



**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANA BİLİM DALI**

**FARKLI PROTETİK ALT YAPI MATERYALLERİ ÜZERİNE
UYGULANAN İNDİREKT KOMPOZİTLERİN RENK
STABİLİTELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Hayriye Yasemin YAY KUŞÇU

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi İŞİN KÜRKÇÜOĞLU

Tez No:180





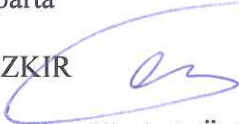
ISPARTA-2019

KABUL ve ONAY

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğüne,

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

Tez Savunma Tarihi:...../...../2019

- Tez Danışmanı :Dr.Öğr.Üyesi Işın KÜRKCÜOĞLU 
Süleyman Demirel Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A D, Isparta
- Üye :Prof.Dr.Volkan ŞAHİN 
Kırıkkale Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A D, Kırıkkale
- Üye :Dr.Öğr.Üyesi H.Cenker KÜÇÜKEŞMEN 
Süleyman Demirel Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A D, Isparta
- Üye :Prof.Dr.Çiğdem KÜÇÜKEŞMEN 
Süleyman Demirel Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti A D, Isparta
- Üye :Doç.Dr.S.Emre ÖZKIR 
Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi A D, Afyonkarahisar

ONAY :Bu doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Doç.Dr.Nilgün GÜRBÜZ

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

BEYAN

“Farklı Protetik Alt Yapı Materyalleri Üzerine Uygulanan İndirekt Kompozitlerin Renk Stabilitelerinin Değerlendirilmesi” adlı Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

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

Tezi Hazırlayan

Dt. Hayriye Yasemin YAY KUŞÇU

İmza



Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Işın KÜRKÇÜOĞLU

İmza



TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmam süresince bana yol gösteren, bilgi, deneyim ve yardımlarını esirgemeyen, evinin kapılarını açan ve her konuda desteğini hissettiğim değerli hocam ve danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Işın Kürkcüoğlu'na,

Tecrübelerinden faydalandığım doktora tezi jüri üyeleri hocalarım Prof. Dr. Volkan Şahin ve Dr. Öğr. Üyesi H. Cenker Küçükeşmen'e,

Doktora eğitimim süresince emekleri geçen ve anabilim dalımızda çalışan değerli hocalarım,

Tezimin istatistikleri konusunda ve tablo, grafiklerin oluşturulması aşamasında her daim yardımını esirgemeyen Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi'nde görevli değerli hocam Doç. Dr. Özgür Koşkan'a,

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda termal siklus uygulaması ve fırçalama simülasyonu deneylerimin sürdürülmesi aşamasında tüm imkanları seferber eden Doç. Dr. Emre Özkır hocama,

Deneyimin fırçalama simülasyonu ve termal siklus uygulaması laboratuvar aşamalarında yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ünal hocama,

Örneklerin gastrik sıvıda bekletilmesi uygulaması için yardımcı olan Doç. Dr. Mustafa Saygın hocama ve Fizyoloji Anabilim Dalı'nda doktora öğrenimlerini sürdüren arkadaşlarım Arzu Yalçın ve Ülker Tunca'ya,

Klinik çalışmalarım süresince dayanışma içinde çalıştığım bölümdeki arkadaşlarıma ve yardımcı personelimize,

Bilgisayar kullanımı konusunda sıkıntıya düştüğüm anlarda desteklerini aldığım kuzenlerim Hüseyin Yay ve Aşşen Yay'a,

İyi bir insan olabilmemde bana ışık tutan, yüzümü görememekten şikayetçi olsalar da tüm eğitim hayatım boyunca desteklerini hep hissettiğim ve hissedeceğim anne ve babam Havvali Yay ve Hulusi Yay'a,

Yanımda olamasa da desteğini hissettiğim kardeşim Hüseyin Yay'a,

Doktora eğitimi sürecim boyunca tüm kapislerimle bana katlanmak zorunda kalan, tezimin deney aşamasında kullandığım metal jig tasarımı konusunda mühendislik bilgisi ile yardımcı olan ve çizimlerini gerçekleştiren, her konuda beni cesaretlendirip, destekleyen biricik eşim Mustafa Ali Kuşçu'ya,

Bu süreçte yaşadığım stres sebebiyle kaybettiğim bebeğime ve yine doktora tezi deney aşamalarım ve yazım sürecimde benimle bu sürece eşlik eden hatta etmek zorunda kalan, doktora kariyerimden önce annelik kariyerinde ilerleme sebebim olan ve dünyaya bakışıma farklılık katacak olan biricik bebeğim Ece kızıma sonsuz teşekkür ediyorum.

Dt. Hayriye Yasemin YAY KUŞÇU

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	vi
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
RESİMLER DİZİNİ	xviii
GRAFİKLER DİZİNİ	xx
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Sabit Protetik Uygulamalarda Kullanılan Alt Yapı Materyalleri.....	4
2.1.1. Soy Metal Alaşımaları	5
2.1.1.1. Palladyum İçerenler	5
2.1.1.1.1. Palladyum-Gümüş (Pd-Ag) Alaşımaları.....	5
2.1.1.1.2. Palladyum-Bakır (Pd-Cu) Alaşımaları.....	5
2.1.1.1.3. Palladyum-Kobalt (Pd-Co) Alaşımaları.....	6
2.1.1.2. Altın (Au) İçerenler.....	6
2.1.1.2.1. Altın-Platin-Palladyum (Au-Pt-Pd) Alaşımaları.....	6
2.1.1.2.2. Altın-Palladyum (Au-Pd) Alaşımaları	6
2.1.1.2.3. Altın-Palladyum-Gümüş (Au-Pd-Ag) Alaşımaları.....	6
2.1.2. Temel Metal Alaşımaları	6
2.1.2.1. Nikel-Krom Alaşımaları	7
2.1.2.2. Kobalt-Krom (Co-Cr) Alaşımaları.....	7
2.1.2.2.1. Kobalt-Krom (Co-Cr) Alaşımalarının Genel Özellikleri.....	7
2.1.2.3. Titanyum	8
2.1.2.3.1. Titanyum Genel Özellikleri.....	8
2.1.2.3.2. Titanyum Alaşımaları	9
2.1.2.3.3. Titanyum ve Alaşımalarının Diş Hekimliğinde Uygulama Alanları	9
2.2. Metalik Alt yapılara Uygulanan Yüzey İşlemleri	10
2.2.1. Zımparalama-Kumlama	10
2.3. Rezin Kompozitler	10

2.3.1. Rezin Kompozitlerin Yapısı.....	11
2.3.1.1. Organik Polimer Matriks.....	12
2.3.1.1.1. Metil Metakrilat Esaslı Organik Polimer Matriks.....	12
2.3.1.1.2. Bis-GMA Esaslı Organik Polimer Matriks	13
2.3.1.2. İnorganik Doldurucu Partiküller (Dağılan Faz)	13
2.3.1.3. Ara faz (Silan Bağlayıcı Ajan).....	13
2.3.1.4. Polimerizasyon Reaksiyonuna Yardımcı Olan veya Geliştiren Kimyasal Maddeler	14
2.3.2. Rezin Kompozitlerin Sınıflaması.....	14
2.3.2.1. Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Rezin Kompozitler	15
2.3.2.1.1. Kimyasal Olarak Polimerize Olan Rezin Kompozitler	15
2.3.2.1.2. Işıklı Polimerize Olan Rezin Kompozitler	15
2.3.2.1.3. Hem Kimyasal Hem Işık İle Polimerize Olan Rezin Kompozitler (Dual Cure).....	15
2.3.2.2. Viskozitelerine Göre Rezin Kompozitlerin Sınıflandırılması.....	16
2.3.2.2.1. Kondanse Olabilen Kompozitler.....	16
2.3.2.2.2. Akışkan Kompozitler	16
2.3.2.3. İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüklerine Göre Rezin Kompozitler.....	16
2.3.2.3.1. Megafil Kompozitler	17
2.3.2.3.2. Makrofil Kompozitler	17
2.3.2.3.3. Midifil Kompozitler	17
2.3.2.3.4. Minifil Kompozitler	17
2.3.2.3.5. Mikrofil Kompozitler	17
2.3.2.3.6. Nanofil Kompozitler	18
2.3.2.3.7. Hibrit Kompozitler	18
2.3.2.3.7.1. Direkt Kompozitler	18
2.3.2.3.7.2. İndirekt Laboratuvar Kompozitleri	18
2.3.2.3.7.2.1. İndirekt Kompozitlerin Yüzey Özellikleri (Yüzey İşlemleri)	20
2.4. Renk ölçümü	21
2.4.1. Munsell Renk Sistemi	21
2.4.2. CIELAB Renk Sistemi	22
2.4.3. Renk Ölçümü Cihazları.....	23
2.4.3.1. Spektrofotometre.....	23

2.4.3.2. Kolorimetre	24
2.4.3.3. Dijital Kamera ve Görüntüleme Sistemleri.....	24
2.5. Konu İle İlgili Literatür Özetleri	24
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	29
3.1. Örnek Sayılarının Belirlenmesi.....	32
3.2. Örnek Boyutlarının Belirlenmesi	32
3.3. Metal Alt Yapıların Elde Edilmesi.....	32
3.3.1. Kobalt-Krom (Co-Cr) Alt Yapı Örneklerin Elde Edilmesi.....	32
3.3.2. Grade 5 Titanyum Alaşımından Alt Yapı Örneklerin Elde Edilmesi	37
3.4. Titanyum (Ti) ve Kobalt-Krom (Co-Cr) Alt Yapıların Bağlantı Yüzeylerinin Hazırlanması	38
3.4.1. Titanyum (Ti) ve Kobalt-Krom (Co-Cr) Alt Yapıların Polijası.....	38
3.4.2. Titanyum (Ti) ve Kobalt-Krom (Co-Cr) Metal Alt Yapıların Kumlanması	39
3.5. Bağlantı Yüzeyleri Hazırlanmış Kobalt-Krom (Co-Cr) ve Titanyum (Ti) Alt Yapılara Ceramage'ın Uygulanması	40
3.6. Ceramage Kompozit Yüzeylerine Uygulanan Polijaj İşlemleri	45
3.7. Örneklerin Başlangıç Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Ölçülmesi	46
3.8. Örneklerin Başlangıç Renk Ölçümlerinin Yapılması	47
3.9. Titanyum (Ti) ve Kobalt-Krom (Co-Cr) Alt Yapılar Üzerine Uygulanmış Ceramage Kompozit Örneklerin Yaşlandırma İşlemleri.....	48
3.9.1. Suda Bekletme	48
3.9.2. Termal Siklus Uygulaması.....	48
3.9.3. Fırçalama Simulasyonu	49
3.9.4. Kromojen Sıvılarda Bekletme.....	51
3.9.5. Gastrik Sıvı ile Yaşlandırma	53
3.10. SEM (Scanning Electron Microscope: Taramalı Elektron Mikroskobu) ile Örneklerin İncelenmesi	55
3.11. İstatistiksel Yöntem.....	56
4. BULGULAR.....	57
4.1. Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları.....	57
4.1.1. Suda Bekletme Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları.....	57
4.1.2. Termal Siklus Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları.....	59
4.1.3. Fırçalama Simulasyonu Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey	

Pürüzlülüğü Bulguları	61
4.1.4. Çayda Bekletme Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları.....	63
4.1.5. Kahvede Bekletme Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları.....	66
4.1.6. Gastrik Sıvıda Bekletme Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları	68
4.2. Renk Değişikliği Bulguları	71
4.2.1. Suda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama L* Değerleri Bulguları.....	71
4.2.2. Suda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama a* Değerleri Bulguları.....	73
4.2.3. Suda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama b* Değerleri Bulguları.....	76
4.2.4. Suda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama ΔE Değerleri Bulguları.....	78
4.2.5. Termal Siklus Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama L* Değerleri Bulguları	81
4.2.6. Termal Siklus Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama a* Değerleri Bulguları	83
4.2.7. Termal Siklus Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama b* Değerleri Bulguları.....	85
4.2.8. Termal Siklus Uygulaması Sonrası Ortalama ΔE Değeri Bulguları	87
4.2.9. Fırçalama Simulasyonu Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama L* Değerleri Bulguları	88
4.2.10. Fırçalama Simulasyonu Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama a* Değerleri Bulguları	90
4.2.11. Fırçalama Simulasyonu Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama b* Değerleri Bulguları.....	93
4.2.12. Fırçalama Simulasyonu Sonrası Ortalama ΔE Değerleri Bulguları.....	95
4.2.13. Çayda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama L* Değerleri Bulguları.....	96
4.2.14. Çayda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama a* Değerleri Bulguları.....	99
4.2.15. Çayda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama b* Değerleri Bulguları.....	101
4.2.16. Çayda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama ΔE Değerleri Bulguları.....	104
4.2.17. Kahvede Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama	

L* Değerleri Bulguları	106
4.2.18. Kahvede Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama a* Değerleri Bulguları.....	109
4.2.19. Kahvede Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama b* Değerleri Bulguları.....	111
4.2.20. Kahvede Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama ΔE Değerleri Bulguları	114
4.2.21. Gastrik Sıvıda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama L* Değerleri Bulguları	116
4.2.22. Gastrik Sıvıda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama a* Değerleri Bulguları	119
4.2.23. Gastrik Sıvıda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama b* Değerleri Bulguları.....	121
4.2.24. Gastrik Sıvıda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama ΔE Değerleri Bulguları.....	123
4.3. SEM (Scanning Electron Microscope:Taramalı Elektron Mikroskobu) Analizi Sonuçları	126
5.TARTIŞMA	131
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	157
7. ÖZET.....	159
ABSTRACT	160
8. KAYNAKLAR	161
9. EKLER.....	182

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
µm	Mikrometre
a	Kırmızı-yeşil renk koordinatı
Al₂O₃	Aluminyum oksit
Atm	Atmosfer
Au	Altın
Au-Pd	Altın-Palladyum
Au-Pd-Ag	Altın-Palladyum-Gümüş
Au-Pt-Pd	Altın-Platin-Palladyum
b	Sarı-mavi renk koordinatı
Bis-EMA	Ethoxylated bisphenol A glycol dimethacrylate (etoksile bisfenol A glikol dimetakrilat)
Bis-GMA	Bisfenol A Glisidil Metakrilat
CIE	Comission Internationale de L'Eclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)
Co-Cr	Kobalt-Krom
CoCrC	Kobalt-Krom+Ceramage
dk	Dakika
g	Gram
HCl	Hidroklorik asit
ISO	International Organization for Standardization: Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı
°K	Kelvin
Kgf/cm²	Kilogram kuvvet/santimetre kare
kV	Kilovolt
L	Renk parlaklığı
LED	Light Emitting Diod
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mm/sn	Milimetre/saniye
MPa	Megapaskal

nm	Nanometre
Pd	Palladyum
Pd-Ag	Palladyum-Gümüş
Pd-Co	Palladyum-Kobalt
Pd-Cu	Palladyum-Bakır
pH	Power of Hydrogen: Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
QTH	Quartz-tungsten-halojen
Ra	Yüzey pürüzlülüğü aritmetik ortalama değeri
Rpm	Yüzey boyunca ortalama alınan 5 noktalı ölçüm
Rz	Örnek uzunluğu içinde en yüksek 5 zirve ve en düşük 5 vadinin düşey mesafelerinin ortalama değeri
sn	Saniye
S.Hata	Standart Hata
SEM	Scanning Electron Microscope: Taramalı Elektron Mikroskop
TEGDMA	Trietilen Glikol Dimetakrilat
Ti	Titanyum
Ti-6Al-4V	Titanyum-6Aluminyum-4Vanadyum
TiC	Titanyum+Ceramide
UDMA	Ürethan Dimetakrilat
YETEM	Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi
Δa	CIE renk sistemi kırmızı-yeşil renk koordinatı
Δb	CIE renk sistemi sarı-mavi renk koordinatı
ΔE	Renk değişim miktarı
ΔL	CIE renk sistemi parlaklık koordinatı

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Çalışmada kullanılan cihazlar	30
Tablo 2. Çalışmamızda kullanılan materyaller.....	31
Tablo 3. Suda bekletme uygulaması Ra değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	57
Tablo 4. Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata).....	58
Tablo 5. Termal siklus uygulaması Ra özelliği bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	60
Tablo 6. Örnek gruplarının termal siklus uygulaması öncesi ve sonrası ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata).....	60
Tablo 7. Fırçalama simülasyonu Ra özelliği bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	62
Tablo 8. Örneklerin fırçalama simülasyonu uygulaması öncesi ve sonrasında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata).....	62
Tablo 9. Çayda bekletme uygulaması Ra özelliği bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	64
Tablo 10. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata).....	65
Tablo 11. Kahvede bekletme uygulaması Ra özelliği bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	66
Tablo 12. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata).....	67
Tablo 13. Gastrik sıvıda bekletme uygulaması Ra özelliği bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	69
Tablo 14. Örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrasında farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata).....	70
Tablo 15. Suda bekletme uygulaması L* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	71
Tablo 16. Örneklerin suda bekletme uygulaması sonrasında farklı zaman aralıklarında ortalama L* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	72
Tablo 17. Suda bekletme uygulaması a* değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tablosu.....	74
Tablo 18. Örneklerin suda bekletme uygulaması sonrasında farklı zaman aralıklarında ortalama a* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	75
Tablo 19. Suda bekletme uygulaması b* değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi	76

Tablo 20. Örneklerin suda bekletme uygulaması sonrasında farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)	77
Tablo 21. Suda bekletme uygulaması ΔE değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi	79
Tablo 22. Örneklerin suda bekletme uygulaması sonrasında farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata)	80
Tablo 23. Termal siklus uygulaması L^* değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi	81
Tablo 24. Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama L^* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	82
Tablo 25. Termal siklus uygulaması a^* değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi	83
Tablo 26. Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)	84
Tablo 27. Termal siklus uygulaması b^* değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi	85
Tablo 28. Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	86
Tablo 29. Termal siklus uygulaması ΔE değerleri bakımından Student t test	87
Tablo 30. Örneklerin termal siklus uygulaması sonrası ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata)	87
Tablo 31. Fırçalama simülasyonu L^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	89
Tablo 32. Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama L^* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	89
Tablo 33. Fırçalama simülasyonu a^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	91
Tablo 34. Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)	92
Tablo 35. Fırçalama simülasyonu b^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	93
Tablo 36. Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	94
Tablo 37. Fırçalama simülasyonu ΔE değerleri bakımından Student t test.....	95
Tablo 38. Örneklerin fırçalama simülasyonu sonrası ortalama ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	95
Tablo 39. Çayda bekletme uygulaması L^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	97
Tablo 40. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında	

ortalama L^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)	98
Tablo 41. Çayda bekletme uygulaması a^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	99
Tablo 42. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	100
Tablo 43. Çayda bekletme uygulaması b^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	102
Tablo 44. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	103
Tablo 45. Çayda bekletme uygulaması ΔE değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	104
Tablo 46. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	105
Tablo 47. Kahvede bekletme uygulaması L^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	107
Tablo 48. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)	108
Tablo 49. Kahvede bekletme uygulaması a^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	109
Tablo 50. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	110
Tablo 51. Kahvede bekletme uygulaması b^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	112
Tablo 52. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	113
Tablo 53. Kahvede bekletme uygulaması ΔE değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	114
Tablo 54. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	115
Tablo 55. Gastrik sıvıda bekletme uygulaması L^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	117
Tablo 56. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L^* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	118
Tablo 57. Gastrik sıvı uygulaması a^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	119
Tablo 58. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata).....	120
Tablo 59. Gastrik sıvı uygulaması b^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.....	121

Tablo 60. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)..... 122

Tablo 61. Gastrik sıvı uygulaması ΔE değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi..... 124

Tablo 62. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata)..... 125



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Organik Matrikste Bulunan Monomerler	12
Şekil 2. Rengin kalite, parlaklık ve yoğunluğunu gösteren Munsell renk sistemi.....	22
Şekil 3. İki renk arasındaki mesafe olarak ΔE örneğini gösteren CIELAB uzay modeli.....	23



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Çalışmamızda kullanılan Kobalt-Krom (Co-Cr) metal alaşımı.....	33
Resim 2. Disklerin üretiminde kullanılan teflon kalıp.....	33
Resim 3. Döküm işlemi sonrası manşetten çıkarılan Kobalt-Krom (Co-Cr) diskler.	34
Resim 4. Döküm kanalları uzaklaştırılmış Kobalt-Krom (Co-Cr) diskler	35
Resim 5. Tesviyesi yapılmış Kobalt-Krom (Co-Cr) disk örneği.....	35
Resim 6. Kumlama cihazı ve 250 mikrometre (μm) partikül boyutunda Al_2O_3 ile kumlama yapılan Kobalt-Krom (Co-Cr) diskler	36
Resim 7. Döküm yoluyla elde edilen 10x2 mm ebatlarında Co-Cr diskler.....	36
Resim 8. 10x2 mm ebatlarında elde edilen titanyum diskler	37
Resim 9. Tel erozyon yöntemi ile titanyum disklerin elde edilmesi	38
Resim 10. Metalografik polisaj cihazı	39
Resim 11. Kumlama cihazında 110 μm 'lik Al_2O_3 ile metal örneklerin kumlanması	39
Resim 12. Ultrasonik temizleme cihazı	40
Resim 13. Metal-indirekt kompozit bağlantısı için kullanılan metal primer.....	41
Resim 14. Metal primer-preopak-opak tabakasını 6 mm çapında uygulayabilmek için kullanılan çift taraflı yapışkan bant.....	41
Resim 15. Metal alt yapı üzerine preopak tabakası uygulaması.....	42
Resim 16. Metal alt yapı üzerine opak tabakası uygulaması.....	42
Resim 17. 0,1 mm kalınlığında metal primer-preopak-opak uygulanmış metal alt yapı.....	43
Resim 18. Ceramage'ın metal alt yapılar üzerine standart olarak yerleştirilmesi amacıyla tasarlanan metal jig	43
Resim 19. Metal jig içerisinde tabakalar şeklinde kondanse edilmiş Ceramage.....	44
Resim 20. Oxy-Barrier uygulaması	45
Resim 21. Polisaj işlemi için kullanılan materyaller	45
Resim 22. Yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için kullanılan profilometre cihazı	46
Resim 23. Termal siklus cihazı.....	49
Resim 24. Fırçalama simülöründe kullanılan yumuşak kıllı fırça	49
Resim 25. Fırçalama simülörü	50
Resim 26. Fırçalama simülasyonunda kullanılan macun	50
Resim 27. Fırçalama simülasyonunda hazırlanan macun-distile su karışımı	50
Resim 28. Kromojen sıvıların hazırlanması	51
Resim 29. Çay solüsyonu pH ölçümü.....	52

Resim 30. Kahve solüsyonu pH ölçümü.....	52
Resim 31. Çay solüsyonu içerisine yerleştirilmiş örnekler (CoCrC/TiC)	53
Resim 32. Kahve solüsyonu içerisine yerleştirilmiş örnekler (CoCrC/TiC)	53
Resim 33. Gastrik sıvıyı hazırlamada kullanılan materyaller ve hassas terazi ile ölçümü.....	54
Resim 34. Gastrik sıvının hazırlanması ve gastrik sıvı içine bırakılmış örnekler	54
Resim 35. SEM analizi için örneklerin taramalı elektron mikroskobuna (FEI Quanta Feg 250, Hollanda) yerleştirilmesi.....	55
Resim 36. Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin başlangıç SEM görüntüsü (x20000).....	126
Resim 37. Titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin başlangıç SEM görüntüsü (x20000).....	126
Resim 38. 28 gün suda bekletilmiş Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000).....	127
Resim 39. 28 gün suda bekletilmiş titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x20000).....	127
Resim 40. Termal siklus uygulaması sonrası Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x20000)	127
Resim 41. Termal siklus uygulaması sonrası titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x20000)	127
Resim 42. Fırçalama uygulaması sonrası Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)	128
Resim 43. Fırçalama uygulaması sonrası titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)	128
Resim 44. 28 gün çayda bekletme sonrası Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)	128
Resim 45. 28 gün çayda bekletme sonrası titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x20000)	128
Resim 46. 28 gün kahvede bekletme sonrası Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)	129
Resim 47. 28 gün kahvede bekletme sonrası titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)	129
Resim 48. 7 gün gastrik sıvıda bekletme sonrası Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)	130
Resim 49. 7 gün gastrik sıvıda bekletme sonrası titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)	130

GRAFİKLER DİZİNİ

- Grafik 1.** Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülük değerleri ve standart hatalarının grafiği 59
- Grafik 2.** Örneklerin termal siklus uygulaması öncesi ve sonrasında ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin (μm) ve standart hatalarının grafiği..... 61
- Grafik 3.** Örneklerin fırçalama simülasyonu uygulaması öncesi ve sonrasında ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinin (μm) ve standart hatalarının grafiği 63
- Grafik 4.** Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin (μm) ve standart hatalarının grafiği 65
- Grafik 5.** Örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü (μm) değerlerinin ve standart hatalarının grafiği 68
- Grafik 6.** Örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülük (μm) değerlerinin ve standart hatalarının grafiği 70
- Grafik 7.** Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği..... 73
- Grafik 8.** Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği 75
- Grafik 9.** Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında b^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği 78
- Grafik 10.** Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği 80
- Grafik 11.** Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama L^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği 82
- Grafik 12.** Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama a^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği..... 84
- Grafik 13.** Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama b^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği..... 86
- Grafik 14.** Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği..... 88
- Grafik 15.** Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama L^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği 90
- Grafik 16.** Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama a^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği..... 92
- Grafik 17.** Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama b^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği..... 94
- Grafik 18.** Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği..... 96
- Grafik 19.** Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında

ortalama L^* değerlerinin ve standart sapmalarının grafiği	98
Grafik 20. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında a^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	101
Grafik 21. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	103
Grafik 22. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	106
Grafik 23. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	108
Grafik 24. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	111
Grafik 25. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	113
Grafik 26. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	116
Grafik 27. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	118
Grafik 28. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	120
Grafik 29. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	123
Grafik 30. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği	125

1.GİRİŞ

Son yıllarda, hastaların estetiğe olan ilgi ve beklentilerinin artması nedeniyle; doğal diş rengini taklit edebilen materyallerin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar hızlanarak devam etmektedir (1). Ağız ortamı koşullarına en dayanıklı materyal doğal dişlerdir ancak; dental travma, çürükler ve dişeti problemleri gibi çeşitli sebeplerle, zaman içerisinde diş kayıpları yaşanmaktadır. Bu diş kayıpları geçmişten günümüze kadar birtakım materyallerle restore edilmeye çalışılmıştır (2).

Sabit protetik restorasyonlarda son yıllarda en fazla kullanılan ve doğal dişe en yakın görünüm sağlayan materyal porselendir (3, 4). Porselen esas yapı olarak cam matrisi içerisindeki kristalin minerallerinden oluşur. Porselenin kırılma yapısı ve mideden daha sert olması, genellikle karşıt doğal dişi aşındırabilmesi, manipülasyonun teknik yeterlilik gerektirmesi gibi dezavantajları vardır. Literatürde sabit protezlerin ve implant destekli metal-seramik kronların karşılığında arka implant destekli metal-seramik restorasyon varlığında veya brüksizmi olan hastalarda seramik kırıklarının daha fazla oranda gözlemlendiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (3, 4). İmplant üstü restorasyonlarda metal-seramiğe alternatif olarak metal desteksiz seramikler önerilmiş, fakat posterior bölgede metal-seramik restorasyonların sağkalım oranlarının metal desteksiz seramiklerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Zirkonyum dioksit gibi yüksek kırılma dayanıklılığı bulunan metal desteksiz seramik, sabit protezlerde ve implant destekli restorasyonlarda kullanıldığında, 2 yıl içinde %53'e varan oranlarda seramik delaminasyonu göstermiştir (3).

Bazı araştırmacılar çeşitli tabakalama materyallerinin sabit protezler üzerindeki gerilim dağılımını değerlendirmişler ve rezin kompozit materyallerinin kullanımının seramiğe göre dişin çevre dokularında daha az gerilim oluşturduğunu bulmuşlardır (5-7).

Kimyasal yapıları benzer olmasına rağmen direkt kompozit rezin restorasyonlara göre indirekt kompozit rezin restorasyonlar daha az polimerizasyon büzülmesi gösterir, derin ara yüzeylerde daha az polimerizasyon yetersizlikleri oluşturur, proksimal kontakt ve konturların oluşturulmasında görülen sorunları önlemede direkt kompozit rezin restorasyonlardan daha üstün özelliklere sahiptir (8).

İndirekt kompozitler düşük elastiklik modülüne sahiplerdir ve okluzal gerilimleri absorbe edebilirler. Normal şartlarda uygun okluzyona ve periodontal olarak sağlıklı dokulara sahip bireylerde çiğneme esnasında çevre dokulara yük iletimi problemi olmazken implant destekli restorasyonlara, endodontik tedavi görmüş dişlere ve özellikle zayıf periodontal yapıya sahip hastalarda gerilim absorbe edici materyaller olarak indirekt kompozitlerin kullanımları uygundur (9, 10). İmplant destekli restorasyonlarda, zirkonyum dioksit esaslı restorasyonlarda ve konvansiyonel sabit restorasyonlarda indirekt kompozit rezin kullanımı ile okluzal kırıkların veya kenar-köşe kırıklarının azaltılabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (11, 12).

Protetik dişhekimliğinde kullanılan diğer estetik materyaller gibi indirekt kompozit rezinlerin de, komşuluğundaki diş dokusuna renk uyumu sağlaması ve bu uyumu uzun süre koruması istenmektedir. Ancak indirekt kompozit rezin materyalleri pöröz yapıda oldukları için zaman içerisinde indirekt kompozit rezin materyallerinde renk değişimi, boyanma ve dental plak birikimi oluşabilmektedir (8, 13).

İndirekt kompozit rezin materyallerinde meydana gelen renk değişiklikleri; kimyasal bozunma, su absorpsiyonu, mikrosızıntı, yüzey pürüzlülüğü, reaksiyona girmemiş karbon çift bağlarındaki oksidasyon sebebiyle görülebilmektedir (8, 13). Polimerizasyon sistemi ve polimerizasyon koşulları da renk stabilitesini etkileyen faktörlerdendir (14, 15).

Yapılacak protetik restorasyonların estetik, fonksiyonel, dayanıklı ve biyoyumlu olmaları beklenir. İndirekt kompozitler sabit protetik uygulamalarda üst yapı olarak kullanıldıkları zaman yeterli estetik ve aşınma direncine sahiptir. Ancak dayanıklılık için farklı alt yapılar ile kullanılmaktadırlar. Kobalt-Krom (Co-Cr) alaşımları, gerilme ve yorulma özellikleri bakımından iyidir ve biyoyumludur. Ekonomik olmaları, yüksek elastik modülüne sahip olmaları ve iyi elektrokimyasal özellikler göstermeleri sebebi ile sabit ve hareketli protetik alt yapı materyali olarak kullanılmaktadırlar (16, 17).

Titanyum alaşımları, özellikle Ti-6Al-4V (Grade 5), biyoyumludur, mükemmel yorgunluk direnci ve korozyon direncine sahiptir. Düşük termal iletkenlik ve radyografik olarak kabul edilebilir translusentliğinin olması bu

materyale ilgiyi artırmıştır (18). İmplant destekli restorasyonlarda altın alaşımları standart materyal olarak değerlendirilir; ancak maliyetinin yüksek olması sebebiyle Titanyum veya Co-Cr alaşımları yeterli sertlik ve dayanıklılık sağladıkları için alt yapı materyali olarak tercih edilmektedir (19, 20).

Bu çalışmada; iki farklı metal alt yapı materyaline bağlanan bir indirekt kompozitin yaşlandırma işlemleri, kromojen sıvılarda bekletme ve fırçalama işlemleri sonucu renk stabilitesinin incelenmesi amaçlanmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sabit Protetik Uygulamalarda Kullanılan Alt Yapı Materyalleri

Ağız içi sabit protetik uygulamalarda hastadaki mevcut diş eksikliğini restore etmek için ve seramik veya kompozit gibi tabakalama materyallerine mekanik desteklik sağlamak amacıyla farklı alaşımlardan üretilen metalik alt yapılar kullanılmaktadır. Bu materyaller, geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır ve biyouyumluluk, lekelenme, korozyon direnci, sertlik, bükülme direnci gibi spesifik özellikler sergilemelidir (21).

Metaller doğada en çok bulunan elementlerdir. Periyodik tablodaki elementlerin çoğunluğu metal olarak sınıflandırılmıştır. Metaller saf halde tek bir elementten ibarettir. Özelliklerini geliştirmek için başka elementler ilave edilebilir. Diş hekimliğinde ilk kullanılan saf metal altındır. Ancak maliyetinin artmış olması araştırmacıları fiziksel özellikleri iyi olan, korozyona dirençli ve daha ekonomik seçenekler bulmaya yöneltmiştir (22).

Dental uygulamalarda kullanılan materyallerin en önemli özelliği biyouyumluluk ve korozyon direncidir. Temel metalik biyomateryaller, paslanmaz çelikler, kobalt-krom alaşımları, titanyum ve titanyum alaşımlarıdır (21).

Günümüzde metal alt yapı üretiminde kullanılan alaşımlar O'Brien tarafından 1997 yılında aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır (23–25)

Soy Metal Alaşımları

Palladyum (Pd) İçerenler

Palladyum-Gümüş (Pd-Ag)

Palladyum-Bakır (Pd-Cu)

Palladyum-Kobalt (Pd-Co)

Altın (Au) İçerenler

Altın-Platin-Palladyum (Au-Pt-Pd)

Altın-Palladyum- Gümüş (Au-Pd-Ag)

Altın-Palladyum (Au-Pd)

Temel Metal Alaşımaları

Nikel-Krom Alaşımaları (Berilyum içeren ve içermeyen)

Kobalt-Krom Alaşımaları

Titanyum ve Titanyum Alaşımaları

2.1.1. Soy Metal Alaşımaları

Soy metal alaşımalarında temel element altın veya palladyumdur. Korozyon ve oksidasyona dirençli alaşımlardır. Soy metal alaşımalarının ısı iletkenlikleri oldukça iyidir. Diş hekimliğinde ilk modern altın alaşımaları tam metal kron ve köprülerin yapımı amacı ile Taggart tarafından 1907'de kayıp mum döküm tekniği ile elde edilmiştir (26).

2.1.1.1. Palladyum İçerenler

2.1.1.1.1. Palladyum-Gümüş (Pd-Ag) Alaşımaları

% 60 oranında palladyum ve % 28-30 oranında gümüş ve az bir oranda indiyum ve kalay içerir. Bu alaşımın palladyum oranı % 50, gümüş oranı % 35-40, kalay ve diğer elementlerin de eser miktarda bulunduğu indiyum içermeyen bir formu daha bulunmaktadır (27). Korozyon ve lekelenme direnci yüksek ve klinik çalışma bakımından uygundur. Gümüş içeriğine bağlı restorasyon rengini yeşile boyamaları dezavantajlarıdır (28).

2.1.1.1.2. Palladyum-Bakır (Pd-Cu) Alaşımaları

% 70-80 palladyum, % 15'ten fazla bakır ve % 9 oranında galyum içerir (28) Altın içerikli metal-seramik restorasyonlarda bakır seramiğin renklenmesine ve bağlanma problemi oluşturmasına karşı palladyum içerikli bakır alaşımalar sorun oluşturmaz.

2.1.1.1.3. Palladyum-Kobalt (Pd-Co) Alaşımları

% 88 palladyum, % 4-5 kobalt içerir. Yüksek ısısıl genleşme katsayısına sahip olmaları seramikler için avantajdır ancak ince marjinlerde maskelemesi g siyah bir oksit tabakası oluştururlar. Pd-Cu alaşımlarına göre seramiğe bağlanma dirençleri daha düşüktür (28).

2.1.1.2. Altın (Au) İçerenler

2.1.1.2.1. Altın-Platin-Palladyum (Au-Pt-Pd) Alaşımları

Başarılı metal-seramik restorasyonlar ilk kez bu grup alaşımlarla yapılmıştır. Korozyona dirençli olmaları, biyouyumlulukları ve seramik için renklenme oluşturmamaları avantajlarıdır. Elastiklik modülleri düşük ve seramik fırınlanması sırasında eğilme dirençlerinin düşük olması dezavantajlarındandır (28).

2.1.1.2.2. Altın-Palladyum (Au-Pd) Alaşımları

Gümüşün neden olduğu renklenme ve yüksek termal ekspansiyon katsayısı sebebiyle 1970'li yıllarda geliştirilmişlerdir. Korozyon dirençleri iyidir (28).

2.1.1.2.3. Altın-Palladyum-Gümüş (Au-Pd-Ag) Alaşımları

Elastiklik modülleri yüksek ve boyutsal stabiliteleri düşüktür. Korozyona dirençlidir. İçeriğindeki gümüş miktarına bağlı olarak seramik renginde değişime sebep olabilirler (28).

2.1.2. Temel Metal Alaşımları

İçeriklerinde krom-nikel-kobalt gibi elementlerin bulunduğu atmosferden ve oksijenden etkilenen alaşımlardır. Bu tür alaşımlar maliyet açısından ekonomiktirler. Yeterince rijit olmaları sebebiyle uzun köprülerde metal alt yapı seçiminde tercih edilirler ve ısı iletkenlikleri azdır (28, 29).

2.1.2.1. Nikel-Krom Alaşımları

İçeriklerinde berilyum bulunan ve bulunmayan alaşımlar olarak 2 ana grupta incelenebilir. Berilyum alaşımının akışkanlığını, dökülebilirliğini artırır. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda kalın oksit tabakası oluşumunu engellemektedir. Berilyum kanserojen olduğu için içeriğinde % 62-77 nikel, % 11-22 krom, demir, molibden, niyobyum, biraz da bor bulunan berilyum içermeyen Nikel-Krom alaşımları kullanılmaya başlanmıştır (30). Yoğunlukları düşük, elastik modülleri ise yüksektir. Ayrıca ince dökümü yapılabildiği için uzun köprülerde kullanılabilir. Sertlikleri yüksek olduğu için laboratuvar işlemleri güçtür (30).

2.1.2.2. Kobalt-Krom (Co-Cr) Alaşımları

2.1.2.2.1. Kobalt-Krom (Co-Cr) Alaşımlarının Genel Özellikleri

Kobalt-Krom (Co-Cr) alaşımları ilk olarak 1900'lü yılların başlarında Elwood Haynes tarafından alaşımların içinde tungsten ve molibden gibi bir çok elementle birlikte keşfedilmiştir. Haynes, alaşımının oksidasyona ve aşındırıcı dumanlara karşı direnç gösterebildiğini ve alaşımın kaynar nitrik aside maruz bırakılsa bile bozulma belirtisi göstermediğini bildirmiştir (31). Kobalt-Krom (Co-Cr) alaşımları; yüzeyinde krom oksit, kobalt oksit ve diğer metal oksitlerinin kendiliğinden oluşturduğu film tabakası nedeniyle yüksek korozyon direncine sahiptir. Bu okside yüzeyin fizyolojik çevreyle uyum göstermesi biyouyumluluk olarak ifade edilir. Kobalt-Krom (Co-Cr) alaşımları % 53-65 kobalt, % 27-32 krom içerir. % 2-6 oranında molibden ile birlikte tungsten, demir, bakır, silikon, kalay, manganez gibi minör elementler de içerir. Kobalt- Krom (Co-Cr) alaşımlarının çekme dayanıklılığı 145-270 MPa arasında değişmektedir (32). Kobalt-Krom (Co-Cr) alaşımları; yüksek sertlik, uzama değerleri, çekme dayanıklılığı göstermeleri ve ekonomik olmaları nedeniyle tam kron, metal-seramik kron ve hareketli parsiyel protez alt yapısı olarak sıklıkla kullanılmakta olan temel metal alaşımlarıdır (33, 34).

Titanyum haricinde diğer alaşımlardan daha yüksek erime aralığına sahiptir. Döküm, uyumlama, parlatma işlemleri zordur ve zaman alıcıdır (35). Kobalt-Krom

(Co-Cr) alaşımları tıbbi uygulamalarda, örneğin koroner stentlerde, intervertebral disk yer değiştirmelerinde, kalça ve diz protezlerinde kullanılmaktadır.

Altın esaslı alaşımların yoğunluğunun neredeyse yarısına sahiplerdir ve bu nedenle hazırlanan protetik alt yapıların ağırlığını önemli ölçüde hafifletirler. Dişhekimliğinde, 1929 yılından beri hareketli parsiyel protez alt yapılarında ve son yıllarda rezin bağlı parsiyel protezlerde de kullanılmaktadır (36).

2.1.2.3. Titanyum

2.1.2.3.1. Titanyum Genel Özellikleri

Titanyum simgesi Ti ve atom numarası 22 olan kimyasal bir elementtir. Düşük yoğunluğu ve yüksek dayanıklılığı olan gümüş renginde parlak bir geçiş metalidir. Korozyona dayanıklıdır. Titanyum 1791 yılında William Gregor tarafından Cornwall İngiltere’de keşfedilmiştir. Titanyum ismini Martin Heinrich Klaprot tarafından Yunan mitolojisindeki titanlardan esinlenerek almıştır. Titanyum elementi, dünyanın kabuğunda ve litosferinde yaygın olarak bulunan rutil ve ilmenit gibi bir takım maden yatakları içinde bulunur. Neredeyse tüm canlılar, su kütleleri, kayalar ve toprakta bulunan bir elementtir. Titanyum dioksit en yaygın bileşiktir ve en popüler fotokatalisttir. Beyaz pigmentlerin üretiminde kullanılır (37). Titanyum havacılıkta (jet motorları, füzeler, uzay araçları), askeri alanda, endüstriyel alanda (kimyasallar ve petrokimyasallar), otomotiv, medikal protezler, dental ve endodontik cihazlar, dental implantlar, spor malzemeleri gibi pek çok alanda demir, alüminyum, vanadyum, molibden ve çeşitli elementler ile daha güçlü ve daha hafif alaşımlar yapabilir.

Saf titanyum yaklaşık olarak 434 MPa çekme dayanıklılığına sahiptir. Bu da çelik alaşımlarına eşittir ancak yoğunluğu çelikten daha düşüktür (38). Titanyum; inert özellikte, nontoksik yapıda, antimanyetik özelliği olan, hafif, mekanik özellikleri iyi olan, küçük boyutlarda numuneleri rahatlıkla üretilebilen, biyouyumluluğu yüksek, korozyona karşı dirençli bir materyaldir. Elastik modülünün kemiğinkine çok yakın olması gibi özellikleri, titanyumun ağız içi uygulamalarda biyomalzeme olarak kullanılmasını sağlamaktadır (39). Titanyum, endodontik

eğelerde, implant uygulamalarında, cerrahi plak ve vidalarda, ortodontik tel ve braketlerde, kron ve protetik alt yapılarda kullanılır (35).

2.1.2.3.2. Titanyum Alaşımları

Titanyum alaşımları; titanyum ve diğer kimyasal elementlerin karışımını içeren metallere oluşur. Bu alaşımlar yüksek çekme dayanıklılığına sahiptir ve hafiftirler. Korozyon dirençleri iyidir ve yüksek sıcaklıklara dayanabilmektedirler (37).

Ticari olarak saf titanyum sınıfları alaşım yapmaz. Ancak safsızlığın derecesi bir sınıftan diğerine değişir. Örneğin birden dörde kadar olan sınıflar, artan düzensizliğe sahiptir. Grade 1 düşük safsızlığından dolayı en sünek materyaldir ve savunma sanayindeki patlayıcıları kaplama için uygundur. Grade 2 en yaygın sınıf iken Grade 4, dört sınıftan en iyi mekanik özelliklere sahip olanıdır ve bağlantı elemanları yapmak için kullanılır. Bütün sınıflar α kategorisindedir (40).

Ticari saf titanyum kabul edilebilir mekanik özelliklere sahip olmasına rağmen; çoğu uygulama için ağırlıkça % 6 vanadyum ve % 4 alüminyum içeren alaşımı kullanılmaktadır. Bu karışım, yüksek sıcaklıkta değişen bir çözünürlüğe sahiptir ve bu da karışımın güçlenmesini sağlar (37).

2.1.2.3.3. Titanyum ve Alaşımlarının Diş Hekimliğinde Uygulama Alanları

Titanyum ve alaşımlarının kullanımı tıbbi ve dental uygulamalarda son yıllarda çarpıcı bir biçimde artmıştır. Titanyumun fiziksel ve mekanik özelliklerinin birçoğu implantlar ve protezler için istenen özelliklerdir. Titanyum terimi genellikle her çeşit saf ve alaşımlı titanyumu içerir (37). Titanyum ve alaşımları; implantlar, kronlar, köprüler, overdenture'lar, dental implant protezlerinin bileşenleri (vida, dayanak) gibi diş hekimliği uygulamalarında kullanılır. Ticari olarak saf titanyum tercihen endosseoz dental implant uygulamaları için kullanılır (21).

Dental implant uygulamaları için özel olarak üretilmiş dört saf titanyum sınıfı bir de titanyum alaşımı mevcuttur. Birden dörde kadar olan sınıflar alaşımsız olup % 6 alüminyum % 4 vanadyum içeren Grade 5 en güçlüdür (21). Aralarındaki temel

farklılıklar, oksijen konsantrasyonu (ağırlıkça % 0,18-0,40) ve demir (ağırlıkça %0,2-0,5) içerikleridir. Konsantrasyondaki bu hafif farklılıklar mekanik ve fiziksel özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (37).

2.2. Metalik Alt yapılara Uygulanan Yüzey İşlemleri

Oral konforları sınırlanacağı için ve adaptasyon sorunu oluşturacağı düşüncesi ile hastalar hareketli bir protez kullanmak istemezler. Bu sebeplerle fonksiyonel çiğneme kuvvetlerine katlanabilecek dayanıklılıkta ve yeterli rijitliğe sahip sabit protetik alt yapılara ilgi artmıştır. Protetik metalik alt yapılar estetik gereksinimler sebebiyle doğal diş renginde tabakalama materyalleriyle adeziv bağlanmıştır (41). Ancak, biyouyumlulukları ve optimum mekanik özellikleri sebebiyle tercih edilen metalik alt yapılar ile doğal diş rengindeki tabakalama materyallerinden olan kompozitler arasında zayıf bağlantı bildirilmiştir (42–44). Bağlantı sorunlarının çözümü için çeşitli yöntemler kullanılmıştır.

2.2.1. Zımparalama-Kumlama

Zımparalama, kumlama gibi yüzey işlemleri metal yüzeyini pürüzlendirir, yüzey morfolojisini değiştirir, genişletir, aynı zamanda ıslanabilirliğin de artmasına sebep olur (45).

Alümina partikülleri ile dental alaşımların kumlanması genellikle alaşımların yüzeyini temizlemek için, mikroretansiyonu ve yüzey alanını artırmak için kullanılır. Kumlama ile metal yüzeyinde alüminanın artışı gözlenir (46).

Restorasyonların distorsiyonunu azaltmak için küçük alümina partikülleri, düşük hava basıncı ve kısa kumlama periyodu ile kumlama önerilmiştir (47). Alümina partikül boyutu arttıkça metal yüzeyinin kontaminasyonun azaldığı, yüzey pürüzlülüğünün arttığı bildirilmiştir (48).

2.3. Rezin Kompozitler

Rezin kompozitler, birbiri içerisinde erimeyen iki veya daha fazla bileşenin yeni bir materyal oluşturmak üzere bir araya getirilmesi ve makroskobik düzeyde birbiri içinde dağılması, karışması veya birlikte bulunması ile oluşmaktadır (49).

Klinisyenler ve hastalar daima doğal dişlere benzeyen restorasyonlara ilgi duymuştur. Bu estetik talep yıllar boyunca artmıştır ve 1960'lı yılların ortalarından beri rezinler, diş hekimliği uygulamalarında kullanılmaktadır (50). Buonocore, ortofosforik asiti ilk kez 1955 yılında, rezinlerin diş dokusuna adezyonunu güçlendirmek amacıyla kullanmıştır. 1962 yılında Bis-GMA yapısını keşfeden Rafeel Bowen, estetik ihtiyaca cevap veren, kolay manüplasyonu yapılabilen rezin kompozitleri geliştirmiştir (51).

Klinisyenler ilk jenerasyon metil metakrilat rezinlerle ilgili boyutsal stabilite, renk stabilitesi, marjinal sızdırmazlık ve aşınma direnci yetersizliği gibi sorunlarla karşılaşmışlardır (50). Kimyasal olarak polimerize olan bu materyallerin doldurucu partiküllerinin büyük ve konsantrasyonlarının düşük olması cila işlemlerini olumsuz etkilemiştir ve materyalde zaman içerisinde renklenme gözlenmiştir (7).

1970'lerde ışıkla polimerize olan rezinlerin aşınma dirençleri ve renk stabiliteyi daha küçük boyutta doldurucuların ilavesiyle iyileştirilmiştir. Doldurucuların aralarındaki hava oranlarının azaltılması dayanıklılığın da artmasını sağlamıştır (52, 53).

1980'li yılların başlarında rezin kompozitlerin doldurucu partikülleri azaltılarak ve partikül boyutları da 0,04 µm (mikrometre)'ye kadar düşürülerek aşınma dirençleri artırılmıştır. Bu yeni rezin kompozitler iyi bir renk stabilitesi ve iyi cilalanabilme özelliğine sahip olmuştur. Ancak eğilme ve çekme dayanıklılığı azalmıştır (54, 55).

