine uğrayan simanların ise sarı simanlar ($\Delta E = 4.061$) olduğu görülmüştür.

- Yaşlandırmanın 3. intervalinin ardından Variolink II ve Choice klinik olarak kabul edilebilir sınırın üzerinde ($\Delta E > 3.7$) renk değişimi gösterirken Nexus 3 kabul edilebilir eşik değerde ($\Delta E = 3.700$) kalmıştır.
- Yaşlandırma süresi arttıkça renk değişimi artmaktadır.

Seramik restorasyon altındaki farklı marka ve renkteki dual sertleşen rezin simanların renk değişimlerinin incelendiği bu çalışmada, simanların polimerizasyon sonrasında ve zaman içerisinde renk değiştirdikleri görülmüştür. Bu durum, hekimlerin siman seçiminde renk değişimlerini göz önünde bulundurmaları gerektiğini göstermektedir. Renk stabilitesi beklentisinin yüksek olduğu durumlarda, polimerizasyon ve zamana bağlı olarak, translusent simanlara göre daha az renk değiştiren (renk stabil) sarı veya beyaz renkli simanların kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Yine de hekimler, restorasyonların zaman içerisinde renk değiştireceğini ve bu sebeple restorasyonların estetik beklentilerle yenilenmesi taleplerinin ortaya çıkabileceğini göz önünde bulundurmalıdır. Öte yandan; renk gözetmeksizin, rezin simanların markalarının, polimerizasyon ve zamana bağlı renk değişimlerinde belirleyici bir rol oynadıkları görülmüş olup, hekimlerin siman seçiminde buna göre hareket etmelerinde fayda olabileceği düşünülmektedir. Ancak çalışmada tek tip seramik materyali ve sınırlı sayıda siman kullanıldığından, farklı seramik materyali ve simanların kullanımının, sonuçları farklılaştırabileceği öngörülmektedir.

ÖZET

Tam Seramik Restorasyonların Yapıştırılmasında Kullanılan Rezın Simanların Renk Değişimlerinin Restorasyonların Renk Değişimleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi.

Bu çalışmada, dual sertleşen rezın simanlarda, porselen diskler boyunca uygulanan polimerizasyon ve hızlandırılmış yaşlandırma işlemleri (accelerated aging) sonucu oluşacak renk değişimlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada kullanılan seramik diskler *IPS e. max Press* materyali ve uyumlu tabakalama porseleni *IPS e.max Ceram* materyallerinden 2mm kalınlıkta olacak şekilde elde edilmiştir. Seramik diskler 3 ayrı marka (Variolink II, Choice, Nexus 3) dual sertleşen rezın simanın 3 farklı rengiyle (translütent, sarı, beyaz), 0.2 siman kalınlığında birbirine yapıştırılmıştır ve 90 örnek elde edilmiştir. Renk ölçümleri simanlar polimerize edilmeden ve polimerizasyon sonrası yapılmıştır ve polimerizasyon kaynaklı renk değişim değerleri elde edilmiştir. Işık geçirmez kaplarda, 24 saat süreyle 37 °C’de distile suda bekletilen örneklere 150-300-450 kJ/m² enerji aralıklarıyla hızlandırılmış yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Uygulanan intervaller sonrası renk değişim değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerler MANOVA (Multivariate Anova) ile değerlendirilmiştir. Gruplar arası ortalama farklılıklarının değerlendirilmesinde Wilks Lambda testi, farklılık gösteren grubun tespitinde ise Tukey HSD ve Tamhane’s T2 testi kullanılmıştır.

Polimerizasyon sonrası 3 markanın 3 rengi de klinik olarak algılanabilir renk değişimi göstermiştir ($1 < \Delta E \leq 2$). Her üç marka için de en çok renk değiştiren simanlar translütent simanlar olurken; en az renk değiştiren simanlar Choice ve Variolink II markaları için sarı renkli simanlar; Nexus 3 için ise beyaz renkli simanlar olmuştur.

Yaşlandırmanın 1. intervali sonunda 3 markanın 3 rengi de klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi göstermiştir ($\Delta E \leq 3.7$). En çok renk değiştiren simanın, Choice markasının translütent simanı olduğu (3.447); en az renk değiştiren simanın, Nexus 3’ün translütent simanı olduğu (2.278) görülmüştür.

Yaşlandırmanın 2. intervali sonunda Nexus 3 klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi ($\Delta E \leq 3.7$) gösterirken, Variolink II (3.892) ve Choice (3.852) klinik olarak kabul edilebilir sınırın üzerinde renk değişimi ($\Delta E > 3.7$) göstermişlerdir.

Yaşlandırmanın 3. intervali sonunda ise Nexus 3 (3.700) klinik olarak kabul edilebilir sınır değerinde renk değişimi gösterirken, Variolink II (4.222) ve Choice (4.354) rezın simanları renk değişimleri de klinik olarak kabul edilebilir sınırı bir miktar daha geçmişlerdir.

Dual sertleşen rezın simanların polimerizasyon sonucunda renk değişimi gösterdiği ve bu renk değişiminin klinik olarak algılanabilir seviyede olduğu, hızlandırılmış yaşlandırma sonrası renk değişiminin arttığı, en fazla renk değişiminin ilk intervalde meydana geldiği ve Nexus 3’ün en renk stabil siman olduğu görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Dual sertleşen, hızlandırılmış yaşlandırma, *IPS e.max Press.*, polimerizasyon, renk stabilitesi, rezın siman.

ABSTRACT

The Effects of Resin Cements' (Used To Lute Full Ceramic Restorations) Color Changes on The Color Changes of Restorations.

The aim of this study is to evaluate the color changes of dual cured resin cements after polymerization and accelerated aging along porcelain discs.

The ceramic discs used in the study are obtained from *IPS e.max Press* material and compatible layering porcelain (*IPS e.max Ceram*) materials with a final thickness of 2 mm. These ceramic discs are luted onto dual cured resin cements with 3 different colors (translucent, yellow, white) of 3 separate manufacturers (Variolink II, Choice, Nexus 3) with 0.2 mm cement thickness; acquiring a total of 90 samples. Color measurements are made before (initial color) and after polymerization to calculate the color change occurred during polymerization. The samples which have been kept 24 hours at 37°C in a light-proof box are exposed to accelerated aging in 150-300-450 kJ/m² energy intervals and color changes measured after each intervals. The statistical analysis of the results are evaluated using Multivariate Analysis of Variance (MANOVA). Wilks Lambda test was used to evaluate mean differences among groups whereas Tukey HSD and Tamhane's T2 tests were used to determine differentiating group.

