



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI GEÇİCİ KRON MATERYALLERİNİN RENK
STABİLİTESİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Enes Burak UĞURLU

**SAMSUN
Aralık-2021**



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI GEÇİCİ KRON MATERYALLERİNİN RENK
STABİLİTESİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dt. Enes Burak UĞURLU

TEZ DANIŐMANI
Prof. Dr. Y. Şinasi SARAÇ

SAMSUN
Aralık-2021

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez sürecim boyunca desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle her konuda bana yol gösteren, öğrencisi olmaktan onur ve gurur duyduğum danışman hocam Sayın **Prof. Dr. Y. Şinasi SARAC**'a,

Mesleki anlamda gelişimimde emekleri olan, sevgi ve hoşgörülerini her zaman hissettiren değerli hocalarım Sayın **Prof. Dr. Duygu SARAC**, **Prof. Dr. Şafak KÜLÜNK**, **Prof. Dr. Çağrı Ural**, **Prof. Dr. Tolga KÜLÜNK** ve bölümümüzün diğer kıymetli öğretim üyelerine,

Deney çalışmalarımın yüzey görüntüleme aşamalarında bana yardımcı olan Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünden **Doç. Dr. Fikret YILMAZ**'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca beraber çalıştığım ve desteğini gördüğüm tüm asistan arkadaşlarıma, özellikle Dt. Oğuzhan BALDIRAN'a, teknisyen ve personel arkadaşlara, Bahar EYÜBOĞLU'na,

Tüm eğitim ve meslek hayatım boyunca varlığını hep hissettiğim dostlarım ve değerli meslektaşlarıma,

Aldığım her kararda arkamda duran, girişimlerimde yanımda olup desteklerini esirgemeyen canım annem, babam ve kardeşlerime,

TEŞEKKÜRLERİMLE...

ÖZET

FARKLI GEÇİCİ KRON MATERYALLERİNİN RENK STABİLİTESİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Amaç: Bu tez çalışmasının amacı; farklı içeriklere sahip geçici kron materyallerinin renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüklerinin in vitro koşullarda incelenmesidir.

Materyal ve Metot: Farklı içeriğe sahip beş geçici kron materyalinin renk stabilite ve yüzey pürüzlülüklerini incelemek için her bir geçici kron materyalinden toplam 380 adet örnek hazırlandı. Yüzeylerine 600 gritlik silikon karbit kağıt ile eşit polisaj işlemi uygulandı. Solüsyon grupları çay, kahve, yeşilçay, vişne suyu ve distile su (kontrol grubu) olarak belirlendi. Örneklerin solüsyonlarda bekletilmeden önceki ve sonraki renk ölçümleri spektrofotometre cihazı ile yapıldı ve renk parametreleri CIEDE2000 renk formülasyonuna uygun şekilde L^* , a^* , b^* , ΔE_{00} değerleri olarak kaydedildi. Her örnek grubundan rastgele seçilen altışar örneğin atomik kuvvet mikroskobu ile yüzey pürüzlülükleri hesaplandı. Elde edilen veriler istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

Bulgular: Tüm örneklerde solüsyonların materyallerde oluşturdukları renk farklılıkları istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.001$). Elde edilen bulgulara göre en yüksek ortalama ΔE_{00} değeri (2.36) Revotec LC’de, en düşük ortalama ΔE_{00} değeri (0.77) ise Telio CAD’de bulundu. Ayrıca tüm örnek grupları için en yüksek ΔE_{00} değeri (2.28) vişne suyunda bekletilen gruplarda görüldü. Yüzey pürüzlülüğü açısından en yüksek ortalama R_a değeri (0,165) İmident grubunda, en düşük ortalama R_a değeri (0,072) Telio CAD grubunda bulundu.

Sonuç: Farklı solüsyonlarda bekletilen tüm örneklerde renk değişiklikleri oluşmuştur. Ancak bunlardan sadece Revotec LC grubunun ΔE_{00} ortalaması klinik kabul edilebilir ΔE_{00} değerinin (1.8) üzerinde kalmıştır. Yüzey pürüzlülüğü açısından tüm gruplar klinik olarak kabul edilebilir R_a değerinin (0.2) altında sonuçlar göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Geçici restorasyon, PMMA, CAD/CAM, renk stabilitesi, yüzey pürüzlülüğü.

Enes Burak UĞURLU, Uzmanlık Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Samsun, 2021

ABSTRACT

COMPARISON OF DIFFERENT TEMPORARY CROWN MATERIALS IN TERMS OF COLOR STABILITY AND SURFACE ROUGHNESS

Purpose: The aim of this study is to examine the color stability and surface roughness of temporary crown materials with different contents under in vitro conditions.

Material and Method: In order to examine the color stability and surface roughness of five temporary crown materials with different contents, a total of 380 samples were prepared from each temporary crown material. The surfaces were polished evenly with 600-grit silicon carbide paper. Solution groups were determined as tea, coffee, green tea, cherry juice and distilled water (control group). Color measurements of the samples before and after being kept in solutions were made with a spectrophotometer device and color parameters were recorded as L^* , a^* , b^* , ΔE_{00} values in accordance with the CIEDE2000 color formulation. Surface roughness of six randomly selected samples from each sample group was calculated using atomic force microscopy. The analysis of the data was compared statistically.

Results: The color differences created by the solutions on the materials in all samples were found to be statistically significant ($p < 0.001$). According to the findings, the highest mean ΔE_{00} value (2.36) was found in Revotec LC, and the lowest mean ΔE_{00} value (0.77) was found in Telio CAD. In addition, the highest ΔE_{00} value (2.28) for all sample groups was observed in the groups kept in sour cherry juice. In terms of surface roughness, the highest average R_a value (0.165) was found in the Imident group, and the lowest average R_a value (0.072) was found in the Telio CAD group.

Conclusion: Color changes occurred in all samples kept in different solutions. However, only the mean ΔE_{00} of the Revotec LC group remained above the clinically acceptable ΔE_{00} value (1.8). In terms of surface roughness, all groups showed results below the clinically acceptable R_a value (0.2).

Keywords: Temporary restoration, PMMA, CAD/CAM, color stability, surface roughness.

Enes Burak UĞURLU, Uzmanlık Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Samsun, 2021

SİMGELER VE KISALTMALAR

°	Derece
%	Yüzde
°C	Santigrad derece (sıcaklık birimi)
a*	Rengin kırmızı-yeşil ekseninde doygunluğu
µm	Mikrometre (uzunluk birimi)
AFM	Atomik Kuvvet Mikroskobu (Atomic Force Microscope)
bis-EMA	Etoksilatlı bisfenol A glikol dimetakrilat
bis-GMA	Bisfenol A glisidil metakrilat
CAD/CAM	Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing
CIE	Commission Internationale de le I'Eclairage
ml	Mililitre (hacim birimi)
mm	Milimetre (uzunluk birimi)
nm	Nanometre (uzunluk birimi)
PEMA	Polietil metakrilat
PMMA	Polimetil metakrilat
Ra	Yüzey pürüzlülüğü birimi
SEM	Tarayıcı electron mikroskobu (Scanning Electron Microscope)
SiC	Silikon karbit
TEGDMA	Trietilen Glikol Dimetakrilat
UDMA	Üretan dimetakrilat
ΔE	Delta E (renk değişimi sayısal değeri)

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Geçici Restorasyonlar	3
2.1.1. Geçici Restorasyonların İdeal Özellikleri.....	4
2.1.2. Geçici restorasyonların kullanım amaçları.....	4
2.2. Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması.....	6
2.2.1. Yapım Tekniklerine Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması	6
2.2.2. Kullanım Sürelerine Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması	8
2.2.3. İçeriklerine Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması.....	9
2.2.4. Polimerizasyon Tiplerine Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması	10
2.3. Geçici Restorasyon Materyalleri.....	10
2.3.1. Polimetil metakrilatlar (PMMA).....	14
2.3.2. Polietil Metakrilatlar (PEMA).....	16
2.3.3. Bis-akril Kompozit Resinler.....	17
2.3.4. Görünür Işıkla Polimerize Olan Resinler.....	18
2.3.5. Epimin Resin.....	19
2.4. CAD-CAM Sistemleri	19
2.4.1. CAD-CAM Sistemini Oluşturan Parçalar	21
2.4.2. CAD-CAM Sistemlerinin avantajları.....	21
2.4.3. CAD-CAM Sistemlerinin Dezavantajları	22
2.5. Diş Hekimliğinde Renk	22
2.5.1. Rengin Algılanması.....	23
2.5.2. Cisim.....	25
2.5.3. Gözlemci.....	25
2.5.4. Renk Sistemleri	26
2.5.5. Munsell renk sistemi	26
2.5.6. CIE renk sistemi	29

2.5.7. CIE L*a*b* Renk Sistemi	31
2.5.8. CIEDE2000 Renk Sistemi	33
2.5.9. Işık ve Renk Terimleri.....	35
2.5.10. Renk Ölçüm Yöntemleri.....	38
2.6. Yüzey Pürüzlülüğü ve Ölçümü	44
2.6.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümünde Kullanılan Yöntemler.....	45
2.6.2. Adsorpsiyon ve Absorpsiyon.....	50
3. MATERYAL VE METOT.....	51
3.1. Örneklerin Hazırlanması	52
3.1.1. Örneklere Polisaaj Uygulanması	54
3.2. Solüsyonların Hazırlanması	57
3.3. Örneklerin Renklendirme Periyodu ve Ölçümleri	57
3.4. Yüzey Pürüzlülüğü Testi.....	61
4. BULGULAR.....	64
4.1. Renk Değişim Değerlerinin (ΔE_{00}) Karşılaştırılması	64
4.1.1. Grup Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması	66
4.1.2. Solüsyon Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması	67
4.1.3. Zaman Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması	68
4.1.4. Grup ve Solüsyon Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması	69
4.1.5. Grup ve Zaman Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması	70
4.1.6. Solüsyon ve Zaman Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması	71
4.1.7. Grup, Solüsyon ve Zaman Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması	72
4.1.8. Grup, Solüsyon ve Zamana Bazında Renk Değişim (ΔE_{00}) Grafikleri	74
4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Karşılaştırılması	79
4.2.1. AFM Yüzey Topografya Görüntüleri	80
5. TARTIŞMA	84
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	101
7. KAYNAKLAR.....	102
8. ÖZGEÇMİŞ.....	102

1. GİRİŞ

Sabit protetik restorasyonların yapımı sürecinde hastada kaybolan fonksiyon, fonasyon ve estetiği geri kazandırmak, dişlerde oluşabilecek hassasiyeti önlemek amacıyla prepare edilen dişleri kimyasal ve termal etkenlerden korumak için geçici restorasyon uygulamaları oldukça önemlidir. Prostodontik Terimler Sözlüğü' ne göre, geçici restorasyon "estetik, stabilize etme ve/veya fonksiyonu belirli bir süre arttırmak için tasarlanmış daha sonra da daimi bir protez ile değiştirilecek sabit bir protez " olarak tanımlanabilir. ¹

Geçici restorasyonlar, daimi protezlerin tamamlanmasına kadar olan dönemde hastaların kaybolan estetik, fonksiyon ve rahatlığını sağlamak amacıyla, okluzal ilişkilerin yeniden oluşturulmasında, dikey boyutun değiştirilmesinin planlandığı daimi protetik tedavilerden önce, dişeti konturu veya lokalizasyonunda değişiklik yapılması gereken durumlarda kullanılırlar. Ayrıca geçici restorasyonlar implant tedavilerinde iyileşme sürecinde hastanın estetik ve fonksiyonel ihtiyaçlarını karşılamakta, ideal oklüzal dikey boyut ve okluzyonu belirlemektedirler.²

Geleneksel geçici restorasyonlar otopolimerize polimetil metakrilat (PMMA), polietil metakrilat, polivinil metakrilat, üretan metakrilat, bis-akril ve mikrofil rezin materyallerinden üretilirler.³

Günümüzde, modern üretim sistemleri ve yüksek yoğunluklu polimerler gibi yenilikçi malzemeler, oral rehabilitasyon ve implantoloji gibi uzun süreli dental tedavilerde gerekli olan uzun süreli geçici restorasyonların üretilmesine olanak sağlamaktadır.⁴ Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim yani CAD-CAM (computer aided design-computer aided manufacturing) sistemleri ile uzun süreli geçici restorasyonlar kullanılabilirler. Birçok üretici firma, CAD-CAM sistemleri için yüksek çapraz bağlı PMMA akrilik rezin içerikli yüksek yoğunluklu polimerleri piyasaya sunmaktadır. CAD-CAM sistemleri 3D taranmış objelerin, blok veya disk şeklindeki hazır materyallerden frezelenmesine imkan tanır. Bu tekniğin dişler ve dayanaklar üzerinde üstün bir uyum gösterdiği rapor edilmiştir.^{5,6}

Bu sistemler için kullanılan bloklar ve diskler daha önceden polimerize edildiğinden daha güçlü ve daha homojen bir yapıya sahiptirler. Ayrıca geleneksel

yöntemde kullanılan PMMA malzemelerinden farklı olarak bu bloklar, frezeleme öncesi polimerize olduklarından bir inhibisyon tabakasına sahip değildirler ve polimerizasyon büzülmesine uğramazlar.^{5, 6}

Geçici restorasyon estetik bölgedeysen ve uzun süre kullanılması gerekiyorsa, geçici materyallerin renk kararlılığı önemli bir faktör haline gelmektedir.⁷

Geçici restorasyonların yapıldığı materyaller sadece renk stabilitesi, dayanıklılık ve aşınma direnci gibi mekanik gereksinimleri değil, aynı zamanda biyolojik ve estetik ihtiyaçları da karşılamalıdır.^{8,9}

Sabit dental protez materyalleri, restorasyonların değiştirilmesini önlemek için uzun vadeli renk stabilitesini korumalıdır. Dental rezinler kimyasal bileşimine bakılmaksızın sıvı emer. Bu nedenle, kahve, çay, kırmızı şarap, meyve suları, klorheksidin veya ağartma maddeleri gibi çeşitli etkenlere maruz kaldığında zamanla renk değişikliği meydana gelebilir.^{10, 11}

Çalışmanın amacı; Beş farklı geçici kron materyalinin renk stabilitesi üzerinde renklendirici solüsyonların etkilerini ve bu materyallerin yüzey pürüzlülüklerini incelemektir.

Çalışmanın hipotezi; beş farklı geçici kron materyalinin renk stabilite ve yüzey pürüzlülükleri arasında anlamlı bir farklılık olacağı yönündedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Geçici Restorasyonlar

Prostodontik terimler sözlüğüne göre geçici protezler; ileriki bir zamanda daimi bir dental veya maksillofasiyal protez ile değiştirilmek üzere; estetiği, stabilizasyonu ve/veya fonksiyonu iyileştirmek için belirli bir süre kullanılması amacıyla yapılan, sabit veya hareketli protezlerdir. Bu protezler genellikle spesifik bir tedavi planının terapötik etkinliğini veya planlanan daimi protezin formunu ve fonksiyonunu değerlendirmek üzere kullanılırlar.¹

Diş hekimliğinde geçici restorasyonların kullanımı 1930'lu yıllarda başlamıştır. Geçici restorasyonlar, sabit protetik restorasyonların yapımı sürecinde dişlerde geçici koruma sağlanması amacıyla kullanılırlar. Prepare edilmiş dişlerde; daimi protezler yapılıncaya kadar dış etkenlerden korunma, pozisyonel stabilite, çiğneme, estetik ve kesin diagnostik bilgi sağlanır. Başarılı bir geçici restorasyon, bize daimi restorasyonun başarısını önceden tahmin etme şansını verir. Hastanın yapılacak tedavinin sonuçlarını ve sınırlarını görmesi açısından psikolojik yönden rahatlamasını sağlar.¹

Geçici restorasyon materyalleri, daimi protezin hazırlanma süresi içinde prepare edilen diş yapısını örterek termal izolasyonu sağlar. Ayrıca sıkı bir kapama ile sızıntıyı önleyerek pulpa koruması sağlar.¹

Sabit protetik tedavide geçici restorasyonlar aynı zamanda diagnostik bir araçtır. Yapılması planlanan kalıcı restorasyonun fonksiyonel ve estetik provası gibidir. Bu sayede yapılması planlanan protezin, hastanın biyomekanik, fizyolojik ve estetik gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığı değerlendirilebilir. Tedavi karmaşıklıktıkça, geçici restorasyonun diagnostik özelliği daha da önem kazanır. Diş boyutunda ve konturunda, dudak desteğinde, diş renginde, dikey boyutta, sentrik oklüzal kontaklarda ve anterior rehberlikteki değişiklikler bu sayede kolaylıkla değerlendirilebilir.¹ Hekim ve hasta geçici restorasyonun tatmin edici olduğunu düşünüyorsa, daimi restorasyon yapımında teknisyene bir rehber olur.

2.1.1. Geçici Restorasyonların İdeal Özellikleri

İdeal bir geçici restorasyonun aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekir;

1. İyi bir marjinal adaptasyon sağlamalıdır. Restorasyonun kenar uyumu sızıntıları önleyebilecek biçimde olmalıdır.
2. Normal çiğneme fonksiyonu sırasında yerinden çıkmaması için gerekli tutuculuk ve dirence sahip olmalıdır.
3. Güçlü, dayanıklı ve yeterli sertlikte olmalıdır.
4. Pulpayı ısı değişikliklerinden koruyabilecek bir materyalden yapılmalıdır.
5. Sertleşmesi sırasında düşük ekzotermik reaksiyon göstermelidir.
6. Isısal iletkenliği bulunmamalıdır.
7. Pöröz olmamalı, plak retansiyonuna engel olacak polisajlı yüzeylere sahip olmalı,
8. Boyutsal olarak stabil olmalıdır.
9. Rahat ve estetik olmalıdır. Özellikle ön dişlerde translusent diş benzeri görünümü sağlanmalıdır. Kullanım süresince rengi değişmemelidir.
10. Fizyolojik kontur ve embraşura sahip olmalı, kolay temizlenebilmeli, periodontal dokuların sağlığını koruyabilmelidir.
11. Yerinden kolayca çıkartılma ve simante edilebilme kolaylığına sahip olmalıdır.
12. Ekonomik olmalıdır.
13. Alerjik reaksiyon göstermemelidir.
14. Toksik olmamalıdır.
15. Geçici restorasyonlar hastanın oklüzal fonksiyonlarını devam ettirmeli, hasta konforunu artırmalıdır. Ayrıca ortodontik hareketlere ve eklem rahatsızlıklarına neden olmamalıdır.
16. Konumsal stabiliteyi sağlamalıdır. Prepare edilen dişin uzamasını veya devrilmesini engellemelidir. ¹

2.1.2. Geçici restorasyonların kullanım amaçları

Tedavi planlamasında geçici bir restorasyon kullanmanın çok çeşitli gerekçeleri olabilir. Geçici restorasyonların kullanım amaçları şunlardır:

1. Pulpayı bakteriyel, kimyasal ve termal uyaranlardan korur ve prepare edilmiş destek dişlerin hassasiyetini azaltır.
2. Prepare edilmiş dişi çürüklerden korur.
3. Hasta konforunu ve fonksiyonunu sağlar.
4. Dayanak dişlerin paralelliğinin değerlendirilmesine yardımcı olur.
5. Çekilmiş dişlerin hemen yerine konulmasını sağlar.
6. Dayanak dişlerin hareketini engeller
7. Estetiği sağlar.
8. Hastanın ağız bakımı alışkanlıklarını değerlendirmeye yardımcı olur.
9. Periodontal sağlığın devamını sağlar.
10. Periodontal tedavi sırasında ve sonrasında mobil dişleri stabilize eder.
11. Periodontal tedavi sırasında çıkarılabilir olması nedeniyle cerrahi bölgeye ulaşımı sağlar, cerrahi patlar için matris oluşturur ve mobil dişlerin sabitlemesinde yardımcı olur.
12. Vertikal ilişkiyi sağlayıp fonetiği ve kassal fonksiyonların devamını sağlar.
13. Daimi restorasyondan önce oklüzal düzenin, dikey boyutun, fonetiğin ve çiğneme fonksiyonunun değerlendirilmesine yardımcı olur.
14. Prognozu belli olmayan dayanak dişlerin değerlendirilmesine yardımcı olur.
15. Nihai restorasyonun rengi, şekli ve büyüklüğü yönünden diş hekimine yol gösterir.

Bazı tedavi planlamalarında yüksek dayanıklılığa sahip geçici restorasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır.¹ Bunlar; uzun gövdeli geçici köprüler, uzun süreli tedavi gerektiren dikey boyutun yükseltilmesi, implant tedavileri ve temporomandibuler eklem rahatsızlığı durumları, brüksizm vakalarında olduğu gibi hasta kontrolü dışında protez üzerine aşırı yük gelen durumlar olarak sıralanabilir.^{12,13}

Restorasyonların kırılmaları, yenilenmesi veya tamiri fazladan zaman ve masraf anlamına geldiği için hem hasta hem de hekim tarafından istenmeyen bir durumdur.⁴³

Geçici restorasyonların güçlendirilmesi için çeşitli teknikler literatürde bulunmaktadır.^{14,15} Bunlar arasında ısı ile polimerize olan polimetil metakrilat materyali kullanımı, restorasyonun metal destekli yapılması ve fiberle güçlendirilmesi sayılabilir.^{16,17}

Son zamanlarda CAD-CAM ile işlenmek üzere üretilen yüksek yoğunlukta polimer blokların, uzun süreli geçici restorasyon kullanımında faydalı olacağı düşünülmektedir. CAD-CAM bloklar endüstriyel olarak imal edilir ve geleneksel yöntemlere kıyasla gelişmiş özelliklere sahiptir. Örneğin, CAD-CAM polimerleri, daha az hava kabarcığı içermesiyle daha yüksek homojeniteye, daha yüksek kırılma direncine ve gelişmiş renk stabilitesine sahiptir. Ek olarak, CAD-CAM işlemi sırasında, kendiliğinden sertleşen veya görünür ışıkla sertleşen akriliklerin aksine yüzeyinde inhibisyon tabakası oluşmaz ve polimerizasyon büzülmesi gerçekleşmez.¹⁸ Bununla beraber geçici protezler CAD-CAM sistemleri ile geleneksel yöntemlere kıyasla daha kısa sürede üretilebilir. Geleneksel yöntemler hasta için ek bir randevu gerektirmektedir. Fakat freze ünitesindeki kalış süresine bağlı olarak geçici bir kronu şekillendirmek yaklaşık 10-20 dakika gerektirir.¹⁹ Bu nedenle uzun süre kullanılması gereken geçici sabit restorasyonların üretimi için CAD-CAM sistemleri uygundur.

2.2. Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması

2.2.1. Yapım Tekniklerine Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması

Tek veya çok üyeli geçici restorasyonların üretilmesi için klinik ve laboratuvarında kullanılmak üzere çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bu teknikler;

- a. Direkt teknik
- b. İndirekt teknik

Direkt - indirekt teknik şeklinde sınıflandırılabilirler.²⁰

Direk teknikte diş preparasyonundan önce restorasyon bölgesinin silikon esaslı ölçü maddesi ile ölçüsü alınır. İşlem sonrası preparasyon sahasına ince bir tabaka izolasyon maddesi sürülür. Silikon ölçü içindeki preparasyon alanına geçici restorasyon maddesi konularak polimerizasyon tamamlanmadan ölçü maddesi ile birlikte ağız içine yerleştirilir. Bir süre beklendikten sonra, ölçü ağızdan çıkarılarak fazla restoratif materyaller uzaklaştırılır ve ölçü tekrar ağıza yerleştirilir.^{21,22}

Direk yöntemin başlıca avantajları; geçici restorasyon için ilave bir randevuya gerek olmaması ve hastanın geçici restorasyonu takılana kadar geçen süre içinde, ağrı hissetmemesidir. Bu tekniğin dezavantajları; işlem sırasında hassasiyet riski, polimetil

metakrilatın tercih edildiği durumlarda ise pulpada kimyasal ve termal irritasyonlar oluşturabilmektedir.^{23,24}

İndirek teknikle, preparasyonu takiben ilgili bölgenin ve karşıt arkın ölçüsü alınır ve bu ölçülerden elde edilen model üzerinde geçici restorasyonlar hazırlanabilir.²¹ İndirekt teknik çok üyeli restorasyonlar yapmak için idealdir. Alçı model üzerinde hazırlandığı için direkt teknikte rastlanan dezavantajların bazıları elimine edilmiştir.¹⁶

İndirek tekniğin, direk tekniğe göre bazı üstünlükleri vardır;

- Geçici restorasyonun polimerizasyonu ağız dışında gerçekleştiğinden yumuşak dokular ve diş dokusu üzerine kimyasal etkileri minimaldir.
- Prepare edilmiş diş veya diş eti ile artık monomer teması olmaz. Pulpa ve diş etinde oluşabilecek hipersensitivite durumu engellenir.
- Diş ve pulpa, egzotermik bir reaksiyon olan polimerizasyon ısısına maruz kalmaz. Açığa çıkan ısı direkt teknikle yapıldığında geri dönüşümsüz pulpa harabiyetine yol açabilir.
- Geçici restoratif materyalin, alçı model üzerinde sertleşmesine kadar geçen süre içinde hareket ettirilmesine gerek olmadığı için büzülme ve distorsiyon kontrol altına alınmış olur.
- İndirekt teknikle yapılan restorasyonların kenar uyumu daha iyidir. Bunun nedeni alçının polimerizasyon büzülmesini azaltması ve restorasyonun sertleşmeden önce ağızdan çıkarılmasına gerek olmamasından dolayı distorsiyona uğramamasıdır.
- Hastanın polimerize olmamış rezinden açığa çıkan uçucu hidrokarbonları solması önlenmiş olur.¹⁶
- Hasta ağzı dışında, ısı ve basınç gerektiren, daha dayanıklı materyallerden üretilebilir.
- Tekrarlanması gereken geçici restorasyonlar elde edilmiş alçı model üzerinde hastaya ölçü randevusu verilmeden üretilebilir.
- Geçici restorasyon teknisyen yardımı ile yapıldığı için hekime vakit kazandırır.
- Direkt tekniğe göre yapımı daha kolaydır.^{16,25}

Direkt-İndirekt teknikte geçici restorasyonun dış yüzey formu indirekt, iç yüzey formu direk olarak elde edilir. İlk olarak dış preparasyonundan önce hidrokolloid bir ölçü maddesi ile ölçü alınır. Alçı model elde edilir. Bu model üzerinde transparan propilen veya sellüloz asetat plakaların adaptasyonu ile dış yüzey formunu yansıtan bir matriks hazırlanır. Böylece indirekt olarak dış yüzey formu elde edilmiş olur. Direk yöntemdeki gibi izolasyon sağlandıktan sonra rezin, bu transparan dış yüzey formu içine doldurulur. İç yüzey formunu elde etmek için matriks içine geçici restoratif materyal konur ve işlemler direkt teknikle olduğu gibi tamamlanır.²¹

2.2.2. Kullanım Sürelerine Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması

Kullanım sürelerine göre ikiye ayrılırlar.

- a. Kısa süreli geçici restorasyonlar
- b. Uzun süreli geçici restorasyonlar.

Kısa süreli restorasyonlar; oklüzal ve proksimal kontakların devamı, estetiğin sağlanması, prepare edilmiş dentinin ve pulpa ile periodontal dokuların korunması, dış hareketlerinin önlenmesi için yapılırlar. Basit tekniklerle kısa süre içinde yapılırlar ve geçici siman ile simante edilirler.^{3,16,26}

Uzun süreli restorasyonların, kısa süreli restorasyonların görevleri dışında başka amaçları da vardır.

- Estetiğin önemli olduğu bölgelerde yumuşak doku şekillendirmesi için kullanılırlar.^{16,27}
- Dikey boyut değişikliği gereken vakalarda planlanan tedavinin sonuçlarını öngörme açısından faydalıdır.^{16,28}
- Periodontal tedavi sırasında dişlerin prognozunu değerlendirebilmeye yardımcı olur ve gerektiğinde çıkarılarak interproksimal alanlara ulaşımı kolaylaştırır.^{16,28,29}
- Ayrıca, temporomandibuler eklem rahatsızlıkları tedavisi ve implant tedavisi gibi uzun süren tedavilerde geçici restorasyonların uzun süreli kullanımı gerekmektedir.^{30,31}

- Apikal rezeksiyon uygulanan dişler gibi prognozu belli olmayan dişler, ortodontik tedavide kullanılacak dişler, alveoloplasti uygulanacak dişlerde uzun süreli geçici restorasyonlar kullanılabilir.^{16,20}

2.2.3. İçeriklerine Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması

Geçici kron ve köprülerin yapımında kullanılan materyaller iki grup halinde toplanabilir;

- a. Prefabrike geçici restorasyonlar
- b. Kişiyeye özel olarak yapılan geçici restorasyonlar

Prefabrike geçici restorasyonlar sadece tek diş restorasyonlarında kullanılabilirler. Çeşitli şekil ve boyut seçenekleri mevcuttur. Prefabrike geçici restorasyonlar alüminyum silindirler, metal anatomik kronlar, selülöz asetat kronlar, polikarbonat kronlar şeklinde örneklendirilebilirler.^{8,26}

- Metal kronlar: Alüminyum, nikel-krom, gümüş-kalay, bizmut-kalay veya paslanmaz çelikten üretilebilirler. Estetik olmadıklarından dolayı genellikle arka grup dişlerde kullanılırlar. Mekanik dayanıklılıkları iyidir. Prepare edilen dişler için uygun kron seçildikten sonra, kole bölgesi makasla kesilerek uyumlandırılır. Kenar ve oklüzal uyum sağlandıktan sonra kron içine rezin doldurularak restorasyon elde edilir ve uygun simanla simante edilir.^{32,33}
- Selülöz asetat kronlar: İnce ve şeffaf materyallerdir. Tek rengi vardır. Her diş için piyasada uygun form ve boyutta bulunan kronların prepare edilmiş dişle uyumu, kole bölgesinin kesilerek şekillendirilmesiyle yapılır. Bu kronlar rezin ile birlikte şekillendirilerek kullanılırlar. Resin uygulanıp polimerize olduktan sonra asetat kesilerek çıkartılır.
- Polikarbonat kronlar: Diğer hazır kronlara göre daha estetik ve doğal görünümlüdür. Kırılma ve aşınma dirençleri yüksektir ve metil metakrilatla bağlanması güçlüdür. Polikarbonat materyalinin mikro cam fiber ile güçlendirilmesiyle elde edilirler.³⁴

Kişisel geçici restorasyonlar prepare edilmiş diş ile arasında minimal aralık bırakacak şekilde üretilebildiği için kenar uyumu daha iyidir. Tedavi süresince sınırları

değiştirme, materyal ekleme, tamir gibi çeşitli değişiklikleri yapmaya olanak tanır. Bu sebeplerden dolayı kişisel geçici restorasyonlar prefabrike olanlardan daha avantajlıdır.¹⁶

Bu kronlar geleneksel olarak otopolimerizan akril veya rezin esaslı maddelerden üretilmektedir. Bu amaçla polietil metakrilat (PEMA), polimetil metakrilat (PMMA), polivinil metakrilat, bis-akril kompozit rezin, üretan dimetakrilat gibi materyallerden faydalanılmaktadır. Bu maddelerin kendilerine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.^{2,23}

Polietil metakrilatların aşınma dirençleri ve estetikleri kötüdür.²³ Otopolimerizan akrilik rezinlerin başlıca dezavantajları açığa çıkarttıkları monomere bağlı olarak pulpal ve gingival irritasyon oluşturabilmeleri, materyalin ekzotermik özelliği nedeniyle sertleşme reaksiyonu sırasında ısı oluşması, bunun da termal irritasyonlara yol açmasıdır. Polimerizasyonları sırasında gözlenen büzölmeler ve buna bağlı olarak ortaya çıkan marjinal uyumsuzluklar da söz konusu olabilmektedir.^{23,35}

2.2.4. Polimerizasyon Tiplerine Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırması

1. Kimyasal olarak aktive olan otopolimerizan akrilik rezinler
2. Isı ile aktive olan akrilik rezinler
3. Işık ile aktive olan rezinler.
4. Dual yani hem ısı hem ışıkla aktive olan rezinler.^{28,36}

2.3. Geçici Restorasyon Materyalleri

1937'den beri Geçici restorasyon materyali olarak rezinler kullanılmaktadır. O tarihlerde kullanılan rezinler Biolon gibi ısı ile polimerize olan akriliklerdi.³⁷ Bunun yerini 1947 yılından sonra Alike, Trukit, Neopar, Jet, Coldpac ve Duralay gibi otopolimerizan polimetil metakrilat (PMMA) rezin kullanımı almıştır.³⁷ 1960'larda Snap ve Trim gibi vinil polietil metakrilatın 1980'lerde Protemp, VisioGem ve Triad gibi kompozit rezin materyallerin kullanımına başlanmıştır.³⁸

Geçici restorasyon yapımında kullanılan materyaller içerik olarak pigmentler, monomerler, doldurucular ve başlatıcıların birleşmesiyle ağızda kullanılmaya uygun bir estetik restorasyon oluştururlar. Pigmentler üretici tarafından materyale eklenir ve sonuç ürünün dişe mümkün olan en yakın görünümde olması hedeflenir.

Polimerler yüksek molekül ağırlıklı, zincirimsi yapıda moleküllerdir. Atomların yerleşimi gelişigüzel değildir. Belirli atom gruplarının arka arkaya sıralanmasından oluşurlar. Zinciri oluşturan ve tekrarlayan bu ufak molekül gruplarına monomer adı verilir.³⁹

Polimerizasyon, çok sayıdaki monomer molekülünün birleşerek bir makromolekül veya polimer oluşturduğu bir seri kimyasal reaksiyondur. Polimerlerin en önemli özelliği çok büyük moleküllerden oluşmalarıdır. Diğer bir deyişle çok sayıda bir veya birden fazla tipte düşük molekül ağırlıklı moleküllerin yüksek molekül ağırlıklı tek bir molekül oluşturmak için reaksiyona girmesi polimerizasyon olarak adlandırılır.⁴⁰

Polimerleri oluşturan her bir monomer birbirlerine kovalent bağlarla bağlıdır. Polimerizasyon sırasında monomerdeki C=C çift bağı C-C tek bağına dönüşür ve diğer monomerin karbon atomuna bağlanır.⁴¹

Materyalin çoğu özelliğini monomer belirler. Monomerin polimere dönüşebilme özelliği, ağız ortamında dayanıklılığını sürdürebilecek bir katı materyale dönüşebilmesine imkan verir. En sık kullanılan monomerler metil metakrilat, etil metakrilat, izobutil metakrilat, bisfenohbgyhygtl A glisidil metakrilat (bis-GMA) ve üretan dimetakrilattır (UDMA). Tüm bu monomerler serbest radikal polimerizasyonu yoluyla polimere dönüşürler. Bu dönüşüm süreci hiçbir zaman eksiksiz olarak tamamlanmaz ve artık monomer ortaya çıkabilir.⁴²

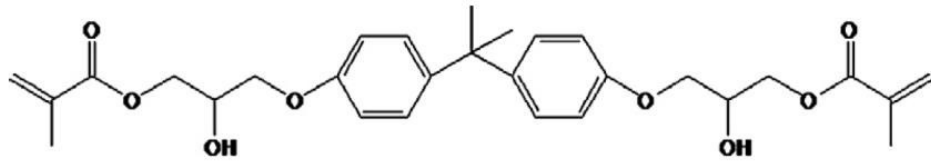
Diş hekimliğinde rezin kompozit terimi genel olarak mine ve dentin gibi sert dokuları yerine koymak için kullanılan, güçlendirilmiş polimer sistemleri olarak tanımlanır.⁴¹ İlk üretilen kompozitler kimyasal olarak aktive oluyordu. Daha sonra mor ötesi ışık dalga boyları ile aktive olan kompozitler geliştirildi. Günümüzde bunların da yerini görünür ışık dalga boyları ile aktive olan kompozitler almıştır. Kompozit teknolojisindeki gelişmeler dayanıklı, estetik, aşınmaya dirençli modern materyaller üretilmesine katkıda bulunmuştur. Son yıllarda doldurucuların yapısında nano teknolojinin kullanılmasıyla çok daha etkileyici gelişmeler olmuştur.⁴¹

Rezin kompozitler 4 ana bileşenden oluşur: organik polimer matriks, inorganik doldurucu partiküller, birleştirici ajan (*coupling agent*), ve başlatıcı-hızlandırıcı sistemi. Piyasada bulunan çoğu kompozitte, organik polimer matriks olarak dimetakrilat

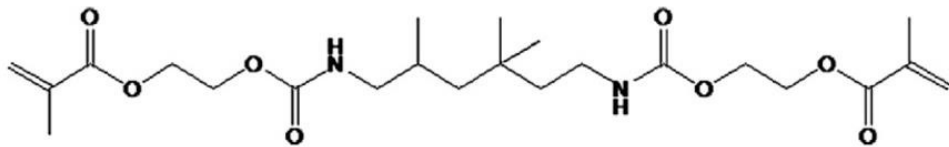
monomerlerin çapraz bağı matriksi kullanılmaktadır. En sık kullanılan monomerler aromatik dimetakrilatlardır. Birleştirici ajan olarak silan, inorganik doldurucu partiküllerin yüzey koşullandırmasında kullanılır. Silanlar kompozitin inorganik ve organik bileşenleri arasında bağ kurarlar. Başlatıcı-hızlandırıcı sisteminin görevi polimerizasyonun ve çapraz bağların oluşumunun sağlanmasıdır.

Polimerizasyon reaksiyonu ışıkla, kimyasal olarak (otopolimerizan) veya ikisinin beraber olduğu (dual cure) şekilde başlatılabilir. Işıkla aktivasyon en fazla 465 nm dalga boyuna sahip mavi ışıkla yapılır. %0.1 ile %1.0 arasında konsantrasyonlarda kompozite eklenen kamforokinon bu ışığı absorbe ederek polimerizasyonu başlatır.