1980'li yılların ortalarında büyük ve küçük doldurucu partiküller birlikte karıştırılarak hibrit kompozitler elde edilmiştir. Hibrit kompozitlerin en büyük partikülleri 1µm büyüklüğündedir (54)

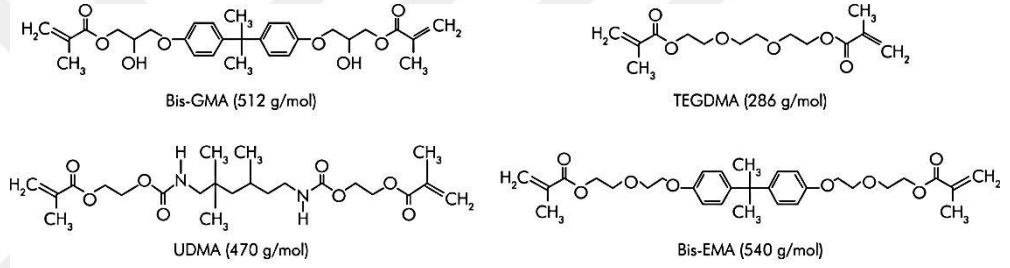
2.3.1. Rezin Kompozitlerin Yapısı

Dental kompozitin fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek oranda üretici firmanın materyal formülasyonuna bağlıdır ayrıca klinisyen tarafından kontrol edilebilen kondansasyon ve polimerizasyon reaksiyonu da etkilidir. Bir dental kompozit materyali; organik polimer matriks, inorganik doldurucu partiküller, matriksi doldurucuya bağlamak için silan bağlayıcı ajan ve polimerizasyon

reaksiyonuna yardımcı olan veya geliştiren kimyasal maddeler olmak üzere 4 temel bileşenden oluşur (55, 56).

2.3.1.1. Organik Polimer Matriks

Rezin kompozitlerde organik polimer matriks inorganik doldurucu partikülleri çevreler ve rezinin sertleşmesini sağlar. Organik polimer matriks oranı yüksek rezinlerde polimerizasyon büzülmesi ve yalıtkanlık artar. Bu nedenle organik polimer matriks oranı fazla olan rezin kompozitin ısı iletkenliği de az olmaktadır. Organik polimer matrikste en yaygın kullanılan monomerler üretan dimetakrilat (UDMA), bisfenol-A-glisidil metakrilat (Bis-GMA) ve viskozite düşürücü olarak Trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA)'dır (22, 57, 58) (Şekil 1).



Şekil 1. Organik Matrikste Bulunan Monomerler

Craig ve Powers (2002)'den modifiye edilmiştir.

Rezin kompozitler organik polimer matriksin yapısına göre ikiye ayrılırlar (53).

2.3.1.1.1. Metil Metakrilat Esash Organik Polimer Matriks

Metakrilat visköz bir materyaldir. Mikro molekül yapısına sahiptir. İçine boya ilave edilmeyen polimerler şeffaftır. X-ışını geçirgenlikleri vardır. Akrilikler yapı itibarı ile sert olup bükülmeye ve çekmeye karşı dayanıklıdır. Polimetakrilatlar 600 kg/cm² kuvvete karşı dayanıklılık gösterebilir (53, 59).

2.3.1.1.2. Bis-GMA Esaslı Organik Polimer Matriks

Bis-GMA bir peroksit katalizör ve amin akseleratör kullanımı ile katılma tipi polimerizasyona uğrayan ve iki tane reaktif çift bağ yapabilen, hemen hemen renksiz visköz bir sıvıdır. Bis-GMA'nın viskozitesini azaltmak için mono, di ve tri metakrilat eklenebilmektedir. Organik matrikse tri fonksiyonel monomer eklenerek trietilenglikol di metakrilat (TEGDMA) elde edilir (53, 60). İyi adezyon sağlayan ve renk değişimine daha dirençli olan üretan dimetakrilat (UDMA) da polimer matriks olarak kullanılmıştır. Günümüz resin kompozitlerinde Bis-GMA ile daha düşük viskoziteye sahip üretan dimetakrilatlar (UDMA) organik matriks yapısını oluşturmaktadır (53, 59, 60).

2.3.1.2. İnorganik Doldurucu Partiküller (Dağılan Faz)

Resin kompozitlerin yapısında bulunan inorganik doldurucu partiküller resin kompozitin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirler. Çeşitli şekil ve büyüklüklerde dağılmış olan kuartz, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko ve itriyum cam, baryum alüminyum silikat gibi partiküller resin kompozitin inorganik kısmını oluşturur (53, 60).

Stronsiyum, baryum, çinko ve itriyum resin kompozite radyopaklık kazandırır. Silika partikülleri resin kompoziti mekanik açıdan güçlendirir, polimerizasyon büzülmesini azaltır, ışığı geçirir ve böylece resinin mineye benzer yarı şeffaf bir görünüm kazanmasını sağlar (60). Saf silika, kristalin ve nonkristalin formlarında bulunur. Kristalin formları serttir. Ancak bu sertlik kompozit resinin bitirme ve polisaj işlemlerini güçleştirir. Bu nedenle günümüzde resin kompozitler silikanın nonkristalin formu kullanılarak üretilmektedir (53, 61–64).

2.3.1.3. Ara faz (Silan Bağlayıcı Ajan)

Organik polimer matriks ile inorganik doldurucu partikülleri birbirine bağlayan fazdır. Bu bağlanmayı silisyumun hidrojenli bileşikleri olan silanlar sağlar. İnorganik doldurucuların organik matrikste homojen dağılımını sağlar. Kimyasal olarak dayanıklı olan bu bileşenler sıvı halden esnek katı hale kadar çeşitli hallerde bulunabilirler (53).

Modern kompozit rezinlerde silika partiküllerinin yüzeyi, silan bağlanma ajanları ile önceden kaplanmış ve silika partikülleri yüzeyinde tek moleküllü ve çift fonksiyonlu çok ince bir katman oluşturulmuştur. Bu katmandaki moleküllerin bir ucu silika partiküllerinin yüzeyinde varolan hidroksil grupları ile, diğer ucu da organik matriksteki polimer ile bağlanmıştır. Silan bağlanma ajanları rezinin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirir ayrıca rezin-partikül ara yüzü boyunca suyun geçişini önleyerek hidrolitik dengeyi sağlar. Böylece rezinin çözünürlüğü ve su emilimi azalır. Doldurucu partiküller ile organik matriks karışımının akıcılığını; monomer akıcılığı, doldurucu partikül miktarı ve partikül büyüklüğü belirler (61).

2.3.1.4. Polimerizasyon Reaksiyonuna Yardımcı Olan veya Geliştiren Kimyasal Maddeler

Rezin kompozitler ışıkla, kimyasal veya hem ışık hem kimyasal olarak aktive edilebilirler. Işıkla aktivasyon için yaklaşık 470 nm dalga boyundaki mavi ışık gereklidir. Üretici tarafından monomere eklenen % 0,2-% 1 arasında kamforkinon tarafından emilen ışık ile aktivasyon sağlanır. Bu reaksiyon, karbon çift bağları içeren organik amin varlığında hızlandırılır. Resin kompozitler oda sıcaklığında muhafaza edildiği ve ışığa maruz kalmadığı sürece içerdiği amin ve kamforkinon da stabildir. Kimyasal aktivasyonda ise oda sıcaklığında organik aminin organik peroksit ile reaksiyona girerek serbest radikalleri oluşturması ve onların da karbon çift bağları ile etkileşimi sonucunda polimerizasyon gerçekleşir (56).

2.3.2. Resin Kompozitlerin Sınıflaması

Resin kompozitler doldurucu içerikleri, miktarları, doldurucunun özellikleri, viskoziteleri ve polimerizasyon yöntemleri gibi pek çok değişkene bağlı olarak sınıflanmıştır (55, 61).

2.3.2.1. Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Rezin Kompozitler

2.3.2.1.1. Kimyasal Olarak Polimerize Olan Rezin Kompozitler

İki pattan oluşurlar. Birinci patta kimyasal polimerizasyonu başlatmak için benzol peroksit, ikinci patta ise tersiyer amin bulunur. Bu iki pat karıştırıldığında serbest radikaller ortaya çıkar ve polimerizasyon sürecini başlatır. Çalışma zamanı polimerizasyon zamanına bağlıdır. Karıştırma işlemi, hazırlama sırasında homojen yapılmazsa tüm kompozit kütlelerinde düzgün bir biçimde polimerizasyon reaksiyonu gerçekleşmeyebilir (65).

2.3.2.1.2. Işıkla Polimerize Olan Rezin Kompozitler

Işık ile aktive olan kompozit rezinler kamforkinon içeren şırınga şeklinde tek bir pat sisteminden oluşup, görünür ışıkla polimerize olurlar. Kamforkinon yaklaşık 470 nm dalga boyu ışığa maruz kaldığında, amin ile reaksiyona girer ve serbest radikaller oluşup, monomerin polimerizasyon reaksiyonu başlar (61). Günümüzde genellikle QTH (quartz-tungsten-halojen) ve LED (light emitting diode) ışık kaynakları kullanılır (66). Işıkla polimerize olan kompozitlerde polimerizasyon büzülmesi ışık kaynağına doğru olur. Bu durum kompozitin kenar uyumunda sorunlara yol açabilir. Bu olay asitle pürüzlendirme ve adeziv sistemlerin uygulanması ile bir miktar önlenir. Bu sistemlerde çalışma zamanı hekimin kontrolü altındadır (61).

2.3.2.1.3. Hem Kimyasal Hem Işık İle Polimerize Olan Rezin Kompozitler (Dual Cure)

Hem ışık hem de kimyasal olarak aktive olan kompozit rezinlerdir. İki ayrı pat formunda bulunurlar. Polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmemesinden endişe edilen her ortamda örneğin derin kavite, 2 mm den daha derin uygulamalar ve interproksimal alanlarda kullanılması önerilen bu sistemler özellikle rezin simanlarda kullanılmaktadır (61).

2.3.2.2. Viskozitelerine Göre Rezin Kompozitlerin Sınıflandırılması

Viskozitelerine göre kompozitler kondanse olabilen kompozitler ve akışkan kompozitler olarak 2'ye ayrılır.

2.3.2.2.1. Kondanse Olabilen Kompozitler

Kondanse olabilen rezinler, 1990'lı yılların sonunda üretilmiş, amalgam gibi kaviteye basınç uygulayarak yerleştirilebilen kompozitlerdir. Kavite duvarlarına daha iyi adaptasyonları ve komşu dişle daha iyi arayüz teması oluşturmaları sınıf II kavitelere başarılı şekilde kullanımlarını sağlar (54, 67).

Kondanse olabilen kompozit rezinlerin doldurucu miktarı fazla ve doldurucuların dağılımı hibrit kompozitlere göre farklı olduğu için viskoziteleri yüksektir. Yapışkanlıklarının azlığı manipulasyon kolaylığı sağlar (57). Kondanse olabilen kompozit rezinler hibrit kompozitlerden daha büyük doldurucu partikül içermesinden dolayı, polisaj sonrasında daha pürüzlü bir yüzey elde edilir ve bu yüzden kondanse olabilen rezinlerin kullanımları arka dişlerle sınırlı kalır (68).

2.3.2.2.2. Akışkan Kompozitler

Küçük partiküllü doldurucu içeren rezin kompozitler ile hibrit rezinlerin kombinasyonundan elde edilen akışkan kompozitler 1995 yılından itibaren kullanılmaktadır. Kompozitin akışkanlığı, içerdiği doldurucu oranın azaltılması ile sağlanmıştır. (69).

2.3.2.3. İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüklerine Göre Rezin Kompozitler

Rezin kompozitlerin diğer bir sınıflandırılması da inorganik doldurucuların partikül büyüklükleri esas alınarak yapılmıştır (61, 70, 71).

2.3.2.3.1. Megafil Kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklükleri 50-100 µm aralığındadır. Aşınmaya karşı dirençli oldukları için çiğneme kuvvetlerine maruz kalan posterior bölgelerin restorasyonunda kullanıma uygun materyallerdir.

2.3.2.3.2. Makrofil Kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklükleri 10-100 µm aralığındadır ve inorganik doldurucuların ağırlıkça oranı rezin kompozitin % 70-80'ini oluşturur. Organik matriks içerisinde inorganik doldurucu olarak kuartz partiküllerinin bulunması organik matriksin daha kolay aşınmasına ve yüzey pürüzlülüğüne sebep olur.

2.3.2.3.3. Midifil Kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 1-10 µm aralığındadır. Resin içerisinde inorganik doldurucuların ağırlıkça oranı % 70-80 civarındadır.

2.3.2.3.4. Minifil Kompozitler

Doldurucu partikül büyüklüğü 0.1-1 µm aralığındadır. Resin içerisinde inorganik doldurucu partiküllerin ağırlıkça oranı % 75-85 civarındadır. İnorganik doldurucu partiküllerin küçük ve çok sayıda olması makrofil kompozite oranla daha düzgün bir yüzey elde edilmesini sağlar. Minifil kompozit içerisindeki inorganik doldurucular kuartzdan daha kırılğan baryum ve stronsiyum gibi ağır metalleri içeren cam ile yoğunlaştırılmış partiküllerdir.

2.3.2.3.5. Mikrofil Kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklükleri 0.01-0.1 µm aralığındadır. Kompozitin içerisindeki inorganik doldurucu partiküller ağırlıkça % 35-60 oranındadır. İnorganik doldurucular kolloidal silika partiküllerinden oluşmuştur. Doldurucu partiküller organik matriks ile hemen hemen aynı hızda aşındığı için bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra makrofil kompozitlere oranla daha düzgün bir yüzey elde edilebilmektedir.

2.3.2.3.6. Nanofil Kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0.005-0.01 µm arasındadır. Üretici firmalar tarafından ağırlıkça değişen miktarlarda inorganik doldurucu partiküller ilave edilmiştir. Partiküller görülemeyecek kadar küçüktür.

2.3.2.3.7. Hibrit Kompozitler

Farklı büyüklükteki (0,01-0,1 µm) doldurucu partiküllerin karışımını içeren kompozit rezinlere hibrit kompozitler adı verilmektedir. Hibrit kompozit rezinlerin içerisine ağırlıkça % 70-80 oranında alümina, silisyum oksit, cam/seramik gibi doldurucular ve çeşitli nanodoldurucular ilave edilerek, hibrit kompozitlerin kolay manipüle edilmesi, mekanik ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi, kolay cilalanma ve cilalı kalma özelliklerini uzun süre devam ettirebilmeleri sağlanmaktadır (61).

Dental kompozit materyaller direkt ve indirekt kompozitler olarak ikiye ayrılır.

2.3.2.3.7.1. Direkt Kompozitler

Direkt kompozitler ağız ortamında hazırlanmış kaviteye doğrudan yerleştirilir ve polimerize edilirler. Çoğunlukla restoratif tedavi uygulamalarında kullanılmaktadırlar (55, 72, 73). Ancak direkt teknikle uygulanan kompozit rezinler polimerizasyon esnasında polimerizasyon büzülmesine uğrayıp ortaya çekme kuvvetleri çıkar. Bu çekme kuvvetleri dişlerde post-operatif hassasiyet, mikrosızıntı ve sekonder çürük oluşumuna sebep olabilir (11).

2.3.2.3.7.2. İndirekt Laboratuvar Kompozitleri

İndirekt kompozitler ağız ortamı dışında ışık, ısı, vakum ve nitrojen atmosferi yoluyla polimerize edilir (55, 72, 73). Kimyasal olarak polimerize olan 1. jenerasyon metil metakrilat esaslı rezinlerin doldurucu partiküllerinin büyük ve konsantrasyonlarının düşük olması boyutsal stabilite, renk stabilitesi ve aşınma direnci yetersizliği oluşturmuştur. Doldurucu partiküllerin boyutu küçültülerek ve ışıkla polimerizasyon sağlanarak aşınma dirençleri, renk stabilitesi ve cilalanabilme özellikleri iyileştirilmiştir. Ancak eğilme ve çekme dayanıklılıkları azaltılmıştır.

İlerleyen yıllarda büyük ve küçük boyutlu doldurucular birlikte kullanılarak 2. jenerasyon indirekt kompozitler elde edilmiştir. İndirekt kompozitler, 2. jenerasyon indirekt kompozit rezinler veya protetik kompozit veya laboratuvar kompozitleri veya dental seromerler (CERamic Optimised PolyMers) olarak da isimlendirilir (8, 55).

Direkt kompozitlerde yaşanan marjinal uyum problemi, derin arayüzlerde kontakt ve kontur alanlarında polimerizasyon büzülmesi göstermeleri sebebiyle klinisyenler alternatif yollar aramışlardır (74). Son 10 yılda rezin kompozitlerdeki en önemli değişiklikler doldurucu sistemlerinin iyileştirilmesi yoluyla yapılmıştır. Doldurucu tipi veya miktarı ve silanizasyon yoluyla doldurucunun yüzey boyutu değiştirilmeye çalışılmıştır. Bu değişiklikler ile kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilip ideal kompozit materyale ulaşılması hedeflenmiştir (7, 55).

Seramik doldurucular ile güçlendirilmiş hibrit kompozit rezinlere seromer adı verilmektedir. Seromerlerin matriks yapısını inorganik ve organik polimer zincirleri, alifatik ya da aromatik dimetakrilat ve silisyum oksit oluştururken, doldurucu kısmını ise cam ve seramik doldurucular ve yüksek oranda silika oluşturmaktadır. Ceramage (Shofu, Kyoto, Japonya), Gradia (GC, Tokyo, Japonya), Estenia (Kuraray, Kurashiki, Japonya) ticari markaları mevcut kullanılan seromer sistemlere örneklerdir (55).

Bu materyaller içinde çalışmamızda kullandığımız 2. jenerasyon indirekt kompozit olan Ceramage (Shofu, Japonya) zirkonyum silikat mikro seramik ile organik matriks yapısında UDMA içeren ve ışıkla polimerize edilen indirekt laboratuvar kompozit materyalidir. Üretici firma (Shofu, Japonya) tarafından Ceramage materyalinin özellikleri aşağıdaki şekilde bildirilmiştir:

Ceramage %73'ün üzerinde doldurucu içeriğine sahiptir. Organik polimer matriksin içerisindeki yüksek doldurucu oranı sebebiyle üstün bir eğilme mukavemeti, esneklik ve iyi bir cilalanma özelliğine sahiptir. Işıkla sertleştirilen geleneksel kompozitlerden daha sert; geleneksel seramiklerden daha esnek ve elastiktir. Doğal dişlere yakın aşınma gösterir. Doğal dişlerle neredeyse aynı ışık geçirgenliği gösterir. Soy ve soy olmayan metalik alt yapılarla bağlanabilir. İyi cilalanabilme özelliği sebebiyle iyi bir renk stabilitesi gösterir ve renklenmeye

dirençlidir. Dental plak birikimine de direnç göstererek restorasyonların uzun süre parlaklığını korumasını sağlar. Doğal diş ve dişeti görünümünü sağlayabilecek geniş renk yelpazesine sahiptir. Uygulama tekniği kolaydır. Porselene göre maliyetleri uygun ve aşınma direnci düşüktür. Renk değiştirme ve marjinal adaptasyon özellikleri iyileştirilmiştir, tamir materyali olarak da kullanılması gibi avantajlarının olması nedeniyle anterior ve posterior kron, tabakalama, inley, onley restorasyonlarda, Maryland köprülerde, laminate veneerlerde ve implant destekli sabit restorasyonlarda, hassas bağlantılı, teleskobik ve konus kronlu protezlerde, implant destekli hibrit protezlerde faset modelajında, estetik tamir işlemlerinde, yumuşak doku kaybının fazla olduğu implant destekli sabit, hareketli ve hibrit protezlerde gingival doku kaybının giderilerek estetiğin sağlanması, doğal görünümün oluşturulabilmesi amacıyla uygulanabilmektedir (55). (<http://www.shofu.com/en/products/ceramics-dentures/ceramage/ceramage/>).

2.3.2.3.7.2.1. İndirekt Kompozitlerin Yüzey Özellikleri (Yüzey İşlemleri)

Diş rengindeki materyallerin estetik görünüm sağlaması ve bu görünümü uzun süre koruyabilmesi son bitirme ve polisaj işlemlerine bağlıdır (75). Materyalin özellikleri, bileşimi veya materyalin içeriğindeki doldurucu partiküller kompozitin yüzey kalitesini etkiler (76). Partikül büyüklüğü kompozit rezinin aşındırma, bitirme ve polisaj işlemlerinden sonraki yüzey pürüzlülük düzeyini belirler. Kompozit rezinlerde partikül büyüklüğü genel olarak 0,04-50 µm arasında değişir. Partikül büyüklüğü 0,01-1 µm arasında değişen küçük partiküllü rezinlerde polisaj işlemi ile iyi sonuç alınır. Bitirme işlemleri arasında kompozitin yüzeyindeki bazı partiküller yerlerinden çıkabilir ve geriye boşluklar kalabilir. Yerlerinden çıkan bu partiküller çok büyük ise yüzey pürüzlülüğü artar. Bu pürüzlü yüzeylerde ışık dağılımlarından kaynaklanan renk değişimleri, organik artıkların birikmesi ve plak retansiyonu görülebilir (61). Yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için kullanılan cihazlardan biri de profilometredir. Elmas tarayıcı uç örnek yüzeylerinde gezdirilirken, elde edilen yüzey pürüzlülüğü bulguları dijital olarak hesaplanır ve kaydedilir. Profilometre ile yüzey pürüzlülüğü ölçümünde Ra, Rz, Rpm gibi parametreler bulunur. Ra, (Roughness Average-ortalama pürüzlülük) yüzeyin ortalama pürüzlülük

ölçümünde kullanılır. Belirli bir ölçüm mesafesindeki tüm yüzey düzensizliklerinin aritmetik ortalamasının alınması ile hesaplanır (77).

2.4. Renk ölçümü

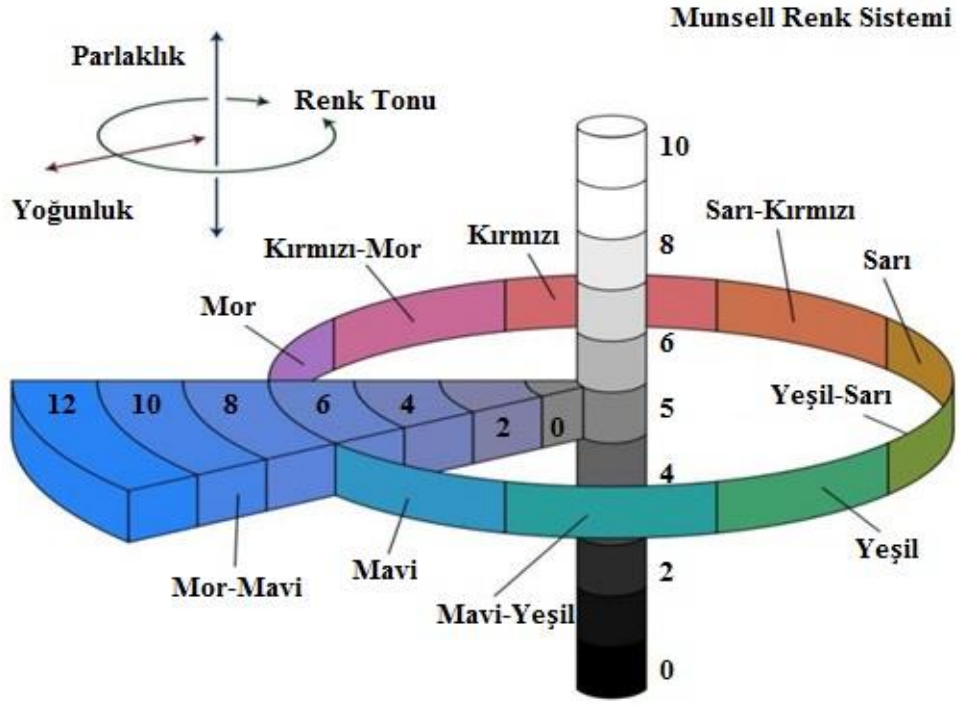
Renk, kişisel gözleme dayalı, bir cismin ışık enerjisi ile etkileşimi sonucu algılanan bir cevaptır (78). Işık, nanometrik dalga boyuna sahip görünür elektromanyetik enerjidir (79). Görünür ışığın çeşitli dalga boylarının Emilimi ve yansıtılması sayesinde renk algılanır. Işık olmadan renk olmaz (80). Işık kırıldığında bir spektrum oluşturur. Elektromanyetik spektrumun bir ucunda kozmik gama ışınları, diğer ucunda radyo dalgaları bulunur. Bu spektrumun ortalarında mor ötesi ve kırmızı ötesi dalga boyları arasında görünür ışık yer alır. İnsan gözü 360 nm (mor)-780 nm (koyu kırmızı) arası dalga boyundaki ışığa duyarlıdır. Buna görünür ışığın spektrumu denmektedir. Beyaz bir cisim görünür ışığın tüm dalga boylarını yansıtırken, siyah bir cisim görünür ışığın tüm dalga boylarını soğurur. Kırmızı bir cisim sarı, yeşil, mavi, lacivert ve mor dalga boylarını soğururken kırmızıyı yansıtır (79).

21 Haziran'da Washington D.C'de öğle sıralarındaki gün ışığı, diş hekimliği renk tespiti uygulamalarında standart olarak kabul edilmiştir (81). Standart aydınlatıcı 6500°K ışığa karşılık gelen D65 (Daylight 65) tir. Diş hekimliği kliniklerinde standart aydınlatıcı ışığa yakın beyaz floresan ışık kaynağı kullanılması önerilmektedir (82).

Renk tanımlaması kullanılan renk sistemine göre değişir (79).

2.4.1. Munsell Renk Sistemi

Munsell renk sisteminde renk üç bileşenle tanımlanmaktadır. Bunlardan birincisi, rengin sarı-kırmızı-yeşil ve maviye göre belirlenen tonu (hue); ikincisi açık-koyu diye ifade edilen yoğunluğu (chroma); üçüncüsü ise, beyazlık ve grilik oranı ile belirlenen parlaklığı (value) dir (83). (Şekil 2)

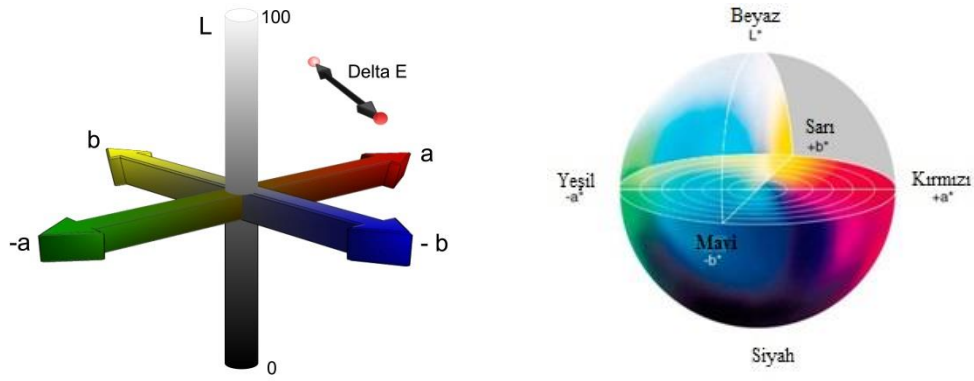


Şekil 2. Rengin tonu, parlaklık ve yoğunluğunu gösteren Munsell renk sistemi

Bayındır ve ark. (84)'dan modifiye edilmiştir.

2.4.2. CIELAB Renk Sistemi

“The Commission Internationale de Leclairage” tarafından 1931 yılında geliştirilen ve günümüzde en yaygın olarak kullanılan renk tespit yöntemidir. CIELAB renk skalası eşit mesafelerin eşit renk değişikliği anlamına geldiği uniform bir skaladır. Bu üç boyutlu renk uzayında L, a, b gibi farklı eksenler kesişir. “**L eksenini**” rengin açıklık-koyuluk koordinatlarını belirler. L=0 ise bütün ışıkları absorbe eden tam siyahı, L=100 ise tam yansıtıcıyı temsil eder. “**a eksenini**” kırmızılık (pozitif a) veya yeşillik (negatif a); “**b eksenini**” ise sarılık (pozitif b) veya mavilik (negatif b) olarak rengin yoğunluk koordinatlarını belirler. L, a, b değerleri matematiksel olarak analiz edilebilir ve farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir (84, 85) (Şekil 3).



Şekil 3. İki renk arasındaki mesafe olarak ΔE örneğini gösteren CIELAB uzay modeli.

Park (86) ve Ragain (87)'dan modifiye edilmiştir.

2.4.3. Renk Ölçümü Cihazları

Uygulanacak restorasyonların renk tonu seçiminde zorluklar yaşanabilmektedir. Kullandığımız renk tonu skalaları doğal diş renkleri ile farklılık göstermektedir (23).

Renk analizi görsel olarak skalalar ve aletler ile yapılabilir. Görsel renk analizi gözlemcinin psikolojik ve fizyolojik cevaplarına bağlı olarak değişebilir. Yorgunluk, yaşlanma, aydınlatma koşulları, cisim ile aydınlatmanın pozisyonu gibi etkenler yanlış renk seçimine sebep olabilir (88, 89).

Aletler ile yapılan renk analizinde optik aletler kullanılarak yansıyan ışık analiz edilir. Kolorimetreler, spektrofotometreler ve görüntüleme sistemleri bu amaçla kullanılan aletlerdir (78).

2.4.3.1. Spektrofotometre

Bir objenin ışığı iletmesi veya yansıtmasına göre 1-25 nm aralığındaki bir dalga boyunu ölçebilen fotometrik bir cihazdır. Devamlı bir renk çizgisi oluşturmak için yapılarında prizma veya dağıtıcı parçalar içerirler (90).

Spektrofotometreler renk uyumu için en doğru, kullanışlı ve esnek araçlardır. Spektrofotometrelerden elde edilen veriler dental profesyoneller için kullanışlı hale

dönüştürülür. İnsan gözü ya da konvansiyonel tekniklerle yapılan gözlemlerle karşılaştırıldığında, spektrofotometrelerin doğrulukta % 33 artış gösterdiği ve vakaların % 93'ünde daha objektif bir eşleşme önerdiği bulunmuştur (89).

2.4.3.2. Kolorimetre

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak rengi tespit edilecek objedeki renk verilerini analiz eden cihazdır. Transludent materyalleri okumada yetersiz olduğundan toplanan veriler belirli bir şekilde değişebilir. Bu nedenle renk ölçümünde standart bir arka plan kullanılmalıdır (91).

2.4.3.3. Dijital Kamera ve Görüntüleme Sistemleri

Çoğu video ve dijital sabit fotoğraf makinası renkli bir görüntü oluşturmak için kırmızı, mavi ve yeşil görüntü bilgilerini kullanır. Dijital kameralar insan gözüyle belirli bir dereceye kadar objektif renk seçimini gerektiren elektronik renk seçiminde en temel yaklaşımı göstermiştir. Verileri yararlı dental renk bilgisine çevirmek için çeşitli yaklaşımlar kullanılmıştır (89).

2.5. Konu İle İlgili Literatür Özetleri

İndirekt kompozit formülasyonları protetik alt yapılarla birlikte veya tek başlarına çeşitli protetik uygulamalarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bu materyaller klinisyenlere yeterli estetik ve dayanıklı çözümler sunmaktadır. Literatürde indirekt kompozitlerin özelliklerini değerlendirmek için çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Cho ve Yi (92), seromerlerle (Artglass, Targis, Sculpture) ilgili yaptıkları çalışmalarında seromerlerin parlaklık değişimini değerlendirmişlerdir. Fırçalama ve termal siklus uygulaması ile tüm seromer örneklerin uygulamalar sonrası yüzey parlaklığının azaldığını bildirmişlerdir.

Ban ve ark. (93), saf titanyum (CpTi) ile 5 farklı indirekt kompozitin (Solidex, Ceramag, Cesead II, Epricord, Sirius) farklı asit solüsyonlarında (%18 HCl, %43 H₃PO₄, %48 H₂SO₄) farklı sıcaklıklarda (40°C, 60°C, 90°C) ve farklı sürelerde (15, 30, 60 dakika) iki farklı termal siklus (10.000 ve 20.000) döngüsü

sonrası bağlantısını değerlendirmişlerdir. Titanyum ve kompozit bağlantısı için H_2SO_4 'ün termal siklus öncesi ve sonrasında basit ve etkili bir yüzey modifikasyon yöntemi olduğu sonucunu bildirmişlerdir.

Fernandes ve ark. (19), dört farklı indirekt kompozit (Ceramage, Gradia, Sinfony, Solidex) ile Ti-6Al-4V titanyum alaşımının bağlantı dayanımını 1, 10, 30 gün sürelerde suda bekletme sonrası değerlendirmişlerdir. Tüm örneklerin bağlantı dayanıklılığı değerleri 15-20 MPa arasında bulunmuştur. Bu değerlerin çigneme kuvvetlerine dayanmak için yeterli olduğu belirtilmiştir. Rezin kompozit adeziv (bağlantı) sistemlerinin titanyum ile farklı bağlantı dayanımı gösterdiği bildirilmiştir. Tüm sistemlerin başlangıç bağlantı dayanımı değerlerinin yüksek olduğu ve suda bekletme sonrası Ceramage ve Solidex kompozitlerinin bağlantı dayanımlarının opak-titanyum arayüzünde başarısızlık gösterdiği, Gradia ve Sinfony kompozitlerinin suda bekletme uygulamasından etkilenmediği bildirilmiştir.

Miyasaka ve ark. (94), 6 farklı indirekt laboratuvar kompoziti (Pearleste, Estenia C&B, Gradia Forte, Gradia, Sinfony, Ceramage) ile ilgili renk çalışmalarında 4 farklı polisaj yöntemi ile polisaj işlemi uyguladıkları kompozitleri 5 hafta $37^\circ C$ 'de kahve solüsyonunda bekletmişlerdir. Boyanma özelliğinin materyallerin yüzeyindeki inorganik doldurucular ve organik matriks ile ilgili olduğunu, organik matriksteki hidrofobik bileşenlerin (UDMA) renklenmeye yatkınlığı azalttığını bildirmişlerdir.

Yanagida ve ark. (95), indirekt kompozitler ile metal alt yapılar arasında yaptıkları bağlantı ile ilgili çalışmalarında çift fonksiyonlu primer ve tribokimyasal yüzey modifikasyon yöntemi ile indirekt kompozit rezin (Ceramage) ve tip 4 altın alaşımı veya ticari saf titanyum arasındaki bağlantı dayanımını değerlendirmişlerdir. $4-60^\circ C$ sıcaklıklarda örnekleri 1dk bekleterek 20.000 termal siklus uygulamışlar, makaslama bağlantı dayanımında tüm örneklerde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Titanyumun kumlama ve primer sistemi birlikte uygulanması ile bağlantı dayanımının yüksek olduğu bildirilmiştir. Tribokimyasal yüzey modifikasyon yöntemi ile birlikte çift fonksiyonlu primer ajan uygulamasının indirekt kompozitlerle altın alaşımları veya titanyum arasındaki bağlantıyı güçlendirdiğini belirtmişlerdir.

Andriani ve ark. (96), implant dayanakları üzerine doğrudan uygulanan 3 farklı indirekt kompozit (Ceramage, Tescera, Diamond Crown) ve konvansiyonel simante edilebilen metal destekli seramik (Ceramco II) kronların kırılma dayanıklılığını değerlendirmişler. Normal çiğneme fonksiyonu esnasında bireylerin 100-700 N aralığında kuvvet oluşturduğunu, çalışmalarında materyallerin ortalama kırılma dayanıklılığını 1128 N civarında bulmuşlardır. Elde edilen sonuçlar ile normal okluzal fonksiyondan daha yüksek kuvvetlerde seramiklerin ve indirekt kompozitlerin kırıldığını bildirmişlerdir.

Voltarelli ve ark. (97), 5 farklı kompozitin (Quixfil, Filtek Supreme, Esthet-X, Z250, Tetric Ceram HB) besinleri simule eden 4 farklı ortamda (suni tükürük, heptan, sitrik asit, %50'lik etanol) 7 gün 37°C sıcaklıkta bekletilmesinin ardından 6 ay fırçalamayı simule etmek için 200 g kuvvet altında, bir yüzeyden çift geçiş ile 250 siklus/dk doğrusal fırçalama hareketi yapan fırçalama simulatöründe 7500 siklus uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmalarında farklı solüsyonlara daldırma sonrası farklı yüzey pürüzlülüğü değerleri elde etmişlerdir. Organik matriksin fazla bozulmasına bağlı, daha fazla doldurucu partiküllerin yüzeyden ayrıldığını ve yüzey pürüzlülüğünün arttığını bildirmişlerdir.

Koizuka ve ark. (20), dişeti rengindeki indirekt kompozit materyali (Ceramage) üç farklı implant alt yapı materyali (Grade 2 titanyum, Tip 4 altın alaşımı ve zirkonyum dioksit seramik) üzerine uygulayıp makaslama bağlantı dayanımını, kumlama işlemi ile birlikte dört primer ajanının indirekt kompozit ile alt yapı materyalleri arası bağlantı yüzeyleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişler ve spesifik fosforik ester grubu içeren primer ajanların metal alt yapılar ile indirekt kompozit arası bağlantıyı güçlendirdiğini bildirmişlerdir.

Tunçdemir ve ark. (98), çay, kahve, kola içerisinde beklettikleri 2 çeşit seromer (Tescera, Estenia), 2 çeşit seramik (E-max, Finesse) ve bir çeşit hibrit kompozit (Tetric Ceram) ile ilgili yaptıkları renk çalışmalarında, tüm örnekleri 1 gün, 1 hafta, 2 hafta ve 4 hafta renklendirici solüsyonlarda bekletmişlerdir. Tüm içecekler içerisinde örneklerin renk değişikliğine uğradığını, seromerlerin en fazla renklenen grup olduğunu ve kahvenin en fazla renklenmeye sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Nishimaki (99), farklı polimerizasyon cihazları ile polimerize edilen 5 farklı indirekt kompozitin (Artglass, Ceramage, Epricord, Prossimo, Solidex) polimerizasyon derinliği ve Knoop sertliğini değerlendirmişlerdir. Farklı polimerizasyon cihazlarının ilgili markanın önerdiği polimerizasyon cihazına göre indirekt kompozitlerin polimerizasyon sonrası özelliklerini artırıp, polimerizasyon süresini kısalttığını bildirmişlerdir.

Han ve ark. (100), 5 mikrohibrit kompozit (Estenia C&B, Clearfil Majesty, Ceramage, Prime Art, Solidex) ve 5 nanofil kompozit (Twiny, Luna-Wing, Gradia Forte, GNH400N, Filtek Supreme XT) ile simule 800 çiğneme siklusu uygulamasında materyallerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Ceramage kompozitin yüzey pürüzlülük değerini en yüksek ($0,699\pm 0,214 \mu\text{m}$), nano doldurucu içeren GNH400N kompozitin daha az ($0,346\pm 0,076 \mu\text{m}$) pürüzlülük değeri gösterdiğini bildirmişlerdir.

Jain ve ark. (101), dört farklı indirekt kompozitin (Radika, Sculpture Plus, Belleglass-NG, Gradia) renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmalarında indirekt kompozitleri 21 gün kahvede bekletmişler ve her üç günde bir renk ölçümü yaparak kompozitlerin renk değişimlerini değerlendirmişlerdir. Aynı kompozitlere 5.000, 10.000 ve 20.000 fırçalama siklusu uygulayarak indirekt kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Renk stabilitesi ile yüzey pürüzlülüğü arasında doğrudan bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir.

Kara ve ark. (102), dört farklı seramik (Vita VM 9, Finesse, IPS Empress 2, IPS Empress e-max) ve bir adet indirekt kompozit (Estenia) materyallerinin 2 farklı beyazlatma ajanı (%10 hidrojen peroksit ve %10 karbamit peroksit) ile farklı sürelerde renk değişikliğini değerlendirmişler, indirekt kompozitlerin beyazlatma ajanlarında bekletme sonrasında anlamlı renk değişikliği gösterdiğini bildirmişlerdir.

Komine ve ark. (103), 3 farklı implant alt yapı materyali (Saf titanyum (Grade 2), tip 4 altın alaşımı, zirkonyum dioksit seramik) üzerine dişeti renginde indirekt kompoziti (Ceramage) 6 farklı yüzey işlemi (Alloy Primer, Clearfil Photo Bond, Clearfil Photo Bond+Activator, Estenia Opak Primer, Metal Link, V-Primer) uygulayarak termal siklus öncesi ve sonrası makaslama bağlantı dayanımını değerlendirmişlerdir. Genellikle termal siklus sonrası materyallerin makaslama

bağlantı dayanımının azaldığını bildirmişlerdir. Hidrofobik bir fosfat monomer ve polimerizasyon başlatıcının uygulanmasının titanyum ve zirkonyum dioksit ile seramiğin bağlantı kuvvetinin korunmasında etkili olduğu, tion monomer ve fosforik monomerin birlikte kullanılması ile bağlantının kuvvetlendiği bildirilmiştir.

Xing ve ark. (104) iki indirekt kompozit (Ceramage, Adoro SR) ve bir direkt kompozit (Gradia Direct Anterior) ile yaptıkları renk çalışmalarında materyalleri 7 gün boyunca çay, kahve ve distile suda bekletmişler ve daha sonra iki farklı beyazlatma ajanı ile materyallerdeki renk değişikliğini değerlendirmişlerdir. Çayda 7 gün bekletilen materyallerin daha fazla renklendiğini ve beyazlatma ajanlarına maruz bırakıldıktan sonra renk değişimi değerlerinin başlangıç değerlerine yaklaştığını bildirmişlerdir.

Su ve ark. (105), zirkonyum dioksit kor yapı ile Ceramage indirekt kompoziti arasındaki bağlantıyı değerlendirmek için farklı basınçlarda (0,1, 0,2, 0,4, 0,6 MPa), farklı sürelerde (7, 14, 21 saniye) iki farklı boyutta (50 ve 110 µm) alumina tozu ile kumlama işlemi uygulamışlardır. 0,2 MPa, 21 sn ve 110 µm alumina tozu ile kumlama işleminin zirkonyum dioksit kor ile indirekt kompozit arasındaki bağlantıyı artırdığını bildirmişlerdir.

Duraes ve ark. (106), 2 seromerin (Ceramage, Vita VMLC) yüzey pürüzlülüğünü farklı polisaj yöntemleri uygulayarak değerlendirmişlerdir. Edenta marka aşındırıcı içeren uçlarla polisaj işleminin silikon uçlara göre yüzey pürüzlülüğünü azalttığını bildirmişlerdir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı Grade 5 titanyum ve kobalt-krom (Co-Cr) alt yapılar üzerine uygulanan bir indirekt kompozit olan Ceramage'ın (Shofu, Japonya) distile su, çay, kahve ve gastrik sıvıda bekletme uygulamaları, fırçalama simülasyonu, termal siklus uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğünü ve renk değişimini değerlendirmektir.

2. jenerasyon indirekt kompoziti olan Ceramage; yüzey modifikasyon yöntemlerinin gelişmesi sayesinde metaller ile arasında kuvvetli bağlantı elde edilmesi, metalik alt yapılara bağlanarak Maryland köprü, kron-köprü, implant destekli uygulamalar gibi çeşitli uygulamalarda mineye benzer aşınma göstermesi, seramiklere alternatif olarak brüksizimli hastalarda ve periodontal destek dokuları yetersiz bireylerde gerilim absorbe edici bir materyal olması gibi özellikleri sebebi ile çalışmamızda kullanılmıştır.

Çalışmanın deneysel kısımları Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı (distile su, çay, kahve, gastrik sıvıda bekletme işlemleri, yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, renk değişimi ölçümleri), ve Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda (termal siklus uygulaması, fırçalama simulatörü) yapıldı. SEM (Scanning Electron Microscope:Taramalı Elektron Mikroskobu) analizi Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi YETEM (Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi) Merkezi'nde gerçekleştirildi.

Çalışmada kullanılan cihazlar ve materyaller Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan cihazlar

Cihazlar	Üretici Firma
Termal Siklus Cihazı	Moddental, Türkiye
Fırçalama Simulatörü	Moddental, Türkiye
Profilometre	Surftest SJ210, Mitutoyo, Japonya
Spektrofotometre	Vita Easyshade 62011, Vita Zahnfabrik, Almanya
Etüv Cihazı	Nüve FN055, Türkiye
Metalografik Polisaj Cihazı	Metkon, Türkiye
Ultrasonik Temizleme Cihazı	CD4860, Çin
pH Ölçme Cihazı	Isolab 031046, Tayvan
Polimerizasyon Cihazı	Solidilite V, Shofu, Almanya

Tablo 2. Çalışmamızda kullanılan materyaller

Materyaller	Üretici Firma	İçerik	Lot No
Co-Cr	SYM, Türkiye	% 63 Kobalt, % 29 Krom, % 6 Molibden, % 2 Silisyum	Cp 150502
Titanyum	Supra Alloys, ABD	Grade5 (Ti6Al4V)	-
Çay	Lipton, Unilever San.Tic.A.Ş. İstanbul, Türkiye	Lipton Earl Grey, Bergamot Aromalı Siyah Çay	690639321106
Kahve	Nestle Gıda San. A.Ş. Bursa, Türkiye	%100 Çözünebilir Kahve	70580202C
Pepsin	Merck, Almanya	Pepsin	-
Diş Macunu	Colgate Palmolive Temizlik Ürünleri San. Tic. A.Ş. İstanbul, Türkiye	Kalsiyum karbonat, su, sorbitol, sodyum lauril sülfat, hidratlı silika, sodyum monoflofosfat, aroma, selüloz zamkı, magnezyum alüminyum silikat, sodyum karbonat, benzil alkol, sodyum sakarin, bikarbonat, öjenol, limonen	7130CN121N
Diş Fırçası	Colgate Palmolive Temizlik Ürünleri San. Tic. A.Ş. İstanbul, Türkiye	-	P18315140
Ceramage A2B	Shofu,Almanya	% 73 Zirkonyum silikat doldurucu (amorf), UDMA, Diğerleri	121612
Ceramage 58	Shofu,Almanya	% 73 Zirkonyum silikat doldurucu (amorf), UDMA, Diğerleri	101616
Universal Pre Opak	Shofu,Almanya	Hidroksi Etil Metakrilat (% 4-7), mikro füme silika (% 5-10), UDMA, Diğerleri	111614
Universal Opak	Shofu,Almanya	Hidroksi Etil Metakrilat (% 4-7), mikro füme silika (% 5-10), UDMA, Diğerleri	121612
ML Primer	Shofu,Almanya	Aseton (% 99), Fosfonat monomeri, Tiyotik asit monomeri	111601
Universal Oxy-barrier	Shofu,Almanya	Polietilen Glikol, Gliserin, Su, Füme Silika, Pigment	0161612
Dura-polish	Shofu,Almanya	Alüminyum Oksit (% 70), Balmumu, Pigment, Diğerleri	111624
Dura-polish dia	Shofu,Almanya	Elmas tozu (% 70), Balmumu, Stearik asit	101606

3.1. Örnek Sayılarının Belirlenmesi

Yapılan deneysel çalışma sonucunda anlamlı veriler elde edilebilmesi ve çıkacak sonucun güvenilirliğinin kabul edilebilmesi için istatistiksel power (güç) analizi yaptırıldı. Kohli ve Bhatia'nın (107) gerçekleştirdiği metodolojisi benzer bir çalışmada farklı akrilik materyallerden 3 farklı zaman aralığında (1, 15, 30 gün) su, çay, kahvede bekletme sonucunda renk değişikliği verileri power (güç) analizi ile incelenerek örnek sayıları belirlendi. Her bir gruptan 10 örnek incelendiğinde istatistiksel olarak çalışmamızın gücünün yaklaşık % 96 oranında olacağı bildirildi. Çalışmamızda her bir alt grup için 12 örnek olacak şekilde toplam 144 adet örnek hazırlanmasına karar verildi.

3.2. Örnek Boyutlarının Belirlenmesi

Literatürdeki benzer çalışmalar değerlendirilerek (4, 19, 20, 93, 108, 109), çalışmamızda kullanılacak Grade 5 titanyum (Ti) ve kobalt-krom (Co-Cr) alaşımlarının 10 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde diskler şeklinde hazırlanması kararlaştırıldı.

Renk stabilitesi değerlendirilecek olan Ceramage indirekt kompozitin ilgili literatürlere paralel olarak metal alt yapılar üzerine 6 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde olacak şekilde uygulanmasına karar verildi (4, 19, 20, 93, 108, 109).

3.3. Metal Alt Yapıların Elde Edilmesi

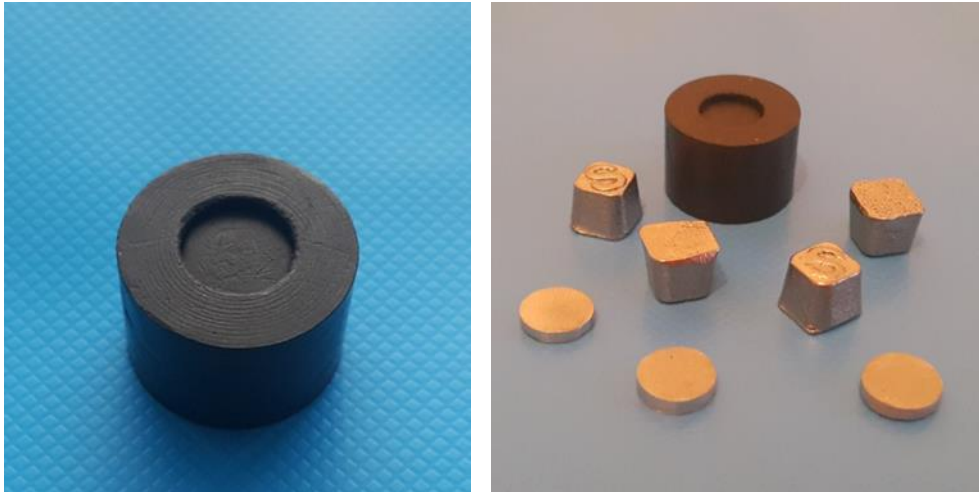
3.3.1. Kobalt-Krom (Co-Cr) Alt Yapı Örneklerin Elde Edilmesi

Örneklerin hazırlanmasında nikel, berilyum ve kadmiyum içermeyen % 63 kobalt, % 29,5 krom, % 6 molibden, % 1,5 silisyum içeren bir Co-Cr alaşımı (Sym, Türkiye) kullanıldı (Resim 1).



Resim 1. Çalışmamızda kullanılan kobalt-krom (Co-Cr) metal alaşımı

Kobalt-krom (Co-Cr) alaşımından 10x2 mm ebatlarında 72 adet disk şeklinde örnek döküm yoluyla elde edildi. Örneklerin, disk şeklinde oluşturulabilmesi için bir teflon kalıp kullanıldı. Teflon kalıp içerisine mavi mum damlatılarak 72 adet disk şeklinde mum örnek oluşturuldu (Resim 2).