All of the samples, 3 different colors of 3 different manufacturers, showed clinically perceptible color changes ($1 < \Delta E \leq 2$) during polymerization process. Translucent cements have the highest color change values among all 3 colors of 3 manufacturers whereas the yellow colored cements have the minimum color change values for Variolink II and Choice and white colored cements for Nexus 3.

After the 1st. interval of acc. aging process, all 3 colors of 3 manufacturers showed clinically acceptable color changes ($\Delta E \leq 3.7$). The translucent cement of Choice, had the highest color change value (3.447) whereas the translucent cement of Nexus 3 had the lowest color change value (2.278).

After the 2nd. interval of aging process, Nexus 3 cements still showed clinically acceptable color change ($\Delta E \leq 3.7$) whereas Variolink II (3.892) and Choice (3.852) cements exceed clinically acceptable color change limits ($\Delta E > 3.7$).

After the 3rd. interval of aging process, Nexus 3 (3.700) cements showed color change just in the clinically acceptable range ($\Delta E \leq 3.7$) whereas Variolink II (4.222) and Choice (4.354) cements once again exceed clinically acceptable color change limits.

The results of this study showed that solely polymerization procedure creates clinically perceptible and acceptable color changes, however color change increases with accelerated aging where highest color change occurs in the first interval, and Nexus 3 cements are the most color stable resin cements.

Key Words: Accelerated aging, color stability, dual-cure resin cement, *IPS e.max Press*, polymerization.

KAYNAKLAR

- Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent* 2003; 31(6): 437-444.
- Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Color Stability of Compomer after Immersion in Various Media. *Esthet Dent* 2000;12: 258-263.
- Abou-Madina MM, Abdelaziz KM. Influence of Different Cementation Materials and Thermocycling on the Fracture Resistance of IPS e.max Press Posterior Crowns. *The Internet Journal of Dental Science* 2009; 6(2): 1-5.
- Aguiar FHB, Lazzari CL, Lima DANL, Ambrosano GMB, Lovadino JR. Effect of light curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. *Braz Oral Res* 2005;19(4): 302-306.
- Ahn JS, Lee YK. Color distribution of a shade guide in the value, chroma, and hue scale, *J Prosthet Dent* 2008;100(1): 18-28.
- Al-Wahadni AM, Hussey DL, Grey N, Hatamleh MM. Fracture Resistance of Aluminium Oxide and Lithium Disilicate-based Crowns using Different Luting Cements: An in vitro Study. *J Contemp Dent Pract* 2009; 2(10): 051-058.
- Akman S, Eskitaşçıoğlu G. Porselen restorasyonlarında tekrarlanan fırınlama işleminin etkisinin dijital fotogrametri yöntemiyle incelenmesi. *C Ü Diş H Fak Derg* 2004; 7(1): 11-21.
- Altıntaş SH, Üşümez A. Evaluation of Monomer Leaching From a Dual Cured Resin Cement. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2008; 86B: 523–529.
- Albers HF. *Tooth-Colored Restoratives Principles and Techniques*. 9th Ed., London: BC Decker Inc Hamilton, 2002: 81-124.
- Alvim HH, Alecio AC, Walison A. Vasconcellosa, Maysa Furlan, Jose E. de Oliveira, Jose R.C. Saad. Analysis of camphorquinone in composite resins as a function of shade. *Dent Mater* 2007; 23(10): 1245–1249.
- Anand M, Shetty P, Bhat SG. Shade matching in fixed prosthodontics using instrumental color measurements and computers. *JIPS* 2007; 7(4): 179-183.
- Anil N, Hekimoglu C, Sahin S. Color stability of heat-polymerized and autopolymerized soft denture liners. *J Prosthet Dent* 1999; 81(4): 481–484.
- Anusavice KJ. Degradability of dental ceramics *Adv Dent Res* 1992; 6(1): 82-89.
- Anusavice KJ. Recent developments in restorative dental ceramics. *JADA* 1993;124(2): 72-84.
- Anusavice KJ. Philips' science of dental materials. 11th ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2003. p. 655-719.
- Asmussen E. An accelerated test for color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 1981; 39(6): 329–332.
- Asmussen E. Factors affecting the colour stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 1983; 41(1): 11-18.
- Asmussen E. Clinical relevance of physical, chemical, and bonding properties of composites resins. *Oper Dent* 1985; 10(2): 61–73.
- Bagis YH, Rueggeberg FA. The effect of post-cure heating on residual, unreacted monomer in a commercial resin composite. *Dent Mater* 2000; 16(4): 244–247.

Barath VS, Faber FJ, Westland S, Niedermeier W. Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agents and different backgrounds. *Adv Dent Res* 2003;17: 55-60.

Barnfather KDP, Brunton PA. Restoration of the upper dental arch using Lava all-ceramic crown and bridgework. *BDJ* 2007;2002: 731-735.

Bayındır F, Kuo S, Johnston WM and Wee AG. Coverage error of three conceptually different shade guide systems to vital unrestored dentition. *J Prosthet Dent* 2007; 98(3): 175-185.

Bentley C, Leonard RH, Nelson CF, Bentley SA. Quantitation of vital bleaching by computer analysis of photographic images. *J Am Dent Assoc* 1999; 130(6): 809-816.

Berns RS. Billmeyer and Saltzman's principles of color technology. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons Inc; 2000. p.88-92.

Berrong JM, Weed RM, Schiwartz IS. Color Stability of Selected Dual-Cure Composite Resin Cements. *J Prosthodont* 1993; 2(1): 24-27.

Blackman R, Barghi N, Duke E. Influence of ceramic thickness on the polymerization of light-cured resin cement. *J Prosthet Dent* 1990; 63(3): 295-300.

Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2003; 89(3): 268-74

Brauer GM. Color changes of composites on exposure to various energy sources. *Dent Mater* 1988; 4(2): 55-59.

Breeding LC, Dixon DL, Caughman WF. The curing potential of light-activated composite resin luting agents. *J Prosthet Dent* 1991; 65(4): 512-518.

Buchalla W, Atin T, Hilgers RD, Hellwig E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *J Prosthet Dent* 2002; 87(3): 264-270.

Burke FJT, Qualtrough AJE, Hale RW. Dentin-bonded all-ceramic crowns: Current status. *JADA* 1998; 129(4): 455-460.