Kimyasal aktivasyon oda ısısında oluşur ve bir organik aminin bir organik peroksitle reaksiyona girerek serbest radikaller oluşturması ile başlar. Oluşan serbest radikaller karbon çift bağlarına etki ederek polimerizasyonu sağlarlar. Kompozitin dış rengine olabilmesi için içine küçük miktarlarda demir oksit gibi inorganik oksitler eklenir. En sık kullanılan monomerler bis-GMA ve UDMA'dır. Her iki monomer de serbest radikallerle başlayan katılma polimerizasyonu ile polimerize olur. Kompozitlerin içindeki doldurucuların görevi rezin matriksi güçlendirmek, uygun translusensiyi sağlamak ve polimerizasyon büzülmesini kontrol etmektir. Geleneksel olarak doldurucular kuartz, cam, seramik gibi minerallerin öğütülmesiyle elde edilir. Son yıllarda nano doldurucuların da kullanımına başlanmıştır.⁴¹



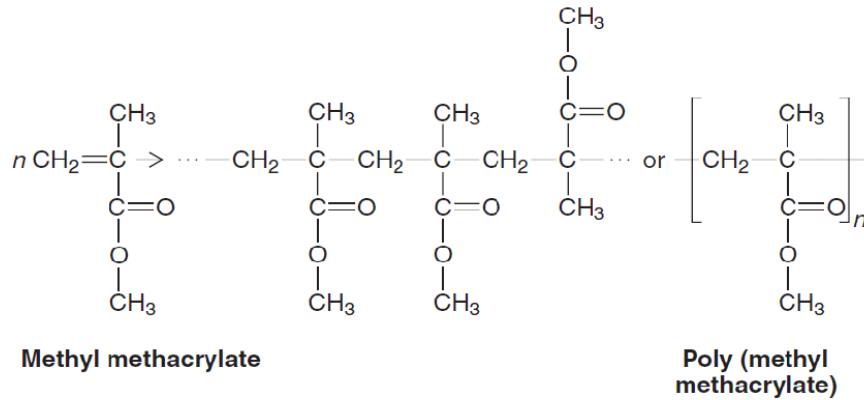
Structure of Bis-GMA.



Structure of UDMA.

Şekil 2-1. Bis-GMA ve UDMA kimyasal yapısı⁴¹

Akrilik polimerlerin restoratif diş hekimliğinde geniş bir uygulama alanı vardır. Protez kaidesi, yapay dişler, kaide tamir materyali, kişisel ölçü kaşığı, geçici restorasyonlar, maksillofasiyal protezler, oklüzal splintler gibi birçok tedavide kullanılırlar. Toz ve likit halinde piyasaya sunulurlar. Tozun içerisinde akrilik polimer, başlatıcı, pigmentler, renklendiriciler, opaklaştırıcı, plastikleştirici ve inorganik partiküller vardır. Tozun içine başlatıcı olarak katılan benzoil peroksit veya diizobütülnitril, likit içindeki monomerin polimerizasyonunu başlatmak için bulunur. Polimetil metakrilat gibi saf polimerler şeffaftır ve diş dokularını taklit edebilmeleri için renklendirici pigmentler toza katılır. Çinko ve titanyum oksitleri de toz içine opaklaştırıcı olarak katılır. Akrilik polimerlerin likiti monomerden oluşur fakat diğer monomerlerin de katılmasıyla modifiye edilebilir. Likitin içinde monomer, inhibitör, hızlandırıcı, plastikleştirici ve çapraz bağ ajanı bulunur. Monomerler ısı, ışık veya oksijen ile polimerize edildiği için, likitin raf ömrünü uzatabilmek için içine inhibitörler eklenir. Prematüre polimerizasyonu engellemek için en fazla hidrokinon kullanılır. Polimerizasyonun gerçekleşmesi için ısı yerine kimyasal bir hızlandırıcı likitin içine katıldığı zaman monomer oda ısısında polimerize olabilir. Bu sistemlere soğuk akrilik veya otopolimerizan akrilik denir. En sık kullanılan kimyasal hızlandırıcılar N,N-dimetil-para-tolidin ve N,N-dihidroksietil-para-tolidin gibi aminlerdir. Eğer çapraz bağlı bir polimer arzu ediliyorsa likitin içine çapraz bağlama ajanı olarak glükol dimetakrilat gibi organik bileşimler eklenir.⁴¹



Şekil 2-2 Metil metakrilatın monomer ve polimer yapısı⁴¹.

Geçici restorasyon materyali olarak kullanılması önerilen birçok tipte rezin mevcuttur. Polimetil metakrilat en uzun süredir kullanılan materyaldir. Epimin rezin geçmişte kullanılmış, fakat günümüzde kullanımını bırakılmıştır.^{14,26}

Geçici restorasyon yapımında kullanılan bazı materyaller şu şekilde sıralanabilir:

1. Polimetil metakrilatlar (PMMA)
2. Polietil metakrilatlar (PEMA)
3. Bis-akril kompozit rezinler.
4. Görünür ışıkla polimerize olan rezinler.
5. Epimin rezinler.

2.3.1. Polimetil metakrilatlar (PMMA)

Polimetil metakrilatlar geçici restorasyon yapımında en sık kullanılan materyaldir.¹⁶ PMMA, dental rezinler arasında en sert olanıdır. Knoop sertlik değeri 18 ile 20 arasındadır.⁴⁰ Dayanıklılığı, renk stabilitesi ve kenar uyumu iyidir. Ayrıca cilalanması kolaydır.⁴³ Tüm rezinler gibi PMMA da imbibisyon yoluyla bir miktar su emer. Bu özelliği yapının zamanla yumuşamasına ve renklenmesine neden olur.⁴⁰

Polimerizasyon sırasında büyük hacimsel büzülme göstermesi ve artık monomerin pulpa ve yumuşak dokuları irrite etmesi, aşınmaya dirençsiz oluşu diğer dezavantajlarıdır. Bu materyalin özellikle indirekt teknikle geçici restorasyon yapımında kullanılması önerilir.⁴³

Çalışmamızda kullanılan polimetil metakrilat içerikli materyaller;

2.3.1.1. İmident Geçici Kron-köprü Akriliği

Kadmiyum içermeyen polimetil metakrilat esaslı bir polimerdir. Kendi likiti ile birlikte kullanıldığında otopolimerizan özellik gösterir. Eğer aynı üreticiden sağlanan IQ-15 heat cure likit ile kullanılırsa ısı ile polimerize olan akrilik olarak kullanılabilir (Şekil 2.3).

Açıktan koyuya beş değişik doğal renk seçeneği vardır: A0, A1, A2, A3, A4 Tüm geçici kron ve köprü yapımlarında endikedir.



Şekil 2-3 Imicryl sıcak akrilik likiti ve geçici restorasyon akrilik tozu

2.3.1.2. Telio CAD

Telio CAD blokları %99,5 çapraz bağlı PMMA ve renk pigmentlerinden oluşmuştur. Uzun dönem kullanım için tek üyeli ve çok üyeli kron köprü restorasyonlarının CAD/CAM sistemleriyle üretilebilmesi için tasarlanmıştır. Endüstriyel polimerizasyon sayesinde bloklar yüksek homojeniteye sahiptir.

Altı değişik renk seçeneği vardır: BL3, A1, A2, A3, A3.5 ve B1.

Telio CAD'in endikasyonları arasında en fazla 12 ay kullanıma uygun tek kronlar ve iki gövdeye kadar uzunlukta köprüler, implant üstü geçici kronlar ve TME rehabilitasyonu için geçici restorasyonlar sayılabilir (Şekil 2.4).



Şekil 2-4 Telio-CAD bloğu

2.3.2. Polietil Metakrilatlar (PEMA)

Polietil metakrilatlar diş hekimliğinde kullanılan metakrilatlar arasında PMMA'dan sonra en sert olanıdır.⁴⁰ Farklı renk ton seçenekleri vardır. PEMA'nın polimerizasyonu sırasında pulpa ve gingival dokuya verdikleri kimyasal ve ekzotermik irritasyon PMMA'lardan daha azdır. PMMA'larla karşılaştırıldıklarında renk stabiliteleri daha düşüktür. Ayrıca sertliği ve aşınmaya olan dirençleri de yetersizdir.⁴³ Kısa süreli geçici restorasyonlar için daha uygundur.¹⁶

Çalışmamızda kullanılan polietil metakrilat içerikli materyaller;

2.3.2.1. Dentalon Plus

Geçici kron ve köprülerin yapımı için otopolimerizan, toz ve likit şeklinde kullanılan bir polimerdir. Tozun içeriğinde polietil metakrilat, polimetakrilat ve inorganik dolgu maddeleri bulunur. Likitin içeriğinde ise n-bütül metakrilat, üretan akrilat ve etil metakrilat bulunur (Şekil 2.5).



Şekil 2-5 Dentalon Plus tozu ve likiti

Açık (L), orta (M) ve koyu (D) olmak üzere üç renk seçeneği vardır.

Endikasyonları arasında direkt yöntemle hazırlanan geçici kron ve köprüler, ve indirekt geçici restorasyonların üretilmesi vardır.

2.3.3. Bis-akril Kompozit Reziner

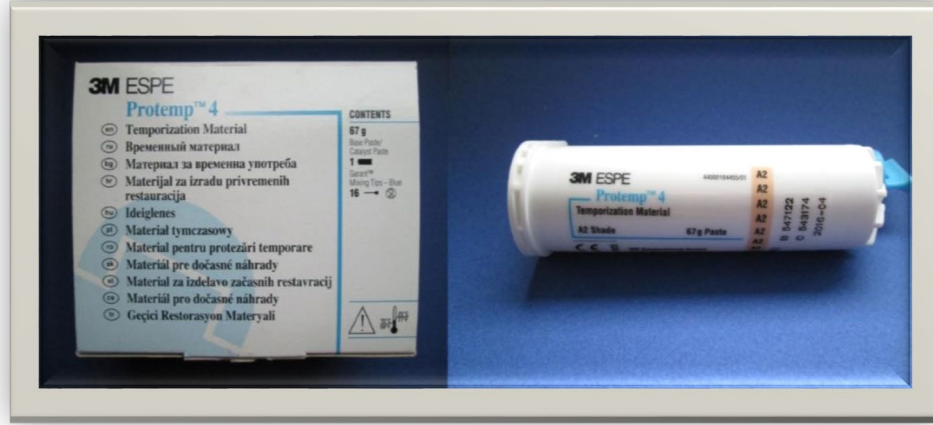
Bis-akril kompozit rezinler yapısal olarak bis-GMA kompozit rezinlere benzer. Geçici restorasyonlar için geliştirilmiştir. Kullanım alanları geçici inleyler, kronlar ve uzun gövdeli sabit bölümlü protezlerdir. Bis-akril kompozit rezinlerin metakrilatlara göre birtakım üstünlükleri vardır. Bunlar; daha düşük polimerizasyon ısısına ve büzülmesine sahip olmaları, artık monomer içermemeleri, kenar uyumlarının iyi olması, iyi aşınma direnci ve kullanım kolaylığı olarak sıralanabilir. Dezavantajları ise; yüzey sertliği düşüktür, kırılmandır, maliyeti yüksektir, tamiri zordur ve renklenmeye karşı dirençsizdir.¹⁶

Çalışmamızda kullanılan Bis-akril kompozit içerikli materyaller;

2.3.3.1. Protemp 4

Yapısında mikro partikül doldurucu bis-akril kompozit rezin vardır. İçinde bis-GMA, UDMA, TEGDMA, bis-EMA ve 50 nm silanize amorf silika doldurucular vardır.

Otomatik karıştırma sağlayan tabancalı sistemle uygulanır. Akışkan kompozitle kolaylıkla tamir edilebilir (Şekil 2.6).



Şekil 2-6 Protemp 4

Altı değişik renk seçeneği bulunur: Bleach, A1, A2, A3, A3.5 ve B3.

Endikasyonları arasında geçici kronlar, köprüler, inleyler, onleyler, veneerler ve implant üstü geçici kronlar vardır. Uzun dönem kullanıma uygundur.

2.3.4. Görünür Işıklı Polimerize Olan Rezinler

Görünür ışıkla polimerize olan rezinlerin yapısında üretan dimetakrilat vardır ve polimerizasyonu görünür ışıkla başlatabilmek için kamforokinon/amin foto başlatıcı içerir. İçerisinde bulunan mikro silika doldurucular sayesinde fiziksel özellikleri iyileştirilmiş, polimerizasyon büzülmesi azalmıştır.¹⁶

Metakrilat rezinlerin aksine artık monomer içermezler ve doku toksisitesi minimaldir.¹⁶ Yüzey sertliği, aşınma direnci ve makaslama kuvveti iyidir, çalışma zamanı kontrol edilebilir.⁴⁴ Dezavantajları ise şunlardır; kenar uyumu ve renklenmeye direnci kötüdür, kırılımandır, ekonomik değildir.⁴⁵

Çalışmamızda kullanılan görünür ışıkla polimerize olan materyaller;

2.3.4.1. Revotek LC

Revotek LC görünür ışıkla polimerize olan, tek bileşenli, ağızda şekillendirmeye izin veren bir kompozit rezindir. Yapısında UDMA vardır.

Renk seçeneği yoktur. Vita renk sistemine uygun B2 renkli paketler tek seçenektir.

Ağız içerisinde şekillendirme ile veya model üzerinde şekillendirerek restorasyonlar hazırlanabilir. Geçici kron, köprü, inley ve onley endikasyonları arasındadır (Şekil 2.7).



Şekil 2-7 Revotek LC

2.3.5. Epimin Rezin

Etilimin türevi olan bu materyal, bileşiminde epoksi rezin bulunan bir plastiktir. Epoksi rezin ile arasındaki fark, epimin rezinlerde oksitin bir imin grubu tarafından oluşturulmasıdır.³⁰ Epimin plastiğin katalizörü yumuşak dokuda hipersensitiviteye sebep olur. Epimin rezin serbest monomer içermez, bu sebeple pulpa irritasyonu düşüktür. Minimal ekzotermik ısı ile kısa sürede sertleşir.⁵⁸

2.4. CAD-CAM Sistemleri

CAD-CAM; bilgisayar kontrolü ile çalışan makine ile üretilecek malzemenin bilgisayar ekranında üç boyutlu tasarımı anlamında kullanılan bir terimdir. CAD teriminin açılımı: Computer Aided Design-Bilgisayar Destekli Dizayn demektir. CAM terimi ise, Computer Aided Manufacturing-Bilgisayar Destekli Üretim anlamındadır.⁴⁶

CAD-CAM sistemlerine ait prototipler farklı sanayi dallarında 1950 ve 1960 yılları arasında kullanılmıştır. Diş hekimliğinde bu tip sistemlerin kullanımı için araştırmalar ise 1970'li yıllarda başlamıştır.⁴⁷

CAD-CAM teknolojileri insan hayatının neredeyse her alanında kullanılabilir. Endüstriyel ürünlerin yapımında, iletişimde, mobilya yapımında, elektronikte, uzay araştırmalarında, otomobil, uçak üretiminde, tıp ve diş hekimliğinde bu sistemler kullanım alanı bulmuştur. CAD-CAM sistemleri ile çalışma teknikleri basitleştirilerek daha iyi materyallerin kullanılabilmesine olanak sağlanmıştır.⁴⁸

CAD-CAM sistemi; çok hassas bir frezin bilgisayar yazılımı ile çalıştırılarak seramik, metal, kompozit veya son dönemlerde bunlara eklenen hibrit bloklardan, köprüler, kronlar ve sabit protez üretilmesi esasına dayanır.⁴⁹

CAD-CAM sisteminde restorasyonun manşete alınması, döküm ve tesviye işlemleri gibi birçok laboratuvar aşaması ortadan kaldırıldığı gibi, siman boşluğunun µm düzeyinde belirlenebilmesi nedeniyle istenilen kenar uyumuna sahip restorasyonlar hızlı bir şekilde elde edilebilmektedir.^{50,51}

Cerec sistemi CAD-CAM sistemleri arasında en yaygın olarak kullanılan ve ilk geliştirilen sistemlerden biridir. Cerec, "ceramic reconstruction ya da chairside economical restoration of esthetic ceramics" sistemi anlamına gelmektedir ve klinikte kullanılan ilk sistemdir. Günümüzde Sirona Dental Sistemleri (Bensheim, Germany) firması tarafından geliştirilmektedir.⁵²

Sistem kısaca alınan optik ölçünün bilgisayara aktarılması, ekrandaki görüntü üzerinde restorasyonun sınırlarının çizilmesi, kullanılacak seramik yapının hacimce belirlenmesi ve üç boyutlu kron modelinin oluşturulması şeklinde özetlenebilir. Makine; alınan optik ölçünün aktarıldığı ve restorasyonun şeklinin düzenlendiği görüntü-ölçü algılama ünitesi (Cerec Image Unit) ve aşındırma işleminin yapıldığı freze ünitesine (Cerec in Lab) sahiptir. CAD ve CAM ünitelerinin bağlantısı radyo dalgaları ile sağlanır. Bu sayede üniteler birbirinden bağımsız çalışabilmektedir. Bu özellik sayesinde bir üniteye bir restorasyon dizayn edilirken diğer üniteye diğer bir restorasyon freze edilebilir. İntraoral kamera (Sirocam) ve dijital radyografi (Sidexis, Sirona) eklenerek alınan optik ölçüler e-mail yoluyla transfer edilebilir.⁵³

Cerec sisteminin, yüksek maliyeti, restorasyonların hazırlandığı blokların genellikle tek renkli olması nedeniyle estetik sağlanamaması ve subgingival bölgelerde dijital fotoğraf alınamaması gibi dezavantajları mevcuttur.⁸² Cerec sistemi, inley, onley, lamina veneer restorasyonlar ve kron restorasyonlarının hazırlanmasında ve 2001 Nisan ayından itibaren üç üyeli sabit protetik restorasyonların üretiminde kullanılmaktadır.⁵³

2.4.1. CAD-CAM Sistemini Oluşturan Parçalar

Tüm CAD-CAM sistemleri üç fonksiyonel kısımdan oluşmaktadır:

3. Prepare edilen dişlerin, komşu dişlerin ve oklüzyonu sağlayan diş geometrisinin taranması ve elde edilen üç boyutlu verilerin kaydedilmesini sağlayan tarayıcı cihazı,
4. Konvansiyonel dental gereksinimlere göre restorasyonun dizaynını sağlayan CAD yazılımı,
5. Restorasyonun fabrikasyonunu sağlayan CAM ünitesi.⁵⁴

2.4.2. CAD-CAM Sistemlerinin avantajları

- Geleneksel ölçü yöntemleri ortadan kalkmıştır.
- Daha uyumlu restorasyonların daha kısa sürede yapılması sağlanmıştır.⁵⁵
- Hata yapma olasılığı azalmış, aşamalar kısaldığı için çapraz kontaminasyon riski de azalmıştır.^{49,56}
- Seramik materyallerin füzyon, kondansasyon, sinterizasyon işlemleri nispeten azalmıştır.⁵⁶
- Tek seansta uygulanabilir olduklarından dolayı hem hastalar hem de hekimler için zaman kaybı azalmıştır.
- Ölçü alma, geçici kron hazırlama gibi zorunluluklar ortadan kalkmıştır.
- Teknisyenlerin restorasyon yapımında harcadıkları zaman azalmıştır.⁵⁷
- Üretim sürecinde geçen aşamalar ve veriler daha sonraları incelenmek için arşivlenebilir.
- CAD-CAM teknolojisinin kullanılması, materyalin özelliğine uygun optimal dizaynın tasarlanması ve kalite kontrolün yapılabilmesini sağlamaktadır. Bir prefabrike seramik bloğun kalite kontrolü üretici tarafından daha önceden yapılmıştır; bu yüzden de genellikle frezelenen

üründe internal defektler bulunmaz. Hata potansiyeli oldukça azalmıştır. Ancak konvansiyonel porselen yükleme ve fırınlama aşamaları sırasında çoğu kez internal pöröziteler oluşur.⁵⁸

5.1.1. 2.4.3. CAD-CAM Sistemlerinin Dezavantajları

- Bu sistemlerin dezavantajlarının başında üretim maliyeti vardır.
- Monokromatik bloklar beklenen ideal estetiği her zaman sağlayamayabilir. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için dişin bölgelerine göre farklı renkler içeren (polikromatik) bloklar geliştirilmektedir.
- Subgingival kesim yapılan hastalarda bu marjinlerin bilgisayar ortamına aktarılması sorun olabilmektedir. Bu yüzden iyi bir diş eti retraksiyonu gerekmektedir.⁵⁹
- Prefabrike bloklarda renk seçimi şu an için kısıtlıdır.
- Hekimlerin bu sistemleri kullanırken öğrenmeye harcadıkları zaman ve üretim kaybı fazladır.
- Kırılgan seramik materyali ile kron ve köprülerin keskin köşelerinin ve ince kenarların mekanik freze ile oluşturulması oldukça güçtür. Bu yüzden, üretimi kontrol edecek gelişmiş bir yazılım ve güçlü bir freze ünitesi gerekmektedir.⁵⁸
- CAD-CAM cihazının boyutları normal bir dental laboratuvar için de uygun olmalıdır.⁵⁸
- Hastanın herhangi bir hareketi ile bilgiler bilgisayar ortamına yanlış aktarılabilir ve yapılacak restorasyon dişe oturmayabilir.⁶⁰

2.5. Diş Hekimliğinde Renk

Renk, Commission internationale de l'Eclairage (CIE)'a göre kromatik ve akromatik komponentlerin kombinasyonundan oluşan görsel algılamadır. Renk, ışık enerjisinin fiziksel olarak bir cisim ile karşılaşması ve bu olayın da bir gözlemci tarafından psikofiziksel olarak algılanması ile oluşur.⁶¹

Diş hekimliğinin amaçlarından biri hasar görmüş veya kaybedilmiş dişlerin doğal görünümüne en yakın biçimde yerine konulmasıdır.⁴⁰ Özellikle estetiğin önemli olduğu bölgelerde geçici restorasyon hem doğal dişlere en yakın renkte olmalı, hem de kullanım

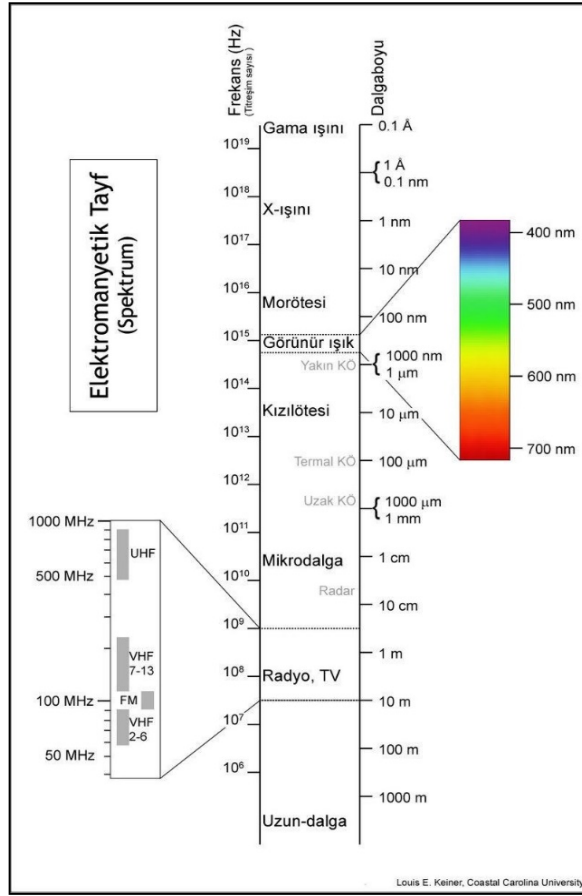
süresi boyunca rengini kaybetmemelidir. Estetik beklentilerin yüksek olduğu günümüzde, geçici restorasyonda fark edilebilir bir renklenme hasta memnuniyetsizliğine neden olur.⁶²

Rengin oluşumu ve algılanması tamamıyla ışık ile ilgili bir konudur. Rengin görülebilmesi için, ışığın bir nesneden yansması ve göz içerisindeki nöral sensörleri uyarması gerekmektedir. Sonrasında oluşan sinyaller beyin korteksindeki görme merkezine iletilir ve görüntü oluşur.⁸

Bilimsel olarak ışık, görülebilir elektromanyetik enerji olarak tanımlanabilir. Görünür spektrumun kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç ana banda ayrıldığını göz önüne alırsak, herhangi bir ışık kaynağının verdiği ışığın renk kalitesi, bu ışık içinde mevcut olan kırmızı, yeşil ve mavi ışınların yüzde oranı ile ifade edilebilir (Şekil 2.8).^{9,63,64}

2.5.1. Rengin Algılanması

Algılanan renk; kişisel renk algılama kabiliyeti, aydınlatma koşulları, zeminin etkisi, renk körlüğü, iki göz arasındaki farklılıklar, göz yorgunluğu ve diğer psikolojik etkenleri içeren pek çok faktörden etkilenir. Bu fiziksel şartların yokluğundan başka her gözlemci kendi deneyimine ve renk referanslarına dayanarak rengi farklı yorumlar. Rengin algılanması için üç element arasında bir etkileşim olmasına ihtiyaç vardır. Bunlar ışık, cisim ve gözlemcidir.⁶⁵



Şekil 2-8 İnsan gözünün görebildiği elektromanyetik ışık spektrumu.⁶⁹

Işık rengin algılanmasındaki en temel faktör ışıktır. Işık, dalga boyu nanometrelerle ifade edilen, görünür bir elektromanyetik enerjidir ve kırıldığında ışık spektrumu oluşmaktadır. İnsan gözü 380-780 nm arasındaki dalga boylarını ayırt edebilir. Renkler, bu spektrumdaki ışığın değişik dalga boylarıyla eşleştirilmiştir. Örneğin; mavi kısa dalga boyu, yeşil orta dalga boyu, kırmızı ise uzun dalga boyu ile tanımlanmıştır. Beyaz tüm dalga boylarının karışımından oluşur. Her ışık kaynağı, bu spektrum içindeki ışığın farklı miktarlardaki değişik dalga boylarını içerdiğinden, cismi aydınlatan ışık kaynağı rengin algılanmasını etkilemektedir.^{61,66}

Rengin oluşması için bir uyarıcı, bu uyarıcıyı alan ve değerlendiren bir yapı olmalıdır. Işık bir uyarıcı olarak cisme gelir, yansyarak göze gider, göz de bu uyarıcı beyindeki görme merkezine yollar ve renk oluşur.⁶⁷

2.5.2. Cisim

Cismin ışığı yansıtma veya soğurma miktarları cismin renk özelliklerini belirlemede önemlidir. Cismin spektral yansıtma ya da soğurma eğrisi grafiksel bir eğridir ve sayısal olarak o rengi tanımlamanın bir yoludur.⁶⁶ Transparan objeler tarafından absorbe edilen ışık miktarı belirlenir ve geçen ışığın dalga boyları algılanan rengi oluşturur. Transparan materyaller bütün ışığın geçişine izin verir, arkalarındaki objelerin görünmesini engellemezler ve renk beyaz olarak algılanır. Opak materyaller ise ışığın geçişine izin vermez, gelen ışığın bir kısmını absorbe ederken bir kısmını da yansıtır ve renk siyah algılanır. Materyal translusent ise, ardındaki objelerin görünmesine olanak vermeden ışığın geçişine kısmen izin verir ve ışığı dağıtarak geçirir.⁶⁸

2.5.3. Gözlemci

Renk kavramı, gözün ışık-renk dalgalarındaki titreşimleri retina üzerindeki reseptörlerle algılaması ve bu uyarıları renk sınırları aracılığıyla beyne göndermesi sonucu oluşur. Yansıyan ışık retina üzerine geldiğinde, ışığa duyarlı sinir hücreleri olan çubuk ve koni hücreleri uyarılır. Çubuk hücreleri, bakılan nesnenin biçimini siyah- beyaz olarak algılayan hücrelerdir. Retinada, rengin algılanmasından sorumlu hücreler olan konik hücreler üç tiptir. Her bir konik hücre, farklı rengin algılanmasından sorumludur (kırmızı, yeşil ve mavi). Beyinde renk oluşumu, bu iki hücreden alınan uyarıların birlikte değerlendirilmesiyle meydana gelir. Retina, renk skalasındaki bütün renklere aynı oranda hassasiyet göstermez. Renk spektrumunun orta bölgesindeki renklere daha fazla hassastır. Gözün en hassas olduğu renk ise 550-570 nm dalga boyundaki sarımsı yeşil renktir.⁶⁸

Işık kaynağı, cisim ve gözlemci dışında renk algılamasını etkileyecek diğer faktörleri de şöyle sıralayabiliriz: ⁹

- Işık şiddeti
- Renk reseptörlerinin yorgunluğu
- Cinsiyet
- Yaş
- Hafıza ve kültürel geçmiş

2.5.4. Renk Sistemleri

Renk sistemleri nesnelerin renk parametrelerini tanımlamak için kullanılmaktadırlar (Tablo 2.1).⁶⁹

Tablo 2-1 Renk sistemleri ve geliştirildiği tarihler

Tarih	Sistem	Geliştirenin Adı
1905	Munsell renk sistemi	Munsell
1916	Otswald renk sistemi	Otswald
1931	CIE sistemi	Comm. Int. l'Eclairage
1955	DIN sistemi	Richter
1962	NCS	Hard ve Sivik
1968	Coloroid renk sistemi	Nemcsisc
1976	CIE L*a*b sistemi	Comm. Int. l'Eclairage
2001	CIEDE2000	Comm. Int. l'Eclairage

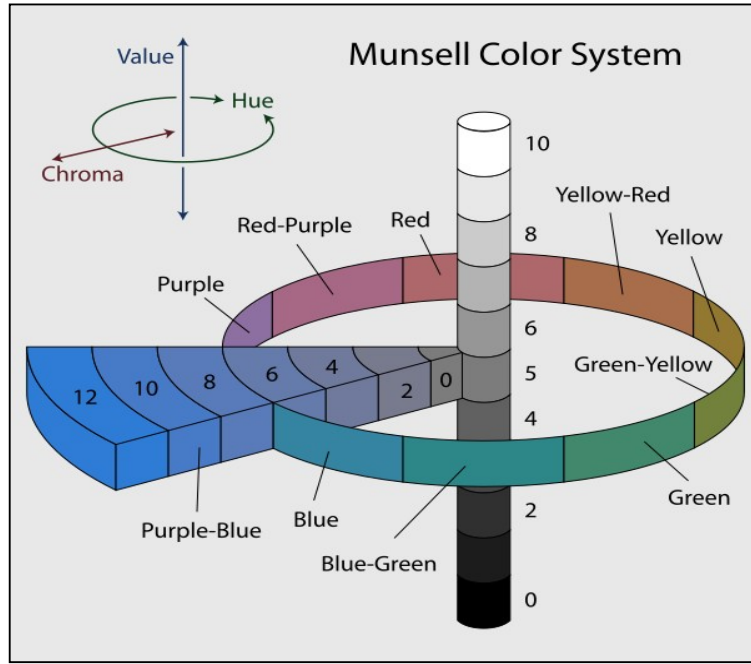
Günümüzde diş hekimliğinde; doğal diş ve restorasyonların objektif renk değerlendirmelerinde genellikle iki renk sistemi kullanılır.⁷⁰ Bu sistemler Munsell renk sistemi ile CIE L*a*b* renk sistemidir.

2.5.5. Munsell renk sistemi

Amerikan bilim adamı Albert H. Munsell tarafından 1905'te önerilmiş ve 1945'te son halini almıştır. Geliştirilen ilk renk sistemidir ve daha sonra geliştirilen sistemler için temel olmuştur. Munsell, rengi üç farklı boyuta ayırmıştır. Bunlar;

- Hue (H); renk tonu,
- Value (V); rengin parlaklığı,
- Chroma (C); rengin doygunluğudur.

Sistem parlaklık derecesini temsil eden siyahtan beyaza doğru değişen bir eksen üzerinde, ana renklerin saat yönünde sıralandığı bir daireye benzer. Munsell rengin bu üç boyutunu bir küre şeklinde göstermiştir. Kürenin dikey ekseni value boyutudur ve 10 basamağa ayrılmıştır. 0. basamak siyah (en koyu), 10. basamak beyaz ve 5. Basamak nötral gridir. Bu dikey eksen etrafında ise yine 10 basamağa ayrılmış hue çıkıntıları bulunur.^{69,71} (Şekil 2.9)



Şekil 2-9 Munsell renk sisteminin şematik diyagramı. Value, siyahtan beyaza dikey eksendedir; Hue, dikey eksen etrafında bir daire içinde hareket eder ve Chroma, değer eksenine dik olarak dışa doğru uzanır. Jacob Rus tarafından 2007 yılında hazırlanmıştır.⁷⁷

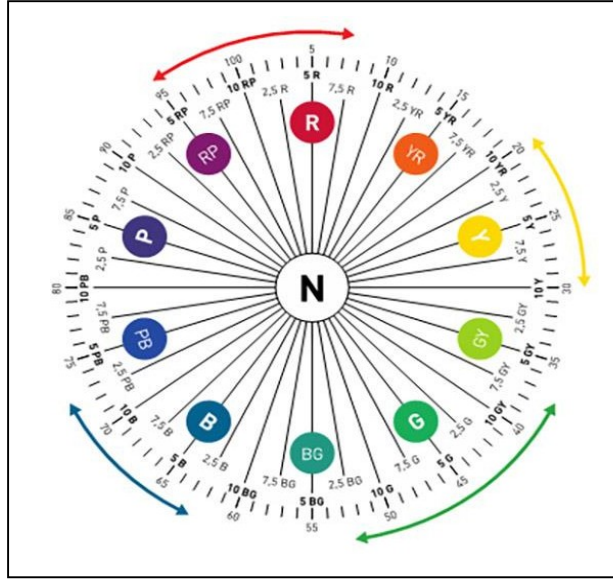
2.5.5.1. Hue (Renk tonu):

Renk tonu (hue) terimi; renk veya renk çeşidi anlamına gelmektedir. Retina üzerinde etkili olan ve spesifik bir dalga boyundaki ışık tarafından yaratılan renge (mavi, yeşil, kırmızı) denilmektedir.⁷² Değişik renk ailelerinin ayrımını sağlar. Bir cismin adı kırmızı, yeşil veya sarı olabilir ve yansıyan ya da cisimden geçen ışığın dalga boyu ile belirlenir.^{66,72}

Munsell renk sisteminde 10 adet renk tonu olduğu kabul edilir. Bu renkler, kırmızı(R), sarı(Y), mavi(B), yeşil(G) ve mordur(P). Sistem içinde, sırasıyla, R, Y, B, G ve P harfleriyle temsil edilirler. Sistem içinde ana renkler dışında onların birleşimiyle

oluşan diğer renkler de vardır. Ana renklerin birleşimiyle oluşan renkler, birleşen iki ana rengin işaretleriyle temsil edilirler. Bunlar, YR, GY, BG, PB, ve RP şeklinde simgelenmişlerdir (Şekil 2.10).⁷⁰

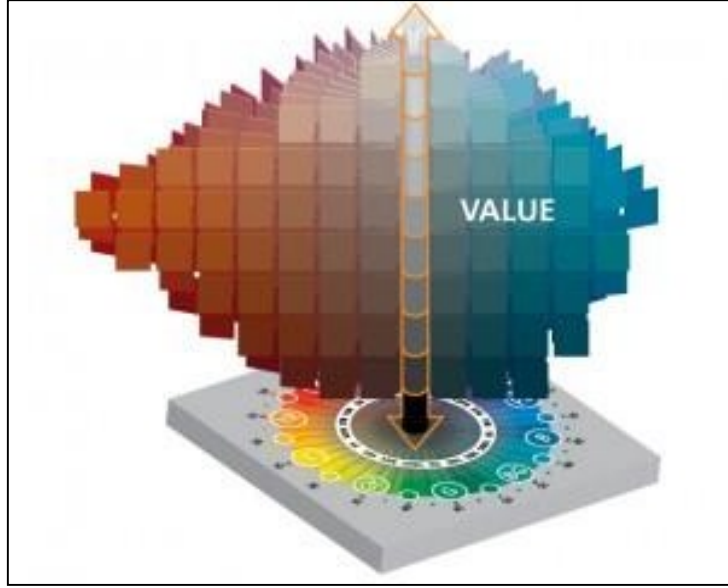
Renk tonu dalga boyu kıaldıkça spektrumun mor kısmına, dalga boyu uzadıkça ise spektrumun kırmızı kısmına yaklaşmaktadır.⁷⁰ Hue, diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan Vita renk skalasında (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) A, B, C, D harfleriyle temsil edilmektedir.⁷²



Şekil 2-10 Hue (Renk tonu)⁷³

2.5.5.2. Value (Parlaklık)

Value, objenin parlaklığı, rengin açıklık veya koyuluğu olarak tanımlanabilir. Bir objenin parlaklığı objenin yansıttığı veya geçirdiği ışık enerjisi miktarının sonucudur. Munsell parlaklığı siyah-beyaz bir skala şeklinde tanımlamıştır. Parlaklığın (value) siyah kısmı 0, beyaz kısmı 10 ile numaralandırılmaktadır (Şekil 2.11). 0-10 arasında farklı gri tonları siyahtan beyaza doğru farklı parlaklıklar sergiler.^{72, 74}



Şekil 2-11 Value (Parlaklık)⁸¹

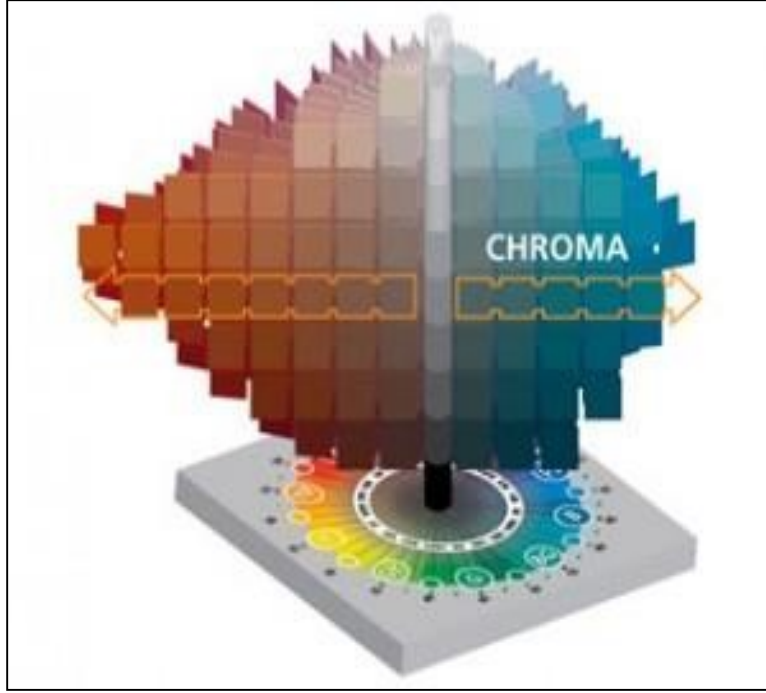
2.5.5.3. Chroma (Renk Yoğunluğu)

Chroma, yani doygunluk ana rengin doygunluğu, yoğunluğu ve kuvveti olarak tanımlanır. Kuvvetli bir rengi, zayıf bir renkten ayıran özelliktir. Eğer renk, ana rengi veren pigmentten büyük konsantrasyonda kapsamakta ise, bu doygun bir renktir. Chroma, rengin içindeki hue miktarını belirleyen bir faktördür. Yoğunluk ve parlaklık ters orantılıdır; yoğunluk artarsa parlaklık azalır. Vita renk skalasında numaralar büyüdükçe chroma değeri artar (Şekil 2.12).^{72,75}

2.5.6. CIE renk sistemi

Uluslararası bildirim komisyonu tarafından geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan sistemdir. İlk renk spesifikasyonu CIE tarafından 1931'de önerilmiştir. Bu sistem yıllar içerisinde geliştirilmesine rağmen prensipleri değişmeden bugüne kadar gelmiştir.¹²⁷

Bu sistem, insan gözünün retinasında da bulunan 3 temel renge duyarlı (X= kırmızı, Y= yeşil, Z= mavi) sensörlerle çalışan sistemdir. Her üç uyarımın ayrı ayrı

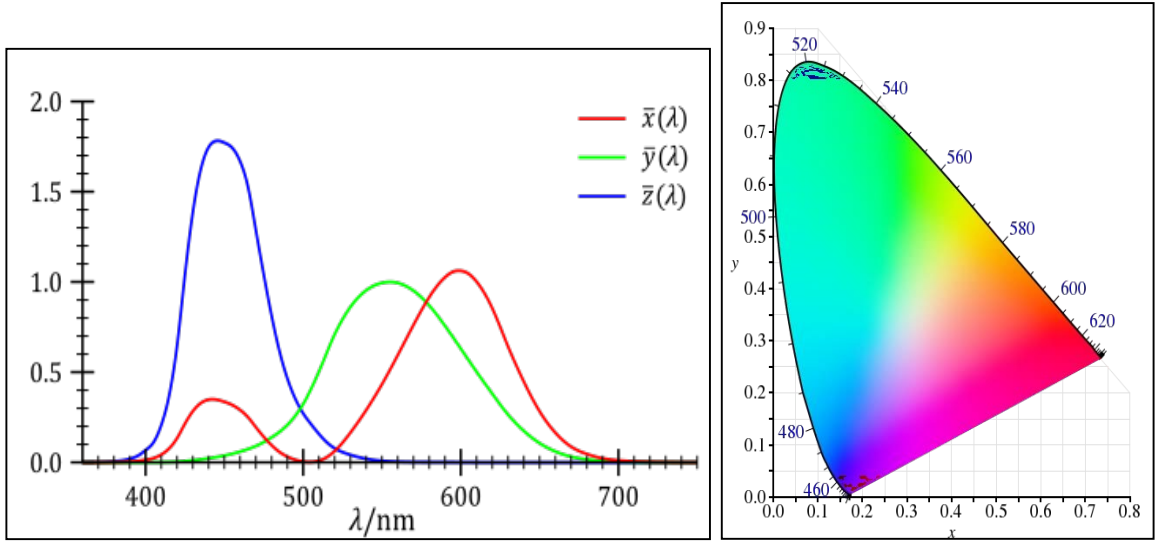


Şekil 2-12 Chroma (Renk yoğunluğu)⁸²

toplam uyarım miktarına olan oranı rengi tanımlar. Beyin bu üç büyüklüğün bileşimini yaparken, oranlamalar ile de renk duyulanmasını gerçekleştirir. Bu tanımlanan bilgilere göre tüm renkler başlıca üç rengin yani kırmızı (X), yeşil (Y) ve mavinin (Z) çeşitli miktarlarda karışımı ile elde edilir.