Resim 2. Disklerin üretiminde kullanılan teflon kalıp

Mum örnekler döküm kanallarına bağlanarak, döküm yolları hazırlandı. Manşet hazırlanıp; revetmanın manşete dökülüp sertleşmesi beklendi. Ön ısıtma için 250°C fırında manşet, döküm kanalı yolu altta kalacak şekilde 25 dk bekletildi. Manşet, döküm fırınına konup kademeli olarak 980°C'ye kadar ısıtıldı ve bu sıcaklıkta 10 dk bekletildi. Böylece mum eliminasyonu gerçekleştirildi. Daha sonra indüksiyon fırınına konan manşet ve üretici firmadan temin edilen alaşım, seramik potaya konuldu ve 1385°C'de metal alaşımı erime noktasına ulaşınca döküm işlemi gerçekleştirildi. Manşet, oda sıcaklığında soğutuldu ve kırılarak örnekler ortaya çıkarıldı (Resim 3).



Resim 3. Döküm işlemi sonrası manşetten çıkarılan kobalt-krom (Co-Cr) diskler

Döküm kanalları tur motoru ve karbon separe (Dentarium, ABD) ile uzaklaştırıldı (Resim 4).



Resim 4. Döküm kanalları uzaklaştırılmış kobalt-krom (Co-Cr) diskler

Yüzeydeki kontaminasyonlardan ve düzensizliklerden kurtulmak için uygun frezlerle elde edilen örneklerin tesviyesi yapıldı (Resim 5).



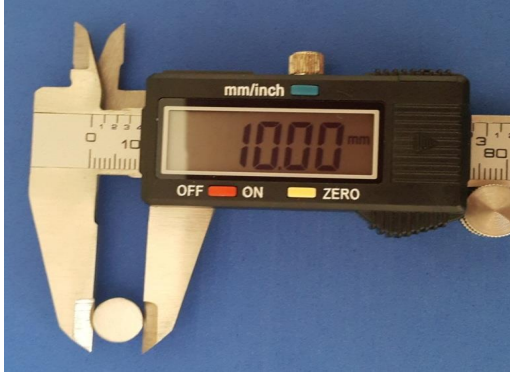
Resim 5. Tesviyesi yapılmış kobalt-krom (Co-Cr) disk örneği

Hazırlanan örnekler 250 mikrometre (μm) partikül boyutundaki Al_2O_3 ile kumlandı (Resim 6).



Resim 6. Kumlama cihazı ve 250 mikrometre (μm) partikül boyutunda Al_2O_3 ile kumlama yapılan kobalt-krom (Co-Cr) diskler

10x2 mm ebatlarında kobalt-krom (Co-Cr) diskler elde edildi. Tüm kobalt-krom (Co-Cr) diskler deney gruplarına ayrılmadan önce her bir grupta 12 örnek olacak şekilde numaralandırıldı (Resim 7).

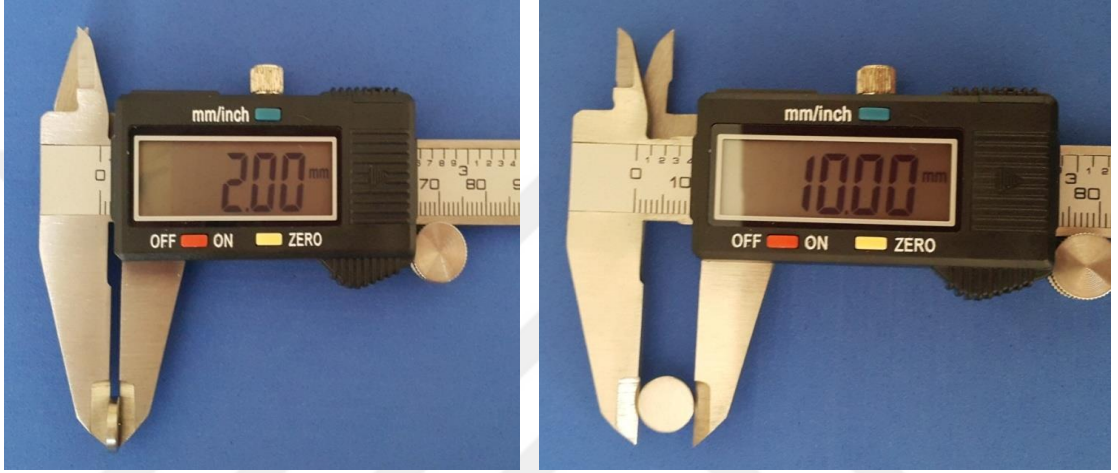


Resim 7. Döküm yoluyla elde edilen 10x2 mm ebatlarında Co-Cr diskler

Kuflanan Co-Cr örnekler ultrasonik temizleme cihazında etanol içinde 5 dk boyunca temizlendi (110).

3.3.2. Grade 5 Titanyum Alaşımından Alt Yapı rneklerin Elde Edilmesi

Disk Şeklinde titanyum örnekler elde edebilmesi amacı ile 10 mm çapında Grade 5 titanyum ubuk (Supra Alloys, ABD), Timed Metal Makina İthalat İhracat Sanayi ve Ticaret Ltd. Őti. firmasından temin edildi. Temin edilen Grade 5 titanyum çubuk, tel erozyon yöntemi ile kesilerek 10x2 mm disk Őekline dönüştürüldü (Resim 8).



Resim 8. 10x2 mm ebatlarında elde edilen titanyum diskler

Tel erozyon yöntemi dielektrik bir sıvı (distile su, parafin veya gaz yağı ilave edilmiş gliserin-su karışımı) içerisinde bulunan elektrotlar arasında ard arda oluşan kıvılcımların metal çalışma parçasını aşındırma ilkesine dayanır.

Tel erozyon yönteminde kıvılcım olarak görülen olay aslında bir iyon-elektron akımıdır. Çok hızlı hareket eden elektronlar çarptıkları yerde enerji açığa çıkarıp ısı meydana getirirler. Bu ısı metal yüzeyinde erimeye neden olur (Resim 9).



Resim 9. Tel erozyon yöntemi ile titanyum disklerin elde edilmesi

10x2 mm ebatlarında elde edilen titanyum diskler deney gruplarına ayrılmadan önce her bir grupta 12 örnek olacak şekilde numaralandırıldı. Grade 5 titanyum örnekler ultrasonik temizleme cihazında, etanol ile 5 dk boyunca temizlendi (110).

3.4. Titanyum (Ti) ve Kobalt-Krom (Co-Cr) Alt Yapıların Bağlantı Yüzeylerinin Hazırlanması

3.4.1. Titanyum (Ti) ve Kobalt-Krom (Co-Cr) Alt Yapıların Polisajı

Hazırlanan metal alt yapıların Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda mevcut bulunan metalografik polisaj cihazında (Metkon, Türkiye) 600 grit silikon karbit zımparalarla (Atlas Brand, İngiltere) 300 rpm devirde su soğutması altında 10 sn olacak şekilde polisajı yapıldı. Uygun yüzey elde edilemeyen metal alt yapı örneklerde ilave zımparalama işlemi yapıldı (111) (Resim 10).



Resim 10. Metalografik polisaj cihazı

3.4.2. Titanyum (Ti) ve Kobalt-Krom (Co-Cr) Metal Alt Yapıların Kumlanması

Hazırlanan metal alt yapı örnekler 110 μm partikül boyutlu Al_2O_3 ile kumlandı. Kumlama işlemi 2,5 atm basınçla 90° açılı 10 mm mesafeden 10 sn olacak şekilde uygulandı (19, 20) (Resim 11).



Resim 11. Kumlama cihazında 110 μm 'lik Al_2O_3 ile metal örneklerin kumlanması

Kumlama işlemi yapılan kobalt-krom (Co-Cr) ve Grade 5 titanyum örnekler ultrasonik temizleme cihazında (CD4860, Çin) 10 dk boyunca temizlendi (Resim 12) (19, 20).



Resim 12. Ultrasonik temizleme cihazı

3.5. Bağlantı Yüzeyleri Hazırlanmış Kobalt-Krom (Co-Cr) ve Titanyum (Ti) Alt Yapılara Ceramage'ın Uygulanması

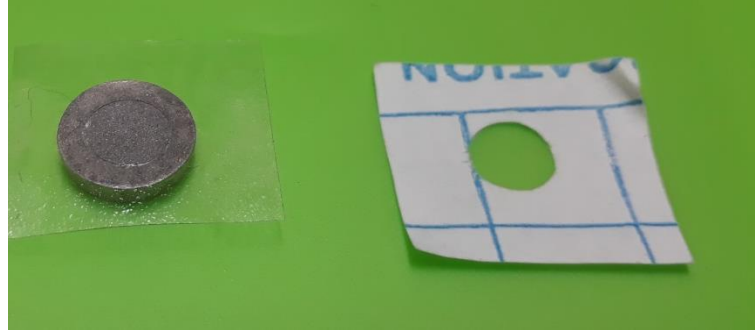
Kobalt-krom ve titanyum alt yapı örneklerin yüzeylerine Ceramage indirekt kompozit, üreticisi Shofu firmasının talimatları doğrultusunda aşağıda belirtildiği şekilde uygulandı.

İlk olarak Co-Cr ve Ti örneklerin bağlantı yüzeylerine bir metal primer olan M.L. Primer (Shofu, Almanya) tek kullanımlık fırça ile uygulanarak 10 saniye (sn) beklendi (Resim 13).



Resim 13. Metal-indirekt kompozit bağlantısı için kullanılan metal primer

Metal primer-preopak-opak tabakalarını 10 mm çapındaki metal alt yapıların tam merkezlerine gelecek şekilde uygulayabilmek için, iç çapı 6 mm olan çift taraflı yapışkan bant (Temat, Çin) örnek yüzeyine yerleştirildi (20). (Resim 14)



Resim 14. Metal primer-preopak-opak tabakasını 6 mm çapında uygulayabilmek için kullanılan çift taraflı yapışkan bant

Tek bir tabaka preopak (Universal Opaque, Shofu, Almanya) tek kullanımlık fırça ile sürülerek; üretici firmanın talimatları doğrultusunda laboratuvarımızda bulunan polimerizasyon cihazında (Shofu Solidilite V, Almanya) 90 saniye (sn) polimerize edildi (Resim 15).



Resim 15. Metal alt yapı üzerine preopak tabakası uygulaması

Daha sonra opak (Universal Opaque, Shofu, Almanya) tek tabaka olarak tek kullanımlık fırça ile uygulandı. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda 90 sn polimerizasyon cihazında (Solidilite V, Shofu, Almanya) polimerize edildi (Resim 16).



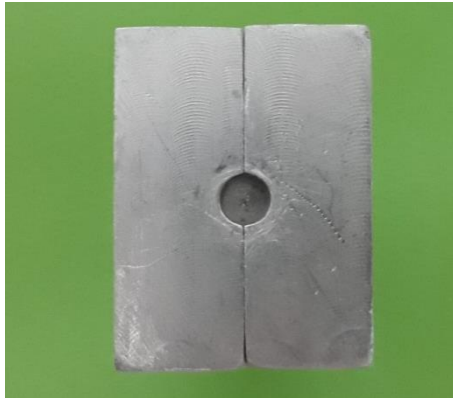
Resim 16. Metal alt yapı üzerine opak tabakası uygulaması

Çift taraflı yapışkan bant, opak tabakası uygulanmış metal alt yapılardan uzaklaştırıldı. 0,1 mm kalınlığında metal primer-preopak-opak tabakası elde edildi (Resim 17) (112).



Resim 17. 0,1 mm kalınlığında metal primer-preopak-opak uygulanmış metal alt yapı

Metal primer-preopak-opak tabakaları uygulanmış metal alt yapı örnekler üzerine, aynı ebatlarda Ceramage indirekt kompozit rezinin uygulanabilmesi için 50x50x30 mm boyutlarında iki parçalı, merkezinde metal alt yapıların tam olarak yerleştirildiği 10 mm çapında boşluk bulunan ve bu boşluğun üzerinde 6 mm genişliğinde, 2 mm yüksekliğinde kompozitin yerleştirilmesine olanak sağlayan bir boşluk daha bulunan bir metal jig tasarlandı (Resim 18).



Resim 18. Ceramage'ın metal alt yapılar üzerine standart olarak yerleştirilmesi amacıyla tasarlanan metal jig

6 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde Ceramage kompozitini düzgün şekilde kondanse edebilmek için; preopak ve opak tabakaları uygulanmış metal alt yapı, tasarlanan metal jig içine yerleştirilerek, jig merkezinde ve yanlarında bulunan vidalar yardımı ile sabitlendi.

Ceramage tabakalar şeklinde uygulanıp, polimerizasyon cihazında (Solidilite V, Shofu, Almanya) polimerize edildi (Resim 19).



Resim 19. Metal jig içerisinde tabakalar şeklinde kondanse edilmiş Ceramage

Bu aşamada yaklaşık olarak 1,25 mm yüksekliğindeki A2 dentin Ceramage (Shofu, Almanya) üzerine 0,75 mm “58” mine Ceramage (Shofu, Almanya) kompozit tabakalar şeklinde uygulandı. Eksik veya taşkın doldurmamaya dikkat edildi. Toplamda 3 kez polimerizasyon cihazında (Solidilite V, Shofu, Almanya) 90 sn sürelerle polimerize edildi. Polimerizasyon sonrası metal jigden örnekleri çıkarırken kuvvet uygulamamaya dikkat edildi.

Elde edilen örneklerin oksijen inhibisyon tabakasını engellemek amacı ile Oxy-Barrier (Shofu, Almanya) tek kullanımlık fırça ile uygulandı. Üreticinin talimatları doğrultusunda polimerizasyon cihazında (Shofu Solidilite V, Almanya) 90 sn polimerize edildi. Örneklerdeki Oxy-Barrier (Shofu, Almanya) tabakası hava-su spreyi ile uzaklaştırıldı (Resim 20).



Resim 20. Oxy-Barrier uygulaması

3.6. Ceramage Kompozit Yüzeylerine Uygulanan Polisaj İşlemleri

Ceramage kompozit örnek yüzeylerine üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda Dura-Polish (Shofu, Almanya) ve Dura-Polish Dia (Shofu, Almanya) polisaj patları kullanılarak polisaj diskleri ve polisaj keçeleri ile 30'ar saniye polisaj işlemi yapıldı (106). Dura-Polish ağırlık olarak % 73 alüminyum oksit partikülleri içeren polisaj pastasıdır ve üretici tarafından ön polisaj işlemleri için tavsiye edilmektedir. Dura-Polish Dia ağırlık olarak % 67 elmas partikülleri içerir ve Dura-Polish'ten sonra bitim aşamasında yüksek parlaklık elde etmek için kullanılmaktadır (Resim 21).



Resim 21. Polisaj işlemi için kullanılan materyaller

3.7. Örneklerin Başlangıç Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Ölçülmesi

Örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğünün ölçülebilmesi için SurfTest SJ 210 (Mitutoyo, Japonya) taşınabilir profilometre cihazı kullanıldı. Cihazın kaydedici ucu belirli bir hızda örnek yüzeyinde gezerken, yüzey pürüzlülüğüne bağlı ucun yaptığı dikey hareketler elektriksel akım farklılıkları oluşturarak yüzey profili kaydedilmekte ve yüzey topografisi ile ilgili değerler rakamsal veya grafiksel olarak elde edilebilmektedir (106, 113).

Çalışmamızda elmas uç çapı 2 μm , uç açısı 60° ve ISO 4287:1997 profili kullanılarak yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapıldı. Cut-Off (kesme değeri) değeri 0,8 mm ve elmas ucun takip uzunluğu 0,25 mm/sn sabit hızla hareket edecek şekilde ayarlandı (Resim 22) (114, 115).



Resim 22. Yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için kullanılan profilometre cihazı

Cihaz her bir grup örneğin ölçümü öncesi Ra değeri 2,970 μm olan kendi referans bloğu kullanılarak kalibre edildi. Her bir örnek saat yönünde rastgele

açılarda döndürülerek üç ölçüm yapıldı. Bu değerlerin ortalaması, ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri olan Ra değerleri olarak kaydedildi (116). Ölçüm sırasında örnekleri sabit tutmak için yeniden kullanılabilir ve sökülebilir yapıştırıcı olan Tack-it (Faber-Castel, Almanya) kullanıldı.

3.8. Örneklerin Başlangıç Renk Ölçümlerinin Yapılması

Ultrasonik temizleme cihazında temizlenen örnekler yüzeylerindeki sıvının uzaklaştırılması amacıyla bir kağıt havlu ile kurutularak ilk renk ölçümleri spektrofotometre cihazı (Vita Easysshade 62011, Vita Zahnfabrik, Almanya) ile yapıldı. Örneklerin ilk renk ölçümü öncesinde ölçüm (başlık) ucu cihazın yan kısmında bulunan ve içerisinde standart A2 renginde seramik ingot içeren kalibrasyon portu açıklığına yerleştirilerek cihazın kalibrasyonu yapıldı (117). Renk ölçümü için “single tooth” seçeneği seçildi. Vita Easysshade’in renk ölçümü yapacak başlığının (ölçüm alanı çapı 5 mm) her zaman örnek yüzeylerinin aynı noktasını ölçmesini ve kaydetmesini sağlamak için 2 mm kalınlığında plastikten üretilmiş özel bir ölçüm aparatı kullanıldı (118,119). Örnek gruplarının farklı yaşlandırma işlemleri sonrasında renk ölçümleri tekrarlandı. Spektrofotometre ile ölçümler CIELAB renk sistemine göre yapıldı. Renk ölçümleri CIE L*, a* ve b* değerleri olarak kaydedildi. CIELAB renk sisteminde L, rengin parlaklığını, a: kırmızıdan yeşile, b: sarıdan maviye içeriği göstermektedir. Her bir örnek için ΔE şu eşitlik kullanılarak hesaplandı: (120)

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

3.9. Titanyum (Ti) ve Kobalt-Krom (Co-Cr) Alt Yapılar Üzerine Uygulanmış Ceramage Kompozit Örneklerin Yaşlandırma İşlemleri

3.9.1. Suda Bekletme

Hazırlanan örnekler 24 saat, 7 gün, 14 gün, 21 gün ve 28 gün sürelerle 37°C distile suda etüvde (Nüve FN055, Türkiye) bekletildi. Renk ölçümleri ve yüzey pürüzlülükleri ölçümleri bu süreler sonunda tekrarlandı (121, 122).

3.9.2. Termal Siklus Uygulaması

Hazırlanan örnekler 5°C–55°C arasında su dolu kaplarda 25'er saniye bekleyecek ve kaplar arası geçiş 10 sn olacak şekilde termal siklus cihazında (Moddental, Türkiye) 5000 termal siklusa maruz bırakıldı (6, 110, 123). Termal siklus uygulaması sonrası örneklerin renk ölçümleri ve yüzey pürüzlülük ölçümleri tekrarlandı ve renk değişimleri (ΔE) ve yüzey pürüzlülük değerleri değişimi tespit edildi.

Termal siklus cihazı su dolu 2 termostatlı kap ve mekanik koldan oluşan bir cihazdır. Ağız içindeki soğuk ve sıcak durumları taklit etmek için kaplardan biri 5°C'de ve diğeri 55°C'de bulunur. Mekanik kol ise örnekleri bir kaptan diğere aktarır. Bir siklus soğuk su dolu kaba daldırma ve sonra sıcak su dolu kaba daldırmadan oluşur (Resim 23).



Resim 23. Termal siklus cihazı

3.9.3. Fırçalama Simulasyonu

Fırçalama simulasyonu fırçalama simulatörü (Moddental, Türkiye) ile yumuşak kıllı fırçalar (Colgate Mikroİnce Siyah, Türkiye) kullanılarak yapıldı (Resim 24).

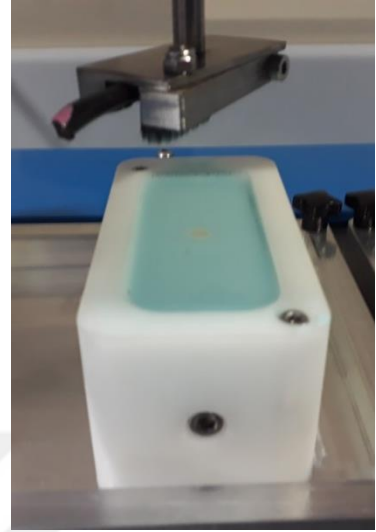
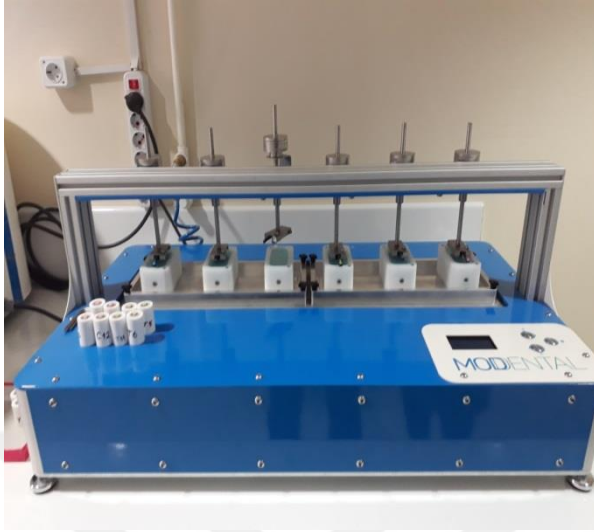


Resim 24. Fırçalama simulatöründe kullanılan yumuşak kıllı fırça

Fırça sapları kesilerek sadece baş kısmı fırçalama simulatörüne monte edildi. Her bir örnek için 1 adet fırça kullanıldı. Her fırça/klemp set ağırlığı 200 g olarak belirlendi (124).

Her bir örnek teflon malzemeden oluşan, içerisine macun ve distile su

karışımı konulabilen aparatların içerisinde tam merkezde olacak şekilde yerleştirilip sıkıştırıldı (Resim 25).



Resim 25. Fırçalama simülatorü

Distile su-macun karışımı 1000 mL distile su-250 mL macun (Colgate Üçlü Etki, Türkiye) (ISO 11609:2010) homojen şekilde karıştırılarak hazırlandı (124) (Resim 26-27).



Resim 26. Fırçalama simülasyonunda kullanılan macun



Resim 27. Fırçalama simülasyonunda hazırlanan macun-distile su karışımı

İn vivo çalışmalarda bireylerin dişlerini günde 2 kez 2'şer dakika fırçaladıkları kabul edilmiştir. Bir diş fırçalama seansının 15 siklus olduğu bildirilmiştir. Ortalama 900 siklus 1 aylık diş fırçalamayı temsil etmektedir. 10.000 siklusun 1 yıllık fırçalamayı simule ettiği bildirilmiştir. Çalışmamızda örnekler 50.000 fırçalama siklusuna maruz bırakıldı. 50.000 siklus sağlıklı bir bireyin ortalama 5 yıllık fırçalama değerine eş değerdir (125).

3.9.4. Kromojen Sıvılarda Bekletme

Hazırlanan örnekler renklendirici özelliği bulunan çay, kahve solüsyonlarında bekletildi. Kahve solüsyonu için; 2 g granül kahve (Nescafe Classic, Türkiye) 200 mL kaynatılmış distile suda 10 dk karıştırıldı ve örnekler bu solüsyona konuldu, çay solüsyonu hazırlamak için 300 mL kaynamış distile suyla bir poşet çay (3,2 g) (Lipton Earl Grey Bergamot Aromalı Siyah Çay, Türkiye) 10 dk karıştırıldı ve örnekler bu solüsyonun içine bırakıldı (Resim 28).



Resim 28. Kromojen sıvıların hazırlanması

Örnekler solüsyonlara yerleştirilmeden önce solüsyonların pH ölçümleri yapıldı (Resim 29-30).

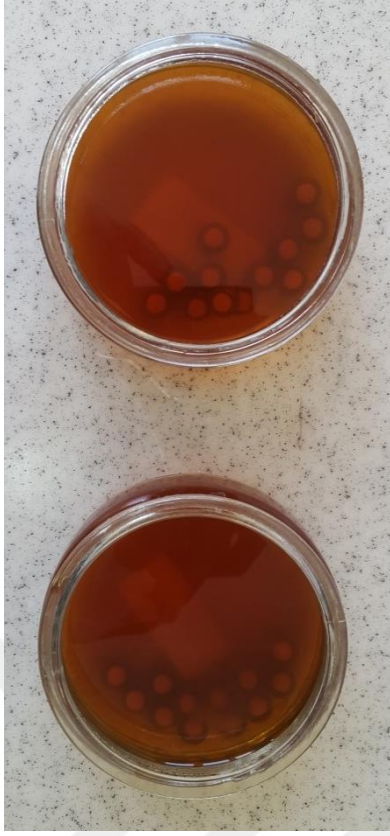


Resim 29. ay solüsyonu pH ölçümü



Resim 30. Kahve solüsyonu pH ölçümü

Örnekler bu solüsyonların içine bırakıldı. Kahve ve çay solüsyonları her gün taze olarak hazırlandı. Kahve ve çay solüsyonları cam kaplar içerisine yerleştirildi. Bu solüsyonların içerisine örnekler konularak 37°C etüvde (Nüve FN055, Türkiye) bekletildi (Resim 31-32).



Resim 31. Çay solüsyonu içerisinde yerleştirilmiş örnekler (CoCrC/TiC)



Resim 32. Kahve solüsyonu içerisinde yerleştirilmiş örnekler (CoCrC/TiC)

Renk ölçümleri ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri 1, 7, 14, 21 ve 28 gün sürelerde tekrarlandı. Ölçümler öncesi örnekler distile su ile 5 dakika yıkandı ve kurulama kağıdı ile kurulandı. Renk farklılığı ΔE denklemi kullanılarak hesaplandı (15, 123, 126).

3.9.5. Gastrik Sıvı ile Yaşlandırma

Daha önce yapılmış bir çalışmaya benzer şekilde (64, 127) gastrik sıvıyı simule etmek için 0,4 g sodyum klorid, 0,64 g pepsin ve 1,4 mL HCl; 200 mL distile su içinde çözündürüldü ve pH ölçer (Isolab, Taiwan) ile ölçüldüğünde asidik pH (pH:1,23) elde edecek bir çözelti hazırlandı (Resim 33-34). Cam kaplar içerisinde yerleştirilmiş çözelti içerisinde örnekler 37°C'de etüvde (Nüve FN055, Türkiye) 24 saat süresince, 3 gün, 5 gün ve 7 gün sürelerle bekletildi. Solüsyonlar hergün taze olarak hazırlandı. Örnekler renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri öncesinde hava-su

spreyi kullanılarak asidik çözeltiden arındırıldı. Örneklerin renk değişikliği ve pürüzlülük ölçümleri yapıldı.



Resim 33. Gastrik sıvıyı hazırlamada kullanılan materyaller ve hassas terazi ile ölçümü



Resim 34. Gastrik sıvının hazırlanması ve gastrik sıvı içine bırakılmış örnekler

3.10. SEM (Scanning Electron Microscope: Taramalı Elektron Mikroskobu) ile Örneklerin İncelenmesi

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) örneklerin mikro yapılarının analizi için kullanılan bir cihazdır. Yüksek enerjili elektronlarla yüzeylerin taranması prensibiyle çalışır (128,129). Çalışmamızda farklı yaşlandırma işlemleri uygulanan örneklerin yüzeyleri SEM cihazı (FEI Quanta Feg 250, Hollanda) ile analiz edildi. Tüm örnek gruplarından seçilen 1'er örneğin yüzeylerinden düşük vakumda, 20 kV flaman geriliminde ve X10.000, X20.000 büyütmelerde görüntüler alındı (Resim 35).



Resim 35. SEM analizi için örneklerin taramalı elektron mikroskobuna (FEI Quanta Feg 250, Hollanda) yerleştirilmesi

3.11.İstatistiksel Yöntem

Çalışmamızda elde edilen veriler SPSS Programı (V22.0, IBM Inc. Chicago, ABD) yardımıyla analiz edildi.

Çalışmada yüzey pürüzlülüğü, L^* , a^* , b^* , ΔE özelliği bakımından farklı zamanlarda elde edilen veriler her bir uygulamada (suda bekletme, termal siklus uygulaması, fırçalama simulatörü, çay, kahve ve gastrik sıvıda bekletme uygulamaları) ayrı ayrı olmak üzere faktöriyel düzende tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniğiyle analiz edildi.

Çalışmada grup faktörünün CoCrC ve TiC olmak üzere 2 seviyesi ve zaman faktörünün de başlangıç, 1 gün, 3 gün, 5 gün, 7 gün, 14 gün, 21 gün, 28 gün, termal siklus sonrası zaman ve fırçalama simulatörü sonrası zaman olmak üzere seviyeleri mevcuttur. Zaman faktörü her bir uygulama ve özellik bakımından (yüzey pürüzlülüğü, L^* , a^* , b^* ve ΔE) farklı seviyelerde değerlendirildi. Örneğin suda bekletme uygulamasının yüzey pürüzlülüğü bakımından elde edilen verilerinin başlangıç, 1 gün, 7 gün, 14 gün, 21 gün ve 28 gün olmak üzere 6 seviyesi mevcuttur.

Çalışmada tekrarlanan ölçümler zaman faktörünün seviyelerinde gerçekleştirildi. Grup faktörünün ve zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Tukey testi kullanıldı. Tukey testi sonuçları ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterildi.

3. gün ve 5. gün zamanlarında sadece gastrik sıvıda bekletme olduğu için ve termal siklus ve fırçalama simulatörü uygulamalarında ΔE değerleri için grupların karşılaştırılmasında Student-t-testi kullanıldı.

Analizler $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde yapıldı.

4.BULGULAR

4.1. Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

4.1.1. Suda Bekletme Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin yüzey pürüzlülüğü bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. ($p<0,05$) Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın bir gruptan diğer gruba değiştiğidir. Ya da gruplar arası farklılığın da; zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiğidir. Bu sebeple, zamanların ortalamaları karşılaştırılırken, CoCrC grubunda ayrı TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC grubu ile CoCrC grubu yüzey pürüzlülüğü bakımından karşılaştırılırken her bir zamanda ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 3).

Tablo 3. Suda bekletme uygulaması Ra değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P
Grup	0,309	1	0,309	8,934	0,007
Zaman	0,107	5	0,021	2,308	0,049
GrupxZaman	0,141	5	0,028	3,037	0,013

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örnekleri her bir zamanda ayrı karşılaştırmak için Tukey Testi yapılmıştır. Farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda örneklerin başlangıç (Ra_0), 1. gün (Ra_1), 7.

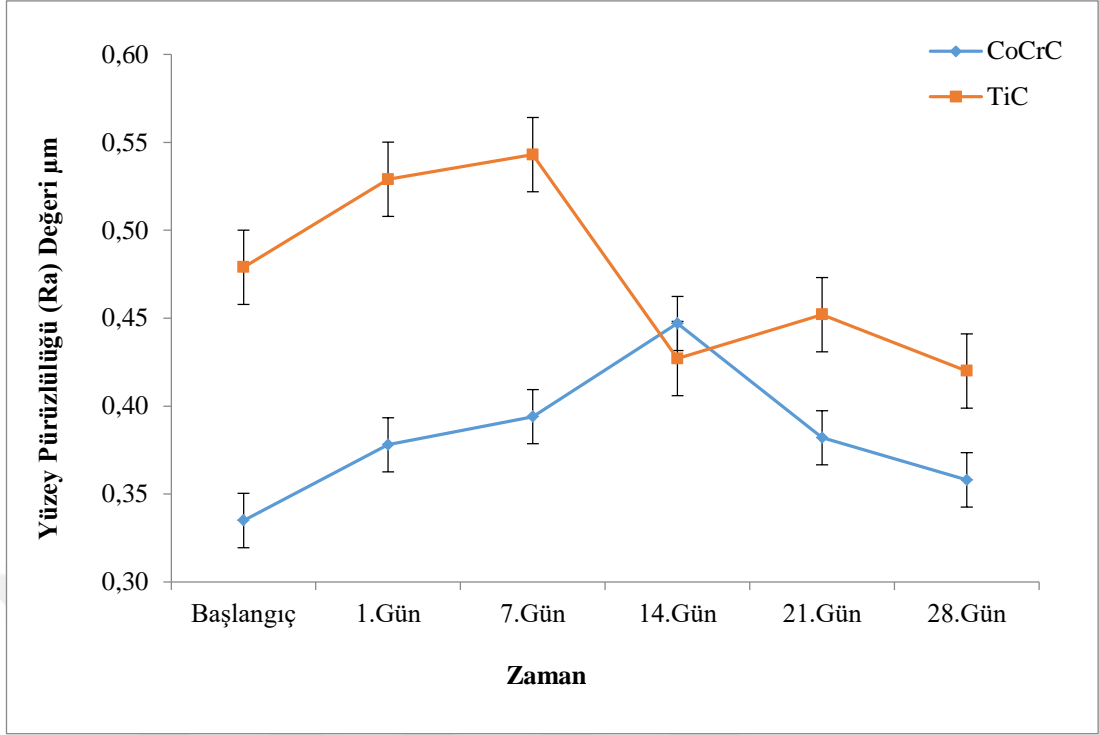
gün (Ra_7), 14. gün (Ra_{14}), 21. gün (Ra_{21}) ve 28. gün (Ra_{28}) yüzey pürüzlülüğü ortalamaları ve standart hataları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde, CoCrC grubu, başlangıç günü (Ra_0) ile yüzey pürüzlülüğü değerleri bakımından 14. gün (Ra_{14}) arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). TiC grubunda 7.gün (Ra_7) ile 14. gün (Ra_{14}) ve 28. gün (Ra_{28}) arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık vardır. ($p<0,05$). CoCrC ve TiC grupları kendi aralarında kıyaslandığında tüm zaman aralıklarında iki grup arasında istatistik olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$).

Tablo 4. Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Ra_0 Başlangıç (\pm S.Hata)	Ra_1 1.Gün (\pm S.Hata)	Ra_7 7.Gün (\pm S.Hata)	Ra_{14} 14.Gün (\pm S.Hata)	Ra_{21} 21.Gün (\pm S.Hata)	Ra_{28} 28.Gün (\pm S.Hata)
CoCrC	0,34 ^{Bb} (\pm 0,03)	0,38 ^{ABb} (\pm 0,04)	0,39 ^{ABb} (\pm 0,03)	0,45 ^{Aa} (\pm 0,03)	0,38 ^{ABb} (\pm 0,04)	0,36 ^{ABb} (\pm 0,03)
TiC	0,48 ^{ABa} (\pm 0,03)	0,53 ^{ABa} (\pm 0,04)	0,54 ^{Aa} (\pm 0,03)	0,43 ^{Bb} (\pm 0,03)	0,45 ^{ABa} (\pm 0,04)	0,42 ^{Ba} (\pm 0,03)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 1. Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri ve standart hatalarının grafiği

4.1.2. Termal Siklus Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Çalışmamızda termal siklus uygulamasında CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin yüzey pürüzlülüğü bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$). Grupların ortalamaları arasındaki fark da istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Sadece zamanların (Ra_0 ve Ra_s) ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$). İnteraksiyon istatistiksel olarak önemli olmadığı için zamanlar arasındaki farklılık her bir grupta aynı şekilde önemlidir (Tablo 5).

Tablo 5. Termal siklus uygulaması Ra özelliği bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

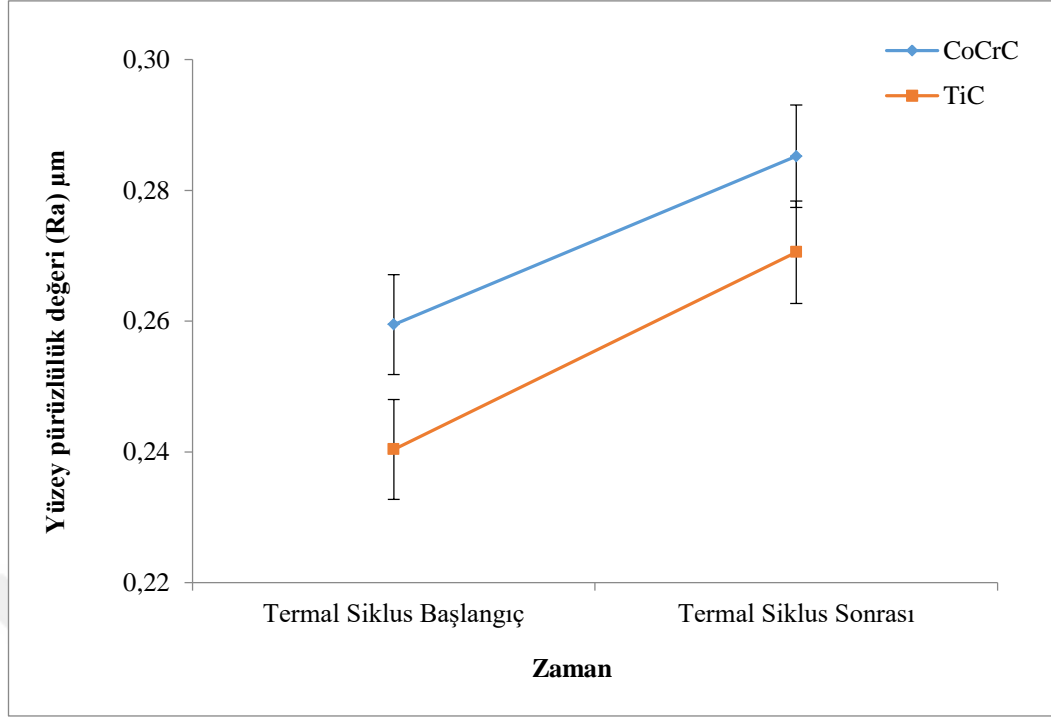
	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	0,003	1	0,003	2,543	0,125
Zaman	0,009	1	0,009	100,578	0,000
GrupxZaman	5,852E-05	1	5,852E-05	0,627	0,437

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin termal siklus öncesinde (Ra_0) ve termal siklus sonrasında (Ra_s) ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri ve standart hataları Tablo 6’da verilmiştir. Grup x zaman interaksyonu önemli olmadığı için termal siklus uygulaması öncesi ve sonrasında hem CoCrC grubunda hem TiC grubunda istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p < 0,05$) ve termal siklus uygulaması sonrasında her iki grubun ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri artmıştır.

Tablo 6. Örnek gruplarının termal siklus uygulaması öncesi ve sonrası ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Ra_0 Başlangıç ($\pm S.Hata$)	Ra_s Termal Siklus Sonrası ($\pm S.Hata$)
CoCrC	0,26 ($\pm 0,01$)	0,29 ($\pm 0,01$)
TiC	0,24 ($\pm 0,01$)	0,27 ($\pm 0,01$)
Genel	0,25 ^B ($\pm 0,01$)	0,28 ^A ($\pm 0,01$)

*Zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf kullanılmıştır.



Grafik 2. Örneklerin termal siklus uygulaması öncesi ve sonrasında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin (μm) ve standart hatalarının grafiği

4.1.3. Fırçalama Simulasyonu Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Çalışmamızda fırçalama simulasyonu uygulamasında CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin yüzey pürüzlülüğü bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak önemli değildir ($p > 0,05$). Grupların ortalamaları arasındaki fark da istatistik olarak önemli değildir ($p > 0,05$). Sadece zamanların (Ra_0 ve Ra_s) ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$) (Tablo 7). Zamanlar arasındaki farklılık her bir grupta aynı şekilde önemlidir.

Tablo 7. Fırçalama simülasyonu Ra özelliği bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

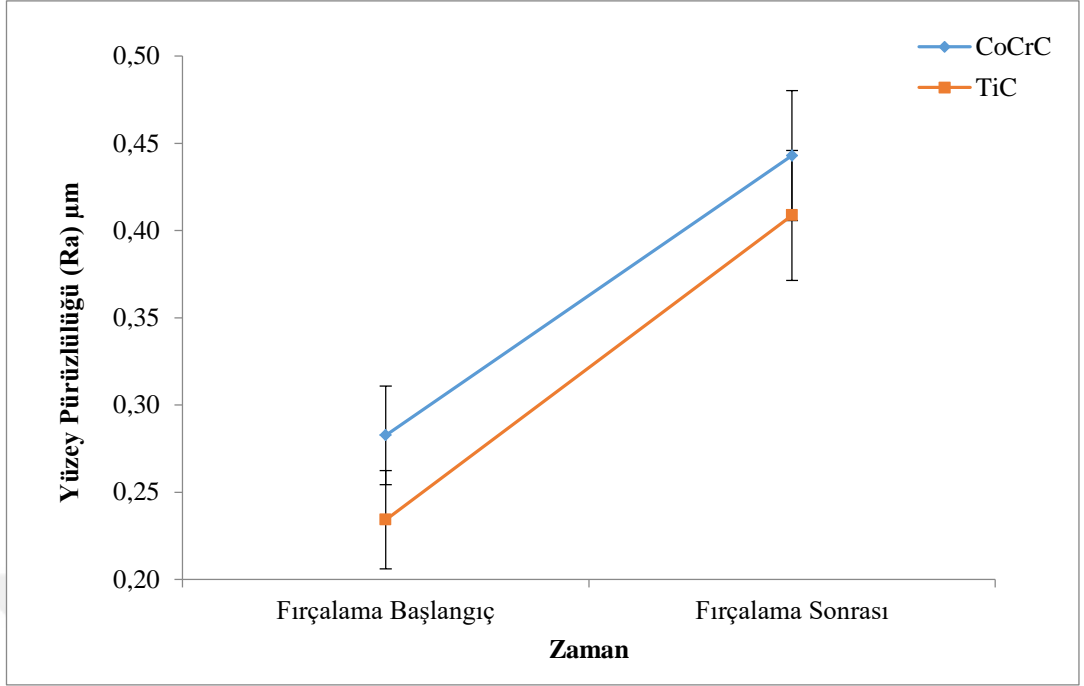
	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	0,020	1	0,020	0,890	0,356
Zaman	0,336	1	0,336	105,045	0,000
GrupxZaman	0,001	1	0,001	0,188	0,669

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin fırçalama simülasyonu öncesinde (Ra_0) ve fırçalama simülasyonu sonrasında (Ra_s) ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri ve standart hataları Tablo 8’de verilmiştir. Grup x zaman etkileşimini istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Sadece zamanlar arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Zamanlar arasındaki farklılık her bir grupta aynı şekilde önemlidir ve fırçalama simülasyonu uygulaması sonrasında grupların ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri istatistik olarak anlamlı şekilde artmıştır.

Tablo 8. Örneklerin fırçalama simülasyonu uygulaması öncesi ve sonrasında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Ra_0 Başlangıç ($\pm S.Hata$)	Ra_s Fırçalama Sonrası ($\pm S.Hata$)
CoCrC	0,28 ($\pm 0,03$)	0,44 ($\pm 0,04$)
TiC	0,23 ($\pm 0,03$)	0,41 ($\pm 0,04$)
Genel	0,26 ^B ($\pm 0,03$)	0,43 ^A ($\pm 0,03$)

*Zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf kullanılmıştır.



Grafik 3. Örneklerin fırçalama simülasyonu uygulaması öncesi ve sonrasında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin (μm) ve standart hatalarının grafiği

4.1.4. Çayda Bekletme Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin yüzey pürüzlülüğü bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın bir gruptan diğer gruba değiştiğidir. Ya da gruplar arası farklılığın da zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiğidir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde gruplar da her bir zaman aralığında ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 9).

Tablo 9. Çayda bekletme uygulaması Ra özelliği bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	0,274	1	0,274	18,121	0,000
Zaman	0,897	6	0,150	37,374	0,000
GrupxZaman	0,154	6	0,026	6,432	0,000

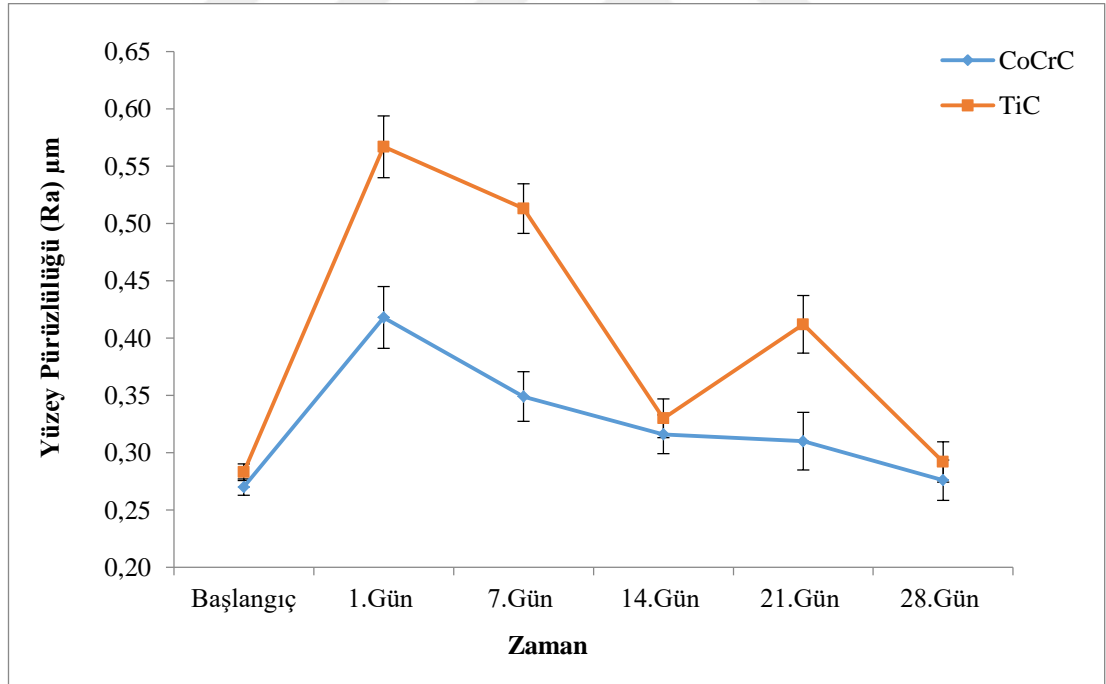
Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örnekleri yüzey pürüzlülüğü bakımından her bir zamanda ayrı karşılaştırmak için Tukey Testi yapılmıştır. Tukey testinde farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin çayda bekletme uygulaması başlangıç (Ra_0), 1.gün (Ra_1), 7.gün (Ra_7), 14.gün (Ra_{14}), 21.gün (Ra_{21}), 28.gün (Ra_{28}) sonunda ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri ve standart hataları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10 incelendiğinde CoCrC grubunun başlangıç günü (Ra_0) ile 1. ve 7. günler (Ra_1 ve Ra_7) arasında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$). TiC grubunun başlangıç günü (Ra_0) ile 1. gün 7. gün ve 21. günler (Ra_1 , Ra_7 ve Ra_{21}) arasında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$). Gruplar aralarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri bakımından kıyaslandığında iki grup arasında başlangıç gününde (Ra_0) istatistik olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0,05$) ve diğer tüm günlerde TiC grubu örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri daha yüksektir ($p<0,05$).

Tablo 10. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Ra ₀ Başlangıç (\pm S.Hata)	Ra ₁ 1.Gün (\pm S.Hata)	Ra ₇ 7.Gün (\pm S.Hata)	Ra ₁₄ 14.Gün (\pm S.Hata)	Ra ₂₁ 21.Gün (\pm S.Hata)	Ra ₂₈ 28.Gün (\pm S.Hata)
CoCrC	0,27 ^{Ca} (\pm 0,01)	0,42 ^{Ab} (\pm 0,03)	0,35 ^{ABb} (\pm 0,02)	0,32 ^{BCb} (\pm 0,02)	0,31 ^{BCb} (\pm 0,03)	0,28 ^{BCb} (\pm 0,02)
TiC	0,28 ^{Da} (\pm 0,01)	0,57 ^{Aa} (\pm 0,03)	0,51 ^{ABa} (\pm 0,02)	0,33 ^{Da} (\pm 0,02)	0,41 ^{Ca} (\pm 0,03)	0,29 ^{Da} (\pm 0,02)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 4. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin (μm) ve standart hatalarının grafiği

4.1.5. Kahvede Bekletme Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin yüzey pürüzlülüğü bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın bir gruptan diğer gruba değiştiğidir. Ya da gruplar arası farklılığın da zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiğidir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC grubu ile CoCrC grubu yüzey pürüzlülüğü bakımından karşılaştırılırken her bir zamanda ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 11).

Tablo 11. Kahvede bekletme uygulaması Ra özelliği bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	0,006	1	0,006	0,295	0,592
Zaman	0,723	6	0,121	21,936	0,000
GrupxZaman	0,079	6	0,013	2,396	0,031

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin başlangıç (Ra_0), 1. gün (Ra_1), 7. gün (Ra_7), 14. gün (Ra_{14}), 21. gün (Ra_{21}), 28. gün (Ra_{28}) sonunda yüzey pürüzlülüğü ortalamaları ve standart hataları Tablo 12’de verilmiştir.