Cal E, Sonugelen M, Güneri P, Kesercioğlu A, Köse T. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *J Oral Rehabil* 2004; 31(5): 483-491.

Chan KC, Boyer DB. Curing light activated composite cement through porcelain. *J Dent Res* 1989; 68(3): 476-80.

Cardash HS, Baharav H, Pilo R, Ben-Amar A. The effect of porcelain color on the hardness of luting composite resin cement. *J Prosthet Dent* 1993; 69(6): 620-623.

Caughman WF, Daniel ME, Chan CN, et al. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent* 2001; 85(5): 479-84.

Chen YC, Ferracane JL, Prahl SA. A pilot study of a simple photon migration model for predicting depth of cure in dental composite. *Dent Mater* 2005; 21(11): 1075-1086.

Choi MS, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Changes in surface characteristics of dental resin composites after polishing. *J Mater Sci Mater Med.* 2005; 16(4): 347-53.

Choi MS, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Lim YJ. Changes in Color and Translucency of Porcelain-Repairing Resin Composites After Thermocycling. *Appl Biomater* 2006; 78B: 1-6.

Cho BH, Lee YK. A Shade Guide Model Based on the Color Distribution of Natural Teeth. *Col Res Appl* 2007; 32: 278 - 283.

- Chu SJ, Devigus A, Mieszko A. *Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry*. Illinois: Quintessence Publishing, 2004:1-99.
- Craig RG, Powers JM. *Restorative Dental Materials*. 11th Ed., Missouri: Mosby, 2002: 38-47, 232-251.
- Cunha LG, Sinhoreti MA, Consani S, Sobrinho LC. Effect of different photoactivation methods on the polymerization depth of a light-activated composite. *Oper Dent* 2003; 28(2): 155-159.
- Çoğulu D, Ersin N, Ertuğrul F. Renk, ışınlama mesafesi ve ışınlama süresinin iki farklı kompozit materyalinin yüzey sertliği üzerine etkisinin incelenmesi. *EÜ Diş Hek Fak Derg* 2007; 28: 187-192.
- Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent* 2008; 99(5): 361-368.
- Dancy WK, Yaman P, Dennison JB, O'Brien WJ, Razzoog ME. Color measurements as quality criteria for clinical shade matching of porcelain crowns. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15(2): 114-121.
- Davidson CL. Luting cement, the stronghold or the weak link in ceramic restorations. *Adv Eng Mater* 2001; 3 (10): 763-767.
- Dayangaç GB. *Kompozit Rezin Restorasyonlar*. Ankara: Güneş Kitapevi Ltd. Şti., 2000.
- Denry IL. Recent Advances In Ceramics For Dentistry. *Crit Rev Oral Biol Med* 1996; 7(2): 134-143.
- DeWald JP, Ferracane JL. A Comparison of Four Modes of Evaluating Depth of Cure of Light-activated Composites. *J Dent Res* 1987; 66(3): 727-730.
- Devlin H. *Operative Dentistry*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006; 85-92.
- Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater* 1994; 10(6): 353-362.
- Doğan E, Zaimoğlu A. Temel metal ve kor alt yapı üzerine farklı kalınlıklarda hazırlanan düşük ısı porseleninin renk stabilitesinin eskitme sonrası karşılaştırılması. *AÜ Diş Hek Fak Derg* 2006; 33(1): 107-118.
- Dong JK, Luthy H, Wohlwend A, Scharer P. Heat-pressed ceramics: technology and strength. *Int J Prosthodont* 1992; 5(1): 9-16.
- Doray PG, Wang X, Powers JM, Burgess JO. Accelerated aging affects color stability of provisional restorative materials. *J Prosthodont* 1997; 6(3): 183-188.
- Doray PG, Li DF, Powers JM. Color Stability of Provisional Restorative Materials After Accelerated Aging. *J Prosthodont* 2001;10(4): 212-216.
- Douglas RD. Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. *J Prosthet Dent* 1997; 77(5): 464-470.
- Douglas RD, Brewer JD. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1998; 79(3): 254-260.
- Douglas RD, Przybylska M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. *J Prosthet Dent* 1999; 82(2): 143-149.
- Douglas RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent* 2000; 83(2): 166-170.
- Dozic A, Kleverlann CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ and Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *J Prosthodont* 2007;16(2): 93-100.

Dunn WJ, Bush AC. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *JADA* 2002; 133(2): 335-341.

El-Badrawy WA, El-Mowafy OM. Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent* 1995; 73(6):515-524.

Eliades T, Kakaboura A, Eliades G, Bradley T G. Comparison of enamel changes associated with orthodontic bonding using two different adhesives. *Eur J Orthod.* 2001; 23(1): 85–90.

Eliades T, Gioka C, Heim M, Eliades G, Makouy M. Color Stability of Orthodontic Adhesive Resins. *Angle Orthod* 2004; 74(3): 391–393.

Ermiş RB, Temel UB, KAM Ö. Florozisli Dişlerde Yapılan Ağartma Tedavisinin L*a*b* Renk Aralık Sistemi ile Değerlendirilmesi: Olgu Raporu. *H Diş Hek Fak Derg* 2007;31 (1): 36-41.

Faltermeier A, Behr M, Müßig D. In vitro colour stability of aesthetic brackets. *Eur J Orthod.* 2007a; 29(4): 354–358.

Faltermeier A, Rosentritt M, Reicheneder C, Behr M. Discolouration of orthodontic adhesives caused by food dyes and ultraviolet light. *Eur J Orthod.* 2007b; 29(1): 1-5.

Ferracane JL, Moser JB, Greener EH. Ultraviolet light-induced yellowing of dental restorative resins. *J Prosthet Dent* 1985; 54(4): 483-487.

Feuerstein P. New changes in CAD/CAM. *Inside Dentistry* 2007; 2: 84-86.

Fradeani M, Redemagni M. An 11-year clinical evaluation of leucite reinforced glass ceramic crowns: a retrospective study. *Quintessence Int* 2002; 33(7): 503-510.

Gaintantzopoulou M, Kakaboura A, Loukidis M, Vougiouklakis G. A study on colour stability of self-etching and etch-and-rinse adhesives. *J Dent* 2009; 37(5): 390–396.

Gemalmaz D, Ozcan M, Yoruc AB, Alkumru HN. Marginal adaptation of a sintered ceramic inlay system before and after cementation. *J Oral Rehabil* 1997; 24(9): 646-651.

Gemalmaz D, Ergin Ş. Clinical evaluation of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2002; 87(2): 189-196.