X, Y ve Z değerleri 0 ile 1 arasındadır ve $x=y=z= (1/3)$ noktası teorik olarak beyaz renktir. Bu noktadan uzaklaştıkça renklerin doygunluğu artar. Bu sisteme göre oluşturulan, at nalına benzeyen 2 boyutlu şekil “gamut” olarak adlandırılır. CIE XYZ renk koordinat sistemi algısal olmadığı için rengin tanımlanmasındaki son nokta değildir. Yani XYZ renk yoğunluğu şemasındaki renklerin farkı eşit olarak algılanamaz (Şekil 2.13).⁷²

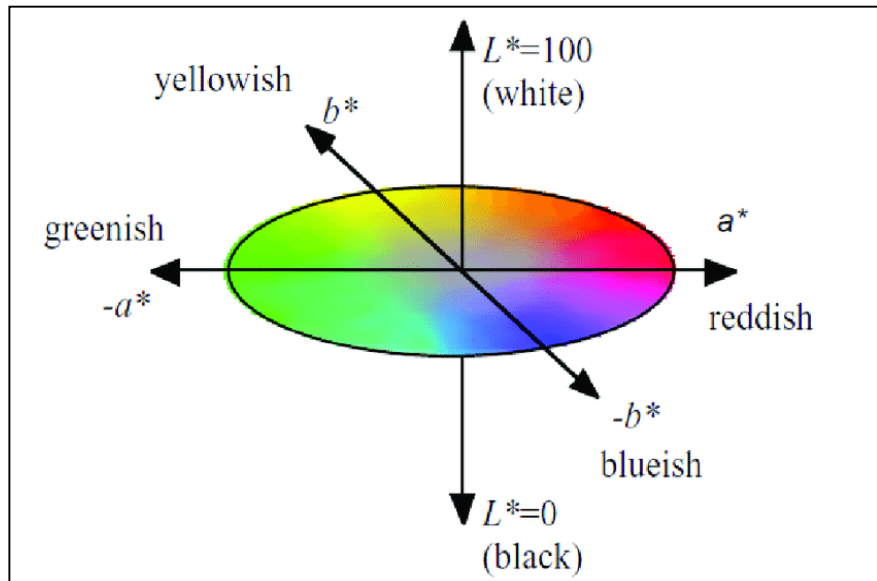
1976’da ise şu anda yaygın olarak kullanılmakta olan L, a, b renk değerlerinden oluşan CIE L*a*b* renk sistemi geliştirilmiştir.



Şekil 2-13 CIE Tristimulus Değerleri Eğrisi ve XYZ Sistemi⁷⁶

2.5.7. CIE L*a*b* Renk Sistemi

Bu sistemde renk belirlenirken L^* , a^* ve b^* değişkenleri kullanılır ve bu değerler üçlü uyaran X , Y ve Z değerlerinden hesaplanır. CIE $L^*a^*b^*$ renk uzayı düzenli bir yapıya sahiptir. Bu üç boyutlu renk uzayında farklı eksenler kesişir. Bu eksenler L , a ve b eksenleridir (Şekil 2.14).



Şekil 2-14 CIE Lab renk aralığı⁷⁷

L^* eksen, rengin açık veya koyu olduğunu veya parlaklığını belirten parametredir. Munsell renk sistemindeki value değerine karşılık gelmektedir. Bir cismin

beyaz (+) ve siyah (-) arasındaki açıklık-koyuluk koordinatlarını gösterir. Skalada siyaha en yakın 0, beyaza en yakın ise 100 L değerini alır.

a* yatay eksenini, herhangi bir cismin kırmızı (+) ile yeşil (-) arasındaki kroma koordinatlarını gösterir. Değer eğer pozitif ise kırmızılığı, negatif ise yeşilliği temsil eder.

b* yatay eksenini, bir cismin sarı (+) ile mavi (-) arasındaki kroma koordinatlarını gösterir. Değer arttıkça sarı renge, azaldıkça mavi renge yaklaşılır. a* ve b* koordinatları nötral renklerde 0'a yaklaşırken, daha doygun ve yoğun renklerde koordinatların değerleri artar.⁷⁸

CIE L*a*b* renk sisteminin avantajı küçük renk değişikliklerinin tespit edilmesine olanak vermesidir. Renk değişiminin derecesi ise ΔE ile ifade edilir ve hesaplanmasında şu formül kullanılır:

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

Bu formüldeki ΔL , Δa ve Δb değerleri iki örneğin CIE L* a* b* renk parametreleri arasındaki farklarını verir. ΔE değerinin sıfır olması iki rengin aynı olduğu, sıfırdan farklı olması ise renk farklılığı olduğu anlamına gelir.

ΔE değeri arttıkça, renk farklılığı da belirginleşerek gözle algılanabilmeye başlar.

CIELAB renk sisteminin araştırmacıya sağladığı avantajlar şunlardır;

- Evrensel olarak kabul gören pratik bir renk sınıflama sistemidir.
- Tekrarlanabilir, hassas ve objektif bir sistemdir.
- Spektrofotometre gibi renk ölçüm cihazları bu sistemle uyumludur.
- Görsel renk algılaması esasına göre renk aralıklarını eşit mesafede, düzenli bir şekilde düzenleyebilmektedir.
- Görsel algıdaki seçicilik sağlayabilir ve klinik olarak anlamlı düzeyde renk farklılıklarını ifade edebilir.
- Tüm ışık kaynaklarının standardizasyonunu sağlar ve insanın görsel algılamadaki değişkenliklerini elimine edebilmektedir.
- Renk farklılıklarını sayısal değer olarak ifade edebilmektedir.

- Küçük renk değişikliklerini ayırt etmeye olanak sağlar.
- Kıyaslanan örnekler arasında renk tonu, parlaklığı ve yoğunluğu ile ilgili farklılıkları ortaya koyabilir.^{67,79}

O'Brien renk değişiminin 3,5 ΔE birime kadar klinik olarak kabul edilebilir olduğunu bildirmiştir.⁷⁸ O'Brien'in klinik olarak renk eşlemesi yaptığı çizelge Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2-2 O'Brien'in klinik olarak renk eşlemesi

ΔE	Klinik Renk Eşlemesi
0-0,5	Mükemmel
0,5-1	Çok iyi
1-2	İyi
2-3,5	Klinik olarak kabul edilebilir
> 3,5	Uyumsuz

2.5.8. CIEDE2000 Renk Sistemi

Gözün renk farklarını ayırt edebilme yeteneği materyalin parlaklığına, doygunluğuna ve tonuna bağlıdır. Parlaklık farkı dolayısıyla oluşan renk farkını gözün algılaması zorken, ton farkı nedeniyle oluşan renk farkını algılaması daha kolay olmaktadır. Bu sebeple 2001 yılında Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission International de l'Éclairge) tarafından CIELAB formülündeki gibi tüm değişkenleri eşit değerlendirmek yerine gözün algısını daha baskın biçimde etkileyen faktörün katsayısını ona göre belirleyerek kabul edilebilirliği ve algınabilirliği daha uygun ve doğru şekilde saptayacak olan CIEDE2000 renk formülü geliştirilmiştir. CIELAB renk sisteminin eksikliklerini gidermek amacıyla geliştirilmiş olan CIEDE2000, literatürde yeni renk sistemi olarak benimsenmiştir.^{80,81}

Diş hekimliği literatüründe, renk farklılıklarının değerlendirildiği birçok çalışmada, en yaygın kullanılan sistemin CIELAB olmasına rağmen, CIEDE 2000

sisteminin düşük renk farklılıklarını tespit etmede daha başarılı olduğu ve insanın renk algısını daha doğru temsil ettiği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir.^{82,83}

CIEDE2000, CIELAB sistemini temel almakla birlikte çeşitli düzenlemeler içermektedir. CIEDE2000 renk sisteminde renk farklılığını tanımlamak için ΔE_{00} değeri kullanılmaktadır ve aşağıda belirtilen formül ile hesaplanmaktadır.⁸⁰

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$\Delta L'$, $\Delta C'$ ve $\Delta H'$: Parlaklık (Lightness), Doygunluk (Chroma) ve Ton (Hue) değerleri farkını göstermektedir.

S_L , S_C ve S_H : Parlaklık (Lightness), Doygunluk (Chroma) ve Tonun (Hue) ağırlık fonksiyonlarıdır. L' , a' , b' koordinatlarındaki renk farkı çiftlerinin yerindeki değişiklikler için toplam renk farkı ayarlamasını yapar. Ton değişikliği toplam renk değişikliğini parlaklık ve doygunluktaki değişikliğe oranla daha çok etkilemektedir.

R_T : Rotasyon terimidir. Mavi rengin ton ve doygunluk farklılıkları arasındaki etkileşimdir.

K_L , K_C ve K_H : Deneysel koşullar için parametrik faktörlerdir. Farklı görüntüleme parametrelerini ayarlamak için kullanılır. Çalışmalarda genellikle CIE tarafından önerilen ve kabul gören parametrik faktörler değerleri ($K_L=1$, $K_C=1$ ve $K_H=1$) kullanılmaktadır.^{83,84}

Diş hekimliği alanındaki araştırmalarda ISO/TR 28642:2016 standardına uygun şekilde Paravina ve ark.'nın⁸⁵ yaptıkları çalışmaya göre, ΔE_{00} renk değişim değeri için algılanabilirlik eşik değeri 0.8 iken, kabul edilebilirlik eşik değeri ise 1.8 olarak kabul edilmektedir. Algılanabilirlik eşik değeri, gözlemcilerin %50'si tarafından gözle farkedilebilir renk değişim değeri iken; kabul edilebilirlik eşik değeri ise, gözlemcilerin %50'si tarafından kabul edilebilir olan renk farkı olarak tanımlanmıştır.

2.5.9. Işık ve Renk Terimleri

2.5.9.1. Metamerizm

Belli bir ışık altında aynı renkte gibi görünen cisimler başka ışık altında farklı görülebilir. Bu olay metamerizm olarak adlandırılır. Bu nedenle ideal renk seçimi biri güneş ışığı altında olmak şartı ile en az üç-dört değişik ışık altında yapılmalıdır. Ayrıca, klinik ve laboratuvar arasında bir aydınlatma standardizasyonu sağlanmalıdır. Aydınlatmanın standardizasyonunun sağlanması, genellikle hastanın ortamına benzer bir ortamda renk seçimi metamerizm etkilerini azaltır.⁸⁶

Çevresel faktörler ve aydınlatma durumu renk seçiminde oldukça önemlidir. Parlak ışıkta kırmızı-sarı spektrum ön plana çıkarken spektrumun mavi ucu zayıflar. Aksine floresan ışık kaynağında güç mavi-yeşil uca kayar ve bu yüzden mavi yeşil renk baskın olarak algılanır. Doğal güneş ışığı da rengini günün farklı saatlerinde değiştirir. Öğle vakti, gökyüzü içine aldığı az miktarda hava ile mavi görünür. Sabaha karşı ve akşamüstü güneş ışığı, daha kısa dalga boylu mavi ışık atmosfer tarafından dağıtıldığı için yalnızca kırmızı-turuncu ışığı içine alır ve kırmızı-turuncu görünür.⁸⁷

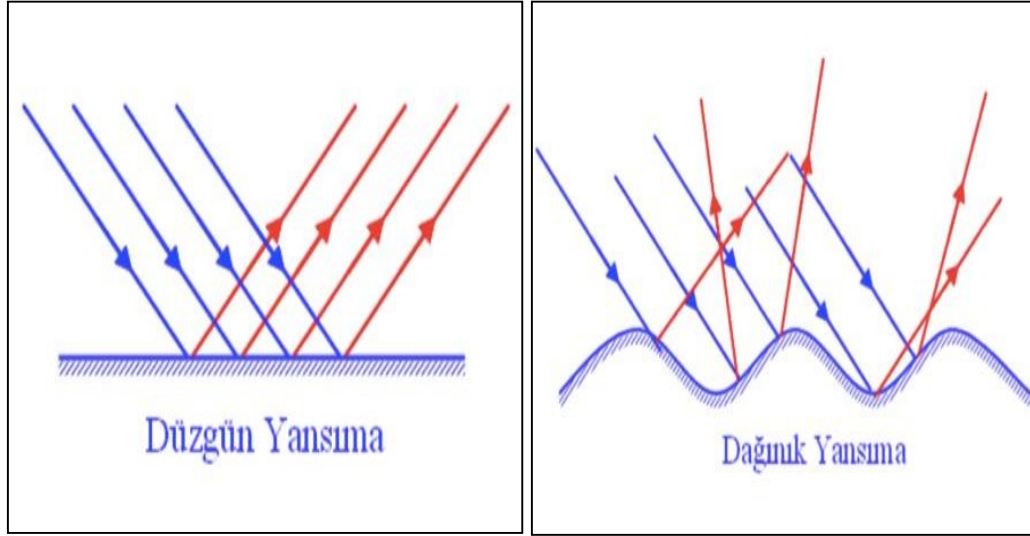
Renk tespiti için ideal zaman 12.00-15.00 saatleri arasındadır. Gün içindeki zaman, değişik mevsimler ve hava şartları gün ışığının rengini etkiler, yani standart bir gün ışığı mevcut değildir. Sabahın erken saatleri ve akşam gün ışığı, gün içindeki oranla daha kırmızıdır. Işık kaynağı değiştiğinde, cisimden yansıyan ışık değişecek ve renk farklı algılanacaktır. Renk ısısı, spektral reflektans eğrisi ve Color Rendering Index (CRI) gibi parametreler standart bir gün ışığı elde etmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Renk seçiminde 90'nın üzerindeki CRI tavsiye edilmektedir.^{87,88}

2.5.9.2. Kırılma ve Yansıma

Işık saydam bir ortamdan farklı yoğunluğa sahip başka bir saydam ortama geçerken, ışık demetinin hızında ve yönünde değişiklik olur. Işığın hız değiştirmesinden kaynaklanan bu optik olaya kırılma denir.⁷²

Işıkların bir yüzeye çarpıp geri dönmesine yansıma denir. Işık kaynağından objeye ulaşan ve yansıyan ışık ışınları obje tarafından emilmeyen, obje ile aynı dalga boyundaki ışınları içerir. Yani objenin rengi, emilmeden üzerinden yansıyan ışık sayesinde algılanır ve bu ışığın dalga boyu renk algısını belirler. Yüzeyi düzgün bir obje üzerine gelen ışık

ışınlarının, obje üzerine geldiği açının aynısıyla geri yansımaya düzgün yansımaya, yüzeyi düzgün olmayan bir objeye gelen ışık ışınlarının birçok yöne yansımaya ise dağınık yansımaya denir (Şekil 2.15).^{65,89}



Şekil 2-15 Işığın düzgün ve dağınık yansımaları⁹⁵

2.5.9.3. Yarı Saydamlık (Translülentlik) ve Opasite

Translülentlik, materyalin ışık geçirgenliği özelliğidir. Translülentlik, transparantlık ve opaklık arasında bir derecedir.^{72,90} Diş hekimliğinde kullanılan seramikler, kompozit ve akrilik rezinler gibi pek çok materyal, dişin doğal görünümünü yakalayabilmek için translülent özellik taşır.

Opasite ise materyalin ışık geçişini engelleme yeteneğidir. Translülensi ve opasite birbirine zıt kavramlardır. Yüksek translülensi sergileyen yapılar, düşük opasite sergilerler. Bu durum, translülent olan materyalin ışığı yansıtmasından kaynaklanmaktadır. Opak bir materyal, gelen ışığın bir kısmını emerken diğer kısmını yansıtmaktadır. Translülensi, ışık saçma ve yapısal düzensizlik özelliği diş renginin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken parametrelerdir.

Translülensi değerlendirmesi translülensi parametresi (TP) veya kontrast oran (CR) ile yapılmaktadır.⁹¹

CR, bir cisimden siyah arka plan (black-b) üzerindeyken yansıyan ışık miktarının (Yb) beyaz arka plan (white-w) üzerindeyken yansıyan ışık miktarına (Yw) oranı

(Y_b/Y_w) dir. CR, translusensi karşılaştırmaları için en sık kullanılan yöntemdir. opak materyaller için CR 1'e yaklaşırken; transparan materyaller için 0'a yaklaşmaktadır.⁹¹

TP ise bir cismin beyaz (w) ve siyah (b) arka plan üzerindeki renk farkı olarak tanımlanır. TP, translusensinin görsel değerlendirmesi ile direkt uyuşmaktadır. TP'nin hesaplanması için aşağıdaki formül kullanılır.⁹²

$$TP = [(L_b - L_w)^2 + (a_b - a_w) + (b_b - b_w)^{2/2}]$$

2.5.9.3. Saydamlık (Transparanlık)

Bir materyalin içinden ışığın tamamen geçmesi özelliğine denilmektedir. Saydam (transparan) materyalin arkasındaki cisim net olarak görünebilir. Cam saydam bir materyaldir.⁶³

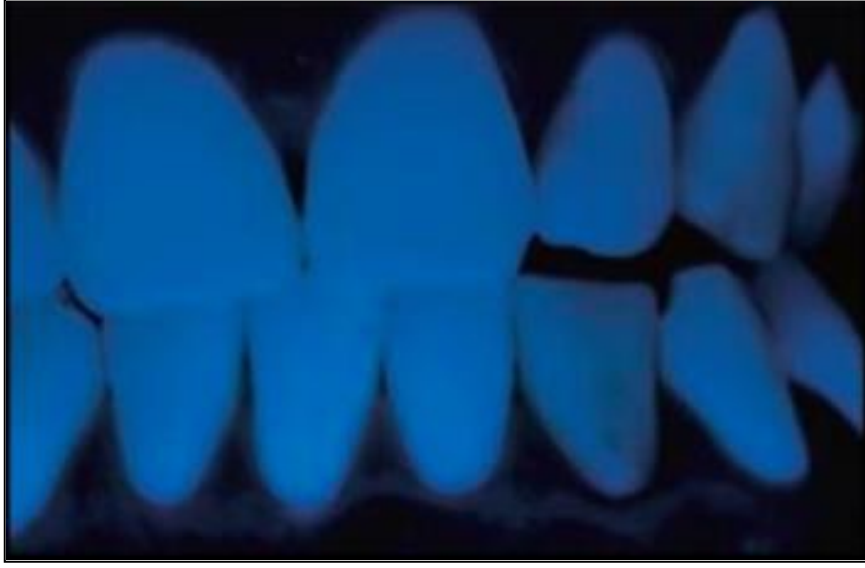
2.5.9.4. Opelasans özellik

Bir materyalin kısa dalga boyuna sahip ışık yaymasıdır. Işık yayılmasının nedeni, materyalin içinde bulunan, görünür ışık spektrumundaki dalga boyundan daha kısa dalga boyuna ve matriks materyalinden daha yüksek ışık kırma indeksine sahip partiküllerin varlığıdır. Bu özellik materyale, iletilen ışık altında turuncu-kahverengi bir görünüm, yansıyan ışık altında ise mavimsi-beyaz bir görünüm kazandırmaktadır.⁶³

2.5.9.5. Floresans özelliği

Bir materyalin üzerine gelen radyant enerjiyi absorbe ederek, lumin enerji yaymasıdır. Yayılan ışığın dalga boyu genelde gelen radyasyonunkinden daha uzundur. Tipik olarak mavi ışık veya ultraviyole ışıkta, materyaldeki elektronlar daha yüksek bir enerji düzeyine çıkar ve elektronların eskiden bulunduğu enerji düzeyine inerken kazanmış oldukları bu enerji görünür spektrumda floresans ışık olarak oluşur. Materyal üzerine radyasyon geldiğinde materyal floresans aktivite gösterir (ışık saçar), bittiğinde floresans aktivite de sona erer.⁶⁵

Doğal dişler de ultraviyole ışığa maruz kaldığında görünür ışık yayarak floresans özellik gösterir (Şekil 2.16). Dişler beyaz gün ışığında renk özelliklerine bakılmaksızın değerlendirildiğinde, en yüksek floresans değeri 450 nm dalga boyunda tespit edilmiş ve bu değer 680 nm dalga boyuna doğru giderek azalmıştır.⁹³



Şekil 2-16 Doğal dişlerin ultraviyole ışığa maruz kaldığında floresans özellik göstermesi⁹⁴

2.5.9.6. Fosforesans Özelliği

Esas olarak fosfor içeren bileşenlerde görülen ve radyant enerjiyle uyarılan elektronların fazla enerjilerini biraz gecikme ile saçması sonucu ortaya çıkan ışıltama özelliğidir. Bu özellik dental materyallerin özellikleri arasında bulunmaz.⁶⁵

2.5.9.7. Pigmentasyon

Metal dışında bir materyalin içinde bulunan ve rengi oluşturan partiküller “pigment”; oluşan renklendirme işlemi “depigmentasyon” olarak adlandırılır.⁷²

2.5.10. Renk Ölçüm Yöntemleri

Günümüzde diş renginin belirlenebilmesi için farklı sistemler geliştirilmiştir. Temel olarak bu sistemleri görsel renk seçimi ve dijital sistemlerin kullanımı olarak iki gruba ayırmak mümkündür.⁹⁵

2.5.10.1. Görsel Ölçüm

Diş hekimliğinde renk belirlenmesinde en sık kullanılan yöntem, diş renginin, sabit diş rengi skalaları ile karşılaştırılması yöntemidir.⁹⁶ Bu yöntemde diş ve skala aynı ışık kaynağı altında subjektif olarak karşılaştırılır.⁹⁷ Diş skalalarındaki renkler doğal diş renklerinin hepsini kapsamamaktadır, dolayısıyla hastayı ve/veya hekimi memnun edecek bir renk seçilmesi son derece zordur. Ayrıca bu yöntemin birçok dezavantajı vardır. Bunlar;

- Diş hekimi ile diş teknisyeni arasındaki iletişimde kullanılacak standardize çeşitliliğin limitli olması;⁹⁸
- Renklerin karşılaştırılmasında diş hekimleri arasında ve diş hekiminin yapmış olduğu kendi seçimleri arasında farklılıkların olabilmesi;⁹⁷
- Işık kaynağı, tecrübe, yaş, insan gözünün yanılabilirliği ve fizyolojik etkenler (renk körlüğü) gibi genel değişkenlerin tutarsızlığa neden olabilmesi;¹¹²
- Elde edilen sonuçlar CIE L*a*b* renk skalasına dönüştürülememesi¹⁵⁵ olarak sayılabilir.⁹⁶

Renk seçimi her zaman restore edilecek dişin preparasyonundan önce yapılmalıdır. Preparasyon sırasında dişler dehidrate olabilir ve renk değiştirebilir. Mine, metal, siman aşındırılmasında ortaya çıkan artık maddeler ve biyolojik sıvılar dişlerin renginin farklı görülmesine neden olabilir.²⁶

Renk seçimi öncesi hastadan dikkat dağıtıcı her şeyi uzaklaştırması istenmelidir. Hastanın ruj ve ağır makyajı renk seçiminin doğru biçimde yapılmasını etkileyebileceğinden temizlenmeli veya maskelenmelidir. Renk seçimi öncesi dişlerin temiz ve lekesiz olduğundan emin olunmalıdır. Hekim, hasta ile ışık kaynağı arasında konumlanmalı ve hastanın pozisyonu dik olmalıdır. Retinadaki konuların yorulmasını önlemek için renk seçim işlemi 5 saniye veya daha kısa sürmelidir.⁹⁹

Klinik çalışmalarda en sık kullanılan skalalar, Vitapan Classic (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alamnya), Vita 3D Master (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alamnya) renk skalaları olarak sayılabilir. Vita Classic renk skalasında renk örnekleri hue göz önüne alınarak dizilmiştir. Vita 3D Master renk skalasında ise renk örnekleri value değerlerine göre net olarak 5 ana gruba ayrılmıştır.⁶¹

2.5.10.2. Dijital Renk Ölçümü

Yapılacak restorasyonun rengini belirlerken hekime ve çevredeki renk, ışık gibi değişkenlerine bağlı bütün etkili faktörler gözle renk belirlemesinin subjektif olması ile sonuçlanır.¹⁰⁰ Rengin algılanmasında kişiler arasında farklılıkların olması ve rengin

görsel olarak belirlenmesindeki standardizasyon eksiklikleri renk ölçüm cihazlarının kullanımını gündeme getirmiştir.⁸⁸

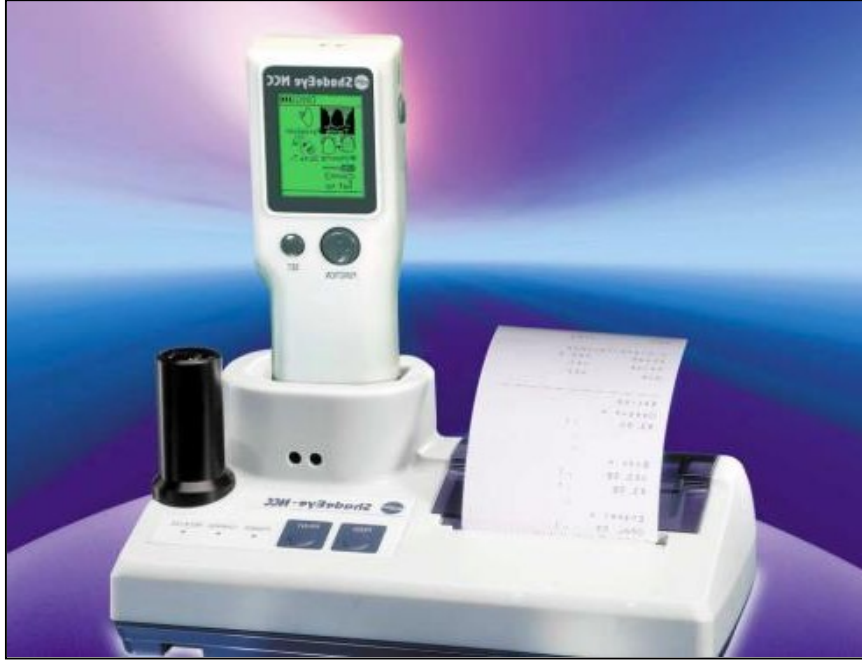
Renk ölçümü için günümüzde kolorimetreler, spektrometreler, spektrofotometreler ve dijital fotoğraf makineleri kullanılmaktadır (Tablo 2.3). Bu cihazların kullanımı ile daha objektif, sayılabilir ve hızlı ölçümler yapılabildiğinden görsel yolla yapılan renk seçimine göre daha avantajlıdır.⁹⁷

Tablo 2-3 Günümüzde kullanılan renk ölçüm cihazları

Sistem	Üretici Firma	Tipi
Minolta KO-321	Minolta C. Japan	Kolorimetre
Shade eye NCC	Shofu Dental, California	Kolorimetre
Shade eye Ex	Shofu Dental, Japan	Kolorimetre
EasyShade	Vident, California	Spektrofotometre
ShadeScan	Cynovad, Canada	Dijital renk analizörü/ Kolorimetre
ShadeVision	X-Rite, Inc. Michian	Dijital renk analizörü/ Kolorimetre
SpectroShade MHT	Niederhasli, Switzerland	Dijital renk analizörü/ Spektrofotometre
Clearwatch	Smart Technology, Oregon	Dijital kamera/ Software

2.5.10.3. Kolorimetreler

Herhangi bir matematiksel işlem olmaksızın renk koordinatlarını verebilen cihazlardır (Şekil 2.17). Bu cihazlar gözdeki renk reseptörlerini taklit eden renk filtrelerine sahiptir. Bir objeden yansıyan ışınlar bu filtrelerden geçerek renk ölçümü gerçekleştirilir.^{97,101}



Şekil 2-17 Kolorimetre renk ölçüm cihazı¹⁰⁷

Bu cihazlar üç uyarınlı x , y , z değerlerini veya CIE L^* , a^* , b^* değerlerini verirler.¹⁶² Bu değerler matematiksel olarak analiz edilebilir ve elde edilen değerlerle farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir.

CIE $L^*a^*b^*$ sistemini kullanan cihazların çalışma prensibi belirli açıda ışın gönderip, sabit bir açıyla geri dönen ışınların yansıma değerlerini ölçme esasına dayanmaktadır. Yüzey renklerinin ölçülmesi için, kolorimetre içerisinde insan gözündeki kon tipi hücrelere benzer olarak üç farklı sensör bulunmaktadır. Dedektör içinde yer alan bu sensörler, CIE $x(\lambda)$, $y(\lambda)$ ve $z(\lambda)$ sistemine yakın sonuç vermek için yerleştirilmiştir.⁹⁵

Kolorimetrelerin dezavantajları:

- Bu cihazlar düz yüzeylerde ölçüm yapmak için tasarlanmıştır. Ancak dişler çoğunlukla düz yüzeye sahip değildirler.
- Dar açıklığa sahip olan cihazlarda 'edge-loss' diye tabir edilen, renk ölçümü yapılan nesneden yansıyan ışığın cihaza tam olarak dönememesi gibi problemler yaşanmaktadır.^{102,103}

Genel olarak kolorimetreler, spektrometre ve spektrofotometrelerden daha kolay kullanılırlar ve daha küçük aletlerdir, ayrıca fiyatları da daha uygundur. Ancak, kolorimetrelerde, filtrelerin kısa sürede eskimesi, cihazın sürekli kullanılabilirliğini

etkilemektedir. Bir başka dezavantajı da, metamerizmi değerlendirebilmek için kullanılamamalarıdır. Transludent materyallerin renklerinin belirlenmesinde ise, ışığın kırılarak dağılmasından dolayı sonuçlarda problemler yaşanabilir. Örneğin gerçek diş ile aynı renkteki metal seramik bir restorasyon, kolorimetre ile okunduğunda farklı sonuçlar verebilir.¹⁰⁴

2.5.10.4. Spektroradyometreler

Spektroradyometreler rengin radyometrik değerlerin ölçümünde kullanılırlar (Şekil 2.18). Renk ölçümünü, insan gözüne benzer şekilde nesneye temas etmeden yapmaktadırlar. Renk ölçümü için, aydınlatma kaynağı kullanılmaktadır. Ölçüm sonuçlarını gerçek iki görüş şartlarında gerçekleştirebilmeleri bu aletlerin olumlu özelliğidir. Ancak ölçüm açısındaki ufak değişiklikler bile sonuçlarda büyük sapmalara neden olmaktadır ve kullanım hassasiyeti bu aletlerin dezavantajlarıdır.^{105,106}



Şekil 2-18 Spektroradyometre renk ölçüm cihazı¹¹²

2.5.10.5. Spektrofotometreler

Spektrofotometreler yüzey renginin ölçülmesinde en yaygın kullanılan aletlerdir (Şekil 2.19). Temel çalışma prensibi, rengi ölçülecek nesneden ve standart beyaz zeminden yansıyan ışığı görülebilir spektrumda 1-25 nm aralıklarla ölçmektir.¹⁰⁷ Metamerizmi ayırt edebilmek amacı ile de kullanılabilirler. Güneş ışığı, ampul ışığı ve floresan ışıkta farklı ölçüm değerleri verebilmektedir. Bu nedenle spektrofotometreler

daha profesyonel alanlarda, bilimsel çalışmalarda, kalite kontrolünde ve rengin tarif edilmesinde kullanılmaktadırlar.^{65,108}



Şekil 2-19 Spektoradyometre renk ölçüm cihazı¹⁰⁹

Diş hekimliğinde ise spektrofotometre; tam protez dişlerinin, porselen restorasyonların, restoratif rezinlerin, dental materyallerin renklerinin sayısal ifadelerini bulmak ve renkli iki cismin arasındaki renk farkını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.¹⁰⁸

2.5.10.6. Dijital Kameralar

Dijital kameraların renk ölçümünde kullanılması giderek popüler hale gelmiştir. Avantajı tek bir noktanın değil tüm cismin renk görünümünün görüntüler halinde izlenebilmesidir.¹¹⁰

Yöntem; klinikte çekilen fotoğraf görüntüsünün, kameranın bağlı olduğu bilgisayarda analiz edilmesine bağlıdır. Film üzerinde ışık odaklanması ve kimyasal reaksiyon yerine dijital fotoğraf makineleri görüntüyü CCD (algılayıcı) ile yakalarlar. CCD'ler milyonlarca sayıdaki küçük ışığa hassas elemanlar (fotosit) içerirler. Her bir fotosit üzerine gelen toplam ışığa cevap verebilir. Tüm renklere sahip bir görüntü elde etmek için alıcılar (sensor) ışığın temeli olan üç renkte bakabilmek için filtreler kullanılır. Bu cihazlarda üç ayrı renk her bir piksele kaydedilebilir.¹¹⁰

İstenilen objenin görüntüsü dijital bir kamera ile alındıktan sonra, kameranın bağlı olduğu bilgisayar bu değerleri CIE L*a*b* cinsinden ifade etmektedir. Sistem; dijital

kameranın dışında, bağılı olduğu bilgisayar, görüntüyü yakalayan bir sürücü, bilgisayar programı ve renk sensöründen meydana gelmektedir.¹⁰⁴

Ayrıca hekim ve teknisyenin ayrı bina, şehir veya ülkelerde olduğu durumlarda dijital fotoğrafların kullanımı, hekim ve teknisyenin iletişimini kolaylaştıracak etkili bir yöntem olduğu kabul edilmektedir.¹¹¹

2.6. Yüzey Pürüzlülüğü ve Ölçümü

Dental restoratif materyallerin estetik özellikleri günümüzde oldukça önem kazanmıştır. Parlak ve pürüzsüz bir yüzey estetik görünüm için gereklidir ve ağız ortamında uzun süre pürüzsüzlüğünü koruyabilmelidir. Pürüzsüz yüzeyler estetik görünümü sağlamanın yanında lekelenmeye neden olan film tabakanın yerleşmesini ve plak retansiyonunun oluşmasını da engellerler.⁵⁵ Plak retansiyonu olabilmesi için yüzeyin pürüzlülüğünün 0,2 µm den daha büyük olması gerekmektedir. Ayrıca, yüzeyin pürüzsüz olması sürtünme katsayısını azaltır ve bunun sonucunda materyalin aşınma hızını yavaşlatabilir.¹¹² Resin kompozitler gibi kırılğan materyallerde yüzey kalitesi kırılma direncini de etkilemektedir.