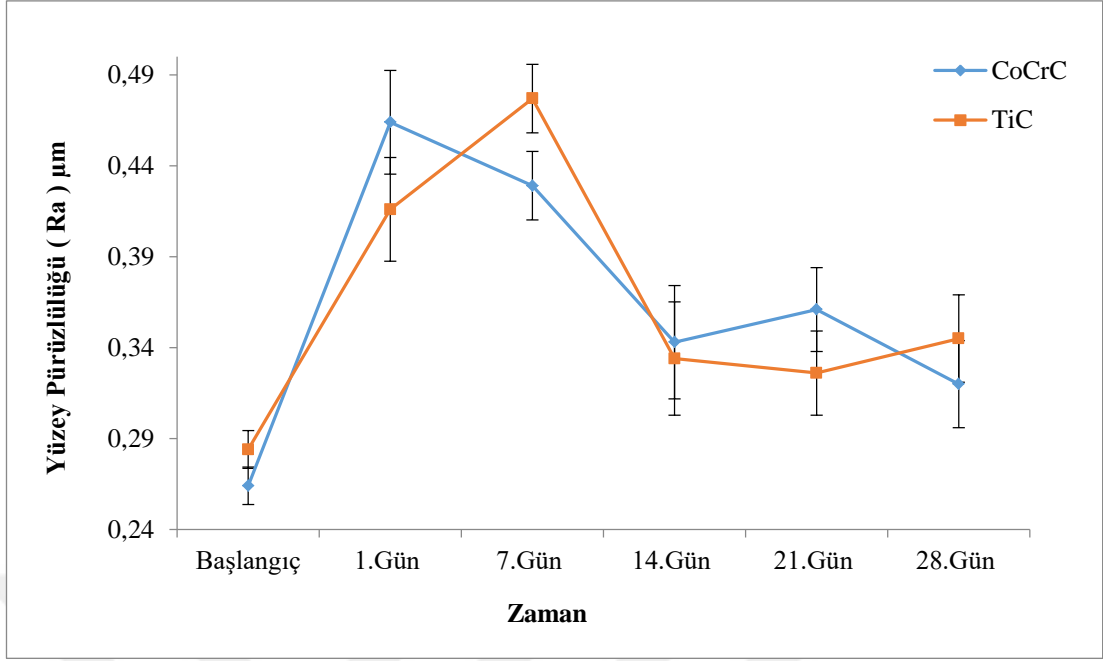
Tablo 12 incelendiğinde CoCrC grubunda 1. gün (Ra_1) sonunda ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri en yüksektir. CoCrC grubunda başlangıç günü (Ra_0) ile 1. gün ve 7. gün (Ra_1 ve Ra_7) arasında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p < 0,05$) ve 1. gün ile 7. gün (Ra_1 ve Ra_7) arasında da istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p < 0,05$). TiC grubunda başlangıç günü (Ra_0) ortalama yüzey

pürüzlülüğü değerleri ile 1. gün (Ra_1) ve 7. günlerin (Ra_7) ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$) ve 7. günde TiC grubunun ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri en yüksektir. Gruplar aralarında kıyaslandığında başlangıç günü (Ra_0), 7. gün (Ra_7) ve 28. günlerde (Ra_{28}) TiC grubu örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri istatistik olarak anlamlı şekilde yüksekken, 1. gün (Ra_1) ve 21. günlerde (Ra_{21}) CoCrC grubu örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri daha yüksek bulunmuştur. 14. günde (Ra_{14}) her iki grubun değerleri arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0,05$).

Tablo 12. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Ra_0 Başlangıç (\pmS.Hata)	Ra_1 1.Gün (\pmS.Hata)	Ra_7 7.Gün (\pmS.Hata)	Ra_{14} 14.Gün (\pmS.Hata)	Ra_{21} 21.Gün (\pmS.Hata)	Ra_{28} 28.Gün (\pmS.Hata)
CoCrC	0,27 ^{Cb} (\pm 0,01)	0,47 ^{Aa} (\pm 0,03)	0,43 ^{Bb} (\pm 0,02)	0,34 ^{Ca} (\pm 0,03)	0,36 ^{Ca} (\pm 0,02)	0,32 ^{Cb} (\pm 0,02)
TiC	0,28 ^{Ca} (\pm 0,01)	0,42 ^{Bb} (\pm 0,03)	0,48 ^{Aa} (\pm 0,02)	0,33 ^{Ca} (\pm 0,03)	0,33 ^{Cb} (\pm 0,02)	0,35 ^{Ca} (\pm 0,02)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 5. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü (μm) değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.1.6. Gastrik Sıvıda Bekletme Uygulaması Sonrası Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin yüzey pürüzlülüğü bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Grupların ortalamaları arasındaki fark da istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$). Sadece zamanların ortalamaları arası fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$) (Tablo 13). Yani her iki grupta da zamanlar arasında anlamlı farklılıklar elde edilmiştir.

Tablo 13. Gastrik sıvıda bekletme uygulaması Ra özelliği bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	0,068	1	0,068	3,117	0,091
Zaman	0,040	5	0,008	2,826	0,019
GrupxZaman	0,014	5	0,003	1,025	0,407

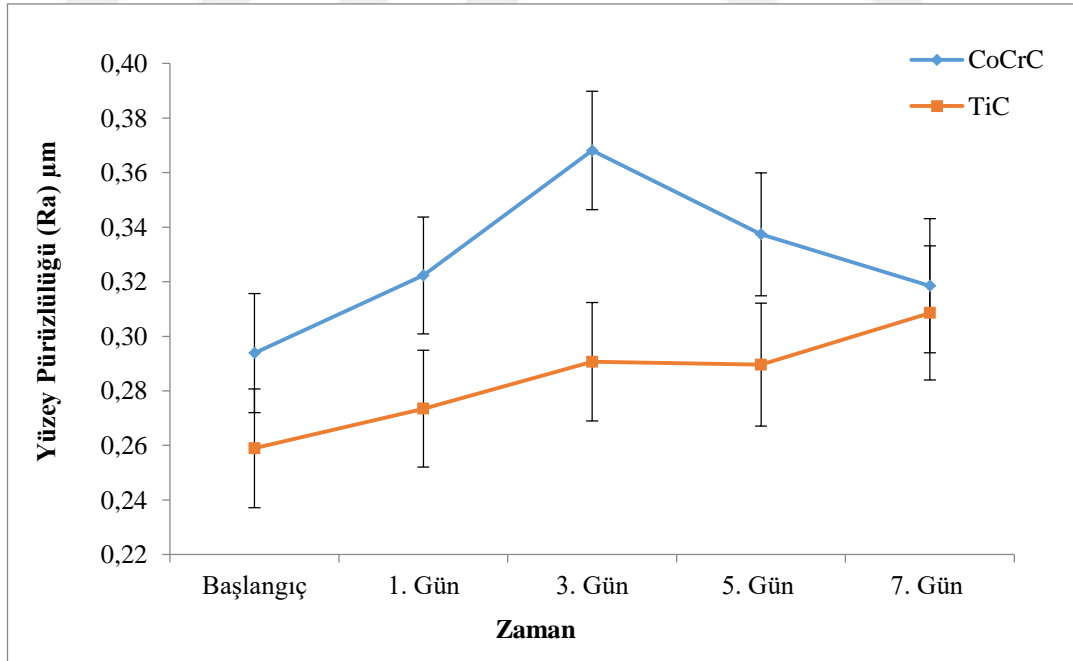
Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulamasında başlangıç (Ra_0), 1. gün (Ra_1), 3. gün (Ra_3), 5. gün (Ra_5), 7. gün (Ra_7) sonunda yüzey pürüzlülüğü ortalamaları ve standart hataları Tablo 14’de verilmiştir.

Yapılan Tukey testi sonucunda CoCrC ve TiC grupları arasında genel ortalamalara bakıldığında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri açısından hiç bir zaman aralığında istatistik olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$). Her iki grupta da başlangıç günü (Ra_0) ile 3. gün (Ra_3) ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$).

Tablo 14. Örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrasında farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (μm) ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Ra ₀ Başlangıç (\pm S.Hata)	Ra ₁ 1.Gün (\pm S.Hata)	Ra ₃ 3.Gün (\pm S.Hata)	Ra ₅ 5.Gün (\pm S.Hata)	Ra ₇ 7.Gün (\pm S.Hata)
CoCrC	0,29 (\pm 0,02)	0,32 (\pm 0,02)	0,37 (\pm 0,02)	0,34 (\pm 0,02)	0,32 (\pm 0,03)
TiC	0,26 (\pm 0,02)	0,27 (\pm 0,02)	0,29 (\pm 0,02)	0,29 (\pm 0,02)	0,31 (\pm 0,03)
Genel	0,28 ^B (\pm 0,02)	0,30 ^{AB} (\pm 0,02)	0,33 ^A (\pm 0,02)	0,31 ^{AB} (\pm 0,02)	0,31 ^{AB} (\pm 0,02)

*Zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf kullanılmıştır.



Grafik 6. Örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama yüzey pürüzlülüğü (μm) değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2. Renk Değişikliği Bulguları

4.2.1. Suda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama L* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin suda bekletme uygulamasında L* değerleri bakımından elde edilen verilere yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın bir gruptan diğer gruba değiştiğidir. Ya da gruplar arası farklılığın da zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiğidir. Bu sebeple zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. TiC grubu ile CoCrC grubu L* değerleri bakımından karşılaştırılırken her bir zamanda ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 15).

Tablo 15. Suda bekletme uygulaması L* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	8,346	1	8,346	0,473	0,499
Zaman	47,709	5	9,542	28,149	0,000
GrupxZaman	20,585	5	4,117	12,145	0,000

TiC grubu ile CoCrC grubunu L* değerleri bakımından karşılaştırırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırmak için Tukey testi yapılmıştır ve farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir.

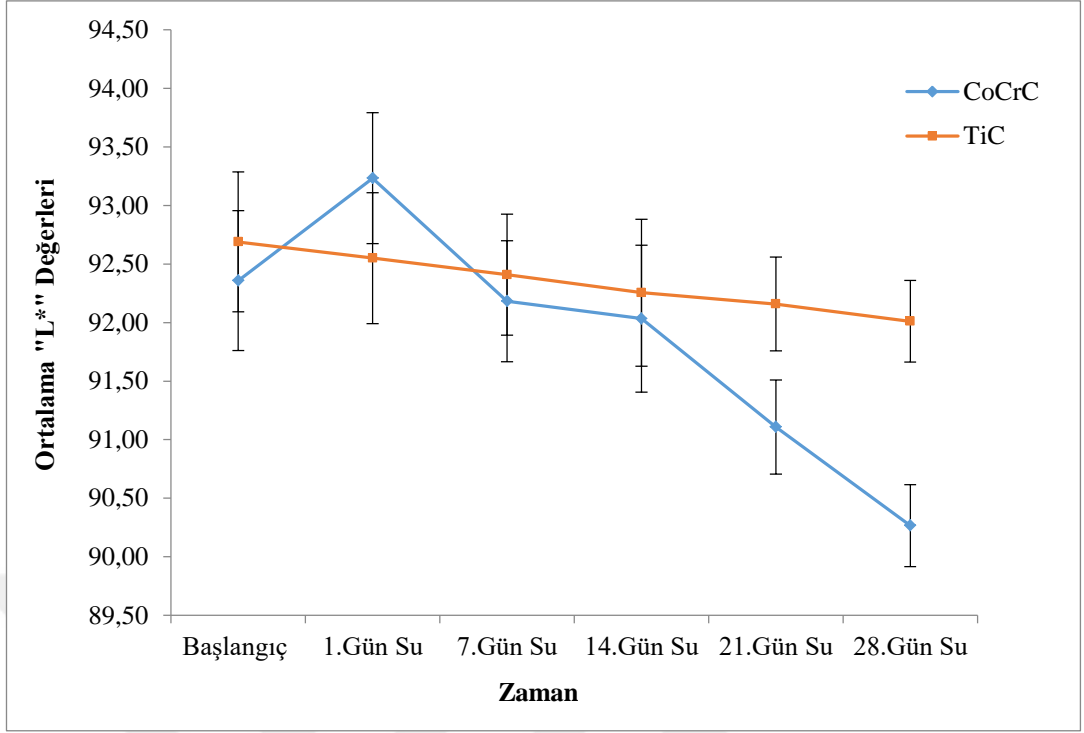
Tablo 16 incelendiğinde suda bekletme uygulamasında CoCrC grubunda başlangıç (L₀) ile 1. gün (L₁), 21. gün (L₂₁) ve 28. gün (L₂₈) ortalama L* değeri arasında istatistik olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). TiC grubunda

başlangıç günü (L_0) ile 28. gün (L_{28}) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p < 0,05$). CoCrC ve TiC grupları birbirleriyle kıyaslandığında başlangıç (L_0), 1. gün (L_1), 21. gün (L_{21}) ve 28. günler (L_{28}) arasında ortalama L^* değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$) (Tablo 16).

Tablo 16. Örneklerin suda bekletme uygulaması sonrasında farklı zaman aralıklarında ortalama L^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	L_0 Başlangıç (\pmS.Hata)	L_1 1.Gün (\pmS.Hata)	L_7 7.Gün (\pmS.Hata)	L_{14} 14.Gün (\pmS.Hata)	L_{21} 21.Gün (\pmS.Hata)	L_{28} 28.Gün (\pmS.Hata)
CoCrC	92,36 ^{Bb} (\pm 0,60)	93,23 ^{Aa} (\pm 0,56)	92,18 ^{Ba} (\pm 0,52)	92,03 ^{Ba} (\pm 0,63)	91,11 ^{Cb} (\pm 0,40)	90,27 ^{Db} (\pm 0,35)
TiC	92,69 ^{Aa} (\pm 0,60)	92,55 ^{ABb} (\pm 0,56)	92,41 ^{ABa} (\pm 0,52)	92,26 ^{ABa} (\pm 0,63)	92,16 ^{ABa} (\pm 0,40)	92,01 ^{Ba} (\pm 0,35)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 7. Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.2. Suda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama a* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin a* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın bir gruptan diğer gruba değiştiğidir. Ya da gruplar arası farklılığın da zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiğidir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı, TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC grubu ile CoCrC grubu a* değerleri bakımından karşılaştırılırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 17).

Tablo 17. Suda bekletme uygulaması a* değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tablosu

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	0,123	1	0,123	0,433	0,517
Zaman	10,505	5	2,101	85,198	0,000
GrupxZaman	0,779	5	0,156	6,316	0,000

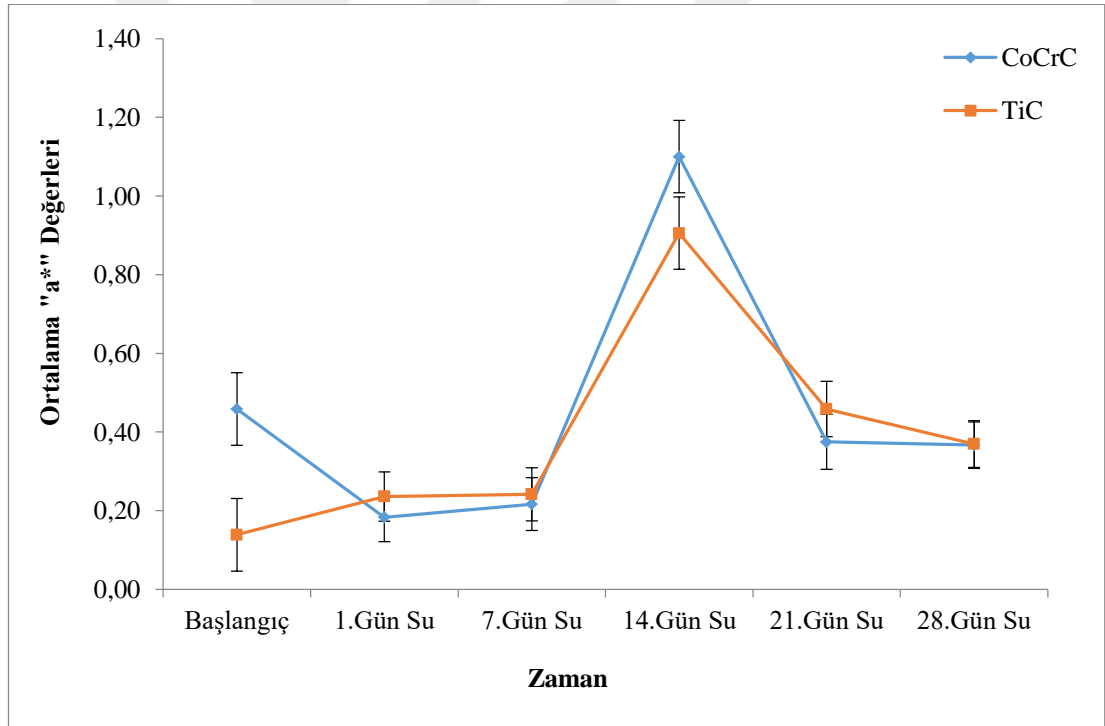
Grup faktörü ve zaman faktörü seviye ortalamalarını değerlendirmek için yapılan Tukey Testi sonucunda farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin başlangıç (a_0), 1. gün (a_1), 7. gün (a_7), 14. gün (a_{14}), 21. gün (a_{21}), 28. gün (a_{28}) a* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 18’de gösterilmiştir.

Suda bekletme uygulamasında hem CoCrC grubu hem TiC grubu ortalama a* değerleri bakımından değerlendirildiğinde 14 günde (a_{14}) en yüksek değerlerini almıştır ve diğer günler ile aralarındaki farklılık istatistik olarak anlamlıdır ($p<0,05$). CoCrC grubu 1. gün (a_1) ve 7. günde (a_7) ortalama a* değerleri bakımından en düşük değerlerini almıştır ve diğer günler ile aralarında istatistik olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). Gruplar aralarında kıyaslandığında başlangıç günü (a_0) ve 14. günde (a_{14}) CoCrC grubunun ortalama a* değerleri daha yüksekken, 1. gün (a_1) ve 21. günde (a_{21}) TiC grubunun ortalama a* değerleri daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). 7. günde (a_7) ve 28. günde (a_{28}) her iki grubun ortalama a* değerleri arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0,05$). (Tablo 18)

Tablo 18. Örneklerin suda bekletme uygulaması sonrasında farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	a_0 Başlangıç (±S.Hata)	a_1 1.Gün (±S.Hata)	a_7 7.gün (±S.Hata)	a_{14} 14.gün (±S.Hata)	a_{21} 21.gün (±S.Hata)	a_{28} 28.gün (±S.Hata)
CoCrC	0,46 ^{Ba} (±0,09)	0,18 ^{Cb} (±0,06)	0,22 ^{Ca} (±0,07)	1,1 ^{Aa} (±0,09)	0,38 ^{Bb} (±0,07)	0,37 ^{Ba} (±0,06)
TiC	0,14 ^{Cb} (±0,09)	0,24 ^{Ca} (±0,06)	0,24 ^{Ca} (±0,07)	0,91 ^{Ab} (±0,09)	0,46 ^{Ba} (±0,07)	0,37 ^{Ba} (±0,06)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 8. Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.3. Suda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama b^* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin b^* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksiyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın gruptan gruba değiştiğidir. Ya da gruplar arası farklılığın da zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiğidir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC grubu ile CoCrC grubu b^* değerleri bakımından karşılaştırılırken her bir zamanda ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 19).

Tablo 19. Suda bekletme uygulaması b^* değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	20,175	1	20,175	10,605	0,004
Zaman	8,308	5	1,662	40,395	0,000
GrupxZaman	50,414	5	10,083	245,136	0,000

Grupların ve zamanların ortalamaları arası farklılığı değerlendirmek için Tukey testi yapılmıştır. Farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir.

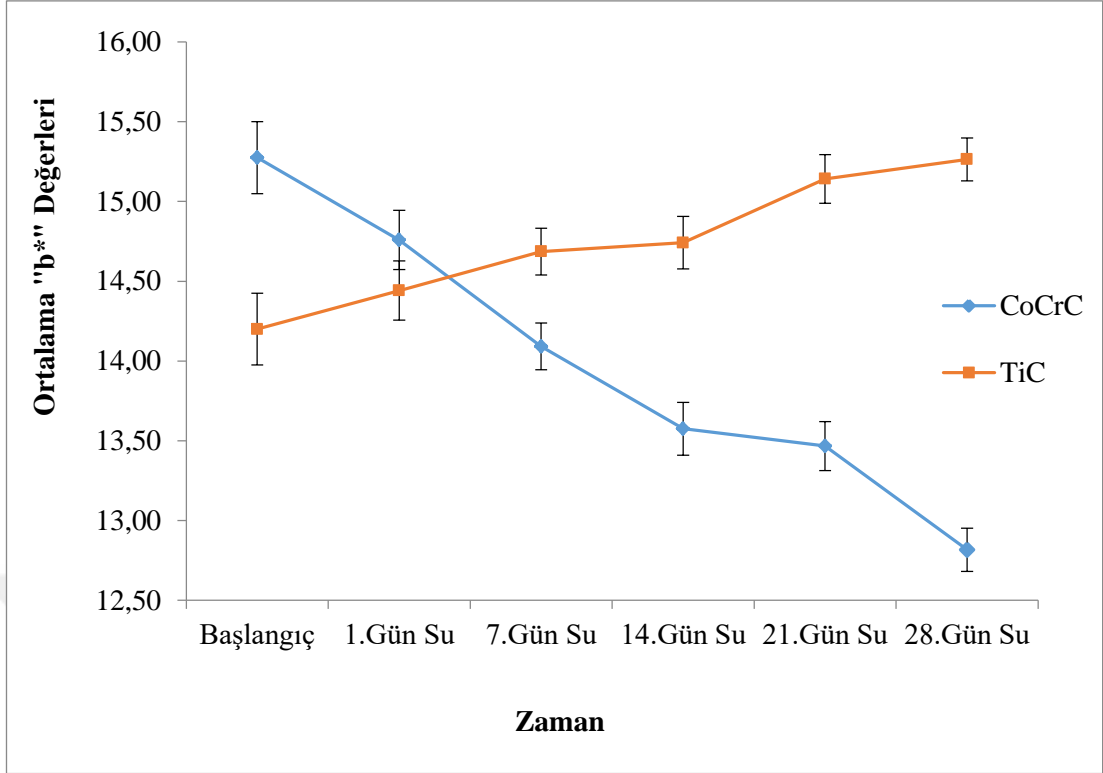
Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin başlangıç (b_0), 1. gün (b_1), 7. gün (b_7), 14. gün (b_{14}), 21. gün (b_{21}), 28. gün (b_{28}) b^* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 20’de gösterilmiştir.

Suda bekletme uygulamasında CoCrC grubunda en yüksek b^* değeri (b_0) başlangıç gününde, en düşük b^* değeri 28. günde (b_{28}) bulunmuştur. Başlangıç gününden (b_0) 28. güne doğru ortalama b^* değerlerinde bir azalma oluşmuştur. CoCrC grubunda başlangıç günü (b_0) ile tüm zamanlar (b_1 , b_7 , b_{14} , b_{21} ve b_{28}) arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). TiC grubunda en yüksek b^* değerleri 21. gün ve 28. günlerde (b_{21} ve b_{28}) bulunmuştur. TiC grubunda başlangıç ve 1. günlerde (b_0 ve b_1) en düşük b^* değerleri bulunmuştur. TiC grubu başlangıç gününden (b_0) 28. güne kadar b^* değerlerinde artış eğilimi göstermiştir. Gruplar aralarında kıyaslandığında başlangıç günü ve 1. günlerde (b_0 ve b_1) CoCrC grubunun b^* değerleri daha yüksektir, diğer günlerde (b_7 , b_{14} , b_{21} ve b_{28}) TiC grubunun b^* değerleri yüksek bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 20).

Tablo 20. Örneklerin suda bekletme uygulaması sonrasında farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	b_0 Başlangıç (\pm S.Hata)	b_1 1.gün (\pm S.Hata)	b_7 7.gün (\pm S.Hata)	b_{14} 14.gün (\pm S.Hata)	b_{21} 21.gün (\pm S.Hata)	b_{28} 28.gün (\pm S.Hata)
CoCrC	15,28 ^{Aa} (\pm 0,23)	14,76 ^{Ba} (\pm 0,19)	14,09 ^{Cb} (\pm 0,15)	13,58 ^{Db} (\pm 0,17)	13,47 ^{Db} (\pm 0,15)	12,82 ^{Eb} (\pm 0,14)
TiC	14,2 ^{Cb} (\pm 0,23)	14,44 ^{Cb} (\pm 0,19)	14,69 ^{Ba} (\pm 0,15)	14,74 ^{Ba} (\pm 0,17)	15,14 ^{Aa} (\pm 0,15)	15,26 ^{Aa} (\pm 0,14)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 9. Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında b* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.4. Suda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama ΔE Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin ΔE değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın bir gruptan diğer gruba değiştiğidir. Ya da gruplar arası farklılığın da zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiğidir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC grubu ile CoCrC grubu ΔE değerleri bakımından karşılaştırılırken her bir zamanda ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 21).

Tablo 21. Suda bekletme uygulaması ΔE değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	43,345	1	43,345	56,138	0,000
Zaman	39,568	4	9,892	64,358	0,000
GrupxZaman	7,339	4	1,835	11,938	0,000

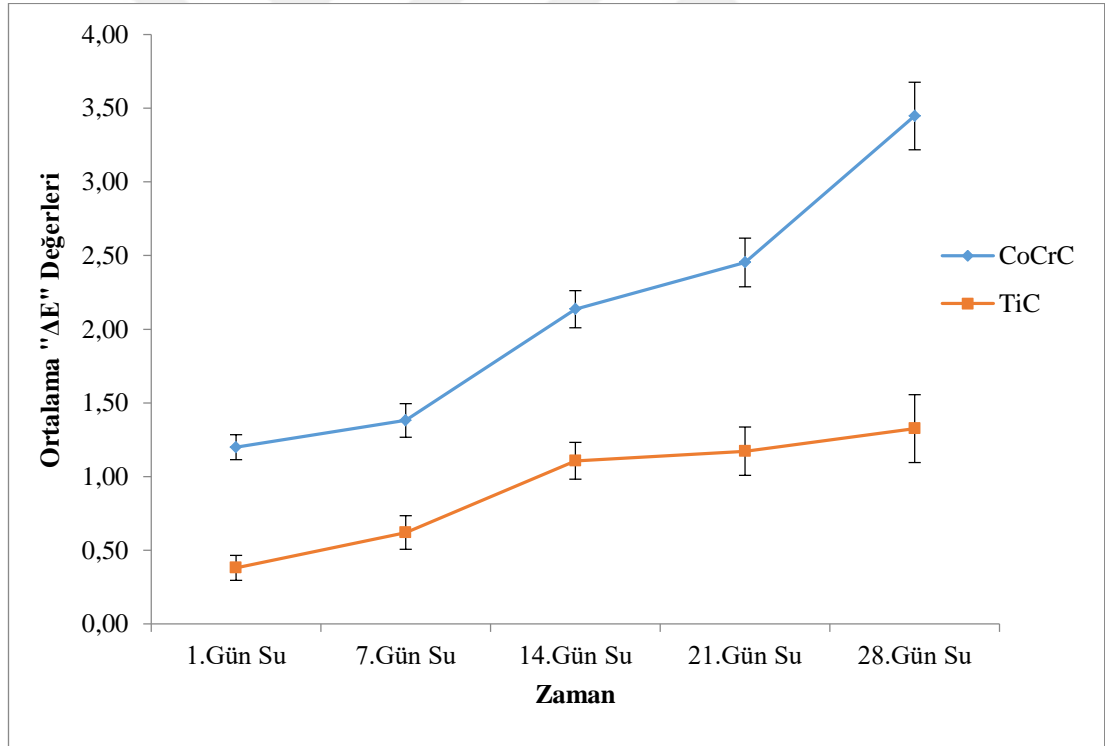
Gruplar arası ortalama farklılığı ve zamanlar arası ortalama farklılığını değerlendirmek için yapılan Tukey testi sonucunda farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin 1. gün (ΔE_1), 7. gün (ΔE_7), 14. gün (ΔE_{14}), 21. gün (ΔE_{21}), 28. gün (ΔE_{28}) ΔE değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 22’de gösterilmiştir.

Suda bekletme uygulamasında CoCrC grubunda en yüksek ΔE değeri 28. günde (ΔE_{28}) bulunmuştur ve en düşük ΔE değerleri 1. ve 7. günlerde (ΔE_1 ve ΔE_7) elde edilmiştir. CoCrC grubunda 1. gün (ΔE_1) ile 14. gün, 21. gün ve 28. günler (ΔE_{14} , ΔE_{21} ve ΔE_{28}) arasında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$). TiC grubunda 1. gün ile, 14., 21. ve 28. günler (ΔE_1 , ΔE_{14} , ΔE_{21} ve ΔE_{28}) arasında istatistik olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar aralarında kıyaslandığında tüm günlerde CoCrC grubu istatistik olarak daha yüksek ΔE değerleri göstermiştir ($p<0,05$) (Tablo 22).

Tablo 22. Örneklerin suda bekletme uygulaması sonrasında farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	ΔE_1 1.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_7 7.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_{14} 14.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_{21} 21.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_{28} 28.Gün (\pm S.Hata)
CoCrC	1,20 ^{Ca} (\pm 0,09)	1,38 ^{Ca} (\pm 0,11)	2,14 ^{Ba} (\pm 0,13)	2,45 ^{Ba} (\pm 0,17)	3,45 ^{Aa} (\pm 0,23)
TiC	0,38 ^{Bb} (\pm 0,09)	0,62 ^{Bb} (\pm 0,11)	1,11 ^{Ab} (\pm 0,13)	1,17 ^{Ab} (\pm 0,17)	1,33 ^{Ab} (\pm 0,23)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 10. Örneklerin suda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.5. Termal Siklus Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama L* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin L* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın bir gruptan diğer gruba değiştiğidir. Ya da gruplar arası farklılığın da zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiğidir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı, TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC grubu ile CoCrC grubu L* değerleri bakımından karşılaştırılırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 23).

Tablo 23. Termal siklus uygulaması L* değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	8,642	1	8,642	5,234	0,032
Zaman	41,503	1	41,503	161,462	0,000
GrupxZaman	2,445	1	2,445	9,512	0,005

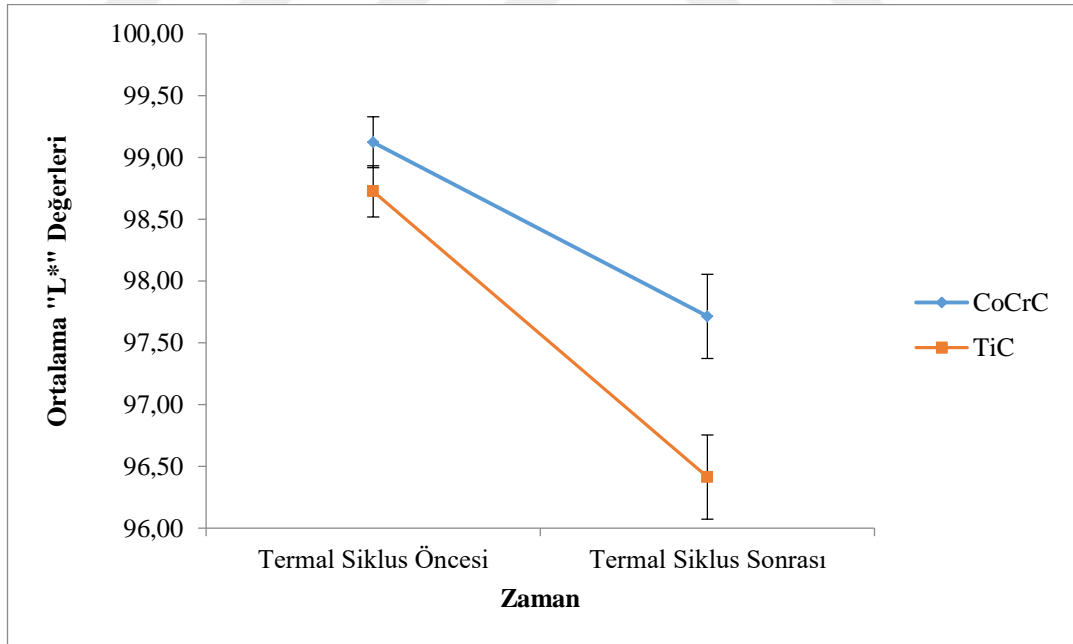
Çalışmamızda CoCrC grubu ile TiC grubunu L* değerleri bakımından her bir zaman aralığında ayrı ayrı karşılaştırmak için Tukey testi yapılmıştır. Farklılıklar ortalama değerler üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin başlangıç (L_0) ve termal siklus uygulaması sonrası (L_s) L* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 24'te gösterilmiştir. Termal siklus uygulamasında her 2 grupta termal siklus öncesi L* değerleri daha yüksektir. Termal siklus sonrası grupların L* değerleri azalmıştır. Gruplar arasında karşılaştırıldığında

CoCrC grubunun termal siklus öncesi ve sonrası ortalama L* değerleri TiC grubundan istatistik olarak anlamlı şekilde farklıdır ve daha yüksektir ($p < 0,05$).

Tablo 24. Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama L* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Termal Siklus Öncesi L ₀ Değeri (±S.Hata)	Termal Siklus Sonrası L _S Değeri (±S.Hata)
CoCrC	99,12 ^{Aa} (±0,21)	97,71 ^{Ba} (±0,34)
TiC	98,73 ^{Ab} (±0,21)	96,41 ^{Bb} (±0,34)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 11. Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama L* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.6. Termal Siklus Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama a^* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin a^* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Grupların ortalamaları arasındaki farklılık ve zamanların ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlıdır ($p<0,05$) (Tablo 25). Yani zamanlar arasındaki farklılık her bir grupta önemlidir. Gruplar arasındaki farklılık da her bir zamanda önemlidir.

Tablo 25. Termal siklus uygulaması a^* değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	2,326	1	2,326	22,312	0,000
Zaman	0,862	1	0,862	54,552	0,000
GrupxZaman	0,004	1	0,004	0,248	0,624

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarını a^* değerleri bakımından her bir zamanda ayrı karşılaştırmak için Tukey testi yapılmıştır. Farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin başlangıç (a_0) ve termal siklus uygulaması sonrası gün (a_s) a^* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 26'da gösterilmiştir.

Termal siklus uygulamasında her iki grupta başlangıç ortalama a^* değerleri daha düşüktür, termal siklus uygulaması sonrası CoCrC ve TiC grubunun ortalama a^* değerleri artmıştır. Gruplar aralarında kıyaslandığında başlangıç (a_0) ve termal siklus sonrası (a_s) CoCrC grubunda ortalama a^* değerleri TiC grubuna göre istatistik olarak anlamlıdır ve daha yüksektir ($p<0,05$).

Tablo 26. Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Termal Siklus Öncesi a_0 Değeri (\pm S.Hata)	Termal Siklus Sonrası a_s Değeri (\pm S.Hata)
CoCrC	0,57 ^{Ba} (\pm 0,08)	0,85 ^{Aa} (\pm 0,06)
TiC	0,15 ^{Bb} (\pm 0,08)	0,39 ^{Ab} (\pm 0,06)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 12. Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama a^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.7. Termal Siklus Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama b* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin b* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın bir gruptan diğer gruba değiştiğidir. Ya da gruplar arası farklılığın da zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiğidir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı, TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC grubu ile CoCrC grubu b* değerleri bakımından karşılaştırılırken her bir zamanda ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 27).

Tablo 27. Termal siklus uygulaması b* değerleri için tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	0,022	1	0,022	0,015	0,903
Zaman	3,722	1	3,722	92,188	0,000
GrupxZaman	0,792	1	0,792	19,621	0,000

CoCrC grubu ile TiC grubu termal siklus uygulamasında b* değerleri bakımından karşılaştırılırken her bir zamanda ayrı karşılaştırılmalıdır. Tukey testi de bu esaslara göre yapılarak farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir.

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin başlangıç (b_0) ve termal siklus sonrası (b_s) b* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 28'de gösterilmiştir.

Termal siklus uygulamasında CoCrC grubunun ve TiC grubunun başlangıç (b_0) ortalama b^* değerleri yüksekken, termal siklus sonrası (b_s) ortalama b^* değerleri düşmüştür. Gruplar aralarında karşılaştırıldığında TiC grubunun başlangıç günü (b_0) ortalama b^* değerleri CoCrC grubunun başlangıç (b_0) ortalama b^* değerlerinden daha yüksekken, termal siklus sonrası (b_s) ortalama b^* değerleri daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 28. Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Termal Siklus Öncesi b_0 Değeri (\pm S.Hata)	Termal Siklus Sonrası b_s Değeri (\pm S.Hata)
CoCrC	14,63 ^{Ab} (\pm 0,26)	14,33 ^{Ba} (\pm 0,24)
TiC	14,84 ^{Aa} (\pm 0,26)	14,03 ^{Bb} (\pm 0,24)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 13. Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama b^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.8. Termal Siklus Uygulaması Sonrası Ortalama ΔE Değeri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin termal siklus uygulaması sonrası ΔE değerleri bakımından elde edilen verileri için Student t test yapılmıştır. Tablo 29 incelendiğinde termal siklus uygulaması sonrası CoCrC ve TiC örnek gruplarının ΔE değerlerinde istatistik olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p < 0,05$).

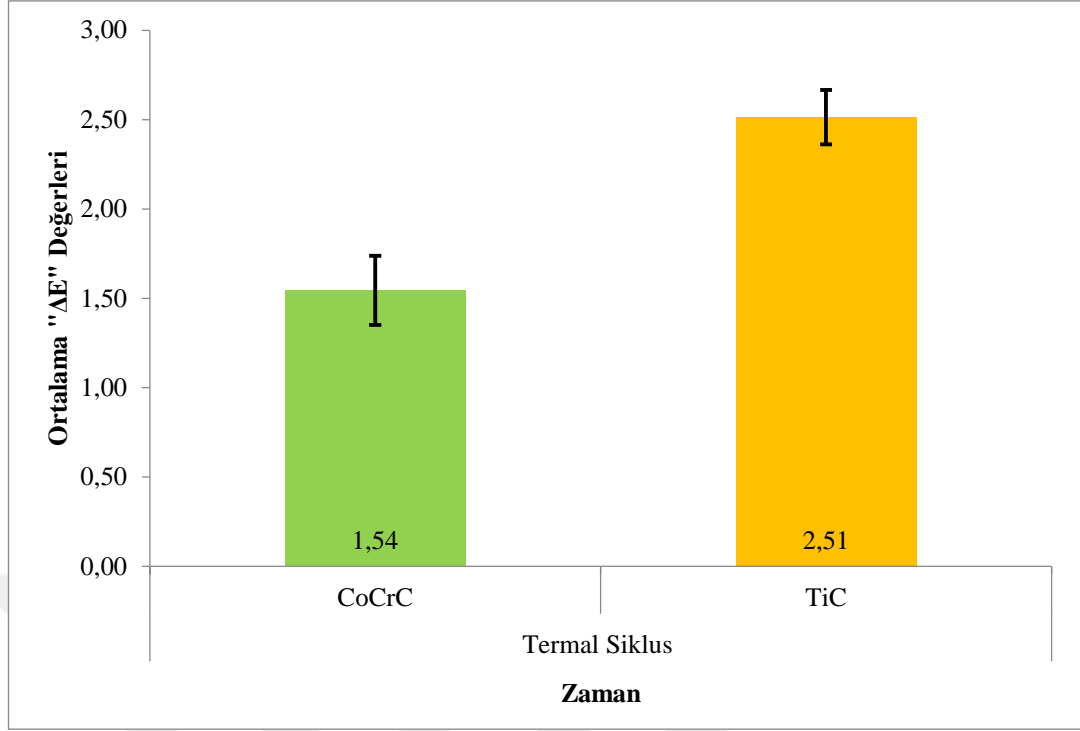
Tablo 29. Termal siklus uygulaması ΔE değerleri bakımından Student t test

	t	p
ΔE	-3,936	0,001

Tablo 30. Örneklerin termal siklus uygulaması sonrası ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Termal Siklus Uygulaması ΔE Değeri (\pmS.Hata)
CoCrC	1,54 ^b ($\pm 0,19$)
TiC	2,51 ^a ($\pm 0,15$)

ΔE değerleri açısından termal siklus uygulaması sonrasında CoCrC ve TiC grupları arasında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p < 0,05$). CoCrC grubunda ΔE değerleri TiC grubuna göre daha düşük bulunmuştur.



Grafik 14. Örneklerin termal siklus uygulaması farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.9. Fırçalama Simulasyonu Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama L^* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin L^* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$). Grupların ortalamaları arasındaki farklılık da istatistik olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$). Zamanların ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$) (Tablo 31). Eğer grup x zaman interaksyonu istatistik olarak önemli değilse ve zamanlar arasındaki farklılık önemli ise bunun anlamı ortalama L^* değerlerinin başlangıçta yüksek oluşunun ve sonrasında daha düşük oluşunun her iki grupta da aynı olduğu anlamına gelir.

Tablo 31. Fırçalama simülasyonu L* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	1,102	1	1,102	0,215	0,647
Zaman	61,035	1	61,035	48,118	0,000
GrupxZaman	0,442	1	0,442	0,349	0,561

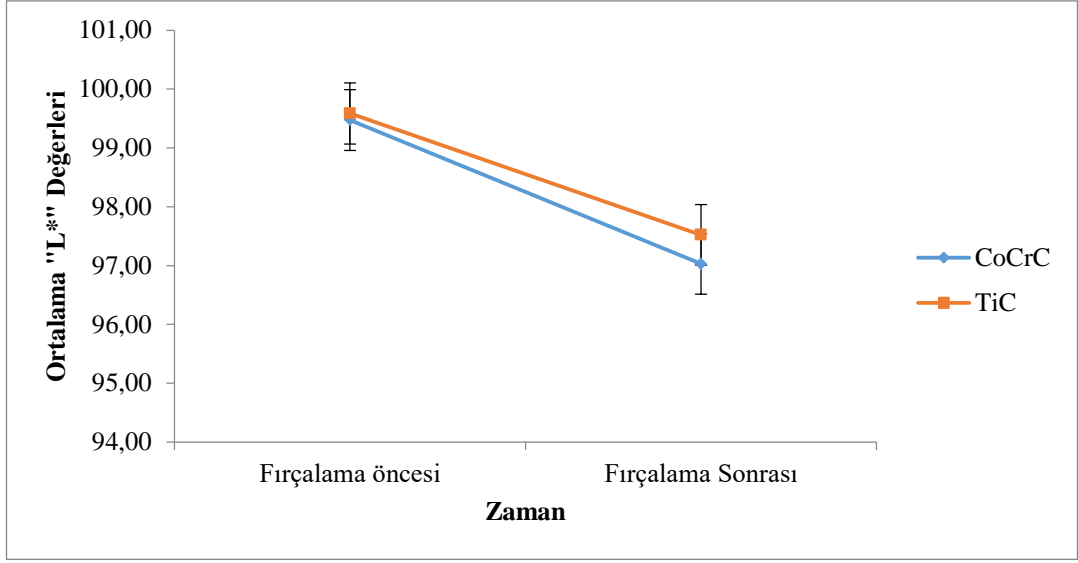
Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin fırçalama simülasyonu başlangıç (L₀) ve fırçalama simülasyonu sonrası (L_s) L* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 32’de gösterilmiştir.

Fırçalama simülasyonunda her iki grubun başlangıç L* değerleri (L₀) arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık yokken ve her iki grubun başlangıç ortalama L* değerleri daha yüksekken, fırçalama simülasyonu sonrasında (L_s) her iki grubun ortalama L* değerleri azalmıştır (p<0,05).

Tablo 32. Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama L* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Fırçalama Öncesi L₀ Değeri (±S.Hata)	Fırçalama Sonrası L_s Değeri (±S.Hata)
CoCrC	99,48 (±0,52)	97,03 (±0,52)
TiC	99,59 (±0,52)	97,52 (±0,52)
Genel	99,53 ^A (±0,36)	97,28 ^B (±0,36)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf kullanılmıştır.



Grafik 15. Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama L* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.10. Fırçalama Simülasyonu Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama a* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin a* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman etkileşimi istatistik olarak anlamlı değildir ($p > 0,05$). Grupların ve zamanların ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$) (Tablo 33). Eğer etkileşim yoksa gruplardan birinin daha yüksek veya düşük değerlere sahip olma durumu fırçalama simülasyonu öncesi için de fırçalama simülasyonu sonrası için de geçerlidir. Yine etkileşim olmadığı için fırçalama öncesi a* değerlerinin yüksek veya düşük olma durumu hem CoCrC grubu hem TiC grubu için geçerlidir.

Tablo 33. Fırçalama simülasyonu a^* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

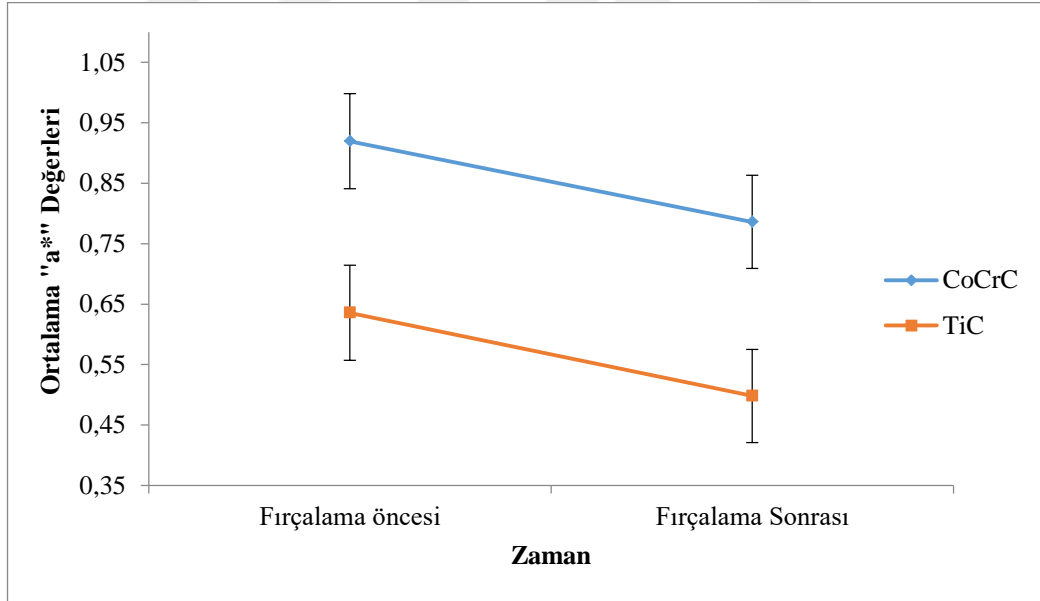
	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	0,981	1	0,981	8,086	0,009
Zaman	0,220	1	0,220	9,072	0,006
GrupxZaman	5,021E-05	1	5,021E-05	0,002	0,964

Grup faktörü ve zaman faktörü seviye ortalamalarını değerlendirmek için yapılan Tukey testi sonucunda farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin başlangıç (a_0) ve fırçalama simülasyonu sonrası (a_s) a^* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 34’de gösterilmiştir. Fırçalama uygulamasında her iki grubun fırçalama simülasyonu sonrasında ortalama a^* değerleri düşmüştür ve başlangıç değerleriyle aralarında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$). CoCrC ve TiC grupları birbirlerine göre kıyaslandığında fırçalama simülasyonu öncesi ve sonrasında ortalama a^* değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$).

Tablo 34. Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Fırçalama Öncesi a_0 Değeri (\pm S.Hata)	Fırçalama Sonrası a_s Değeri (\pm S.Hata)	Genel
CoCrC	0,92 (\pm 0,08)	0,79 (\pm 0,08)	0,85 ^a (\pm 0,07)
TiC	0,64 (\pm 0,08)	0,50 (\pm 0,08)	0,57 ^b (\pm 0,07)
Genel	0,78 ^A (\pm 0,06)	0,64 ^B (\pm 0,05)	

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 16. Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama a^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.11. Fırçalama Simulasyonu Farklı Zaman Aralıklarında (öncesi-sonrası) Ortalama b* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin b* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılığın bir gruptan diğer gruba değiştiğidir. Ya da gruplar arası farklılığın da zamandan zamana sabit kalmayıp değiştiğidir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı, TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC grubu ile CoCrC grubu b* değerleri bakımından karşılaştırılırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 35).

Tablo 35. Fırçalama simulasyonu b* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

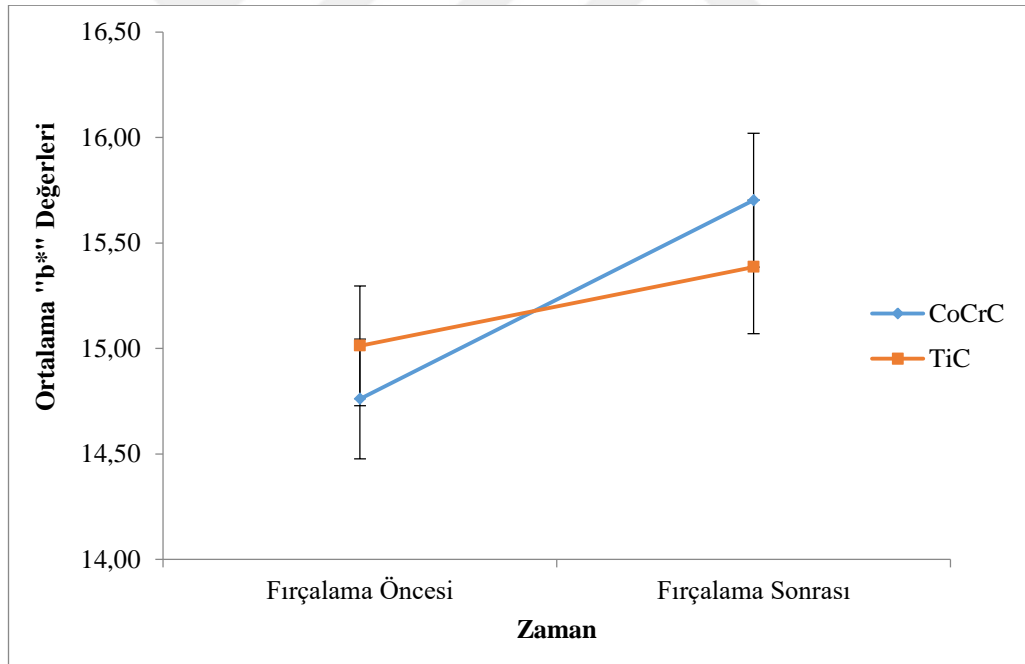
	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	0,013	1	0,013	0,006	0,937
Zaman	5,189	1	5,189	23,444	0,000
GrupxZaman	0,968	1	0,968	4,376	0,048

TiC grubu ve CoCrC grubu fırçalama simulasyonu b* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır. Tukey testi de bu esas alınarak yapılmıştır. Farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Fırçalama simulasyonunda CoCrC grubunda başlangıç günü (b_0) değerleri düşükken fırçalama simulasyonu sonrası (b_s) istatistik olarak anlamlı şekilde artmıştır ($p<0,05$). TiC grubunda fırçalama simulasyonu başlangıç günü (b_0) ve fırçalama simulasyonu sonrası (b_s) ortalama b* değerleri istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Gruplar aralarında kıyaslandığında CoCrC grubunda başlangıç günü (b_0) ortalama b* değerleri daha düşükken, TiC grubunda fırçalama simulasyonu sonrası (b_s) ortalama b* değerleri istatistik olarak daha düşüktür ($p<0,05$) (Tablo 36).

