

K.K.T.C
YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

RENKLENDİRİLMİŞ CAD/CAM BLOKLAR, KOMPOZİT REZİNLER
ve DAİMİ DİŞLERE UYGULANAN FARKLI OFİS TİPİ BEYAZLATMA
AJANLARININ ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Diş Hek. İzgen KARAKAYA

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

LEFKOŞA
2017

K.K.T.C
YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RENKLENDİRİLMİŞ CAD/CAM BLOKLAR, KOMPOZİT REZİNLER
ve DAİMİ DİŞLERE UYGULANAN FARKLI OFİS TİPİ BEYAZLATMA
AJANLARININ ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Diş Hek. İzgen KARAKAYA

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Nuran ULUSOY

Doç. Dr. Esra CENGİZ

LEFKOŞA

2017

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 27.10.2017

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Nuran ULUSOY
Danışman Yakın Doğu Üniversitesi

Danışman: Doç. Dr. Esra CENGİZ
Mersin Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Hikmet SOLAK
Yakın Doğu Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Arzu MÜJDECİ
Ankara Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Sevcan KURTULMUŞ YILMAZ
Yakın Doğu Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Yakın Doğu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. K. Hüsnü Can BAŞER
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca her anımda yanımda olan, bilgi ve tecrübeleriyle iyi bir akademisyen olmanın gerekliliklerini öğreten çok değerli tez danışmanın Doç. Dr. Esra Cengiz'e teşekkür ederim.

Doktora eğitimim boyunca bilgisini, tecrübesini ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Nuran Ulusoy, Prof. Dr. Hikmet Solak ve Prof. Dr. Arzu Müjdeci'ye teşekkür ederim.

Doktora eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen Dt. Fjolla Koshi, Dt. Pervin Dabaj, Yard. Doç. Dr. Fatma Kermeoğlu, Doç. Dr. Sevcan Kurtulmuş Yılmaz, Doç. Dr. Seçil Aksoy, Yard. Doç. Dr. Umut Aksoy, Yard. Doç. Dr. Umay Kelahmet ve Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'ndaki tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Mersin Üniversitesi laboratuvarlarında gerçekleştirilen deneylerdeki katkılarından dolayı Ersan Harputlu'ya teşekkür ederim.

Bu tezin hayat bulmasında önemli bir yeri olan istatistiksel analizler konusunda yardımlarını esirgemeyen Yard. Doç. Dr. Özgür Tosun'a teşekkür ederim.

Annelik ve öğrenciliği aynı anda yaşadığım şu günlerde bu tezin gerçek olmasını sağlayan, benimle birlikte gecesini gündüzüne katan, umutsuzluğa kapılıp gözümünden her bir damla yaş düştüğünde sırtımı sıvazlayıp beni gülümsetmek ve güç vermek için büyük bir anlayış ve azimle emek ve zaman harcayan, hayatımın her evresinde bıkmadan usanmadan bir adım daha öteye gidebilmem için bana destek veren, eşim Mehmet Karakaya'ya, annem Ferda Hacıoğulları'na, babam Zafer Yılmaz Hacıoğulları'na ve kız kardeşim İzel Hacıoğulları'na sonsuz teşekkürler.

En önemlisi ise, o saf gülümsemesi, masum bakışları ve minik elleriyle hayatın anlamının ne olduğunu gösteren, küçücük ailemize neşe ve mutluluğu getiren ve bu tezi bitirerek kısacık ömürlerimizdeki mümkün olan en kıymetli anı onunla geçirme isteğini körükleyerek bana güç veren biricik minik bebeğim Pamir Karakaya'ya hem hamilelik süresince hem de doğumdan sonraki bu dönemde tüm destekleri için teşekkür ederim.

ÖZET

Karakaya, İ. Renklendirilmiş CAD/CAM Bloklar, Kompozit Rezinler ve Daimi Dişlere Uygulanan Farklı Ofis Tipi Beyazlatma Ajanlarının Etkilerinin Karşılaştırılması. Yakın Doğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Restoratif Diş Tedavisi Programı, Doktora Tezi, Lefkoşa, 2017.

Bu çalışmanın amacı, farklı renklendirici solüsyonların 4 farklı restoratif materyal ve daimi dişler üzerindeki renklendirme etkisi, 2 farklı ofis tipi beyazlatma ajanının beyazlatmadaki etkinliği ile yüzey pürüzlülüğü ve yüzey topoğrafyasına etkisinin incelenmesidir. Bu tez çalışması, Yakın Doğu Üniversitesi Centre of Excellence (Proje Numarası: 2016-04010) tarafından desteklenmiştir. Kompozit rezinlerden (Clearfil Majesty Esthetic, Aelite All-Purpose Body) kalınlığı 1 mm, çapı 10 mm olan disk şeklinde örnekler hazırlanırken; aynı yüzey alanını elde edebilmek için CAD/CAM bloklardan (Lava Ultimate, Vita Enamic) düşük hızlı kesim cihazı kullanılarak 1x6x7 mm boyutlara sahip dikdörtgen şekilli örnekler elde edilmiştir. Üst kesici dişlerin ise kök ve kronları separe ile ayrılarak tam kron şeklinde örnekler hazırlanmıştır. Her grupta 60 örnek olacak şekilde toplam 300 örnek hazırlanmıştır. Renk analizleri Commission Internationale de l'Eclairage tarafından tanımlanan değerlerin (L^* , a^* , b^*) ölçülmesi ile gerçekleştirilmiştir. Hem beyaz hem siyah yüzey üzerinde başlangıç değerlerinin ölçülmesini takiben örnekler, bekletileceği solüsyon türüne bağlı olarak (distile su, Türk kahvesi ve kırmızı şarap) 3 alt gruba ayrılmıştır. Renklendirmenin 14. günü sonunda bu örnekler uygulanacak beyazlatma ajanına (Opalescence Boost veya Perfect Bleach Office+) bağlı olarak tekrar 2 alt gruba ($n=10$) ayrılmıştır. Çalışma süresince kaydedilen L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak renk değişim miktarları (ΔE_{00}^*); beyazlık değerleri (W^*); beyazlık değerleri arasındaki fark miktarları (ΔW^*) ve translusensi parametreleri (TP) hesaplanmıştır. Beyazlatma sonrasında atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile örneklerin yüzey pürüzlülüğü (R_a) ve yüzey topoğrafyası (R_{sk} ve R_{ku}) incelenmiştir. Elde edilen tüm değerler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Renklendirme süresince kompozit rezinler, CAD/CAM bloklardan daha fazla renk stabilitesi gösterirken; en başarılı sonuçlar klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri altında renk değişimi gösteren ($\Delta E_{00}^* < 1,8$) nanohibrit kompozit rezinde gözlenmiştir ($p < 0,05$). Hem restoratif materyaller hem de daimi dişlerde renk değişikliği, yüksekten düşüğe kırmızı şarap, Türk kahvesi ve distile su gruplarında gözlenmiştir ($p < 0,05$). Renklendirme işlemi TP değerlerinde belirgin bir değişikliğe neden olmazken, başlangıç ve beyazlatma sonrasında en yüksek TP değeri Lava Ultimate'de gözlenmiştir ($p < 0,05$). Tüm restoratif materyaller A2 renginde seçilmesine rağmen başlangıç beyazlık renkleri farklılık göstermiştir ($p < 0,05$). Saf beyaza en uzak renk Aelite All-purpose Body'de gözlenmiştir. Renklendirme süresince W değerleri, en az kompozit rezinlerde değişiklik göstermiştir. Beyazlatma

uygulamaları; tüm grupların renginde geriye dönüş sağlarken, restoratif materyallerin tüm distile su grupları saf beyaz renge başlangıç beyaz renginden daha yakın sonuçlar ($\Delta W_a < 0$) göstermiştir. Daimi dişlerin beyazlatma sonrası W değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmezken ($p > 0,05$), saf beyaza daha yakın değerler elde edilmiştir. Beyazlatma ajanlarının sadece daimi dişlerin beyazlık değerlerine etkileri arasında fark bulunurken ($p < 0,05$), Opalescence Boost'un etkinliği daha fazla gözlenmiştir. Beyazlatma sonrasında restoratif materyallerden sadece Vita Enamic'in alt grupları kritik R_a değerinden ($0,2 \mu m$) daha yüksek değerler göstermiştir. Daimi dişlerden elde edilen R_a değerleri $0,2 \mu m$ 'den daha küçüktür. Ayrıca materyaller arasında yüzey topoğrafyasında da farklılıklar gözlenmiştir. Bu çalışmanın sınırları dahilinde, kompozit rezinlerin renk stabilitesinin daha fazla olduğu; renklenmeye neden olan kırmızı şarap ve Türk kahvesinin TP değerlerine etkilerinin distile su ile benzer olduğu; kırmızı şarap renklenmelerinin Türk kahvesine oranla daha kolay geri döndürülebildiği; beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerin beyazlatılmasında da etkili olduğu; beyazlatma uygulamalarının sadece yüzey renklenmelerini uzaklaştırmakla sınırlı kalmayıp moleküler yapıyı da etkilediği; beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğüne etkisinin materyal türüne bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği sonuçlarına varılabilir.

Anahtar Kelimeler: AFM, Beyazlık indeksi, CAD/CAM, Hidrojen peroksit, Kompozit rezin, Renk, Translusensi

ABSTRACT

Karakaya, İ. Comparison of the Effects of Different Office Bleaching Agents Applied to Stained CAD/CAM Blocks, Composite Resins and Permanent Teeth. Near East University, Institute of Health Sciences, PhD Thesis in Restorative Dentistry, Lefkoşa, 2017.

The aim of this study was to investigate staining effects of different staining solutions on 4 different restorative materials and permanent teeth and to evaluate the efficacy of 2 different office bleaching agents and their effects on surface roughness and surface topography. This research was funded by Center of Excellence, Near East University (Project Number: 2016-04010). While disc shaped specimens with 1 mm thickness and 10 mm diameter were prepared for composite resins (Clearfil Majesty Esthetic, Aelite All-Purpose Body); to obtain the same surface area, rectangular shaped specimens with the dimensions 1x6x7 mm were prepared for CAD/CAM blocks (Lava Ultimate, Vita Enamic). For maxillary incisors, full crown specimens were prepared by separating roots and crowns. Totally 300 specimens were prepared where $n=60$ for each group of maxillary incisors and materials. Color analysis were performed by measuring the values (L^* , a^* , b^*) defined by Commission Internationale de l'Eclairage. After the baseline measurement of L^* , a^* and b^* values on both white and black surfaces, specimens were divided into 3 subgroups according to solution type. At the end of the 14th day of staining, these groups were divided into 2 subgroups ($n=10$) again according to the bleaching agents (Opalescence Boost or Perfect Bleach Office+). By using L^* , a^* and b^* values recorded during the study, color differences (ΔE_{00}^*), whiteness values (W^*), changes in closeness to white value (ΔW^*), and translucency parameters (TP) were calculated. After bleaching, surface roughness (R_a) and surface topography (R_{sk} ve R_{ku}) of the specimens were analyzed by an atomic force microscope (AFM). All data obtained in this study were statistically analyzed. During staining period; while composite resins showed more color stability than CAD/CAM blocks ($p<0,05$), the best results observed at nanohybrid composite resin which were lower than the acceptability threshold ($\Delta E_{00}^*<1,8$). Color changes were observed with a descending order as red wine, Turkish coffee and distilled water for both restorative materials and permanent teeth ($p<0,05$). While there was no significant differences at TP during staining period, LU showed highest TP values at baseline and after bleaching ($p<0,05$). Although all restorative materials were A2 shaded, they showed different baseline W values ($p<0,05$). The furthest W value to pure white was observed at Aelite All-Purpose Body. During staining period, W values showed less changes at composite resins. While bleaching applications presented reverse effect at all groups, all of the restorative materials

immersed in distilled water showed closer W values to pure white than baseline. While there was no statistically difference between the W values of permanent teeth after bleaching, they got closer to pure white. While statistically difference between the bleaching agents were observed at only permanent teeth ($p < 0,05$), Opalescence Boost showed higher efficacy. After bleaching, only the subgroups of Vita Enamic showed R_a values higher than the critical R_a value ($0,2 \mu\text{m}$). The analysis of surface roughness of permanent teeth showed lower values than $0,2 \mu\text{m}$. Additionally differences were observed between the surface topography of the restorative materials. Within the limitations of this study, it can be concluded that; composite resins show higher color stability; staining ability of red wine and Turkish coffee are not statistically different from distilled water for TP; it is easier to reverse the discoloration of red wine than Turkish coffee; bleaching agents effect the color of restorative materials too; bleaching agents not only remove superficial stains and also have effect on microstructure; effects of bleaching agents on surface roughness differ according to the material type.