Dental rezinlerde yüzey pürüzlülüğü materyalin kompozisyonuna, pörözitesine, kullanılan aletlere ve frezlere, polisaj sırasında kullanılan aşamalara bağlıdır. Resin matriksi ve doldurucular değişik seviyelerde sertliğe sahiptirler. Bu nedenden dolayı polisaj sırasında farklı oranlarda aşındırılırlar ve farklı resin tiplerinde değişik yüzey pürüzlülüklerine neden olurlar. Kompozisyon farklılıkları, resin tipleri, doldurucu partiküllerinin çeşitliliği ve tesviye-polisajda kullanılan aşındırıcıların farklılıkları, kullanılan rezine uygun ve tavsiye edilen şekilde tesviye-polisajının yapılmasının gerekliliğinin önemini vurgular.¹¹³

Materyallerin yüzey pürüzlülüğü ölçümü Scanning Electron Microscopy (SEM) ile veya mekanik yüzey profili analizi (Profilometre) ile yapılmaktadır. Ayrıca son yıllarda yeni bir uygulama olan Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM: Atomic Force Microscope) ile yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılabilmektedir. Atomik Kuvvet Mikroskobu ile üç boyutlu, nanometre çözünürlüğünde detaylı topografik görüntüler elde edilebilmektedir.⁵⁵

Profilometreler mekanik ve optik olmak üzere iki farklı tipte üretilmişlerdir. Mekanik profilometreler, iki-boyutlu ölçüm yaparlar ve örnek yüzeyi üzerinde boyutları belirli bir elmas ucun yüzeyi taraması prensibiyle çalışırlar. Bu elmas kaydedici uç, belirli bir hızda örnek yüzeyinde gezerken, yüzeydeki düzensizliklere bağlı olarak ucun yaptığı dikey hareketleri kaydetmekte ve yüzey topografisi ile ilgili rakamsal değerler elde edilebilmektedir.⁵⁵

2.6.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümünde Kullanılan Yöntemler

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi amacıyla birçok teknik ve cihaz kullanılmaktadır. Bu amaçla diş hekimliği uygulamalarında sıklıkla kullanılan yöntemler şunlardır;

- Mekanik ve Optik Profilometreler
- Taramalı Elektron Mikroskobu
- Atomik Kuvvet Mikroskobu⁵⁵

2.6.1.1. Mekanik Profilometreler

İki boyutlu ölçüm yapabilen profilometrelerdir. Elmas bir uca sahip, incelenen materyale temas ederek ölçüm yapan bir cihazdır. Ölçüm sensörü bir X eksenini boyunca hareket ederken dikey Z eksenini boyunca yükseklik değişimlerini ölçmektedir. Bu sayede yüzey topografyası hakkında rakamsal ve grafiksel veriler elde edilebilmektedir. İnceleme yapılan yüzey ile sensörün okuma eksenini arasındaki paralellik çok dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır. 0.01 µm düzeyinde bir teknik hassasiyete sahiptir. Bu tür mekanik temas yöntemlerinde elmas ucun çapı, geometrisi, ölçüm mesafesi, örnek üzerinde oluşturduğu yük ve deformasyon ve yüzeyin pürüzlülüğü ölçüm sonuçlarını etkileyebilmektedir. Pürüzlülük düşük seviyelerde olduğunda sensörün çözünürlüğü yetersiz kalmaktadır. Bu durumda optik ölçümlere ihtiyaç duyulmaktadır.¹¹⁴

2.6.1.2. Optik Profilometreler

Üç boyutlu ölçüm yapabilen profilometrelerdir. İncelenen yüzeyin hem nitel hem de nicel bir analizini sağlayabilen mekanik teması olmayan bir yöntemdir. Tarama işlemini optik bir ışın demetiyle yapmaktadır. Aparat, bir iç referans noktası ile yüzeyin noktaları arasındaki mesafeyi ölçerek çalışmaktadır. Bu yöntemin sağladığı en büyük

avantaj, tarama sonrasında yüzeyin bozulmamasıdır. Dezavantajları ise; ölçümlerin örnek yüzeyinin yansıtma özelliğinden, eğiminden ve pürüzlülüğünden etkilenmesidir. Yüzey pürüzlülüğü çok fazla ise, ışık her yöne eşit olarak dağılır ve artık yüzeyin topografyasını görüntülenemez. Bu nedenle ölçümler, yalnızca çok yüksek kaliteye sahip yüzey topografyalarında yapılabilmektedir. Optik bileşenleri, yaklaşık 100 μm^2 bir alan üzerinde birkaç nanometre çözünürlük sağlayabilmektedir.¹¹⁵

Profilometre ile yüzey topografyasının kalitatif değerlendirilebilmesinin yanı sıra R_a , R_z , R_{max} , R_p gibi birçok kantitatif değerlerin de hesaplanması sağlanabilmektedir. Yüzey pürüzlülüğü ile ilgili bu kavramların tanımlamaları aşağıda belirtildiği gibidir:

R_a ; Ortalama Yüzey Pürüzlülüğüdür. Diş hekimliği literatürlerinde en sık kullanılan parametredir. Tüm yüzey düzensizliklerinin mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasıdır.

R_z ; Peş peşe devam eden beş en yüksek nokta ile beş en derin nokta ortalamaları arasındaki yükseklik farkıdır.

R_{max} ; En derin ve en yüksek nokta arasındaki mesafedir.

R_p ; Merkezi çizgi ve en yüksek nokta arasındaki mesafedir.^{116,117}

2.6.1.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

1962 yılından bu yana diş hekimliğinde kalitatif ve kantitatif değerlendirmelerde önemli ölçüde kullanılmaktadır. Yüzey morfolojisi ve detaylı alan derinliği bilgisini elde etmek amaçlı kullanımı oldukça uygundur.^{116,118}

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), elektron-optik denen bir mekanizma ile çalışır ve yüzeyleri taramak için elektron kaynağı kullanılır. Çalışma prensibi, yüksek voltaj ile hızlandırılmış elektronların örnek üzerine gönderilmesi ve bu elektron demetinin örnek yüzeyinin taraması esnasında elektron ve örnek atomları arasında oluşan aktiviteler sonucunda oluşan sinyallerin uygun dedektörler vasıtasıyla toplanmasına dayanır. Toplanan sinyaller, sinyal güçlendiricilerden geçtikten sonra bir katot ışınları tüpüne gönderilir ve görüntü, mikroskop yazılımı ile işlenerek bilgisayarda kaydedilir.¹¹⁹

Taramalı elektron mikroskobunun diğer mikroskoplardan üstün olduğu en önemli özelliği odak derinliğidir. Elektron demeti nm boyutunda odaklanabilmektedir. Bu sayede

cihaz ile elde edilen görüntüler, farklı boyuttaki büyütmelelerde (50x – 10,000x ve fazlası) detaylı bir şekilde yüzeyin topografisi, bileşenleri ve yapısını incelemeyi mümkün kılmaktadır.^{119,120} Mikroskopla beraber bilgisayar sistemlerinin bir arada kullanılabilmesi hem kullanım kolaylığı sağlar hem de veri toplanması ve istatistiksel hesaplama işlemlerinin hızlı bir şekilde yapılabilmesini mümkün kılar.¹²¹

Taramalı Elektron Mikroskopunda incelenme işleminin yapılabilmesi için örneklerin iletken ve kurutulmuş olması şarttır. Metal olmayan örneklerle argon gazı olan yüksek vakumlu bir ortamda ‘Kaplama’ adı verilen işlem uygulanmaktadır. Kaplama işlemi için Altın(Au) ve Palladyum (Pd) gibi metaller sıklıkla tercih edilmektedir.^{122,123} Kurutma veya yüksek vakumun kendisi örneğin yüzeyini deforme edebilmekte veya önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Elektron ışını altında ölçüm yapıldığından ısıya duyarlı olan örneklerde dikkatli olunmalıdır. Ayrıca Kantitatif yüzey pürüzlülüğü bilgisinin SEM görüntülerinden çıkarılması zor ve karmaşıktır çünkü birçok farklı etken, görüntülerdeki kontrastı etkilemektedir (örn. keskin kenarlarda elektrik alan geliştirme, kristalografik geliştirme vs.).¹²⁴ Bir diğer dezavantajı da 3 boyutlu bir yüzey görüntülemesi yapamamasıdır.

2.6.1.4. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM), 1986 yılında Binning, Quate, and Gerber tarafından geliştirilmiştir. Son yıllarda materyal ve medikal araştırma çalışmalarında kullanımı büyük derecede yaygınlaşmıştır. Diş hekimliği alanındaki araştırmalarda materyallerin yüzey topografyasının ve mekanik özelliklerinin değişimini 3 boyutlu şekilde nano ölçekli seviyede hem nicel hem de nitel olarak incelemek amacıyla kullanılabilen en uygun tekniklerden biridir. Yüzey topografyasını angstrom (Å) düzeyinden 100 µm’ye kadar inceleyebilen yeni nesil bir mikroskoptur. Bu cihaz ile moleküller arası kuvvetlerin nanometre (nm) seviyesinde ölçülmesi ve incelenmesi mümkün kılınmaktadır.¹²⁵

Atomik Kuvvet Mikroskobu’nun çalışma mantığı, bir ölçüm ucu ve kantilever ile incelenecek yüzeyin üç boyutlu taranması prensibine dayanmaktadır. Cihaz esnek bir kantilever ve buna bağlı olan sivri bir uçtan oluşur. Kantilever genellikle silikon ya da silikon nitrürdür. Nanometre ölçeğinde eğrilik yarıçapı olan bir uca sahiptir. Uç, örnek yüzeyine yakın bir mesafeye getirilince, uç ile yüzey arasındaki çeşitli kuvvetler

(elektrostatik, manyetik, kılcal, Van der Waals) kantileverin bükülmesine yol açar. Genellikle kantileverdeki bükülme, kantileverin bir ucundan konuma duyarlı fotodedektöre (bir dizi fotodiyot) yansıtılan bir lazer ışını sayesinde ölçülür ve bu bükülmeler bilgisayar ortamına yüzey görüntüsü olarak aktarılır.¹²⁶

Tipik olarak örnek, “z” yönünde hareket edip yüksekliği ayarlayan, “x” ve “y” yönünde hareket edip taramayı sağlayan bir dizi piezoelektrik düzener vasıtasıyla taranır. Uç örnek yüzeyini tararken, yüzeyin dış sınırları boyunca aşağı ve yukarı doğru hareket eder. Fotodedektör, fotodedektörün üst ve alt bölgesi arasındaki ışık yoğunluğu farkını ölçer ve sonra bu farkı voltaja dönüştürür. Bilgisayar kontrolünde, farklı fotodiode sinyalinin sağladığı negatif geri besleme mekanizması sayesinde, örnek yüzeyinde sürekli bir kuvvet ya da yükseklik sağlanmış olur.¹²⁷

Uçta kullanılan iğne ölçüm yapılacak materyale göre değişebilmektedir. Manyetik bir örneğin ölçümünde CoCr, FeNi, Co ve SmCo ince film kaplamalı uçlar kullanılırken; elektriksel bir örneğin ölçümünde PtIr, TiN, Au ve Pt kaplamalı olan uçlar kullanılmalıdır. Uçta olan iğnenin kalınlığı genellikle 0.2 ile 10 nanometre arasındadır. Ölçüm ucunun küçük yarıçapı, dış dokuları ve kompozit materyaller gibi küçük yapıların hem morfolojisi hem de mekanik özelliklerinin nano ölçekte detaylı incelenmelerine izin verir.^{127,128}

Atomik Kuvvet Mikroskobu ölçümleri ile 2 ve 3 boyutlu yüzey topoğrafyasının yanı sıra, yüzey pürüzlülüğü parametrelerinden minimum, maksimum, ortanca ve ortalama değerler ile Ra, Rz, Rq, Rpv, Rsk ve Rkr gibi birçok değer de ölçümlenebilmektedir.

Atomik Kuvvet Mikroskobu, kantilever ucu ve örnek arasındaki ilişkiye göre kontakt modu, nonkontakt modu ve titreşim modu olmak üzere 3 farklı çalışma moduna sahiptir;

Kontakt mod: Geliştirilen ilk çalışma modudur. Tarama yapan uç, incelenen örnek yüzeyine temas etmektedir. Gerçek anlamda atomik düzeyde ölçümler bu modda yapılır. Fakat bu çalışma şekli örnek yüzeyinde değişikliğe neden olup yanlış sonuçlar elde edilebilir. Bu yüzden sıklıkla tercih edilmez.

Nonkontakt mod: Ölçüm ucunun incelenen örnek yüzeyine atomik kuvvetlerin sayesinde temas etmeden çalıştığı modudur. Bu çalışma şeklinde incelenen örneğe zarar verilmez. Hassas ölçümlerin yapıldığı diş hekimliği araştırmalarında genellikle bu mod tercih edilmektedir.

Titreşim Modu: Burda faz görüntüleme adı verilen bir uygulama bulunmaktadır. Kantileverin faz açısı değiştirilerek örnekten daha detaylı olan faz görüntüsü elde edilebilmektedir. Bu görüntü, diğer modlar ile elde edilen topografik görüntülerden daha ayrıntılı olmaktadır. Birbirlerine yakın kimyasal yapı gösteren bölgeler tespit edilebilir fakat bu görüntünün kalitesi örneğin yüzey özelliklerine, kıvamına, elastisitesine ve kimyasal yapısından etkilenmektedir. Bu yöntemin en önemli üstünlüğü örnek yüzeyinin homojenitesini gösterebilmesidir.^{128,129}

Atomik Kuvvet Mikroskopunun deneysel kullanımının sağladığı avantajlar ve dezavantajlar vardır. Bunlardan avantajlar şunlardır;

- Minimum seviyede numune hazırlığı gerektirir. Vakum ve kaplamaya ihtiyaç duyulmaz.
- Hava ve sıvı ortamlar içerisinde çalışabilir.
- Kuvvet ve yer değiştirme ölçülebilir.
- Faz, elektrik iletkenliği ve manyetik farklılıkların ölçümü yapılabilmektedir.
- Temassız ölçüm yapabilmesinden dolayı örnek yüzeyine hasar vermeden çalışabilir.
- Oldukça yüksek çözünürlükte ve net şekilde iki ve üç boyutlu görüntüler elde edilebilir.
- İncelen yüzey morfolojisinin doğal koşulları temsil etmesi daha olasıdır.
- Elde edilen parametreler araştırma verilerinde kullanılabilir.¹²⁷

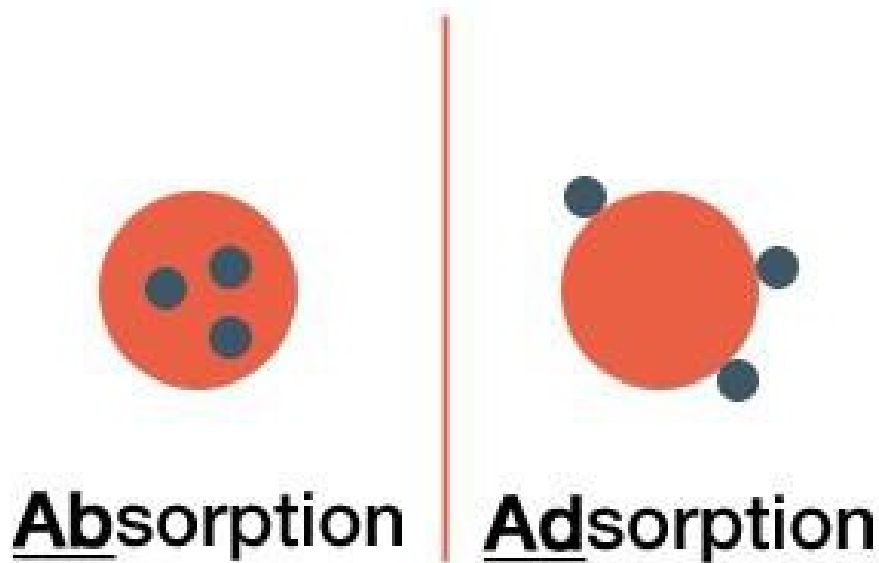
Dezavantajlar;

- Ölçüm yapacak operatörün cihaz hakkındaki bilgi ve tecrübe düzeyi yüksek olmalıdır.

- Tarama yapılan saha küçük olduğundan sonradan tekrarlanan ölçümlerde aynı sahayı yeniden bulmak zordur.
- Ölçümler hassasiyet gerektirir ve çok uzun zaman almaktadır.
- Görüntünün kalitesi cihazda kullanılan ölçüm ucunun eğrilik yarıçapıyla sınırlıdır ve piezoelektrik olay ve maddelerden etkilenebilir.
- Uçlar hassastır.
- Undercutları belirleyemez.
- Ölçüm maliyetleri çok yüksektir.¹³⁰

2.6.2. Adsorpsiyon ve Absorpsiyon

Absorpsiyon, bir akışkanın başka bir sıvı veya katı cisim (emici madde) ile çözülmesi işlemidir. Adsorpsiyon ise bir maddedeki (gaz veya sıvı da olabilir) atom, iyon veya moleküllerin emici maddenin yüzeyine yapışması, tutunması işlemidir. Adsorpsiyon yüzey-tabanlı bir prosestir. Bu iki kavram arasındaki temel fark absorpsiyon, toplu, hacimsel ve büyük bir prosestir. Endotermik bir reaksiyondur. Sıcaklık ile etkilenmez, tekdüzedir. Adsorpsiyon genelde difüzyon ile gerçekleşir. Adsorpsiyon ise yüzeysel bir reaksiyondur. Ekzotermik bir reaksiyondur. Düşük sıcaklık ile yönetilir. Sabit şekilde artar ve kararlı hale gelir.¹³¹



Şekil 2-20 Absorpsiyon ve adsorpsiyon arasındaki fark¹³¹

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada beş farklı içeriğe sahip geçici kron materyalinin dört renklendirici solüsyonda farklı zaman dilimlerindeki renk stabilite ve yüzey pürüzlülükleri incelenmiştir. Tablo 3.1’de kullanılan materyallerin içerikleri, Tablo 3.2’de ise çalışmada kullanılan cihazlar belirtilmiştir.

Tablo 3-1 Çalışmada kullanılan geçici kron materyalleri

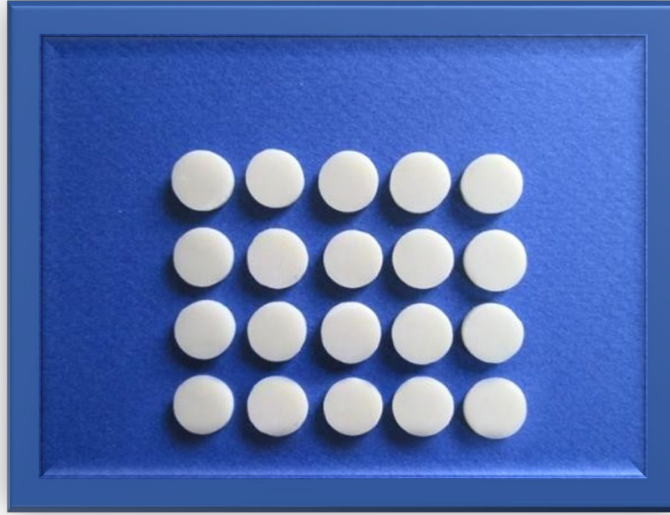
Materyal Tipi	Ticari İsmi	Üretici
Polimetil metakrilat	Telio CAD	Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn
Üretan dimetakrilat	Revotek LC	GC, Tokyo, Japonya
Bis-akrilik rezin	Protemp 4	3M ESPE, Neuss, Almanya
Polietil metakrilat / polimetil metakrilat	Dentalon Plus	Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya
Polimetil metakrilat	İmident	Imicryl, Konya, Türkiye

Tablo 3-2 Çalışmada Kullanılan Cihazlar

Cihaz	Model	Üretici Firma
Polisaj Cihazı	Phoenix Beta Grinder and Polisher	Buehler, Almanya
AFM Cihazı	Bruker Nano Surface Division AFM probes	Santa Barbara, CA, ABD
Distile Su Cihazı	MELAdest 65	Melag (Berlin, Almanya)
Etüv Cihazı	EN 025, Nüve,	Ankara, Türkiye
Işık Cihazı	LED, Elipar S10, 3M ESPE	St.Paul, MN, ABD
Renk Ölçüm Cihazı	Spectro Shade Mikro	Medical High Technologies, Verona, İtalya

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada farklı içeriğe sahip beş geçici kron materyalinin renk stabilite ve yüzey pürüzlülüklerini incelemek için her bir geçici kron materyalinden 76 adet olmak üzere $12\pm 0,1$ mm çapında, $2\pm 0,1$ mm kalınlığında diskler şeklinde toplam 380 adet test örneği üretici firmaların tavsiyelerine uygun olarak hazırlandı (Şekil 3.1). Disk şeklindeki örneklerin hazırlanması için silikon bir kalıp ve 2 siman camı kullanıldı. Cam üzerine yerleştirilen disk şeklindeki silikon kalıpların içi üretici talimatlarına uygun olarak karıştırılmış materyal ile doldurulduktan sonra ikinci bir cam ile üzeri örtüldü (Şekil 3.2). İki dakika boyunca parmak basıncı uygulanarak polimerizasyonları sağlandı. Revotek LC materyalinde ise 2.nesil LED ışık kaynağı (Şekil 3.3) ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda 40 sn ($1200 \text{ mW/cm}^2 \times 40 \text{ sn}$) ışık uygulanarak polimerize edildi ve sadece ışık verilme süresince (40 sn) baskı uygulandı. Farklı olarak İmident, ısı ile polimerizasyon yöntemiyle üretilmek üzere muflada 2 bar basınçta, $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 5 dk bekletilerek polimerize edildi.



Şekil 3-1 Test örnekleri



Şekil 3-2 Örneklerin hazırlandığı silikon kalıp



Şekil 3-3 Örneklerin polimerizasyonu için kullanılan Light-Emitting Diode (LED) ışık cihazı

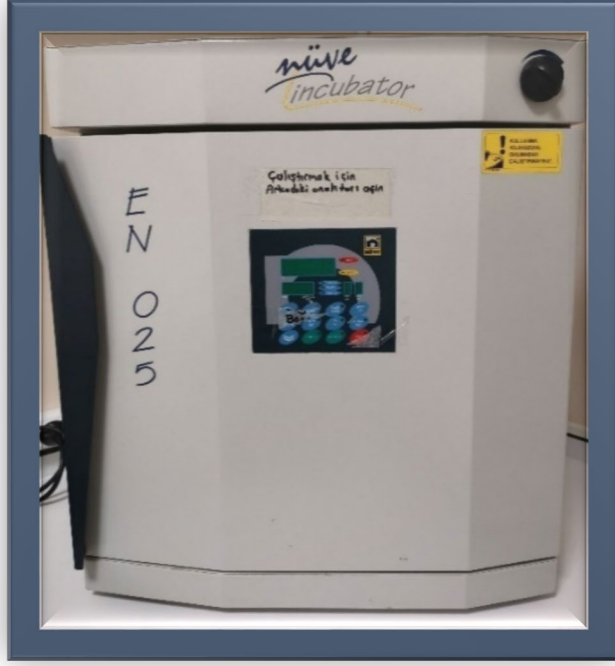
3.1.1. Örneklere Polisaj Uygulanması

Polimerizasyon işlemleri tamamlandıktan sonra örneklere standart polisaj işlemi uygulandı. Yüzey standardizasyonunun sağlanması ve operatörden kaynaklanan uygulama farklılıklarını önlemek amacıyla bu işlem için halihazırda Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında bulunan bir polisaj cihazı kullanıldı (Şekil 3.4).

Örneklerin tamamına, bir silikon tutma kalıbı yardımıyla 300 rpm hız modunda dönen, sürekli ıslatılan 600 gritlik silikon karbit aşındırıcı kağıt bir zemine sahip polisaj cihazında 10 sn süreyle standart polisaj işlemi uygulandı. İşlem sonunda örnekler 20 sn boyunca distile suyla yıkanıp temizlendi. Polisaj işlemi tamamlandıktan sonra örnekler 24 saat süresince distile suda 37 °C etüvde bekletildi (Şekil 3.5).



Şekil 3-4 Örneklerin polisaj işlemleri için kullanılan polisaj cihazı



Şekil 3-5 Örneklerin bekletildiği Etüv Cihazı

Hazırlanan test örnekleri içinden AFM cihazıyla yüzey pürüzlülüğü incelemesi için her bir geçici kron materyali grubundan 6 adet olmak üzere toplam 30 adet test örneği rast gele seçilerek ayrıldı. Kalan 350 adet örnek renk stabilitelelerini değerlendirmek için her biri 70 adet örnek içeren beş gruba ayrıldı. Her bir gruptaki örneklerde renklendirici solüsyonlara konulmak üzere 14 adet örnek içeren beş alt gruba ayrıldı (Tablo 3.3). Çalışmada 4 farklı içecek, renklendirme solüsyonu olarak kullanıldı. Bu solüsyonlar insanların gündelik yaşantılarında kolay ulaşabildikleri ve sık tükettikleri içecekler olduğu için çalışmaya dahil edildi. Kontrol grubu olarak belirlenen örnekler için ise distile su solüsyonu kullanıldı (Tablo 3.4).

Tablo 3-3 Çalışmada kullanılan materyal ve solüsyonlar

GEÇİCİ KRON	N	RENKLENDİRİCİ SOLÜSYON
--------------------	----------	-------------------------------

MATERYALİ	N	RENKLENDİRİCİ SOLÜSYON
	14	Distile Su (Kontrol Grubu)
	14	Çay
İMİDENT	14	Kahve
	14	Yeşil Çay
	14	Vişne
	14	Distile Su (Kontrol Grubu)
	14	Çay
DENTALON	14	Kahve
	14	Yeşil Çay
	14	Vişne
	14	Distile Su (Kontrol Grubu)
	14	Çay
PROTEMP 4	14	Kahve
	14	Yeşil Çay
	14	Vişne
	14	Distile Su (Kontrol Grubu)
	14	Çay
REVOTEC LC	14	Kahve
	14	Yeşil Çay
	14	Vişne
	14	Distile Su (Kontrol Grubu)
	14	Çay
TELİO CAD	14	Kahve
	14	Yeşil Çay
	14	Vişne

3.2. Solüsyonların Hazırlanması

Tablo 3-4 Çalışmada kullanılan solüsyonlar

Solüsyon	Marka
Çay	Lipton Yellow Label Tea, Unilever, Rize, Türkiye
Kahve	Nescafe Classic, Nestle, Bursa, Türkiye
Yeşil Çay	Lipton Yellow Green Tea, Rize, Türkiye
Vişne Suyu	Dimes, İstanbul, Türkiye
Distile Su (Kontrol Grubu)	

- **Çay Solüsyonu:** Örnekler 37 °C’de çayda bekletildi. Bu amaçla bir adet 2 gramlık poşet çay 200 ml kaynamış suya batırılarak 10 dakika beklendi. Solüsyon filtre kağıdından geçirildikten sonra kalıplara yerleştirilen örneklere eşit miktarlarda uygulandı.
- **Kahve Solüsyonu:** Örnekler 37 °C ‘de kahvede bekletildi. Bu amaçla 2 gr kahve 200 ml kaynamış suda çözdürülerek hazırlandı ve 10 dakika karıştırıldı. Solüsyon filtre kağıdından geçirildikten sonra kalıplara yerleştirilen örneklere eşit miktarlarda uygulandı.
- **Yeşilçay Solüsyonu:** Örnekler 37 °C ‘de yeşil çayda bekletildi standart bir yeşilçay çözeltisi hazırlamak için bir adet 2 gramlık poşet yeşil çay 150 ml kaynar suya konuldu ve on dakikalık demlenmeden sonra kullanıldı.
- **Vişne Suyu:** Örnekler 37 °C ‘de vişne suyunda bekletildi. Bu amaçla 200 ml vişne suyu karıştırıldıktan sonra kalıplara yerleştirilen örneklere eşit miktarlarda uygulandı.
- **Distile Su Solüsyonu:** Distile su cihazından elde edilen bu grupta ki örnekler kontrol grubu olarak belirlendi ve örnekler 37 °C’deki eşit miktardaki distile suda bekletildi.

3.3. Örneklerin Renklendirme Periyodu ve Ölçümleri

Örneklerin renk ölçümlerinin yapılabilmesi için halihazırda Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı’nda mevcut bulunan ve taşınabilir bir spektrofotometre olan SpectroShade Micro cihazı kullanıldı (Şekil 3.6). Çalışmada örneklerin renk ölçümlerinin ortam şartlarından bağımsız ve cihaz

kamerasının ışık almadan standart ölçümleri yapabilmesi amacıyla cihazın ağız aparatına stabil şekilde oturacak silikon bir renk ölçüm platformu hazırlandı. Bu sayede renk ölçüm cihazının ağız aparatının platformun kenar hatlarına sıkı bir şekilde oturması sağlandı. Hazırlanan platformun ortasına örneklerin tam oturabilmesi için örnek boyutlarına tam uyumlu olarak hazırlanan 12 mm çap ve 2 mm kalınlığında disk şeklinde bir boşluk oluşturuldu (Şekil 3.7). Cihazın kendi kamera ve aydınlatma sisteminin platform üzerinde kullanılması sayesinde her örneğin bütün renk ölçüm işlemleri dış ortam koşullarından bağımsız ve standart şekilde tek bir operatör tarafından gerçekleştirildi.



Şekil 3-6 Örneklerin renk ölçüm işlemleri için kullanılan spektrofotometre cihazı

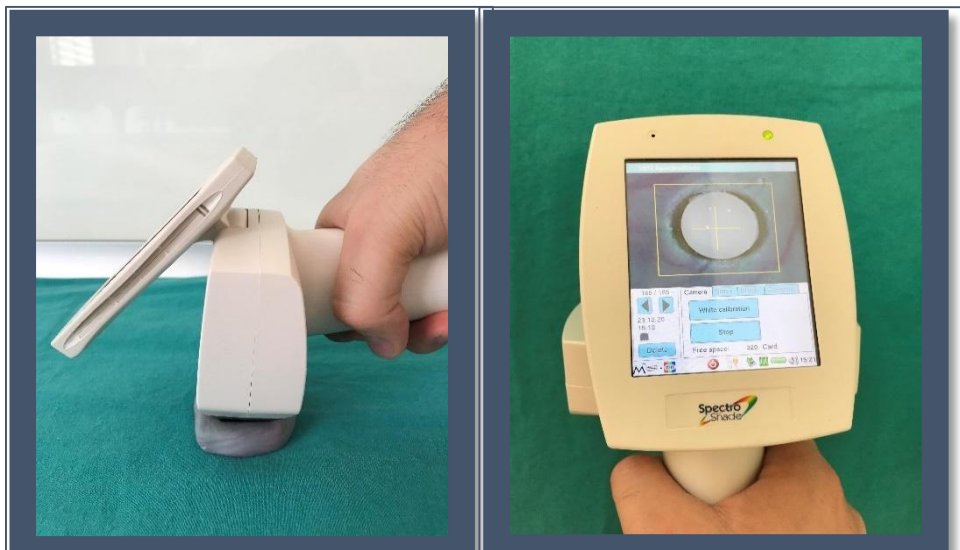


Şekil 3-7 Kullanılan silikon renk ölçüm platformuna yerleştirilmiş bir örnek

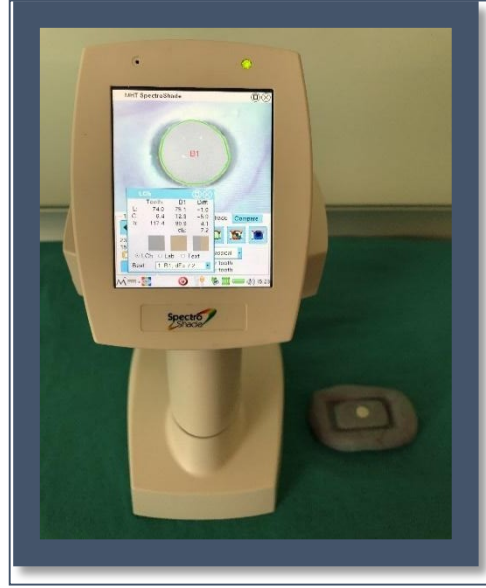
Çalışmadaki örnekler solüsyonlara yerleştirilmeden önce başlangıç renk değerleri, bir spektrofotometre ve silikon renk ölçüm platformu yardımıyla ölçüldü. Çalışma süresince her ölçüm öncesi cihazın beyaz ve yeşil renk kalibrasyonu yapılmıştır (Şekil 3.8). Her ölçüm üç defa tekrarlanarak CIEDE2000 renk formülasyonuna uygun şekilde başlangıç L^* , a^* , b^* değerleri olarak kaydedildi (Şekil 3.9). Ayrıca her ölçüm cihaz sayesinde fotoğraflanarak bir hafıza kartı vasıtasıyla bilgisayar ortamına aktarıldı. (Şekil 3.10).



Şekil 3-8 Ölçüm işlemleri öncesinde cihazın kalibrasyonunun yapılması (Beyaz-Yeşil Fon)



Şekil 3-9 Renk ölçüm işleminin yapılması ve işlemin cihaz hafızasına kaydedilmesi



Şekil 3-10 Renk ölçüm değerlerinin cihaz üzerinde tespiti

Daha sonra her bir örnek ayrı ayrı şeffaf plastik kaplara yerleştirildi ve üzerlerine ilgili gruplara uygun olarak 10 ml. renklendirici solüsyonlar konuldu ve 14 gün boyunca etüvde 37 °C bekletildi (Şekil 3.11).



Şekil 3-11 Örneklerin Etüv Cihazına yerleştirilmesi

Çalışma boyunca her 24 saatte bir solüsyonlar aynı şekilde uygulanarak yenilendi. Renklendirme solüsyonlarında bekletilen süre Ertaş ve ark.¹³² yaptığı bir çalışmada, bir

kahvenin ortalama tüketim süresini 15 dakika ve ortalama tüketimi günde 3,2 fincan referans alınarak oluşturulmuştur. Buna göre örneklerin renklendirici solüsyonlarda 14 günlük bekletilme süreleri ortalama 14 ay boyunca tüketilen içeceği simüle etmektedir.

Çalışmada başlangıç renk ölçümleri tamamlandıktan sonra solüsyonlara yerleştirilen örnekler ilk 24 saatin sonunda 2. ölçümleri yapılmak üzere solüsyonlardan çıkarıldı. Bu aşamada solüsyonlardan çıkarılan örnekler ölçüm yapılmadan önce 20 sn boyunca distile suyla yıkandı ve kağıt havlu ile hafifçe kurulandı. Örneklerin yerleri ve sıraları her defasında değiştirilmeden spektrofotometre cihazıyla aynı standart uygulama çerçevesinde çalışmanın 1. gün, 2. gün, 7.gün ve 14. gün renk ölçümleri yapıldı. Ölçümler aynı şartlar uygulanarak tekrarlandı ve her defasında ortalama L*, a*, b* değerleri kaydedildi.

Renk farklılıklarını hesaplamak için güncel renk formülasyonu olan CIEDE2000 renk sisteminden yararlanılmıştır. Elde edilen ölçümler arasındaki farklılıkların(ΔE_{00}) hesaplamasında aşağıda belirtilen formül kullanılmıştır⁸⁰;

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

CIEDE2000 renk formülasyonu CIELAB renk sistemi üzerine kurulmuş bir sistemdir.⁸⁰ Formüldeki değerlerin ve ΔE_{00} değerlerinin hesaplanmasında Toplumlar Arası Renk Konseyi (Inter-Society Color Council) tarafından onaylı olan Sharma ve ark.⁸⁰'nin çalışmasındaki sistem kullanılmıştır (KL=1 KC=1 KH=1 alınmıştır).

Verilerin grup, solüsyon ve zamana göre istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapıldı.

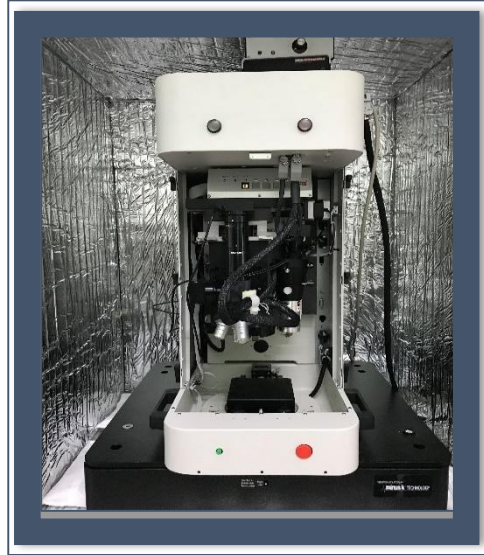
3.4. Yüzey Pürüzlülüğü Testi

Yüzey pürüzlülüğü ve görüntüleme analizleri için Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Araştırma Laboratuvarında bulunan bir Atomik Kuvvet Mikroskobu cihazı (Şekil 3.12) kullanılmıştır.

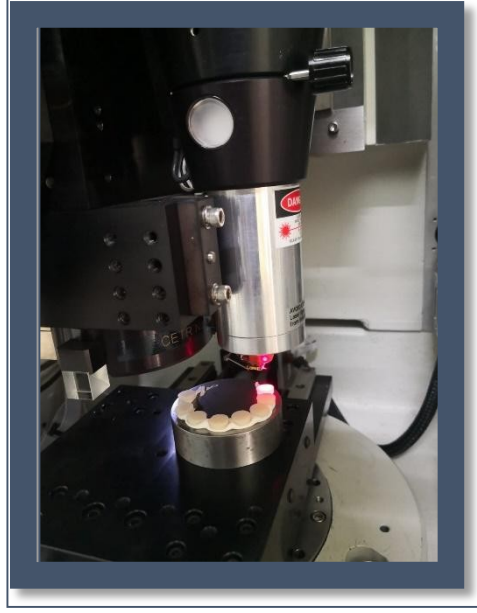
Standart polisaj işlemi bitirilip örnekler 37 °C de 24 saat distile suda bekletildikten sonra alt grupların her birinden 6 şer adet örnek olmak üzere her ana gruptan rastgele seçilen toplam 30 adet örnek bu teste tabi tutulmuştur.

Cihaz, metal silindir düzlem üzerine sabitlenen örneklerin polisaj uygulanan yüzeylerinde kristal silikon uç yardımıyla non-kontakt modda kullanılmıştır (Şekil 3.13). Her bir örnek için örnek yüzeyinin rastgele seçilen 10µm x 10µm'luk üç farklı alanında tarama gerçekleştirilmiş ve bu ölçümlerin ortalaması alınarak yüzey pürüzlülükleri hesaplanmıştır. Kalibrasyon, her ölçüm aşamasında tekrarlanmıştır. Yüzey pürüzlülüklerini belirten görüntüler 0.5 Hz tarama hızı ve 300 x 300 piksel tarama çözünürlüğü ile elde edilmiştir. Taranan bu alanların üç boyutlu yüzey görüntüsü ve ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) nanometre düzeyinde kaydedilmiştir.

Gruplara göre normal dağılan pürüzlülük değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması yapıldı.



Şekil 3-12 Atomik Kuvvet Mikroskobu



Şekil 3-13 Örneklerin Atomik Kuvvet Mikroskopunda İncelenmesi

4. BULGULAR

4.1. Renk Değişim Değerlerinin (ΔE_{00}) Karşılaştırılması

Çalışmamızda hazırlanan toplam 350 adet örneğin çeşitli renklendirme solüsyonlarında bekletilme öncesi ve sonrasında Spectroshade Micro renk ölçüm cihazı kullanılarak elde edilen verilerden CIEDE2000 renk sistemi kullanılarak ortalama renk değişim değerleri (ΔE_{00}) hesaplanmıştır.

Verilerin analizi için Minitab 17 programı kullanılarak grup, solüsyon ve zamana göre renk parametrelerinin karşılaştırılmasında 3 yönlü varyans ve çoklu karşılaştırmalar içinde Tukey HSD testleri kullanılmıştır. Önem düzeyi $p < 0,050$ olarak alınmıştır. Bu verilerin istatistiksel değerlendirmesi sonucunda elde edilen renk değişim değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Elde edilen verilerin üç yönlü varyans analizi ile değerlendirilmesi sonucunda; gruplar, solüsyonlar ve solüsyonlarda bekletilen zamanların renk değişim değerleri üzerine anlamlı etkisi bulunmuştur ($p < 0,001$). Grup, solüsyon ve zamana göre renk değişim değerlerinin (ΔE_{00}) karşılaştırma sonuçları Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4-1 Grup, solüsyon ve zamana göre ΔE_{00} değerlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri.