Gerlach RW, Barker ML, Sagel PA. Objective and subjective whitening response of two self-directed bleaching systems. *Am J Dent* 2002; 15(1): 7A-12A.

Giordano RA, Pelletier L, Campbell S, Pober R. Flexural strength of an infused ceramic, glass ceramic and feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 1995; 73(5): 411-418.

Gopferich A. Mechanisms of polymer degradation and erosion. *Biomaterials* 1996; 17: 103-114.

Gorman CM, McDevitt WE, Hill RG. Comparison of two heat-pressed all-ceramic dental materials. *Dent Mater* 2000; 16(6): 389–395.

Gökçe HS, Beydemir B. Yüksek dirençli seramik sistemlerin dayanıklılığı. *Gülhane Tıp Derg* 2002; 44 (4): 457-463.

Guirardo RD, Consani S, Mastrofrancesco S, Consani RLX, Sinhoreti MAC, Corrê-Sobrinho L. Influence of light curing unit and ceramic thickness on temperature rise during resin cement photo-activation. *Bull Tokyo Dent Coll* 2008; 49 (4): 173-178.

Gupta R, Parkash H, Shan N, Jain V. A spectrophotometric evaluation of color changes of various tooth colored materials after exposure to commonly consumed beverages. *JIPS* 2005; 5 (2): 72-79.

Güler AU, Güler E, Yücel AÇ, Ertaş E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *J Appl Oral Sci* 2009;17(2): 108-112.

Gürel G. *Porselen Laminant Veneerler*. Quintessence Yayıncılık Ltd. Şti. İstanbul: 2002

Gürdal P, Akdeniz BG, Sen BH. The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil* 2002; 29(9): 895–901.

Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DW. Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 2005; 93(1): 70-75.

Hasegawa EA, Boyer DB, Chan DC. Hardening of dual-cured cements under composite resin inlays. *J Prosthet Dent* 1991; 66(2): 187-192.

Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: Core materials, *J Prosthet Dent* 2002a; 88(1): 4-9.

Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: Core and veneer materials, *J Prosthet Dent* 2002b; 88(1): 10-5.

Hekimoğlu C, Anil N, Etikan I. Effect of accelerated aging on the color stability of cemented laminate veneers. *Int J Prosthodont* 2000;13(1): 29-33.

Hersek N, Canay S, Uzun G, Yıldız F. Color stability of denture base acrylic resins in three food colorants. *J Prosthet Dent* 1999; 81(4): 375-379.

Heydecke G, Zhang F, Razzoog ME. In vitro color stability of double-layer veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent* 2001; 85(6): 551-557.

Hofmann N, Papsthart G, Hugo B, Klaiber B. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. *J Oral Rehabil* 2001; 28(11): 1022-1028.

Hondrum SO. A review of the strength properties of dental ceramics. *J Prosthet Dent* 1992; 67(6): 859-864.

Hooshmand T, Parvizi S, Keshvad A. Effect of Surface Acid Etching on the Biaxial Flexural Strength of Two Hot-Pressed Glass Ceramics. *J Prosthodont* 2008; 17(5): 415–419.

Hosoya Y, Goto G, Color changes of light-cured composite resins, *J Clinical Pediatr Dent* 1992; 16: 247–252.

Hosoya Y. Five-year color changes of light-cured resin composites: Influence of light-curing times. *Dent Mater* 1999; 15(4): 268–274.

Höland W, Schweiger M, Frank M, Rheinberger V. A Comparison of the Microstructure and Properties of the IPS EmpressT2 and the IPS EmpressT Glass-Ceramics. *J Biomed Mater Res (Appl Biomater)* 2000; 53(4): 297–303.

Hubbezoğlu İ, Akoğlu B, Doğan A, Keskin S, Bolayır G, Özçelik S, Doğan OM. Effect of Bleaching on Color Change and Refractive Index of Dental Composite Resins. *Dent Mater J* 2008; 27(1): 105-116.

Hugo B, Witzel T, Klaiber B. Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade determination. *Clin Oral Investig* 2005; 9(4): 244-250.

ISO Standard 7491, Dental materials. Determination of colour stability 2000.

Ivoclar Vivadent, IPS e.max Press, Product Information, 2005.

Ivoclar Vivadent, Vita Easyshade Technical document. 2003.

Jakubiak J, Allonas X, Fouassier JP, Sionkowska A, Andrzejewska E, Linden LA, Rabek FJ. Camphorquinone–amines photoinitiating systems for the initiation of free radical polymerization. *Polymer* 2003; 44(18): 5219–5226.

Janda R, Roulet JF, Kaminsky M, Steffin G, Lata M. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. *Eur J Oral Sci* 2004; 112(3): 280–285.

Janda R, Roulet JF, Lata M, Kaminsky M, Ruttermanna S. Effect of exponential polymerization on color stability of resin-based filling materials. *Dent Mater* 2007; 23(6): 696–704.

Jivraj SA, Kim TH, Donovan TE. Selection of Luting Agents, Part 1. *CDA Journal* 2006; 34(2): 149-160.

Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68(5): 819-822.

Johnston WM, Reisbick MH. Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. *Dent Mater* 1997;13 (2): 89–97.

Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004; 32(1): 3–12.

Jung H, Friedl KH, Hiller KA, Haller A, Schmalz G. Curing efficiency of different polymerization methods through ceramic Restorations. *Clin Oral Invest* 2001; 5(3): 156–161.

Karaağaçlıoğlu L, Yılmaz B. Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. *Oper Dent* 2008; 33(4): 386-391.

Karamouzos A, Papadopoulos MA, Kolokithaz G, Athenasiou AE. Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *J Oral Rehabil* 2007; 34(8) 613–621.

Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramic in dentistry: Historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent* 1996; 75(1): 18-32.

Kelly JR. Ceramics in restorative and prosthetic dentistry. *Annu Rev Mater Sci* 1997; 27: 443-468.

Kern M, Douglas WH, Fechtig T, Strub JR, DeLong R. Fracture strength of all-porcelain, resin bonded bridges after testing in an artificial oral environment. *J Dent* 1993; 21(2): 117-121.

Khokhar ZA, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int* 1991; 22(9): 733–737.

Kılıçarslan MA, Zaimoğlu A, Haskan H. Influence of Ceramic Shade and Thickness on the Polymerization Depth of Different Resin Luting Cements. *J Dental Sci* 2008; 14(3): 129-136.