Key Words: AFM, Whiteness Index, CAD/CAM, Hydrogen Peroxide, Composite resin, Color, Translucency

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
TABLolar DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Renk	4
2.1.1. Renkle İlgili Kavramlar	5
2.1.2. Renk Sistemleri	7
2.1.3. Beyazlık İndeksleri	12
2.1.4. Renk Ölçümleme Yöntemleri	14
2.2. Yüzey Pürüzlülüğü	19
2.2.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümleme Yöntemleri	21
2.3. Kompozit Rezinler	23
2.3.1. Kompozit Rezinlerin Yapısı	24
2.3.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	28
2.4. Diş Hekimliğinde CAD/CAM Uygulamaları ve CAD/CAM Bloklar	34
2.4.1. Seramik CAD/CAM Bloklar	35
2.5. Diş Sert Dokularının Yapısı	38
2.5.1. Mine	38
2.5.2. Dentin	40
2.5.3. Sement	41
2.6. Restoratif Diş Hekimliğinde Renklenme Tedavileri	42

2.6.1.	Rutin Profilaktik İşlemler	43
2.6.2.	Mikroabrazyon- Makroabrazyon	44
2.6.3.	Beyazlatma Uygulamaları	45
2.6.4.	Protetik ve Restoratif İşlemler	55
3.	GEREÇ ve YÖNTEMLER	56
3.1.	Örneklerin Hazırlanması	57
3.1.1.	Kompozit Rezin Örneklerinin Hazırlanması	57
3.1.2.	CAD/CAM Blok Örneklerinin Hazırlanması	57
3.1.3.	Diş Örneklerinin Hazırlanması	59
3.2.	Örneklerin Renklendirilmesi	59
3.3.	Beyazlatmanın Uygulanması	60
3.4.	Renk ve Transluserensi Ölçümleri	60
3.5.	İki ve 3 Boyutlu Görüntülerin Oluşturulması ile Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümleri	63
3.6.	Örnek Sayısının Belirlenmesi	65
3.7.	İstatistiksel Analiz	65
3.7.1.	Restoratif Materyallere Ait Bulguların İstatistiksel Analizi	65
3.7.2.	Dişlere Ait Bulguların İstatistiksel Analizi	66
3.7.3.	Etki Değerleri İstatistiksel Analizi	66
4.	BULGULAR	67
4.1.	CME'in Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	67
4.1.1.	ΔE_{00} Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	67
4.1.2.	TP Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	69
4.1.3.	W ve ΔW Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	70
4.1.4.	R_a Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve	73

	Grup İçi Karşılaştırmaları	
4.2.	AA'nin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	74
4.2.1.	ΔE_{00} Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	74
4.2.2.	TP Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	76
4.2.3.	W ve ΔW Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	78
4.2.4.	R_a Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	80
4.3.	LU'in Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	81
4.3.1.	ΔE_{00} Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	81
4.3.2.	TP Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	83
4.3.3.	W ve ΔW Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	85
4.3.4.	R_a Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	88
4.4.	VE'in Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	89
4.4.1.	ΔE_{00} Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	89
4.4.2.	TP Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	91
4.4.3.	W ve ΔW Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	92
4.4.4.	R_a Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve	95

	Grup İçi Karşılaştırmaları	
4.5.	Diş Örneklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	96
4.5.1.	ΔE_{00} Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	96
4.5.2.	TP Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	97
4.5.3.	W ve ΔW Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	99
4.5.4.	R_a Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları	101
4.5.5.	Dişlere Ait Beyazlatma Sonrası Verilerin Gruplar Arası Karşılaştırmaları	102
4.6.	Solüsyon Türüne Bağlı Grup İçi Karşılaştırmalar	103
4.6.1.	DS Solüsyonunda Bekletilmiş Restoratif Materyallerin Grup İçi Karşılaştırmaları	103
4.6.2.	TK Solüsyonunda Bekletilmiş Restoratif Materyallerin Grup İçi Karşılaştırmaları	103
4.6.3.	KŞ Solüsyonunda Bekletilmiş Restoratif Materyallerin Grup İçi Karşılaştırmaları	103
4.7.	Restoratif Materyallere Ait Verilerin Gruplar Arası Karşılaştırmaları	113
4.8.	Etki Değerleri İstatistiksel Analizi	116
4.9.	AFM Analizi Sonucu Elde Edilen İki ve Üç Boyutlu Görüntüler	117
5.	TARTIŞMA	132
6.	SONUÇ ve ÖNERİLER	157
	KAYNAKLAR	160
	YAYINLAR	182

SİMGELER VE KISALTMALAR

Δ	Delta (Fark)
ΔE	Renk Farkı
ΔW	Beyazlık Farkı
$^{\circ}$	Derece
$^{\circ}C$	Derece Celsius
$^{\circ}K$	Derece Kelvin
H_2O_2	Hidrojen Peroksit
$CH_6N_2O_3$	Karbamit Peroksit
ClO_2	Klorin Dioksit
$NaBO_3$	Sodyum Perborat
R_a	Yüzey Pürüzlülüğü (<i>average roughness</i>)
R_{ku}	<i>Kurtosis</i>
R_{sk}	<i>Skewness</i>
W	Beyazlık Değeri
ADA	Amerikan Diş Hekimliği Birliği (<i>American Dental Association</i>)
AFM	Atomik Kuvvet Mikroskobu (<i>Atomic Force Microscope</i>)
Bis-EMA	Etoksi Bisfenol A Glisidil Dimetakrilat
Bis-GMA	Bisfenol A Glisidil Dimetakrilat
CAD/CAM	Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (<i>Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing</i>)
CIE	Uluslararası Aydınlanma Komisyonu (<i>Commission Internationale de l'Eclairage</i>)
Dk	Dakika
g/ml	gram/mililitre

ISO	Uluslararası Standartlar Organizasyonu (<i>International Organization For Standardization</i>)
μm	Mikrometre
mm	Milimetre
mm^2	Milimetrekare
ml	Mililitre
mW/cm^2	MiliWatt/santimkare
nm	nanometre
pH	<i>Power of Hydrogen</i>
s	Saniye
SEM	Taramalı elektron mikroskobu (<i>Scanning electron microscope</i>)
TEGDMA	Trietilen Glikol Dimetakrilat
TP	Translusensi Parametresi
UDMA	Üretan Dimetakrilat

ŞEKİLLER

	Sayfa
2.1. Munsell Renk Sistemi	8
2.2. CIE L*a*b Renk Sistemi	10
2.3. R _{sk} değerleri ile topoğrafyanın ilişkisi ve materyalin derinliğe göre dağılım eğrileri.	20
2.4. R _{ku} değerleri ile topoğrafyanın ilişkisi ve dağılım eğrileri.	21
2.5. A Bis-GMA'nın kimyasal yapısı. B UDMA'nın kimyasal yapısı. C TEGDMA'nın kimyasal yapısı. D Bis-EMA'nın kimyasal yapısı.	25
3.1. Düşük hızlı kesim cihazı.	57
3.2. A CAD/CAM blokların dikey kesitlerinin oluşturulması. B CAD/CAM blokların yatay kesitlerinin oluşturulması.	58
3.3. A Zımpara makinesi. B Dijital kumpas.	58
3.4. A Renk ölçümlerinde kullanılan spektrofotometre cihazı. B Spektrofotometre cihazının kalibrasyonu.	61
3.5. A AFM cihazı. B AFM cihazına yerleştirilen örneklerin taranması. C Taranan örneklerle ait 2 ve 3 boyutlu görüntülerin oluşturulması.	64
4.1 A,B,C ; CME'in OB uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F ; CME'in PBO uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	119
4.2. A,B,C ; CME'in OB uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F ; CME'in PBO uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	120
4.3. A,B,C ; CME'in OB uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F ; CME'in PBO uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	121
4.4. A,B,C ; AA'nin OB uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F ; AA'nin PBO uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	122

4.5.	A,B,C; AA'nin OB uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; AA'nin PBO uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	123
4.6.	A,B,C; AA'nin OB uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; AA'nin PBO uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	124
4.7.	A,B,C; LU'in OB uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; LU'in PBO uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	125
4.8.	A,B,C; LU'in OB uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; LU'in PBO uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	126
4.9.	A,B,C; LU'in OB uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; LU'in PBO uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	127
4.10.	A,B,C; VE'in OB uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; VE'in PBO uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	128
4.11.	A,B,C; VE'in OB uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; VE'in PBO uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	129
4.12.	A,B,C; VE'in OB uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; VE'in PBO uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	130
4.13.	A, B, C; Daimi dişlere ait OB uygulanmış DS, TK ve KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; Daimi dişlere ait PBO uygulanmış DS, TK ve KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri.	131

TABLOLAR

	Sayfa
2.1. Farklı renk sistemlerine bağlı hesaplanan beyazlık indeksleri.	13
2.2. Skinner'ın inorganik doldurucu partikül büyüklüğüne göre tasarladığı sınıflandırma.	28
2.3. Philips ve Lutz'un inorganik doldurucu partikül büyüklüğüne göre tasarladığı sınıflandırma.	28
2.4. Bayne ve Heymann'ın inorganik doldurucu partikül büyüklüğüne göre tasarladığı sınıflandırma.	29
2.5. Willems'in tasarladığı sınıflandırma.	29
2.6. ISO 4049/ANSI/ADA#27'ye göre kompozitlerin sınıflandırılması.	32
2.7. Beyazlatma ajanları.	47
3.1. Araştırmada kullanılan materyallerin içerikleri ve üretici firmaları.	56
3.2. ΔE , W, ΔW ve TP değerlerinin açıklamaları.	63
4.1. CME'in ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	68
4.2. CME'in ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda oluşan p değerleri.	68
4.3. CME'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda oluşan p değerleri.	68
4.4. CME'in TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	69
4.5. CME'in solüsyona bağlı alt gruplarının TP1 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	70
4.6. CME'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	70