Zaman	Gruplar					Toplam	
	İmident	Dentalon	Protemp 4	Revotec LC	Telio CAD		
Distile su	1. Gün	0,87 ± 0,36	0,83 ± 0,52	0,85 ± 0,55	0,60 ± 0,28	0,55 ± 0,16	0,74 ± 0,42
	2. Gün	1,03 ± 0,51	1,06 ± 0,52	0,78 ± 0,39	0,88 ± 0,32	0,57 ± 0,28	0,86 ± 0,44
	7. Gün	0,95 ± 0,45	0,90 ± 0,40	0,89 ± 0,31	0,72 ± 0,35	0,66 ± 0,27	0,82 ± 0,37
	14. Gün	1,05 ± 0,35	1,11 ± 0,37	1,04 ± 0,48	0,90 ± 0,28	0,70 ± 0,26	0,96 ± 0,38
	Toplam	0,97 ± 0,42	0,97 ± 0,46	0,89 ± 0,44	0,78 ± 0,33	0,62 ± 0,25	0,85 ± 0,41
Çay	1. Gün	1,00 ± 0,60	0,80 ± 0,51	1,13 ± 0,42	2,04 ± 0,65	0,74 ± 0,46	1,14 ± 0,70
	2. Gün	1,33 ± 0,72	1,45 ± 0,74	1,18 ± 0,37	2,15 ± 0,66	0,68 ± 0,49	1,36 ± 0,76
	7. Gün	1,58 ± 0,74	1,58 ± 0,69	1,39 ± 0,33	3,03 ± 1,03	0,74 ± 0,52	1,67 ± 1,02
	14. Gün	1,70 ± 0,81	1,89 ± 0,78	1,76 ± 0,40	5,17 ± 1,21	0,91 ± 0,63	2,29 ± 1,69
	Toplam	1,40 ± 0,75	1,43 ± 0,78	1,37 ± 0,45	3,10 ± 1,55	0,77 ± 0,52	1,61 ± 1,19
Kahve	1. Gün	0,88 ± 0,50	1,38 ± 0,76	1,64 ± 0,59	2,99 ± 1,00	0,65 ± 0,12	1,51 ± 1,05
	2. Gün	1,51 ± 0,77	1,73 ± 0,83	1,95 ± 0,97	3,06 ± 0,73	0,62 ± 0,10	1,77 ± 1,07
	7. Gün	1,73 ± 0,68	2,49 ± 1,10	2,64 ± 1,78	4,78 ± 1,10	0,59 ± 0,19	2,45 ± 1,75
	14. Gün	2,40 ± 0,98	2,37 ± 1,35	3,50 ± 1,72	6,27 ± 0,94	0,91 ± 0,20	3,09 ± 2,12
	Toplam	1,63 ± 0,91	1,99 ± 1,11	2,43 ± 1,51	4,28 ± 1,65	0,69 ± 0,20	2,20 ± 1,68
Yeşil çay	1. Gün	1,55 ± 1,03	0,87 ± 0,42	0,89 ± 0,34	0,76 ± 0,54	0,48 ± 0,21	0,91 ± 0,67
	2. Gün	1,76 ± 0,93	1,30 ± 0,83	1,29 ± 0,55	0,92 ± 0,69	0,54 ± 0,14	1,16 ± 0,78
	7. Gün	2,03 ± 0,93	2,19 ± 0,90	1,70 ± 0,71	1,28 ± 1,02	0,49 ± 0,17	1,54 ± 0,99
	14. Gün	2,36 ± 0,79	1,79 ± 0,57	1,95 ± 0,77	1,50 ± 1,20	0,82 ± 0,17	1,68 ± 0,91
	Toplam	1,92 ± 0,95	1,54 ± 0,85	1,46 ± 0,72	1,12 ± 0,92	0,58 ± 0,22	1,32 ± 0,90
Vişne suyu	1. Gün	1,85 ± 0,56	1,89 ± 0,87	2,08 ± 1,05	1,31 ± 0,85	0,95 ± 0,24	1,61 ± 0,86
	2. Gün	3,25 ± 0,81	2,48 ± 0,82	2,18 ± 1,15	1,98 ± 1,44	1,17 ± 0,36	2,21 ± 1,18
	7. Gün	2,83 ± 0,68	3,03 ± 1,40	2,16 ± 1,22	2,72 ± 1,18	1,01 ± 0,25	2,35 ± 1,24
	14. Gün	2,90 ± 1,04	2,77 ± 1,14	3,28 ± 1,48	4,18 ± 1,56	1,62 ± 0,40	2,95 ± 1,43
	Toplam	2,71 ± 0,93	2,54 ± 1,14	2,42 ± 1,30	2,55 ± 1,65	1,19 ± 0,41	2,28 ± 1,28
Toplam	1. Gün	1,23 ± 0,75	1,15 ± 0,75	1,32 ± 0,78	1,54 ± 1,13	0,67 ± 0,31	1,18 ± 0,83
	2. Gün	1,77 ± 1,07	1,59 ± 0,88	1,48 ± 0,90	1,80 ± 1,17	0,72 ± 0,38	1,47 ± 1,00
	7. Gün	1,82 ± 0,93	2,04 ± 1,19	1,75 ± 1,17	2,51 ± 1,73	0,70 ± 0,35	1,76 ± 1,30
	14. Gün	2,08 ± 1,03	1,99 ± 1,05	2,31 ± 1,43	3,60 ± 2,36	0,99 ± 0,49	2,19 ± 1,64
	Toplam	1,73 ± 1,00	1,69 ± 1,04	1,71 ± 1,16	2,36 ± 1,85	0,77 ± 0,41	1,65 ± 1,29

Tablo 4-2 Grup, solüsyon ve zamana göre ΔE_{00} değerlerinin karşılaştırılması

	Sd	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	4	362,550	90,639	150,030	<0,001
Solüsyon	4	407,920	101,981	168,800	<0,001
Zaman	3	195,820	65,272	108,040	<0,001
Grup*Solüsyon	16	349,340	21,834	36,140	<0,001
Grup*Zaman	12	89,890	7,491	12,400	<0,001
Solüsyon*Zaman	12	53,440	4,453	7,370	<0,001
Grup*Solüsyon*Zaman	48	69,700	1,452	2,400	<0,001

Sd: Serbestlik derecesi, F: varyans analizi test istatistiği.

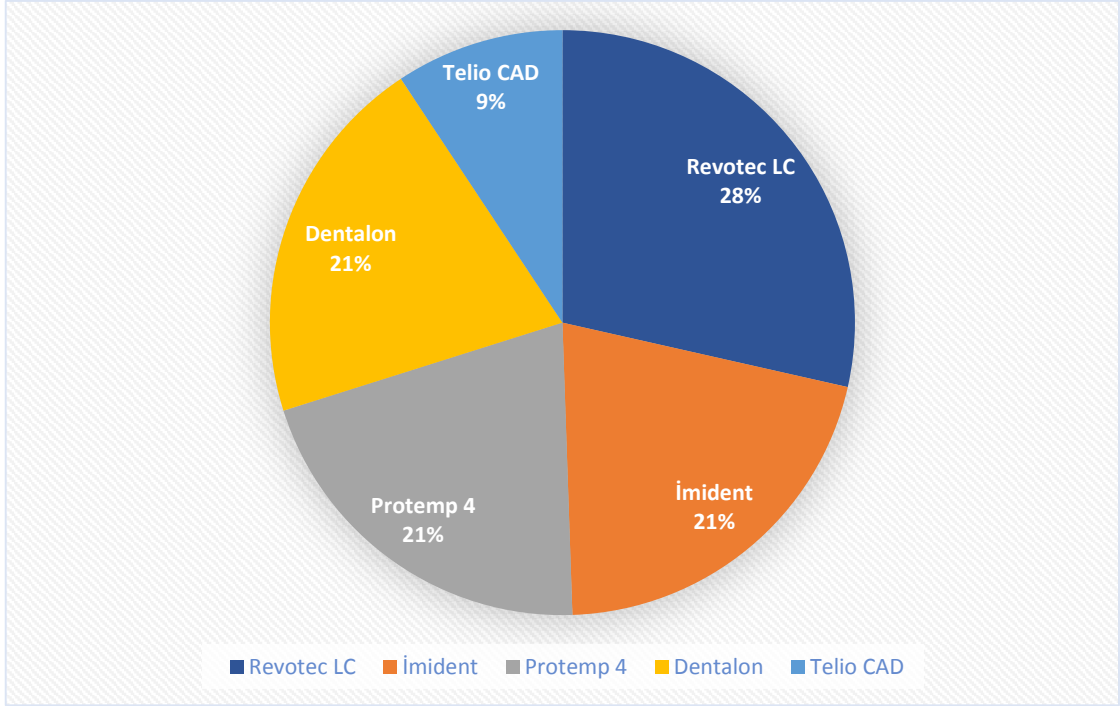
4.1.1. Grup Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması

Çalışmamızda ortalama ΔE_{00} değerleri açısından geçici kron materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p < 0,001$). Revotec LC grubunun ortalaması 2,36, İmident grubunun ortalaması 1,73, Protemp 4 grubunun ortalaması 1,71, Dentalon grubunun ortalaması 1,7 ve Telio CAD grubunun ortalaması 0,77 olarak elde edilmiştir. En yüksek ortalama değer Revotec LC grubundan elde edilmişken en düşük ortalama değerse Telio CAD grubundan elde edilmiştir. Gruplara göre yapılan karşılaştırma sonucunda oluşan harflendirmeler Tablo 4.3’de ve Şekil 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4-3 Grupların çoklu karşılaştırma sonuçları

Grup	Ortalama	Çoklu Karşılaştırma		
Revotec LC	2,36	A		
İmident	1,73		B	
Protemp 4	1,71		B	
Dentalon	1,70		B	
Telio CAD	0,77			C

A-C: Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 4-1 Grupların çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre solüsyonlardaki renklenme oranları

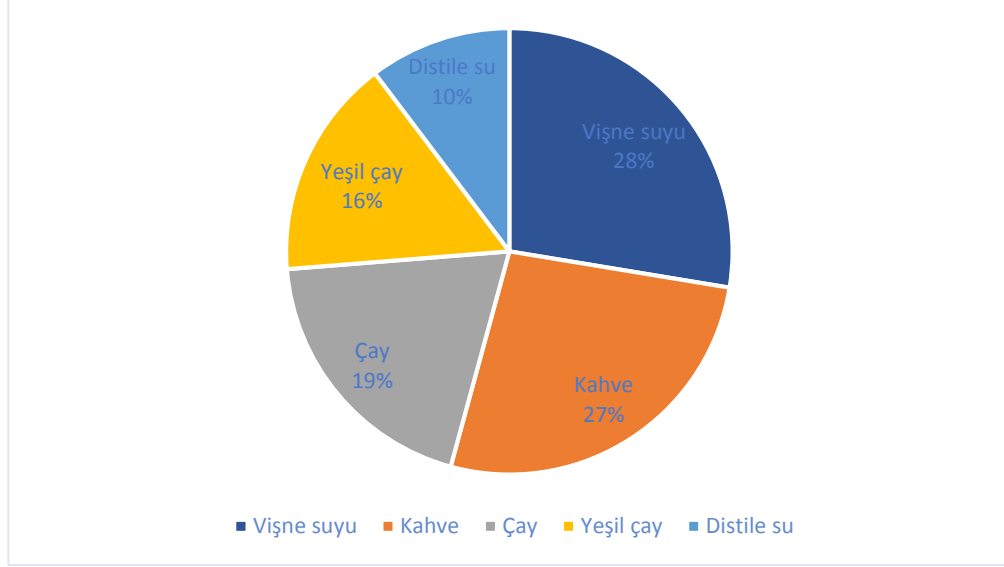
4.1.2. Solüsyon Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması

Çalışmamızda kullanılan 5 farklı solüsyonun ΔE_{00} değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmuştur ($p < 0,001$). Vişne suyu solüsyonunun ortalaması 2,28, kahve solüsyonunun ortalaması 2,2, çay solüsyonunun ortalaması 1,61, yeşil çay solüsyonunun ortalaması 1,32 ve distile su (kontrol grubu) ortalaması 0,85 olarak elde edilmiştir. En yüksek ortalama değer vişne suyu solüsyonundan elde edilmişken en düşük ortalama değerse distile su (kontrol grubundan)'dan elde edilmiştir. Solüsyonlara göre yapılan karşılaştırma sonucunda oluşan harflendirmeler Tablo 4.4'de ve Şekil 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4-4 Solüsyonların çoklu karşılaştırma sonuçları

Solüsyon	Ortalama	Çoklu Karşılaştırma			
Vişne suyu	2,28	A			
Kahve	2,20	A			
Çay	1,61		B		
Yeşil çay	1,32			C	
Distile su (Kontrol grubu)	0,85				D

A-D: Aynı harfe sahip solüsyonlar arasında fark yoktur.



Şekil 4-2 Solüsyonların çoklu karşılaştırmaları sonucundaki renklendirme oranları

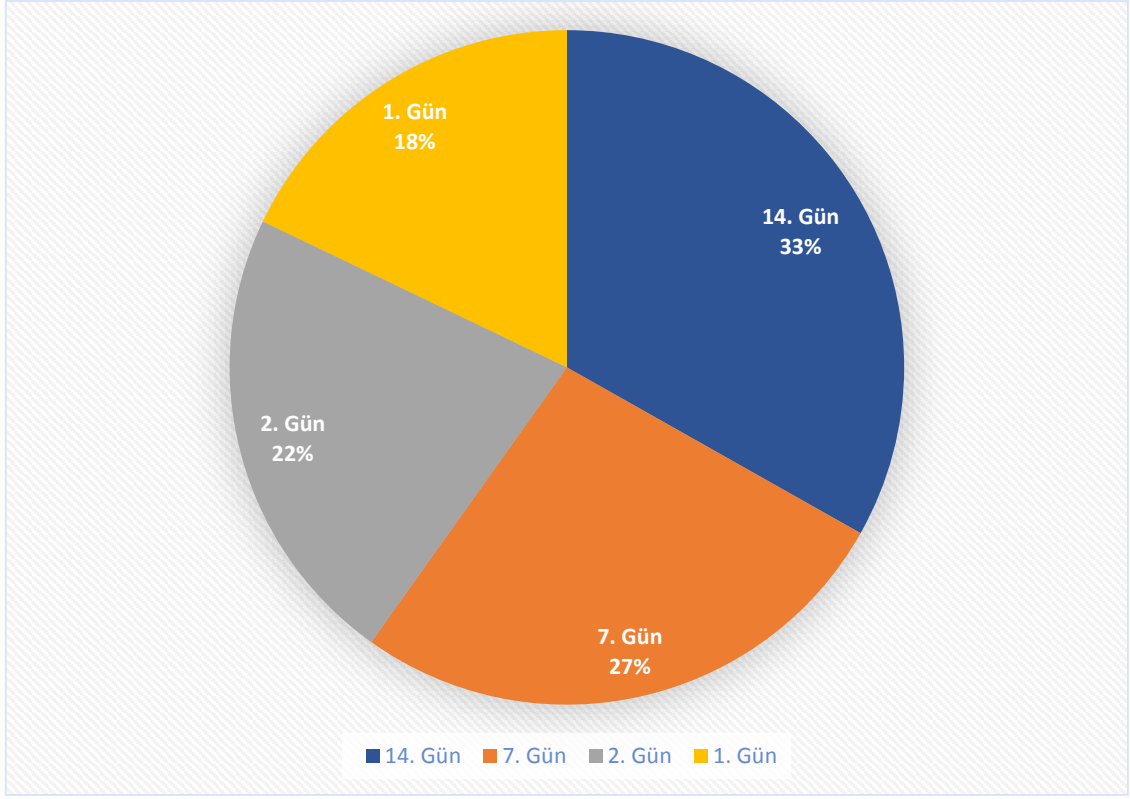
4.1.3. Zaman Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması

Örneklerin solüsyonlarda bekletildiği ve renk ölçümlerinin yapıldığı zamanların (1, 2, 7 ve 14.gün) ortalama ΔE_{00} değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmuştur ($p < 0,001$). 14. gün ortalaması 2,19, 7. gün ortalaması 1,76, 2. gün ortalaması 1,47 ve 1. gün ortalaması 1,18 olarak elde edilmiştir. En yüksek ortalama değer 14. günde elde edilmişken en düşük ortalama değerse 1. günde elde edilmiştir. Zamana göre yapılan karşılaştırma sonucunda oluşan harflendirmeler Tablo 4.5’de ve şekil 4.3’de sunulmuştur.

Tablo 4-5 Zamanın çoklu karşılaştırma sonuçları

Zaman	Ortalama	Çoklu Karşılaştırma			
14. Gün	2,19	A			
7. Gün	1,76		B		
2. Gün	1,47			C	
1. Gün	1,18				D

A-D: Aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur



Şekil 4-3 Zamanın çoklu karşılaştırmaları sonucunda grupların zamana göre renklenme oranları

4.1.4. Grup ve Solüsyon Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması

Grup ve solüsyon etkileşiminin ΔE_{00} değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmuştur ($p < 0,001$). En yüksek ortalama değer 4,28 olarak Revotec LC Kahve etkileşiminden elde edilmişken en düşük ortalama değerse 0,58 olarak Telio CAD yeşil çay etkileşiminden elde edilmiştir. Grup ve solüsyon etkileşimine göre yapılan çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4-6 Grup ve solüsyon etkileşiminin çoklu karşılaştırma sonuçları

Grup*Solüsyon	Ortalama	Çoklu Karşılaştırma
Revotec LC Kahve	4,28	A
Revotec LC Çay	3,10	B
İmident Vişne suyu	2,71	B, C
Revotec LC Vişne suyu	2,55	C
Dentalon Vişne suyu	2,54	C
Protemp 4 Kahve	2,43	C, D
Protemp 4 Vişne suyu	2,42	C, D
Dentalon Kahve	1,99	D, E

İmident Yeşil çay	1,92	D, E, F
İmident Kahve	1,63	E, F, G
Dentalon Yeşil çay	1,54	E, F, G
Protemp 4 Yeşil çay	1,46	E, F, G, H
Dentalon Çay	1,43	F, G, H
İmident Çay	1,40	F, G, H, I
Protemp 4 Çay	1,37	G, H, I
Telio CAD Vişne suyu	1,19	G, H, I, J
Revotec LC Yeşil çay	1,12	G, H, I, J, K
Dentalon Distile su	0,97	H, I, J, K
İmident Distile su	0,97	H, I, J, K
Protemp 4 Distile su	0,89	I, J, K
Revotec LC Distile su	0,78	J, K
Telio CAD Çay	0,77	J, K
Telio CAD Kahve	0,69	J, K
Telio CAD Distile su	0,62	K
Telio CAD Yeşil çay	0,58	K

A-K: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında fark yoktur

4.1.5. Grup ve Zaman Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması

Grup ve zaman etkileşiminin ΔE_{00} değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmuştur ($p < 0,001$). En yüksek ortalama değer 3,6 olarak Revotec LC 14. gün etkileşiminden elde edilmişken en düşük ortalama değerse 0,67 olarak Telio CAD 1. gün etkileşiminden elde edilmiştir. Grup ve zaman etkileşimine göre yapılan karşılaştırma sonucunda oluşan harflendirmeler Tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4-7 Grup ve zaman etkileşiminin çoklu karşılaştırma sonuçları

Grup*Zaman	Ortalama	Çoklu Karşılaştırma
Revotec LC 14. Gün	3,60	A
Revotec LC 7. Gün	2,51	B
Protemp 4 14. Gün	2,31	B, C
İmident 14. Gün	2,08	B, C, D
Dentalon 7. Gün	2,04	C, D, E
Dentalon 14. Gün	1,99	C, D, E, F
İmident 7. Gün	1,82	D, E, F, G
Revotec LC 2. Gün	1,80	D, E, F, G
İmident 2. Gün	1,77	D, E, F, G, H
Protemp 4 7. Gün	1,75	D, E, F, G, H
Dentalon 2. Gün	1,60	E, F, G, H, I
Revotec LC 1. Gün	1,54	F, G, H, I
Protemp 4 2. Gün	1,48	G, H, I
Protemp 4 1. Gün	1,32	H, I, J
İmident 1. Gün	1,23	I, J
Dentalon 1. Gün	1,15	I, J, K
Telio CAD 14. Gün	0,99	J, K, L
Telio CAD 2. Gün	0,72	K, L
Telio CAD 7. Gün	0,70	K, L
Telio CAD 1. Gün	0,67	L

A-L: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında fark yoktur

4.1.6. Solüsyon ve Zaman Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması

Solüsyon ve zaman etkileşiminin ΔE_{00} değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmuştur ($p < 0,001$). En yüksek ortalama değer 3,09 olarak Kahve 14. gün etkileşiminden elde edilmişken en düşük ortalama değerse 0,74 olarak Distile su 1. gün etkileşiminden elde edilmiştir. Solüsyon ve zaman etkileşimine göre yapılan çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4-8 Solüsyon ve zaman etkileşiminin çoklu karşılaştırma sonuçları.

Solüsyon*Zaman	Ortalama	Çoklu Karşılaştırma
Kahve 14. Gün	3,09	A
Vişne suyu 14. Gün	2,95	A
Kahve 7. Gün	2,45	B
Vişne suyu 7. Gün	2,35	B
Çay 14. Gün	2,29	B
Vişne suyu 2. Gün	2,21	B, C
Kahve 2. Gün	1,77	C, D
Yeşil çay 14. Gün	1,68	D
Çay 7. Gün	1,67	D
Vişne suyu 1. Gün	1,61	D, E
Yeşil çay 7. Gün	1,54	D, E, F
Kahve 1. Gün	1,51	D, E, F
Çay 2. Gün	1,36	D, E, F, G
Yeşil çay 2. Gün	1,16	E, F, G, H
Çay 1. Gün	1,14	F, G, H
Distile su 14. Gün	0,96	G, H
Yeşil çay 1. Gün	0,91	G, H
Distile su 2. Gün	0,86	H
Distile su 7. Gün	0,82	H
Distile su 1. Gün	0,74	H

A-H: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında fark yoktur

4.1.7. Grup, Solüsyon ve Zaman Bazında ΔE_{00} Değerleri Karşılaştırması

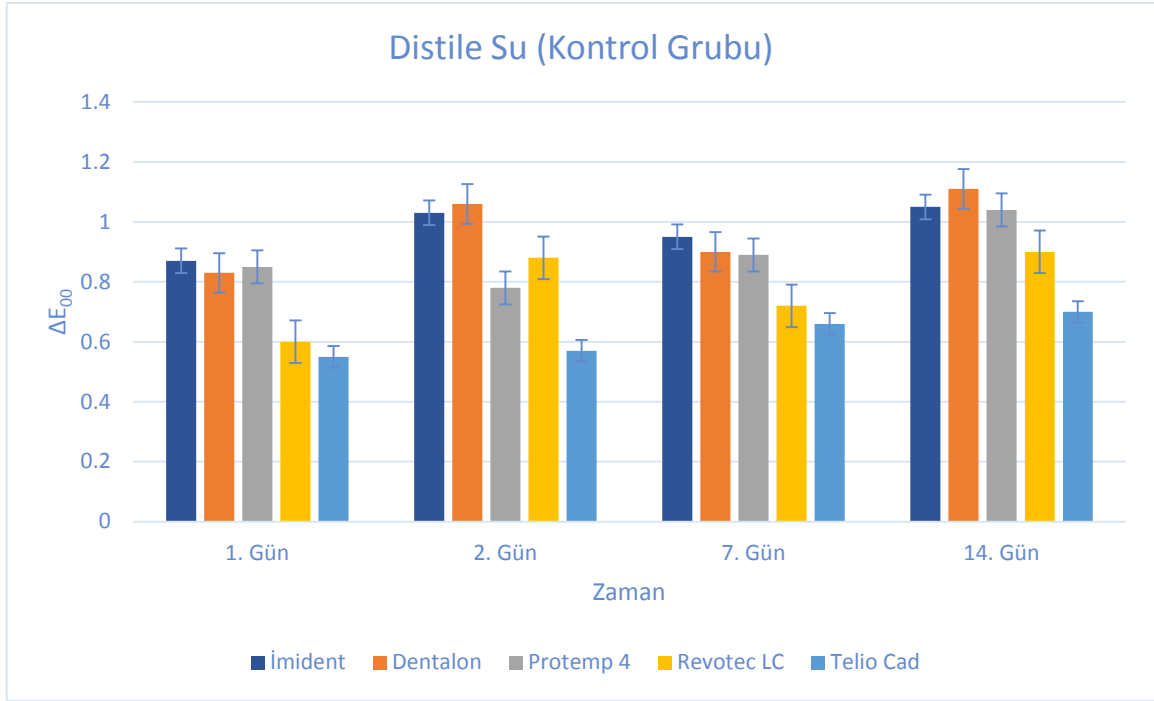
Grup, solüsyon ve zaman etkileşiminin ΔE_{00} değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmuştur ($p < 0,001$). En yüksek ortalama değer 6,27 olarak Revotec LC Kahve 14. gün etkileşiminden elde edilmişken en düşük ortalama değer 0,48 olarak Telio CAD yeşil çay 1. gün etkileşiminden elde edilmiştir. Grup, solüsyon ve zaman etkileşimine göre yapılan karşılaştırma sonucunda oluşan harflendirmeler Tablo 4.9' sunulmuştur.

Tablo 4-9 Grup, solüsyon ve zaman etkileşiminin çoklu karşılaştırma sonuçları

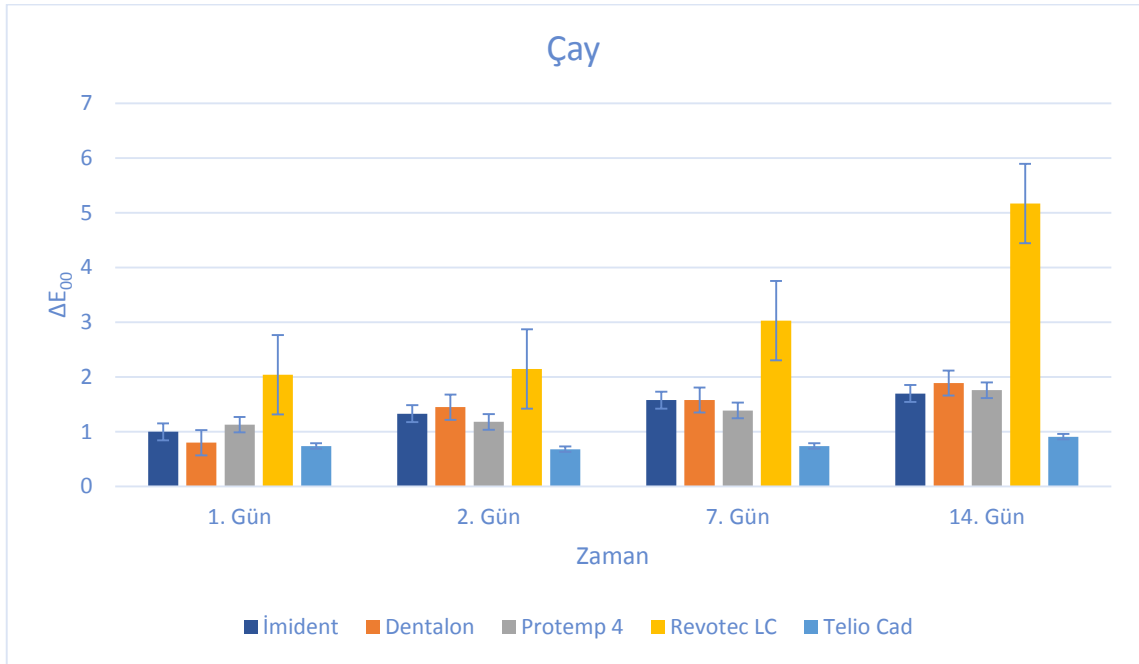
Grup*Solüsyon*Zaman	Ortalama	Çoklu Karşılaştırma
Revotec LC Kahve 14. Gün	6,27	A
Revotec LC Çay 14. Gün	5,17	A, B
Revotec LC Kahve 7. Gün	4,78	B
Revotec LC Vişne suyu 14. Gün	4,18	B, C
Protemp 4 Kahve 14. Gün	3,50	C, D
Protemp 4 Vişne suyu 14. Gün	3,28	C, D, E
Revotec LC Kahve 2. Gün	3,06	C, D, E, F, G
İmident Vişne suyu 14. Gün	2,90	D, E, F, G, H, I, J
Dentalon Vişne suyu 14. Gün	2,77	D, E, F, G, H, I, J, K, L
İmident Kahve 14. Gün	2,40	D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P
Dentalon Kahve 14. Gün	2,37	D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q
İmident Yeşil çay 14. Gün	2,36	D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q
Protemp 4 Yeşil çay 14. Gün	1,95	G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X
Dentalon Çay 14. Gün	1,89	G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y
Dentalon Yeşil çay 14. Gün	1,79	H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA
Protemp 4 Çay 14. Gün	1,76	I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA
İmident Çay 14. Gün	1,70	J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
Telio CAD Vişne suyu 14. Gün	1,62	K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
Dentalon Çay 7. Gün	1,58	K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
İmident Çay 7. Gün	1,58	K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
İmident Yeşil çay 1. Gün	1,55	L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
İmident Kahve 2. Gün	1,51	L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
Revotec LC Yeşil çay 14. Gün	1,50	M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
İmident Distile su 14. Gün	1,05	R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
Protemp 4 Distile su 14. Gün	1,04	R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
Telio CAD Çay 14. Gün	0,91	T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
Telio CAD Kahve 14. Gün	0,91	T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
Revotec LC Distile su 14. Gün	0,90	T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
Telio CAD Yeşil çay 14. Gün	0,82	U, V, W, X, Y, Z, AA, AB
Telio CAD Çay 1. Gün	0,74	W, X, Y, Z, AA, AB
Telio CAD Distile su 14. Gün	0,70	X, Y, Z, AA, AB
Telio CAD Distile su 2. Gün	0,57	AA, AB
Telio CAD Distile su 1. Gün	0,55	AA, AB
Telio CAD Yeşil çay 2. Gün	0,54	AA, AB
Telio CAD Yeşil çay 1. Gün	0,48	AB

A-AB: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında fark yoktur

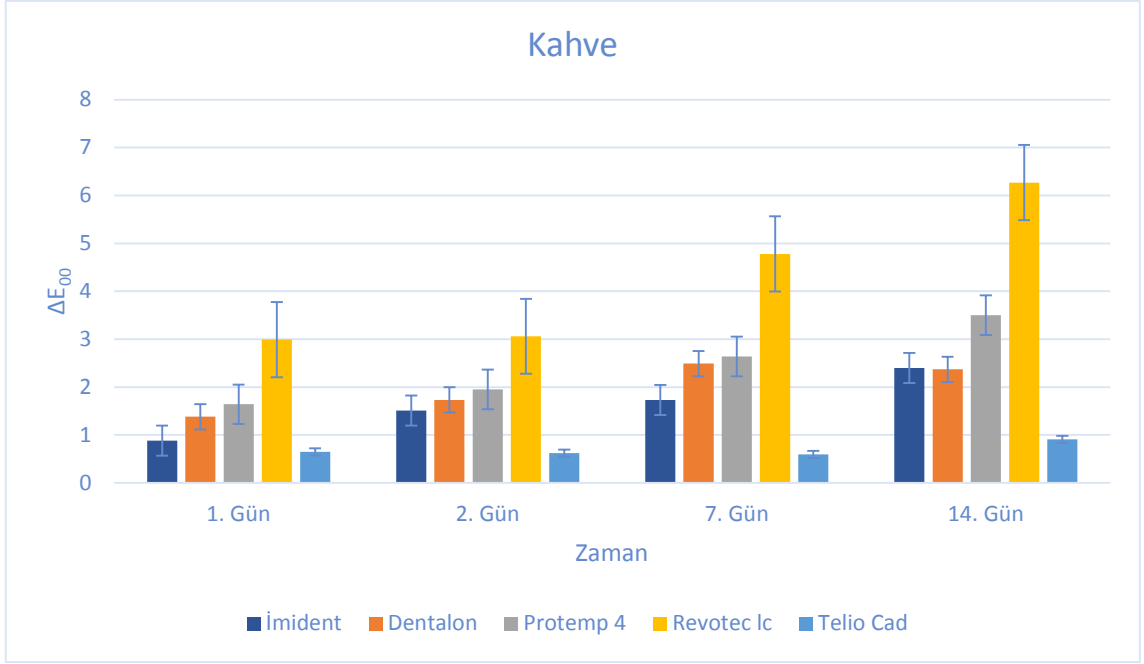
4.1.8. Grup, Solüsyon ve Zamana Bazında Renk Değişim (ΔE_{00}) Grafikleri



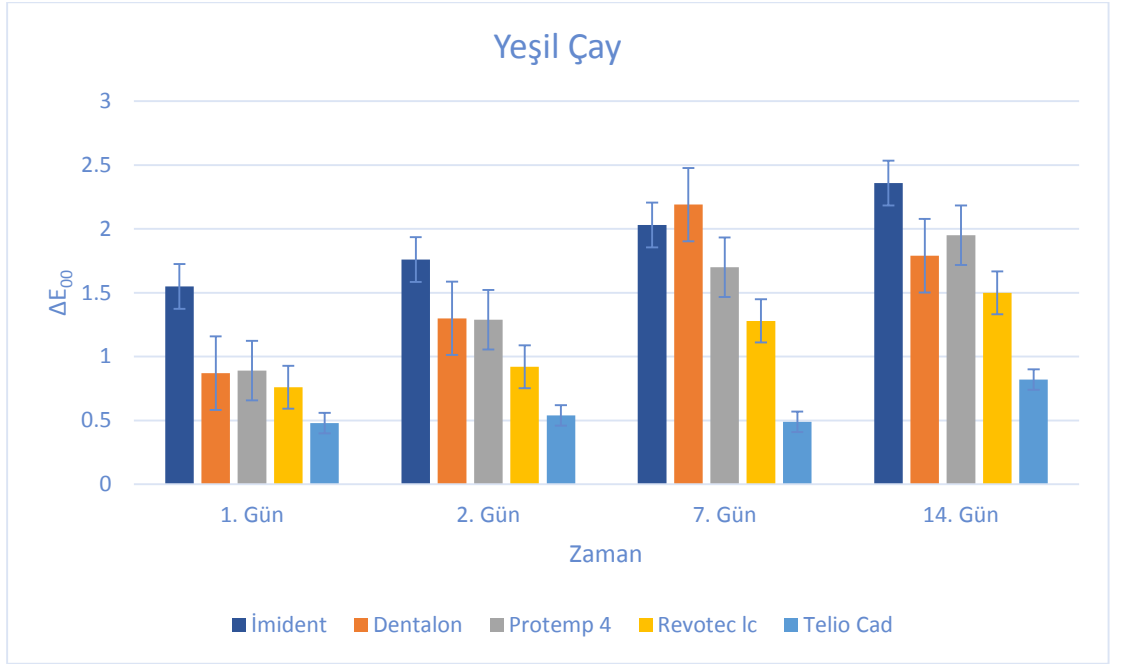
Şekil 4-4 Distile su (Kontrol Grubu) bekletilen geçici kron materyali gruplarının zamana göre ΔE_{00} renk değişim grafiği.



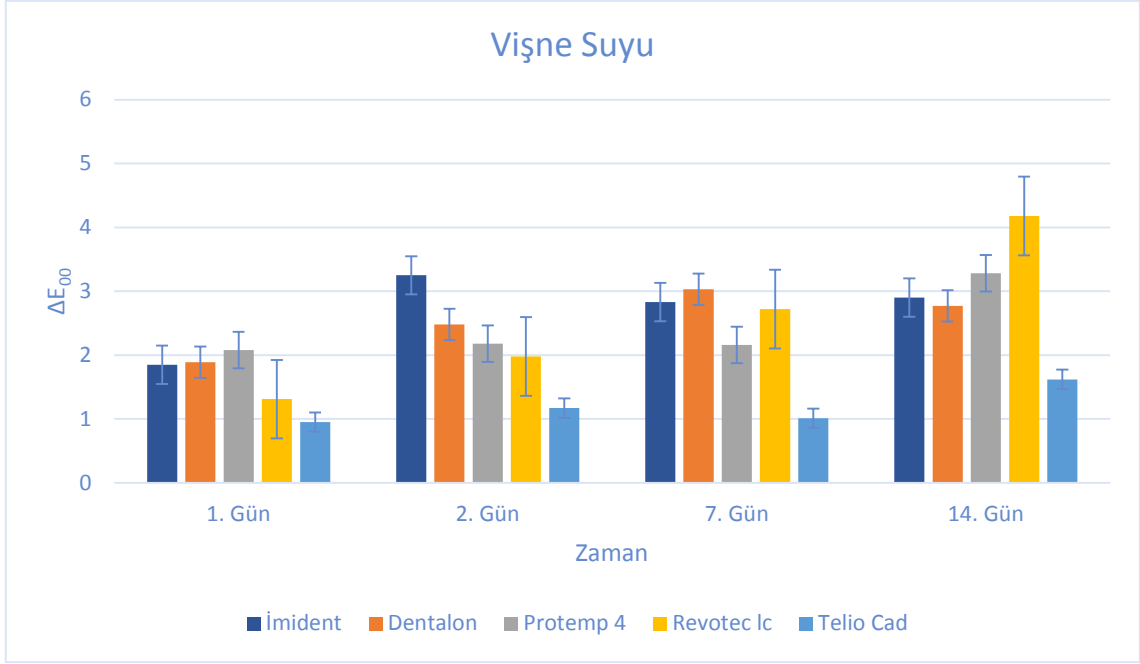
Şekil 4-5 Çay solüsyonunda bekletilen geçici kron materyali gruplarının zamana göre ΔE_{00} renk değişim grafiği.