Tablo 36. Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Fırçalama Öncesi b_0 Değeri (\pm S.Hata)	Fırçalama Sonrası b_s Değeri (\pm S.Hata)
CoCrC	14,76 ^{Bb} (\pm 0,28)	15,70 ^{Aa} (\pm 0,32)
TiC	15,01 ^{Aa} (\pm 0,28)	15,39 ^{Ab} (\pm 0,32)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 17. Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama b^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.12. Fırçalama Simulasyonu Sonrası Ortalama ΔE Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin fırçalama simulasyonu sonrası ΔE değerleri bakımından elde edilen verilerine Student t test uygulanmıştır. Student t test sonucunda grupların arasında istatistik olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 37).

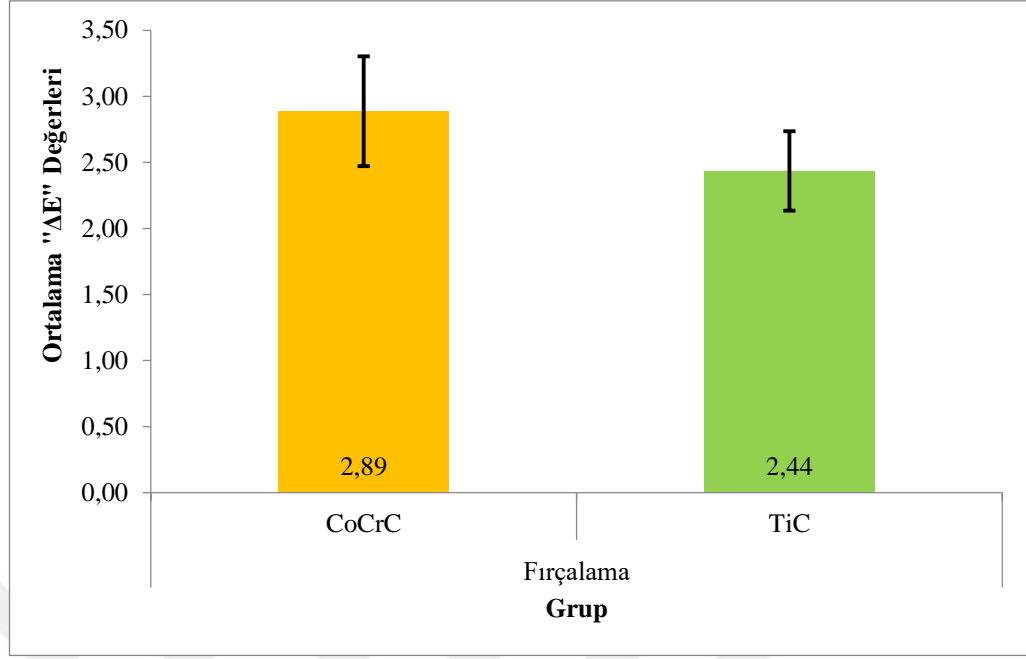
Tablo 37. Fırçalama simulasyonu ΔE değerleri bakımından Student t test

	t	p
ΔE	0,881	0,388

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin fırçalama simulasyonu sonrası ortalama ΔE değerleri ve standart hataları Tablo 38’de gösterilmiştir. Tablo 38 incelendiğinde fırçalama simulasyonu sonrasında ΔE bakımından, her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).

Tablo 38. Örneklerin fırçalama simulasyonu sonrası ortalama ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	Fırçalama Simulasyonu Sonrası ΔE Değeri (\pmS.Hata)
CoCrC	2,89 (\pm 0,41)
TiC	2,44 (\pm 0,30)



Grafik 18. Örneklerin fırçalama simülasyonu farklı zaman aralıklarında (öncesi ve sonrası) ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.13. Çayda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama L^* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin çayda bekletme uygulaması sonrası L^* değerleri bakımından elde edilen verilere yapılan varyans analizi sonucunda grup \times zaman interaksiyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu çayda bekletme uygulaması sonrası L^* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 39).

Tablo 39. Çayda bekletme uygulaması L* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

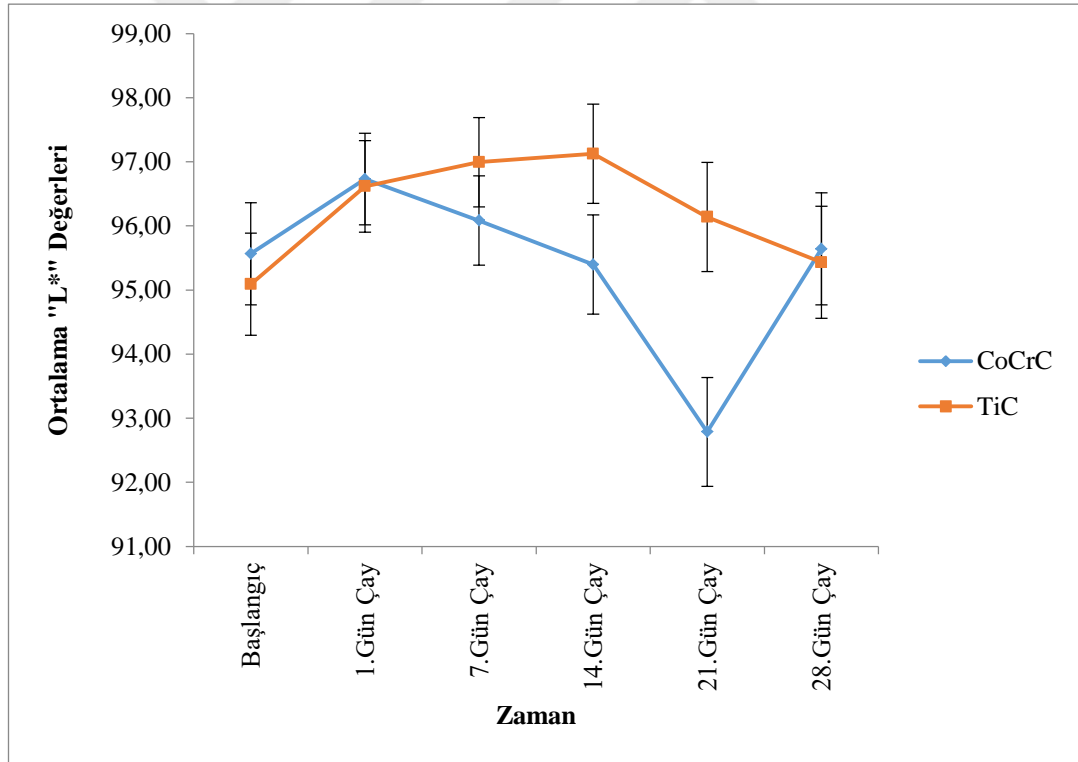
	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	20,557	1	20,557	0,456	0,507
Zaman	98,008	6	16,335	12,884	0,000
GrupxZaman	72,007	6	12,001	9,466	0,000

TiC ile CoCrC grubunu çayda bekletme uygulaması sonrası L* değerleri bakımından kıyaslarken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırmak için yapılan Tukey testinde farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin çayda bekletme uygulamasında başlangıç (L₀), 1. gün (L₁), 7. gün (L₇), 14. gün (L₁₄), 21. gün (L₂₁) ve 28. gün (L₂₈) L* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 40'da gösterilmiştir. Çayda bekletme uygulamasında CoCrC grubunda ortalama L* değerleri 21. günde (L₂₁) en düşük değerlerini almıştır ve 21. gün ile diğer zaman aralıklarında ölçülen ortalama L* değerleri arasında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır (p<0,05). TiC grubu başlangıç (L₀) ile 1. gün (L₁), 7. gün (L₇) ve 14. günler (L₁₄) arasında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır (p<0,05). Gruplar aralarında kıyaslandığında başlangıç gününde (L₀), 7., 14., 21. günlerde (L₇, L₁₄, L₂₁) ortalama L* değerleri arasında istatistik olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05).

Tablo 40. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	L ₀ Başlangıç (±S.Hata)	L ₁ 1.Gün (±S.Hata)	L ₇ 7.Gün (±S.Hata)	L ₁₄ 14.Gün (±S.Hata)	L ₂₁ 21.Gün (±S.Hata)	L ₂₈ 28.Gün (±S.Hata)
CoCrC	95,57 ^{Aa} (±0,80)	96,73 ^{Aa} (±0,71)	96,08 ^{Ab} (±0,70)	95,40 ^{Ab} (±0,77)	92,79 ^{Bb} (±0,85)	95,64 ^{Aa} (±0,87)
TiC	95,09 ^{Cb} (±0,80)	96,62 ^{ABa} (±0,71)	96,99 ^{Aa} (±0,70)	97,13 ^{Aa} (±0,77)	96,14 ^{ABCa} (±0,85)	95,43 ^{BCa} (±0,87)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 19. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.14. Çayda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama a* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin çayda bekletme uygulaması sonrası a* değerleri bakımından elde edilen verilere yapılan varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu çayda bekletme uygulaması sonrası a* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 41).

Tablo 41. Çayda bekletme uygulaması a* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	3,429	1	3,429	3,616	0,070
Zaman	51,882	6	8,647	109,781	0,000
GrupxZaman	6,998	6	1,166	14,807	0,000

TiC ile CoCrC grupları çayda bekletme uygulaması sonrası a* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırmak için yapılan Tukey testinde farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin çayda bekletme uygulaması sonrasında başlangıç (a_0), 1. gün (a_1), 7. gün (a_7), 14. gün (a_{14}), 21. gün (a_{21}) ve 28. gün (a_{28}) a* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 42’de gösterilmiştir.

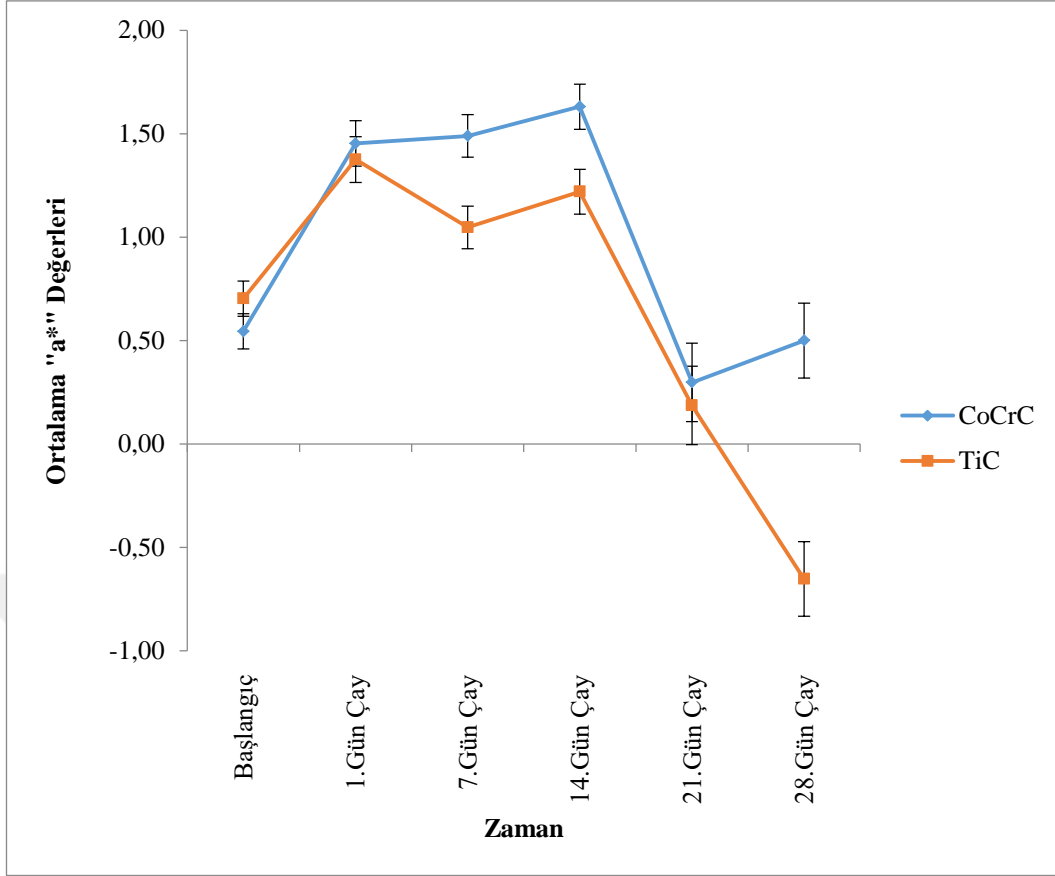
Çayda bekletme uygulamasında CoCrC grubunda başlangıç günü (a_0) ile 1. gün (a_1), 7. gün (a_7) ve 14. günler (a_{14}) arasında istatistik olarak anlamlı farklılık

vardır ($p<0,05$). TiC grubunda başlangıç günü (a_0) ile 1. gün (a_1), 14. gün (a_{14}), 21. Gün (a_{21}), 28. günler (a_{28}) arasında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$). Gruplar aralarında ortalama a^* değerleri bakımından kıyaslandığında her iki grup arasında tüm zaman aralıklarında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$) (Tablo 42).

Tablo 42. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	a_0 Başlangıç (\pmS.Hata)	a_1 1.gün (\pmS.Hata)	a_7 7.gün (\pmS.Hata)	a_{14} 14.gün (\pmS.Hata)	a_{21} 21.gün (\pmS.Hata)	a_{28} 28.gün (\pmS.Hata)
CoCrC	0,54 ^{Cb} (\pm 0,10)	1,45 ^{Aa} (\pm 0,11)	1,49 ^{Aa} (\pm 0,10)	1,63 ^{Aa} (\pm 0,11)	0,30 ^{Ca} (\pm 0,19)	0,5 ^{Ca} (\pm 0,18)
TiC	0,70 ^{Ca} (\pm 0,10)	1,38 ^{Ab} (\pm 0,11)	1,05 ^{BCb} (\pm 0,10)	1,22 ^{ABb} (\pm 0,11)	0,19 ^{Db} (\pm 0,19)	(-0,65) ^{Eb} (\pm 0,18)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 20. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında a* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.15. Çayda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama b* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin çayda bekletme uygulaması sonrası b* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu çayda bekletme uygulaması sonrası b* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 43).

Tablo 43. Çayda bekletme uygulaması b* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi.

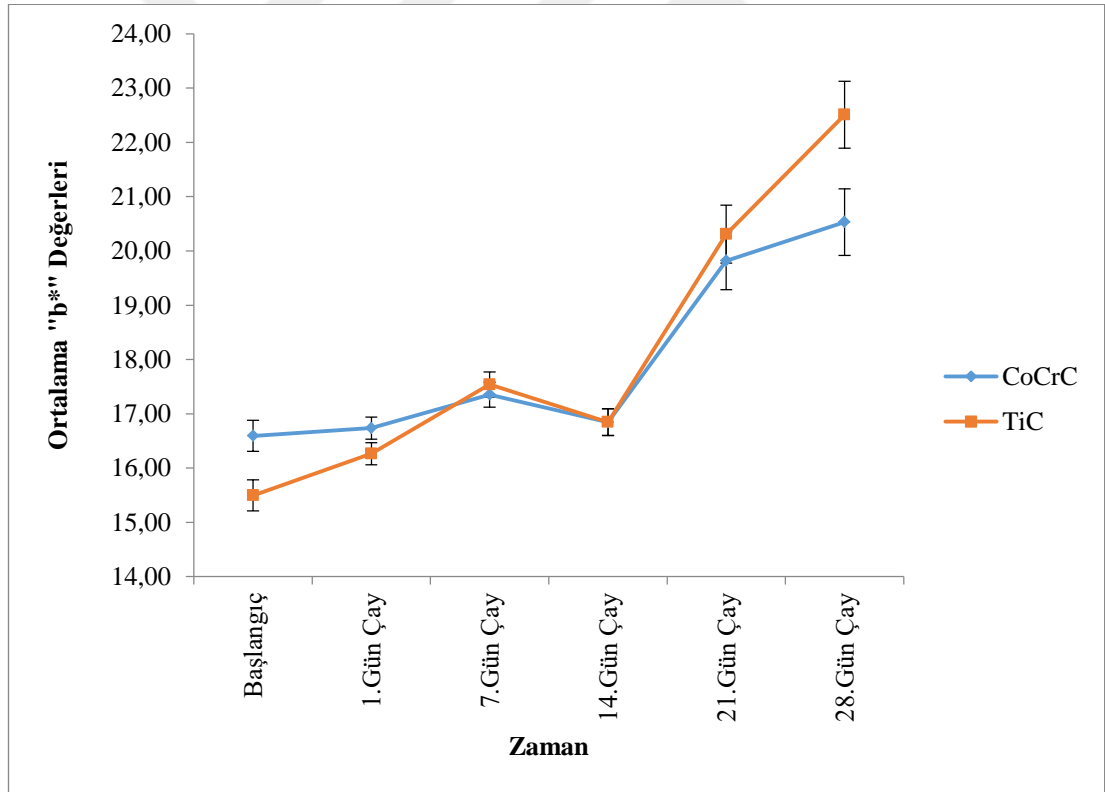
	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	0,122	1	0,122	0,021	0,885
Zaman	629,083	6	104,847	106,695	0,000
GrupxZaman	36,561	6	6,094	6,201	0,000

TiC ile CoCrC grubu çayda bekletme uygulaması sonrası b* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırmak için yapılan Tukey testinde farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin çayda bekletme uygulaması sonrasında başlangıç (b₀), 1. gün (b₁), 7. gün (b₇), 14. gün (b₁₄), 21. gün (b₂₁) ve 28. gün (b₂₈) b* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 44'te gösterilmiştir. Çayda bekletme uygulamasında CoCrC grubunda 21. ve 28. günlerde (b₂₁ ve b₂₈) ortalama b* değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık yoktur ve yüksektir. CoCrC grubunda başlangıç günü, 1. gün, 7. gün ve 14. günler (b₀, b₁, b₇, b₁₄) arasında istatistik olarak anlamlı farklılık yoktur ve düşüktür. TiC grubunda başlangıç (b₀) gününde, 1. günde (b₁) ve 7. günde (b₇) en düşük ortalama b* değerleri bulunmuştur. TiC grubunda 28. günde (b₂₈) ortalama b* değeri en yüksektir. TiC grubunda başlangıç günü (b₀) ile 14, 21 ve 28. günler (b₁₄, b₂₁, b₂₈) arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık vardır. Gruplar aralarında kıyaslandığında başlangıç ve 1. günde (b₀ ve b₁) CoCrC grubunun ortalama b* değerleri daha yüksekken, 7. ve 21. günlerde (b₇ ve b₂₁) TiC grubunun ortalama b* değerleri yüksek bulunmuştur ve 14. gün ile 28. günlerde (b₁₄ ile b₂₈) iki grup arasında ortalama b* değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı bir farklılık yoktur (p<0,05).

Tablo 44. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	b_0 Başlangıç (\pm S.Hata)	b_1 1.gün (\pm S.Hata)	b_7 7.gün (\pm S.Hata)	b_{14} 14.gün (\pm S.Hata)	b_{21} 21.gün (\pm S.Hata)	b_{28} 28.gün (\pm S.Hata)
CoCrC	16,59 ^{Ba} (\pm 0,29)	16,74 ^{Ba} (\pm 0,20)	17,35 ^{Bb} (\pm 0,23)	16,84 ^{Ba} (\pm 0,25)	19,82 ^{Ab} (\pm 0,53)	20,53 ^{Aa} (\pm 0,62)
TiC	15,49 ^{Db} (\pm 0,29)	16,26 ^{CDb} (\pm 0,20)	17,54 ^{Da} (\pm 0,23)	16,85 ^{Ca} (\pm 0,25)	20,31 ^{Ba} (\pm 0,53)	22,51 ^{Aa} (\pm 0,62)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 21. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.16. Çayda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama ΔE Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin çayda bekletme uygulaması sonrası ΔE değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu çayda bekletme uygulaması sonrası ΔE değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 45).

Tablo 45. Çayda bekletme uygulaması ΔE değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	747,159	1	747,159	6,450	0,019
Zaman	7797,389	5	1559,478	32,363	0,000
GrupxZaman	1301,715	5	260,343	5,403	0,000

TiC ile CoCrC grubu çayda bekletme uygulaması sonrası ΔE değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırmak için Tukey testi yapılmıştır. Farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin çayda bekletme uygulaması sonrasında 1. gün (ΔE_1), 7. gün (ΔE_7), 14. gün (ΔE_{14}), 21. gün (ΔE_{21}) ve 28. gün (ΔE_{28}) ΔE değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 46'da gösterilmiştir.

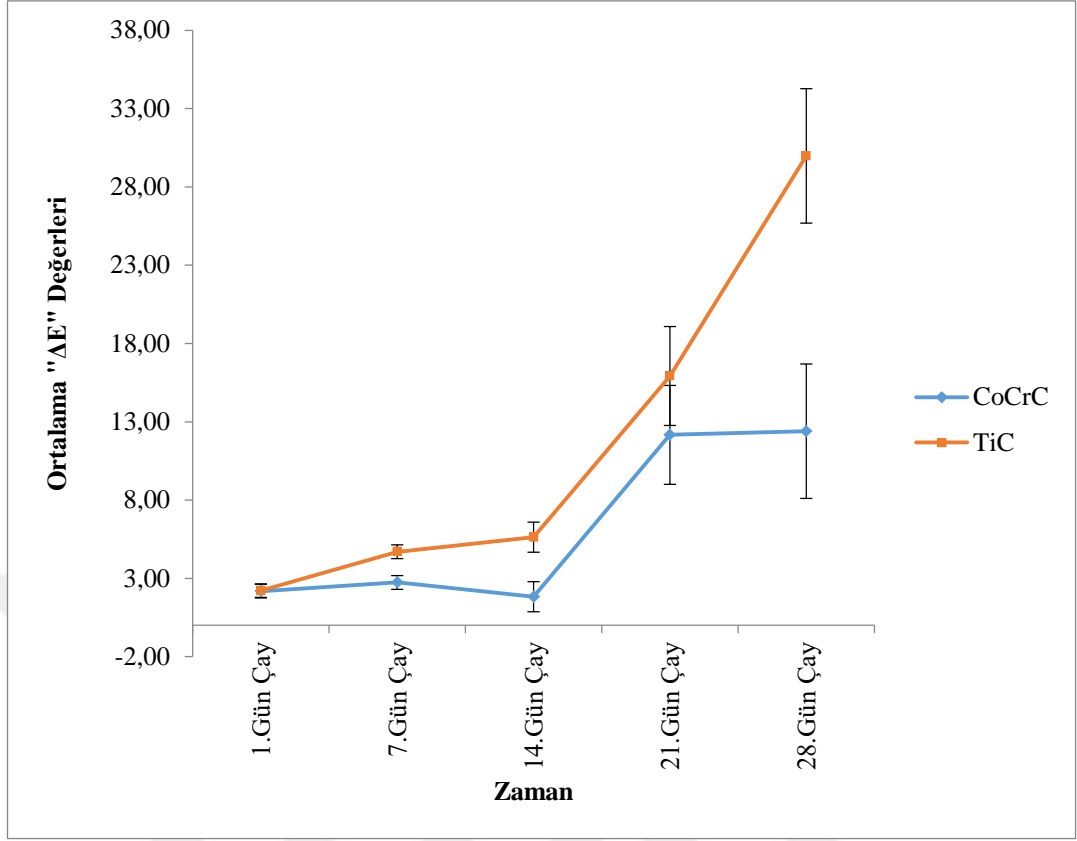
Çayda bekletme uygulamasında CoCrC grubunda 21. ve 28. günlerde (ΔE_{21} ve ΔE_{28}) ortalama ΔE değerleri yüksekken, TiC grubunda 28. günde (ΔE_{28}) ortalama

ΔE değeri en yüksektir. Hem CoCrC grubu hem de TiC grubunda, 1., 7. ve 14. günlerde (ΔE_1 , ΔE_7 ve ΔE_{14}) ortalama ΔE değerleri en düşüktür ve istatistik olarak anlamlı farklılık yoktur. Gruplar aralarında kıyaslandığında 1. günde (ΔE_1) istatistik olarak anlamlı farklılık yoktur ve diğer tüm günlerde ($\Delta E_{7-14-21-28}$) TiC grubunun ortalama ΔE değerleri istatistik olarak daha yüksek bulunmuştur (Tablo 46).

Tablo 46. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	ΔE_1 1.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_7 7.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_{14} 14.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_{21} 21.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_{28} 28.Gün (\pm S.Hata)
CoCrC	2,19 ^{Ba} (\pm 0,44)	2,74 ^{Bb} (\pm 0,44)	1,83 ^{Bb} (\pm 0,96)	12,17 ^{Ab} (\pm 3,16)	12,39 ^{Ab} (\pm 4,29)
TiC	2,21 ^{Ca} (\pm 0,44)	4,70 ^{Ca} (\pm 0,44)	5,63 ^{Ca} (\pm 0,96)	15,91 ^{Ba} (\pm 3,16)	29,98 ^{Aa} (\pm 4,29)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 22. Örneklerin çayda bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.17. Kahvede Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama L^* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası L^* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan varyans analizi sonucunda grup \times zaman interaksiyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu kahvede bekletme uygulaması sonrası L^* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 47).

Tablo 47. Kahvede bekletme uygulaması L* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	415,276	1	415,276	5,553	0,028
Zaman	1071,390	6	178,565	142,678	0,000
GrupxZaman	48,647	6	8,108	6,478	0,000

TiC ile CoCrC grubu kahvede bekletme uygulaması sonrası L* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırmak için Tukey testi yapılmıştır. Farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir.

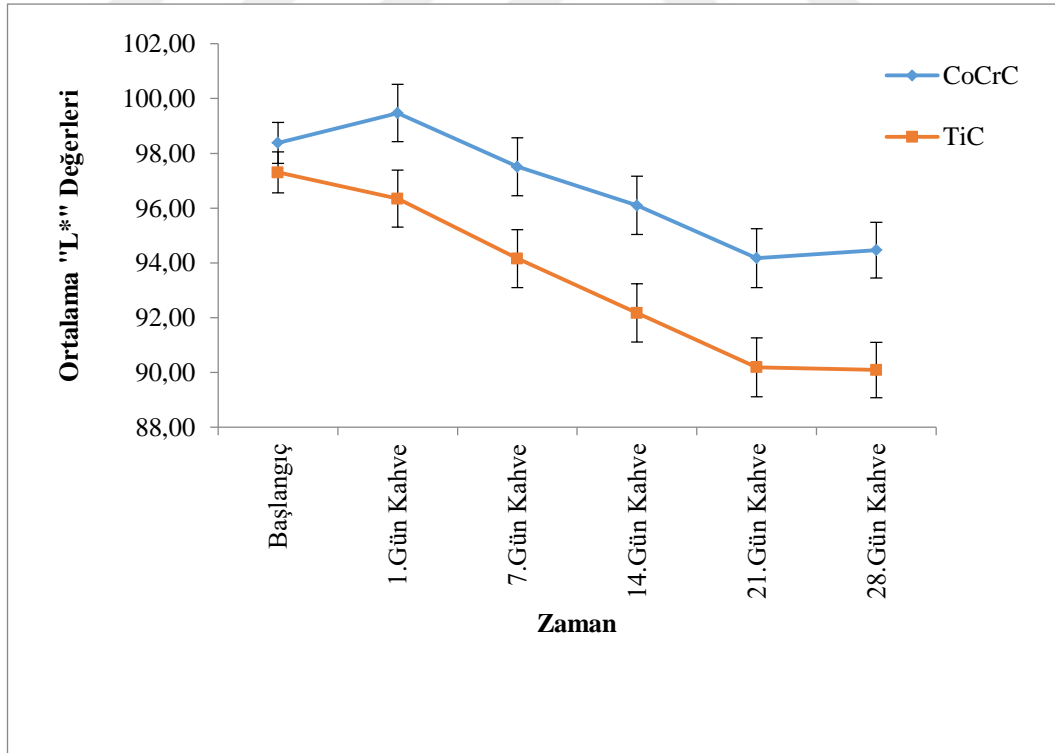
Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin başlangıç (L₀), 1. gün (L₁), 7. gün (L₇), 14. gün (L₁₄), 21. gün (L₂₁) ve 28. gün (L₂₈) kahvede bekletme uygulamasında L* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 48'de gösterilmiştir.

Kahvede bekletme uygulamasında CoCrC grubunda başlangıç günü (L₀) ile 14. gün (L₁₄), 21.gün (L₂₁) ve 28. günlerde (L₂₈) ortalama L* değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık vardır (p<0,05). TiC grubunda başlangıç günü (L₀) ile 7. gün (L₇), 14. gün (L₁₄), 21. gün (L₂₁) ve 28. günler (L₂₈) arasında ortalama L* değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı fark vardır (p<0,05). CoCrC ve TiC grupları birbirleriyle kıyaslandığında tüm günlerde CoCrC grubunda ortalama L* değerleri TiC grubundan daha yüksektir ve aralarındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05) (Tablo 48).

Tablo 48. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	L ₀ Başlangıç (±S.Hata)	L ₁ 1.Gün (±S.Hata)	L ₇ 7.Gün (±S.Hata)	L ₁₄ 14.Gün (±S.Hata)	L ₂₁ 21.Gün (±S.Hata)	L ₂₈ 28.Gün (±S.Hata)
CoCrC	98,39 ^{ABa} (±0,75)	99,47 ^{Aa} (±1,05)	97,51 ^{Ba} (±1,06)	96,1 ^{Ca} (±1,06)	94,18 ^{Da} (±1,08)	94,47 ^{Da} (±1,01)
TiC	97,31 ^{Ab} (±0,75)	96,35 ^{Ab} (±1,05)	94,16 ^{Bb} (±1,06)	92,17 ^{Cb} (±1,06)	90,19 ^{Db} (±1,08)	90,10 ^{Db} (±1,01)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 23. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.18. Kahvede Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama a* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası a* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu kahvede bekletme uygulaması sonrası a* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 49).

Tablo 49. Kahvede bekletme uygulaması a* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	11,524	1	11,524	10,756	0,003
Zaman	87,067	6	14,511	368,390	0,000
GrupxZaman	1,526	6	0,254	6,455	0,000

TiC ile CoCrC grubu kahvede bekletme uygulaması sonrası a* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırmak için Tukey testi yapılmıştır. Tukey testinde farklılıklar, ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir.

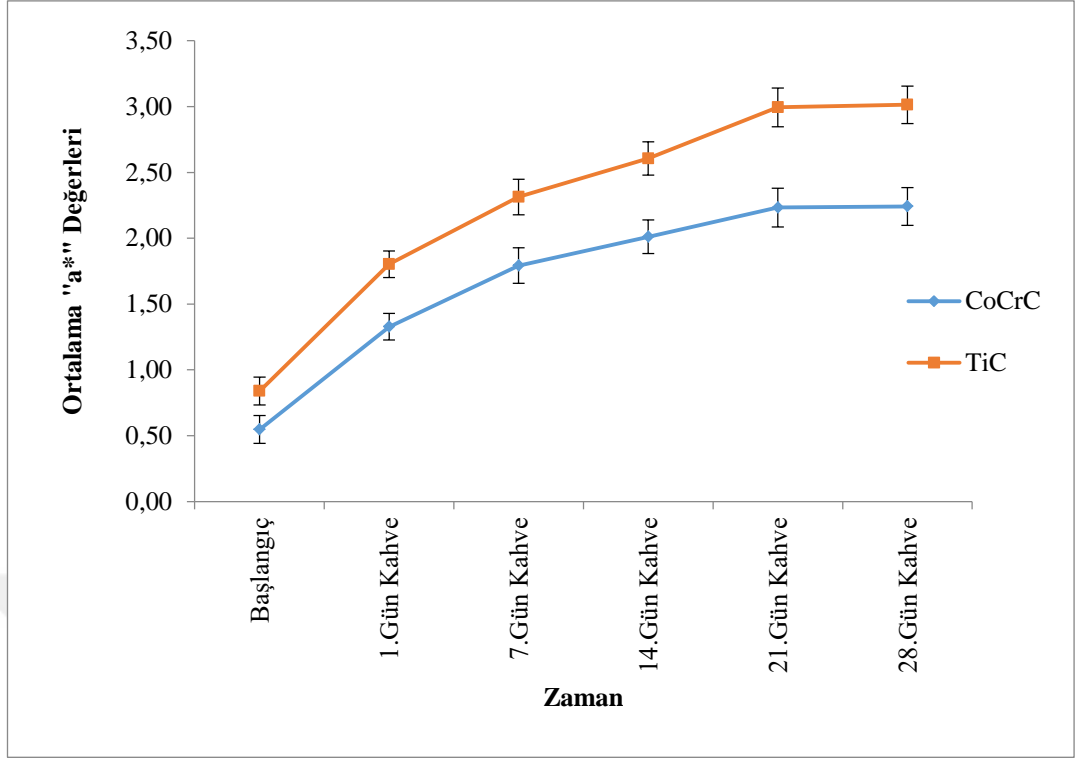
Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası başlangıç (a_0), 1. gün (a_1), 7. gün (a_7), 14. gün (a_{14}), 21. gün (a_{21}) ve 28. gün (a_{28}) a* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 50'de gösterilmiştir.

Kahvede bekletme uygulamasında CoCrC grubunda başlangıç günü (a_0) ortalama a^* değeri en düşüktür ve diğer tüm günlerle kıyaslandığında arasında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$). TiC grubunun başlangıç günü (a_0) ortalama a^* değeri en düşüktür ve diğer tüm zamanlar arasında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$). CoCrC ve TiC grupları birbirleriyle kıyaslandığında TiC grubunda tüm günlerde ortalama a^* değerleri daha yüksektir ve CoCrC ile arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$) (Tablo 50).

Tablo 50. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	a_0 Başlangıç (\pm S.Hata)	a_1 1.gün (\pm S.Hata)	a_7 7.gün (\pm S.Hata)	a_{14} 14.gün (\pm S.Hata)	a_{21} 21.gün (\pm S.Hata)	a_{28} 28.gün (\pm S.Hata)
CoCrC	0,55 ^{Eb} (\pm 0,11)	1,33 ^{Cb} (\pm 0,10)	1,79 ^{Bb} (\pm 0,14)	2,01 ^{ABb} (\pm 0,13)	2,23 ^{Ab} (\pm 0,15)	2,24 ^{Ab} (\pm 0,14)
TiC	0,84 ^{Ea} (\pm 0,11)	1,80 ^{Da} (\pm 0,10)	2,31 ^{Ca} (\pm 0,14)	2,61 ^{Ba} (\pm 0,13)	2,99 ^{Aa} (\pm 0,15)	3,01 ^{Aa} (\pm 0,14)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 24. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.19. Kahvede Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama b* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası b* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksiyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu kahvede bekletme uygulaması sonrası b* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 51).

Tablo 51. Kahvede bekletme uygulaması b* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	102,774	1	102,774	15,052	0,001
Zaman	207,898	6	34,650	55,638	0,000
GrupxZaman	33,954	6	5,659	9,087	0,000

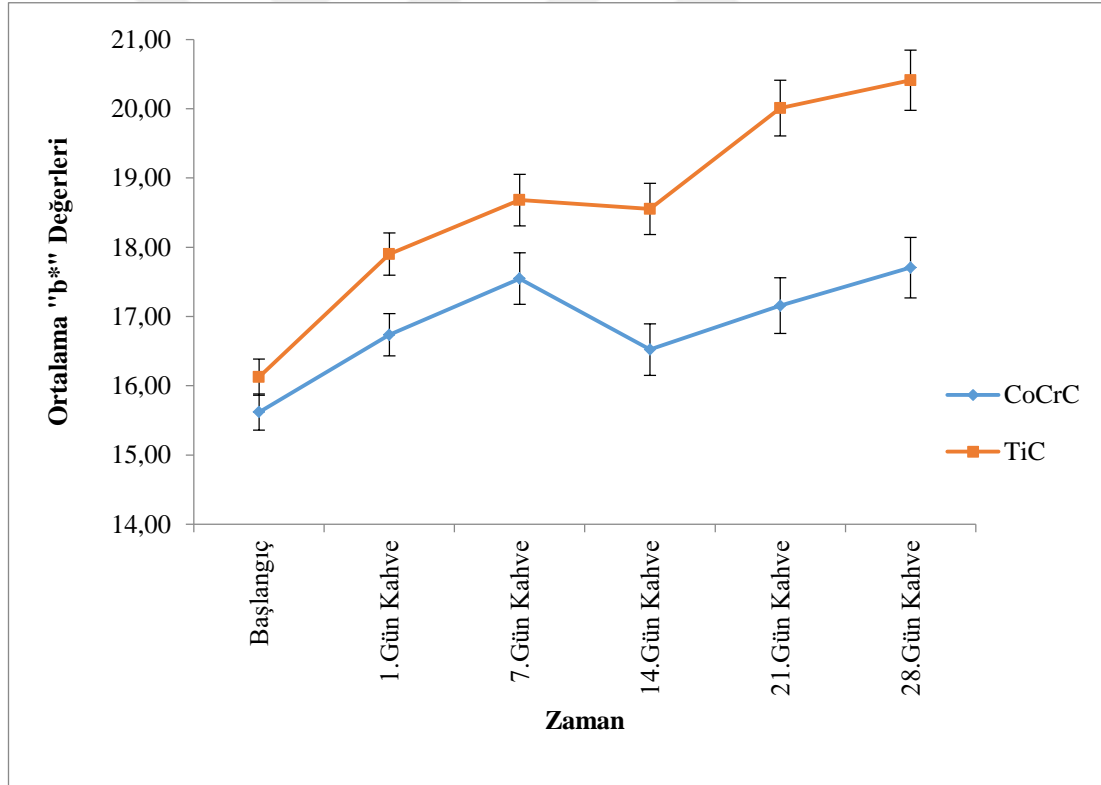
TiC ile CoCrC grubunu kahvede bekletme uygulaması sonrası b* değerleri bakımından her bir zamanda ayrı ayrı kıyaslamak için yapılan Tukey Testine göre farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası başlangıç (b₀), 1. gün (b₁), 7. gün (b₇), 14. gün (b₁₄), 21. gün (b₂₁) ve 28. gün (b₂₈) b* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 52’de gösterilmiştir.

Kahvede bekletme uygulamasında CoCrC grubunda başlangıç günü (b₀) ile 1., 7., 21. ve 28. günler (b₁, b₇, b₂₁ ve b₂₈) arasında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır (p<0,05). TiC grubunda başlangıç günü (b₀) ortalama b* değerleri ile diğer tüm günler arasında istatistik olarak önemli farklılık vardır (p<0,05). Gruplar birbiriyle kıyaslandığında TiC grubu ortalama b* değerleri tüm günlerde daha yüksek bulunmuştur ve CoCrC grubu ile arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05) (Tablo 52).

Tablo 52. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	b ₀ Başlangıç (±S.Hata)	b ₁ 1.gün (±S.Hata)	b ₇ 7.gün (±S.Hata)	b ₁₄ 14.gün (±S.Hata)	b ₂₁ 21.gün (±S.Hata)	b ₂₈ 28.gün (±S.Hata)
CoCrC	15,62 ^{Eb} (±0,26)	16,74 ^{BCDb} (±0,31)	17,55 ^{ABb} (±0,37)	16,52 ^{CDEb} (±0,37)	17,16 ^{ABCb} (±0,40)	17,71 ^{Ab} (±0,44)
TiC	16,13 ^{Ca} (±0,26)	17,9B ^a (±0,31)	18,68 ^{Ba} (±0,37)	18,55 ^{Ba} (±0,37)	20,01 ^{Aa} (±0,40)	20,41 ^{Aa} (±0,44)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 25. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.20. Kahvede Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama ΔE Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası ΔE değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu kahvede bekletme uygulaması sonrası ΔE değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 53).

Tablo 53. Kahvede bekletme uygulaması ΔE değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	5420,654	1	5420,654	15,326	0,001
Zaman	15403,571	5	3080,714	53,132	0,000
GrupxZaman	3776,725	5	755,345	13,027	0,000

TiC ile CoCrC grubunu kahvede bekletme uygulaması sonrası ΔE değerleri bakımından her bir zamanda ayrı ayrı kıyaslamak için yapılan Tukey Testine göre farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin kahvede bekletme uygulaması sonrası 1. gün (ΔE_1), 7. gün (ΔE_7), 14. gün (ΔE_{14}), 21. gün (ΔE_{21}) ve 28. gün (ΔE_{28}) ΔE değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 54'de gösterilmiştir.

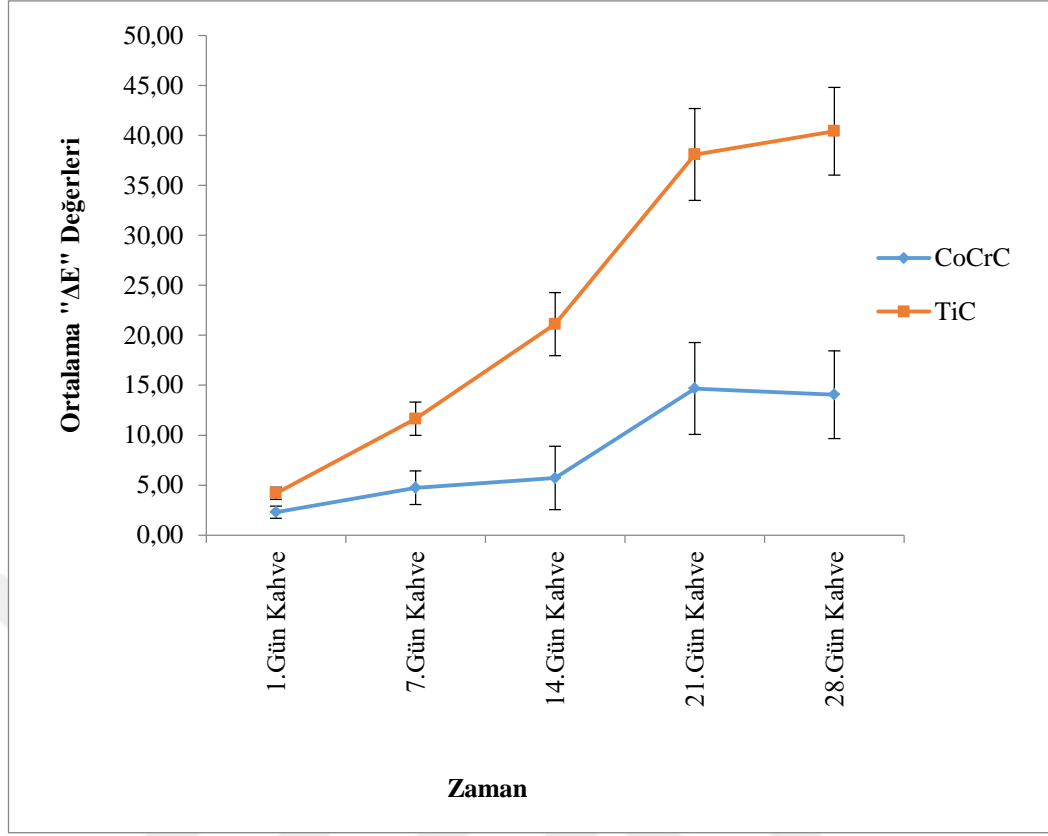
Kahvede bekletme uygulamasında CoCrC grubunda 1. gün (ΔE_1) ile 21.gün ve 28. günlerde (ΔE_{21} ve ΔE_{28}) ortalama ΔE değerleri bakımından istatistik olarak

anlamli bir farklılık vardır ($p < 0,05$). TiC grubunda 1. gün (ΔE_1) ile 14. gün (ΔE_{14}), 21. gün (ΔE_{21}) ve 28. günlerde (ΔE_{28}) ortalama ΔE değeri bakımından istatistik olarak anlamli farklılık vardır ($p < 0,05$). CoCrC Ve TiC grupları birbirleriyle kıyaslandığında TiC grubunda tüm zamanlarda ortalama ΔE değerleri daha yüksek bulunmuştur ve CoCrC grubuyla aralarındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0,05$) (Tablo 54).

Tablo 54. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	ΔE_1 1.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_7 7.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_{14} 14.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_{21} 21.Gün (\pm S.Hata)	ΔE_{28} 28.Gün (\pm S.Hata)
CoCrC	2,30 ^{Bb} ($\pm 0,60$)	4,74 ^{Bb} ($\pm 1,67$)	5,72 ^{ABb} ($\pm 3,17$)	14,67 ^{Ab} ($\pm 4,59$)	14,06 ^{Ab} ($\pm 4,40$)
TiC	4,19 ^{CDa} ($\pm 0,60$)	11,65 ^{Ca} ($\pm 1,67$)	21,12 ^{Ba} ($\pm 3,17$)	38,10 ^{Aa} ($\pm 4,59$)	40,43 ^{Aa} ($\pm 4,40$)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 26. Örneklerin kahvede bekletme uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.21. Gastrik Sıvıda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama L^* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC veTiC gruplarına ait örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrası L^* değerleri bakımından elde edilen verilere yapılan varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Ortalama L^* değerleri zamanlar bakımından istatistik olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Gruplar arası farklılık da istatistik olarak anlamlıdır ($p<0,05$) (Tablo 55). Grup x zaman interaksyonu önemli değilse ve gruplar arasındaki farklılık önemli ise, bu gruplar arası farklılığın tüm zamanlarda bir grupta daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Yine zamanlar arası farklılığın da önemli olması durumunda benzer şekilde tüm zamanlarda bir grubun istatistik olarak daha yüksek değerlerde olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 55. Gastrik sıvıda bekletme uygulaması L* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	793,518	1	793,518	31,008	0,000
Zaman	75,647	5	15,129	4,104	0,002
GrupxZaman	30,847	5	6,169	1,673	0,147

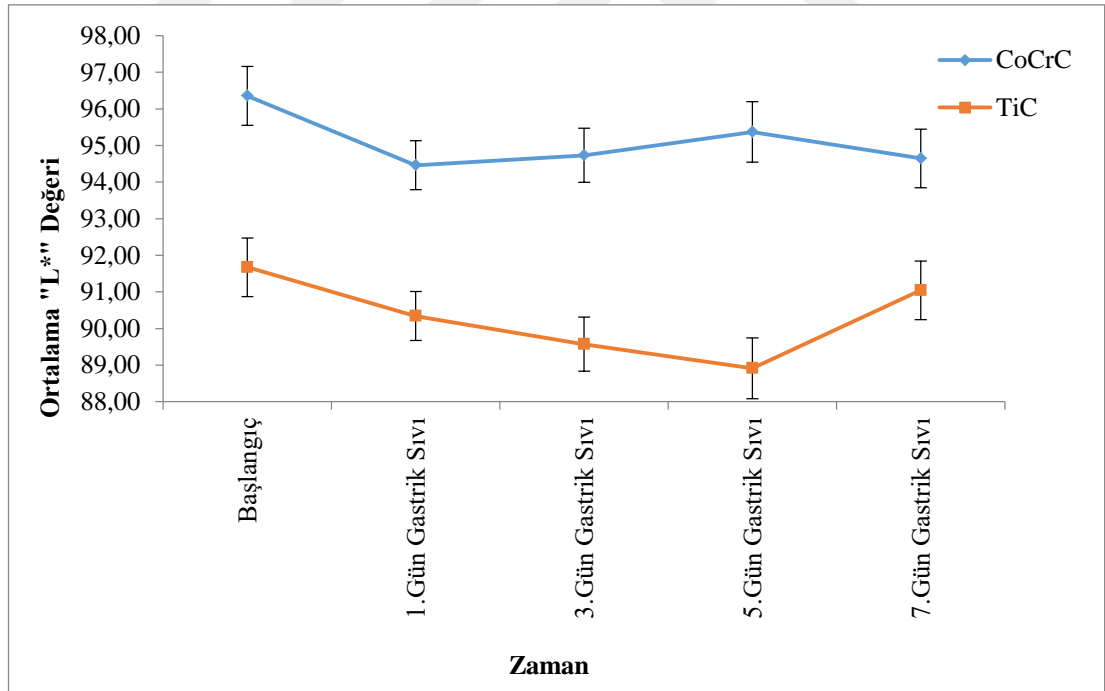
TiC ile CoCrC grubunu gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrası L* değerleri bakımından her bir zamanda ayrı ayrı kıyaslamak için yapılan Tukey Testine göre farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrasında, başlangıç (L₀), 1. gün (L₁), 3. gün (L₃), 5. gün (L₅) ve 7. gün (L₇) L* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 56'da gösterilmiştir.

Gastrik sıvıda bekletme uygulamasında her iki grubun başlangıç günü (L₀) ile 3. gün (L₃) ve 5. günler (L₅) arasında istatistik olarak anlamlı farklılıklar vardır (p<0,05). Tüm zaman aralıklarında CoCrC grubunun ortalama L* değerleri TiC grubuna göre istatistik olarak daha yüksektir (p<0,05) (Tablo 56).

Tablo 56. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	L ₀ Başlangıç (±S.Hata)	L ₁ 1.Gün (±S.Hata)	L ₃ 3.Gün (±S.Hata)	L ₅ 5.Gün (±S.Hata)	L ₇ 7.Gün (±S.Hata)	Genel
CoCrC	96,36 (±0,80)	94,46 (±0,67)	94,73 (±0,74)	95,37 (±0,83)	94,65 (±0,80)	95,21 ^a (±0,60)
TiC	91,67 (±0,80)	90,34 (±0,67)	89,57 (±0,74)	88,91 (±0,83)	91,04 (±0,80)	90,52 ^b (±0,60)
Genel	94,01 ^A (±0,57)	92,40 ^{AB} (±0,47)	92,15 ^B (±0,52)	92,14 ^B (±0,59)	92,85 ^{AB} (±0,57)	

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 27. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama L* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.22. Gastrik Sıvıda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama a* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrası a* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksiyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrası a* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 57).