4.7.	CME'in W_0 , W_1 , W_2 ve W_3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	71
4.8.	CME'in solüsyona bağlı alt gruplarının W_1 ve W_2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	71
4.9.	CME'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W_3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	72
4.10.	CME'in ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	72
4.11.	CME'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	73
4.12.	CME'in R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	73
4.13.	CME'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	74
4.14.	AA'nin ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	75
4.15.	AA'nin solüsyona bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	75
4.16.	AA'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarına ait ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	76
4.17.	AA'nin TP_0 , TP_1 , TP_2 ve TP_3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	77
4.18.	AA'nin solüsyona bağlı alt gruplarının TP_1 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda oluşan p değerleri.	77
4.19.	AA'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarına ait TP_3	77

	değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	
4.20.	AA'nin W0, W1, W2 ve W3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	78
4.21.	AA'nin solüsyona bağlı alt gruplarının W1 ve W2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	79
4.22.	AA'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	79
4.23.	AA'nin ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	80
4.24.	AA'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	80
4.25.	AA'nin R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	81
4.26.	AA'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	81
4.27.	LU'in ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	82
4.28.	LU'in solüsyona bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	82
4.29.	LU'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	83
4.30.	LU'in TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	84
4.31.	LU'in solüsyona bağlı alt gruplarının TP1 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda	84

	oluşan p değerleri.	
4.32.	LU'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	84
4.33.	LU'in W0, W1, W2 ve W3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	86
4.34.	LU'in solüsyona ait alt gruplarının W1 ve W2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	86
4.35.	LU'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	86
4.36.	LU'in ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	87
4.37.	LU'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	87
4.38.	LU'in R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	88
4.39.	LU'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	88
4.40.	VE'in ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	89
4.41.	VE'in solüsyona bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	90
4.42.	VE'in ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	90
4.43.	VE'in TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	91
4.44.	VE'in solüsyona bağlı alt gruplarının TP1 değerlerinin	91

	Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	
4.45.	VE'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	92
4.46.	VE'in W0, W1, W2 ve W3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	93
4.47.	VE'in solüsyona bağlı alt gruplarının W1 ve W2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	93
4.48.	VE'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	94
4.49.	VE'in ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	94
4.50.	VE'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	95
4.51.	VE'in R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	95
4.52.	VE'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	96
4.53.	Dişlerin ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	96
4.54.	Dişlerin solüsyona bağlı alt gruplarına ait ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Mann Whitney U testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	97
4.55.	Dişlerin TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	98
4.56.	Dişlerin solüsyona bağlı alt gruplarına ait TP1 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar	98

	sonucunda oluşan p değerleri.	
4.57.	Dişlerin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarına ait TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	99
4.58.	Dişlerin W0, W1, W2 ve W3 değerlerinin değerleri ile standart sapmaları.	100
4.59.	Dişlerin solüsyona bağlı alt gruplarının W1 ve W2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	100
4.60.	Dişlerin ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	101
4.61.	Dişlerin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.	101
4.62.	Diş örneklerinin R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.	102
4.63.	Dişlere ait solüsyondan bağımsız ajan türüne bağlı alt grupların TP3, W3, ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları ile Mann Whitney U testi ile yapılan ikili karşılaştırmalarına ait p değerleri.	102
4.64.	DS solüsyonunun restoratif materyallere ait alt gruplarının incelenen verilere ait ortalamaları ile standart sapmaları ve istatistiksel fark analizi.	104
4.65.	DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W1, W2 ve TP1 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.	105
4.66.	DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.	105
4.67.	DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin	105

- materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.
- 4.68.** DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri. 106
- 4.69.** DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri. 106
- 4.70.** DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri. 106
- 4.71.** TK solüsyonunun restoratif materyallere ait alt gruplarının incelenen verilere ait ortalamaları ile standart sapmaları ve istatistiksel fark analizi. 107
- 4.72.** TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W1, W2 ve TP1 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri. 107
- 4.73.** TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri. 108
- 4.74.** TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri. 108
- 4.75.** TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin 108

	Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.	
4.76.	TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.	109
4.77.	TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.	109
4.78.	KŞ solüsyonunun restoratif materyallere ait alt gruplarının incelenen verilere ait ortalamaları ile standart sapmaları ve istatistiksel fark analizi.	110
4.79.	KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W1, W2 ve TP1 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.	110
4.80.	KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.	111
4.81.	KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.	111
4.82.	KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.	112
4.83.	KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen	112

	p değerleri.	
4.84.	KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.	113
4.85.	Solüsyon ve ajan türlerinden bağımsız olarak sadece materyal türüne bağlı ortalama değerleri ve standart sapmaları.	114
4.86.	Solüsyon ve ajan türlerinden bağımsız olarak sadece materyal türüne bağlı verilerin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen p değerleri.	114
4.87.	Materyal ve ajan türlerinden bağımsız olarak sadece solüsyon türüne bağlı ortalama değerleri ve standart sapmaları.	115
4.88.	Materyal ve ajan türlerinden bağımsız olarak sadece solüsyon türüne bağlı verilerin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen p değerleri.	115
4.89.	Materyal ve solüsyon türlerinden bağımsız olarak sadece ajan türüne bağlı ortalama değerleri ve standart sapmaları.	116
4.90.	Materyal ve solüsyon türlerinden bağımsız olarak sadece ajan türüne bağlı verilerin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen p değerleri.	116
4.91.	Restoratif materyallere ait verilerin etki testleri sonucu p değerleri ve etki değerleri.	117
4.92.	Dişlere ait verilerin etki testleri sonucu p değerleri ve etki değerleri.	117
4.93.	R_{sk} ve R_{ku} değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları.	118
4.94.	R_{sk} ve R_{ku} değerlerinin etki testleri sonucu p değerleri ve etki değerleri.	118

1.GİRİŞ

Günümüzde estetik; restoratif diş hekimliğinin en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir. Estetik görünümün sağlıklı, doğal, güzel ve kendinden emin gülüşler olarak yeniden tanımlanmasıyla, gülüş tasarımı ve beyazlatma gibi uygulamalar son dönemde diş hekimliğinin en gözde uygulamaları halini almıştır (Coachman ve Paravina, 2016). Bunun bir sonucu olarak beyazlatma ajanları, diş rengindeki restoratif materyaller ve özellikle Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim (Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing [CAD/CAM]) teknolojisi ve CAD/CAM bloklarda hızlı bir gelişme kaydedilmiştir (Alqahtani, 2014; Fasbinder, 2013; Garcia ve diğerleri, 2006; Kwon ve Wertz, 2015; Miyazaki ve diğerleri, 2009; Ruse ve Sadoun, 2014).

Kompozit rezin materyallerdeki doldurucu partikül boyutlarının mikro ve nano boyutlara kadar küçültülmesi ile ışığı kırma ve geçirme özellikleri dişe daha yakın olan, cilalanabilirliği iyi, renk stabilitesini uzun süre koruyabilen daha estetik restorasyonlar elde etmek mümkün olmuştur (Kakaboura ve diğerleri, 2007; LeSage, 2014; Öztürk ve Güder, 2015). Bu özellikleri daha da geliştirmek; marjinal uyumu daha iyi, daha uzun ömürlü restorasyonlar elde etmek ve hasta başında harcanan süreyi kısaltmak amacıyla çeşitli seramik, kompozit veya seramik-kompozit hibrit CAD/CAM bloklar geliştirilmiştir (Duan ve Griggs, 2015; Gilbert ve diğerleri, 2015; Karaokutan ve diğerleri, 2015; LeSage, 2014). Tüm bu estetiğe yönelik çabalara rağmen hastanın alışkanlıklarına (sigara kullanımı, çay, kahve, kola gibi renkli gıdaların sık tüketimi, ağız gargaralarının yanlış kullanımı, çeşitli ilaçların kullanımı) bağlı olarak doğal dişlerde ve restorasyonlarda zaman içerisinde renk değişimleri gözlenmektedir (Alharbi ve diğerleri, 2017; Alqahtani, 2014; Çelik ve diğerleri, 2008; Kang ve diğerleri, 2012; Nasim ve diğerleri, 2010). Renklenme şikayeti ile kliniğe başvuran hastalarda ofis-tipi beyazlatma işlemleri de bu estetik beklentiler doğrultusunda yaygınlaşmaktadır (Alqahtani, 2014; Kwon ve Wertz, 2015; Morı ve diğerleri, 2016). Beyazlatma ajanlarının renk ve yüzey pürüzlülüğüne etkileri, tedavinin kısa ve uzun dönem başarısını etkilemektedir ancak kısıtlı literatür bilgisine

dayanarak (Alqahtani, 2014; Goldberg ve diğerleri, 2010) beyazlatma tedavilerinde eski restorasyonların yenilenmesi zorunluluğu; hasta ve hekim açısından maliyetli ve zaman alıcı olmakla beraber restoratif materyallerin uzaklaştırılması esnasında sağlıklı dokuya zarar verilmesi riskini de taşımaktadır.

Literatür incelemesi; günümüze dek yapılan çalışmaların (Caneppele ve diğerleri, 2013; Çelik ve diğerleri, 2009; Dionysopoulos ve diğerleri, 2015; Eimar ve diğerleri, 2012; Elhamid ve Mosallam, 2010; Hafez ve diğerleri, 2010; Halacoğlu ve diğerleri, 2016; He ve diğerleri, 2012; Kurtulmuş-Yılmaz ve diğerleri, 2013; Lago ve diğerleri, 2017; Langsten ve diğerleri, 2002; Markovic ve diğerleri, 2014; Moraes ve diğerleri, 2006; Mori ve diğerleri, 2016; Poggio ve diğerleri, 2012; Qasim ve diğerleri, 2016; Russo ve diğerleri, 2010; Sharafeddin ve Jamalipour, 2010; Türkün ve Türkün, 2004; Vieira ve diğerleri, 2008; Villalta ve diğerleri, 2006) beyazlatma ajanlarının kompozit rezinler ve daimi dişlerin renk ve yüzey pürüzlülüğüne etkileri açısından çelişkili sonuçlar ortaya koyduğunu göstermiştir. Buna sebep olarak kullanılan materyallerdeki sürekli ve hızlı değişimler düşünülebilir. Literatür incelemesinde, beyazlatma ajanlarının CAD/CAM bloklar üzerindeki etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya ise rastlanmamıştır.

Bu tezin amacı; 2 farklı kompozit rezin materyal ve 2 farklı CAD/CAM blok ve daimi anterior dişler üzerinde; farklı tipteki renklendirici solüsyonların 0-14 gün boyunca renk ve translusensiye etkileri ile farklı konsantrasyonlarda hidrojen peroksit (HP) içeren 2 ofis-tipi beyazlatma ajanının renk, translusensi ve yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin incelenmesidir. Bu tez için belirlenen hipotezler (H):

H1: Renklendirici solüsyonlarda bekletilen tüm restoratif materyaller ve daimi dişler kabul edilebilir renk değişiklikleri gösterecektir.

H2: Renklendirici solüsyonlarda bekletilen tüm restoratif materyaller ve daimi dişler kabul edilebilir translusensi değişiklikleri gösterecektir.