Kim HS, Um CM. Color differences between resin composites and shade guides. *Quintessence Int* 1996; 27(8): 559-567.

Kim TH, Jivraj SA, Donovan TE. Selection of Luting Agents: Part 2. *CDA Journal* 2006; 34(2): 161-166.

Kim IJ, Lee YK. Changes in Color and Color Parameters of Dental Resin Composites After Polymerization. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2007; 80B(2): 541–546.

Kim-Pusateri SG, Brewer JD, Dunford RG, Wee AG. In Vitro Model To Evaluate Reliability and Accuracy of a Dental Shade-Matching Instrument. *J Prosthetic Dent* 2007; 98(5): 353-358.

Khurana R, Tredwin CJ, Weisbloom M, Moles DR. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *BDJ* 2007;203(12):675-680.

Klemetti E, Matela AM, Haag P, Kononen M. Shade selection performed by novice dental professionals and colorimeter. *J Oral Rehabil* 2006; 33(1): 31-35.

Kolbeck C, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dent Mater* 2006; 22(1): 63–68.

Koishi Y, Tanoue N, Atsuta M, Matsumura H. Influence of visible-light exposure on color stability of current dual-curable luting composites. *J Oral Rehabil* 2002; 29(4): 387-393.

Küçükeşmen HC, Üşümez A, Öztürk N, Eroğlu E. Change of shade by light polymerization in a resin cement polymerized beneath a ceramic restoration. *J Dent* 2008; 36: (3) 219–223.

Lafunte JD, Chaves A, Carmiol R. Bond Strength of Dual-Cured Resin Cements to Human Teeth. *J Esthet Dent* 2000; 12(2): 105-110.

Lee YK, Lim BS, Kim CW, Powers JM. Color Characteristics of Low-Chroma and High-Translucence Dental Resin Composites by Different Measuring Modes. *J Biomed Mater Res (Appl Biomater)* 2001; 58: (6) 613–621.

Lee YK, Lim BS, Kim CW. Difference in polymerization color changes of dental resin composites by the measuring aperture size. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2003; 66B(1): 373–378.

Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Powers JM. Changes of Optical Properties of Dental Nano-Filled Resin Composites after Curing and Thermocycling. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2004a; 71B(1): 16–21.

Lee SH, Lee YK, Lim BS. Influence of thermocycling on the optical properties of laboratory resin composites and all-ceramic material. *J Mater Sci: Mater Med* 2004b; 15(12): 1221-1226.

Lee YK, Powers JM. Discoloration of Dental Resin Composites after Immersion in a Series of Organic and Chemical Solutions. *Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2005; 73B(2): 361–367.

Lee YK. Influence of color coordinates on the color changes after polymerization and thermocycling of dental resin composites. *J Mater Sci* 2005; 40(11): 2855 – 2860.

Lee YK, Lu H, Powers JM. Optical properties of four esthetic restorative materials after accelerated aging. *Am J Dent* 2006a; 19(3): 155-158.

Lee YK, Lu H, Powers JM. Changes in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated aging. *Dent Mater* 2006b; 22(7): 653–660.

Lee YK, Powers JM. Color changes of resin composites in the reflectance and transmittance modes. *Dent Mater* 2007a; 23(3): 259–264.

Lee YK, Powers JM. Influence of background color on the color changes of resin composites after accelerated aging. *Am J Dent* 2007b; 20(1): 27-30.

Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Lim YK. Changes in Scattering and Absorption Properties of Esthetic Filling Materials After Aging. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2007a; 80B(1): 131–139.

Lee YK, Lu H, Oguri M, Powers JM. Changes in Color and Staining of Dental Composite Resins After Wear Simulation. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2007b; 82B(2): 313–319.

Lee YK, Cha HS, Ahn JS. Layered color of all-ceramic core and veneer ceramics. *J Prosthet Dent* 2007c; 97(5): 279-286.

Leinfelder KF. Porcelain esthetics for the 21st century. *JADA* 2000; 131(1): 47-51.

Linden JJ, Swift EJ Jr, Boyer DB, Davis BK. Photo-activation of resin cements through porcelain veneers. *J Dent Res* 1991; 67(2): 154-157.

Lindsey DT, Wee AG. Perceptibility and acceptability of CIEL*a*b* color differences in computer-simulated teeth. *J Dent* 2007; 35(7): 593–599.

Lovell LG, Lu H, Elliott JE, Stansbury JW, Bowman CN. The effect of cure rate on the mechanical properties of dental composites. *Dent Mater* 2001; 17(6): 504-511.

Lohbauer U, Müllerb FA, Petschelt A. Influence of surface roughness on mechanical strength of resin composite versus glass ceramic materials. *Dent Mater* 2008; 24(3): 250–256.

Lu H, Powers JM. Color stability of resin cements after accelerated aging. *Am J Dent* 2004;17(5): 354-358.

Lu H, Roeder LB, Lei L, et al. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17(2): 102-109.

Lui JL, Chan CL, Yap KT. Depth Of Polymerization Of A New Nanocomposite According To Different Exposure Times And Shades. *Ann Dent* 2006; 13 (1): 6-11.

Luiz KM, Amboni R, Prates LHM, Bertolino JR, Pires ATN. Influence of drinks on resin composite: Evaluation of degree of cure and color change parameters. *Polymer Testing* 2007; 26: 438–444.

Macorra JC, Pradies G. Conventional and adhesive resin cements. *Clin Oral Invest* 2002; 6(4): 198-204.

Makinson OF. Color changes on curing light-activated anterior restorative resins. *Aust Dent J* 1989; 34(2): 154–159.

Marquardt P, Strub JR. Survival rates of IPS Empress 2 all ceramic crowns and fixed partial dentures: results of a 5 year prospective clinical study. *Quintessence Int* 2006; 37(4): 253-259.

Martin FE. A survey of the efficiency of visible light curing units. *Journal of Dentistry* 1998; 26 (3): 239-243.

May KB, Shotwell JR, Koran A, Wang RF. Color stability: denture base resin processed with the microwave method. *J Prosthet Dent* 1996; 76(6): 581–589.

McLean J W. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent* 2001; 75(1): 61-66.

McCaslin AJ, Haywood VB, Potter BJ, Dickinson GL, Russell CM. Assessing dentin color changes from nightguard vital bleaching. *JADA* 1999; 130(10): 1485-1490.

Michelsen VB, Lygre H, Skalevik R, Tveit AB, Solheim E. Identification of organic eluates from four polymer-based dental filling materials. *Eur J Oral Sci* 2003; 111(3): 263–271.