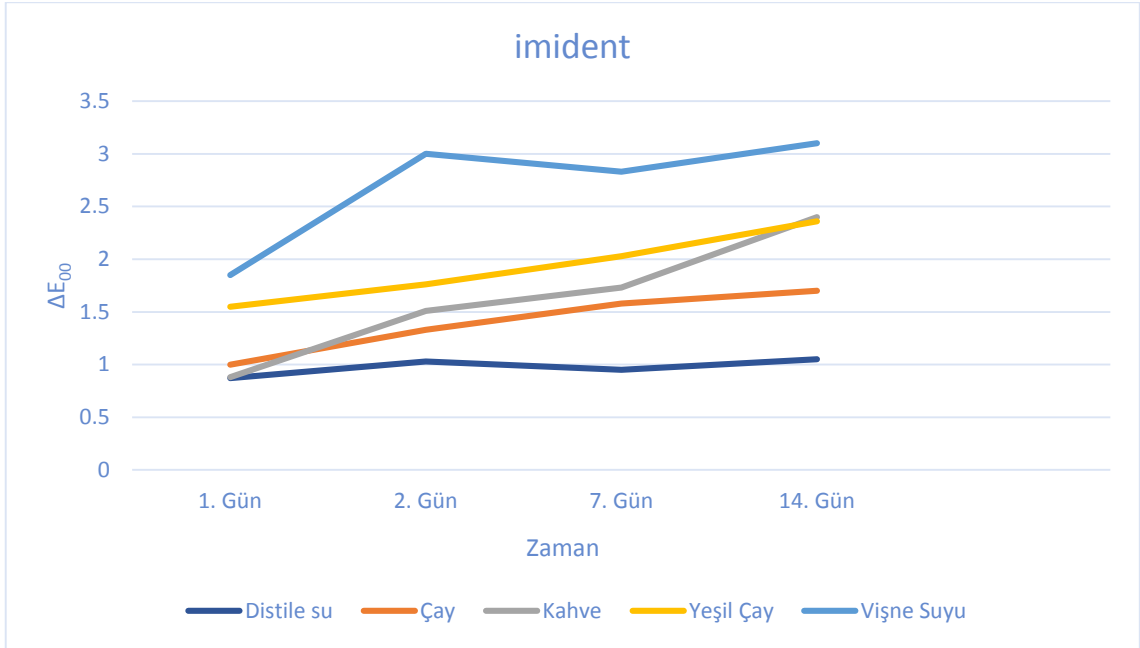
Şekil 4-6 Kahve solüsyonunda bekletilen geçici kron materyali gruplarının zamana göre ΔE_{00} renk değişim grafiği.



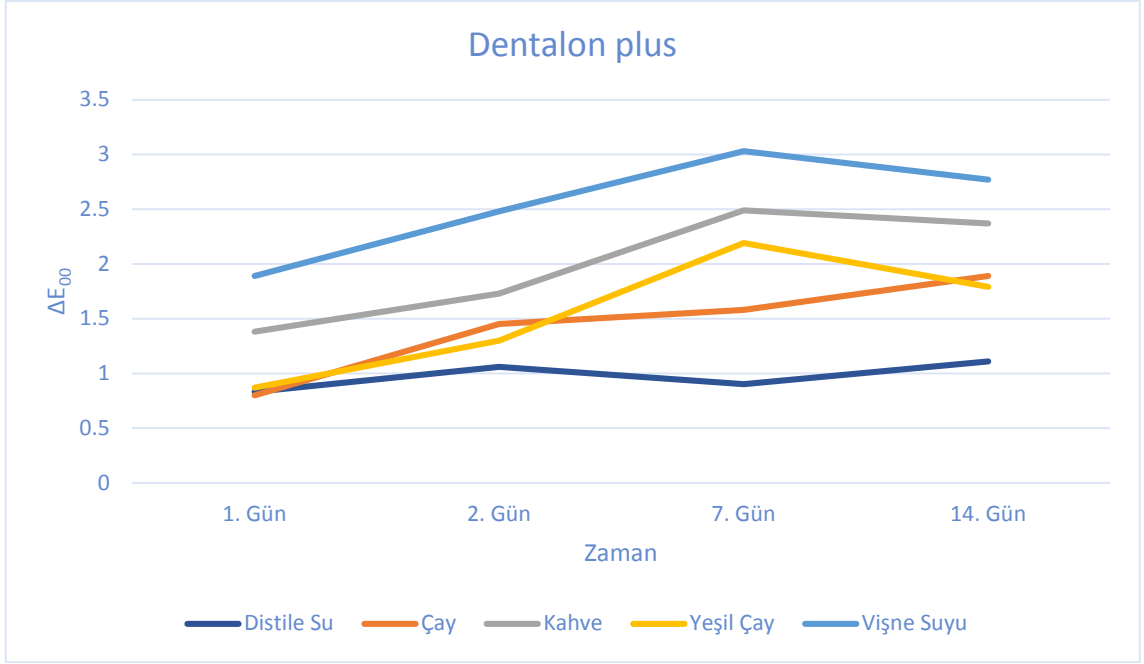
Şekil 4-7 Yeşil çay solüsyonunda bekletilen geçici kron materyali gruplarının zamana göre ΔE_{00} renk değişim grafiği.



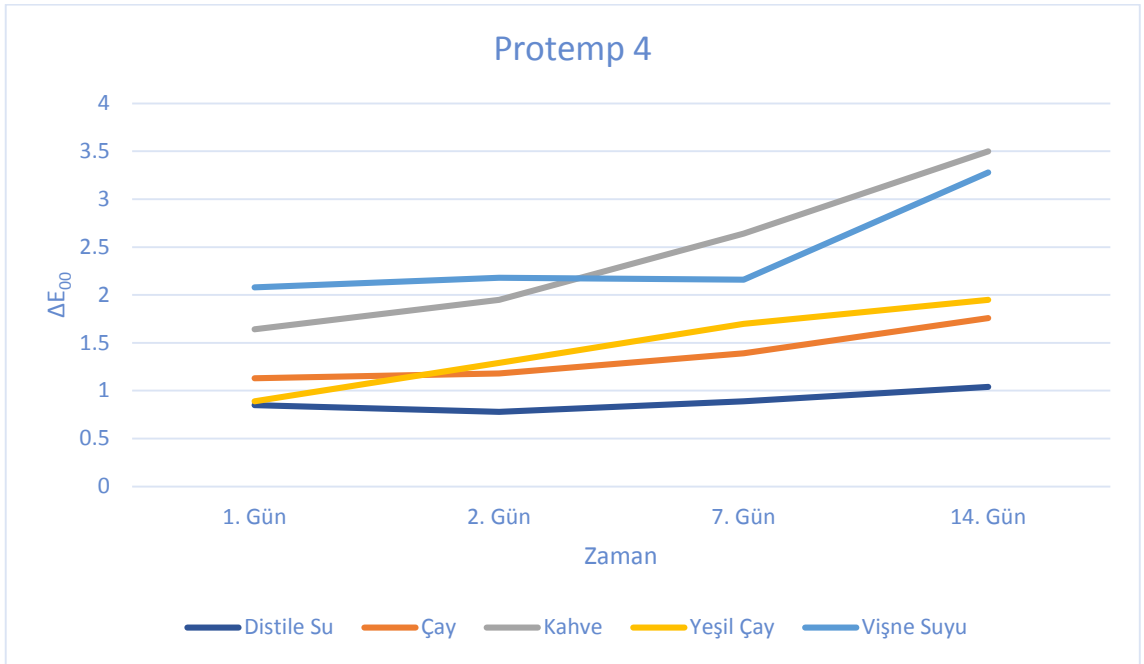
Şekil 4-8 Vişne suyu solüsyonunda bekletilen geçici kron materyali gruplarının zamana göre ΔE_{00} renk değişim grafiği.



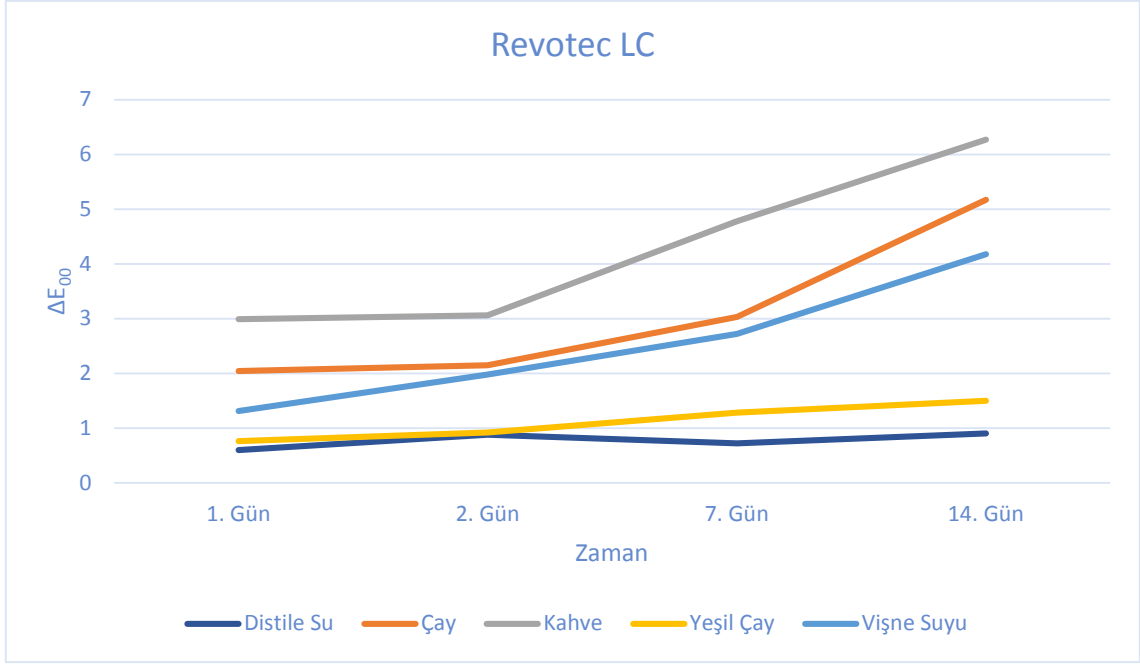
Şekil 4-9 İmident geçici kron materyalinin renklendirici solüsyonlarda zamana göre ΔE_{00} renk değişim grafiği.



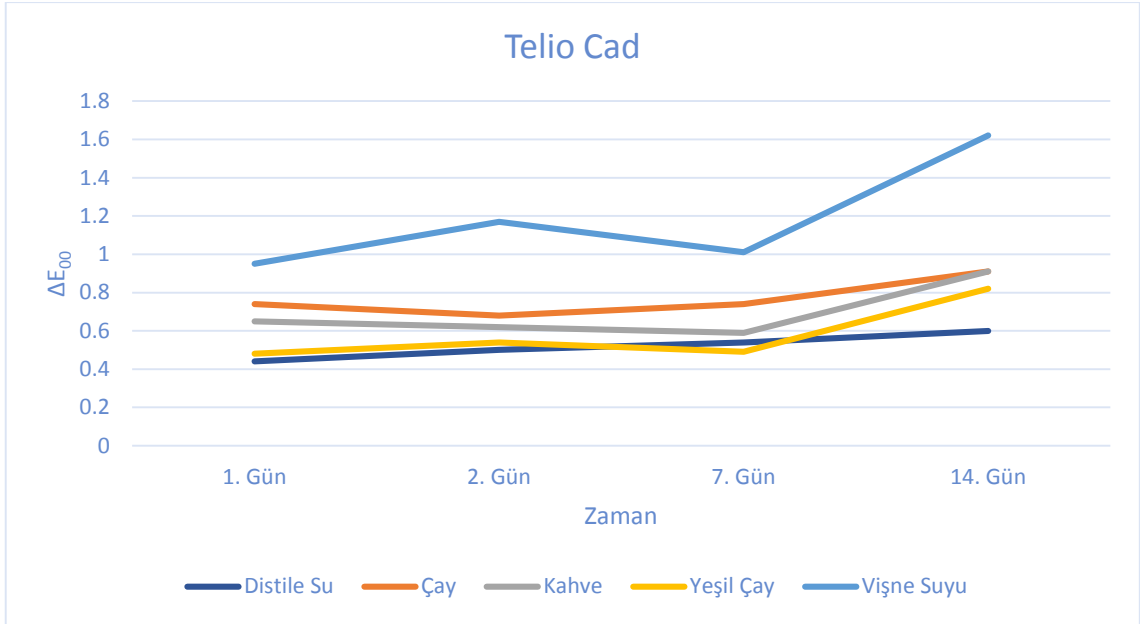
Şekil 4-10 Dentalon plus geçici kron materyalinin renklendirici solüsyonlarda zamana göre ΔE_{00} renk değişim grafiği.



Şekil 4-11 Protemp 4 geçici kron materyalinin renklendirici solüsyonlarda zamana göre ΔE_{00} renk değişim grafiği.



Şekil 4-12 Revotec LC geçici kron materyalinin solüsyonlarda zamana göre ΔE_{00} renk değişim grafiği.



Şekil 4-13 Telio CAD geçici kron materyalinin renklendirici solüsyonlarda zamana göre ΔE_{00} renk değişim grafiği.

4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Karşılaştırılması

Çalışmamızda kullanılan 5 farklı geçici kron materyali grubundan seçilen örneklerin standart polisaj uygulaması sonrası Atomik Kuvvet Mikroskobu cihazı yardımıyla yüzey pürüzlülüğü ve topografya değerlendirilmesi yapılmıştır.

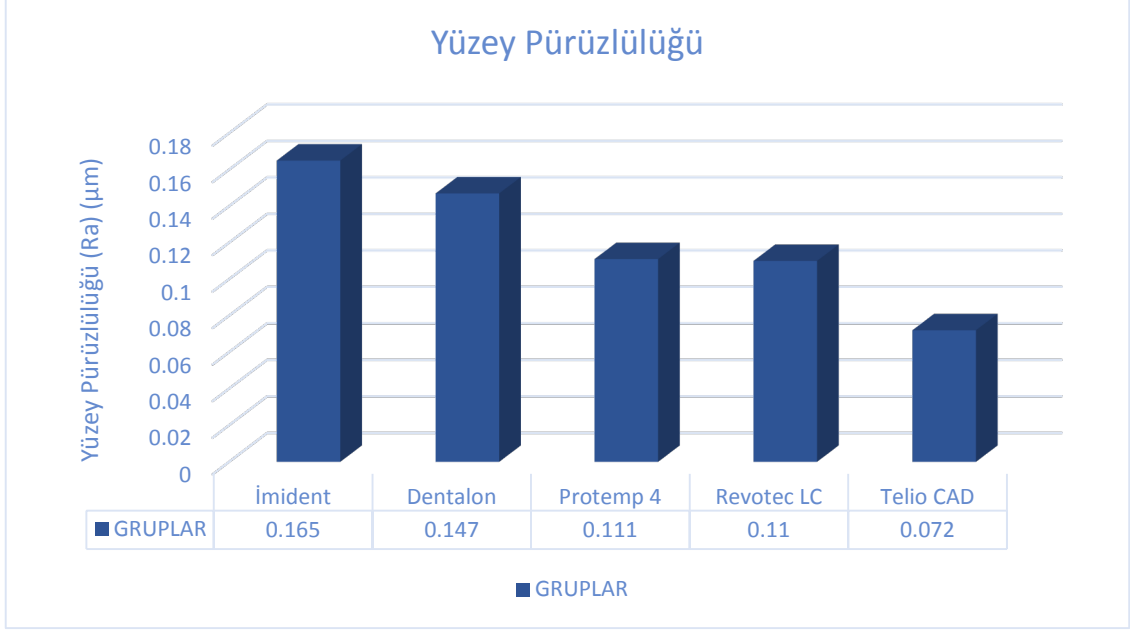
Gruplara göre yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) karşılaştırmasının istatistiksel analiz sonuçları Varyans analizi test istatistiği (Welch) ile elde edilmiştir. Elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin ortalamaları, standart sapmaları ve ortanca değerleri (μm cinsinden) Tablo 4.9'de gösterilmiştir.

Tablo 4-10 Gruplara göre yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması (Ra) (μm)

	ORT. \pm S. SAPMA	MİN. - MAKS.	TEST İSTATİSTİĞİ	P
İMİDENT	0,165 \pm 0,072	(0,087 - 0,270)		
DENTALON	0,147 \pm 0,051	(0,087 - 0,234)		
PROTEMP 4	0,111 \pm 0,028	(0,073 - 0,148)	F=8,749	0,051
REVOTEC LC	0,110 \pm 0,026	(0,076 - 0,138)		
TELİO CAD	0,072 \pm 0,007	(0,063 - 0,082)		

F: Varyans analizi test istatistiği (Welch)

Gruplara göre pürüzlülük değerlerinin ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,050$).

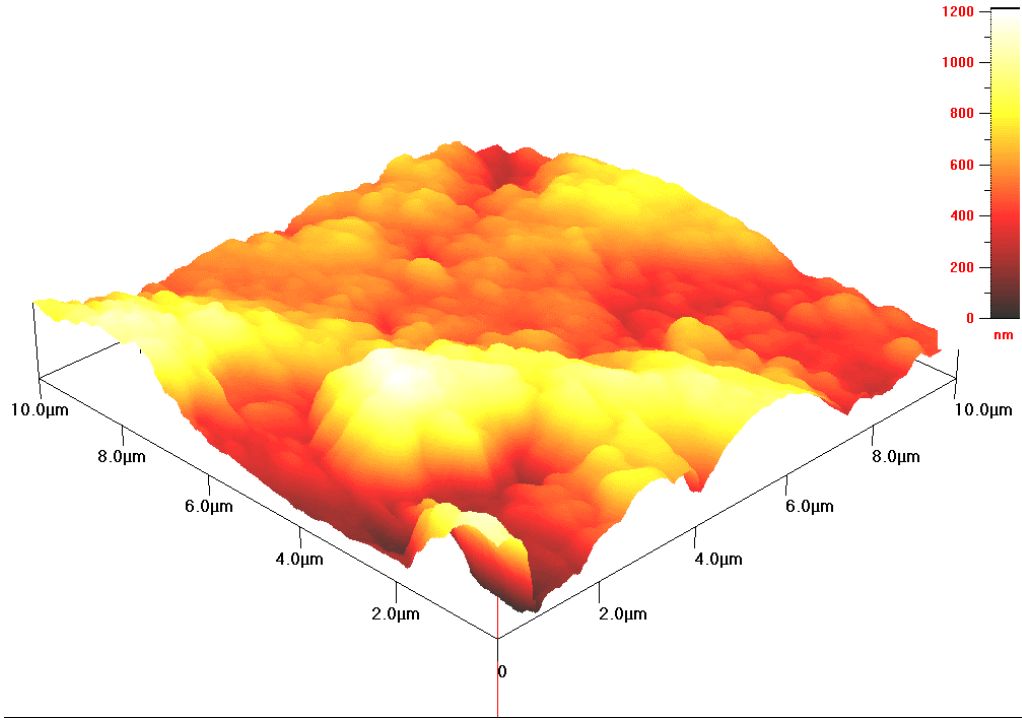


Şekil 4-14 Geçici kron materyallerinin yüzey pürüzlülük değerlerine ait grafik

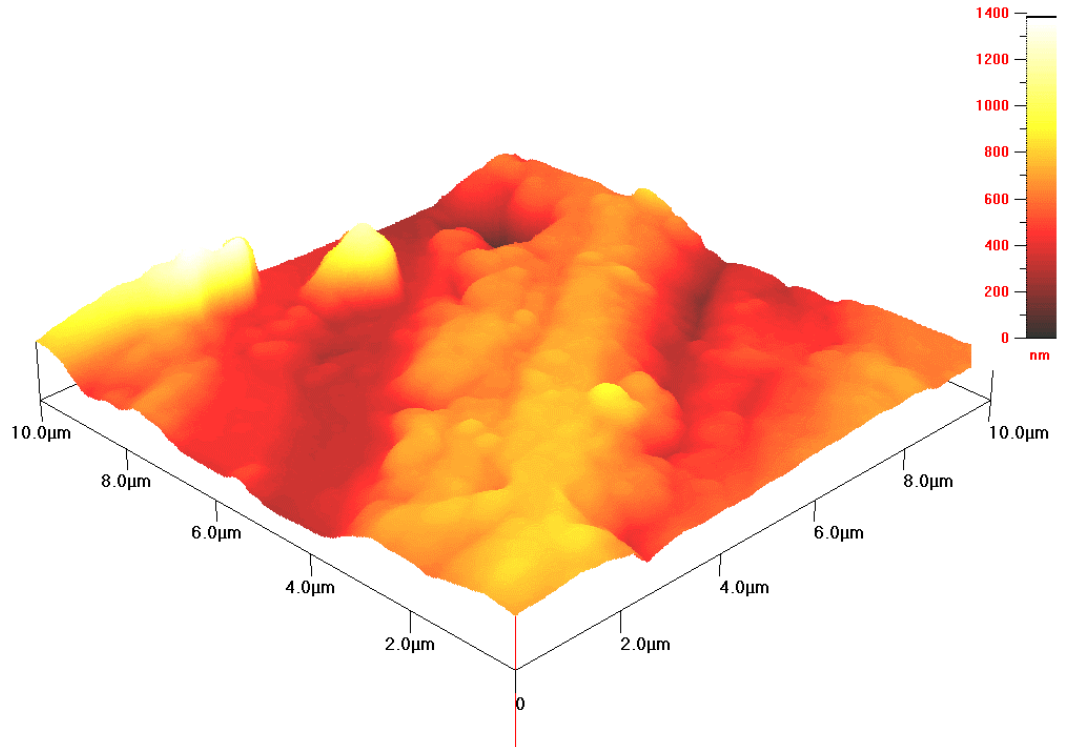
4.2.1. AFM Yüzey Topografya Görüntüleri

Test edilen geçici kron materyali örneklerin standart polisaj sonrası elde edilen 3 boyutlu AFM (Atomik Kuvvet Mikroskobu) görüntüleri Şekil 4.15 ile Şekil 4.19 arasında gösterilmiştir.

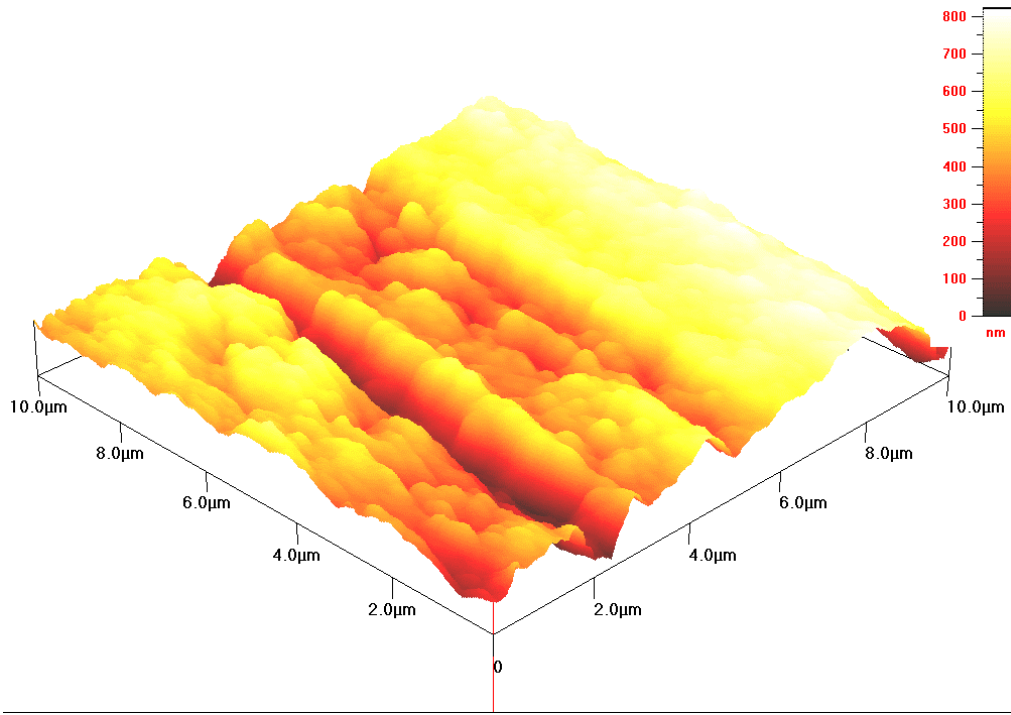
Görüntüler 10 x 10 µm boyutunda kesitler halinde elde edilmiştir. Elde edilen görüntülerde koyu renklerle gösterilen alanlar çukur alanları, açık renklerle gösterilen alanlar ise tepeleri ifade etmektedir. Şekillerdeki görüntüler her örnekten elde edilen üç görüntüden birine aittir. Görüntüler her bir gruptan rastgele seçilmiştir. Beş gruptaki tüm görüntülerde genellikle periodik, orta düzensizlikte, sıg tepeler benzer şekilde görülmektedir.



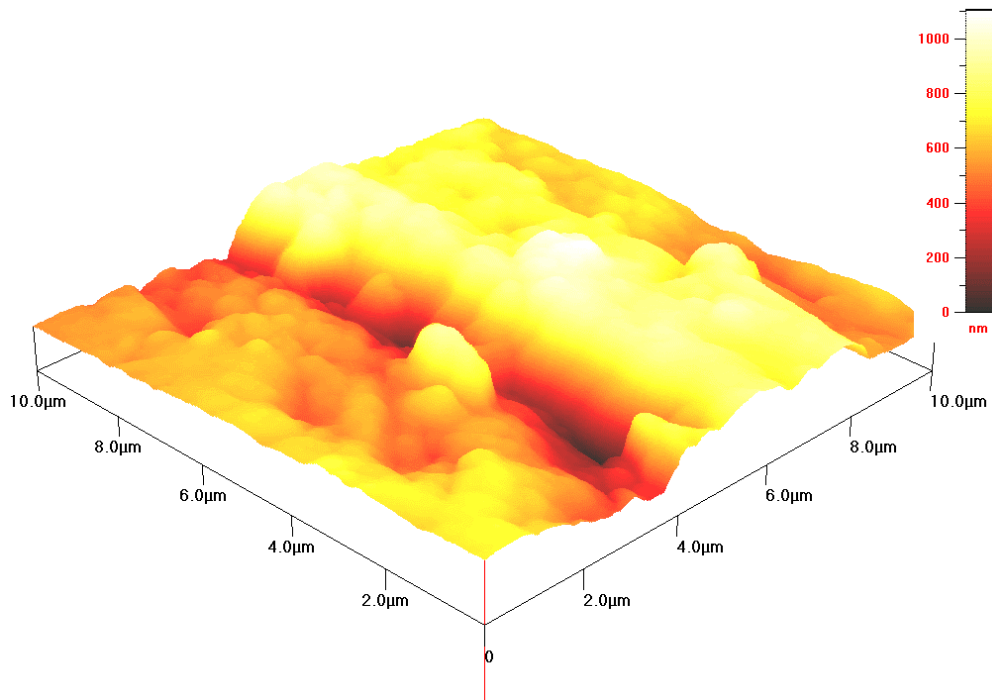
Şekil 4-15 İmident grubunun AFM ile elde edilen 10 x 10 μm boyutundaki 3 boyutlu bir yüzey görüntüsü.



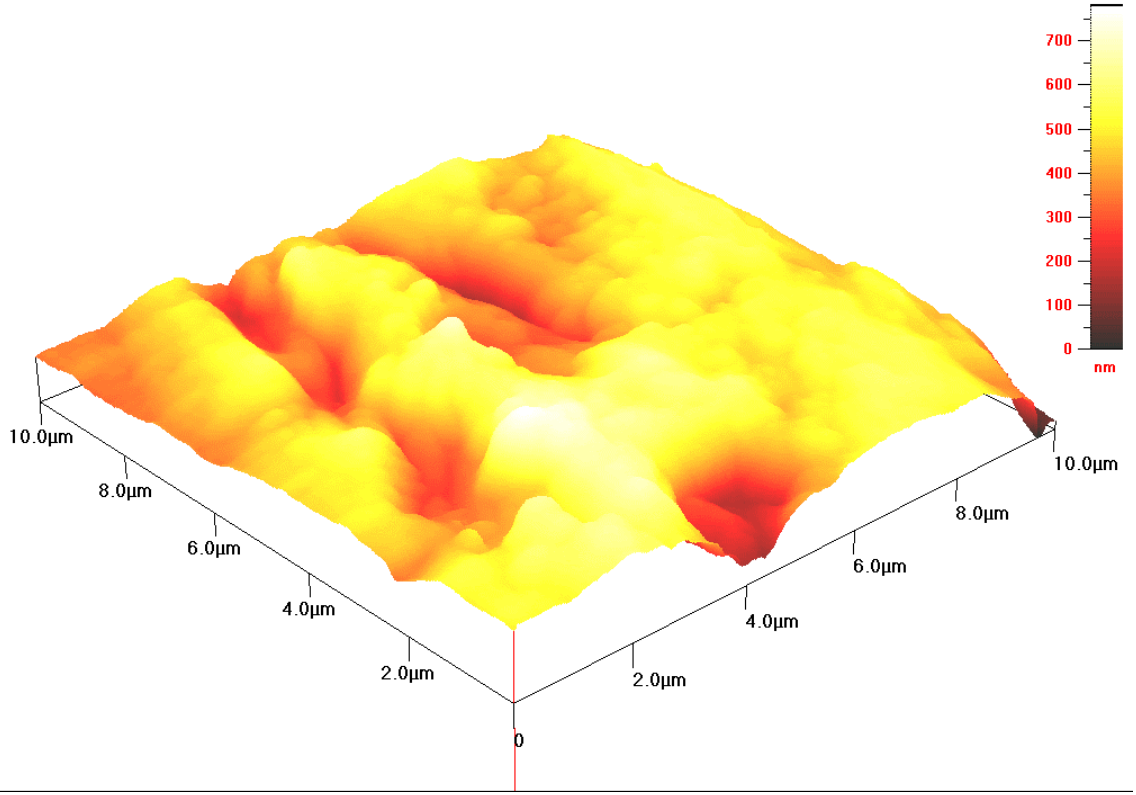
Şekil 4-16 Dentalon Plus grubunun AFM ile elde edilen 10 x 10 μm boyutundaki 3 boyutlu bir yüzey görüntüsü.



Şekil 4-17 Protomp 4 grubunun AFM ile elde edilen 10 x 10 μm boyutundaki 3 boyutlu bir yüzey görüntüsü.



Şekil 4-18 Revotec LC grubunun AFM ile elde edilen 10 x 10 μm boyutundaki 3 boyutlu bir yüzey görüntüsü.



Şekil 4-19 Telio CAD grubunun AFM ile elde edilen 10 x 10 μm boyutundaki 3 boyutlu bir yüzey görüntüsü.

5. TARTIŞMA

Günümüzde insanların estetik kaygıları ve beklentileri sosyal hayatın ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte giderek artmıştır. Bu gelişim diş hekimliği alanına ve hastalarının taleplerine de hızla yansımaktadır. Hastaların diş tedavilerinden beklentileri sadece eksikliğin giderilmesi değil estetik ve doğal bir görünüm elde edilebilmesi üzerine olmaktadır. Tedavi süresince de bu talepleri sürmekte ve geçici tedavilerinde ki uygulamalar önemsenmektedir. Hekimler, bu beklentileri hızlı ve doğru şekilde karşılayabilecek tedavi seçenek ve materyallerini hastalarına sunmak durumundadırlar.

Geçici kron ve köprüler daimi restorasyonun hazırlanmasına kadar geçen sürede dişleri ve destek dokuları korumak için yapılırlar. Sabit protetik tedavide gerek doğal dişler, gerekse implant dayanakları için üretilen geçici restorasyonlar, estetik, konuşma, fonksiyon, periodontal sağlık, maksillo-mandibuler ilişkiler ve daimi restorasyonun provası gibi amaçları yerine getirebilmelidir.¹⁶

Geçici restorasyon materyallerinin dayanıklılık ve aşınmaya karşı direnç gösterme gibi yeterli mekanik özellikler göstermesinin yanı sıra biyolojik ve estetik gereksinimleri de karşılaması gerekmektedir.⁷ Özellikle ön bölgede uygulanan implant destekli protezlerde geçici restorasyonlar yumuşak doku şekillendirilmesi ve final restorasyonun şekil, kontur, renk gibi estetik özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla uzun süre kullanılmaktadır. Geçici bir restorasyon ön bölgede uygulanacak ve uzun bir süre ağızda kalacak ise restorasyonun yapılacağı materyalin renk stabilitesi önem kazanmaktadır.¹³³

Tüm dental polimerler gibi geçici kron materyalleride sıvı emilimi göstererek renk değişimine uğrama eğilimindedir. Estetik bölgede uygulanan ve uzun süreli kullanılan geçici restorasyonlarda renk değişimi estetik problem oluşturarak hasta memnuniyetini olumsuz etkileyebilir. Bu sebeple özellikle ön bölgede uzun süreli olarak kullanılacak geçici kron materyali seçiminde renk stabilitesi önemli bir kriter oluşturmaktadır.¹³⁴

Diş hekimliği alanında renk değişikliği çalışmaları, gözle değerlendirme yöntemi ve renk ölçüm cihazları kullanılarak yapılmaktadır. Renk değişiminin gözle değerlendirilmesi yanıltıcıdır. Görsel olarak yapılan değerlendirmeler subjektif gözlemlere dayandığı için renk değerlendirmelerinde farklılıklar olabilmektedir. Renk ölçüm cihazlarının kullanılması, rengin değerlendirilmesine ait temel zorlukların ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, renk ölçüm cihazları sayesinde nicel ölçümler

yapılabilir, ölçümler tekrarlanabilir ve daha güvenilir sonuçlar elde edilir.¹³⁵ Bu nedenlerden ötürü günümüzde renk analiz çalışmalarında, izafiyetten uzak, objektif verilere dayandırılan renk ölçüm cihazlarının kullanımı gözle değerlendirmeye tercih edilmektedir.¹³⁶

Bu in vitro çalışmada 5 farklı geçici kron materyalinden elde edilen toplam 380 adet örneğin yüzey pürüzlülüklerini ve görüntülerini eşit şartlarda değerlendirebilmek amacıyla polisaj işlemi sonrasında her geçici kron materyali grubundan rast gele seçilen altışar örneğin AFM cihazı ile yüzey incelemeleri ve karşılaştırmaları yapılmıştır. Kalan örneklerin ise 14 günlük periyot boyunca beş farklı solüsyonda bekletilmesi neticesinde oluşan renk değişikliklerinin bir spektrofotometre cihazı yardımıyla ölçülmesi ve sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Renk değişikliği değerlendirilirken ölçüm hassasiyetini etkileyen faktörler vardır. Bunlar materyalin yüzey özellikleri, ışığın yansıma açısı, ışığın materyal tarafından emilimi, ölçüm cihazının yaklaşım açısı ve ölçümün yapıldığı arka plan olarak sıralanabilir.^{137,138} Renk ölçüm cihazının yaklaşım açısının ölçüm hassasiyetini etkilememesi için silikon indeks yardımıyla cihazın ucunun materyale dik gelmesi sağlanarak standardize edilmesi ve başarılı sonuçlar elde etmek amacıyla renk ölçüm cihazının ölçümler esnasında yatay ve dikey yönde hareketsizliğinin sağlanması tavsiye edilmiştir.^{137,139} Renk ölçüm cihazlarının doğru ve tekrarlanabilir ölçümler yapabilmeleri için materyal ve cihazın ölçüm yapan yüzeyi arasındaki uyumun iyi olması gereklidir. Aksi takdirde geri dönen ışık miktarı azalacağından 'edge-loss' denilen ölçüm hataları meydana çıkacaktır.¹³⁹ Bu nedenlerden ötürü bu çalışmada, renk ölçüm cihazının her iki düzlemde hareketsizliğini sağlayan silikon bir indeks kullanılarak ölçümlerin standardizasyonu sağlanmıştır.

Spektrofotometreler diş hekimliği alanında yüzey renk tespitinde en yaygın kullanılan renk ölçüm cihazlarıdır¹⁴⁰. Bu cihazlar nesneden yansıyan ışığın miktarını ve spektral bileşimini ölçer ve bunu ölçülebilir matematiksel verilere dönüştürür. Nesne metamerizminden etkilenmedikleri için kolorimetrelerden daha güvenilirlerdir¹⁴¹. İçerdikleri çok sayıdaki sensör sayesinde insan gözünün dahi ayırt edemeyeceği renk farklılıklarını tespit edebilmektedir¹⁴². Uzun süreli standart sonuçlar elde edebilmeleri, renk sistemleri ile uyumlu, taşınabilir, tekrarlanabilir olmaları ve çevre ışık kaynaklarından etkilenmemeleri gibi birçok deneysel avantaja sahiptirler¹⁰⁷

Kalantari ve ark.¹⁴³ yaptıkları bir çalışmada, iki spektrofotometre cihazı ve görsel renk seçimi doğruluğunu karşılaştırmış ve kullanılan spektrofotometre cihazlarının (Vita EasyShade, ShadePilot) görsel renk seçimine oranla önemli ölçüde başarılı bulunduğunu bildirmiştir. Kim-Pusateri ve ark.¹⁴⁴ yaptıkları bir çalışmada, 4 farklı spektrofotometrenin güvenilebilirlik ve doğruluklarını araştırmış ve cihazların biri hariç (ShadeScan = %87.4) hepsinin %96 üzeri başarı gösterdiklerini bildirmiştir.

Klinik ve deneysel çalışmalarda Vita EasyShade ve SpectroShade Micro sıklıkla kullanılan spektrofotometre cihazlarından¹⁴⁵. EasyShade ve SpectroShade Mikro'nun kullanım güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği açısından karşılaştırma çalışmaları literatürde mevcuttur. Bazı çalışmalarda SpectroShade Mikro cihazının daha tekrarlanabilir ve güvenilir olduğu bildirilmiştir^{144,145}

SpectroShade Micro bir görüntüleme spektrofotometresidir. Analitik bir yazılıma sahiptir. LCD dokunmatik ekranda gösterilen diş konumlandırma kılavuz sistemi, renk ölçümü esnasında kullanılabilir. Görüntüler ve spektral veriler dahili belleğe kaydedilebilir ve bir bilgisayara aktarılabilir. Bu durum verilerin işlenip istatistiksel işlem akışına gönderilmesinde kolaylık sağlar^{107,146}. Ayrıca SpectroShade; Vita Classical ve Vita 3D gibi birçok renk skalasını bünyesinde bulundurması, güncel renk sistemleriyle uyumlu olması, diğer cihazlardan farklı olarak bütün örnek yüzeyinin incelenebilmesi, incelenecek bölgelerin ekran üzerinden seçilebilmesi, kendi ışığından faydalanılarak renk analizi yapılabilmesi gibi birçok deneysel avantaja sahiptir^{147,148}. Bu yüzden çalışmamızda örneklerin tüm zaman periyotlarındaki renk ölçüm işlemleri için SpectroShade Micro cihazı kullanılmış ve her ölçüm cihaz belleğine kaydedilmiştir.