H3: Beyazlatma ajanlarının her ikisi de renklenmiş tüm restoratif materyaller ve daimi dişlerin renk değerlerinin başlangıç renk değerlerine geri döndürülmesini sağlayacaktır.

H4: Beyazlatma ajanlarının her ikisi de renklenmiş tüm restoratif materyaller ve daimi dişlerin translusensi değerlerinin başlangıç translusensi değerlerine geri döndürülmesini sağlayacaktır.

H5: Beyazlatma ajanlarının her ikisi de tüm restoratif materyaller ve daimi dişlerde kabul edilebilir yüzey pürüzlülüğüne neden olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Renk

Işık, dalga boyu nanometreyle (nm) ifade edilen elektromanyetik enerji olarak tanımlanır ve kırıldığında bir spektrum oluşturur (Keyf ve diğerleri, 2009; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013). Bu elektromanyetik spektrum; gamma ışınları, radyo dalgaları, mor ötesi dalga boyları, kızıl ötesi dalga boyları ve görünür ışıktan meydana gelir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013, Keyf ve diğerleri, 2009). İnsan gözünün algılayabileceği görünür ışık dalga boyu aralığı 360-780 nm'dir (Joiner ve diğerleri, 2008; Kurt ve diğerleri, 2016).

Renk, görülebilir ışığın bir nesne tarafından absorbe edilmesi ve yansıtılmasının bir gözlemci tarafından algılanarak oluşturduğu psikofiziksel cevaptır (Bayındır ve Wee, 2006; Joiner, 2004; Keyf ve diğerleri, 2009; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013). Işık spektrumundaki 3 temel renk; kırmızı, yeşil ve mavi iken opak pigmentlerin temel renkleri kırmızı, sarı ve mavidir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013, Keyf ve diğerleri, 2009). Farklı renklerin algılanması; nesnenin, ışığın farklı dalga boylarını seçici olarak absorbe etmesi veya yansıtmasına bağlıdır (Bayındır ve Wee, 2006).

Rengin oluşumu ve algılanmasını etkileyen 3 temel faktör vardır. Bunlar; ışık kaynağı, nesne ve gözlemcidir (Bayındır ve Wee, 2006; Joiner, 2004; Keyf ve diğerleri, 2009; Turgut ve Bağış, 2012). Bu faktörlerde değişikliklere neden olan gözlemci farklılıkları (retina yapısı, retinadaki konik hücrelerin türü ve yoğunluğu, görsel algıyla ilişkili sinir sistemine ait yapılar, göz yorgunluğu), ışık kaynağındaki farklılıklar ve cisme ait farklılıklar (cismin boyutu, bulunduğu ortam, arka fonun özellikleri ve yönsel farklılıklar) renk algısını etkileyecektir (Joiner, 2004; Keyf ve diğerleri, 2009). Büyük cisimlerin rengi daha parlak algılanırken; arka fon açık renkli ise cisim daha mat ve koyu, arka fon koyu ise cisim daha parlak ve açık renkli algılanır. Işık kaynağının sağladığı ışığın renk sıcaklık derecesi de rengin algılanmasını etkileyecektir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013). Örneğin günün farklı saatlerinde gün ışığının renk sıcaklık derecesinin 1000°K-20.000°K arasında

değişmesi renkle ilgili kararı değiştirmektedir (Kurt ve diğerleri, 2016). İnsan retinasında renkle ilişkili temel olarak 3 tip konik hücre vardır ve içerdikleri ışık pigmentlerine bağlı olarak kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere farklı renklerin algılanmasını sağlarlar (Ceyhan ve Yaşar, 2011; Keyf ve diğerleri, 2009). Üç tip hücrenin aynı anda retinada yer almaması monokromasi (tek renk görme) veya dikromasiye (iki renk görme) sebep olmakta ve renk algısını değiştirmektedir (Ceyhan ve Yaşar, 2011). Ayrıca bu hücrelerdeki yoğunluk farklılıkları da algılanan ışık miktarını değiştireceğinden, renklerin bireyler arasında algılanmasında farklılıklar yaratacaktır. Yaşla birlikte kornea yapısındaki değişiklikler de retinaya ulaşan ışık miktarını değiştirmekte ve buna bağlı olarak ilerleyen yaşla renk algısı değişmektedir (Bhat ve diğerleri, 2011).

2.1.1. Renkle İlgili Kavramlar

Işık ve cismin etkileşimlerine bağlı olarak renk bilimi çeşitli kavramlar içermektedir . Bunlar şu şekilde açıklanabilir:

Kırılma, Yansıma ve Emilim: Işık bir objeye çarptığında; geliş doğrultusu, geldiği ortamdaki hızı ve çarptığı nesnenin türüne göre davranır. Nesneye çarpan ışık; nesnenin yüzeyinden yansıyabilir, kırılıma uğrayabilir, nesne tarafından emilerek (absorpsiyon) nesnenin içinde yol alabilir ya da tüm yönler dağılır (Bayındır ve Wee, 2006; Keyf ve diğerleri, 2009; Kurt ve diğerleri, 2016). Herhangi bir yüzeyde sabit bir yol izleyerek hareket eden ışığın, ayırıcı bir yüzeye çarpması (saydam ortam) sonucu ortamların kırıcılık indislerine (ışığın farklı yoğunluktaki 2 ortam için hız oranları) bağlı olarak yön değiştirmesine kırılma denir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013). Işığın ayırıcı yüzeye çarparak geri dönmesine ise yansıma denir. Nesne, üzerine gelen ışıkta yer alan kendi rengi ile aynı dalga boyundaki ışık türlerini yansıtırken diğer ışık türlerini absorbe eder ancak ışık kaynağındaki değişiklikler ışığın içerdiği dalga boylarına göre nesne ve ışık arasındaki etkileşimi değiştirmektedir (Keyf ve diğerleri, 2009; Kurt ve diğerleri, 2016).

Opasite: Bir materyalin ışığı geçirmeme özelliğidir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013). Opak nesneler yüzeylerine çarpan ışığı yansıtırlar ve yansıyan ışığın elektromanyetik spektrumdaki yeri cismin kendi rengidir.

Saydamlık (Transparanlık): Bir materyalin içinden ışığın tamamının geçmesi durumudur (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013). Bu materyalin arkasında yer alan cisim net olarak görülebilir.

Yarı Saydamlık (Translusensi): Opasite ve saydamlık arasında yer alan bu kavram; materyalin ışığı kısmen kırma, yansıtma ve geçirme durumudur (Della Bona ve diğerleri, 2014). Diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan translusensi değerlendirmeleri metotlarından biri Johnston ve diğerleri (1995) tarafından geliştirilen translusensi parametresidir (TP) (Della Bona ve diğerleri, 2014; Gül ve Akgül, 2013; Yu ve Lee, 2008). TP, CIE L*a*b renk sisteminde yer alan ideal siyah ve beyaz arasındaki renk farkı ile ölçümlenmektedir (Johnston ve diğerleri, 1995). TP=100; cismin siyah ve beyaz rengi tam olarak gösteren transparan bir yüzeyi belirtmektedir. TP=0 ise yüzey rengindeki değişiklikleri hiçbir şekilde yansıtmayan dolayısıyla yüzeyler arası renk farkının gözlemlenemediği tam opaklığı göstermektedir. Böylece değişen yüzeyler arası renk farkı miktarına bağlı olarak 0-100 arasında değerler gösten TP, 100'e yaklaştıkça artan translusensiye, 0'a yaklaştıkça ise azalan translusensiye göstermektedir (Çelik ve diğerleri, 2009; Johnston ve diğerleri, 1995; Yu ve Lee, 2008).

Işıma (Floresan): Bir materyalin ultraviyole veya X-ışınları gibi yüksek enerjili ışığa maruz kalması sonucu ışığı absorbe ederek daha uzun dalga boyuna sahip parlak bir ışık yayması durumudur (Bhat ve diğerleri, 2011; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013; Keyf ve diğerleri, 2009).

Pigment: Bir materyalin içinde yer alan ve rengi oluşturan partiküllerdir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013).

Renk Sıcaklığı: Ortamdaki ışığın ortalama dalga boyu olarak ifade edilir. Renkler arası geçişlerde sıcaklık değişimleri olduğundan her renge ait

karakteristik bir renk sıcaklığı bulunabilir. Örneğin beyaz gün ışığı için ideal renk sıcaklığı 5500°K'dir (Keyf ve diğerleri, 2009; Kurt ve diğerleri, 2016). Beyaz gün ışığı 3 ana rengin eşit oranda karışımıyla elde edildiğinden birçok farklı dalga boyuna sahiptir.

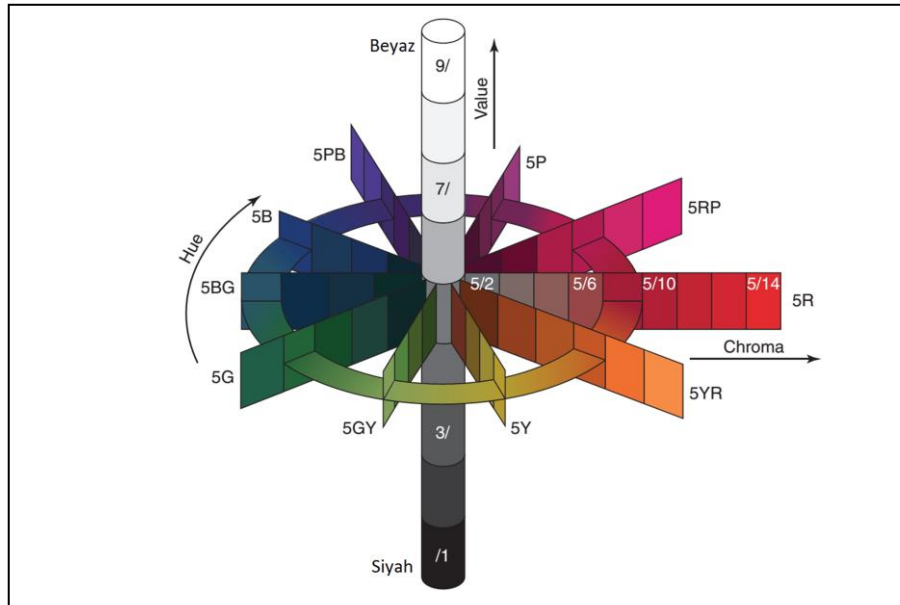
Metamerizm: Belli bir ışık kaynağı altında aynı renkte algılanan 2 nesnenin, farklı bir ışık kaynağı altında farklı renklerde algılanmasına metamerizm denir (Bayındır ve Wee, 2006; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013; Keyf ve diğerleri, 2009).