Microsoft Corp. Microsoft Office for Windows. Version 2003, Washington, 2003

Milleding P, Haag P, Neroth B, Renz I. Two years of clinical experience with Pro-cera titanium crowns. *Int J Prosthodont* 1998; 11(3): 224-232.

Milosevic A, Jones C. Use of resin-bonded ceramic crowns in a bulimic patient with severe tooth erosion. *Quintessence Int* 1996; 27(2): 123–127.

Miyasaka M, Miura H, Nagatomi H, Yoshimine M. The effects of various finishing materials on the gloss and the color change of indirect prosthetic resin composites. *J Med Dent Sci* 2008; 55: 1–6.

Moscardó AP, Alemany IC. Aesthetic dentistry: Chromatic appreciation in the clinic and the laboratory. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11: E363-368.

Mörmann WH, Bindl A. The Cerec 3--a quantum leap for computer-aided restorations: initial clinical results. *Quintessence Int* 2000; 31(10): 699-712.

Myers ML, CaughmanWF, Rueggeberg FA. Effect of restoration composition, shade, and thickness on the cure of a photoactivated resin cement. *J Prosthodont* 1994; 3: 149–157.

Nakamura T, Saito O, Mizuno M, Tanaka H. Changes in Translucency and Color of Particulate Filler Composite Resins. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17: 293–302.

Nanhatson D, Banasr F. Color stability of resin cements-an in vitro study. *Pract Proced Aesthet Dent* 2002;14(6): 449-455.

Neumann MG, Schmitt CC, Ferreira GC, Correa IC. The initiating radical yields and the efficiency of polymerization for various dental photoinitiators excited by different light curing units. *Dent Mater* 2006; 22: 576–584.

Noie F, O’Keefe KL, Powers JM. Color stability of resin cements after accelerated aging. *Int J Prosthodont* 1995; 8(1): 51-55.

O’Brien WJ, Hemmendinger H, Boenke KM, Linger JB, Groh CL. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater* 1997;13(3): 179-185.

O’Brien WJ. *Dental Materials and Their Selection*. 3rd Ed. Illinois: Quintessence Pub., 2002: 113-127.

Ogunyinka A, Palin WM, Shortall AC, Marquis PM. Photoinitiation chemistry affects light transmission and degree of conversion of curing experimental dental resin composites. *Dent Mater* 2007; 23: 807–813.

O’Keefe KL, Pease PL, Herrin HK. Variables affecting the spectral transmittance of light through porcelain veneer samples. *J Prosthet Dent* 1991; 66(4): 434-438.

Oktay HG. Tüm Seramik Sistemler, *EÜ Dişhek Fak Derg* 2003; 24: 11-16.

Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent* 1998; 80(6): 642-628.

Opdam NJM, Roeters JJM, Joosten M, Veeke O. Porosities and voids in class I restorations placed by six operators using a packable or syringeable composite. *Dent Mater* 2002; 18: 58-63.

Otto T, De Nisco S. Computer- aided direct ceramic restorations: a 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *Int J Prosthodont* 2002;15: 122-128.

Oysaed H, Ruyter IE. Water Sorption and Filler Characteristics of Composites for Use in Posterior Teeth. *J Dent Res* 1986; 65(11): 1315-1318.

Özyeşil AG, Üşümez A, Gündüz B. The efficiency of different light sources to polymerize composite beneath a simulated ceramic restoration. *J Prosthet Dent* 2004; 91: 151-157.

Paravina RD, Ontiveros JC, Powers JM. Curing -Dependent Changes in Color and Translucency Parameter of Composite Bleach Shades. *J Esthet Restor Dent* 2002a; 14: 158-166.

Paravina RD, Powers JM, Fay RM. Color comparison of two shade guides. *Int J Prosthodont* 2002b;15: 73–78.

Paravina RD, Ontiveros JC, Powers JM. Accelerated Aging Effects on Color and Translucency of Bleaching-Shade Composites. *J Esthet Restor Dent* 2004; 16: 117–127.

Paravina RD, Majkic G, Imai FH, J M. Powers. Optimization of Tooth Color and Shade Guide Design. *J Prosthodont* 2007; 16: 269-276.

Park YJ, Chae KH, Rawls HR. Development of a new photoinitiation system for dental light-cure composite resins. *Dent Mater* 1999; 15: 120–127.

Patel SB; Gordon VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *JADA* 2004; 13: 587-594.

Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002; 81(8): 578–582.

Paul S, 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* 2004; 24: 222-231.

Pegoraro TA, da Silva NRFA, Carvalho RM. Cements for Use in Esthetic Dentistry. *Dent Clin N Am* 2007; 51: 453–471.

Peixoto RTRC, Paulinelli VMF, Sandera HH, Lanza MD, Cury LA, Poletto LTA. Light transmission through porcelain. *Dent Mater* 2007; 23: 1363–1368.

Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent* 2000; 28: 163–177.

Peutzfeldt A, Asmussen E. Hardness of restorative resins: effect of camphorquinone, amine and inhibitor. *Acta Odontol Scand* 1989;47: 229–31.

Peutzfeldt A, Asmussen E. Color stability of three composite resins used in the inlay/onlay technique. *Scand J Dent Res* 1990; 98: 257-260.

Peutzfeldt A. Dual-cure resin cements: in vitro wear and effect of quantity of remaining double bonds, filler volume and light curing. *Acta Odontol Scand* 1995; 53: 29-34.

Peutzfeldt, A. Sahafi, E. Asmussen. Characterization of resin composites polymerized with plasma arc curing units. *Dent Mater* 2000; 16: 330–336.

Peutzfeldt A, Asmussen E. Resin Composite Properties and Energy Density of Light Cure. *J Dent Res* 2005; 84(7): 659-662.

Pilathadka S, Vahalová D. Contemporary all-ceramic materials, Part-1. *Acta Medica* 2007a; 50(2): 101–104.

Pilathadka S, Vahalová D. Contemporary all-ceramic materials, Part-2. *Acta Medica* 2007b; 50(2): 105–107.

Pires-De-Souza FCP, Garcia LFR, Hamida HM, Casemiro LA. Color Stability of Composites Subjected to Accelerated Aging after Curing Using Either a Halogen or a Light Emitting Diode Source. *Braz Dent J* 2007; 18(2): 119-123.

Pires-de-Souza FCP, Casemiro LA, Garcia LFR, Cruvine DR. Color stability of dental ceramics submitted to artificial accelerated aging after repeated firings. *J Prosthet Dent* 2009; 101(1): 13-18.