Tablo 57. Gastrik sıvı uygulaması a* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	8,983	1	8,983	18,611	0,000
Zaman	30,056	5	6,011	175,054	0,000
GrupxZaman	2,714	5	0,543	15,809	0,000

TiC ile CoCrC grubunu gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrası a* değerleri bakımından her bir zamanda ayrı ayrı kıyaslamak için yapılan Tukey testine göre farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrası, 1. gün (a_1), 3. gün (a_3), 5. gün (a_5) ve 7. gün (a_7) a* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 58'de gösterilmiştir.

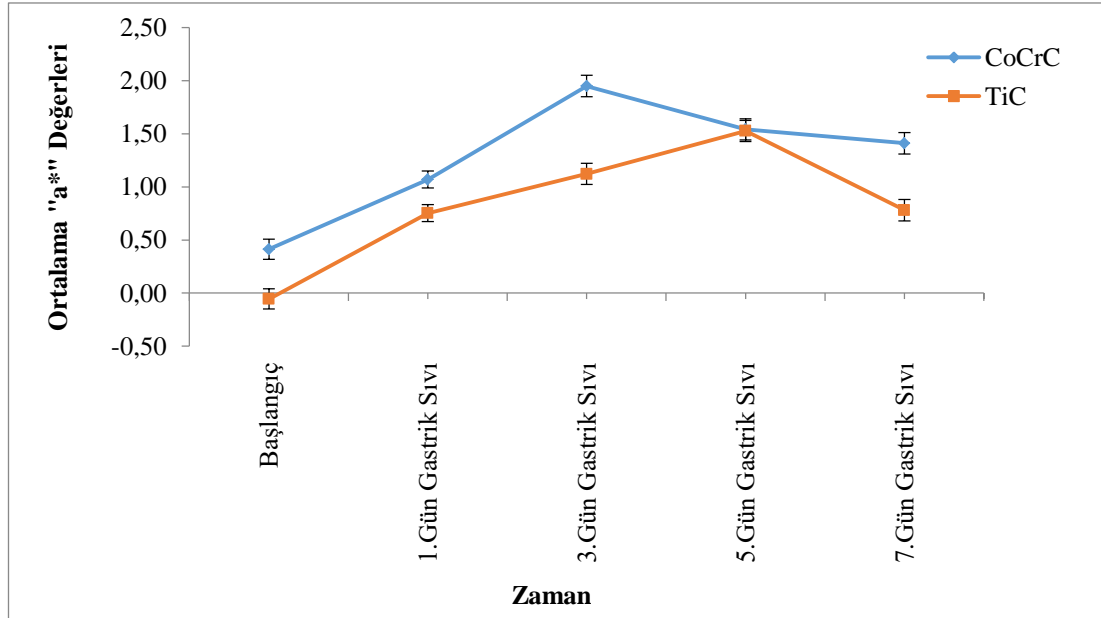
Gastrik sıvı uygulamasında CoCrC grubunda 3. günde (a_3) ortalama en yüksek a* değeri bulunmuştur. TiC grubunda 5. günde (a_5) ortalama en yüksek a*

değeri bulunmuştur. Her iki grubun başlangıç (a_0) ortalama a^* değerleri en düşüktür. Gruplar aralarında kıyaslandığında 5. günde her iki grup arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Diğer tüm zamanlarda CoCrC grubunun ortalama a^* değerleri TiC grubundan istatistik olarak anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 58).

Tablo 58. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	a_0 Başlangıç (\pm S.Hata)	a_1 1.gün (\pm S.Hata)	a_3 3.gün (\pm S.Hata)	a_5 5.gün (\pm S.Hata)	a_7 7.gün (\pm S.Hata)
CoCrC	0,41 ^{Da} (\pm 0,10)	1,07 ^{Ca} (\pm 0,10)	1,95 ^{Aa} (\pm 0,10)	1,54 ^{Ba} (\pm 0,10)	1,41 ^{Ba} (\pm 0,10)
TiC	-0,06 ^{Db} (\pm 0,10)	0,75 ^{Cb} (\pm 0,10)	1,12 ^{Bb} (\pm 0,10)	1,53 ^{Aa} (\pm 0,10)	0,78 ^{Cb} (\pm 0,10)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 28. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama a^* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.23. Gastrik Sıvıda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama b* Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin gastrik sıvı uygulaması sonrası b* değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu gastrik sıvı uygulaması sonrası b* değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 59).

Tablo 59. Gastrik sıvı uygulaması b* değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	5,013	1	5,013	0,720	0,405
Zaman	44,121	5	8,824	5,911	0,000
GrupxZaman	24,712	5	4,942	3,311	0,008

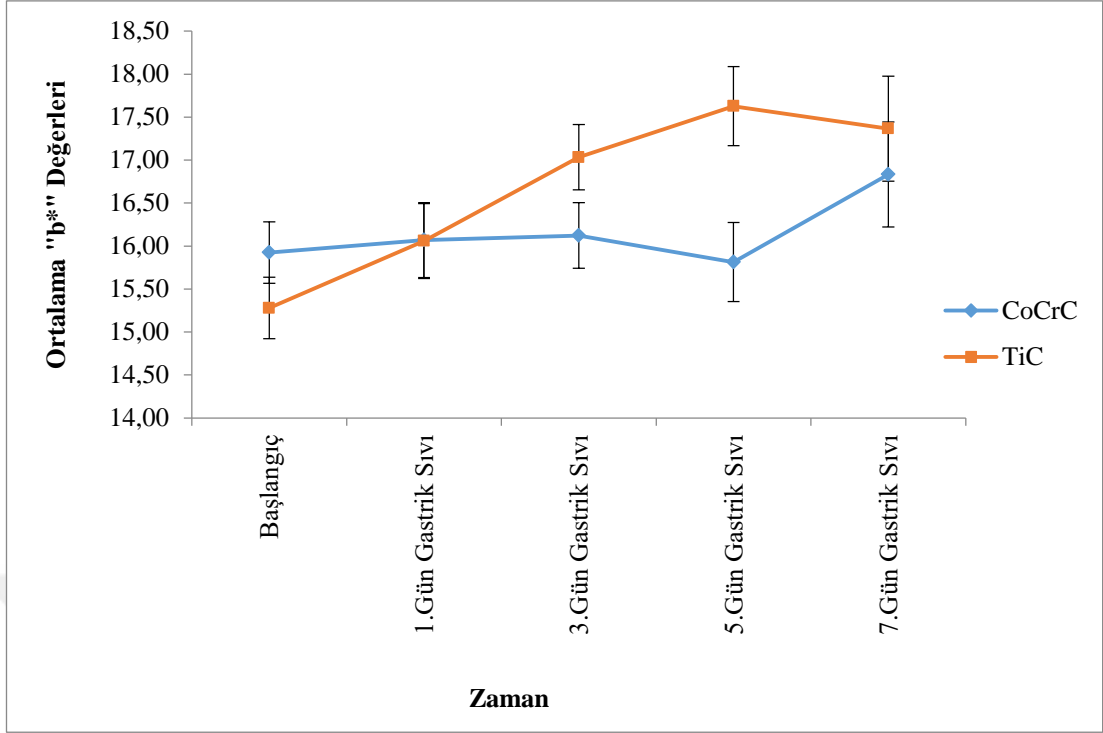
TiC ile CoCrC grubunu gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrası b* değerleri bakımından her bir zamanda ayrı ayrı kıyaslamak için yapılan Tukey testine göre farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrası, başlangıç (b_0), 1. gün (b_1), 3. gün (b_3), 5. gün (b_5) ve 7. gün (b_7) b* değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 60'da gösterilmiştir. Gastrik sıvı uygulamasında CoCrC grubunun b* değerlerinin ortalamaları arasında istatistik

olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). TiC grubunda, 3. gün (b_3), 5. gün (b_5) ve 7. günlerde (b_7) ortalama b^* değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık yoktur ve yüksektir. TiC grubunda başlangıç (b_0) ve 1. gün (b_1) ortalama b^* değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık yoktur ve düşüktür. Gruplar aralarında kıyaslandığında TiC grubu başlangıç günü (b_0) ortalama b^* değeri daha düşükken, 3. gün (b_3), 5. gün (b_5) ve 7. günde (b_7) ortalama b^* değerleri daha yüksek bulunmuştur (Tablo 60).

Tablo 60. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b^* değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	b_0 Başlangıç (\pm S.Hata)	b_1 1.Gün (\pm S.Hata)	b_3 3.Gün (\pm S.Hata)	b_5 5.Gün (\pm S.Hata)	b_7 7.Gün (\pm S.Hata)
CoCrC	15,93 ^{Aa} (\pm 0,36)	16,07 ^{Aa} (\pm 0,44)	16,12 ^{Ab} (\pm 0,38)	15,81 ^{Ab} (\pm 0,46)	16,83 ^{Ab} (\pm 0,61)
TiC	15,28 ^{Cb} (\pm 0,36)	16,06 ^{BCa} (\pm 0,44)	17,03 ^{ABa} (\pm 0,38)	17,63 ^{Aa} (\pm 0,46)	17,37 ^{ABa} (\pm 0,61)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.



Grafik 29. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama b* değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

4.2.24. Gastrik Sıvıda Bekletme Uygulaması Farklı Zaman Aralıklarında Ortalama ΔE Değerleri Bulguları

Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin gastrik sıvı uygulaması sonrası ΔE değerleri bakımından elde edilen verilerine yapılan varyans analizi sonucunda grup x zaman interaksiyonu istatistik olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Bunun anlamı zaman faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklılık bir gruptan diğerine değişmiştir. Veya gruplar arası farklılık da zamandan zamana sabit kalmayıp değişmiştir. Zamanların ortalamaları karşılaştırılırken CoCrC grubunda ayrı ve TiC grubunda ayrı karşılaştırılmalıdır. Benzer şekilde TiC ile CoCrC grubu gastrik sıvı uygulaması sonrası ΔE değerleri bakımından kıyaslanırken her bir zamanda ayrı ayrı karşılaştırılmalıdır (Tablo 61).

Tablo 61. Gastrik sıvı uygulaması ΔE değerleri bakımından tekrarlanan ölçümlü varyans analizi

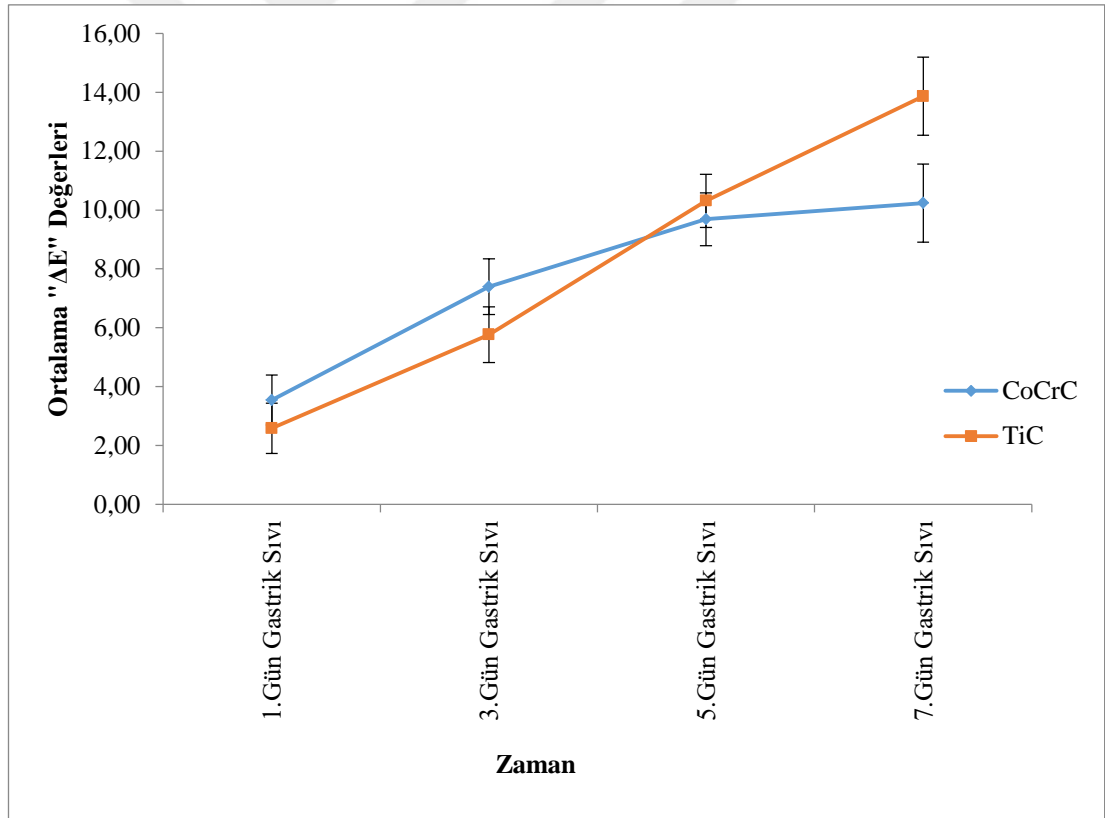
	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	1,119	1	1,119	0,043	0,838
Zaman	1993,048	4	498,262	82,695	0,000
GrupxZaman	104,678	4	26,170	4,343	0,003

TiC ile CoCrC grubunu gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrası ΔE değerleri bakımından her bir zamanda ayrı ayrı kıyaslamak için yapılan Tukey testine göre farklılıklar ortalamalar üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir. Çalışmamızda CoCrC ve TiC gruplarına ait örneklerin gastrik sıvıda bekletme uygulaması sonrası, 1. gün (ΔE_1), 3. gün (ΔE_3), 5. gün (ΔE_5) ve 7. gün (ΔE_7) ΔE değerleri ortalamaları ve standart hataları Tablo 62’de gösterilmiştir. Gastrik sıvıda bekletme uygulamasında CoCrC grubunda 1. gün (ΔE_1) ile 3. gün , 5. gün, ve 7. günler (ΔE_3 , ΔE_5 , ΔE_7) arasında istatistik olarak ortalama ΔE değerleri bakımından istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$). TiC grubunda 1. gün (ΔE_1) ile 3. gün, 5. gün ve 7. günler (ΔE_3 , ΔE_5 , ΔE_7) arasında anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$). TiC grubunda tüm zamanlar arasında da istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$). CoCrC ve TiC grupları birbirleriyle kıyaslandığında her bir zaman aralığında istatistik olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$).

Tablo 62. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerleri ve standart hataları (S. Hata)

Grup	ΔE_1 1.Gün ($\pm S.Hata$)	ΔE_3 3.Gün ($\pm S.Hata$)	ΔE_5 5.Gün ($\pm S.Hata$)	ΔE_7 7.Gün ($\pm S.Hata$)
CoCrC	3,54 ^{Ba} ($\pm 0,85$)	7,39 ^{Aa} ($\pm 0,95$)	9,69 ^{Ab} ($\pm 0,90$)	10,24 ^{Ab} ($\pm 1,33$)
TiC	2,58 ^{Db} ($\pm 0,85$)	5,77 ^{Cb} ($\pm 0,95$)	10,31 ^{Ba} ($\pm 0,90$)	13,87 ^{Aa} ($\pm 1,33$)

*Her bir grupta zamanlar arası farklılık değerlendirilirken büyük harf, her bir zamanda gruplar arası farklılık değerlendirilirken küçük harf kullanılmıştır.

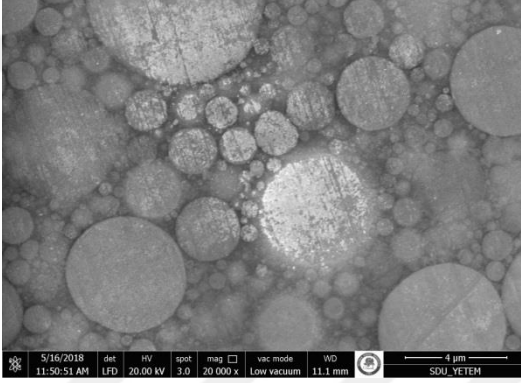


Grafik 30. Örneklerin gastrik sıvı uygulaması farklı zaman aralıklarında ortalama ΔE değerlerinin ve standart hatalarının grafiği

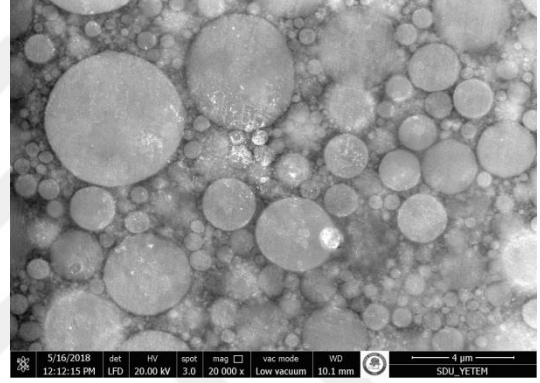
4.3. SEM (Scanning Electron Microscope:Taramalı Elektron Mikroskobu) Analizi Sonuçları

Hazırlanan örnek gruplarından herhangi bir yaşlandırma işlemi uygulanmamış birer örnek ile distile su, çay, kahve, gastrik sıvıda bekletme, termal siklus, fırçalama simulasyonu uygulamaları sonrası örnek gruplarından birer örnek seçilerek SEM görüntüleri x 10000 ve x 20000 büyütmelerde incelendi.

Başlangıç ve yaşlandırma uygulamaları sonrası örnek gruplarından elde edilen SEM görüntüleri Resim 36-49'da gösterilmiştir.

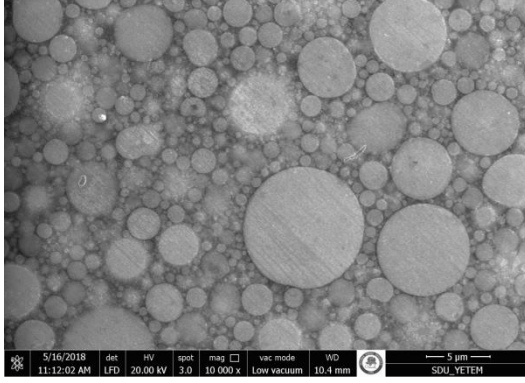


Resim 36. Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin başlangıç SEM görüntüsü (x20000)

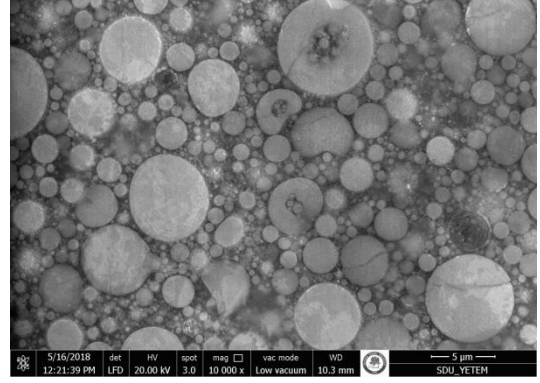


Resim 37. Titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin başlangıç SEM görüntüsü (x20000)

Başlangıç grubuna ait örneklerde (Resim 36-37) yüzey yapılarının benzer olduğu izlenmektedir.

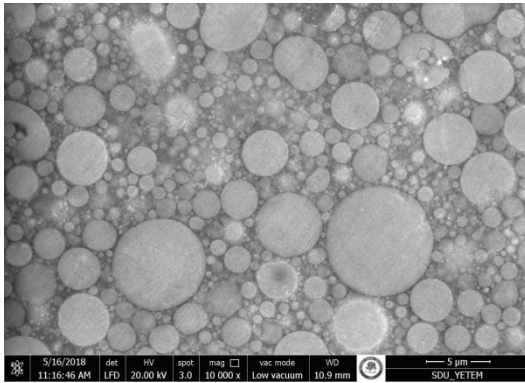


Resim 38. 28 gün suda bekletilmiş Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)

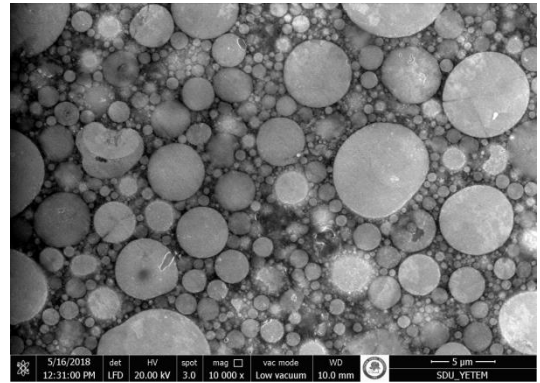


Resim 39. 28 gün suda bekletilmiş titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)

28 gün suda bekletilen örneklerin SEM görüntüleri incelendiği zaman CoCrC grubu örneklerin ve TiC grubu örneklerin doldurucularının yüzeylerinde çizikler, doldurucu partiküllerde oluşmaya başlamış çatlak ve kırıklar izlenmektedir (Resim 38-39).



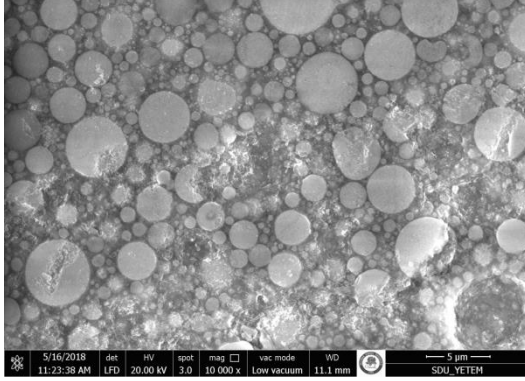
Resim 40. Termal siklus uygulaması sonrası Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)



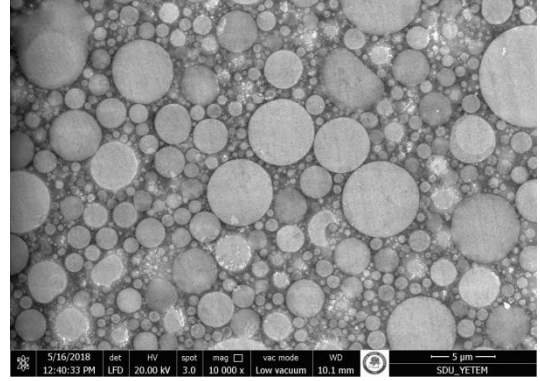
Resim 41. Termal siklus uygulaması sonrası titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)

Termal siklus uygulamasında yüzey yapıları birbirine benzer olmasına rağmen TiC grubu örneklerin doldurucu partiküllerinde kırılma, çatlaklar izlenmekte,

CoCrC grubu örneklerde ise yüzeydeki bazı doldurucu partiküllerin kenarlarında kopmalar izlenmektedir (Resim 40-41).

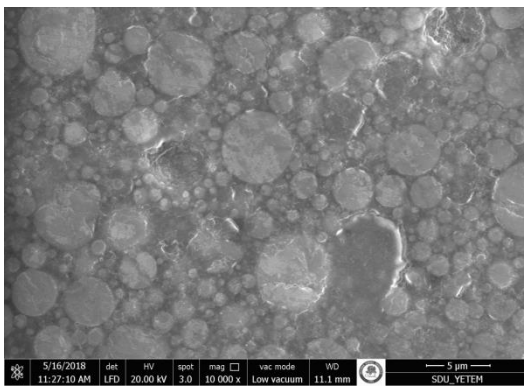


Resim 42. Fırçalama uygulaması sonrası Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)

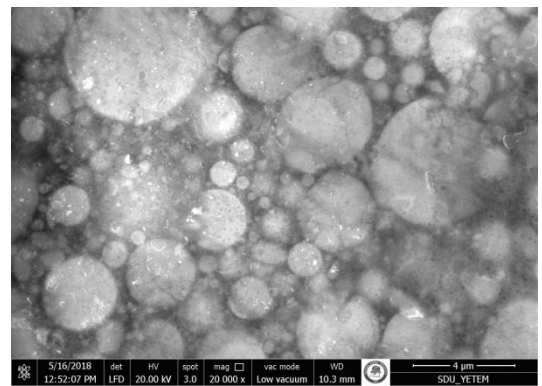


Resim 43. Fırçalama uygulaması sonrası titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)

Fırçalama uygulamasında yüzey yapıları benzer olmasına rağmen CoCrC grubu örnek yüzeylerinin incelenen kesitinde matriks yapıya macun penetrasyonu olduğu, doldurucu partiküllerin bir kısmının çatladığı, bazı doldurucuların koptuğu izlenmektedir. TiC grubu örnek yüzeylerinde de yine matriks yapıya macun penetrasyonu izlenmektedir (Resim 42-43).

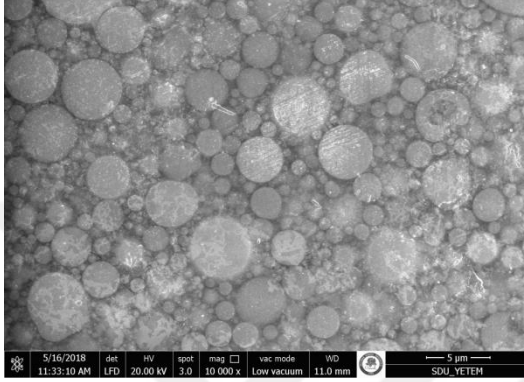


Resim 44. 28 gün çayda bekletme sonrası Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)

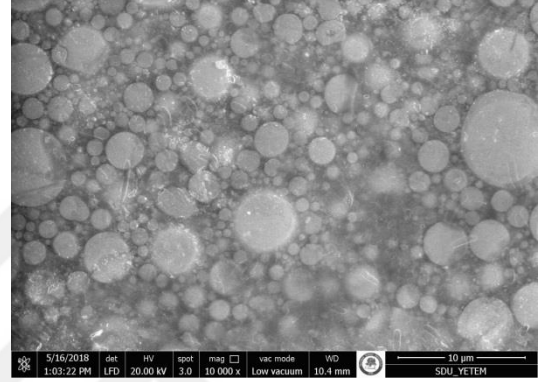


Resim 45. 28 gün çayda bekletme sonrası titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x20000)

28 gün çayda bekletme sonrası örneklerin yüzey yapılarının bozulduğu, matriks yapıya çay solüsyonunun penetre olduğu, CoCrC grubu örneklerin doldurucu partiküllerinin yüzeyden koptuğu, doldurucu partiküllerde çatlaklar oluştuğu izlenmektedir. Benzer şekilde TiC örneklerin doldurucu partiküllerinin yüzeyden koptuğu, doldurucu partiküllerin şekil değişirdiği izlenmektedir (Resim 44-45).

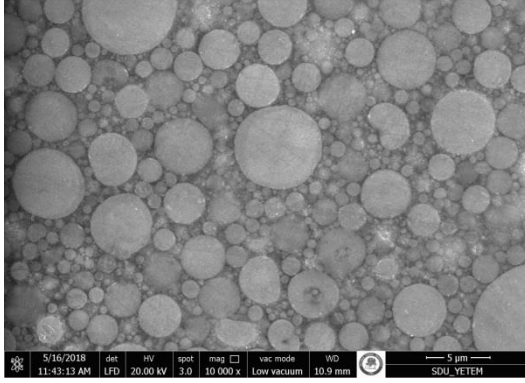


Resim 46. 28 gün kahvede bekletme sonrası Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)

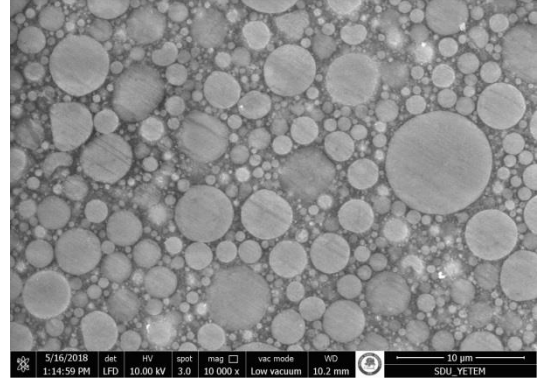


Resim 47. 28 gün kahvede bekletme sonrası titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)

Kahvede 28 gün bekletme sonucunda TiC grubu örnek yüzeylerinin daha fazla bozulduğu görülmektedir. Doldurucu partiküllerin yer yer matriks yapıdan ayrıldığı boş alanlar izlenmektedir. Kahve solüsyonunun matriks yapıya penetrasyon gösterdiği, bazı doldurucu partiküllerin kırıldığı, çatladığı izlenmektedir (Resim 46-47).



Resim 48. 7 gün gastrik sıvıda bekletme sonrası Co-Cr alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)



Resim 49. 7 gün gastrik sıvıda bekletme sonrası titanyum alt yapı materyali üzerindeki Ceramage kompozitinin SEM görüntüsü (x10000)

7 gün gastrik sıvıda bekletme sonrası yüzey yapılarının birbirine benzer olduğu gözlenmektedir. CoCrC grubu örnek yüzeyinin incelenen bölümünde bazı doldurucu partiküllerin parçalanıp koptuğu izlenmektedir. TiC grubu örnek yüzeylerinin incelenen bölümünde yer yer doldurucu partiküllerde çizikler, doldurucu partiküllerde kopma, kırılma ve çatlamlar oluştuğu izlenebilmektedir (Resim 48-49).

5.TARTIŞMA

Bu çalışmada titanyum ve Co-Cr alt yapı materyallerine uygulanan indirekt kompozitin farklı yaşlandırma işlemleri sonrasında yüzey pürüzlülüğü ve renk değişikliği değerlendirilmiştir. Klinik çalışmaların renklenme ile ilgili sonuçları göstermek için uzun zaman gerektirmesi sebebiyle ağızda yaşlanma koşullarını simüle etmek ve renk değişimini değerlendirmek için çeşitli laboratuvar testleri kullanılmaktadır. Yaşlandırma işlemi; ısı, nem değişiklikleri, UV ışığı, asidik ortam gibi çeşitli çevresel faktörlerin etkisini göstermek için uygulanan işlemlerdir. Farklı dental materyallerin renk stabiliteyi üzerine yapılan araştırmalarda çeşitli yaşlandırma işlemleri uygulanmıştır ancak alt yapı materyalleri üzerindeki dental kompozit rezinlerin renk stabiliteyi hakkında yaşlandırmanın etkisi yeterli bir şekilde değerlendirilmemiştir (130).

Janardanan ve ark. (131) metal-seramik restorasyonların son rengini elde etmek için metal türünün seramik üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla bir spektrofotometre kullanarak 4 farklı metal-seramik alaşımı (Ni-Cr [Wiron 99], Co-Cr [Wirobond C], altın alaşımı [Spartan Plus] ve Palladyum alaşımı [Pontostar]) ve 2 farklı seramik sistemi (Vita Omega ve Shofu Vintage) ile metal-seramik kombinasyonunun renk koordinatlarındaki L^* , a^* ve b^* değerlerindeki varyasyonları değerlendirmişlerdir. Altın ve Co-Cr alaşımlarının seramiklerle birlikte daha yüksek L^* değerleri gösterdiğini, Ni-Cr alaşımlarının daha yüksek a^* değerleri gösterdiğini, altın ve palladyum alaşımlarının daha yüksek b^* değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Farklı metal-seramik alaşımlarının ve farklı seramik sistemlerinin kullanılması ile dental restorasyonların renginin değişme potansiyelinin olduğunu bildirmişlerdir.

Kourtis ve ark. (132) metal-seramik restorasyonların son rengini değerlendirmek için metal-seramik restorasyonlarında kullanılan 4 ticari metal alaşımı (Ni-Cr [Thermobond], Co-Cr [Wirobond], yüksek Pd içeren alaşım [Ceralpal-2] ve yüksek altın içeren [V-Delta]) ile birlikte 2 farklı seramik sistemini (Vita Omega ve Ceramco Silver) renk koordinatlarındaki değişimi değerlendirmek için araştırmışlardır. Araştırmacılar Au ve Co-Cr alaşımları ile birlikte kullanılan seramiklerin L^* değerlerinin arttığını, Au ve Pd alaşımı ile birlikte seramiklerin b^*

değerinin arttığını ve Ceramco seramiğinin araştırmada kullanılan tüm alaşımlar ile birlikte a* değerinin arttığını bildirmişlerdir.

Jacobs ve ark. (133) 3 farklı metal-seramik alaşımı (Altın-Platin-Palladyum [Jelenko], Ni-Cr [Unibond], yüksek Palladyum [Option]) ile VMK seramiğinin 3 farklı tonunu (B1, A3 ve C4) 3 farklı dentin seramik kalınlığında (0,5 , 1 ve 1,5 mm) olacak şekilde hazırlayıp renk değişimini değerlendirdikleri çalışmalarında Altın-Platin-Palladyum alaşımları ile birlikte seramiğin renginin sarı-kırmızı yönde değişim gösterdiğini, A3 rengi ile dentin seramik kalınlığı arttıkça L* değerlerinin azaldığını, a* ve b* değerlerinin arttığını bildirmişlerdir. Opak seramiğin renginin dentin seramiğinin rengine ne kadar yakın olursa renk uyumunun daha yüksek olacağını bildirmişlerdir. Altın-Platin-Palladyum alaşımları ile C4 dentin seramiği kullanıldığında dentin seramiğinin kalınlığı arttıkça L*, a* ve b* değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Limbu ve Basnet (134) ticari saf titanyum (Symbion) (0,4 mm metal kalınlığı) ile farklı kalınlıklarda (0,5, 1, 1,5, 2 mm) dentin seramiği (Duceratin) kullanarak 0,3 mm opak kalınlığını sabit tutarak titanyum-seramik kombinasyonundaki renk değişimini değerlendirdikleri çalışmalarında dentin seramiğinin kalınlığının arttıkça L* değerlerinin ve b* değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Seramik kalınlığının metal-seramik final rengini önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir.

Tabatabaian ve ark. (135) 3 farklı alt yapı materyali (Ni-Cr alaşımı [VeraBond], altın alaşımı [Alba Dent] ve zirkonyum dioksit [Talladium]) ile kontrol grubu olarak teflon (Omnia) seçerek üzerlerine zirkonyum dioksit üst yapı yerleştirmişler ve renk değişimini değerlendirmişlerdir. Kontrol grubu ile kıyasladıkları alaşımların ve zirkonyum dioksitin L* değerlerini düşük bulmuşlardır. Ni-Cr, altın alaşımı ve zirkonyum dioksitin alt yapılarla zirkonyum dioksitin a* değerlerini ve b* değerlerini yüksek bulmuşlardır. Renk değişiminin miktarının ve kalitesinin alt yapının türüne bağlı olduğunu ve zirkonyum dioksit alt yapıların diğer alt yapılarla kıyaslandığında daha az renk değişikliğine sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda Grade 5 titanyum ve Co-Cr olmak üzere 2 farklı alt yapı materyali seçilmiştir. İmplant uygulamalarında temel materyal olduğu düşünülen titanyumun yüksek korozyon direnci, biyouyumluluğu, düşük elastiklik modülü gibi özellikleri sebebiyle kron, sabit protez uygulamaları, implant alt yapısı ve hareketli protez alt yapısı olarak kullanımı popülerite kazanmıştır. Yüksek erime sıcaklığı, düşük yoğunluğu ve oksijen, hidrojen ve nitrojen gibi çeşitli gazlarla oksidasyonu sebebiyle dökümü zor olan materyalin oksidasyonunu önlemek ve döküm işlemini yapabilmek için özel cihazlar gereklidir (38,136–138). Titanyumun elde edilmesinde termal bir işlem olması, temassız bir materyal kaldırma yöntemi olması, pürüzsüz yüzeyler elde edilebilmesi, 2,5 µm hassasiyette yüzeyler oluşturabilmesi sebebiyle tel erozyon yöntemi tercih edilmiştir (134, 135). Co-Cr, düşük maliyetli, biyouyumluluk gösteren, yüksek korozyon direncine sahip, elastiklik modülü yüksek bir alaşımdır. İmplant destekli protezlerde alt yapı materyali olarak kullanılabilir. 3 yıllık klinik takip sonrası hiç bir komplikasyon, doku reaksiyonu ve renklenme oluşmadığını gösteren çalışma mevcuttur (141).

Bazı protetik uygulamalarda ve klinik durumlarda örneğin, implant destekli sabit restorasyonlarda, aşırı okluzal kuvvet oluşturan brüksist bireylerde, endodontik tedavi sonrası dişlerde seramik kullanımının kırılma, fırınlama sırasında distorsiyon oluşması, sınırlı tamir edilebilirliği, ağırlığı, karşıt dentisyonda aşınma göstermesi gibi kısıtlamaları vardır (142–144). Yüksek elastiklik modülüne sahip seramikler çiğneme basıncının büyük çoğunluğunu periosseoz dokuya iletip restorasyonların ömrünü kısaltabilirler. Düşük elastiklik modülüne sahip indirekt kompozitlerin ise özellikle zayıf periodontal yapıya sahip hastalarda ve aşırı okluzal gerilime maruz kalan hastalarda gerilim absorbe edici özellikleri sebebiyle kullanımının uygun olabileceği düşünülmektedir (9, 10, 72).

Oral konforları sınırlanacağı için ve adaptasyon sorunu oluşturacağı endişesi ile hastalar hareketli bir protez kullanmayı istemezler. Fonksiyonel kuvvetlere katlanabilecek dayanıklılıkta sabit protetik metalik alt yapılara ilgi artmıştır. Metalik alt yapılar ile diş rengindeki tabakalama materyalleri arasında bağlantı problemleri oluşmuştur. Bağlantı problemlerinin çözümü için çeşitli yöntemler denenmiştir.

Çeşitli araştırmacılar, kumlama işleminin ve ardından uygulanacak spesifik fonksiyonel monomer içeren primer ajanının farklı metal alt yapılarında bulunan metal oksitlerin yanı sıra metallerin yüzeyindeki çeşitli artıkları metal yüzeyinden temizleyerek yüzey pürüzlülüğü oluşturduğunu ve böylece metal alt yapı ile kompozit arasında kimyasal ve mekanik bağlantıyı artırdığını bildirmişlerdir (1, 20, 62, 137–139).

Sari ve ark. (12), zirkonyum dioksit blokları farklı gritlerdeki silikon karbit zımparalarla zımparalayıp 50 µm aluminyum oksit ile 2 bar basınç altında 10 mm mesafeden 10 sn boyunca kumlamayı önermişlerdir.

Atsuta ve ark. (148), tip 3 altın ve Ag-Pd-Cu-Au alaşımlarını 600 grit silikon zımpara sonrası 50 µm aluminyum oksit ile 10 sn 5 kgf/cm² basınçla 5 mm mesafeden kumlamayı önermişlerdir.

Di Francescantonio ve ark. (149), Co-Cr ve Ni-Cr alaşımları 100 µm aluminyum oksit ile 10 sn 0,5 MPa basınçla 5 mm mesafeden kumlamayı önermişlerdir.

Sarafinou ve ark. (110), temel metal alaşımlara 50 ve 250 µm aluminyum oksit ile 5 sn, 6 atm basınçla 10 cm mesafeden 45⁰ açıyla kumlamayı önermişlerdir.

Muratomi ve ark. (43), Co-Cr alaşımları 50 µm aluminyum oksit ile 0,5 MPa basınçla 10 mm mesafeden 10 sn kumlamayı önerirken, Komine ve ark. (103), saf titanyumu (Cp-Ti) 50 µm aluminyum oksit ile 0,5 MPa basınçla 10 mm mesafeden 10 sn kumlamayı önermişlerdir.

Bu araştırmacıların yaptığı çalışmalar değerlendirilerek yüzey pürüzlülüğünü standardize etmek için örneklerin bağlanma yüzeylerine 600 grit silikon karbit zımpara ile metalografik polisaj cihazında su soğutması altında polisaj işlemi yapılmış ve sonrasında örnekler ultrasonik temizleme cihazında temizlenmiştir. Yüzey bitirme işleminin tamamlanması için 110 µm aluminyum oksit (Al₂O₃) partikülleri ile 10 sn boyunca 2,5 bar basınçta yüzeyden 10 mm'lik mesafeden kumlama işlemi uygulanmıştır. Örnekler ultrasonik temizleme cihazında temizlenip kurutulmuştur (150).

Çeşitli araştırmacılar adeziv metal primerlerin fonksiyonel monomerleri sayesinde hem metale hem de kompozitlere bağlantı sağladıklarından dolayı materyaller arasında bağlanma dayanımını artırmak için metal primerlerin kullanılmasını önermişlerdir. Metal primerlerin klinisyenler tarafından seçimi metal alt yapının tipine göre değişiklik gösterir (151–153). Çalışmamızda her iki alt yapı materyalinde Shofu (Japonya) firmasının ürettiği ve önerdiği M L Primer (Shofu, Japonya) metal primerini kullanmayı tercih ettik.

Renk çalışmalarında görünür ışıkla aktive olan kompozitin 2 mm kalınlığı geçmeyecek şekilde tabakalar halinde yerleştirilmesi önerilir (101, 149, 150). Yapılan çalışmalar kompozit rezinin kalınlığının ve renginin yetersiz polimerizasyona ve alt tabakalara yetersiz ışık iletimine sebep olacağını bildirmektedir. Açık renkli kompozitlere kıyasla koyu renk kompozitlerin ışık iletiminin zayıf olduğu ve polimerizasyonun bundan etkilendiği belirtilmiştir (156). Çalışmamızda bu sebeple A2 ve mine 58 rengi tercih edilmiştir. Renk çalışmalarında hazırlanan disk şeklindeki örneklere özgü bir standardizasyon olmadığı için kullandığımız spektrofotometrenin ölçüm ucunun çapından biraz daha büyük olacak şekilde ‘kenar kaybı etkisini’ en aza indirmek için kompozit örneklerimiz 6x2 mm ebatlarında hazırlanmıştır (157).

Ferrari ve ark.(158) yaptıkları çalışmada maksiller dişlerin anterior yüzündeki mine kalınlığının gingival 1/3’lük kısımda 0,4 mm, orta üçlüde 0,9 mm ve insizal 1/3 kısımda 1 mm olduğunu bildirmişlerdir.

Kedici ve ark. (159) yaşa bağlı mine kalınlığını değerlendirdikleri çalışmalarında mine-sement sınırının farklı seviyelerinde farklı değerler bulmuşlardır. Ortalama değerler gingival üçlüden insizal üçlüye doğru artış göstermiş ve 0,28 ($\pm 0,3$) ile 0,75 ($\pm 0,2$) mm aralığında değişmiştir. Çalışmamızda klinik koşulları yansıtmak için 1,25 mm dentin ve 0,75 mm mine kalınlığı olacak şekilde indirekt kompozitin tabakalar şeklinde uygulanması tercih edilmiştir.

Diş hekimleri kompozitleri el aletleri ile tabaka şeklinde uygularken veya şekillendirirken yüzey tabakası havayla temastadır. Polimerizasyon sırasında oksijen varlığında serbest radikaller oksijenle reaksiyona girmeye eğilimli olduğundan polimerleşmeyi geciktiren hatta sonlandıran peroksi radikalleri oluşturur. Bu tabaka

oksijen inhibisyon tabakasıdır (160). Bu tabakanın uzaklaştırılması için çalışmamızda firmanın önerileri doğrultusunda Oxy barrier (Shofu, Almanya) kullanılmış ve ilave polimerizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Düzgün yüzey özelliği restorasyonun son rengini etkileyebilen önemli bir faktördür. Düzgün yüzeyler ışığı pürüzlü yüzeylerden daha fazla yansıtır. Bitirme ve polisaj işlemleri tamamlanmış bir materyal ağız hijyeninin korunmasına yardımcı olarak daha uzun yıllar hizmet verebilir. Bitirme işlemi şekillendirme aletleri ile oluşturulan yüzey çiziklerini yok etmeye çalışarak düzgün yüzeyler elde edilmesini sağlarken, polisaj işlemi yüzey enerjisini düşürerek mineye yakın parlaklık elde edilmesini sağlar (62, 63, 156–158). Çalışmamızda Ceramage kompozitinin yüzeylerinin polisajında üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda üretici firmadan temin edilen Dura Polish (Shofu, Almanya) ve Dura Polish Dia (Shofu, Almanya) patları ile birlikte keçe ve fırçalar kullanılarak kompozit örnek yüzeylerinin bitirme ve polisaj işlemleri tamamlanmıştır.

Ultrasonik temizleme cihazında temizlenen örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğü değerleri taşınabilir bir profilometre cihazı olan Mitutoyo SurfTest SJ-210 (Japonya) ile ölçülmüştür. Profilometre cihazı hazırlanmış örnek yüzeyinde sabit doğrusal bir mesafede boyutları belirli bir elmas uç yardımı ile yüzeyin taranması prensibine göre çalışır. Hem dijital hem analog donanım ve yazılım kullanılarak alınan kayıtların yanında yüzeyin ortalama pürüzlülüğünü (Ra) hesaplamaktadır (164). Çalışmamızda her ölçüm öncesi profilometre cihazı kalibre edilerek 'cut-off' değeri 0,8 mm, N değeri 4 mm ve başlık hız ayarı 0,25 mm/sn olacak şekilde ISO 4287:1997 referans olarak alınarak ayarlanmıştır. Bu değer yüzeyin 0,8 mm aralıklara bölünerek verilerin elde edilmesi demektir. Her ölçüm öncesi cihazın kalibrasyonu yapılmış ve örnek yüzeylerinden 3 farklı bölgeden ölçümler tekrarlanarak ortalama Ra değerleri kaydedilmiştir (106).

Uygulanacak protetik tedavinin estetik görünümü için mükemmel pürüzsüz ve parlak yüzeyler gereklidir. Pürüzsüz yüzeyler renk değişimini ve bakteriyel plak tutunmasını engeller. Ayrıca pürüzsüz yüzeyler sürtünme katsayısını düşürüp, aşınma oranını azaltabilir. İndirekt kompozitlerin temel problemlerinden biri ağız içerisinde değişen sürelerde yüzey pürüzlülüğü ve aşınma yatınlığıdır (165).

Çalışmamızda Ra_0 (başlangıç) yüzey pürüzlülüğü değerleri suda bekletme (kontrol) grubunda TiC örneklerde daha yüksek değerlerdedir. Yanıkoğlu ve ark. (166); bunun nedenini kompozitlerin polimerizasyonunun 24 saat boyunca devam ettiği için erken polisaj işlemleri sırasında ısıya duyarlı olabilecekleri sebebiyle yüzeylerin bozulduğu ve pürüzlülüğün arttığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da başlangıçta TiC grubu örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerleri yüksek ölçülmüşken, 1 gün distile suda beklettikten sonra CoCrC grubu ile TiC grubunun ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri istatistik olarak farklı bulunmamıştır ($p < 0,05$).

Çalışmamızda 1, 7, 14, 21 ve 28 gün distile suda bekletilen CoCrC ve TiC örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerleri zamanlara göre kıyaslandığında gruplar arasında önemli bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$). CoCrC grubunda başlangıç günü ile 14 gün arasında istatistik olarak anlamlı farklılık görülmüştür. TiC grubunda 7 gün ile 14 gün arasında istatistik olarak anlamlı farklılık görülmüştür. Her iki grubun da başlangıç ile 28 gün sonunda ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Stawarczyk ve ark. (142); GC Gradia, Vita VM LC ve Sinfony indirekt rezin örnekleri 5 farklı yaşlandırma işlemine tabii tutmuş ve distile suda bekletme grubunda 1, 7, 28, 90, 180 günlük periyotlar sonucunda, yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki değişimin istatistik olarak önemli olmadığını bulmuştur. Bizim çalışmamız ile kıyasladığımızda örnekleri daha uzun süre distile suda bekletmişlerdir ancak sonuçlar çalışmamızla benzerdir.

Yeme ve içme sırasındaki sıcaklık değişimlerinin restorasyonların yüzey dokusu üzerindeki etkilerini in vitro ortamda simüle etmek için termal siklus uygulaması yapılmıştır. Termal siklus esnasında rezin matriks suyu absorbe edebilir. Su absorpsiyonu doldurucu partiküller ile rezin matriksi arayüzünün bağlarının zayıflamasına ve higroskopik genişlemesine sebep olur. Resin matriks ile doldurucu partiküller arası termal ekspansiyon katsayısı farkı yüzünden termal siklus uygulaması ile tekrarlayan büzülme ve genişleme oluşur. Doldurucu partiküller ile matriks arasında hacimsel değişiklikler sebebiyle doldurucu partiküller matriksten kopabilir (167).

Minami ve ark. (167); 7 farklı kompozit rezinin (Beautiful, Inten-S, Solare, Filtek Supreme, Esthet-X, Point 4, Venus) 4°C-60°C sıcaklıklarda 1 dk distile suda 20.000 ve 50.000 termal siklus uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Tüm kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin termal siklus uygulaması sonrası arttığını ve termal siklus sayısı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün de arttığını belirtmişlerdir. Ancak termal siklus uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinin bakteriyel adezyon için eşik değer olan 0,2 µm'dan daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da hem CoCrC hem de TiC grubunun ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri termal siklus uygulaması sonrası artmıştır. CoCrC grubu için termal siklus öncesi ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra) 0,26 µm iken TiC grubu için ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra) 0,24 µm'dur. Termal siklus sonrası CoCrC grubunun Ra değeri 0,28 µm'a yükselmiştir. TiC grubunun termal siklus sonrası Ra değeri 0,27 µm'ye yükselmiştir ve istatistik olarak anlamlıdır (p<0,05). Termal siklus uygulaması sonrası ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri artan örneklerimizin bakteriyel adezyon sınırı olan 0,2 µm'a yakın değerlerde ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri gösterdiği bulunmuştur.

Fırçalama simulasyonuna bağlı abrazyon, klinik koşulları temsil eden ve literatürde yaygın olarak kullanılan bir test modelidir.

Çalışmamızda 50.000 fırçalama siklusu sonrası Ceramage'ın ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerinin CoCrC örneklerde 0,28 µm'den 0,44 µm'ye yükseldiği ve TiC örneklerde 0,23 µm'den 0,41 µm'ye yükseldiği saptanmıştır. Fırçalama öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğü değerleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu bulunmuştur (p<0,05). Test edilen yaşlandırma yöntemleri içinde sadece fırçalama uygulaması ile Ceramage'ın yüzey pürüzlülüğünde önemli bir etkiye yol açmıştır.

Cho ve ark. (92), diş fırçalamanın 3 farklı seromerin (Artglass, Targis, Sculpture) yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırmışlar ve 20.000 fırçalama siklusu sonucu örneklerin yüzey pürüzlülüğünde önemli bir değişim saptamışlardır. Bizim çalışmamızda fırçalama siklusu sayısı daha fazladır ve 50000 fırçalama siklusu sonrası hem CoCrC grubunun hem de TiC grubunun ortalama yüzey pürüzlülüğü

değerleri iki katına yakın olacak şekilde artmıştır, sonuçlar bizim sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir.