2.1.2. Renk Sistemleri

Rengin algılanması kadar, bu bilginin başkalarına aktarılabilmesi de oldukça önemlidir. Rengin daha kolay tanımlanabilmesi ve standardize edilebilmesi amacıyla pek çok sistem geliştirilmiştir. Bu amaçla ilk kez 1611'de Sigried Forsius'un rengi 3 boyutlu olarak tanımladığı ve bu boyutların uzunluk, genişlik ve yükseklik olarak açıklandığı bildirilmiştir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013; Kurt ve diğerleri, 2016). Günümüze dek geliştirilen sistemler de temel olarak aynı 3 boyutu kullanarak rengi küp veya küre gibi farklı geometrik düzenler içerisinde tanımlamaya çalışmıştır. İyi tanımlanmış bir sistem, nesnenin bu renk geometrisi içindeki yerini kesin olarak belirleyebilmekte ve diğer nesnelerle renk açısından karşılaştırılmasına imkân vermektedir. Günümüze dek geliştirilen renk sistemleri; Munsell Renk Sistemi, Ostwald Renk Sistemi, RGB (*Red, Green, Blue*) Renk Sistemi, HSL (*Hue, Saturation, Luminence*) Renk Sistemi, NCS (*Natural Color System*) Renk Sistemi, CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow, Key*) Renk Sistemi, iCAM (*Image Color Appearance Model*) Renk Sistemi ve CIE (*The Commission Internationale de l'Eclairage*) tarafından geliştirilen renk sistemleri olarak sıralanabilir (Bayındır ve Wee, 2006; Ghinea ve diğerleri, 2010; Gomez-Polo ve diğerleri, 2014a; Gomez-Polo ve diğerleri, 2016; Joiner, 2004; Liu ve diğerleri, 2009; Pham ve diğerleri, 2007). Geçmişten günümüze dış hekimliğinde en sık kullanılan renk sistemleri şunlardır:

Munsell Renk Sistemi: 1905 yılında Albert Henry Munsell tarafından geliştirildiği bildirilen bu renk sistemi; rengin 3 boyutunu *hue*, *chroma* ve *value* olarak tanımlamaktadır (Bayındır ve Wee, 2006; Gomez-Polo ve diğerleri, 2014a; Johnston, 2009; Joiner, 2004; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013). *Hue* (renk tonu), farklı dalga boylarındaki ışığın oluşturduğu kırmızı, mavi ve yeşil gibi farklı renk ailelerinin ayrımını sağlayan boyuttur. *Value* (renk değeri/parlaklık), saf siyah (0) ile saf beyaz (10) arasında değişen parlaklık değeridir ve renk seçimindeki en önemli boyuttur. *Chroma* (renk yoğunluğu) rengin doygunluk derecesidir ve rengin gücünü, yoğunluğunu veya canlılığını gösterir.

1915 yılında yayınlanan Munsell renk sistemi atlasında, renklerin 3 boyutlu sıralanması içi dolu bir küre veya silindir şeklinde (Şekil 2.1.) sunulmuştur (Heymann ve diğerleri, 2012, e6; Kuehni, 2002).



Şekil 2.1. Munsell Renk Sistemi (Heymann ve diğerleri, 2012, s. e6)

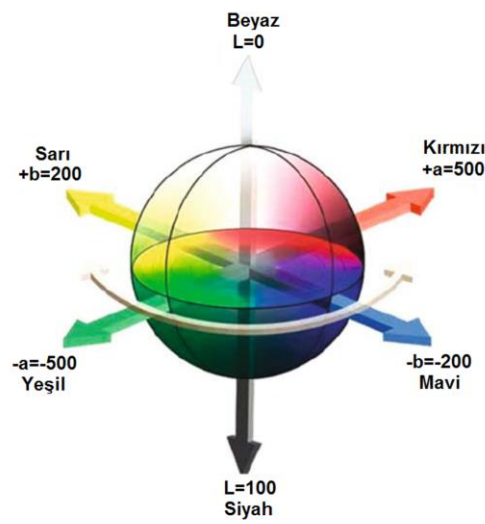
Hue boyutu; merkez eksen çevresinde sıralanmış kırmızı, sarı, yeşil, mor ve mavi renklerine ait 10 renk tonu ile belirtilirken, cisme ulaşan ışığın dalga boyuna bağlı etkileşimleri göstermektedir (Heymann ve diğerleri, 2012,

s. e6; Per, 2012). *Value*; renk ağacının dikey düzleminde yer alan 9 renk değeri ile sembolize edilirken, rengin beyaz, gri veya siyaha göre açıklık derecesini belirler (Per, 2012). Dikey düzlemin en üstünde beyaz, en altında ise siyah renk yer alır. *Chroma* değerleri ise her *value* tekerleğinde merkezden dış kenara sıralanırken, nötr merkezden dış kenardaki maksimum doygunluğa sürekli değişmektedir (Per, 2012). *Chroma*, rengin saflık derecesini göstermektedir (Heymann ve diğerleri, 2012, s. e6)

CIE Standart Kolorimetrik Renk Sistemi: Renk ölçümleri ile ilgili karmaşayı çözmek ve bir standart yaratmak üzere Munsell renk sisteminin translusensi özelliklerini belirlemedeki eksik yönlerini göz önünde bulundurarak *Commission Internationale de l'Eclairage* tarafından CIE renk sistemi 1931 yılında bildirilmiştir (Bayındır ve Wee, 2006; Gomez-Polo ve diğerleri, 2014a; Joiner, 2004; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013). CIE renk sistemi ile, görülebilir ışık olarak 380-780 nm dalga boylarındaki standart bir ışık kaynağında standart bir gözlemci tarafından tanımlanan spektral cevap fonksiyonları temeline dayanan tristimulus değerleri hesaplanmıştır (Johnston, 2009). Bu sisteme göre tüm renkler; tristimulus değerleri olan kırmızı (X), yeşil (Y) ve mavinin (Z) çeşitli miktarlarda karışımı ile elde edilir.

CIE L*a*b Renk Sistemi: CIE'nin tristimulus değerlerinden oluşan standart kolorimetrik renk sistemi geliştirilerek, 1976 yılında CIE L*a*b renk sistemi (Şekil 2.2) *Commission Internationale de l'Eclairage* tarafından tanımlanmış ve dış hekimliğinde yaygınlaşmıştır (Joiner, 2004; Gomez-Polo ve diğerleri, 2014a; Trakyalı, 2013). CIE L*a*b sistemi; renk tonuna bağlı olmaksızın, 2 rengin şiddeti arasındaki mesafenin algı şiddetine oranlanması yolu ile daha eşdeğer bir renk skalasına getirilmesini önermektedir (Bayındır ve Wee, 2006; Joiner, 2004). Bu sistemin 3 eksen, tristimulus sistemine ait X, Y, Z değerlerinden hesaplanan L*, a* ve b* parametrelerinden oluşmaktadır (Bayındır ve Wee, 2006; Gomez-Polo ve diğerleri, 2014; Johnston, 2009; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013; Turgut ve Bağış, 2012). Dikey eksendeki L* parametresi parlaklığı gösterir ve 0-100 arasında bir değer alır. 0 saf siyahı, 100 ise saf

beyazı temsil etmektedir. Yatay eksenlerden biri a^* eksenidir, diğeri ise b^* eksenidir. a^* ve b^* parametreleri rengin kromatik bileşenleridir. a^* parametresi, rengin kırmızı veya yeşilliğini gösterir. $a^*>0$ ise rengin kırmızı bileşeni, $a^*<0$ ise rengin yeşil bileşeni daha fazladır. b^* parametresi ise, rengin sarı veya maviliğini gösterir. $b^*>0$ ise rengin sarı bileşeni, $b^*<0$ ise rengin mavi bileşeninin daha fazla olduğunu göstermektedir. a^* ve b^* koordinatları beyaz ve gri gibi nötral renklerde sıfıra yaklaşırken, daha doygun ya da yoğun renklerde ise artmaktadır (Joiner, 2004).



Şekil 2.2. CIE $L^*a^*b^*$ Renk Sistemi (Joiner, 2004; Singh ve diğerleri, 2009).

İki farklı zaman veya 2 farklı işlem sonucunda oluşan renk değişikliği miktarı bu parametreler kullanılarak hesaplanan renk değişikliği değeri (ΔE) ile belirlenir. ΔE sembolündeki Δ farklılığı ifade ederken, E sembolüyse Almanca'da algılama anlamı taşıyan '*empfindang*' kelimesinden gelmektedir. CIE $L^*a^*b^*$ sistemine ait renk değişiklik formülü Formül 2.1'deki gibidir. Aynı zemin üzerinde farklı zaman veya işlemlere bağlı olarak yapılan tekrarlı ölçümler sonucu elde edilen ortalama L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplama yapılır.

$$\Delta E_{ab} = [(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2]^{1/2} \quad (2.1)$$

CIEL*a*b renk sistemini kullanarak TP değerinin hesaplanması ise Formül 2.2'deki gibidir. TP değeri 2 farklı arka fonda aynı örneğe ait ölçümlenen L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalamaları kullanılarak hesaplanır. Arka fonlar beyaz ve siyah olabilir. Formül 2.2'deki B beyaz yüzeyi, S ise siyah yüzeyi temsil etmektedir.

$$TP = [(L_S^* - L_B^*)^2 + (a_S^* - a_B^*)^2 + (b_S^* - b_B^*)^2]^{1/2} \quad (2.2)$$

CIEDE 2000 Renk Sistemi: *Commission Internationale de l'Eclairage*, günümüze dek renk sistemlerini geliştirmeye çalışmış ve CIE L^*a^*b sisteminden sonra pek çok sistemi gündeme getirmiştir. 2001 yılında tanımladıkları CIEDE 2000 renk sistemi ise CIEL*a*b sistemine daha iyi bir alternatif olarak sunulmuştur (Gomez-Polo ve diğerleri, 2016; Oliveira ve diğerleri, 2015; Sharma ve diğerleri, 2005). CIEDE 2000 renk sistemi CIE L^*a^*b sisteminden kaynaklı istikrarsızlıkları düzelterek ölçümlenen ve algılanan renk değişim miktarı arasında daha iyi bir korelasyon sağlamaktadır (Acar ve diğerleri, 2016; Gomez-Polo ve diğerleri, 2016). Böylece CIE L^*a^*b sistemine göre insan gözünün renk farkları ile ilgili algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerlerini daha iyi göstermektedir (Ghinea ve diğerleri, 2010; Gomez-Polo ve diğerleri, 2016; Pecho ve diğerleri, 2016a). Bu sistemin renk değişikliği Formül 2.3'deki gibidir.

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left[\left(\frac{\Delta L}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{k_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C}{k_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H}{k_H S_H}\right)\right]} \quad (2.3)$$

ΔL , ΔC ve ΔH , sırasıyla 2 farklı ölçüm arasındaki parlaklık (*lightness*), renk yoğunluğu (*chroma*) ve renk tonu (*hue*) farklarını vermektedir. S_L , S_C ve S_H , CIE L^*a^*b sisteminde gözlenen düzensizlikleri gidermek amacıyla formüle eklenen ve sırasıyla parlaklık, renk yoğunluğu ve renk tonuna ait ağırlık fonksiyonlarıdır (*weighting functions*) (Luo ve diğerleri, 2001; Perez ve diğerleri, 2007; Pop-ciutritla ve diğerleri, 2016a; Angela Maziero Volpato ve

diğerleri, 2016). Bu değerler farklı 2 koordinatta yer alan L^* , a^* ve b^* değerleri arasındaki toplam renk farkını vermektedir (Luo ve diğerleri, 2001; Pop-ciutrla ve diğerleri, 2016a; Angela Maziero Volpato ve diğerleri, 2016). R_T ise CIE L^*a^*b renk sisteminde yer alan mavi alandaki renk yoğunluğu ve renk tonu farklılıkları arasındaki etkileşim miktarını gösteren devir fonksiyonudur (*rotation function/rotation term*) (Perez ve diğerleri, 2007; Pop-ciutrla ve diğerleri, 2016a; Angela Maziero Volpato ve diğerleri, 2016). R_T değeri aynı renk yoğunluğu yarıçapında yer alan renkler için sıfır değerini ($\Delta C=0$) almaktadır. K_L , K_C ve K_H ise parlaklık, renk yoğunluğu ve renk tonu için hesaplanan parametrik faktörlerdir (Kandi ve Tehran, 2010; Luo ve diğerleri, 2001; Pop-ciutrla ve diğerleri, 2016a). Bunlar materyalin yüzeyi, ölçümün yapıldığı arka plan gibi deneysel koşullara bağlı hataların düzeltilmesi için formüle eklenmiştir. Genellikle parametrik değerlerin '1' olarak alındığı CIEDE (1:1:1) sistemi kullanılmaktadır. Son dönemlerde gözle yapılan değerlendirmelerde elde edilen kabul edilebilir eşik değerini daha iyi yansıtmak üzere K_L değerinin '2' olarak alındığı CIEDE (2:1:1) sistemini kullanan çalışmalar da mevcuttur (Kandi ve Tehran, 2010; Pecho ve diğerleri, 2016a; Pecho ve diğerleri, 2016b; Perez ve diğerleri, 2011).