Platt JA. Resin cements: into the 21st century. *Compend Contin Educ Dent* 1999; 20: 1173–1178.

Powers JM, Dennison JB, Koran A. Color stability of restorative resins under accelerated aging. *J Dent Res* 1978; 57(11): 964–970.

Powers JM, Fan PL, Raptis CN. Color Stability of New Composite Restorative Materials Under Accelerated Aging. *J Dent Res* 1980; 59(12): 2071-2074.

Powers JM, Bakus ER, Goldberg AJ. In vitro color changes of posterior composites. *Dent Mater* 1988; 4(3): 151-154.

Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's restorative dental materials*. 11th edition, Missouri: Mosby Inc., 2002: 38-44, 232-248.

Q.Li YN. Comparison of Shade Matching by Visual Observation and and Intraoral Dental Colorimeter. *J Oral Rehabil* 2007; 34: 848-854.

Ragain JC, Johnston WM. Color Acceptance of Direct Dental Restorative Materials by Human Observers. *Color Res Appl* 2000; 25 (4):278-285.

Raigrodski AJ, Chiche GJ, Aoshima H, Spiekerman CF. Efficacy of a computerized shade selection system in matching the shade of anterior metal-ceramic crowns-a pilot study. *Quintessence Int* 2006; 37: 793-802.

Raptis N, Michalakis K X, Hirayama H. Optical behaviour of current ceramic systems. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006; 26: 31-41.

Rasetto FH, Driscoll CF, Prestipino V, Masri R, von Fraunhofer JA. Light transmission through all-ceramic dental materials: A pilot study. *J Prosthet Dent* 2004; 91(5): 441-446.

Reges RV, Moraes RR, Correr AB, Sinhoreti MAC, Correr-Sobrinho L, Piva E, Nouer PRA. In-depth Polymerization of Dual-cured Resin Cement Assessed by Hardness. *J Biomater Appl J* 2008; 23: 85-96.

Reich S, Sturmm S, Wichmann M. Geniş yüzeyli adeziv tek diş rekonstruksiyonlarında Cerec yöntemi ile deneyimler. *Quintessence Türkçe* 2004;4: 35-55

Rinke S, Hüls A, Jahn L. Marginal accuracy and fracture strength of conventional and copy milled all ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1995; 8(4): 303-310.

Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. *Art and science of operative dentistry*. 4th edition, Missouri: Mosby Inc., 2002: 190-206

Rosenblum MA, Schulman A. A review of all-ceramic restorations. *JADA* 1997; 128: 297-307.

Rosenstiel SF, Porter SS, Johnston WM. Colour measurements of all crown systems. *J Oral Rehabil* 1989; 16: 491-501.

Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998; 80(3): 280-301.

Rosenstiel SF, Land M, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontic*. 3rd Ed., st. Louis: C.V. Mosby. 2001.

Rosentritt M., Esch J., Behr M., Leibrock A., Handel G. In vivo color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. *Quintessence Int* 1998; 29: 517-522.

Roulet JF, Degrange M. *Adhesion The Slient Revolution in Dentistry*. Leipzig: Jütte Druck GmbH, Chapter 16. 2000.

Rueggeberg FA, Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. *Oper Dent* 1993; 18(1): 48-55.

Rueggeberg FA, Ergle JW, Lockwood PE. Effect of photoinitiator level on properties of a light-cured and post-cure heated model resin system. *Dent Mater* 1997; 13(5): 360-364.

Russell MD, Gulfraz M, Moss BW. In vivo measurement of colour changes in natural teeth. *J Oral Rehabil* 2000; 27: 786- 792.

Ruttermann S, Servos A, Wolfgang H, Raab M, Janda R. In vitro effect of light-emitting diode light polymerization on the color stability of three resin-based restorative materials. *Acta Odontol Scand* 2008; 66: 43-49.

Ruyter IE, Nilner K, Moller B: Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987; 3(5): 246-251.

Sadowsky SJ. An overview of treatment considerations for esthetic restorations: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 2006; 96(5): 433-442.

Samra APB, Pereire SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res* 2008; 22(3): 205-210.

Saraç D, Saraç YS, Yüzbaşıoğlu E, Bal S. The effects of porcelain polishing systems on the color and surface texture of feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 2006a; 96(2): 122-128.

Saraç D, Saraç YS, Külünk S, Ural C, Külünk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent* 2006b; 96(1): 33-40.

Saraç D, Saraç YS, Külünk S, Ural C. Kompozitlerin Renk Stabilitelere Işık Kaynaklarının Etkisi. *H Dişhek Fak Derg* 2006c; 30(2) 77-82.

Saraç D, Saraç YS, Külünk S, Ural C, Külünk T. Farklı inorganik doldurucu içerikli kompozit rezinlerin renk sabitliği üzerinde polisaj yöntemlerinin ve yüzey verniği uygulamasının etkisi. *GÜ Diş Hek Fak Derg* 2006d; 23(3): 169-175.

Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite-based resins. *Dent Mater* 1989;5(6): 384-387.

Saygılı G, Şahmalı S, Demirel F. Colour stability of porcelain repair materials with accelerated ageing. *J Oral Rehabil* 2006; 33(5): 387-392.

Schneider LFJ, Pfeifer CSC, Consani S, Prahl SA, Jack L, Ferracane. Influence of photoinitiator type on the rate of polymerization, degree of conversion, hardness and yellowing of dental resin composites. *Dent Mater* 2008; 24(9): 1169-1177.

Schroeder WF, Vallo CI. Effect of different photoinitiator systems on conversion profiles of a model unfilled light-cured resin. *Dent Mater* 2007; 23(10): 1313-1321.

Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater* 2003a;19(7): 612-619.

Schulze KA, Tinschert J, Marshall SJ, Marshall GW. Spectroscopic Analysis of Polymer-Ceramic Dental Composites After Accelerated Aging. *Int J Prosthodont* 2003b;16(4): 355-361.

Segal BS. Retrospective assessment of 546 all-ceramic anterior and posterior crowns in a general practice. *J Prosthet Dent* 2001; 85(6): 544-550.

Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color difference between porcelain systems. *J Prosthet Dent* 1986; 56(1): 35-40.

Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *J Dent Res* 1989; 68(12): 1755-1759.

Seghi RR. Effects of instrument-measuring geometry on colorimetric assessments of dental porcelains. *J Dent Res* 1990;69: 1180-1183.