Direkt veya indirekt tüm rezin esaslı restorasyonların bozunmasına yol açan önemli bir etken de asidik pH'a sahip solüsyonlara maruz kalmaktır. Asidik pH, rezin matriks içindeki metakrilat ester bağlarını hidrolize ederek polimer yapının bozulmasına yol açar. Asidik solüsyonlar; asitli içecekler gibi eksojen kaynaklı olabildiği gibi gastrik asit gibi endojen kaynaklı da olabilir. Gastrik sıvının pH'ı 1 ile 3 arasında değişir. Reflü veya blumia nevroza gibi hastalıklara sahip bireylerin ağız ortamında pH değerleri bu aralıklarda seyrederek. Literatürde gastrik sıvının farklı kompozit materyallere etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma vardır.

Çalışmamızda gastrik sıvının uygulaması Cengiz ve ark. (64) metodolojisine benzer şekilde yapılmış ve örnekler 1, 3, 5 ve 7 gün sürelerle gastrik sıvıda bekletilmiştir. Gastrik sıvıda bekletilen örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü zamanla artsa da bu artış istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Cengiz ve ark. (64); dört farklı indirekt kompoziti (SR Adoro, Sinfony, Solidex, Tescera) 24 saat süreyle gastrik sıvıya maruz bırakmışlar ve gastrik sıvının indirekt kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü değerlerini önemli miktarlarda artırdığı sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmamızda da 24 saat gastrik sıvıda bekletme sonrası örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerleri artmıştır fakat bu artış başlangıç günü ile istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışmamızda en fazla ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri artışı 3 gün gastrik sıvıda bekletme sonrası oluşmuştur.

Lemos ve ark. (168); üç nanokompozit (Filtek Z350XT, IPS Empress Direct, Charisma Diamond) ve üç mikrofil kompozit (Estelite Σ Quick, Durafill VS, Renamel) olmak üzere altı farklı kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmalarında gastrik sıvıyı simüle eden hidroklorik asit (pH:1,6), kola, kırmızı şarap maruziyeti sonrası her bir örneği 20.000 fırçalama siklusuna maruz bırakmışlardır. 20.000 siklusun 3 yıllık in vivo koşullara eşdeğer olduğunu bildirmişlerdir. Tüm örneklerin yüzey pürüzlülüğünün arttığını fakat klinik olarak kabul edilebilir değer olan $0,2 \mu\text{m}$ 'dan daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda 50000 fırçalama siklusu uygulaması sonucu yüzey pürüzlülüğü değerlerimiz CoCrC grubu için $0,44 \mu\text{m}$ 'a yükselmiş ve TiC grubu için $0,41 \mu\text{m}$ 'a

yükselmiştir. Lemos ve ark. hem asidik etki hem de mekanik aşındırıcı etkiyi değerlendirdikleri için asidik çözelti içerisinde bekletilen örneklerin matriks yapısında çözünme oluşmuş olabilir ve fırçalama ile birlikte çözünen matriks yapıdan doldurucu partiküller uzaklaştırılmış olabilir ve bu sebeple yüzey pürüzlülüğü değeri bizim çalışmamızdan farklı olarak daha düşük bulunmuş olabilir.

Aytaç ve ark. (169); 12 adet insan sürmemiş molar dişlerini suni gastrik sıvı içerisinde 10 saat ve 24 saat beklettikleri çalışmalarında mine yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişler. 10 saat ölçüm sonucu pek değişmezken, 24 saat sonra ölçüm sonucu mine pürüzlülük değerinin arttığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda gastrik sıvıda bekletilen tüm örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri bir günde 0,28 μm 'dan 0,30 μm 'a yükselmiştir ancak bu yükselme istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). 7 gün sonunda örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri 0,31 μm 'a yükselmiştir. Ancak bu artış da istatistik olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).

Münchow ve ark. (170), bir mikrohibrit kompozit rezinin (Filtek Z-250) asidik solüsyonlarla etkileşim sonrası yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmalarında alkali pH'a sahip solüsyonların agresif yüzey pürüzlülüğü oluşturduğunu, kompozitlerin nötral ve asidik solüsyonlara karşı daha dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir.

Kulkarni ve ark. (171); 3 farklı seramiğin gastrik asit, fırçalama ve hem fırçalama hem gastrik asitte bekletme sonrası yüzey değişikliklerini inceledikleri çalışmalarında yüzey pürüzlülüklerinin arttığını bildirmişlerdir.

Um ve Ruyter (172) düşük pH'ın kompozitin yüzey bütünlüğünü bozabileceğini belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda gastrik sıvı pH'ı 1,23; kahve solüsyonu pH'ı 4,70 ve çay solüsyonu pH'ı 5,33 olarak ölçülmüştür. Solüsyonlardaki örneklerin Ra değişimleri sırasıyla gastrik sıvıda 7 gün sonunda CoCrC için 0,29 μm 'dan 0,32 μm 'a; TiC için 0,24 μm 'den 0,31 μm 'ye, kahve solüsyonu için 28 gün sonunda CoCrC örnekler 0,27 μm 'den 0,32 μm 'ye; TiC için 0,28 μm 'den 0,35 μm 'ye ve çay solüsyonu için 28 gün sonunda CoCrC örnekler 0,27 μm 'den 0,28 μm 'ye, TiC örnekler için 0,28 μm 'den

0,29 µm'ye yükselmiştir. Solüsyonların her birindeki örneklerin ortalama yüzey pürüzlülük değerleri artmıştır ancak bu artış istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır.

İmirzalıoğlu ve ark. (173); kahvede ve çayda bekletme uygulamalarında zamanlar ve materyaller arasındaki pürüzlülük değerinin artış veya azalışının sebebini kahve ve çay tabakasının materyallerin yüzeylerinde birikip belli kalınlığa ulaştığında yüzeyden kopup tekrar solüsyona geri dönmesi olarak bildirmişlerdir.

Faverani ve ark. (174); titanyumun ağız boşluğunda pH değişimleri, florür, termal, kimyasal, mekanik değişikliklere maruz kaldığında yapısındaki iyonların serbestleşeceğini bildirmişlerdir.

Bortoli ve ark. (175); farklı rezinlerin artık monomerlerinin polimerizasyon stabil hale gelene kadar salındığını ve bu salınmanın poroziteye yol açtığını, polimerizasyon stabil hale gelince su emiliminin azaldığını bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda çay ve kahve solüsyonlarında bekletilen CoCrC örnekler 1 gün bekletme sonunda en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerlerine ulaşmışlardır. TiC örnekler ise 1. ve 7 günlerde en yüksek ortalama pürüzlülük değerleri göstermişlerdir. Gastrik sıvıda 3. gün bekletme sonrası her iki alt yapı materyali üzerindeki Ceramage'ın ortalama yüzey pürüzlülüğü en yüksek bulunmuştur.

Araştırmacılar, kompozit rezin restorasyonların zamanla renk değişikliğine uğradığı ve modern diş hekimliği uygulamalarında en büyük zorluklardan birinin doğal diş yapısına benzer bir renk stabilitesine sahip ve yıllar geçtikçe ağız ortamında bu renk stabilitesini koruyabilecek bir materyal bulma konusunda hemfikirdirler (171, 172). Öngörülemeyen renk stabilitesi ve renklenmeye karşı duyarlılık estetik restorasyonların 2 temel problemidir (178).

Bir restorasyonun fonksiyonel kullanımı süresince renk stabilitesini koruyabilmesi materyalin mekanik özellikleri kadar önemlidir. Zamanla oluşacak renk değişimi restorasyonun kalitesini ve kullanım süresini sınırlar (178).

İndirekt kompozitlerde minimal renk değişikliklerinin sayısal değerlerini gözle ayırt etmek mümkün değildir. Sonuçlar kişiden kişiye ve aynı kişiler için zaman içinde farklılık gösterebilir. Literatürde renk değişikliğinin sayısal olarak belirlenmesinde kullanılan spektrofotometre ile yapılan ölçümlerin subjektif hataları

elimine ettiği belirtilmektedir. Sayısal değerlerin renk değişikliğini ifade etmekte kesin sonuçlar verdiği bildirilmektedir. Çalışmamızda renk değişikliğini belirlemede kesin sonuçların belirlenebilmesi için en fazla kullanılan spektrofotometre (Vita Easysshade, Vita Zahnfabrik, Almanya) ve CIELAB sistemi pratik kullanımı, küçük renk farklılıklarının belirlenmesi için uygun olması ve sonuçların yüksek derecede tekrarlanabilir olması gibi avantajları sebebiyle tercih edilmiştir (102, 174).

Spektrofotometre görünür spektrum boyunca 1-25 nm aralıklarla bir nesneden yansıyan ışık enerjisi miktarını ölçen cihazdır. Renk tespiti için insan gözü ve konvansiyonel yöntemlerle yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında spektrofotometre ile ölçüm sonuçlarının doğrulukta %33 oranında artış sağladığı ve %93,3'ünde daha objektif bir eşleşme sağladığı bildirilmiştir (89).

CIELAB renk sisteminin avantajı görsel renk algılaması esasına göre renk aralıklarının düzenli bir şekilde ve eşit mesafede düzenlenmiş olmasıdır (23, 175).

Her ölçümden önce spektrofotometre üretici firma önerileri doğrultusunda kalibre edilmiştir. Ölçümler her örnek için 3 er kez tekrarlanarak ortalama L*, a*, b* değerleri kaydedilmiştir (149, 150).

Ağız ortamında dental materyallerin renk değişimine uğraması eksojen ve endojen faktörlere bağlıdır. Eksojen faktörleri; çay-kahve gibi boyayıcı gıda ve solüsyonlar, nem, sıcaklık değişiklikleri, bireyin beslenme, sigara kullanma ve diş fırçalama alışkanlığı şeklinde sıralabiliriz. Endojen faktörler ise; initiator (başlatıcı) sistem (kamforkinon), polimerizasyon yoğunluğu ve süresi, rezin matriks bileşenleri (makropartiküllü ve Bis-GMA miktarı fazla olan kompozitler daha çok renklenir), matriks monomerlerinin dönüşümü, partikül boyutu, reaksiyona girmemiş karbon çift bağlarının oksidasyonu şeklindedir (1, 176). İdeal olarak kompozit rezin polimerizasyon esnasında tüm monomerlerin polimere dönüştürülmesini sağlayabilmelidir. Dönüşüm derecesi tek bağlara dönüştürülen karbon çift bağlarının bir ölçüsüdür. Yüksek derecede polimer dönüşümü renk stabilitesini etkiler çünkü polimer zincirinde kalan artık monomer, çözücülerin ağızdan polimer ağına nüfuz etmesini kolaylaştıran bozunma ürünlerinin oluşumuna yol açabilir. Bu durum yeni oluşan zincirin hidrolitik bozunmasını hızlandırır (172, 177). Kompozit rezinler suyu absorbe edebildikleri gibi, başka sıvı ve pigmentleri de absorbe edebilirler. Distile

suda bekletilen kompozit rezinlerin zamanla renk değişimindeki artış, polimer ağının şişmesine neden olarak polimerin yumuşaması ve polimer zinciri arasındaki sürtünme kuvvetlerinin azalmasına yol açabilir (182).

ΔE değeri materyallerin çeşitli sıvılara daldırılması sonrası veya farklı zaman aralıklarından sonra materyallerin göreceli renk değişikliklerini temsil etmektedir. ΔE değeri L^* , a^* , b^* değerlerinden daha anlamlıdır (183).

Çeşitli çalışmalar, renk değişiminin insan gözüyle algılanabileceği farklı ΔE değeri eşiklerini bildirmiştir. Bu değerler ΔE 1'den küçük ve eşittir, 3,3'ten büyük veya eşittir ve 3,7'ye eşit veya daha büyüktür olarak belirlenmiştir.

2 ila 3 aralığında ΔE değerleri algılanabilir, 3 ila 8 arasındaki değerler orta düzeyde algılanabilir ve 8'in üzerindeki değerler belirgin olarak algılanabilir olarak kabul edilmiştir. 3,7 ve daha düşük ΔE değerinin Johnston ve Kao'ya göre klinik olarak kabul edilebilir olduğu bildirilmektedir (184).

NBS (National Bureau of Standards) tarafından ΔE değerleri değişimi hesaplaması için 0,92 sabit bir katsayı olarak belirlenmiş ve ölçülen ΔE değerlerinin bu sayı ile çarpımı sonucu ΔE değerlerinin 0,0-0,5 arasında oldukça hafif değişim, 0,5-1,5 aralığında hafif değişim, 1,5-3 aralığında algılanabilir değişim, 3-6 aralığında belirgin değişim, 6-12 aralığında oldukça belirgin değişim ve 12 ve daha yukarı elde edilen sonuçların başka bir renge dönüşüm gösterdiği bildirilmiştir (185).

Kahve, çay gibi yaygın tüketilen içeceklerle yapılan çalışmalarda bu içeceklerin kompozit restorasyon yüzeyinde önemli ölçüde renk değişikliğine sebep olduğu belirtilmiştir (152, 178, 180).

Nescafe, Brezilya ve dünyada en çok tüketilen kahve solüsyonudur. Yine çay da benzer şekilde en fazla tüketilen solüsyon olduğu için bu çalışmada tercih edilmiştir. Kahve üreticisi 1 bardak tüketimin 15 dk sürdüğünü ve günde ortalama tüketimin 3,2 bardak olduğunu bildirmiştir. Böylece 7 gün kahve veya çayda bekletme uygulaması yaklaşık 10080 dk tüketim demektir. Bu süre de yaklaşık olarak 7 aydan daha fazla bir süreye eşdeğerdir (118).

Saba ve ark. (177), kahve, kırmızı şarap ve distile su gibi farklı sıvılarda CAD/CAM seramik blokları (Vita Enamic ve Vitablocs Mark II) 24 saat bekletmenin

in vivo karşılığının 1 ay olduğunu ileri sürmüşlerdir. Böylece 4 haftalık sıvılara daldırma süresinin yaklaşık olarak iki buçuk yıllık klinik yaşlanmaya karşılık geleceğini belirtmişlerdir.

Shiozawa (187), 4 farklı dual cure rezin siman (Clearfil SA Cement Automics Universal, Maxcem Elite Clear, Maxcem Elite Yellow, Rely X Unicem2 Automix A2) ve 2 farklı kimyasal olarak polimerize olan rezin siman (Super-Bond C&B Clear ve Super-Bond Esthetic) materyalleri bir hafta kahve solüsyonunda bekletmenin kahve içilmesi sırasında kahvenin ağızda bekletildiği varsayılarak 7 aylık kahve tüketimine eşdeğer olduğunu bildirmişlerdir.

Fontes ve ark. (188), direkt restoratif kompozit rezin (Filtek Z350) ile yaptıkları çalışmada kompozit rezini kahve, çay, distile su ve üzüm suyunda günde 4 saat kalacak şekilde 23 °C oda sıcaklığında 1 hafta bekletmişlerdir. Kahve, çay ve distile suda 1 hafta bekletmenin sonucunda ΔE değerlerinde anlamlı bir değişim bulamamışlardır.

Bizim çalışmamızda distile su ve çayda bir hafta bekletme sonrası için her iki grup (CoCrC ve TiC) örneklerin ΔE değişimleri anlamlı değilken (distile su için CoCrC/TiC=1,38/0,62 ve çay için CoCrC/TiC=2,19/4,70); kahvede bir hafta bekletme sonrası TiC örneklerin ΔE değerleri anlamlı olarak yükselmiştir. (Kahve için TiC $\Delta E=11,65$). Kahvede bir hafta bekletme sonrası TiC örnekler klinik olarak kabul edilebilir eşik değer olan 3,7'den büyük bulunmuştur.

Mundim ve ark. (76) 2 mikrohibrit (Filtek Z 250 ve Esthet-X) ve 1 hibrit (Surefill) kompoziti kahve, distile su ve kolada 15 gün bekletmişler ve renk değişimini değerlendirmişlerdir. 15 gün solüsyonlarda bekletilen kompozitler arasında ΔE bakımından kahvede bekletilen örnekler anlamlı renk değişimi göstermiştir. (Esthet-X 3,67; Surefill 3,57; Filtek Z 250 4,85). 15 gün solüsyonlarda bekletmenin sebebi olarak renklenmelerin çoğunlukla bir hafta solüsyonlarda bekletme sonrası görüldüğünü, 2 hafta sonra renklenmenin stabilizasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

Samra ve ark. (126), 1 direkt kompozit (Tetric Ceram), 3 indirekt kompozit (Targis, Resilab Master, BelleGlass) ve 1 seramik (IPS Empress 2) materyalini kahve solüsyonunda 1, 7, 15 gün bekletmişler ve ΔE bakımından değerlendirmişlerdir.

Kahve solüsyonunda 1 ve 7 gün bekletme sonrası en yüksek ΔE değerlerini tespit etmişlerdir. 15. günde tüm gruplarda ΔE değeri düşük bulunmuştur. En yüksek renk bozulmasının 1 ve 7. günlerde bulunmasının sebebini materyallerin kahve solüsyonunu emmesi ile yeterli doygunluğa ulaşınca kadar sürdüğünü belirtmişlerdir.

Çalışmamızda 1. gün suda bekletme (kontrol) grubunda CoCrC ve TiC örneklerin ΔE değerleri en düşük iken (CoCrC/TiC=1,20/0,38) CoCrC grubunda gastrik sıvıda 1 gün bekletme sonrası ΔE değeri (3,54) bulunmuş. Bu değer klinik olarak kabul edilebilir sınırlardadır ($\Delta E < 3,7$). Gastrik sıvıda 1. gün bekletilen örneklerin kahve solüsyonundan daha düşük ΔE değeri göstermesi gastrik sıvının sarı renklendirici içermediğindendir (68). TiC grubunun 1. gün kahvede bekletme sonrası ΔE değeri klinik olarak kabul edilebilir sınır değer olan 3,7'nin üzerinde bulunmuştur. ($\Delta E=4,19$). 14. günde CoCrC grubu kahvede bekletme uygulamasında renk değişimi değeri ($\Delta E=5,72$) iken, TiC grubunda hem çay hem de kahvede bekletme sonrası klinik olarak kabul edilemez ΔE değeri bulunmuştur ($\Delta E=5,63$ ve $\Delta E=21,12$). Çalışmamızda 21 gün sonra CoCrC grubu örneklerde çay ve kahvede bekletme uygulamaları için ΔE değeri yakınken ($\Delta E=12,17$ ve $\Delta E=14,67$), TiC grubunda kahvede bekletme uygulamasında daha yüksek renklenme değeri elde edilmiştir (çayda $\Delta E=15,92$ iken kahvede $\Delta E=38,10$). Bizim çalışmamızda ΔE değerlerinde anlamlı değişimler suda bekletme uygulamasında 14. günde ortaya çıkmış; kahve ve çayda bekletme uygulamalarında 21. günde anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bizim çalışmamızda daha geç sürelerde anlamlı renk değişikliğinin sebebi olarak kompozit materyalinin yapısı ve bileşenlerinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Malekipour ve ark. (189), 1. gün çay ve distile suda bekletilen kompozitlerin renklenmesinin kahveden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Kahvede bekletme sonucu birinci gün en düşük ve 14. gün kompozitlerin en yüksek ΔE değeri gösterdiğini bildirmişlerdir. Kahvede renklendirici etkinin geç ortaya çıkmasını içeriğindeki sarı renklendiricinin çaydan daha düşük polaritede olmasına bağlamışlardır. Farklı solüsyonlarda farklı sürelerde bekletmenin farklı renk değişikliğine sebep olacağını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da su ve çayda bekletme uygulamalarıyla kıyaslandığında TiC grubu örnekler hem 1.gün hem de

diğer tüm zamanlarda en yüksek ΔE değerlerini göstermiştir. Ancak CoCrC grubu örnekler kahvede 7 günden itibaren ($\Delta E=4,74$) ve çayda 21 günden itibaren renk değişimi ($\Delta E=12,17$) göstermiştir. Çalışmamız bu çalışma ile benzerlik göstermemiştir. Bu farklılığın sebebi farklı türde çay ve kahve kullanımına bağlı olabilir.

Saba ve ark. (177), CAD/CAM hibrit feldspatik seramik bloklarla yaptıkları in vitro çalışmada kahvede bekletme sonrası örneklerin en fazla renk değişikliğine uğradığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da kahvede bekletme sonucu her iki alt yapı üzerindeki kompozitlerde renklenme artışı görülmektedir.

Mutlu-Sagesen ve ark. (190), Artglass kompozitin 6 farklı tonunu (Efekt ET1 ve ET2, 2 ton mine için EL ve EM, 2 ton dentin için DA1 ve DA2) farklı solüsyonlarda (klorheksidin gargara, filtre kahve, portakal suyu ve distile su) 1 gün, 1 hafta, 2 hafta ve 4 hafta sürelerde bekletmişler ve renk değişimini değerlendirmişlerdir. 1. gün kahve solüsyonunda bekletme sonunda kompozitin L^* değerinin artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da kahve, çay, suda bekletme gruplarında L^* değeri artmıştır. Sadece TiC grubunda 1. gün kahvede bekletme sonrası L^* değeri hafif azalmıştır. 1. hafta sonunda tüm solüsyonlarda L^* değerinin düştüğünü bildiren araştırmacılara paralel olarak bizim de çalışmamızda su, çay, kahve ve gastrik sıvıda bekletilen örneklerin L^* değerleri azalmıştır. 2 hafta sonunda distile suda bekletilen örneklerin L^* değerinin azaldığını bildiren çalışmacılara benzer olarak bizim çalışmamızda 2 hafta sonunda suda bekletme grubunda L^* değerlerinde hafif azalma olmuştur. 4. hafta sonunda L^* değerlerinin tümü azalan örneklerin aksine bizim çalışmamızda CoCrC grubunda suda ve kahvede bekletme sonrası L^* değerleri azalırken, çayda bekletme uygulamasında L^* değeri istatistik olarak anlamlı farklılık göstermemiştir. TiC grubunda suda bekletme uygulamasında L^* değeri 4 hafta sonunda istatistik olarak anlamlı şekilde azalmıştır. Çayda bekletme sonunda, TiC grubunda, 4 hafta sonunda L^* değerleri istatistik olarak anlamlı farklılık göstermemiştir. Kahvede bekletme uygulamasında TiC grubunun L^* değerleri istatistik olarak anlamlı şekilde azalmıştır.

Artglass kompozitinin birinci gün solüsyonlarda (distile su, portakal suyu (asidik ortamı temsilen) ve ağız gargarasında (renklendirici olarak) bekletilmesinin sonunda a* ve b* değerleri artmıştır. Bizim çalışmamızda a* ve b* değerleri CoCrC grubu için suda bekletme uygulamasında azalırken, kahve ve gastrik sıvıda bekletme uygulamalarında artmıştır. Birinci gün sonunda TiC grubunda a* ve b*değerleri su, kahve ve gastrik sıvıda bekletme uygulamaları sonrası artmıştır (190).

2 hafta sonunda solüsyonlarda bekletilen Artglass kompozitin a* değerleri azalma gösterirken, b* değerleri artmıştır. Bizim çalışmamızda ise 2 hafta distile suda, çayda ve kahvede bekletme sonrası TiC grubunun a* ve b* değerleri yükselmiştir. CoCrC grubu çay ve kahvede 2 hafta bekletme sonrası a* değerleri artarken, b* değerleri istatistik olarak anlamlı değişim göstermemiştir (190).

4 hafta sonunda solüsyonlarda bekletilen Artglass kompozitin a* ve b* değerleri artarken, bizim çalışmamızda 4 hafta kahvede bekletilen CoCrC ve TiC grubunun a* ve b* değerleri ile 4 hafta suda bekletilen TiC grubu örneklerin a* ve b* değerleri yükselmiştir (190).

Araştırmacıların yaptıkları çalışmada farklı solüsyonlarda bekletilen Artglass kompozitin her tonu (6 ton) ΔE değerleri bakımından her bir zaman aralığında artmıştır. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da hem CoCrC grubunda hem TiC grubunda uygulamaların hepsinde her bir zaman aralığında ΔE değerleri değişmiştir (190). Bunun sebebi olarak kompozit materyali ile birlikte alt yapı materyaline bağlı farklı zaman aralıklarında farklı sonuçlar elde ettiğimiz düşünülmektedir. Ayrıca kullandığımız solüsyonlardaki boyayıcı etkinin ve solüsyonların konsantrasyonlarının farklı şekilde sonuçları etkilemiş olabileceği düşünülmektedir.

Domingos ve ark. (185), bir nano dolduruculu kompozit rezin (Filtek Supreme XT) ile yaptıkları çalışmada suni tükürük ve çayda 60 gün bekletme sonrası ΔE değerlerini istatistiksel olarak benzer bulmuş, kahvede bekletme sonrası ΔE değerlerini daha yüksek bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise 28. gün sonunda CoCrC grubunda su, çay, kahvede bekletme uygulamaları arası ΔE değerleri bakımından istatistik olarak fark yoktur (3,44-12,39-14,05). TiC grubunda ise 28 gün çay ve kahvede bekletme uygulamaları sonrası ΔE değeri bakımından istatistik olarak fark yoktur (29,98-40,43).

Filtek Supreme XT'nin suni tükürükte bekletilmesi sonunda ΔE değerlerinde tüm zaman aralıklarında (24 saat, 48 saat, 7 gün, 14 gün, 21 gün, 30 gün ve 60 gün) değişme olmuştur. ΔE değerlerindeki istatistiksel farklılık 21. gün ve sonrasında ortaya çıkmıştır. 30. gün sonunda suni tükürükte bekletilen örneklerin renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir sınırlarda kalmıştır ($\Delta E:3,80$). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde 28. gün sonunda CoCrC grubunda (3,45) ve TiC grubunda (1,33) klinik olarak kabul edilebilir sınırlarda renk değişimi olmuştur. Hem CoCrC hem TiC örneklerin 14. günde ΔE değerlerinde istatistik olarak anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. 60 gün kahveye daldırma sonrası ΔE değeri en yüksek bulunan çalışmada bizim çalışmamızla benzer şekilde en yüksek ΔE değişimleri 28. gün sonunda kahvede bekletme uygulamasında gözlenmiştir (185).

Kahvede bekletme uygulamasında 48 saate kadar ΔE değerleri benzerlik gösterirken, 48 saat ile 7. gün ve 7. gün ile 14. gün ve 21. gün ile 30. gün ve 30. gün ile 60. gün arasında anlamlı farklılık göstermiştir. Bizim çalışmamızda benzer şekilde 48 saate kadar kahvede bekletme uygulamasında ΔE değeri yakın bulunmuş fakat 14. günden itibaren ΔE değeri yükselmiştir. Çayda bekletme uygulamasında 24 saat ile 48 saat ve 48 saat ile 14 gün bekletme sonunda ΔE değerleri benzerdir. İstatistiksel farklılık 21. günde ortaya çıkmıştır. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde 1 gün distile suda bekletilip 1 gün çayda bekletme ve 1. gün çayda bekletme ile 7 gün çayda bekletme ve 7 gün çayda bekletme ile 14 gün çayda bekletme uygulamalarında ΔE değeri yakın bulunmuştur. Çalışmamızda Domingos ve ark. çalışmasına benzer şekilde çayda bekletme uygulamasında CoCrC ve TiC örneklerin ΔE değerlerindeki istatistik olarak farklılık 21. günde ortaya çıkmıştır. Domingos ve ark. 21. günde çayda bekletme uygulaması sonrası kompozit örneklerin ΔE değerlerini 3 olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise 21 gün çayda bekletilen CoCrC örneklerin ΔE değeri 12,17 ve TiC örneklerin ΔE değeri 15,91 ölçülmüştür. Bizim çalışmamızda ölçüm sonuçları daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi cihaz farklılığı olabilir ve ölçüm açısından kaynaklı farklı sonuç bulunmuş olabilir. Bizim çalışmamızda örnekleri dik açı ile ölçtük. Fakat Domingos ve ark. ölçüm açısını 45° olacak şekilde tercih etmişlerdir (185).

Poggio ve ark. (191), 4 farklı kompozit rezinin kahve, kola ve kırmızı şarap gibi farklı içeceklerde renk stabilitesini değerlendirdikleri çalışmalarında bizim

çalışmamıza benzer şekilde en fazla renklemenin kahvede bekletme uygulaması sonrası gözlendiğini bildirmişlerdir. Kontrol grubu örneklerinde bizim çalışmamıza benzer şekilde hafif ve kabul edilebilir renklenme olduğunu bildirmişlerdir.

Literatürdeki diğer araştırmalarda da kahvenin yüksek boyayıcı kapasitesinin olduğu bildirilmiştir (191).

Khokhar ve ark. (192), indirekt kompozitlerin çay, kahve ve klorheksidinde bekletme sonrası renk stabilitelerini değerlendirmiş, kahve ve çayın test örneklerinde renklenmeye sebep olduğunu fakat en fazla renklemenin bizim çalışmamızın aksine çayda gözlendiğini bildirmişlerdir.

Yannikakis ve ark. (193), geçici restorasyonlar için kullanılan rezinlerin çay ve kahvede farklı sürelerde bekletme sonrası renklenmelerini değerlendirdikleri çalışmalarında 7 gün sınırlarda bekletilen materyallerin gözlemlenebilir renk değişikliği gösterdiğini bildirmişlerdir. En fazla renklemenin kahvede bekletme uygulamasında gözlendiğini bildirmişlerdir.

Kourtis ve ark. (194), metal alaşımların metal-seramik kompleksinin son rengi üzerinde etkisini araştırmışlardır. Alt yapı materyalinin üst yapıdaki rengi önemli ölçüde etkilediğini bildirmişlerdir.

Lauvahutanon ve ark. (186), çeşitli CAD/CAM blokların kahve solüsyonuna daldırma sonrası renklenmesini değerlendirdikleri çalışmalarında CAD/CAM blokların L* değerlerinin azalmış, a* ve b* değerlerinin artmış olduğunu ve daldırılan solüsyon ve daldırma süresine bağlı olarak ΔE değerlerinin değiştiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da kahvede bekletme uygulamasında CoCrC grubunda sadece 1. gün L* değeri yükselmiş, 7, 14, 21, 28. günlerde L* değerleri düşmüştür. TiC grubunda 1, 7, 14, 21, 28. günlerde L* değeri düşüş göstermiştir. Yine benzer şekilde a* ve b* değerleri de tüm zaman aralıklarında artış göstermiştir. ΔE değerlerimiz de 1, 7, 14, 21. günlerde artış göstermiş, sadece CoCrC grubunda 21. gün ile 28. gün arasında ΔE değeri hafif düşüş gösterirken, TiC grubunda her zaman aralığında ΔE değeri artış göstermiştir.

Park ve ark. (195), rezin kompozitlerin kahve solüsyonunda daha fazla renklendiğini, b* değerlerinin de en fazla değiştiğini, L* değerinin kahverengi renklendiriciden dolayı azaldığını, çaydaki taninin renklenme sebebi olduğunu

bildirmişlerdir. Çalışmamızda kahvede bekletme uygulamasında her iki grupta da 21. ve 28. günlerde L* değeri en düşük bulunurken, b* değerleri CoCrC grubunda 7, 21, 28. günlerde yüksek; TiC grubunda 21 ve 28. günlerde yüksektir.

Gupta ve ark. (196), iki hibrit kompozit ve 1 adet seramik materyali ile kahve, çay ve kola gibi en yaygın tüketilen içeceklerde renk değişikliğini değerlendirdikleri çalışmalarında klinik renk değişikliği potansiyelini simule etmek için örnekleri 1 ay 50-60°C sıcaklıkta tutarak bu sürenin 12 ay 37°C'de bekletmeye eşdeğer olduğunu bildirmişlerdir. Örneklerin renk değişimlerini 1, 15, 30. gün sonunda değerlendirmişler, 1 ay sonunda tüm materyallerin L* değerlerinin zamanla azaldığını, a* değerlerinin seramikte azaldığı (yeşile doğru değişim), hibrit kompozitlerde çay ve kahve solüsyonunda artarken (kırmızıya doğru eğilim), suda azaldığını bildirmişlerdir. 1 ay sonunda seramik b* değerleri azalırken, hibrit kompozitlerde b* değeri artmış sadece bir hibrit kompozitin kolada b* değeri düşüş göstermiştir. Kahvede ve çayda kompozitlerin sararmasına ve kızarmasına çözeltilerdeki sarı bileşenin sebep olduğu düşünülmüş, düşük pH'a sahip kolanın renk değişikliğine katkıda bulunan bir faktör olduğu değerlendirilmiştir. Materyallerin arasındaki bu renk farklılığını artmış sıcaklık ve materyal bileşimindeki farklılığa bağlanmıştır.

Renk stabilitesini değerlendiren çalışmaların çoğunda belirli bir zaman periyodunda boyayıcı solüsyonlara daldırılan dental materyallerin renklenmeleri incelenmiştir. Bu uygulamalarda sabit bir sıcaklığın kullanılması sonucu hastaların ağız ortamında sıcak ve soğuk içeceklere maruz kaldıklarında materyallerin boyut değişikliğini belirlemek için yeterli olmadığını savunan araştırmacılar bulunmaktadır (197). Termal siklus uygulaması kompozit rezinlerde hacimsel değişimlere sebep olarak boyayıcı ajanların gözenekli yapıya nüfuz etmesini artırabilir.

ISO 11405 standardına göre termalsiklus uygulamasında 5°C-55°C sıcaklık tavsiye edilmiştir. Fakat ağız boşluğunda fizyolojik yaşlanmaya karşılık gelen döngü (siklus) sayısının nasıl hesaplanacağı konusunda bir kesinlik yoktur. Termalsiklus için belirli sayıda döngü (siklus) önermeyi deneyen araştırmacılar ne kadar süre termalsiklus uygulamanın ne kadar süre yaşlanmaya karşılık geleceği konusunda

kesin bir sonuca dayandırmamışlar ve bu nedenle çalışmalarda bu parametrenin seçimi farklı farklıdır (198).

Assunção ve ark. (199), 10 farklı akrilik rezin takım dişlerine 5°C-55°C sıcaklıklarda 5000 termal siklus uyguladıkları çalışmalarında termal siklus sonrası yüzey pürüzlülüğünün arttığını ve yüzey pürüzlülüğü ile birlikte renklenmenin de arttığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda CoCrC grubunda pürüzlülük değeri 0,26 µm'dan 0,29 µm'a yükselmiş ve TiC grubu için pürüzlülük değeri 0,24 µm'dan 0,27 µm'ye yükselmiştir. ΔE değeri CoCrC grubunda 1,54 iken TiC grubunda 2,51 değerini almıştır. Pürüzlülük değerleri her iki grubunda termal siklus uygulaması sonrası istatistik olarak anlamlı şekilde değiştiği fakat renklenmenin klinik olarak kabul edilebilir eşik değerden düşük olduğu gözlemlenmiştir (ΔE<3,7).

Lee ve ark. (200) 8 farklı A2 tonunda kompozit rezinin 2000 termalsiklus sonrası renk değişimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında ΔE değerinin 1,3 olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda 5000 termal siklus sonrası ΔE değerleri CoCrC için 1,54 ve TiC için 2,51 olarak ölçülmüştür. Bu ölçülen değerler klinik olarak kabul edilebilir değerden düşük bulunmuştur (ΔE<3,7).

Prieto ve ark. (201), 5 farklı rezin simanın 5 ±1°C, 37±1°C, ve 55 ±1°C sıcaklığındaki distile suda 30 saniye bekletilerek 10.000 termal siklus sonrası renk değişikliğini değerlendirmişler ve ΔE değerlerinin istatistiksel olarak benzer bulunduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda 2 farklı alt yapı materyali üzerindeki kompozitin termal siklus uygulaması sonrası renk değişimi değerlerinin farklı çıkmasının sebebi alt yapı materyalleri ile kompozitin termal ekspansiyon katsayısı farkı sebebi ile oluşmuş olabileceği düşünülmektedir.

Ghavami-Lahiji ve ark. (202), rezin kompozitlerin doldurucu partiküllerinde bulunan elektropozitif iyonların silika matriksin yük dengesini değiştirerek su ile reaksiyona girmesi sonucu hidrolitik bozunmaya yol açacağını bildirmişlerdir. Uzun süreli termalsiklus uygulaması su emilimine ve matriksin şişmesine sebep olabilir. Polimer ağı tarafından emilen suyun, doldurucu/matriks ayrılmasına, rezinin yumuşamasına ve renklenmeye sebep olabileceği bildirilmiştir.

Moda ve ark. (203), 6 farklı kompozit rezinin termal siklus sonrası yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmalarında 5000 termal siklus sonrası tüm

kompozit rezin materyallerinin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin arttığını bildirmişlerdir. Termal siklus uygulaması sırasında sıcaklık değişimlerinin yüzeyde ve matriks/doldurucu arayüzünde gerilim ve mikro çatlaklar oluşturduğunu ayrıca suya maruziyetin silanın hidrolitik bozunmasına yol açtığını, rezin matriksin çözündüğünü bildirmişlerdir. Üst yüzeydeki doldurucu partiküllerin ekspozite olup yüzey pürüzlülüğünü artırdığı ayrıca TEGDMA içeren kompozitlerin su penetrasyonunu kolaylaştıran hidrofilik özelliklerinden dolayı bozunmaya karşı daha hassas olduklarını bildirmişlerdir.

Minami ve ark. (167), 7 farklı kompozitle yaptıkları çalışmada termal siklus uygulamasının kompozitlerde yüzey özelliğini etkilediğini ve döngü sayısı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığını bildirmişlerdir. Yüzey pürüzlülüğü ile kompozit renklenmesi arasında doğrudan bir ilişki bulamamışlardır.

Bizim çalışmamızda 5000 termal siklus sonrası CoCrC grubunun ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri 0,26 μm 'dan 0,29 μm 'a ulaşmış ve TiC grubunun ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri 0,24 μm 'dan 0,27 μm 'a ulaşmıştır. Termal siklus uygulamasında CoCrC grubunun ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri daha yüksekken, renk değişimi değeri TiC grubuna göre daha düşük bulunmuştur. ($\text{CoCrC}_{\Delta E} < \text{TiC}_{\Delta E} : 1,54 < 2,51$).

Ren ve ark. (204), hem termal gerilim hem de pH değişikliklerinin kompozit rezin materyallerinin yüzeyini ve yapısal bütünlüğünü etkileyebileceğini ve restorasyonları lekelenme ve renk bozulmasına karşı daha duyarlı hale getireceğini bildirmişlerdir.

İn vitro testler, yeni estetik restoratif materyallerin renk stabilitesini ve leke direncini değerlendirmede hayati bir araç olmaya devam ettiği için, termal gerilimin etkilerini, pH değişkenliğini, diyet renklendiricilerinin karmaşıklığını dikkate alan yeni bir model geliştirmek önemlidir.

Lee (205), 4 farklı marka plastik braket ve 4 farklı seramik braket kullanarak 5000 termal siklus sonrası braketlerdeki renk değişikliğini değerlendirdiği çalışmada L^* değerlerinin azalmış, a^* ve b^* değerlerinin markaya göre değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda 5000 termal siklus uygulaması sonrası CoCrC grubunda ve TiC grubunda L^* ve b^* değerleri azalırken a^* değeri artmıştır.

Lee ve ark. (206), direkt ve indirekt kompozitlerle termal siklus sonrası renk stabilitesini değerlendirdikleri çalışmalarında a^* değerlerinin arttığını ve b^* değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir. a^* değerinin artmasını amin akseleratöre (hızlandırıcı) bağlamışlardır çünkü tüm aminlerin fotoaktivasyon sırasında yan ürün oluşturduğu ve bunun da ısı ve ışık etkisi ile sarıdan kırmızı-kahverengi renklenmeye sebep olduğu bildirilmiştir. b^* değerinin azalmasını ise polimerizasyon derecesinin artmasıyla rezin kompozitin içindeki kamforkinon içeriğinin değişmesiyle açıklamışlardır. Çoğu kompozit rezinde fotobaşlatıcı olarak kamforkinon bulunur. Polimerizasyon reaksiyonundan sonra bu başlatıcının rengi sarıdan renksizliğe dönüşür. Dönüşüm derecesi %100'e ulaşamadığı ve polimerizasyon reaksiyonunun yeterli olmadığı durumlarda sarı renk belli bir derecede kalır. Termal siklus uygulaması sırasında termal değişikliklere bağlı olarak sarı renk azalır. L^* değişimini kompozit rezinin kırılma indisini etkileyen termal siklus uygulaması sırasında su emiliminin göstergesi olarak değerlendirmişlerdir.

Alt özofajial sfinkterin uygun olmayan şekilde gevşemesi sonucu gastrik sıvının özofagusu geri gelmesi ile ağız ortamında dişler ve restoratif materyaller üzerinde olumsuz etki gösterdiği in vivo ve in vitro çalışmalarda bildirilmiştir (164, 201, 202). Anoreksiya nervosa, blumia, gastroözefajial reflü hastalarında gastrik sıvının belirli aralıklarla ağız boşluğunda birikmesi sonucu dişler ve ağız içerisindeki restorasyonlarda erozyonlara sebep olabileceği bildirilmiştir (166, 204).

Lemos ve ark. (168), 6 farklı kompozit rezinin renklenmesini değerlendirdikleri çalışmalarında gastrik sıvıyı simüle eden hidroklorik asit (pH 1,6), kola ve kırmızı şarap maruziyeti sonrası her bir örneği 20000 fırçalama siklusuna maruz bırakmışlardır. 20000 fırçalama siklusunun 3 yıllık in vivo koşullara eşdeğer olduğunu belirtmişlerdir. Renk sonuçları ile ilgili olarak tüm kompozit rezinler A2 renginde seçilmiş olmasına rağmen nanopartikül içeriğine sahip kompozit, mikrofil ve mikrohibrit kompozit rezinlerden daha fazla renklenme göstermiştir. Bu durumun kola ve şarapta bulunan renklendiricilerin nanopartiküllü kompozitlerde emilimi artırıp renk stabilitesini azalttığını bildirmişlerdir. Renk değişimini etkileyebilecek diğer faktörlerin üreticiler tarafından eklenen fotobaşlatıcı ajanlar, doldurucular ve pigmentlerin miktarı olduğunu belirtmişlerdir.

Lepri ve ark.'nın (210), bir kompozit rezinin çeşitli sıvılarda bekletme ve fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesini değerlendirdikleri çalışmalarında diş macunundan bağımsız olarak fırçalanmış ve fırçalanmamış örneklerin renk stabiliteleri arasında fark olmadığı bildirilmiştir. Fırçalanmış örneklerin yüzey pürüzlülüğü artmıştır fakat bu artış renk değişikliğine sebep olmamıştır. Fırçalama ile beyazımsı film tabakasının örneklerin yüzeyinde birikebileceği ve parlaklık değerlerini değiştirebileceği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da CoCrC grubu ve TiC grubu örneklerin pürüzlülük değerleri neredeyse 2 katı artış gösterirken renk değişikliği kabul edilebilir eşik değerden ($\Delta E: 3,7$) düşük bulunmuştur.

Roselino ve ark. (211), 2 farklı kompozit (Z350, Tetric N-Ceram) ve bir seramik (IPS e.max Ceram) kullanarak normal ağız hijyeni prosedürlerini simüle etmek için mekanik fırçalama uygulamasını önermişlerdir. Fırça/klemp set ağırlığını 200 g olarak belirlemişler, macun-distile su karışımını 1:1 oranında hazırlamışlar ve 73000 fırçalama siklusunun 5 yıllık klinik fırçalama süresine eşdeğer olduğunu bildirmişlerdir. Uygulama sonucu kompozitlerin renk değişimini fiziksel olarak matriksin aşınıp yüzeyden doldurucu partiküllerin ayrılmasına bağlamışlardır. Diş macunu ile fırçalamanın renklenmeye karşı daha az hassas olan, düzgün yüzeyler oluşturacağı ve restorasyonların daha parlak olacağını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda tam aksine pürüzlülük artmış ve L^* değeri olan parlaklık değeri azalmıştır. Kompozitlerin benzer koşullarda farklı davranış göstermesinin sebebinin rezin matrikse göre doldurucu partiküllerin yüksek elastikiyet modülüne sahip olması ve uygulanan daha büyük yükleri taşıyabilmelerine karşı doldurucu partiküller ile rezin matriks arasındaki bağlantının doldurucu üzerine gelen gerilim kadar güçlü olmayıp doldurucuların yüzeyden ayrıldığını veya materyal kaybı olduğunu bildirmişlerdir.

Silva ve ark. (212), 4 farklı kompozit rezini heptan (yağ ve yağlı yiyecekleri simüle eder), sitrik asit (asidik içecek, bitki, şekerleri simüle eder), etanol (alkollü içecek ve ağız gargaralarını simüle eder), suni tükürük solüsyonlarında 37°C 'de 7 gün bekletmişler ardından fırçalama işlemi uygulamışlardır. 37°C 'de 200 g kuvvetle dakikada 120 vuruş fırçalama hızı ile 10950 vuruşun 1 yıllık klinik fırçalamaya eşdeğer olduğunu belirtmişlerdir. Fırçalama işleminden sonra örnekleri 1 aylık

tüketime eşdeğer 37°C 24 saat kahve solüsyonunda bekletmişlerdir. Suni tükürükte hafif renk değişikliğinin organik matriksin su emmesine bağlı olduğunu bildirmişlerdir ($\Delta E=3,76 \pm 2,37$). Heptan ve sitrik asit uygulaması sonuçları benzer bulunmuştur. Kahve solüsyonundaki renk değişimi daha yüksek bulunmuştur. Kullanılan kompozitlerin polimer matriks kompozisyonları aynı olmasına rağmen miktar ve tipleri farklıdır. Aynı monomer içeren kompozitlerin monomer oranları farklıdır. Böylece düşük konsantrasyondaki doldurucu içeriği yüksek renk değişimi göstermiştir.

Cengiz ve ark. (64), 4 farklı kompozit rezini gastrik sıvıda bekletme sonrası pürüzlülük ve renk stabilitesini değerlendirdikleri çalışmalarında 3 kompozit rezinin ΔE değerlerini klinik eşik değerin ($\Delta E>3,7$) üzerinde bulmuşlardır. Yine bu 3 kompozitin yüzey pürüzlülüğü değerleri de yüksektir. Bizim çalışmamızda 1. gün gastrik sıvıda bekletme sonrası CoCrC grubunun pürüzlülük değeri ve ΔE değeri ($0,32 \mu\text{m}-3,54$) TiC grubunun pürüzlülük değeri ve ΔE değerinden ($0,27 \mu\text{m}-2,58$) daha fazla iken; ΔE değerleri Cengiz ve ark. aksine 3,7 olan eşik değerden daha düşük bulunmuştur. 3, 5. günlerde pürüzlülük değerleri azalırken ΔE değerleri 3.,5. Ve 7. günlerde artış göstermiştir.

Um ve Ruyter (172), çay ve kahvenin farklı polaritelerde sarı renklendirici içerdiklerini belirtmişlerdir ve araştırmacılar gastrik sıvının sarı renklendirici içermediği için kahve ve çay kadar renklenme oluşturmayacağını belirtmişlerdir.

Kulkarni ve ark. (171), 3 farklı seramiğin gastrik asit, fırçalama ve hem fırçalama hem gastrik asitte bekletme sonrası renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında tüm gruplarda L^* değerinde artış gözlenmiştir. Sadece fırçalama grubunda L değeri en yüksek bulunmuştur. L^* değeri objenin açıklık-koyuluk değerini göstermektedir ve renk seçiminin en önemli yönüdür. Yüzey pürüzlülüğü artmış olan seramiklerin ΔE değerleri arasında farklılık gözlense de kontrol grubu ve fırçalama grubu ΔE değeri 3,5'e yakın değerlerdedir ve klinik olarak kabul edilir bulunmuştur. Bizim çalışmamızda fırçalama simulasyonunda ve gastrik sıvıda bekletme uygulamasında her iki grubun L^* değerleri azalmıştır ve R_a değerleri artmıştır. Fırçalama simulasyonunda ΔE değerleri klinik olarak kabul edilebilir sınırlarda ölçülen CoCrC ve TiC örneklerin ($2,89-2,44$) gastrik sıvıda bekletme

uygulamasında ΔE değerleri klinik olarak kabul edilemez sınırlarda yükselmiştir (CoCrC ΔE : 3,54/10,24 ve TiC ΔE : 2,58/13,87).

Aysan ve ark. (213), yaptıkları bir çalışmada distile suda bekletilen örneklerin zamanla renklenme gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durum sıvı içerisinde bekletilen rezin materyalinin su emmesi ile açıklanmıştır. Distile suyun rezinin yapısında değişiklikler meydana getirip renklenmeye yol açabileceği düşünülmüştür. Çalışmamızda 1, 7, 14, 21, 28 gün distile suda beklettiğimiz örneklerimizin ΔE değerlerinde kademeli olarak artış görülmüştür. 28 gün suda bekletme sonrası CoCrC grubu için ΔE değerimiz 3,45 iken, TiC grubu ΔE değeri 1,33 bulunmuş ve bu değerler kabul edilebilir değerden düşük bulunmuştur ($\Delta E < 3,7$).

Han ve ark. (100), 800 çığneme siklusu sonrası yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmada nanofil içeren GNH400N kompozitin en düşük Ra değeri ($0,346 \pm 0,076 \mu m$), konvansiyonel mikrohibrit rezin kompozit olan Ceramage'nin en yüksek pürüzlülüük değeri ($0,699 \pm 0,214 \mu m$) gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bortoli ve ark. (175), farklı rezinlerin artık monomerlerinin polimerizasyon stabil hale gelene kadar salındığını ve bu salınmanın renklenmeye yol açtığını, polimerizasyon stabil hale gelince su emiliminin azaldığını bildirmişlerdir.