2.1.3. Beyazlık İndeksleri: Diş hekimliği alanındaki renk çalışmalarında genellikle kullanılan renk farkı analizleri, farklı işlem ve sürelerle bağlı renk değişim miktarını verirken, rengin hangi yönde değişiklik gösterdiği konusunda bilgi sağlayamamaktadır. İlk olarak kağıt, tekstil ve boya sanayilerinde de kullanılmak üzere geliştirilen WIC beyazlatma indeksinin porselen dişlerin beyazlığının değerlendirilmesi, beyazlatma ajanı ve diş macunu etkinliklerinin değerlendirilmesi ve adli diş hekimliği alanında kullanıldığı bildirilmiştir (Joiner ve diğerleri, 2008). Günümüze dek ise diş hekimliği alanında ideal değerlendirmeyi sağlayabilmek amacıyla pek çok beyazlık indeksi geliştirilmiştir. (Joiner ve diğerleri, 2008; Luo ve diğerleri, 2007; Luo ve diğerleri, 2009; Pecho ve diğerleri, 2016c; Perez ve diğerleri, 2016; Russo ve diğerleri, 2010; Uchida,1998; Vargas-Sanchez ve diğerleri, 2014).

Tablo 2.1. Farklı renk sistemlerine bağlı hesaplanan beyazlık indeksleri.

Renk Sistemi	Beyazlık İndeksi	Formül
CIE XYZ renk sistemi	$WIC (W_{CIE})$ indeks	$Y+800(x_n-x)+1700(y_n-y)$
	WI indeks	$\%4Z-3\frac{Y}{Y_n}100$
	WIO indeks	$y+1075.012(x_n-x) +145.516(y_n-y)$
	W_{31} indeks	$40 < WIC < 5Y-275$ ise; $WIC-2(T_{W31})^2$ $5Y-275 < WIC$ ise; $P_{W31}-2(T_{W31})^2$
	W_{64} indeks	$40 < WIC < 5Y-275$ ise; $WIC-2(T_{W64})^2$ $5Y-275 < WIC$ ise; $P_{W64}-2(T_{W64})^2$
CIE L*a*b renk sistemi	$\%Z$ indeks	$\frac{Z}{Z_n}100$
	W indeks	$2.41L^*-4.45b^*[1-0.0090(L^*-96)-141.4$
	T indeks	$-1.58a^*-0.38b^*$
	W^* indeks	$[(a^*)^2 + (b^*)^2 + (L^*-100)^2]^{1/2}$
	$WLAB$ indeks	$40 < W_{ab} < 3.37L_{10}^*-191$ ise; $W_{ab}-2(T_{ab})^2$ $3.37L_{10}^*-191 < W_{ab}$ ise; $P_{ab}-2(T_{ab})^2$ $W_{ab}=L_{10}^*-0.1131a_{10}^*-1.6772b_{10}^*$ $P_{ab}=5.74L_{10}^*-0.1131a_{10}^*-1.6772b_{10}^*$ $T_{ab}=-1.4965a_{10}^*-0.4224b_{10}^*$
	WI_D indeks	$0.511L^*-2.324a^*-1.100b^*$

Y: parlaklık (luminance); x, y: renk yoğunluğu (*chroma*) koordinatları; x_n , y_n : standart D65 aydınlatıcıya ait renk yoğunluğu koordinatları; T: ton (*tint*); P: saflık (*purity*)

Beyazlık indekslerinden W^* indeksine göre hesaplanan beyazlık değerleri (W^*) (Formül 2.4.), CIE L*a*b renk skalasında $L=100$, $a=0$ ve $b=0$ ile belirlenmiş olan saf beyaz değerine olan uzaklık miktarını göstermektedir

(Joiner ve diğerleri, 2008; Luo ve diğerleri, 2009; Mori ve diğerleri, 2016). Beyazlık indeksinde saf beyaz noktası sıfır ile belirtilmektedir. Böylece W^* sıfıra yaklaştıkça, nesnenin rengi saf beyaza yakınlaşmaktadır.

$$W^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2 + (L^* - 100)^2]^{1/2} \quad (2.4.)$$

Beyazlık farkı değerleri (ΔW^*) (Formül 2.5.), 2 farklı zaman veya işlem sonunda nesnede gözlenen renk değerleri arasındaki beyazlık farkını vermektedir (Joiner ve diğerleri, 2008; Mori ve diğerleri, 2016). Negatif ΔW^* değerleri, saf beyaza daha yakın renk koordinatlarını ve böylece beyazlatma işleminin etkinliğini göstermektedir (Mori ve diğerleri, 2016).

$$\Delta W^* = W_{t1} - W_{t2} \quad (2.5.)$$

2.1.4. Renk Ölçümlere Yöntemleri

Estetik diş hekimliğinin gelişmesi ile birlikte diş renginde restoratif materyallerin üretimi ve kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. İdeal estetiğin sağlanmasındaki en önemli faktörlerden biri de sağlıklı diş dokusuyla uyumlu doğru rengin belirlenebilmesidir. Bu amaçla geliştirilen renk ölçüm yöntemleri temel olarak görsel (konvansiyonel) ölçümlere yöntemleri ve dijital ölçümlere yöntemleri olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır:

Görsel Ölçümlere Yöntemleri: Gözlemcinin herhangi bir dijital cihaz kullanmadan gözle değerlendirmesi sonucu rengi belirlemesi görsel ölçümlere yöntemidir. Basitçe numuneler arasındaki ton farkını belirlemek şeklinde olacağı gibi, Munsell renk sistemini kullanarak değerlendirme şeklinde de olabilir. Diş hekimliğinde en sık kullanılan yöntem ise renk skalalarıdır (Joiner, 2004; Kahramanoğlu ve Özkan, 2013; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013). Görsel ölçümlere yöntemleri; ışık kaynağı, cismin boyutu ve pozisyonu ile gözlemciye ait pek çok faktörden etkilendiği için subjektif sonuçlar vermektedir ve tutarsızlıklara neden olabilir (Joiner, 2004).

İlk renk skalasının 1933 yılında Clark tarafından geliştirildiği bildirilmiştir (Kurt ve diğerleri, 2016). Sonraki yıllarda birçok renk skalası tanıtılmış, ancak 1956 yılında geliştirilen ve yıllar boyunca altın standart olarak kullanılan '*Vitapan Classical*' ile önemli bir ilerleme kaydedilmiştir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013). *Vitapan Classical* skalası, farklı renk tonlarına (*hue*) sahip 4 grup (A, B, C ve D) ve her grubun içinde farklı renk yoğunluklarına (*chroma*) sahip renkler olmak üzere 16 renkten oluşmaktadır.

1998 yılında ise *Vitapan Classical* skalasından farklı olarak renk gruplarının *value* değerlerine göre 5 ana gruba ayrıldığı 26 renkten oluşan *Toothguide 3D Master* geliştirilmiştir (Joiner, 2004; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013; Turgut ve Bağış, 2012). Grup içinde renkler *chroma* değerlerine göre vertikal yönde, *hue* değerlerine göre de horizontal yönde sıralanmıştır. İlk grup 2 renkten; 2., 3. ve 4. Gruplar 7 renkten; 5. grup ise 3 renkten oluşmaktadır. Bu renk skalasının; doğal diş spektrumuna uygun, sistematik ve eşit uzaklıkta bir renk spektrumunu içerdiği ve *Vitapan Classical* skalasına oranla daha tutarlı sonuçlar ortaya koyduğu bildirilmiştir (Trakyalı, 2013).

Sonraki dönemde tecrübesiz klinisyenler için renk seçimini karmaşıklaştıran *Toothguide 3D Master* yerine renkleri tek bir sıra halinde sıralayan *Vita Linearguide 3D-Master* skalası aynı renklerin modifikasyonu olarak geliştirilmiştir (Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013; Turgut ve Bağış, 2012). Basitleştirilmiş 2 basamaktan oluşan bu sistemin ilk basamağında 6 renkten oluşan *value* değerlerinden biri seçilmekte, 2. basamağında ise diğer bütün renkler içinden *hue* ve *chroma* belirlenmektedir (Kurt ve diğerleri, 2016).

Dijital Ölçümleme Yöntemleri: Görsel ölçümleme yöntemleri pratik ve hızlı olsa da, pek çok faktörden etkilenmesi ve subjektif sonuçlar ortaya koyması nedeniyle daha objektif sonuçlar sunacak ve matematiksel olarak rengi ifade etmeyi sağlayacak çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Chu ve diğerleri, 2010; Gomez-Polo ve diğerleri, 2014b; Kurt ve diğerleri, 2016;

Trakyalı, 2013; Turgut ve Bağış, 2012). Dijital renk ölçümleme yöntemi olarak kullanılan başlıca yöntemler; kolorimetreler, spektrofotometreler, spektoradyometreler ve dijital kameralardır (Chu ve diğerleri, 2010; Johnston, 2009; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013; Turgut ve Bağış, 2012). Tüm renk ölçüm cihazları dedektör, sinyal düzeltici ve alınan sinyalleri dental veriler hâline getiren yazılımdan meydana gelir (Kurt ve diğerleri, 2016). Bu öğeler arasındaki kompleks ilişki doğru renk analizini zorlaştırmaktadır.