Seghi RR, Gritz MD, Kim J. Colorimetric changes in composites resulting from visible-light-initiated polymerization. *Dent Mater* 1990; 6(2): 133-137.

Sertgöz A, Balcı B. Diş hekimliğinde CAD/CAM teknikleri. *TDBD* 2007;102: 61-67.

Sevilmiş HH, Bulucu B. Adeziv Materyallerin Su Emilimi Özellikleri. *H Dişhek Fak Derg* 2007; 31(2): 16-21.

Sham ASK, Chu FCS, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. *J Prosthet Dent* 2004; 91(5): 447-452.

Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of fixed prosthodontics*, Quintessence Publishing Co, Inc, Chicago, Illinois. 1997

Shintani H, Inoue T, Yamaki M. Analysis of camphorquinone in visible light-cured composite resins. *Dent Mater* 1985;1(4): 124-126.

Shortall AC. How light source and product shade influence cure depth for a contemporary composite. *J Oral Rehabil* 2005; 32(12): 906-911.

Sidhu SK, Ikeda T, Omata Y, Fujita M, Sano H. Change of color and translucency by light curing in resin composites. *Oper Dent* 2006; 31: 598-603.

Sjogren G, Lantto R, Tillberg A. Clinical evaluation of all-ceramic crowns (Dicor) in general practice. *J Prosthet Dent* 1999; 81(3): 277–284.

Spahl W, Budzikiewicz H, Geurtsen W. Determination of leachable components from four commercial dental composites by gas and liquid chromatography/mass spectrometry. *J Dent* 1998; 26(2): 137–145.

Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *J Prosthet Dent* 2001a; 86(5): 453–457.

SPSS Inc. SPSS for Windows. Version 15.0, Chicago, 2006.

Stappert CFJ, Att W, Gerds T, Strub JR. Fracture resistance of different partial-coverage ceramic molar restorations. An in vitro investigation. *JADA* 2006; 137(4): 513-522.

Stappert CFJ, Chitmongkolsuk S, Silva NRFA, Att W, Strub JR. Effect of mouth-motion fatigue and thermal cycling on the marginal accuracy of partial coverage restorations made of various dental materials. *Dent Mater* 2008; 24(9): 1248-1257.

Stober T, Gilde H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater* 2001; 17(1): 87-94.

Summitt JB, Robbins J W, Schwartz R S, Santos J: *Fundamentals of operative dentistry a contemporary approach*. 2nd ed., Quintessence Inc., Illinois: 2001: 236-257.

Şener ID, Türker SB. Kimyasal yapılarına göre tam seramik restorasyonlar. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2009; 19(1): 61-67.

Taira M, Okazaki M, Takahashi J. Studies on optical properties of two commercial visible-light-cured composite resins by diffuse reflectance measurements. *J Oral Rehabil* 1999; 26(4): 329–337.

Tanoue N, Koishi Y, Atsuta M, Matsumura H. Properties of dual-curable luting composites polymerized with single and dual curing modes. *J Oral Rehabil* 2003; 30(10): 1015–1021.

Tezvergil-Mutluay A, Lassila LVJ, Valittu PK. Degree of conversion of dual-cure luting resins light-polymerized through various materials. *Acta Odontol Scand* 2007; 65: 201-205.

Trakyalı G, Özdemir FI, Arun T. Enamel colour changes at debonding and after finishing procedures using five different adhesives. *Eur J Orthod* 2009; 31(4): 397-401.

Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent* 2002; 88(6): 585–590.

Tyas MJ. Colour stability of composite resins: A clinical comparison. *Aust Dent J* 1992; 37: 88-90.

Uchida H, Vaidyanathan J, Viswanadhan T, Vaidyanathan TK. Color stability of dental composites as a function of shade. *J Prosthet Dent* 1998; 79(4): 372-377.

Uludağ B, Üşümez A, Sahin V, Eser K, Erçoban E. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of ceramic systems: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2007; 97(1): 25-31.

Üşümez A, Oztürk AN, Uşümez S, Oztürk B. The efficiency of different light sources to polymerize resin cement beneath porcelain laminate veneers. *J Oral Rehabil* 2004; 31(2): 160–165.

Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent* 2000; 83(5): 412-417.

Vichi A, Ferrara M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater* 2004; 20(6): 530–534.

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* 2006; 95(2): 137-142.

Wagner WC. Biaxial flexural strength and indentation fracture toughness of three new dental core ceramics. *J Prosthet Dent* 1996;76(2): 140-114.

Wassell RW, Barker D, Steele JG. Crowns and other extra-coronal restorations: Try-in and cementation of crowns. *BDJ* 2002; 193(1): 17-28.

Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2002; 87(6): 657-666.

Van Dijken JW. All-ceramic restorations: classification and clinical evaluations. *Compend Contin Educ Dent* 1999; 20(12): 1115-1124.

Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent* 1998; 80(5): 533-539.

Yap AU, Sim CP, Loganathan V. Polymerization color changes of esthetic restoratives. *Oper Dent* 1999; 24(5): 306-311.

Yavuzylmaz H, Turhan B, Barkın B, Kurt E. Tam Seramik Sistemleri II. GÜ. *Dişhek Fak Derg* 2005; 22(1): 49-60.

Ye Q, Wang Y, Williams K, Spencer P. Characterization of Photopolymerization of Dentin Adhesives as a Function of Light Source and Irradiance. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007; 80(2): 440–446.

Yoon TH, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 1165–1173.

Yoshida K, Greener EH. Effect of photoinitiator on degree of conversion of unfilled light-cured resin. *J Dent* 1994; 22: 296–299.

Yoshinari M, Derand T. Fracture strength of all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 329-338.

Yuan JCC, Brewer JD, Monaco EA, Davis EL. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. *J Prosthet Dent* 2007; 98(2):110-119.

Zaimoğlu A, Can G, Ersoy E, Aksu L. Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi. Ankara: Ank. Üni. Basımevi, 1993. Bölüm 3,15.

Zaimoğlu A, Can G. *Sabit Protezler*. Ankara: Ank. Üni. Basımevi, 2004.

ÖZGEÇMİŞ

17.07.1980 tarihinde Antalya’da doğdum. İlköğrenimimi Muğla Türdü 100. Yıl İlköğretim Okulu’nda; ortaöğrenimimi Antalya Anadolu Lisesi’nde tamamladım. 2004 yılında, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden mezun oldum ve aynı yıl Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı’nda doktora eğitimime başladım.