Renk ölçüm cihazı kullanılırken ölçüm yapılan zemin rengi ve yüzey aydınlatmasının sonuçları etkileyebileceği bildirilmiştir.¹⁴⁹ Lee ve ark.¹⁵⁰ zemin renginin etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada renk farkını tespit edebilmek için yapılan farklı ölçümlerin aynı zemin üzerinde yapılması gerektiğini, aksi durumda renk karşılaştırması yapılamayacağını bildirmiştir. Cihazın ölçüm ucunun her zaman aynı bölgeye denk getirilmesi zor bir işlemdir. Doğal dişlerin kullanıldığı çalışmalarda dişler çoğu zaman akrilik blokların içerisine yerleştirilmektedir. Kompozit rezin materyallerden hazırlanan örneklerin kullanıldığı bazı in-vitro çalışmalarda örnekler bir aparat içerisine yerleştirilerek ölçüm yapılmıştır.¹⁵¹ Çalışmamızda tüm renk ölçümlerinde hazırladığımız standart silikon kalıp zemin kullanılmıştır. Spektrofotometre cihazının

ölçüm ucu ve silikon kalıp arasındaki dışarıdan ışık almayan anahtar-kilit uyumu sayesinde her ölçüm aynı bölge ve mesafeden yapılmış ayrıca cihazının kendi aydınlatma sistemi kullanılarak çevreden bağımsız ve standart ölçümler elde edilmiştir. Böylece zemin ve aydınlatma ortamının renk değişimine olan etkisi ortadan kaldırılmıştır.

Renk ölçüm cihazlarıyla yapılan ölçümler sonucunda elde edilen renk değişim değerleri 'ΔE' olarak ifade edilmektedir. E değeri, iki örneğin genel renk farklarını gösteren matematiksel bir ifadedir ve renk uzayındaki iki noktanın arasındaki mesafe olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle objektif bir değerlendirmedir ve özel bir renk sistemi ile hesaplanmaktadır.

Literatüre bakıldığında diş hekimliğinde renk değişim değerlerinin tespiti ve değerlendirilmesi için CIELAB veya CIEDE2000 renk sistemlerinden faydalanılmaktadır.^{152,153} CIEDE2000 renk sistemi (ΔE₀₀), Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından tüm değişkenlerin eşit değerlendirildiği CIELAB renk sistemindeki (ΔE_{ab}) eksiklikleri giderebilmek için gözün algısını daha baskın bir şekilde etkileyen faktörlerde değişikliklere gidilerek, kabul edilebilir ve algılanabilir renk değişimini daha doğru ve daha uyumlu şekilde tespit edebilmek amaçlanmıştır. Bu nedenle renk değişimlerinin CIELAB renk formülüne göre daha iyi yansıtılması, dental materyallerdeki translüsensi ve renk değişiminin değerlendirilmesi amacıyla CIEDE2000 renk sisteminin kullanımının daha uygun olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur.^{82,83,154,155} Bu nedenle güncel literatüre uygun olarak çalışmamızdaki örneklerin renk değişimlerini (ΔE₀₀) hesaplamak için CIEDE2000 renk formülünden yararlanılmıştır.

CIEDE2000 renk formülüyle hesaplanan algılanabilir ve kabul edilebilir renk değişim eşik değerlerini konu alan az sayıda yayınlanmış çalışma vardır^{83,85} Paravina ve ark.⁸⁵ yaptıkları çalışmada, renk değişim değeri (ΔE₀₀) için klinik algılanabilir eşik değeri 0.8 iken; kabul edilebilir eşik değeri ise 1.8 olarak kabul edilmektedir. Algılanabilirlik eşik değeri, gözlemcilerin %50'si tarafından gözle farkedilebilir renk değişim değeri iken; kabul edilebilirlik eşik değeri ise, gözlemcilerin %50'si tarafından kabul edilebilir renk farkı olarak tanımlanmıştır.^{85,156}

Çalışmamızda da bu değerler referans alınarak kabul edilebilir renk değişim eşik değeri ΔE₀₀=1.8 olarak kabul edilmiştir⁸⁵. Renk değişim miktarlarını hesaplarken parametrik faktörlerin değerleri (K_L =1, K_C=1, K_H=1) olarak belirlenmiştir (CIEDE

(1:1:1))^{80,157} CIEDE (2:1:1) renk formülünün kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur⁸⁴. Bu konuda literatürde kesin bir değer kanısı olmamasına rağmen çalışmamızda Toplumlar Arası Renk Konseyi (Inter-Society Color Council) tarafından onaylı olan Sharma ve ark.⁸⁰'nin çalışmasındaki sistem baz alınmıştır.

Çalışmamızda renk değişimleri (ΔE_{00}) materyallerin solüsyonlara konmadan önceki başlangıç L^* , a^* , b^* değerleri, 1 günlük, 2 günlük, 1 haftalık ve 2 haftalık L^* , a^* , b^* değerlerinden çıkarılarak elde edilmiştir. Bu sayede materyallerin başlangıçtaki temel renkleri arasındaki farkların çalışma sonucunu etkilemesi durumu ortadan kaldırılmıştır.

İnsanların günlük hayattaki beslenme alışkanlıkları da göz önüne alınarak sık tüketilen içeceklerin dental materyaller üzerindeki etkilerini gözlemek adına birçok renklendirme çalışması yapılmıştır.^{132,158} Bu çalışmalar incelendiğinde renklendirici içecekler olarak genellikle kahve, çay, kola, meyve suyu ve kırmızı şarabın kullanıldığı gözlemlenmiştir.^{159,160} Bu içeceklerin dental materyallerin özelliklerine bağlı olarak çeşitli düzeylerde boyanmaya sebep olduğu belirlenmiştir.^{133,161,162} Dental materyallerin renk stabilitesi çalışmalarında içeceklerde bekletme süreleri ve ortam ısısı farklılıklar göstermektedir. Zuo ve arkadaşları¹⁶³ 37°C sabit sıcaklıkta 4 farklı marka akrilik materyali çay, kahve, kola ve şarap içerisinde 1, 7 ve 28 gün bekletmişlerdir. Benzer şekilde bir başka çalışmada da 37°C sabit sıcaklıkta akrilik materyalleri çay, kahve ve nikotin içerisinde 1, 7 ve 30 gün bekletilerek renk ölçümleri yapılmıştır.¹⁶⁴ Oğuz ve arkadaşları¹⁶⁵ tarafından yapılan çalışmada ise dört farklı yumuşak astar ve bir PMMA esaslı akrilik materyalin sadece çay ve kahvedeki renklenme miktarları 1, 3, 9, 24, 48 ve 96 saatlik bekletmeler sonrası ölçülmüştür. Yapılan çalışmalarda çay, kahve ve kola solüsyonları popülasyonda en sık tüketilen içecekler olduğu için seçilmektedirler.^{166,167} Birçok çalışmada renklenmeye sebep olan içecekler olarak kahve ve çay başta gelmektedir.¹⁶⁸ Bu içecekler aynı zamanda akrilik dişler, kompozit dişler ve porselen dişler üzerindeki renk değişikliğini değerlendirmek için birçok çalışmada da kullanılmıştır.^{135,169,170} Bu sebepten ötürü çalışmamızda özellikle ülkemiz insanların kolay ulaşabildiği ve sık tükettiği içecekler olan siyah çay, kahve, yeşil çay ve vişne suyu geçici kron materyallerinin renk stabilitesini değerlendirebilmek amacıyla renklendirme solüsyonu olarak, distile su ise kontrol grubu olarak seçilmiş ve örneklerle uygulanmıştır.

Çalışmamızda kullanılan solüsyonlardan kahve, günlük hayatta en sık tüketilen renklendirici içeceklerden biridir. Kahve üreten şirketlere göre bir fincan kahvenin tüketimi ortalama 15 dakika sürmekte ve bir kahve tüketicisi günde ortalama 3,2 fincan kahve tüketmektedir. Bu durumda örneklerin kahvede 24 saat bekletilmesi bir aylık kahve tüketimine karşılık gelmektedir¹³³. Bu referansa dayanarak Ertaş ve ark.¹³² çay, kahve, kola, vişne suyu ve kırmızı şarabın kompozit rezin restorasyonları boyama miktarını araştırmışlardır. Örnekleri solüsyonlarda 24 saat bekletmişlerdir. Test süresini belirlerken 1 bardak içeceğin içilme süresini 15 dakika, günlük ortalama içecek alım miktarını da 3,2 bardak olarak kabul etmişlerdir. Buradan yapılan hesaplama göre 24 saatlik solüsyonda bekleme süresinin yaklaşık olarak 1 aylık içecek alım miktarını simüle ettiği belirtilmiştir.^{171,172} Literatürde bu çalışmayı referans alan birçok in vitro çalışma mevcuttur.^{173,174} Bu nedenle çalışmamızdaki tüm örnekler bu simülasyona uygun şekilde standart 14 gün boyunca 37°C de güneşirü yenilenen renklendirme solüsyonlarında bekletilmiştir. Örneklerin üretici firma talimatları doğrultusunda hazırlanan renklendirme solüsyonlarında 14 günlük bekletilme süreleri ortalama 14 ay boyunca tüketilen içeceği simüle ettiği düşünülmektedir. Bu süre geçici restorasyonların kullanım süreleri düşünüldüğünde üst sınır olarak kabul edilmiştir.

Çalışmamızda zamana göre ΔE_{00} ortalama değerleri istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. Sırasıyla 1. gün ΔE_{00} ortalaması (1,18), 2. gün ΔE_{00} ortalaması (1,47), 7. gün ΔE_{00} ortalaması (1,76), 14. gün ΔE_{00} ortalaması (2,19) şeklindedir. Örneklerin renk değişiklikleri, kullanılan renklendirme solüsyonundan bağımsız şekilde 14. günde en fazla iken 1. günde en düşük bulunmuştur. Çalışmamızın toplam zaman bazında renklenme hızına bakılacak olursa grupların ilk 24 saatte en yüksek oranda renklendiği söylenebilir. Renklenme hızı deney zaman dilimlerinde giderek yavaşlamıştır. Samra ve ark¹⁷⁵ yaptıkları çalışmada, en yüksek renk değişiminin 1 gün ile 7 gün arasında meydana geldiğini, doygunluğa yöneldiği 14. güne kadarda renk değişiminin devam ettiğini göstermiştir.¹⁷⁵

Bu konuda daha önce yapılan çalışmalarla uyumlu olarak çalışmamızda da solüsyona maruz kalma süresi arttıkça geçici kron materyallerinin renklenme hızı yavaşlasa da devamlı şekilde artmaktadır. Her ne kadar çalışmamızda solüsyonlarda bekletmenin uzun süreli etkilerini değerlendirmek için belirlenen süre 14 gün olsa da renk

değişimlerinin (ΔE_{00}) başlangıçtan 14. güne kadar olan her zaman diliminde de devamlı şekilde değişiyor olması sürenin önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra çalışmamızda diğer çalışmalardan farklı olarak döngüsel değil de sürekli şekilde solüsyonlara maruz bırakılma protokolünün seçilmiş olması, 14 günden daha uzun süreli klinik etkinin gösterilmesi açısından önem arz etmektedir.

Laboratuvarda ağız içi taklit edilemediğinden ve ağız içerisinde geçici kron materyalleri asla bu kadar uzun süre boyama ortamlarına maruz bırakılmadığından, in vitro ve in vivo testler arasında tam bir korelasyon kurmak oldukça güçtür.

Sham ve arkadaşları¹³⁸ beş değişik geçici restorasyon materyalini 20 gün boyunca distile su ve kahve ile renklendirmişlerdir. Haselton ve arkadaşları¹³⁹ 12 değişik geçici restorasyon materyalini 1, 2 ve 4 hafta süre ile, yapay tükürük ve kahve solüsyonu ile renklendirmişlerdir. Yannikakis ve arkadaşları,¹⁷⁶ 6 değişik geçici restorasyon materyalini 1 gün, 7 gün ve 30 gün süre ile; su, çay ve kahve solüsyonları ile renklendirmişlerdir. Bütün araştırmacılar kolorimetre ile yapılan test sonucu en fazla kahve ile renklenme olduğunu bulmuşlardır. Stawarczyk ve arkadaşları,¹⁷⁷ içlerinde PMMA bloklar da olan çeşitli CAD/CAM bloklarını çay, kahve ve kırmızı şarap ile renklendirmişler; en fazla renklenmeyi kırmızı şarabın yaptığını, ikinci sırada ise kahvenin yer aldığını bildirmişlerdir. Literatürde belirtildiği üzere, kahve dental rezinler üzerinde etkili bir renklendirici ajandır. Kahve hem yüzeyde tutunarak hem de pigmentlerinin organik matrikse absorpsiyonu ile renklenmeye neden olmaktadır.^{138,139,176,178}

Tan ve ark.¹⁷⁹ kahvenin yüksek boyayıcı etkiye sahip olmasının, kahvenin asiditesiyle ilgili olabileceği yorumunda bulunmuştur. Başka bir çalışmaya göre kahve sarı renk pigmentleri içerdiğinden ve bu pigmentlerin polimer ağına afinite göstermesinden ötürü bu içeceklerin kompozit rezinlerin renklenmelerine neden oldukları düşünülmektedir.¹⁸⁰ Çalışmamızda grup ve solüsyon etkileşiminin ΔE_{00} değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak farklılık ortaya çıkmıştır. En yüksek ΔE_{00} değeri 4,28 olarak yapısında üretan dimetakrilat olan Revotec LC'nin kahve ile etkileşiminden elde edilmiştir. Bu sonuç klinik kabul edilebilir ΔE_{00} eşik değeri olan 1,8 in üzerinde olmakla beraber kahve solüsyonlarının ortalama renklendirme ΔE_{00} değeride 2.20 ile bu eşğin üzerinde kalmıştır. Solüsyonların ortalama ΔE_{00} renklendirme değerlerine bakıldığında

2.28 ΔE değeri ile vişne suyu en fazla renklenmeye neden olan solüsyon grubu olarak belirlenmiştir.

Um ve Ruyter¹³⁶, nonpolar ve hidrofilik olan kahve pigmentlerinin yüzeye yapıştıktan sonra o bölgede sabit kaldığı, polar ve daha az hidrofilik olan çay pigmentlerinin ise daha sonra yüzeyden uzaklaştığı ve kahvedeki boyanmanın bu nedenle daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada çalışmamızda ki sonuçlarla benzer sonuçları göstermekle beraber çay solüsyonunda bekletilen gruplarda ki ortalama renklenme ΔE_{00} değeri 1,61 ile kahve ve vişne suyu gruplarına göre klinik olarak kabul edilebilirdir ve daha az renklenmeye neden olmuştur.

Yeşil çay gibi bazı iyileştirici bitkiler, çeşitli geleneksel gargara çözeltilerine ek olarak oral gargara için de kullanılır. ¹⁸¹ Yeşil çay, *Camellia sinensis*'in yapraklarından elde edilir ve siyah çaydan farklı bir şekilde işlenir. Yeşil çay olgun, taze yapraklardan elde edilirken, siyah çay güneşte oksitlenmiş yapraklardan elde edilir. İki veya daha fazla fenol birimine sahip olabilen yeşil çay, diğer tüm içeceklerden daha fazla sayıda antioksidan içerir ve serbest radikallerin çıkarılmasına yardımcı olur. Çeşitli çalışmalar, yeşil çayın nöroprotektif ve antimikrobiyal özelliklere sahip olmasının yanı sıra kanseri, kardiyovasküler hastalıkları ve Alzheimer hastalığını önlemeye yardımcı olduğunu bildirmiştir. Diğer çalışmalar da yeşil çayın, kandida albicans'ın diş materyallerine katılımını azaltmaya yardımcı olduğunu kanıtlamıştır^{182,183} Akay ve ark.¹⁸⁴ yaptıkları çalışmada yeşil çayın hiçbir kimyasal madde içermemesi nedeniyle geçici restoratif materyallerde renk değişimine neden olmadığını öne sürmüşlerdir. Çalışmamızda bu sonuçlara paralel olarak solüsyonların ortalama değerlerine bakıldığında distile su grubundan (kontrol grubu) sonra 1,32 ΔE_{00} değeri ile en az renklenmenin görüldüğü grup yeşil çay grubudur. Distile su grubu (kontrol grubu) ise 0,85 ΔE_{00} değeri ile en düşük renklenmeye neden olan gruptur.

Bagheri ve ark.¹⁸⁵ kolanın sitrik asit içerdiği için düşük pH'a sahip olmasına ve rezin matriksin yumuşamasına sebep olarak kompozit yüzeylerinde bozulma meydana getirmesine rağmen, sarı renk boyar madde içermediği için kahve ve çay kadar renklenmeye neden olmadığı görüşünü öne sürmüşlerdir. Bu bildiriyle tutarlı olarak Barutçigil ve ark.⁸¹ yaptıkları bir çalışmada çay ve kahvenin koladan daha yüksek oranda renklenmeye neden olduğunu bildirmişlerdir. Kola yaygın tüketilen bir içecek olsa da

asitli bir içecek olduğundan ötürü ve çalışmamızdaki kullanımında asit muhafazasının mümkün olmadığından dolayı tercih edilmemiştir.

Çalışmamızda da bu araştırmaların sonuçlarıyla uyumlu şekilde kahve ve vişne suyu solüsyonunda bekletilen örneklerde, çay ve yeşilçay solüsyonunda bekletilen örneklere oranla daha yüksek ΔE_{00} değerleri elde edilmiştir. Ayrıca kontrol solüsyonu olarak seçilen distile suyun herhangi bir boyayıcı pigment içermemesi ve asiditesinin nötral olmasından ötürü diğer solüsyonlara oranla düşük ve kabul edilebilir seviyede renk değişimine sebep olduğunu düşünmekteyiz. Solüsyonlar açısından bakıldığında çalışmamızın sonuçları literatürdeki çalışmalarla uyumluluk göstermektedir.

Geçici restorasyonların renk stabilitesi özellikle ön bölgede olduklarında ve uzun süre kullanılmaları gerektiğinde daha da önem kazanır.^{138,139,176} Renklenmeden dolayı restorasyonların değiştirilmesi hasta memnuniyetsizliğine ve ek ücretlere neden olmaktadır.¹³⁸ Renk değişikliğinin derecesi birçok faktöre bağlıdır. Bunlar; tamamlanmamış polimerizasyon, sıvı emilimi, beslenme alışkanlıkları ve kötü ağız hijyeni olabilir.^{9,136,138,186} Ayrıca yüzey pürüzlülüğü de renkleme etkileyen faktörler arasındadır.^{177,187} Dental polimerlerin kimyasal yapısına bakılmaksızın hepsi bir miktar sıvı emilimi gösterir.^{9,139,176} Bu sebepten dolayı çay, kahve, kırmızı şarap, klorheksidin ve bunlar gibi renkli ortamlara maruz kalan rezinler renk değişimi gösterebilirler.^{136,139,186,188,189} Renklenmenin sebebi materyale veya dış etkenlere bağlı olabilir. Dış etkenlere bağlı sebepler arasında plak birikimi ve yüzey lekelenmesi, yüzeydeki veya yüzeyin altındaki tabakalarda renk değişimi, yüzeyel materyal bozulması veya renklendirici ajanların rezine hafif penetrasyonu sayılabilir. Restorasyon yüzeyinin polisajının yapılması, dış etkenlere bağlı renklenmeyi gidermede etkilidir fakat daha derin tabakalar etkilenmişse renklenme geri dönüşümsüzdür.^{177,190} Materyale bağlı renklenme ise rezinlerin içerisinde bulunan başlatıcı sistemlere bağlı olmakla birlikte polimerizasyonun formu ve süresine de bağlıdır. Materyalin matriksinde kimyasal değişikliklerden dolayı renklenme gerçekleştiği için materyalin tüm tabakalarında etkili olur.^{177,191,192}

Sabit geçici restorasyon materyali olarak günümüzde polimetil metakrilat, polietil metakrilat-polimetil metakrilat, üretan dimetakrilat ve bis-akril rezinler kullanılmaktadır.⁶² Bu materyallerde polimerizasyon; kimyasal olarak, ışıkla veya hem kimyasal hem ışıkla aktive edilebilmektedir.¹¹ Ayrıca son yıllarda endüstriyel olarak

önceden polimerize edilmiş rezin blokların bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) tekniği ile şekillendirilmesi yoluyla da geçici restorasyonlar üretilebilmektedir.¹⁹³

Daha uygun ve kontrollü üretim koşulları altında imal edilen ve geçici sabit diş protezleri için kullanılan hazır CAD-CAM bloklar, kendiliğinden polimerize olan geçici materyallere göre daha üstün özelliklere sahiptir.^{194,195} Bu tür CAD-CAM sistemleri için üretilmiş hazır bloklar, yapısal ve mekanik özelliklerin değişmez bir kalite göstermesini sağlamak için standart parametreler altında endüstriyel olarak polimerize edilirler. Bu nedenle, hazır CAD-CAM blokları uzun süre kullanılacak restorasyonlar için idealdir. Endüstriyel veya elle polimerize edilmiş geçici bloklar, her biri farklı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olan PMMA bazlı veya kompozit rezin içeriklidirler.¹⁹⁶

Çalışmamızda CAD-CAM sistemlerinde üretilmiş polimetil metakrilat içerikli hazır geçici kron köprü disklerinden Telio CAD diskler kullanılmıştır. CAD-CAM teknolojisi, optimal koşullar altında polimerize edilmiş rezin içerikli materyallerin kullanılması ile daha üstün mekanik özelliklere ve daha az poröziteye sahip restorasyonların üretilmesine imkan sağlar.¹⁹⁷ Buna ek olarak, CAD-CAM teknolojisi hastaya ekstra randevu verilmesine gerek kalmadan aynı seansta geçici restorasyonları üretilmesini sağlar ve hasta başında geçirilen zamanı azaltır.

Literatürde yüksek derecede çapraz bağlı rezinlerin daha az su emilimi gösterdiği belirtilmektedir^{198,199}. Çalışmamızda kullanılan Telio CAD materyali de çapraz bağlı akrilat polimerden oluşmuştur. Telio CAD materyali renk testleri sonucunda en düşük ΔE_{00} (0,77) değerleri göstermiştir ve renk stabilitesi açısından en iyi gruptur. Çoğu dimetakrilatlar, PMMA gibi monometakrilatlardan daha polardır ve bundan dolayı suya karşı afiniteleri daha fazladır¹³⁹. Revotek LC yapısal olarak üretilen dimetakrilattan oluşmuştur. Çalışmamızda Revotek LC bu bilgilere paralel olarak, ortalama en yüksek ΔE_{00} (2,36) değerini göstermiştir. Bu ortalama değeri ile klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} değerinin (1,8) üzerinde kalan tek materyaldir. Çalışmamızda ki diğer gruplar ise bis-akril materyalinden oluşan Protamp 4 ortalama ΔE_{00} (1,71) değeri, toz likit şeklindeki polimetil metakrilattan oluşan İmident ortalama ΔE_{00} (1,73) değeri ve polietil metakrilat ve polimetilmetakrilattan oluşan Dentalon Plus ise ortalama ΔE_{00} (1,70) değeri ile klinik olarak kabul edilebilir ortalama değerler göstermiştir.^{139,176} Protamp 4'ün içinde bis-GMA, UDMA, TEGDMA ve bis-EMA bulunmaktadır. Bis-GMA'nın renklenmesi,

monomer yapısındaki polar OH- gruplarına bağlı olabilir. Bis-GMA'nın bu özelliği daha fazla su emilimine neden olmaktadır¹⁸⁸. Bis-GMA'nın içindeki TEGDMA oranı %0'dan %1'e yükselince, su emilimi de %3'ten %6'ya yükselmektedir¹⁸⁵. Protemp 4'ün yeni formülasyonları ile renklenmeye karşı direncinin artmış olduğunu düşünmekteyiz.

Sham ve arkadaşları¹³⁸, iki adet PMMA, bir adet PEMA ve iki adet bis-akril rezin geçici restorasyon materyalinin renk stabilitesini araştırmışlar, örnekleri distile su ve kahve solüsyonlarında 20 gün bekletmişlerdir. Ölçümlerden sonra ΔE değerleri hesaplanmış, kahvede bekletilen örnekler içinde bis-akril rezin olanlar belirgin bir şekilde daha fazla renklenme göstermiş, en az renklenme PEMA örneklerinde bulunmuştur. Çalışmamızda PMMA ve PEMA örnekleri, bu çalışmada olduğu gibi diğer örneklerden daha az renklenme göstermiştir.

Almohareb ve ark.²⁰⁰ yaptıkları çalışmada CAD-CAM sistemleri ile üretilen geçici restorasyonlarla geleneksel yöntemlerle üretilen geçici restorasyonların renk stabilitesini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada 3 adet geçici kron materyali (Systemp C&B, 3M Protemp 4, Telio CAD) kullanılmıştır. Bu materyaller kola, kahve, çay ve kontrol grubu olarak distile su olmak üzere 4 grup solüsyonda 1, 2, 3 ve 4 hafta süresince bekletilmiştir. En yüksek ΔE değeri kahvede 4 hafta boyunca bekletilen Protemp'de ($7,02 \pm 0,09$) belirlenmiştir. Telio CAD ise tüm solüsyonlarda en düşük ΔE değerini göstermiştir. Yine düşük ΔE değeri distile suda bekletilen Telio CAD örneklerde ($1,85 \pm 0,26$) belirlenmiştir. CAD-CAM sistemleri için üretilmiş hazır bloklar konvansiyonel geçici materyallere göre daha üstün fiziksel özelliklere sahiptirler. Bundan dolayı bu çalışmada Telio CAD örnekler diğer örneklere göre daha iyi renk stabilitesi göstermiştir. Çalışmamızda ki sonuçlarda Almohareb ve ark.'larını desteklemektedir.

Bayındır ve ark.⁶² yaptıkları çalışmada kendi kendine sertleşen geçici protez materyallerinin çeşitli solüsyonlardaki renk değişim miktarlarını incelemişlerdir. Bu çalışmada 4 çeşit geçici protez materyalinden (Protemp 4, Structur 2SC, AccessCrown, T Takilon) üretilen örnekleri 3 çeşit solüsyonda (kola, enerji içeceği, kahve) bekletmişlerdir. Kontrol grubu olarak da distile su kullanılmıştır. AccessCrown, Protemp 4 ve Structur 2 SC bis-akrilik rezin içerikli geçici restorasyon materyalleridir. Takilon ise soğuk akrilik bir materyaldir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek ΔE değeri kahvede bekletilen örnek gruplarına aittir. 1 günlük bekletilme süresinde en çok renk değişimi

AccessCrown örneklerde, en az renk değişimi ise Protemp 4 örneklerde gözlenmiştir. 1 aylık bekletilme süresinde ise kahvede bekletilen Structur 2 SC örneklerde en yüksek ΔE_{00} değeri belirlenmiştir.⁶²

Haselton ve arkadaşları¹³⁹, metakrilatlar ve bis-akrillerden oluşan 12 değişik geçici restorasyon materyalinin renk stabilitesini araştırmışlar. 1, 2 ve 4 hafta süre ile örnekleri yapay tükürük ve kahve içinde bekletmişlerdir. Renklendirme öncesinde ve sonrasında ölçümler yapıp ΔE değerlerini hesaplamışlar, kahve tüm gruplarda en fazla renklenme yaratırken, en yüksek ΔE değerleri bis-akril grubundan Provipont'ta bulunmuştur, en az renk değişikliği ise metakrilat grubundan Zeta CC'de gözlenmiştir.

Güler ve ark.¹⁴⁹ yaptıkları çalışmada, ışıkla ve kendiliğinden polimerize olan kompozit içerikli geçici restorasyonların, güçlendirilmiş mikrofill ve mikrohibrid rezin kompozitlerin çeşitli solüsyonlardaki renk değişimini incelemişlerdir. Bu çalışmada kullanılan materyaller otopolimerize bis-akril kompozit içerikli geçici restorasyon materyali (Protemp II), ışıkla polimerize olan kompozit içerikli geçici restoratif materyali (Revotek LC), güçlendirilmiş mikrofill (Micronew), ve mikrohibrid kompozit (Filtek Z250, Herculite XRV)'dir. Bu materyaller 9 farklı solüsyon grubunda (su, kahve, şekerli kahve, çay, şekerli çay, krema içerikli kahve, kola, kırmızı şarap, vişne suyu) 24 saat boyunca bekletilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en düşük ΔE değeri su (1.1 ± 0.1), kola (1.5 ± 0.2) ve vişne suyu (1.7 ± 0.4) gruplarında belirlenmiştir. En yüksek ΔE değeri ise kırmızı şarapta (8.5 ± 0.5) bekletilen materyallerde gözlenmiştir. Materyal gruplarının karşılaştırılmasında güçlendirilmiş mikrofill kompozit grubunun (Micronew) diğer gruplara göre daha az renk değişimi gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek renk değişimi ışıkla polimerize olan kompozit içerikli geçici restoratif materyali (Revotek LC) grubunda belirlenmiştir. Çalışmamızda ki sonuçlarda benzer olarak grup ve solüsyon etkileşimine göre en yüksek ortalama ΔE_{00} değeri (4,28) Revotek LC kahve solüsyonunda elde edilmiştir. En düşük ortalama ΔE_{00} değeri ise (0,58) polimetil metakrilat içerikli Telio CAD yeşil çay solüsyonunda elde edilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan materyal gruplarından en fazla renklenme gösteren üretan dimetakrilat materyali Revotec LC'de 1. gün sonunda kahve ΔE_{00} değeri (2,99) ve çay ΔE_{00} değeri (2,04) klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} değerinin (1,8) üzerine çıkmıştır. 2. gün sonunda sonunda vişne suyu (1,98) solüsyonunda da bu değer üzerine

çıkılarak 2. gün itibariyle yeşil çay ve distile su (kontrol grubu) grupları dışındaki gruplar klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} (1,8) değerinin üzerinde kalmışlardır.

Çalışmamızda kullanılan materyal gruplarından bis akrilik materyali olan Protemp 4, 1. gün sonunda vişne suyu solüsyonundaki ΔE_{00} değeri (1,98) klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} (1,8) değerinin üzerine çıkmıştır. 7. gün sonuna kadar özellikle vişne suyu solüsyonunda ki renklenme grafiğinde yatay bir seyir izlemiştir. 14. gün sonunda vişne suyu solüsyonlarında (3,28) değeri ile artış göstermiş olsada 14. gün sonunda ki değerlerde en fazla renklenme (3,5) değeri ile kahve solüsyonunda görülmüştür. 14. G”

ün sonunda çay solüsyonunun ortalama (1,98) değeriyle klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} (1,8) değerinin üzerine çıksada, Protemp 4 çay, yeşil çay ve distile su (kontrol grubu) solüsyonlarındaki 14 günlük renklendirme periyodu sonunda klinik olarak kabul edilebilir değerler göstermiştir. Sonuç olarak en duyarlı olduğu solüsyon grubu kahve ve en az renklenenin görüldüğü gruplar distile su (kontrol grubu) ve çay solüsyonları olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda kullanılan materyal gruplarından polimetil metakrilat materyali olan İmident ΔE_{00} değerleri, 1. gün sonunda vişne suyu solüsyonundaki ΔE_{00} (1,85) değeri ile klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} (1,8) değerinin üzerine çıksada 2. gün sonuna kadar diğer solüsyonlarda klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} (1,8) değeri içerisinde kalmıştır. Bu da gösteriyor ki yaklaşık 2 aylık süre içerisinde ki kullanımında vişne suyu tüketilmediği sürece İmident’in geçici kron materyali olarak uygulanması renk stabilizasyonu açısından uygun görülebilir. Solüsyonlarda bekletildiği 7. günden itibaren ise sadece çay ve distile su (kontrol grubu) solüsyonlarında klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} (1,8) değerinin altında kalmıştır. İmident’in en duyarlı olduğu solüsyon vişne suyu ve en az renklenenin görüldüğü gruplar distile su (kontrol grubu) ve çay solüsyonları olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda kullanılan materyal gruplarından polietil metakrilat ve polimetil metakrilat materyali olan Dentalon Plus ΔE_{00} değerleri 1. gün sonunda vişne suyu solüsyonundaki ΔE_{00} (1,89) değeri ile klinik olarak kabul edilebilir değerler gösterse de İmident grubunda olduğu gibi 7. günden itibaren sadece çay ve distile su (kontrol grubu) solüsyonlarında klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} (1,8) değerinin altında kalmıştır. Sonuç olarak en duyarlı olduğu solüsyon grubu kahve ve en az renklenenin görüldüğü gruplar distile su (kontrol grubu) ve çay solüsyonları olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda kullanılan materyal gruplarından polimetil metakrilat materyali olan CAD-CAM sistemlerinde üretilmiş Telio CAD ortalama ΔE_{00} değerleri 14. Gün sonuna kadar hiçbir solüsyon grubunda klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} (1,8) değerinin üzerine çıkmamıştır. En duyarlı olduğu solüsyon grubu vişne suyu ve en az renklenmenin görüldüğü grup yeşil çay solüsyonu olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar uzun dönem geçici kron-köprü kullanımında renklenme adına en güvenilir materyalin CAD-CAM sistemlerinde üretilen Telio CAD olduğunu göstermektedir.

Hachiya ve arkadaşları²⁰¹, polimerizasyonun ardından yapılan tesviye ile polisaj arasında geçen zamanın renklenme açısından önemli bir etken olduğunu bulmuşlardır. Polimerizasyonun hemen ardından tesviye-polisajı yapılmış örneklerde ve tesviye polisajı yapılmayan örneklerde polimerizasyondan 48 saat sonra polisaj yapılan örneklerden daha fazla renklenme göstermişlerdir.

Selüloz bant ile veya matriksle temas halinde polimerizasyonu yapılan rezin yüzeyleri oldukça pürüzsüz bir yüzeye sahip olmaktadır.^{202,203} Bununla beraber Shintani ve arkadaşları²⁰⁴, selüloz bant yüzeylerinin polisajlanmış yüzeylerden daha fazla renklendiğini bulmuşlardır. Reis ve arkadaşları²⁰⁵ da, uygun bir selüloz matriks ile temas halinde polimerize edilen kompozit rezinlerin polisajlanmış örneklerden daha pürüzsüz yüzeylere sahip olduğunu bulmuşlardır. Korkmaz ve arkadaşları¹¹³, yaptıkları çalışmada rezin kompozitlerin polisaj yöntemlerini yüzey sertliği ve pürüzlülüğü açısından karşılaştırmışlar, selüloz bant ile bırakılan yüzeylerin polisajlanan yüzeylerden daha pürüzsüz olduğunu bulmuşlardır. Her ne kadar en pürüzsüz yüzeyler selüloz bant yüzeylerinde bulunmuşsa da, bu yüzeyel tabaka daha yumuşak yapısı olan rezin organik bağlayıcılardan zengindir.¹¹³ Oksijen ile temas halinde polimerize olan yüzeyel rezin tabakasının tam olarak polimerize olmadığı araştırmacılar tarafından bulunmuştur. Bu sebepten dolayı, yüzeyel tabakanın tesviye ve polisaj yardımıyla kaldırılmasıyla daha sert, dayanıklı ve estetik yüzeylerin elde edilebildiği literatürde gösterilmiştir.^{205,206} Çalışmamızda her ne kadar örneklerin bir kısmında cam yüzeyi ile pürüzsüz yüzeyler elde edilmiş olsada, yüzey sertliği ve renklenmeyi etkileyebilecek yüzeyel tabakanın kaldırılması için tüm örnekler 600 grit zımpara ile ıslak zımparalanarak tesviye ve polisajları yapılmıştır.

Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) diş hekimliği alanındaki araştırmalarda materyallerin yüzey topografyasının ve mekanik özelliklerinin değişimini 3 boyutlu

şekilde nano ölçekli seviyede hem nicel hem de nitel olarak incelemek amacıyla kullanılabilen en uygun tekniklerden biridir. Yüzey topografyasını angstrom (Å) düzeyinden 100 µm'ye kadar inceleyebilen yeni nesil bir mikroskoptur. Bu cihaz ile moleküller arası kuvvetlerin nanometre (nm) seviyesinde ölçülmesi ve incelenmesi mümkün kılınmaktadır.¹²⁵ Çalışmamızda güncel yaklaşımlar dikkate alındığı gibi yüzey pürüzlülüğünün incelenmesinde de Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) tercih edilmiştir.

Rezinlerin yapısı ve içindeki partiküllerin özellikleri, dış etkenlere bağlı materyal renklenmesinde direkt etkiye sahiptir.^{204,205,206} Renk stabilitesinde materyale bağlı renklenme faktörleri arasında rezinin matris yapısı ve tamamlanmamış polimerizasyon vardır.^{192,206,207} Rezinlerin renklenmesi kompleks bir olgudur ve birçok mekanizmayı içerir.²⁰⁸ Yüzeylerin tesviyesinin ve polisajının uygun yapılması restorasyonların estetiğinde ve başarısında çok büyük önem taşır.^{205,209} Pürüzlü yüzeyler mekanik olarak pürüzsüz yüzeylerden daha fazla leke tutarlar.^{201,204} Literatürde bazı çalışmalar, yüzey pürüzlülüğünün renklenme üzerinde direkt etkisinin olduğunu göstermişlerdir.^{201,206,210} Aynı zamanda bazı çalışmalar da yüzey pürüzlülüğü ve renklenme arasında korelasyon bulamamışlardır.^{204,205,206}

Şen ve arkadaşları²¹¹, üçü bis-akril rezin, üçü metakrilat rezin olmak üzere altı değişik geçici restorasyon materyalinin yüzey pürüzlülüklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında Iso-Temp, Protemp 2, Structer 2, Dentalon Plus, Tab 2000 Kerr ve Temdent materyallerini kullanmışlar, örneklere alüminyum oksit macunu ve elmas macunu ile polisaj yapmışlardır. Profilometre analizi sonucunda her iki polisaj yönteminde de bis-akril gruplarının metakrilat bazlı rezin gruplarına göre daha fazla yüzey pürüzlülüğü gösterdiği bulunmuş ve metakrilat materyallerinin daha iyi polisajlanabildiği sonucuna varılmıştır. Çalışmamızda Şen ve arkadaşlarının sonuçlarına paralel olarak PMMA materyali olan Telio-CAD'de en düşük R_a değerleri (0.072) olarak kaydedilirken, en yüksek R_a değeri (0,165) ise toz-likid karışımıyla elde edilen PMMA içerikli İmident'te elde edilmiştir.

Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında gruplar arasında yüzey pürüzlülük değerlerinin ortancaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0,050).

Alkhadim ve ark.²¹²'nin tek bir polisaj sistemi kullanarak dört farklı kompozit rezinin (Z250XT, IPS Empress-Direct, G-aenial, Vitescence, ve Ceram X) polisaj

sonrası yüzey pürüzlülüklerini karşılaştırdıkları bir çalışmalarında bu materyallerin yüzey pürüzlülükleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilemediği bildirilmiştir.

Üçtaşlı ve ark.²¹³'nın akışkan ve tepilebilir kompozitlerin bir alüminyum oksit aşındırıcı sistem ile polisajı sonrası yüzey pürüzlülüklerini karşılaştırdıkları bir çalışmalarında, akışkan ve tepilebilir kompozitler arasında doldurucu oran farklılığına rağmen benzer yüzey pürüzlülüğü gösterdiğini gözlemlemişler ve bunun sebebini de kullanılan alüminyum oksit aşındırıcının sertliğinin kompozit rezinlerin formülündeki çoğu doldurucu partikülden sert olmasıyla açıklamışlardır. Bu sistemin, doldurucu partiküllerini düzleştirme ve daha yumuşak rezin matrisini eşit oranda aşındırma özelliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız 600 gritlik silikon karbit zımpara kağıdının sert yapısının ve cihazın sisteminin standart dönme mekanizmasının materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin benzer çıkmasında etkili bir faktör olabileceğini düşündürmektedir.