Kolorimetre; rengi, standart aydınlatma koşulları ve görme açısı altında dedektöründeki konik hücrelere benzer 3 farklı sensör aracılığıyla CIE'nin tristimulus değerleri olan X, Y ve Z değerleri ile ölçmektedir (Chu ve diğerleri, 2010; Johnston, 2009; Kurt ve diğerleri, 2016; Turgut ve Bağış, 2012). Diş hekimliğinde renk tespiti için tasarlanan ilk kolorimetrenin 1980'li yılların başlarında tanıtılan Chromascan (Sterngold, Stamford, CT, ABD) olduğu bildirilmiştir (Kurt ve diğerleri, 2016; Turgut ve Bağış, 2012). Eksik yönleri geliştirilmeye çalışılarak daha sonra piyasaya sürülen diğer kolorimetrelere ise ShadeEye NCC Chroma Meter (Shofu Dental, Japonya), Shade Eye Ex (Shofu Dental, Japonya) ve ShadeVision (X-Rite, Grandville, MI, ABD) örnek verilebilir (Chu ve diğerleri, 2010; Kurt ve diğerleri, 2016; Turgut ve Bağış, 2012). ShadeEye NCC Chroma Meter, modern tristimulus kolorimetrelerde 2. kuşaktır. Kolorimetrelerdeki ışığın yansıma ve dağılma problemlerini elimine etmek için bu sistemde ölçülecek materyallere ait bilgiler yer almaktadır ve ölçüm değeri ile veri tabanındaki veriler arasındaki uyum değerlendirilerek en yakın eşleşme renk verisi olarak sunulur.

Kolorimetreler, spektoradyometre ve spektrofotometrelere göre daha ucuz, daha küçük ve daha kolay sistemler olsa da pek çok dezavantajları vardır (Johnston, 2009; Turgut ve Bağış, 2012). Bunlar; düz yüzeylerde ölçüm yapmak üzere tasarlandıklarından dışın konturlu yüzeylerinde doğru ölçümler yapamaması, kenar kaybının fazla olması nedeniyle özellikle translusensi ölçümlerinde yetersiz olması, metamerizmi ve spektral yansıma değerlerini ölçümleyememesi, filtrelerin kısa sürede yıpranması nedeniyle

uzun dönemde tekrarlanabilirliğinin düşük olmasıdır (Johnston, 2009; Turgut ve Bağış, 2012).

Kolay ve etkili bir yöntem olması nedeniyle son dönemde oldukça yaygınlaşan dijital kameralar; ışığa hassas elemanlar (fotosit) içeren CCD'ler (algılayıcı) aracılığıyla, dışın tek bir noktası yerine tüm görüntüsünü RGB (R=kırmızı, G=yeşil, B=mavi) sistemini kullanarak kaydeder (Chu ve diğerleri, 2010; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013; Turgut ve Bağış, 2012). Dijital kameralar tek başına renk analizini sağlayamamaktadır. Bu nedenle rengin yorumlanabilmesi için, görüntünün RGB verileri bir bilgisayar yazılımı aracılığıyla CIE'nin X, Y, Z verilerine dönüştürülmelidir (Kurt ve diğerleri, 2016; Turgut ve Bağış, 2012). Bu işleme kamera karakterizasyonu denir. İlerleyen dönemde ise dijital kameralar ile kolorimetre ve spektrofotometrenin avantajlarını bir araya getirmek ve daha doğru sonuçlar elde etmek için yöntemlerin bir araya getirildiği çeşitli cihazlar geliştirilmiştir (Kurt ve diğerleri, 2016). Dijital kameralarla renk analizi tamamen görüntü kalitesine bağlı olduğundan, dijital kamera ile yapılan analiz; kameranın tipi, ayarları, ortamın aydınlanma koşulları, görüntünün boyutu, ilgili dışın pozisyonu gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (Turgut ve Bağış, 2012).

Tıp, kimya gibi çeşitli alanlarda kullanılan spektoradyometreler ise dış hekimliğinde klinik uygulamalardan çok laboratuvar çalışmalarında kullanılmak üzere tercih edilmiştir (Kurt ve diğerleri, 2016; Turgut ve Bağış, 2012). Sistemin çalışma prensibi; cismin renk, doku, parlaklık ve görünüş gibi özelliklerini oluşturan kimyasal yapısından kaynaklı ışınım (*radiance*) gibi radyometrik değerlerinin ölçümüne dayalıdır (Kurt ve diğerleri, 2016; Turgut ve Bağış, 2012). Bu ölçüm cisim ve cihaz arasında temas olmadan yapıldığından, diğer cihazlardaki kenar kaybı problemi bu cihazlarda yaşanmamakta bu nedenle özellikle translusensi ölçümlerinde tercih edilmektedirler.

Başlıca monokromatör, dedektör ve ışık kaynağından oluşan spektrofotometreler, yüzey renklerinin ve renk farklarının ölçülmesinde en sık kullanılan cihazlardır (Chu ve diğerleri, 2010; Kurt ve diğerleri, 2016;

Trakyalı, 2013; Turgut ve Bağış, 2012). Çalışma prensibi temel olarak bir cisimden yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa oranının ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Cisimden yansıyan ışık enerjisini, görünür ışık spektrumunda 1-25 nm'lik aralıklarda ölçümler (Chu ve diğerleri, 2010; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013). Kolorimetrelerden farklı olarak metamerizm de spektrofotometreler ile ölçümlenebilmekte ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmektedir (Kurt ve diğerleri, 2016; Turgut ve Bağış, 2012). Yapılan bir çalışmada spektrofotometrelerin görsel ölçümleme yöntemlerine göre renk analizindeki doğruluğunun %33 daha fazla olduğu ve vakaların %93,3'ünde daha objektif bulgular ortaya koyduğu belirtilmiştir (Paul ve diğerleri, 2002; Polo ve diğerleri, 2014). Pahalı ve karmaşık olmaları ile *in vivo* olarak kullanımlarının zor olması ise dezavantajları arasında yer almaktadır (Trakyalı, 2013). 2002 yılında kullanıma giren VITA Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) fiberoptik kabloyla ana üniteye bağlanan bir el aparatından meydana gelmektedir (Kurt ve diğerleri, 2016). Cihazın kontak tip probu yaklaşık 5 mm çapındadır ve 19 adet 1 mm çapında fiberoptik demet içermektedir. Ölçüme başlamadan önce ölçüm modu (diş, restorasyon veya renk skalası) seçilmelidir. Ölçüm işlemi sırasında diş, ışığı ana üniteye bulunan halojen lambadan diş yüzeyine yönlendiren probun periferiyle aydınlatılmaktadır. Çeşitli filtre ve fotodiyotların kombinasyonu, probun merkezinde yerleşmiş fiberlerle yüzeyden dönen ışığı alır. Cihaz ölçüm sonucunu *Vitapan Classical* ve *Toothguide 3D-Master* skalalarına göre vermektedir.

2009 yılında piyasaya sürülen VITA Easyshade Compact; (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) pille çalışması, kablosuz, küçük ve taşınabilir olması ile klinik uygulamalarda kolaylık sağlamaktadır (Chu ve diğerleri, 2010; Kurt ve diğerleri, 2016). Hedef bölgenin aydınlatılmasını bünyesindeki LED (*light emitting diode*) ışık kaynağıyla yapan cihaz; *Vitapan Classical* ve *Toothguide 3D-Master* skalalarına göre renk ölçümü yaparak, 25 ölçüme kadar hafızasında saklayabilmektedir. '*tooth single mode*', '*tooth area mode* (servikal, orta ve insizal üçlü renk ölçümü için)', '*restoration color verification (value, hue ve chroma karşılaştırmaları)*' ve '*shade tab mode*

(eğitim amaçlı)' olmak üzere farklı ölçüm seçenekleri içermektedir (Chu ve diğerleri, 2010). 2013 yılında piyasaya sunulan VITA Easyshade Advance ise daha gelişmiş bir versiyondur.

Shade-X (X-Rite, Grandville, Michigan) prob çapı 3 mm olan kablosuz ve spot ölçüm yapan bir spektrofotometredir (Chu ve diğerleri, 2010; Kurt ve diğerleri, 2016). Piyasada mevcut renk skalarının çoğuna uyumludur. Dentin (daha opak) ve insizal bölge (daha translusent) ölçümleri için 2 farklı dataya sahiptir. Crystaleye (Olympus, Tokyo, Japonya) ve SpectroShade Micro (MHT Optic Research, Niederhasli, İsviçre) ise dijital kamera ve LED spektrofotometrenin birleştirildiği sistemlerdir. Kendi analiz programlarını içermelerinin yanı sıra, görüntülerin bilgisayara aktarılarak saklanmasını sağlamaktadır (Chu ve diğerleri, 2010).

2.2. Yüzey Pürüzlülüğü

Restorasyonların yüzeylerinin pürüzlülüğü; renklenme, plak birikimi, hasta memnuniyetsizliği, gingival irritasyon ve sekonder çürük oluşumu gibi pek çok faktörü etkilediği için klinik olarak önemli bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır (Al-shammery ve diğerleri, 2007; Ikeda ve diğerleri, 2007; Lima ve diğerleri, 2009; Masahiro ve diğerleri, 2007). Yüzey pürüzlülüğü değerlerini belirlemede ortalama çizgi (M) ve zarf sistemi yöntemleri olmak üzere 2 yöntem kullanılmaktadır (Güllü ve diğerleri, 2003). Yüzey pürüzlülüğü değerlendirmelerinde pek çok parametre yer almaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır (Gadelmalwa ve diğerleri, 2002; Güllü ve diğerleri, 2003):

R_a (*average roughness/arithmetical average height/centre line average/CLA*): Merkez y ekseninin altında ve üstünde kalan alanların aritmetik ortalamasıdır.

R_q (*root mean square roughness/RMS*): Merkez y ekseninin altında ve üstünde meydana gelen sapmaların geometrik ortalaması, yüzeydeki girinti ve çıkıntıların standart deviasyonudur. R_a değerine göre daha hassas ölçüm sağlar.

R_z (*ten point height*): ISO sistemine göre, değerlendirme aralığındaki en yüksek 5 çıkıntı ile en yüksek 5 girintinin mutlak değerlerinin ortalamasıdır.

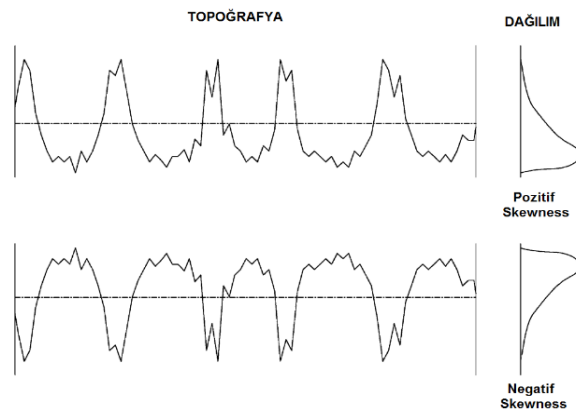
R_p (*maximum height of peaks*): En yüksek çıkıntı değeridir.

R_v (*maximum depth of valleys*): En derin girinti değeridir.

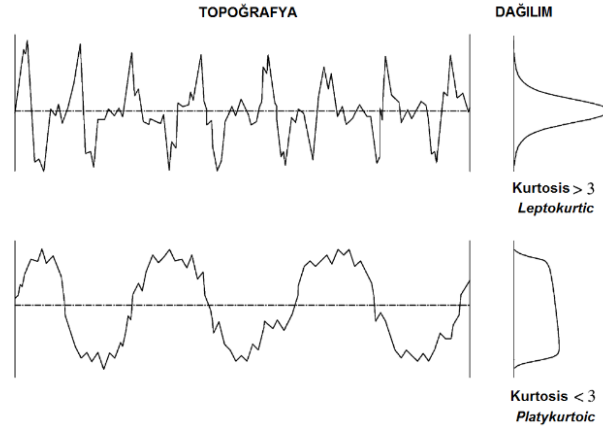
R_{max} (R_t): Değerlendirme aralığındaki pürüzlülüğün en yüksek çıkıntısı ile en derin girintisi arasındaki mesafedir.