İki farklı alt yapı materyali üzerine indirekt kompozit uygulayarak farklı solüsyonlarda bekletme ve termalsiklus uygulama ve fırçalama simulasyonu gibi yaşlandırma uygulamaları sonrası renk değişikliği ve yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdiğimiz in vitro çalışmamızda, incelenen materyallerin sınırlı sayıda olması, ağız ortamı simulasyonunun in vitro olarak tam taklit edilememesi, uygulamaların süreleri bakımından bir standardizasyonun olmaması çalışmamızın sınırlamaları arasındadır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günlük tüketilen farklı tipteki içeceklerin materyallerin yüzey pürüzlülüğünü ve rengini olumsuz etkileyebileceği saptanmıştır. Yapılacak restorasyonların tüketilecek besinlere göre farklı etkilenebileceği görülmektedir.

Çay ve kahvede bekletme uygulamalarında süre ilerledikçe renklenme de artmıştır. Çayda bekletme uygulamasında CoCrC 21 günde renklenmede artış gösterirken, TiC 7. günde artış göstermiştir. Kahvede bekletme uygulamasında CoCrC 7. günde renklenmede artış gösterirken, TiC 1. günde renklenmede artış göstermiştir. Pürüzlülük değerleri çayda bekletme uygulamasında her iki materyalde ilk günden artış göstermiş, kahvede bekletme uygulamasında CoCrC ilk gün pürüzlülükte artış gösterirken TiC 7. günde pürüzlülükte artış göstermiştir.

Termal siklus uygulaması sonrası pürüzlülük artmıştır. Renklenme her iki alt yapı materyali üzerindeki kompozitte hafif artmış ancak klinik olarak kabul edilebilir değerlerde kalmıştır. (1,54-2,51).

Fırçalama uygulamasında pürüzlülük değerleri yaklaşık 2 kat artış göstermiş, renklenme klinik olarak kabul edilebilir değerlerde bulunmuş ve iki alt yapı materyali üzerindeki gruplar arasında istatistik olarak önemli farklılık bulunmamıştır.

Gastrik sıvıda bekletme uygulaması ile pürüzlülük değerleri 3. güne kadar kademeli olarak her iki materyalde de artmış, 5. ve 7. günlerde azalarak devam etmiştir. Renklenme her iki grupta da 3. günden sonra artmış, renklenme artarak devam etmiştir.

Distile suda bekletme, termal siklus, gastrik sıvıda bekletme, çay ve kahvede bekletme ile yapılan yaşlandırma işlemlerinin metalik alt yapılar üzerine uygulanan Ceramage kompozitin yüzey pürüzlülüğünde önemli artışa yol açmadığı ancak fırçalamanın 50.000 siklus sonunda, yüzey pürüzlülüğünde etkisinin önemli olduğu söylenebilir.

Çalışmada tüm gruptaki örneklerin yaşlandırma işlemleri sonucu ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri minenin ortalama yüzey pürüzlülüğü değerinden ($R_a=0,64 \mu m$) ve hasta tarafından hissedilebilen R_a eşik değerinden ($0,5 \mu m$) düşük bulunmuştur.

In vitro araştırmanın sonuçları klinik çalışmalarla da desteklenmelidir.

Asitlerin dental kompozitler üzerindeki etkisini anlamak için farklı asitlerle de çalışmak ileri araştırmalarda önerilebilir.

Daha uzun sürelerde termal siklus ve fırçalama uygulayarak sonuçların karşılaştırılması önerilebilir.

Herhangi bir metal alt yapı materyali kullanmadan sadece kompozitler kullanılarak veya alt yapıları farklı kalınlıklarda olacak şekilde hazırlayarak renk değişimleri karşılaştırılabilir.

Opak kompozit kalınlığı değiştirilerek renk farklılıkları karşılaştırılabilir.

Üst yapı kompozitinin yüksekliği değiştirilerek renk değişimindeki farklılık değerlendirilebilir.

7. ÖZET

Farklı Protetik Alt Yapı Materyalleri Üzerine Uygulanan İndirekt Kompozitlerin Renk Stabilitelerinin Değerlendirilmesi

AMAC: Bu çalışmanın amacı iki farklı protetik alt yapı materyallerine bağlanan bir indirekt kompozit materyalin renk stabilitesini ve yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmektir.

GEREÇ-YÖNTEM: Disk şeklinde hazırlanan Co-Cr ve Ti (10x2 mm) alt yapı materyallerine Ceramage (Shofu, Almanya) indirekt kompozit 6x2mm boyutlarında olacak şekilde bağlandı. Her bir alt grupta 12 örnek olacak şekilde toplam 144 adet örnek hazırlandı. Örnekler farklı sürelerde distile su, çay, kahve, gastrik sıvıda bekletme ve fırçalama simülatörü ile termal siklus uygulamalarına tabi tutuldu. Örneklerin başlangıç ve uygulamalar sonrası ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri bir profilometre cihazı (SJ210 SurfTest, Mitutoyo, Japonya) ile ölçüldü. Renk değişiklikleri spektrofotometre (Vita Easyshade, Zahnfabrick, Germany) ile değerlendirildi. Yaşlandırma sonrası örnek yüzeyleri SEM (FEI Quanta Feg 250, Hollanda) ile incelendi. Sonuçlar istatistiksel olarak varyans analizi ve Tukey testi ile analiz edildi.

BULGULAR: En önemli renk değişiklikleri çayda ve kahvede bekletme sonucu görüldü ve 28. gün sonunda ΔE değerleri çayda CoCr+Ceramage (CoCrC) için 12,39, Ti+Ceramage (TiC) için 29,98; kahvede CoCrC için 14,06, TiC için 40,43 olarak ölçüldü. Başlangıç değerleri ile kıyaslandığında ΔE değerlerindeki değişimin istatistik olarak anlamlı ($p<0,05$) ve klinik olarak kabul edilemez ($\Delta E>3,7$) olduğu bulundu. TiC grubu örneklerin çay ve kahvede bekletilme süreleri sonunda CoCrC grubu örneklerden daha fazla renk değişikliği gösterdiği saptandı ($p<0,05$). Fırçalama simülasyonu sonrası ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin CoCrC için $0,28\mu\text{m}$ 'den $0,44\mu\text{m}$ 'ye ve TiC için $0,23\mu\text{m}$ 'den $0,41\mu\text{m}$ 'ye yükseldiği ve bu değişimin istatistik olarak önemli olduğu bulundu ($p<0,05$).

SONUÇ: Bu çalışmanın sınırları dahilinde Ceramage indirekt kompozitin, kahve ve çayda bekletme uygulamaları sonrasında klinik olarak kabul edilemez sınırlarda renginin değiştiği; fırçalama sonrası her iki grupta da örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğündeki artışın istatistik olarak önemli olduğu saptandı ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler:İndirekt Kompozitler, Renk Stabilitesi, Yaşlandırma, Yüzey Pürüzlülüğü, Metalik Alt Yapılar

ABSTRACT

Evaluation of the Color Stability of Indirect Composites Applied on Different Prosthetic Substructure Materials

OBJECTIVE: The aim of this study was to evaluate the color stability and surface roughness of an indirect composite bonded to two different prosthetic substructure materials.

MATERIALS-METHODS: Ceramage (Shofu, Germany) indirect composite (6x2 mm) was bonded to disc-shaped Co-Cr and Ti substructures (10x2 mm). In total 144 specimens were prepared as being 12 specimens in each subgroup. Specimens were subjected to storage in distilled water, tea, coffee, gastric juice, thermal cycling and brushing simulator. The initial and final mean surface roughness values of the specimens were measured using a profilometer (SJ210 SurfTest, Mitutoyo, Japan). The color changes of specimens were evaluated using a spectrophotometer (Vita Easyshade, Zahnfabrick, Germany). After aging procedures the surfaces of the specimens were examined using SEM (FEI Quanta Feg 250, Holland). The results were statistically analyzed by variance analysis and Tukey test.

RESULTS: Significant colour changes were detected after storage in tea and coffee and after 28 days, ΔE values were measured for CoCr+Ceramage (CoCrC) as 12.39 and for Ti+Ceramage (TiC) as 29.98 and for CoCrC as 14.06 and for TiC as 40.43, respectively. These changes in ΔE values were found to be statistically significant ($p < 0.05$) and clinically unacceptable ($\Delta E > 3.7$). Comparing to CoCrC group, more significant colour changes were observed in TiC specimens after storage in tea and coffee solutions ($p < 0.05$). Mean surface roughness values were increased from $0.28\mu\text{m}$ to $0.44\mu\text{m}$ for CoCrC group and from $0.23\mu\text{m}$ to $0.41\mu\text{m}$ for TiC group after toothbrushing and these differences were found to be statistically significant ($p < 0.05$).

CONCLUSION: Within the limitations of this study it was concluded that Ceramage indirect composite showed clinically unacceptable colour changes after storage in tea and coffee, and in both groups the increase in average surface roughness after simulated toothbrushing was found to be statistically significant.

Keywords: Indirect Composites, Color Stability, Aging, Surface Roughness, Metallic Substructures

8. KAYNAKLAR

1. Lee S Y, Vang M S, Yang H, Park S, Park H, and Lim H. Shear bond strength of composite resin to titanium according to various surface treatments. *J Adv Prosthodont* 2009; 1 (2): 68-74.
2. Lainovic T, Blazic L, kukuruzovic D, Vilotic M, Ivanisevic A, Kakas D. Effect of diamond paste finishing on surface topography and roughness of dental nanohybrid composites-AFM analysis. *Procedia Engineering* 2014; 69: 945-951.
3. Bonfante E A, Suzuki M, Lubelski W, Thompson V P, de Carvalho R M, Witek L, Coelho P G. Abutment design for implant-supported indirect composite molar crowns: reliability and fractography. *J. Prosthodont* 2012; 21 (8): 596-603.
4. Iwasaki T, Komine F, Fushiki R, Kubochi K, Shinohara M, Matsumura H. Shear bond strength of an indirect composite layering material to a tribochemically silica-coated zirconia framework material. *Dent Mater J* 2016; 35 (3): 461-469.
5. Çiftçi Y, Canay Ş. Stress Distribution on the metal framework of the Implant-supported fixed prosthesis using different veneering materials. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 406-411.
6. Komine F, Kobayashi K, Saito A, Fushiki R, Koizumi H, Matsumura H. Shear bond strength between an indirect composite veneering material and zirconia ceramics after thermocycling. *J Oral Science* 2009; (51): 629-634.
7. Nandini S. Indirect Resin Composites. *J Conserv Dent* 2010; 13 (4): 184-194.
8. Yıldırım Biçer A Z, Karakış D, Doğan A. Termal siklusun indirekt kompozit rezin materyallerinin renk stabilitesi üzerine etkisi. *Acta Odontol Turc* 2014; 31 (1): 13-17.
9. Leinfelder K F, Douglas A T. Indirect composite resin systems: A clinical material review. *Inside dentistry* 2006; 2 (9): 48-51.

10. Fushiki R, Komine F, Honda J, Kamio S, Blatz M B, Matsumura H. Long-term bond strength between layering indirect composite material and zirconia coated with silica based ceramics. *J Adhes Dent* 2015; 17 (3):273-281.
11. Halaçoğlu M, Tuncer D, Arhun N. Indirect posterior restorations. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg* 2015; 2: 98-103.
12. Sari F, Secilmis A, Simsek I, Ozsevik S. Shear bond strength of indirect composite material to monolithic zirconia. *J Adv Prosthodont* 2016; 8 (4): 267-274.
13. Ceci M, Viola M, Rattalino D, Beltrami R, Colombo M, Poggio C. Discoloration of different esthetic restorative materials: a spectrophotometric evaluation. *Eur J Dent* 2017; 11 (2): 149-156.
14. Nakazawa M. Color stability of indirect composite materials polymerized with different polymerization systems. *J Oral Science* 2009; 51 (2): 267-273.
15. Nikzad S, Azari A, Poursina M. Effects of beverage colorants and accelerated aging on the color stability of indirect resin composites. *J Dent Sci* 2012; (7): 231-237.
16. Tuna S H, Özçiçek Pekmez N, Kürkçüoğlu I. Corrosion resistance assessment of Co-Cr alloy frameworks fabricated by CAD/CAM milling, laser sintering and casting methods. *J Prosthet Dent* 2015; 114 (5): 725-734.
17. Lapcevic A R, Jevremovic D P, Puskar T M, Williams R J, Eggbeer D. Comparative analysis of structure and hardness of cast and direct metal laser sintering produced Co-Cr alloys used for dental devices. *Rapid Prototyp J* 2016; 22 (1): 144-151.
18. Contreras E F R, Pessanha Henriques G E, Giolo S R, Nobilo M A A. Fit of cast commercially pure titanium and Ti-6Al-4V alloy crowns before and after marginal refinement by electrical discharge machining. *J Prosthet Dent* 2002; 88 (5): 467-472.
19. Fernandes C A, Ribeiro J C, Larson B S, Bonfante E A, et al. Microtensile bond strength of resin-based composites to Ti-6Al-4V. *Dent Mater* 2009; 25 (5): 655-661.

20. Koizuka M, Komine F, Blatz M B, Fushiki R, Taguchi K, Matsumura H. The effect of different surface treatments on the bond strength of gingiva-colored indirect composite veneering material to three implant framework materials. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24 (9): 977-984.
21. Elias C N, Lima J H C, Valiev R, Meyers M A. Biomedical applications of titanium its alloys. *Biological Materials Science* 2008; 60 (3): 46-49.
22. Craig, R G., Powers, J M. *Restorative Dental Materials* 11th Ed. St. Louis: The C.V. Mosby Co 2002; p: 232-249.
23. O'Brein W J, Boenke K M, Groh C L. Coverage errors of two shade guides. *Int J Prosthodont* 1991; 4 (1): 45-50.
24. Çelik E, Tekmen Ç. Diş protez laboratuvar malzemeleri, DEÜ Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi 2004, 6 (2): 81-93.
25. Köksal N S, Altaş E, Akgün S. Metalik dental malzemelerin üretiminde döküm koşullarının malzeme özelliklerine etkisi. *Makine Tek Dergisi* 2007; 111: 62-66.
26. Bailey I F, Bennett R J. DICOR surface treatments for enhanced bonding. *J Dent Res* 1988; 67 (6): 925-931.
27. Roberts H W, Berzins D W, Moore B K, Charlton D G. Metal-ceramic alloys in dentistry: a review. *J Prosthodont* 2009; 18 (2): 188-94.
28. O'Brien W J. *Dental materials and their selection*. Third ed. Quintessence Publishing Corp, Canada 2002; 602-604.
29. Caniklioğlu B, Özel H. Metal-porselen çalışmalarında kullanılan kıymetli alaşımlar ve hazırlama tekniği. *Journal of Istanbul Univ Diş Hek Fak Derg* 1982; 16 (1): 50-60.
30. Naylor W P. Introduction to metal-ceramic technology. In: Naylor W P, editor. *Casting alloys for bonding to dental porcelain*. 2nd Ed., Chicago, Quintessence Publishing Co Inc 2009; 27-43.

31. Hyslop D J S, Abdelkader A M, Cox A, Fray D J. Electrochemical synthesis of a biomedically important Co-Cr alloy. *Acta Materialia* 2010; 58 (8): 3124-3130.
32. Marrey R V, Burgermeister R, Grishaber R B, Ritchie R O. Fatigue and life prediction for cobalt-chromium stents: A fracture mechanics analysis. *Biomaterials* 2006; 27 (9): 1988-2000.
33. Bayraktar G, Turfaner M. Krom-Kobalt alaşımlarının dökülebilirliğine ertime ve döküm yöntemlerinin etkisi. *İ Ü Diş Hek Fak Der* 1997; 31: 123-129.
34. Bayındır F, Akyałçın ř. Yeni ve artık krom-kobalt alaşımı kullanılarak hazırlanan iskelet bölümlü protezlerin radyografik olarak incelenmesi. *Atatürk Üniv Diř Hek Fak Derg* 2003; 13 (2): 1-6.
35. Hjalmarsson L. On cobalt- chrome frameworks in implant dentistry. Department of Prosthetic Dentistry/Dental Material Science Institute of Odontology, Göteborg 2009; 8-9.
36. Al Jabbari S Y. Physico-mechanical properties and prosthodontic applications of Co-Cr Dental alloys: a review of the literature. *J. Adv. Prosthodont* 2014; 6 (2): 138-145.
37. Gosavi S, Gosavi S, Alla R. Titanium : A miracle metal in dentistry. *Trends Biomater Artif Organs* 2013; 27 (1): 42-46.
38. Berg E, Wagner W C, Davik G, Dootz E R. Mechanical properties of laser-welded cast and wrought titanium. *J Prosthet Dent* 1995; 74 (3): 250-257.
39. Özkurt B, Tabak A Y. Metallic biomaterials and metallosis. *TOTBID Dergisi* 2011; 10 (2): 83-86.
40. Buijs K, Stainless VL. Characteristics and Uses of Titanium. *Stainless Steel World*, April 2008;1-4.
41. Tsuchimoto Y, Yoshida Y, Takeuchi M, Mine A, Yatani H, Tagawa Y, Meerbeek B V, Suzuki K, Kuboki T. Effect of surface pre-treatment on durability of resin-based cements bonded to titanium. *Dent Mater* 2006; 22 (6): 545-552.

42. Almilhatti H J, Neppelenbroek K H, Vergani C E, Machado A L, Pavarina A C, Giampaolo E T. Adhesive bonding of resin composite to various titanium surfaces using different metal conditioners and a surface modification system, *J Appl Oral Sci* 2013; 21 (6):590-596.
43. Muratomi R, Kamada K, Taira Y, Higuchi S, Watanabe I, Saawase T. Comparative study between laser sintering and casting for retention of resin composite veneers to cobalt-chromium alloy. *Dent Mater J* 2013; 32 (6): 939-945.
44. Yanagida H, Minesaki Y, Matsumura K, Tanoue N, Muraguchi K, Minami H. Bonding durability between acrylic resin adhesives and titanium with surface preparations. *Dent Mater J* 2017; 36 (1): 69-75.
45. Dinçer C, Nalbant L. Metal destekli dental porselenler. *G Ü Dişhek Fak Der* 1988; V(2):231-246.
46. Kern M, Thompson V P. Effects of sandblasting and silica-coating procedures on pure titanium. *J Dent* 1994; 22 (5): 300-306.
47. Peutzfeldt A, Asmussen E. Distortion of alloy by sandblasting. *Am J Dent* 1996; 9 (2): 65-66.
48. Papadopoulos T, Tsetsekou A, Eliades G. Effect of aluminium oxide sandblasting on cast commercially pure titanium surfaces. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1999; 7 (1): 15-21.
49. Talib R. Dental composites: a review. *J. Nihon Univ. Sch. Dent* 1993; 35: 161-170.
50. Katyayan M, Katyayan P. Shear bond strength of composite veneers and acrylic veneer bonded to Ni-Cr alloy: A laboratory study. *J Indian Prosthodont Soc* 2011; 11 (2): 89-97.
51. Karaarslan EŞ, Ertaş E. Indirect posterior composite restorations: A Review, *Ondokuz Mayıs Univ Diş Hekim Fak Derg* 2010; 10 (3):116-124.
52. Leinfelder K. New developments in resin restorative systems. *JADA* 1997; 128 (5): 573-581.

53. Altun C. Kompozit dolgu maddelerinde son gelişmeler. *Gülhane Tıp Dergisi* 2005; 47 (1): 77-82.
54. Jackson R D, Morgan M. The new posterior resins and a simplified placement technique. *JADA* 2000; 131 (3): 375-383.
55. Birler Yağlı D, Bural C, Geçkili O, Sönmez E, Bayraktar G. Protetik dişhekimliğinde seromer sistemlerin kullanım alanları. *J Dent Fac. Ataturk Uni* 2012; 5: 105-112.
56. Powers J M, Sakaguchi R L. Resin Composite Restorative Materials, In: *Craig's Restorative Dental Materials, Twelfth Edition*, Mosby, Missouri, 2006:190-212.
57. Anusavice KJ. *Phillip's Science of Dental Materials (11 bs)*. St. Louis: Elsevier, 2003.
58. Arcis R W, Lopez-Macipe A, Toledano M, Osorio E, Rodriguez-Clemente R, Murtra J, Fanovich M A, Pascual C D. Mechanical properties of visible light-cured resins reinforced with hydroxyapatite for dental restoration. *Dent Mater* 2002; 18 (1): 49-57.
59. Sakaguchi R L., Powers, J M. *Craig's Restorative Dental Materials 13th Ed*. St. Louis: The C.V. Mosby Co. 2012; p: 164-189.
60. Garcia A H, Lozano M A M, Vila J C, Escribano A B, Galve P F. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11 (2): 215-220.
61. Dayangaç B. *Kompozit Rezin Restorasyonlar*. Güneş Kitapevi, Ankara 2000.
62. Cengiz S, Külünk Ş, Veliöğlü N, Oruç M S. Comparison of adhesive and mechanical effects on the bond strength of indirect composite to titanium. *J Int Dent Sci* 2015; 1: 34-41.
63. Cengiz S, Yüzbaşıoğlu E, Cengiz M I, Veliöğlü N, Sevimli G. Color stability and surface roughness of a laboratory-processed composite resin as a function of mouthrinse. *J Esthet Restor Dent* 2015; 27 (5): 314-321.

64. Cengiz S, Sarac S, Ozcan M. Effects of simulated gastric juice on color stability, surface roughness and microhardness of laboratory-processed composites. *Dent Mater J* 2014; 33 (3): 343-348.
65. Baum L, Phillips R W, Lund M R. Textbook of operative dentistry. Tooth Colored Restoratives (2 bs). Philadelphia: Saunders 1985; 243.
66. Bennett A W, Watts D C. Performance of two blue light emitting diode dental light curing units with distance and irradiation-time. *Dent Mater* 2004; 20 (1): 72-79.
67. Nash R W, Lowe R A, Leinfelder K. Using packable composites for direct posterior placement. *JADA* 2001; 132 (8): 1099-1104.
68. Leinfelder K F, Bayne S C, Swift E J. Packable composites: overview and technical considerations. *J Esthet Dent* 1999; 11 (5): 234-249.
69. Chuang S F, Jin Y T, Liu J K, Chang C H, Shieh D B. Influence of flowable composite lining thickness on Class II composite restorations. *Oper Dent* 2004; 29 (3): 301-308.
70. Freedman G A. Contemporary Esthetic Dentistry . St. Louis : The C.V. Mosby Co, 2012; p: 39.
71. Bayne S C, Thompson J Y, Swift E J Jr, Stamatiades P, Wilkerson M. A Characterization of first - generation flowable composites. *JADA* 1998; 129 (5): 567-577.
72. Jain V V. Evaluation of second generation indirect composite resins, Department of Dental Materials, Indiana University 2008;1-3.
73. Klymus M E, Shinkai R S, Mota E G, Oshima H M, Spohr A M, Burnett L H. Influence of the mechanical properties of composites for indirect dental restorations on pattern failure. *Stomatologija* 2007; 9 (2): 56-60.
74. Kakaboura A, Rahiotis C, Zinelis S, Al-Dhamadi Y A, Silikas N, Watts D C. In vitro characterization of two laboratory- processed resin composites. *Dent Mater J* 2003; 19 (5): 393-398.

75. Ergücü Z, Ergün L S, Aladağ A. Color stability of nanocomposites polished with one- step systems. *Oper Dent* 2008; 33 (4): 413-420.
76. Mundim F M, Garcia L da F, Pires-de-Souza F de C. Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *J Appl Oral Sci* 2010; 18 (3): 249-254.
77. Tholt B, Miranda-Junior W G, Prioli R, Thompson J, Oda M. Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Oper Dent* 2006; 31 (4): 442-449.
78. Paravina R D, Powers J M, Fay R M. Dental color standards: shade tab arrangement. *J Esthet Restor Dent* 2001 ;13 (4): 254-63.
79. Rosenstiel S F, Land M, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4th Ed., Part 3, St. Louis: C. V. Mosby Elsevier 2006; 522.
80. Ulusoy M, Toksavul S. Kuron köprü çalışmalarında diş renginin önemi ve renkle ilgili temel kavramlar. *Ege Diş Hek Fak Der* 1992; 13 (1): 29-36.
81. McCaslin A J, Haywood V B, Potter B J, Dickinson G L, Russell C M. Assessing dentin color changes from nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc* 1999; 130 (10): 1485-1490.
82. Lee Y K, Yoon T H, Lim B S, Kim C W, Powers J M. Effect of color measuring mode and light source on the color of shade guides. *J Oral Rehabil* 2002; 29 (11): 1099-1107.
83. Chu S J. The science of color and shade selection in aesthetic dentistry. *Dent Today* 2002; 21 (9): 86-89.
84. Bayındır F, Bayındır Y Z, Wee A G. Gingival color match and gingival shade guides in restorative dentistry. *J Dent Fac Ataturk Uni* 2010; 3: 38-43.
85. Sarıkaya I, Güler A U. Diş Hekimliği Uygulamalarında Renk Kavramı. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci* 2009; 15 (2): 118-129.
86. Park J W. Understanding of the color in composite resin. *J Korean Acad Conserv Dent* 2011; 36 (4): 271-279.

87. Ragain J. A review of color science in dentistry: colorimetry and color space. *J Dent Oral Disord Ther* 2016; 4 (1): 1-5.
88. Berns RS, Bilmeyer FW, Saltzman M. Principles of color technology. John Wiley ve sons, New York, 1th Ed.2000.
89. Chu S J, Trushkowsky R D, Paravina R D. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010; 38 (2): e2-e16.
90. Yavuzyılmaz H, Ulusoy M, Kedici S, Kansu G. Protetik Diş Tedavisi Terimleri Sözlüğü. Türk Protodonti ve İmplantoloji Derneği Ankara Şubesi Derneği Yayınları, Ankara, 2003.
91. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent*. 1998; 80 (6): 642-648.
92. Cho L R, Yi Y J. The effect of tooth brushing and thermal cycling on a luster change of ceromers finished with different methods. *J Korean Akad Prosthodont* 2000; 38 (3): 336-347.
93. Ban S. Effect of alkaline treatment pure titanium and its alloys on the bonding strength of dental veneering resins. *J Biomed Mater Res A* 2003; 66 (1): 138-145.
94. Miyasaka M, Miura H, Nagatomi H, Yoshimine M. The effects of various finishing materials on the gloss and the color change of indirect prosthetic resin composites. *J Med Dent Sci* 2008; 55 (1): 1-6.
95. Yanagida H, Tanoue N, Ide T & Matsumura H. Evaluation of two dual-functional primers and a tribochemical surface modification system applied to the bonding of an indirect composite resin to metals. *Odontology* 2009; 97 (2): 103-108.
96. Andriani W Jr, Suzuki M, Bonfante E A, Carvalho R M, Silva N R, Coelho P G. Mechanical testing of indirect composite materials directly applied on implant abutments. *J Adhes Dent* 2010; 12 (4): 311-317.

97. Voltarelli F R, Santos-Daroz C B, Alves M C, Cavalcanti A N, Marchi G M. Effect of chemical degradation followed by toothbrushing on the surface roughness of restorative composites. *J Appl Oral Sci* 2010; 18 (6): 585-590.
98. Tunçdemir A R, Kara H B, Aykent F. Comparison of ceromers color stability to hybrid composites and ceramics after immersion in different beverages. *Turkiye Klinikleri J Dental Sci* 2012; 18 (2): 163-169.
99. Nishimaki M. Depth of cure and hardness of indirect composite materials polymerized with two metal halide laboratory curing units. *J Oral Sci* 2012; 54 (1):121-5.
100. Han J M, Lin H, Zheng G, Shinya A, Lin J. Effect of nanofiller on wear resistance and surface roughness of resin composites. *Chin J Dent Res* 2012; 15(1):41-47.
101. Jain V, Platt J A, Moore K, Spohr A M, Borges G A. Color stability, gloss, and surface roughness of indirect composite resins. *J Oral Sci* 2013; 55 (1): 9-15.
102. Kara H, Aykent F, Öztürk B. The effect of bleaching agents on the color stability of ceromer and porcelain restorative materials in vitro. *Oper Dent* 2013;38(1):e1-e8.
103. Komine F, Koizuka M, Fushiki R, Taguchi K, Kamio S, Matsumura H. Post-thermocycling shear bond strength of a gingiva-colored indirect composite layering material to three implant framework materials. *Acta Odontol Scand* 2013; 71 (5): 1092-1100.
104. Xing W, Jiang T, Liang S, Sa Y, Wang Z, Chen X & Wang Y. Effect of in-office bleaching agents on the color changes of stained ceromers and direct composite resins. *Acta Odontol Scand* 2014; 72 (8):1032-1038.
105. Su N, Yue L, Liao Y, Liu W, Zhang H, Li X, Wang H, Shen J. The effect of various sandblasting conditions on surface changes of dental zirconia and shear bond strength between zirconia core and indirect composite resin. *J Adv Prosthodont* 2015; 7 (3): 214-223.

106. Duraes I, Macedo G L, Carvalho C F, Oliveira V M B, Lima E M C X. Effects of different polishing systems on the surface roughness of two ceromers. *Braz Dent Sci* 2016; 19 (2): 56-63.
107. Kohli S, Bhatia S. Evaluation of the color durability of acrylic resin veneer materials after immersion in common beverages at different time intervals: a spectrophotometric study. *Biomed J* 2015; 38 (3): 244-249.
108. Watanabe I, Kurtz K S, Kabcenell J L, Okabe T. Effect of sandblasting and silicoating on bond strength of polymer glass composite to cast titanium. *J Prosthet Dent* 1999; 82 (4): 462-467.
109. Shimizu H, Kurtz K S, Tachii Y, Takahashi Y. Use of metal conditioners to improve bond strength of autopolymerizing denture base resin to cast Ti-6Al-7Nb and Co-Cr. *J Dent* 2006 ; 34 (2) : 117-122.
110. Sarafianou A, Seimenis I, Papadopoulos T. Effectiveness of Different adhesive primers on the bond strength between an indirect composite resin and a base metal alloy. *J Prosthet Dent* 2008; 99 (5): 377-387.
111. Seghi R R, Johnston W M, O'Brien W J. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent* 1986; 56 (1): 35-40.
112. An J S, Son H H, Qadeer S, Ju S W, Ahn J S. The influence of a continuous increase in thickness of opaque-shade composite resin on masking ability and translucency. *Acta Odontol. Scand.* 2013;71(1):120-129.
113. Lee Y K, Lu H, Oguri M et al. Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resin. *J Prosthet Dent* 2005; 94 (4): 370-376.
114. Eden E, Cogulu D, Attn T. The effect of finishing and polishing systems on surface roughness, microhardness and microleakage of a nanohybrid composite. *J Int Dent Med Res* 2012; 5 (3):155-160.
115. Jin J, Takahashi R, Hickel R, Kunzelmann K H. Surface properties of universal and flowable nanohybrid composites after simulated tooth brushing. *Am J Dent* 2014; 27 (3):149-154.

116. Moraes R R, Marimon J L M, Schneider L F J, Brandt W C, Correr Sobrinho L, Bueno M. hydrolytic stability of dental composites: one-year aging effect on surface roughness and surface/subsurface hardness. *Rev Odontol UNESP* 2007; 36 (4): 383-387.
117. Kim-Pusari S, Brewer J D, Davis E L, Wee A G. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent* 2009; 101 (3): 193-9.
118. Schmitt V L, Puppim-Rontani R M, Naufel F S, Nahsan F P, Alexandre Coelho Sinhoreti M, Baseggio W. Effect of polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. *ISRN Dent* 2011; 1-6.
119. Olms C, Setz J M. The repeatability of digital shade measurement-a clinical study. *Clin Oral Invest* 2013; 17 (4): 1161-1166.
120. Douglas R D. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent* 2000; 83 (2): 166-170.
121. Catelan A, Briso A L F, Sundfeld R H, Goiato M C, dos Santos P H. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. *J Prosthet Dent* 2011; 105 (4): 236-241.
122. Bansal K, Acharya S R, Saraswathi V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2012; 15 (3): 283-288.
123. Souza R O A, Özcan M, Michida S et al. Conversion degree of indirect resin composites and effect of thermocycling on their physical properties. *J Prosthodont* 2010; 19 (3): 218-225.
124. Yuan J C, Barão V A R, Wee A G, Alfaro M F, Afshari F S, Sukotjo C. Effect of brushing and thermocycling on the shade and surface roughness of CAD-CAM ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 2018;119 (6): 1000-1006.
125. da Costa J, Adams-Belusko A, Riley K, Ferracane J L. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent* 2010; 38 (2): e123-e128.

126. Samra A P, Pereira S K, Delgado L C, Borges C P. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res* 2008; 22 (3): 205-210.
127. Yousif E, Hasan A. Photostabilization of poly (vinyl chloride)- still on the run. *Journal of Taibah University for Science* 2015; 9 (4): 421-448.
128. Argast A, Tennis C F. A Web resource for the study of alkali feldspars and perthitic textures using light microscopy, scanning electron microscopy and energy dispersive x-ray spectroscopy. *Journal of Geoscience Education* 2004;52 (3): 213-217.
129. Etemadi A, Shahabi S, Chiniforush N, Pardel E, Azarbajehani Z, Heidari S. Scanning electron microscope (SEM) evaluation of composite surface irradiated by different powers of er:YAG Laser. *J Lasers Med Sci* 2015; 6 (2): 80-84.
130. Rad F H, Ghaffari T, Tamgaji R. Evaluation of the color stability of Methyl Methacrylate and Nylon Base Polymer. *J Dent* 2017; 18 (2): 136-142.
131. Janardanan K, Pillai S T, Karunakaran H. The influence of metal substrates and porcelains on the shade of metal-ceramic complex: A spectrophotometric study. *Indian J Dent Res* 2012; 23 (6): 838-838.
132. Kourtis S G, Tripodakis A P, Doukoudakis A A. Spectrophotometric evaluation of the optical influence of different metal alloys and porcelains in the metal-ceramic complex. *J Prosthet Dent* 2004; 92: 477-485.
133. Jacobs S H, Goodacre C J, Moore B K, Dykema R W. Effect of porcelain thickness and type of metal-ceramic alloy on color. *J Prosthet Dent* 1987; 57 (2): 138-145.
134. Limbu K I, Basnet B B. An in vitro study on the influence of ceramic thickness in the color of titanium ceramic restoration. *JCMS Nepal* 2019; 15 (1): 34-39.
135. Tabatabaian F, Masoomi F, Namdari M, Mahshid M. Effect of three different core materials on masking ability of a zirconia ceramic. *J Dent (Tehran)* 2016; 13 (5): 340-348.

136. Atsü S, Berksun S. Bond strength of three porcelains to two forms of titanium using two firing atmospheres. *J Prosthet Dent* 2000; 84 (5): 567-574.
137. Sutton A J, Rogers P M. Discoloration of a titanium alloy removable partial denture: A clinical report. *J Prosthodont* 2001; 10 (2):102-4.
138. Akova T, Ucar Y, Tukay A, Balkaya M C, Brantley W A. Comparison of the bond strength of laser-sintered and cast base metal dental alloys to porcelain. *Dent Mater* 2008; 24 (10): 1400-1404.
139. Van Roakel N B. Electrical discharge machining in dentistry. *Int J Prosthodont* 1992; 5 (2): 114-121.
140. Haag P, Khan F, Andersson M , Vult von Steyern P. Influence of firing conditions and production methods on fracture strength of titanium-based metal ceramic crowns. *Journal of Adhesion Science and Technology* 2018; 32 (3): 225-238.
141. de Torres E M, Rodrigues R C, de Mattos M da G, Ribeiro R F. The effect of commercially pure titanium and alternative dental alloys on the marginal fit of one-piece cast implant frameworks. *J Dent* 2007; 35 (10): 800-805.
142. Stawarczyk B, Egli R, Malgorzata R, Özcan M, Hammerle H F C. The impact of in vitro aging on the mechanical and optical properties of indirect veneering composite resins. *J Prosthet Dent* 2011; 106: 386-398.
143. Suzuki S, Nagai E, Taira Y, Minesaki Y. In vitro wear of indirect composite restoratives. *J Prosthet Dent* 2002; 88 (4): 431-436.
144. Zanin F R, Garcia L F R, Casemiro L A, Pires-de-Souza C P. Effect of artificial accelerated aging on color stability and surface roughness of indirect composites. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 2008; 16 (1): 10-14.
145. Ohkubo C, Watanabe I, Hosoi T, Okabe T. Shear bond strengths of polymethyl methacrylate to cast titanium and cobalt-chromium frameworks using five metal primers. *J Prosthet Dent* 2000; 83 (1): 50-57.

146. Sugawara H, Yanagida H, Tanoue N, Koishi Y, Nagano K, Atsuta M, Matsumura H. Effect of alumina abrasion for bonding between Ti-6Al-7Nb alloy and an indirect composite. *Int Chin J Dent* 2004 ; 4: 8-14.
147. Kawaguchi T, Shimizu H, Lassila L V, Vallittu P K, Takahashi Y. Effect of surface preparation on the bond strength of heat-polymerized denture base resin to commercially pure titanium and cobalt-chromium alloy. *Dent Mater J* 2011; 30 (2): 143-150.
148. Atsuta M, Matsumura H, Tanaka T. Bonding fixed prosthodontic composite resin and precious metal alloys with the use of a vinyl-thiol primer and an adhesive opaque resin. *J Prosthet Dent* 1992; 67 (3):296-300.
149. Di Franciscantonio M, de Oliveira M T, Garcia R N, Romanini J C, da Silva N R, Giannini M. Bond strength of resin cements to Co-Cr and Ni-Cr metal alloys using adhesive primers. *J Prosthodont* 2010; 19 (2): 125-129.
150. Iseri U, Ozkurt Z, Kazazoğlu E. Shear bond strengths of veneering porcelain to cast, machined and laser-sintered titanium. *Dent Mater J* 2011; 30 (3): 274-280.
151. Yoshida K, Taira Y, Matsumura H and Atsuta M. Effect of adhesive metal primer materials on bonding a prosthetic composite resin to metals. *J Prosthet Dent* 1993; 69 (4): 357-362.
152. Öztürk Ö, Uludağ B. Kompozit rezin esaslı yapıştırma simanları ve adeziv simantasyon tekniği. *TDB Dergisi* 2002; 62:32-39.
153. Ohkubo C, Kono H, Tanaka Y and Watanabe I. Shear bond strength of resin composites to magnetic Fe-Pt alloy. *J Prosthet Dent* 2005; 93 (5):478-482.
154. Güler A U, Kurt S, Külünk T. Effect of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005 (a); 93 (5): 453-458.
155. Güler A U, Yılmaz F, Külünk T, Güler E, Kurt S. Effect of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005(b); 94 (2): 118-124.

156. 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.
157. Ertaş E, Güler A U, Yücel A C, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J* 2006; 25 (2): 371-376.
158. Ferrari M, Patroni S, Balleri P. Measurement of enamel thickness in relation on reduction for etched laminate veneers. *Int J Periodont Rest Dent* 1992; 12 (5): 407-413.
159. Kedici P, Atsü S, Gokdemir K, Sarıkaya Y, Gürbüz F. Micrometric measurements by scanning electron microscope (SEM) for dental age estimation in adults. *J. Forensic Odontostomatol* 2000; 18 (2):22-26.
160. Altunsoy M, Botsalı M S, Tosun G, Yaşar A. Farklı polimerizasyon sürelerinin adeziv sistemlerden salınan artık monomer miktarına etkisi. *Acta Odontol Turc* 2013; 30 (1): 6-12.
161. Yap A U J, Low J S, Ong L F K L. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent* 2000; 25 (3): 170-176.
162. Kawai K, Urano M. Adherence of plaque components to different restorative materials. *Oper Dent* 2001; 26 (4): 396-400.
163. Santos M J, Rego H M C, Linares L, Rizkalla A S, Santos G C. Surface roughness of methacrylate and silorane-based composites after finishing and polishing procedures. *Compend Contin Educ Dent* 2017; 38 (10): 1-4.
164. Jefferies S R. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1998; 42 (4): 613-627.
165. 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.

166. Yanikoglu N, Duymuş Z Y, Yılmaz B. Effects of different solutions on the surface hardness of composite resin materials. *Dent Mater J* 2009; 28 (3): 344-351.
167. Minami H, Hori S, Kurashige H, Murahara S, Muragichi K, Minesaki Y, Tanaka T. Effects of thermal cycling on surface texture of restorative composite materials. *Dent Mater J* 2007; 26 (3): 316-322.
168. Lemos C A A, Mauro S J, Briso A L F, Pires-de Souza F de C P, Navarro M F de L, Fagundes T C. Surface roughness, gloss and color change of different composites after exposure to ultimate challenges. *BJOS* 2017; 16: 1-11.
169. Aytaç F, Erkli H, Ersöz E. Mine yüzey pürüzlülüğü üzerine yapay gastrik sıvının etkisinin in vitro olarak incelenmesi. *A. Ü. Diş Hek. Fak. Derg* 2009; 36 (3):143-149.
170. Münchow E A, Ferreira A C, Machado R M, Ramos T S, Rodrigues-Junior S A, Zanchi C H. Effect of acidic solutions on the surface degradation of a microhybrid composite resin. *Braz Dent J* 2014; 25 (4): 321-326.
171. Kulkarni A, Rothrock J, Thompson J. Impact of gastric acid induced surface changes on mechanical behaviour and optical characteristics of dental ceramics. *J Prosthodont* 2018; 1-12.
172. Um C M, Ruyter I E. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int* 1991; 22 (5): 377-386.
173. Imirzalıoğlu P, Karacaer O, Yılmaz 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.
174. Faverani L P, Barao V A, Ramalho- Ferreira G, Ferreira M B, Garcia-Junior I R, Assunção W G. Effect of bleaching agents and soft drink on titanium surface topography. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2014; 102 (1): 22-30.
175. Bortoli M L, Appen C V, Longoni C, Fortes C B B, Sanada J T. Evaluation of color change in acrylic and bisacrylic resin resins in different solutions. *Journal of Research in Dentistry* 2017; 5 (4): 76-84.

176. Rattacaso R M B, da Fonseca Roberti Garcia L, Aguilar F G, Consani S, de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza F. Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. *Eur J Dent* 2011; 5 (2): 143-149.
177. Saba D A, Salama R A, Haridy R. Effect of different beverages on the color stability and microhardness of CAD/CAM hybrid versus feldspathic ceramic blocks: An in-vitro study. *Future Dental Journal* 2017; 3 (2): 61-66.
178. Acar O, Yılmaz B, Altintas S H, Chandrasekaran I, Johnston W M. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. *J Prosthet Dent* 2016; 115 (1): 71-75.
179. Festuccia M S, Garcia L da F, Cruvinel D R, Pires-De-Souza F de C. Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *J Appl Oral Sci* 2012; 20 (2): 200-5.
180. Karamouzos A, Papadopoulos M A, Kolokidhas G, Adhanasiou A E. Precision of in vivo spectrophotometric color evaluation of natural teeth. *J Oral Rehabil* 2007; 34 (8): 613-621.
181. Colombo M, Cavallo M, Miegge M, Dagna A, Beltrami R, Chiesa M, Poggio C. Color stability of CAD/CAM Zirconia ceramics following exposure to acidic and staining drinks. *J Clin Exp Dent*. 2017; 9 (11):e1297-303.
182. Al Kheraif A A, Qasim S S, Ramakrishnaiah R, Ihtesham ur Rehman. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. *Dent Mater J* 2013; 32 (2): 326-331.
183. Borges A L, Costa A K, Saavedra G S, Komori P C, Borges A B, Rode S M. Color stability of composites: effect of immersion media. *Acta Odontol Latinoam* 2011; 24 (2): 193-199.
184. Sarac D, Sarac Y S, 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.

185. Domingos P A, Garcia P P, Oliveira A L, Palma-Dibb R G. Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media. *J Appl Oral Sci* 2011; 19 (3): 204-211.
186. Lauvahutanon S, Shiozawa M, Takahashi H, Iwasaki N, Oki M, Finger W J, and Arksornnukit M. Discoloration of various CAD/CAM blocks after immersion in coffee. *Restor Dent Endod* 2017; 42 (1): 9–18.
187. Shiozawa M, Takahashi H, Asakawa Y, Iwasaki N. Color stability of adhesive resin cements after immersion in coffee. *Clin Oral Investig* 2015; 19 (2): 309-317.
188. Fontes S T, Fernandez M R, de Moura C M, Meireless S S. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci* 2009; 17 (5): 388-391.
189. Malekipour M R, Sharafi A, Kazemi S, Khazaei S, Shirani F. Comparison of a color stability in different color media. *Dent Res J (Isfahan)* 2012; 9 (4): 441-446.
190. Mutlu-Sagesen 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.
191. Poggio C, Ceci M, Beltrami R, Mirando M, Wassim J, Colombo M. Color stability of esthetic restorative materials: a spectrophotometric analysis. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica* 2016; 2 (1): 95-101.
192. Khokhar S A, Razzoog M E, Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int* 1991; 22 (9): 733-737.
193. Yannikakis S A, Zissis A J, Polyzois G L, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent* 1998; 80 (5): 533-539.
194. Kourtis S G, Tripodakis A P, Doukoudakis A A. Spectrophotometric evaluation of the optical influence of different metal alloys and porcelains in the metal-ceramic complex. *J Prosthet Dent* 2004; 92 (5): 477-85.

195. Park J K, Kim T H, Ko C C, Garcia-Godoy F, Kim H I, Kwon Y H. Effect of staining solutions on discoloration of resin nanocomposites. *Am J Dent* 2010; 23 (1): 39-42.
196. Gupta R, Parkash H, Shah N, Jain V. A spectrophotometric evaluation of color changes of various tooth colored veneering materials after exposure to commonly consumed beverages. *J Indian Prosthodont Soc* 2005; 5 (2): 72-78.
197. Araujo F S, Barros M C R, Santana M L C, de Jesus Oliveira L S, Silva P F D, Lima G D S, Faria-E-Silva A L. Effects of adhesive used as modeling liquid on the stability of the color and opacity of composites. *J Esthet Restor Dent* 2018; 30 (5): 427-433.
198. Morresi A L, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, Monaco A. Thermal cycling for restorative materials: Does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater* 2014; 29: 295-308.
199. Assunção W G, Barao V A, Pita M S, Goiato M C. Effect of polymerization methods and thermal cycling on color stability of acrylic resin denture teeth. *J Prosthet Dent* 2009; 102 (6): 385-392.
200. Lee Y K, Lim B S, Rhee S H, Yang H C, Powers J M. Color and Translucency of A2 Shade Resin Composites After Curing, Polishing and Thermocycling. *Oper Dent*. 2005; 30(4):436-442.
201. Prieto L T, Pimenta de Araujo C T, Araujo Pierote J J, Salles de Oliveira D C R, Coppini E K, Sartini Paulilo L A M. Evaluation of degree of conversion and the effect of thermal aging on the color stability of resin cements and flowable composite. *J Conserv Dent* 2018; 21 (1): 47-51.
202. Ghavami-Lahiji M, Firouzmanesh M, Bagheri H, Jafarzadeh Kashi T S, Razazpour F, Behroozibakhsh M. *Restor Dent Endod* 2018; 43 (2): 1-12.
203. Moda M D, Godas A G L, Fernandes J C, Suzuki T Y U, Guedes A P A, Briso A L F, Bedran-Russo A K, Dos Santos P H. Comparison of different polishing methods on the surface roughness of microhybrid, microfill and nanofill composite resins. *J Investig Clin Dent* 2018; 9 (1): doi:10.1111/jicd.12287.

204. Ren Y F, Feng L, Serban D, Malmstrom H S. Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite resins: the utility of a thermocycling stain challenge model in vitro. *J Dent* 2012; 40 (1): 48-56.
205. Lee Y K. Changes in the reflected and transmitted color of esthetic brackets after thermal cycling. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133 (5): 641.e1-641.e6.
206. Lee Y K, Yu B, Lim H N, Lim J I. Difference in the color stability of direct and indirect resin composites. *J Appl Oral Sci* 2011; 19 (2): 154-160.
207. Bartlett D W, Coward P Y. Comparison of the erosive potential of gastric juice and a carbonated drink in vitro. *J Oral Rehabil* 2001; 28 (11):1045-1047.
208. Moazzez R, Bartlett D, Anggiansah A. Dental erosion, gastro-oesophageal reflux disease and saliva: how are they related? *J Dent* 2004; 32 (6): 489-494.
209. Braga S R, De Faria D L, De Oliveria E, Sobral M A. Morphological and mineral analysis of dental enamel after erosive challenge in gastric juice and orange juice. *Microsc Res Tech* 2011; 74 (12): 1083-1087.
210. Lepri C P, Palma-Dibb R G. Surface roughness and color change of a composite: Influence of beverages and brushing. *Dent Mater J* 2012; 31 (4): 689-696.
211. Roselino L de M, Cruvinel D R, Chinelatti M A, Pires-de Souza F de C. Effect of brushing and accelerated aging on color stability and surface roughness of composites. *J Dent* 2013; 41 (5): 54-61.
212. Silva T M D, Sales A A L S, Pucci C R, Borges A B, Torres C R G. The combined effect of food-simulating solutions, brushing and staining on color stability of composite resins. *Acta Biomater Odontol Scand* 2017; 3 (1): 1-7.
213. Aysan İ, Uçar Y, Üşümez A. Üç farklı kaide materyalinin farklı solüsyonlardaki renk stabilitesinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2011; 21 (3): 219-225.

9. EKLER

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Hayriye Yasemin	Soyadı	Yay Kuşçu
Doğum Yeri	Burdur	Doğum Tarihi	01.01.1980
Uyruğu	T.C.	Telefonu	05306601816
Email	yaseminyay123@gmail.com		

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurum	Mezuniyet Yılı
Doktora	S.D.Ü. Diş Hek.Fak.Protetik Diş Ted.A.D.	2019
Lisans/Yüksek Lisans	Ege Üni.Diş Hek.Fak.	2003

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre(Yıl-Yıl)
Diş Hekimi	S.D.Ü. Diş Hek.Fak.Protetik Diş Ted.A.D.	2013-2019
Diş Hekimi	S.D.Ü. Diş Hek.Fak.Tedavi A.D.	2012-2013
Diş Hekimi	S.D.Ü. S.K.S.D.B. Mediko-Sosyal Merkezi	2007-2012

Yabancı Dilleri	KPDS/ÜDS Puanı	(Diğer) Puanı
İngilizce	KPDS-2010 / 71 ÜDS-2010 / 75	