Günümüzde nanoteknolojinin diş hekimliği alanında kullanılması ile geliştirilen bitirme ve cila işlemleri sonrası 0,2 µm'dan düşük yüzey pürüzlülüğü elde edilebilmektedir. Çalışmamızda kullandığımız standart 600 gritlik silikon karbit polisaj kağıdının polisaj sonrası tüm geçici kron materyali gruplarında 0,2 µm'dan düşük Ra değeri (0,072 ila 0,165 µm arasında) oluşturduğu tespit edilmiştir. Polisaj sonrası tüm geçici kron materyallerinin yüzey pürüzlülük değerleri klinik kabul edilebilir sınırlar içerisinde (Ra<0,2 µm).

Bis-akril kompozit rezinlerin yapısında organik polimer matriks ve inorganik doldurucu partiküller bulunur. Doldurucu partiküllerin varlığı, bunların büyüklükleri ve yoğunlukları polisajlanabilirliklerini etkileyebilir²¹⁴. Şen ve arkadaşlarının²¹¹ yaptığı çalışmada bis-akrillerin SEM görüntüsünde yüzey üzerinde doldurucuların çıkıntılar yaptığı gözlenmiştir. Bunun sebebi, dolduruculardan daha yumuşak olan rezin matriksin polisaj sırasında daha fazla kaldırılması şeklinde açıklanmıştır.

Tüm geçici kron materyali gruplarının AFM cihazından elde edilen yüzey topografya görüntüleri incelendiğinde sonuçlarla benzer şekilde beş gruptaki tüm görüntüler de genellikle periodik, orta düzensizlikte, sığ tepeler benzer şekilde gözlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü en fazla olan İmident'ten en az olan Telio CAD'e doğru

kırmızı alanlar daha çok sarı alanlar olarak izlenmekte ve yükselti farklarının azaldığı görülmektedir.

Farklı bitim ve polisaj sistemlerinin bugün halen birbirilerine kesin bir üstünlüğü olduğu kanıtlanamamıştır. Ayrıca araştırmamızda kullandığımız sistem deneysel bir sistemdir. Buna rağmen geçici kron materyallerinin yüzey pürüzlülükleri üzerinde klinik olarak kabul edilebilir sonuç elde edilmiştir. Başarılı bir restorasyon sağlayabilmek adına mutlaka bitim ve polisaj işlemlerinin yapılması gereklidir.

Çalışmamızın sonuçlarına bakarak, CAD-CAM sistemlerinde üretilmiş olan polimetil metakrilat içerikli Telio CAD'in diğer gruplardan daha avantajlı olduğu söylenebilir. Telio CAD diğer gruplardan daha iyi polisajlanabilir bulunmuştur ve renk stabilitesi en yüksek olan gruptur.

Yüzey pürüzlülüğü açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamış fakat genele baktığımızda bir korelasyon gözlemlenmiştir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, geçici kron materyallerinin renk stabilitesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ortaya çıkacağı yönündeki hipotezimiz kabul edilirken, geçici kron materyallerinin yüzey pürüzlülükleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olacağı yönündeki hipotezimiz ise reddedilmiştir.

Geçici kron materyalleri, ağız içinde çiğneme kuvvetlerine, diş fırçalama gibi mekanik kuvvetlere, farklı sıcaklık derecelerine, farklı katı ve sıvı gıdalara, tükürüğün protein ve enzimlerine maruz kalabilmektedir. Bu durumun geçici kron materyallerinin renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü değerlerini etkileyebileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla çalışmamızda ağız ortamının tamamen simüle edilememiş olması çalışmamızın limitasyonudur. Bu nedenle geçici kron materyallerine termal yaşlandırma işlemlerinin uygulandığı, kırılma, bükülme, mikrosertlik gibi fiziksel özelliklerinin ve renklendirici solüsyonlara maruz kalması sonrasında da yüzey pürüzlülüklerinin ve bunlar arasında ki korelasyonların incelendiği kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmada kullanılan örnekler standart kalıplar kullanılarak, düz yüzey oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. Bu materyallerin ağız içerisinde anterior bölgede kullanıldığı zaman, polisaj cihazı ile polisajı yapılamayacağı için yüzey pürüzlülük değerlerinde farklılıklar oluşması söz konusu olabilir. Daha farklı polisaj teknikleri ve materyalleri ile farklı çalışmalar yapılabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sınırları içinde ulaşılan sonuçlar ve öneriler şunlardır;

1. Çalışmamızda test ettiğimiz geçici kron materyallerinin renk stabilitesi, materyallerin içeriğinden, renklendirici solüsyonlardan ve bekletilme sürelerinden etkilenmektedir.
2. Solüsyonlarda bekletilme süresi arttıkça geçici kron materyallerinin renk değişimi artmaktadır.
3. Çalışmamızda kullandığımız geçici kron materyallerini en çok renklendiren solüsyonlar vişne suyu ve kahvedir, bunları sırasıyla çay, yeşil çay ve distile su (kontrol grubu) takip etmektedir.
4. Yeşil çayın içeriği ve renklendirici etkileri incelendiğinde geçici kron-köprü kullanım süresinin uzayacağı durumlarda hastalara önerilebilecek bir içecek olduğu görülmüştür.
5. Çalışmamızda kullandığımız geçici kron materyalleri içerisinde en iyi renk stabilitesi gösteren materyalin CAD-CAM teknolojisi ile üretilen PMMA içerikli Telio CAD olduğu görülmüştür. En kötü renk stabilitesi gösteren materyal ise üretilen dimetakrilat içerikli Revotec LC'dir.
6. Çalışmamızda kullandığımız geçici kron materyalleri içerisinde ortalama ΔE_{00} değerlerine bakıldığında klinik olarak kabul edilebilir ΔE_{00} değerinin üzerine çıkan tek materyalin Revotec LC olduğu görülmüştür.
7. Çalışmamızda ki sonuçlara göre uzun dönem geçici kullanımında renk stabilitesi açısından en uygun materyalin Telio CAD olduğu görülmüştür.
8. Çalışmamızda kullandığımız tüm geçici kron materyallerinin polisaj sonrası yüzey pürüzlülüklerinin klinik olarak kabul edilebilir sınır değerleri içerisinde olduğu görülmüştür.
9. Bu konuda daha kapsamlı sonuçların elde edilebilmesi için farklı içeriklere sahip geçici kron materyallerinin farklı renklendirici solüsyonlar ile test edildiği, ayrıca bu materyallerin fiziksel özelliklerinin de incelendiği in vivo ve in vitro çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Driscoll CF, Freilich MA, Guckes AD, Knoernschild KL, Mcgarry TJ. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *J Prosthet Dent.* 2017;117(5):105.
2. Lieu C, Nguyen TM, Payant L. In vitro comparison of peak polymerization temperatures of 5 provisional restoration resins. *J Can Dent Assoc (Tor).* 2001;67(1):36-39.
3. Christensen GJ. The fastest and best provisional restorations. *J Am Dent Assoc.* 2003;134(5):637-639.
4. Andreescu CF, Ghergic DL, Botoaca O, Barbu HM, Mitariu ISC, Patroi DN. The advantages of high-density polymer CAD/CAM interim restorations in oral implantology. *Mater Plast.* 2017;54(1):32-36.
5. Hamza TA, Ezzat HA, El-Hossary MMK, El Megid Katamish HA, Shokry TE, Rosenstiel SF. Accuracy of ceramic restorations made with two CAD/CAM systems. *J Prosthet Dent.* 2013;109(2):83-87.
6. Katsoulis J, Müller P, Mericske-Stern R, Blatz MB. CAD/CAM fabrication accuracy of long- vs. short-span implant-supported FDPs. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(3):245-249.
7. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson D V. Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent.* 2005;93(1):70-75.
8. Rosenstiel SF, Land, MF FJ. Contemporary Fixed Prosthodontics. In: E. Elsevier Health Sciences; 2002:223-228.
9. Anusavice KJ PR. Phillips' science of dental materials. In: 11th ed. St Louis: Elsevier; 2003:145-146.
10. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. (*Berlin, Ger 1985*). 1991;22(5):377-386.
11. Robinson FG, Haywood VB, Myers M. Effect of 10 percent carbamide peroxide on color of provisional restoration materials. *J Am Dent Assoc.* 1997;128(6):727-731.
12. Knobloch LA, Kerby RE, Pulido T, Johnston WM. Relative fracture toughness of bis-acryl interim resin materials. *J Prosthet Dent.* 2011;106(2):118-125.

13. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Vargas MA. Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent.* 2002;87(2):225-228.
14. Hamza TA, Rosenstiel SF, Elhosary MM, Ibraheem RM. The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins. *J Prosthet Dent.* 2004;91(3):258-264.
15. Larson WR, Dixon DL, Aquilino SA, Clancy JMS. The effect of carbon graphite fiber reinforcement on the strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent.* 1991;66(6):816-820.
16. Burns DR, Beck DA, Nelson SK. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 2003;90(5):474-497.
17. Emtiaz S, Tarnow DP. Processed acrylic resin provisional restoration with lingual cast metal framework. *J Prosthet Dent.* 1998;79(4):484-488.
18. Fasbinder DJ. Materials for chairside CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2010;31(9).
19. Kelvin Khng KY, Ettinger RL, Armstrong SR, Lindquist T, Gratton DG, Qian F. In vitro evaluation of the marginal integrity of CAD/CAM interim crowns. *J Prosthet Dent.* 2016;115(5):617-623.
20. Donaldson KJ. Fundamentals of fixed prosthodontics, fourth edition. *Br Dent J.* 2012;213(8):427-427.
21. Zaimoğlu A CG. Sabit Protezler. In: A.Ü.Basımevi; 2004:231-235.
22. Akçaboy C. Sabit Protezlerde Başarısızlık Nedenler. In: Türkiye Dişhekimleri Vakfı; 1996:14-62.
23. Boberick KG, Wyke D. Use of a flexible cast for fabrication of multiple post-coping overdenture restorations. *J Prosthet Dent.* 1999;81(3):365-368.
24. Usumez A, Ozturk AN, Aykent F. The effect of dentin desensitizers on thermal changes in the pulp chamber during fabrication of provisional restorations. *J Oral Rehabil.* 2004;31(6):579-584.
25. Donaldson KJ. Fundamentals of fixed prosthodontics, fourth edition. *Br Dent J.* 2012;213(8):427-427.
26. Herbert T. Shillingburg, S.H., Lowell D. Whitsett, Richard Jacobi SE, Brackett.

- Fundamentals of fixed Prosthodontics. In: Quintessence Publishing Co, Inc.; 2012:789-889.
27. Lowe RA. The art and science of provisionalization. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1987;7(3):64-73.
 28. Vahidi F. The provisional restoration. *Dent Clin North Am.* 1987;31(3):363-381.
 29. Skurow HM, Nevins M. The rationale of the preperiodontal provisional biologic trial restoration. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1988;8(1):8-29.
 30. Goldberg AJ, Burstone CJ. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater.* 1992;8(3):197-202.
 31. Pfeiffer P, Grube L. In vitro resistance of reinforced interim fixed partial dentures. *J Prosthet Dent.* 2003;89(2):170-174.
 32. Lui JL, Setcos JC, Phillips RW. Temporary restorations: a review. *Oper Dent.* 1986;11(3):103-110.
 33. Christensen GJ. Provisional restorations for fixed prosthodontics. *J Am Dent Assoc.* 1996;127(2):249-252.
 34. King CJ, Young FA, Cleveland JL. Polycarbonate resin and its use in the matrix technique for temporary coverage. *J Prosthet Dent.* 1973;30(5):789-794.
 35. Kim SH, Watts DC. Polymerization shrinkage-strain kinetics of temporary crown and bridge materials. *Dent Mater.* 2004;20(1):88-95.
 36. Surya Prakash Sharma SPS. An In Vitro Evaluation of Flexural Strength of Two Provisional Restorative Materials Light Polymerised Resin And Autopolymerised Resin. *IOSR J Dent Med Sci.* 2013;6(5):5-10.
 37. Emtiaz S, Tarnow DP. Processed acrylic resin provisional restoration with lingual cast metal framework. *J Prosthet Dent.* 1998;79(4):484-488.
 38. LaVecchia L, Belott R, DeBellis L, Naylor WP. A transitional anterior fixed prosthesis using composite resin. *J Prosthet Dent.* 1980;44(3):264-266.
 39. McCabe JF. *Diş Hekimliği Maddeler Bilgisi.* In: (E. Nayır, Çev. 7 bs.) istanbul üniversitesi; 1999:64-89.
 40. Anusavice KJ. *Phillips' Science of Dental Materials.* In: (11 bs.). Saunders Elsevier; 2003:96-100.
 41. Sakaguchi, R.L., Powers JM. *Craig's restorative dental materials.* In: (13. bs.). Elsevier Mosby; 2011:427-438.

42. Stephen F. Rosenstiel, M.F.L. JF. Contemporary Fixed Prosthodontics. In: (Third bs. USA: Mosby, Inc.; 2001:67-73.
43. Christensen GJ. Provisional restorations for fixed prosthodontics. J Am Dent Assoc. 1996;127(2):249-252.
44. Haddix JE. A technique for visible light-cured provisional restorations. J Prosthet Dent. 1988;59(4):512-514.
45. Prestipino V. Visible light cured resins: a technique for provisional fixed restorations. Quintessence Int. 1989;20(4):241-248.
46. Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S, Spiekermann H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine | Stand der aktuellen CAD/CAM-technik in der zahnmedizin. Int J Comput Dent. 2004;7(1):25-45.
47. Schwaninger B, Schmidt RL, Hurst R V. Holography in dentistry. J Am Dent Assoc. 1977;95(4):814-817.
48. Hickel R, Dasch W, Mehl A, Kremers L. CAD/CAM - Fillings of the future. Int Dent J. 1997;47(5):247-258.
49. 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. 2002;88(1):10-15.
50. Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings - A new fabrication mode for all-ceramic restorations. Dent Mater. 2009;25(1):121-128.
51. Miyazaki T, Hotta Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. Aust Dent J. 2011;56(SUPPL. 1):97-106.
52. 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(2):122-128.
53. WH M, A B. All-ceramic, chair-side computer-aided design/computer-aided machining restorations. Dent Clin North Am. 2002;46(2):405-426
54. Uzun G. An overview of dental cad/cam systems. Biotechnol Biotechnol Equip. 2008;22(1):530-535.
55. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface

- characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med.* 2007;18(1):155-163.
56. Perng-Ru, Liu DMD M. A Panorama of Dental. *Compend Contin Educ Dent.* 2005; 507-513.
57. Feuerstein P. Can technology help dentists deliver better patient care. *J Am Dent Assoc.* 2004;135
58. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J.* 2009;28(1):44-56.
59. Christensen GJ. Computerized restorative dentistry: State of the art. *J Am Dent Assoc.* 2001;132(9):1301-1303.
60. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: Current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(9):1289-1296.
61. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am.* 2004;48(2):341-358.
62. Bayindir F, Kürklü D, Yanikoğlu ND. The effect of staining solutions on the color stability of provisional prosthodontic materials. *J Dent.* 2012;40(SUPPL.2):41-46.
63. İbrahim DURAN Farkli Renk ve Kalinliklardaki Zirkonyum Seramiklerin Işık Geçirgenliği. In: *Doktora Tezi*; 2011:12-18.
64. Elektromanyetik spektrum Wikipedi. Accessed August 15, 2021. https://tr.wikipedia.org/wiki/Elektromanyetik_spektrum
65. Chu SJ, Devigus A MA. Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry. In: 2. Quintessence Publishing Co; 2004:37-103.
66. Joiner A. Tooth colour: A review of the literature. *J Dent.* 2004;32:3-12.
67. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. In: *Journal of Dentistry.* Vol 67. Elsevier; 2017:3-12.
68. Çal E, Güneri P, Bıçakçı A. Diş hekimliğindeki estetik ikilem diş rengi. *EÜ diş hek Derg.* 2005:117-25.
69. WJ. O. *Dental Materials and Their Selection, 3rd Ed Color and appearance.* In: WJ. O, ed. Quintessence Publishing Co Inc; 2002:24-36.

70. Rosenstiel SF, Land MF FJ. Contemporary Fixed Prosthodontics 4th Ed.; 2006.
71. Cochrane S. The Munsell Color System: A scientific compromise from the world of art. *Stud Hist Philos Sci Part A*. 2014;47:26-41.
72. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *J Prosthet Dent*. 2004;91(6):553.
73. <https://munsell.com/color-blog/concepts-philosophy-of-color-part-3>.
74. <https://munsell.com/about-munsell-color/how-color-notation-works/munsell-value/>.
75. <https://munsell.com/about-munsell-color/how-color-notation-works/munsell-chroma/>.
76. https://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space.
77. https://www.researchgate.net/figure/Illustration-CIELAB-color-space_fig4_258452774.
78. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent*. 1986;56(1):35-40.
79. Brook AH, Smith RN, Lath DJ. The clinical measurement of tooth colour and stain. *Int Dent J*. 2007;57(5):324-330.
80. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Res Appl*. 2005;30(1):21-30.
81. Barutçigil Ç, Barutçigil K, Özarslan MM, DüNDAR A, Yılmaz B. Color of bulk-fill composite resin restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(2):E3-E8.
82. Salas M, Lucena C, Herrera LJ, Yebra A, Della Bona A, Pérez MM. Translucency thresholds for dental materials. *Dent Mater*. 2018;34(8):1168-1174.
83. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent*. 2010;38(SUPPL. 2):57-64.
84. Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater*. 2016;32(1):82-92.
85. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27(S1):S1-S9.
86. Dykema RW, Goodacre CJ PR. Modern practice in fixed prosthodontics. In: 4th

- ed. Philadelphia: Saunders; 1986:77-90.
87. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: A review of the literature. *Br Dent J.* 2001;190(6):309-316.
 88. Bayindir DF, Wee DAG. The Use of Computer Aided Systems in Tooth. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Derg.* 2006;30:40-46.
 89. Dede DÖ. Yapıştırma simaninin renginin tam seramik restorasyonların sonuç rengi üzerindeki etkisinin incelenmesi. In: *Uzmanlık Tezi.* ; 2011:31.
 90. Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. *Quintessence Int.* 1991;22(7):525-531.
 91. Antonson SA AK. Contrast ratio of veneering and core ceramics as a function of thickness. *Int J Prosthodont s.* 2001;14(4):316-320.
 92. Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthodont.* 1995;8(1):79-86.
 93. Finger WJ, Lee KS, Podszun W. Monomers with low oxygen inhibition as enamel/dentin adhesives. *Dent Mater.* 1996;12(4):256-261.
 94. Ahmad I. Protocols for Predictable Aesthetic Dental Restorations. In: *Protocols for Predictable Aesthetic Dental Restorations.* ; 2008:1-218.
 95. Lee Y. White and Translucent Shades. *J Esthet Restor Dent.* 2001:179-186.
 96. Van Der Burg & TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Kortsmid WJPM. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent.* 1990;63(2):155-162.
 97. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent.* 1998;80(6):642-648.
 98. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance Assessment of Colorimetric Devices on Dental Porcelains. *J Dent Res.* 1989;68(12):1755-1759.
 99. Sorensen JA, Torres TJ. Improved color matching of metal-ceramic restorations. Part I: A systematic method for shade determination. *J Prosthet Dent.* 1987;58(2):133-139.
 100. Chu SJ. Fundamentals of Fundamentals of. *Zitelli Davis' Atlas Pediatr Phys Diagnosis.* 2013;5:447-469.
 101. <http://www.shofu.com/wp-content/uploads/pdfs/ShadeEyeGuide.pdf>.
 102. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral

- dental colorimeter. *J Prosthet Dent.* 2002;88(6):585-590.
103. Yiming L. LJsiiig Techniques Disa. *J Esthet Restorative Dent.* 2003;1(15):33-41.
104. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dent Mater.* 2006;22(6):553-559.
105. Park JH, Lee YK, Lim BS. Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *J Prosthet Dent.* 2006;96(6):402-411.
106. <https://www.malvernpanalytical.com/en/products/product-range/asd-range/fieldspec-range/handheld-2-hand-held-vnir-spectroradiometer>.
107. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* 2010;38(SUPPL. 2):2-16.
108. Wee AG, Rang EY, Johnston WM, Seghi RR. Evaluating porcelain color match of different porcelain shade-matching systems. *J Esthet Restor Dent.* 2000;12(5):271-280.
109. <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Easyshade-26934,27568.html?markierung=easyshade>.
110. Kalaycı B BF. Fırınlama sayısının ve yaşlandırmanın zirkonyum restorasyonların rengine etkisi. In: Doktora Tezi ; 2014:37-38.
111. 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):114-122.
112. Chan A, Tjan HL. The polishability composites. *JPD.* 1989;61(2).
113. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, Aksoy G. The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. *Oper Dent.* 2008;33(1):44-50.
114. Heurich E, Beyer M, Jandt KD, et al. Quantification of dental erosion-A comparison of stylus profilometry and confocal laser scanning microscopy (CLSM). *Dent Mater.* 2010;26(4):326-336.
115. Paepegaey AM, Barker ML, Bartlett DW, et al. Measuring enamel erosion: A comparative study of contact profilometry, non-contact profilometry and confocal laser scanning microscopy. *Dent Mater.* 2013;29(12):1265-1272.
116. Bani M, Öztaş N. Cam iyonomer içerikli farklı restoratif materyallerin yüzey

- pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi. 2013;30(1):13.
117. V T. Restoratif dental materyallerin yüzey mekanik özellikleri. In: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi; 2014:77-82.
 118. Nazım Ç, Taner İL. Farklı desensitizerlerin dentin tübüllerine etkisinin incelenmesi : In vitro taramalı elektron mikroskop analizi. TURKISH J Clin Lab. 2019:184-189.
 119. Saghiri MA, Asgar K, Lotfi M, et al. Back-scattered and secondary electron images of scanning electron microscopy in dentistry: A new method for surface analysis. Acta Odontol Scand. 2012;70(6):603-609.
 120. Paradella TC, Bottino MA. Scanning Electron Microscopy in modern dentistry research. Brazilian Dent Sci. 2012;15(2):43-48.
 121. Cabadag ÖG, Gönülo N. The Effects of Food-Simulating Liquids on Surface Roughness, Surface Hardness, and Solubility of Bulk-Fill Composites. J Adv Oral Res. 2019;12(2):245-253.
 122. Alhabdan A. Comparison of Surface Roughness of Ceramics after Polishing with Different Intraoral Polishing Systems using Profilometer and SEM. J Dent Heal Oral Disord Ther. 2015;2(3).
 123. Ergün G, Yenisey M. Fiberle güçlendirilmiş kompozit (FGK) sabit protezlerin taramalı elektron mikroskop (SEM) ile değerlendirilmesi ve içeriklerinin element analizlerinin (EDS) yapılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg. 2006;7(2):73-81.
 124. Seitavuopio P. The roughness and imaging characterisation of different pharmaceutical surfaces. In: University of Helsinki. Vol 2. ; 2006:99.
 125. Li P, Oh C, Kim H, et al. Nanoscale effects of beverages on enamel surface of human teeth: An atomic force microscopy study. J Mech Behav Biomed Mater. 2020;110:103930.
 126. Melike A. Langmuir-Blodgett (LB) yöntemi ile elde edilen çeşitli Cds ve Pb ince filmlerinin fiziksel özelliklerinin elektrik kuvvet mikroskobu (EKM) ile incelenmesi. In: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Mühendisliği Anabilim Dalı. ; 2011:181-184.
 127. Ertürk E. Kırmızı kan hücreleri yüzey morfolojisinin belirlenmesinde kullanılan biyomedikal ölçüm yöntemleri: kantitatif faz görüntüleme, AFM, SEM. N Engl J

- Med. 2018;372(2):2499-2508.
128. Vahabi S, Nazemi Salman B, Javanmard A. Atomic force microscopy application in biological research: A review study. *Iran J Med Sci.* 2013;38(2):76-83.
 129. Bostanci B. Farkli yüzey hazırlama tekniklerinin minenin yüzey özellikleri ve bağlanma dayanımı üzerine etkileri. In: *Doktora Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*; 2017.
 130. Gadegaard N. Atomic force microscopy in biology: Technology and techniques. *Biotech Histochem.* 2006;81(2-3):87-97.
 131. Keller JU SRG adsorption equilibria. Experimental methods and adsorptive isotherms. In: *Springer Science & Business Media.* ; 2005:2-3.
 132. Ertaş E, Güler AU, Yücel AÇ, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J.* 2006;25(2):371-376.
 133. Bankoğlu Güngör M, Karakoca Nemli S, Turhan Bal B, Doğan A. Farklı içeceklerde bekletilen geçici restorasyon materyallerinin renk stabiliteilerinin karşılaştırılması. *Acta Odontol Turc.* 2015;33(2):80-85.
 134. Doray PG, Li D, Powers JM. Color stability of provisional restorative materials after accelerated aging. *J Prosthodont.* 2001;10(4):212-216.
 135. Aysan İ, Uçar Y ÜA. Üç farklı kaide materyalinin farklı solüsyonlardaki renk stabilitesinin karşılaştırılması. In: *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*; 2011:219-225.
 136. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int.* 1991;22(5):377-386.
 137. Douglas RD, Przybylska M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. *J Prosthet Dent.* 1999;82(2):143-149.
 138. Sham ASK, Chu FCS, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. *J Prosthet Dent.* 2004;91(5):447-452.
 139. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson D V. Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent.* 2005;93(1):70-75.
 140. Moussa R. Dental Shade Matching: Recent Technologies and Future Smart Applications. *J Dent Heal Oral Res.* 2021;2(1):1-10.
 141. Iyer R, Babani V YP. Color match using instrumental and visual methods for

- single, group, and multi-shade composite resins. *J Esthet Restor Dent.* 2021:394-400.
142. İlday N, Erdem V BY. Farklı bitirme ve parlatma işlemlerinin üç farklı resin materyalin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg.* 2008:19-24.
143. Kalantari MH, Ghoraishian SA, Mohaghegh M. Evaluation of accuracy of shade selection using two spectrophotometer systems : Vita Easyshade and Degudent Shadepilot. *Eur J Dent.* 2019:196-200.
144. Kim-pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent.* 2005;101(3):193-199.
145. Llana C, Lozano E, Amengual J, Forner L. Reliability of Two Color Selection Devices in Matching and Measuring Tooth Color. *J Contemp Dent Pract.* 2011;12(1):19-23.
146. Recen D, Önal B, Türkün LŞ. Deneyimin kompozit rezinlerin renk seçimi üzerine etkisinin bir spektrofotometre kullanılarak değerlendirilmesi. *Acta Odontol Turc.* 2016;33(2):15.
147. Cj Kleverlaan AD, Feilzer A. Data Comparison Between Two Dental Spectrophotometers. *Oper Dent.* 2012:12-20.
148. Hatırlı H, Karaarslan EŞ, Yaşa B, Kılıç E YA. Clinical effects of dehydration on tooth color : How much and Participant selection. *J Esthet Restor Dent.* 2021:364-370.
149. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E K, S T. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005;94(2).
150. Lee YK. Comparison of CIELAB ΔE and CIEDE2000 color-differences after polymerization and thermocycling of resin composites. *Dent Mater.* 2005;21(7):678-682.
151. Saraç Y. The Effect Of Polishing Techniques And Surface Varnish On The Color Stability Of The Composite Resins Which Have Different Inorganic Filler. *Gazi Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg.* 2006;23(3):169-175.
152. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Res Appl.* 2001;26(5):340-350.

153. Del Mar Pérez M, Saleh A, Yebra A, Pulgar R. Study of the variation between CIELAB ΔE and CIEDE2000 color-differences of resin composites. *Dent Mater J.* 2007;26(1):21-28.
154. Gómez-Polo C, Muñoz MP, Lorenzo Luengo MC, Vicente P, Galindo P, Martín Casado AM. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *J Prosthet Dent.* 2016;115(1):65-70.
155. Miotti LL, Santos IS, Nicoloso GF, Pozzobon RT, Susin AH, Durand LB. The use of resin composite layering technique to mask discolored background: A CIELAB/CIEDE2000 analysis. *Oper Dent.* 2017;42(2):165-174.
156. Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent.* 2014;42(6):637-644.
157. Cabadağ ÖG, Gönülol N, Almasifar L, Misilli T. Effect of food simulating liquids on color stability of bulk-fill composites. *Yeditepe Dent J.* 2020;16(3):198-204.
158. Shetty P, Purayil TP, Gijnjupalli K, Pentapati KC. Effect of polishing technique and immersion in beverages on color stability of nanoceramic composites. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 2021;11(1):53-56.
159. Bahbishi N, Mzain W, Badeeb B, Nassar H. Color Stability and Micro-Hardness of Bulk-Fill Common Beverages. *Material.* 2020;13(787):1-11.
160. Aleksandar A, Ivona K. The Effect of Every Day Drinks on Composite Restorations Aesthetics : In Vitro Study. *Fac Med Sci Maced.* 2020;19(2):37-42.
161. Sarıkaya I, Dilli H. The Effects of Coffee and Energy Drink on Color Stability of Hybrid Ceramics. *Eur Ann Dent Sci.* 2021;48(1):18-22.
162. Erdemir U, Kaner AO, Eren MM, Ozan G, Yıldız E. Color stability of bulk-fill composites immersed in different drinks. *Color Res Appl.* 2018;43(5):785-793.
163. Zuo W, Feng D, Song A, Gong H, Zhu S. Effects of organic-inorganic hybrid coating on the color stability of denture base resins. *J Prosthet Dent.* 2016;115(1):103-108.
164. Imirzalioglu P, Karacaer O, Yilmaz B, Ozmen I. Color stability of denture acrylic resins and a soft lining material against tea, coffee, and nicotine. *J Prosthodont.* 2010;19(2):118-124.
165. Oğuz S, Mutluay MM, Doğan OM, Bek B. Color change evaluation of denture

- soft lining materials in coffee and tea. *Dent Mater J.* 2007;26(2):209-216.
166. Sepúlveda-Navarro WF, Arana-Correa BE, Ferreira Borges CP, Habib Jorge J, Urban VM, Campanha NH. Color stability of resins and nylon as denture base material in beverages. *J Prosthodont.* 2011;20(8):632-638.
 167. Yıldırım MP, Yanıkoğlu N, Bayındır F. Farklı solüsyonlarda bekletilen akrilik dişlerin renklenme düzeylerinin incelenmesi An evaluation of staining levels of acrylic teeth immersed in different solution. *EÜ Dişhek Fak Derg.* 2012:32-37.
 168. Mousavi S, Narimani S HS, K J. Colour Stability of Various Types of Acrylic Teeth Exposed to Coffee, Tea and Cola. *J Dent Biomater.* 2016;3(4):335-340.
 169. Mutlu-Sağesen L, Ergün G, Özkan Y, Semiz M. Color stability of a dental composite after immersion in various media. *Dent Mater J.* 2005;24(3):382-390.
 170. Koksal T, Dikbas I. Color stability of different denture teeth materials against various staining agents. *Dent Mater J.* 2008;27(1):139-144.
 171. Guler AA, Guler E, Yucel AÇ, Ertas E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(2):108-112.
 172. Hafez R, Ahmed D, Yousry M, El-Badrawy W, El-Mowafy O. Effect of In-Office Bleaching on Color and Surface Roughness of Composite Restoratives. *Eur J Dent.* 2010;04(02):118-127.
 173. Rajkumar K, Mahalaxmi S, Ragavi P, Mageshwaran TA. Color stability of resin composites after immersing in coffee of different temperature - An in vitro study. *SRM Univ J Dent Sci.* 2011;2(2):91-95.
 174. Soliman Y, Mahmoud E, Gepreel M, Afifi R. the Ability of Coffee To Stain Nanohybrid Composite Resins. *Alexandria Dent J.* 2021;46(1):46.
 175. Samra APB, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res.* 2008;22(3):205-210.
 176. Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent.* 1998;80(5):533-539.
 177. Stawarczyk B, Ender A, Trottmann A, et al. Load-bearing capacity of CAD/CAM milled polymeric three-unit fixed dental prostheses: Effect of aging regimens. *Clin Oral Invest.* 2012;16:1669-1677.
 178. Burduroglu D, Keyf F, Uzun G. The effect of curing time and immersion solutions on discoloration of hybrid composites and nanocomposites. *SRM J Res Dent Sci.*

- 2015;6(1):11.
179. Tan BL, Yap AUJ, Ma HNT, Chew J, Tan WJ. Effect of beverages on color and translucency of new tooth-colored restoratives. *Oper Dent.* 2015;40(2):E56-E65.
 180. Patel SB, Gordan V., Barrett A, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc.* 2004;135(5):587-594.
 181. Cabrera C, Artacho R, Giménez R. Beneficial Effects of Green Tea A Review. *J Am Coll Nutr.* 2006;25(2):79-99.
 182. Antunes DP, Salvia ACRD, De Araújo RM, Di Nicolò R, Koga Ito CY, De Araujo MAM. Effect of green tea extract and mouthwash without alcohol on *Candida albicans* biofilm on acrylic resin. *Gerodontology.* 2015;32(4):291-295.
 183. Hannig C, Sorg J, Spitzmüller B, Hannig M, Al-Ahmad A. Polyphenolic beverages reduce initial bacterial adherence to enamel in situ. *J Dent.* 2009;37(7):560-566.
 184. Akay C, Çakırbay Tanış M, Gulverdiyeva M. Coloration of provisional restoration materials: a comparison of the effects of mouth rinses and green tea. *Eur Oral Res.* 2018;52(1):19-24.
 185. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent.* 2005;33(5):389-398.
 186. Scotti R, Mascellani SC, Forniti F. The in Vitro Color Stability of Acrylic Resins for Provisional Restorations. *Int J Prosthodont.* 1997;10(2):164-168.
 187. Koishi Y, Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Colour reproducibility of a photo-activated prosthetic composite with different thicknesses. *J Oral Rehabil.* 2001;28(9):799-804.
 188. Stawarczyk B, Sener B, Trottmann A, Roos M, Özcan M, Hämmerle CHF. Discoloration of manually fabricated resins and industrially fabricated CAD/CAM blocks versus glass-ceramic: Effect of storage media, duration, and subsequent polishing. *Dent Mater J.* 2012;31(3):377-383.
 189. Keyf F, Etikan I. Evaluation of gloss changes of two denture acrylic resin materials in four different beverages. *Dent Mater.* 2004;20(3):244-251.
 190. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao C V. Color stability of microfilled,

- microhybrid and nanocomposite resins -An in vitro study. *J Dent.* 2010;38(SUPPL. 2):e137-e142.
191. Hosoya Y. Five-year color changes of light-cured resin composites: Influence of light-curing times. *Dent Mater.* 1999;15(4):268-274.
 192. Janda R, Roulet JF, Kaminsky M, Steffin G, Latta M. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. *Eur J Oral Sci.* 2004;112(3):280-285.
 193. Rayyan MM, Aboushelib M, Sayed NM, Ibrahim A, Jimbo R. Comparison of interim restorations fabricated by CAD/CAM with those fabricated manually. *J Prosthet Dent.* 2015;114(3):414-419.
 194. Alt V, Hannig M, Wöstmann B, Balkenhol M. Fracture strength of temporary fixed partial dentures: CAD/CAM versus directly fabricated restorations. *Dent Mater.* 2011;27(4):339-347.
 195. Başaran EG, Ayna E, Vallittu PK, Lassila LVJ. Load bearing capacity of handmade and manufacturing-fabricated three unit fixed dental prostheses of particulate filler composite. *Acta Odontol Scand.* 2011;69(3):144-150.
 196. Rocca GT, Bonnafous F, Rizcalla N, Krejci I, Medicine D. A technique to improve the esthetic aspects of CAD / CAM composite resin restorations. *J Prosthet Dent.* 2010;104(4):273-275.
 197. Cam CAD, Poticny DJ, Klim J. CAD/CAM In-office Technology. *J Am Dent Assoc.* 2010;141:5S-9S.
 198. Arima T, Murata H, Hamada T. Properties of highly cross-linked autopolymerizing reline acrylic resins. *J Prosthet Dent.* 1995;73(1):55-59.
 199. Arima T, Murata H, Hamada T. The effects of cross-linking agents on the water sorption and solubility characteristics of denture base resin. *J Oral Rehabil.* 1996;23(7):476-480.
 200. Almohareb T, Alkatheeri MS, Vohra F, Alrahlah A. Influence of experimental staining on the color stability of indirect computer - aided design / computer - aided manufacturing dental provisional materials. *Eur J Dent.* 2019;12(2):269-274.
 201. Hachiya Y, Iwaku M, Hosoda H, Fusayama T. Relation of finish to discoloration of composite resins. *J Prosthet Dent.* 1984;52(6):811-814.

202. Chung K hung. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater.* 1994;10(5):325-330.
203. Özgünaltay G, Yazici AR, Görücü J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *J Oral Rehabil.* 2003;30(2):218-224.
204. Shintani H, Satou J, Satou N, Hayashihara H, Inoue T. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of *Streptococcus mutans* HS-6 on composite resins. *Dent Mater.* 1985;1(6):225-227.
205. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Dos Santos Dias CT. The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites. *Am J Dent.* 2002;15(3):193-197.
206. Lepri CP, Palma-Dibb RG. Surface roughness and color change of a composite: Influence of beverages and brushing. *Dent Mater J.* 2012;31(4):689-696.
207. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater.* 2004;20(6):530-534.
208. Smales RJ, Etemadi S. Survival of ceramic onlays placed with and without metal reinforcement. *J Prosthet Dent.* 2004;91(6):548-553.
209. Fontes ST, Fernández MR, de Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: Effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(5):388-391.
210. Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent.* 2006;96(1):33-40.
211. Şen D, Göller G, Işsever H. The effect of two polishing pastes on the surface roughness of bis-acryl composite and methacrylate-based resins. *J Prosthet Dent.* 2002;88(5):527-532.
212. Alkhadim YK, Hulbah MJ, Nassar HM. Color Shift, Color Stability, and Post-Polishing Surface Roughness of Esthetic Resin Composites. *Mater journals.* 2020:1-12.
213. Rehabilitation O, Dentistry O, Education E, Education T. Surface roughness of flowable and packable composite resin materials after finishing with abrasive

discs. *J Oral Rehabil.* 2004;31(12):1197-1202.

214. Borchers L, Tavassol F, Tschernitschek H. Surface quality achieved by polishing and by varnishing of temporary crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent.* 1999;82(5):550-556.