R_{sk} (*Skewness*): Merkez hattının altında ve üstündeki profilin simetrisini ölçümler. Böylece girinti ve çıkıntılardaki materyal yoğunluğu saptanabilir. Girinti ve çıkıntı değerleri eşitse $R_{sk} = 0$, $R_{sk} < 0$ ise materyalin çoğu merkez hattın üzerindedir, $R_{sk} > 0$ ise materyalin çoğu merkez hattın altındadır.

R_{ku} (*Kurtosis*): *Kurtosis*, aynı alana düşen girinti çıkıntı miktarını belirler. $R_{ku} < 3$, *platykurtic* olarak tanımlanmakta ve rölatif olarak daha az sayıda girinti ve çıkıntı oluşumunu göstermektedir, $R_{ku} > 3$ ise *leptokurtic* olarak tanımlanmakta ve rölatif olarak daha fazla sayıda girinti ve çıkıntı oluşumunu göstermektedir.



Şekil 2.3. R_{sk} değerleri ile topoğrafyanın ilişkisi ve materyalin derinliğe göre dağılım eğrileri (Gadelmawla ve diğerleri, 2002).



Şekil 2.4. R_{ku} değerleri ile topoğrafyanın ilişkisi ve dağılım eğrileri
(Gadelmawla ve diğerleri, 2002).

M yöntemi diş hekimliğinde en çok kullanılan yöntemdir ve temel olarak herhangi bir materyalin yüzeyinde y-koordinatları merkez hattında meydana gelen ortalama aritmetik sapma miktarının (yüzey pürüzlülüğü aritmetik ortalaması [R_a (*average roughness*)]) ve/veya maksimum pürüzlülük değerinin (R_{max}) hesaplanmasında kullanılır (Güllü ve diğerleri, 2003). Diş hekimliğinde yüzey pürüzlülüğü çalışmalarında en çok değerlendirilen parametre R_a değeridir ve plak birikimine neden olabilecek kritik R_a değeri $0,2 \mu m$ olarak belirlenmiştir (Bollen ve diğerleri, 1997; Ionescu ve diğerleri, 2015; Mathia ve diğerleri, 2011).

2.2.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümleme Yöntemleri

Yüzey pürüzlülüğü ölçümleme yöntemleri temel olarak izleyici uç ile (*stylus*) mekanik ölçüm yapan cihazlar ve optik ölçüm yapan cihazlar olarak 2'ye ayrılmaktadır (Mathia ve diğerleri, 2011; Whitehead ve diğerleri, 1999; Yilbas ve Hasmi, 1999). Optik ölçümleme yöntemlerinin, doğruluk ve güvenilirliklerinin mekanik ölçümleme yöntemlerine göre daha fazla olduğu ve ölçüm işleminin daha kısa sürede gerçekleştirilebildiği belirtilmiştir ancak özellikle ışık geçirgenliği yüksek örneklerde hata payı yükselmektedir (Mathia ve diğerleri, 2011; Yilbas ve Hasmi, 1999). Günümüzde her 2 yöntemin

avantajlarını bir araya getirmek amacıyla hem mekanik hem optik parçaları barındıran pek çok cihaz geliştirilmiştir.

Profilometreler; mekanik ve optik olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Mekanik tipte; yüzeye dik olarak hareket ettirilen cihaza ait elmas izleyici uç yardımı ile yüzey pürüzlülüğü ölçümlenmektedir ancak bu yöntem, belli bir sürede sadece tek bir noktadan ölçüme izin verdiğinden zaman alıcı olmakla beraber, yüzeyde değişikliklere sebep olabilmekte ve hatalara neden olmaktadır (Heurich ve diğerleri, 2010). Optik profilometreler ise, beyaz ışığın yansıtılması ile yüzey pürüzlülüğünü ölçümlemeyi amaçlayan interferometreler ile mikroskopların bir araya getirilmesi ile oluşturulan sistemlerdir (Mathia ve diğerleri, 2011).

Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde kullanılan mikroskoplara örnek olarak taramalı elektron mikroskobu (*Scanning Electron Microscope/SEM*), taramalı konfokal mikroskopları (*Scanning Confocal Microscope/SCM*) ve taramalı uç mikroskopları (*Scanning Probe Microscope/SPM*) sayılabilir (Mathia ve diğerleri, 2011).

Diş hekimliğinde günümüze dek en sık kullanılan yöntemler profilometre ve SEM kullanılarak yapılan ölçümler olmuştur. SEM; örnek üzerine gönderilen elektron demetlerinin, yüzeyle etkileşimi sonrası geri yansıtılması ile görüntü eldesini sağlamaktadır. SEM yüzey pürüzlülüğünden çok yüzey topoğrafyasının belirlenmesini sağlar. SEM kullanımının örnek hazırlama sürecinin karmaşık ve uzun süreli oluşu, örnek yüzeyinde değişikliklere sebep olma riskinin varlığı ve sadece 2 boyutlu görüntülerin elde edilebilmesi gibi dezavantajları nedeniyle SPM türlerinden biri olan Atomik Kuvvet Mikroskobunun (*Atomic Force Microscope/AFM*) kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Hegedüs ve diğerleri, 1999; Kakaboura ve diğerleri, 2007; Mathia ve diğerleri, 2011). Binning ve diğerleri tarafından geliştirildiği bildirilen AFM, mekanik ve optik yöntemleri bir araya getiren sistemlerden biridir ve günümüzde yüzey pürüzlülüğü ve yüzey topoğrafyasının belirlenmesinde ideale en yakın cihaz olarak kabul edilmektedir (Mathia ve diğerleri, 2011). AFM, elastik bir manivelaya bağlı,

çapı 2-60 nm arasında değişebilen sivri bir ucun yüzeyde sabit bir kuvvetle hareket ettirilmesi sonucu tarama yapmaktadır (Mathia ve diğerleri, 2011). Uç ve yüzey arasındaki etkileşim manivela üzerinde yer alan fotodiyot detektör tarafından yansıtılan lazer ışığı ile ölçümlenir (Mathia ve diğerleri, 2011). AFM, minimum örnek hazırlığı ile örneğin doğal formunu bozmadan, sadece X ve Y düzleminde değil aynı zamanda Z düzleminde de ölçüm yaparak aynı anda hem 2 boyutlu hem 3 boyutlu görüntü eldesini sağlamaktadır (Hegedüs ve diğerleri, 1999; Kakaboura ve diğerleri, 2007). Ayrıca profilometreden farklı olarak belli bir sürede noktasal değil, belirlenen yüzey alanında ölçüm yapmakta ve daha hızlı sonuçlar sağlamaktadır. AFM ölçümleri ile 2 ve 3 boyutlu yüzey topoğrafyasının yanı sıra, yüzey pürüzlülüğü parametrelerinden minimum, maksimum, ortanca ve ortalama değerler ile R_a , R_z , R_q , R_{pv} , R_{sk} ve R_{ku} değerleri de ölçümlenebilmektedir.

2.3.Kompozit Rezinler

Kompozit, kelime anlamı olarak kimyasal yapıları farklı en az 2 materyalin fiziksel olarak karıştırılması ile elde edilen ve bu materyallerin teker teker sahip oldukları özelliklerin bir araya geldiği veya daha üstün özellikler gösteren birleşik anlamına gelmektedir (Ferracane, 1994; Fortin ve Vargas, 2000; Garg ve diğerleri, 2013, s. 299; Sherwood, 2010, s.327). Estetik amaçlı restorasyon uygulamaları için ilk ortaya atılan materyaller silikat simanlar ve akrilik rezinlerdi. Özellikle 1940'ların sonunda yaygınlaşan akrilik rezinlerin monomerleri sadece lineer zincir yapısında polimerler oluşturabilmekte, bu da restorasyonun fiziksel özelliklerini etkilemekteydi (Garg ve diğerleri, 2013, s. 299; Leinfelder, 1997). Bunun üzerine akrilik rezinlerin özelliklerini iyileştirmek amacıyla 1962 yılında R. Bowen'ın geliştirdiği uçucu olmayan, daha az polimerizasyon büzülmesine neden olan ve daha hızlı sertleşen Bis-GMA'nın (Bisfenol A glisidil dimetakrilat) tanıtılması ile birlikte kompozit rezinlerin ilk kez gündeme geldiği bildirilmiştir (Altun, 2005; Bowen ve Marjenhoff, 1992; Chen, 2010; Garg ve diğerleri, 2013, s. 299; Leinfelder, 1997; Sherwood, 2010, s.327; Zimmerli ve diğerleri, 2010).

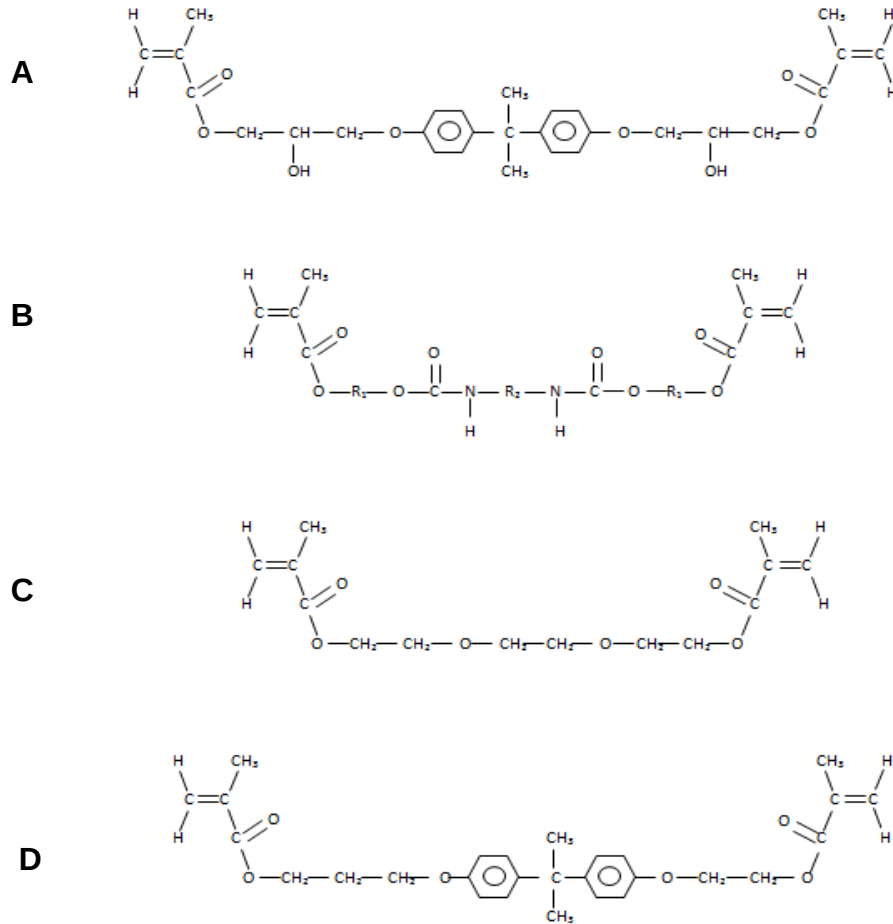
2.3.1. Kompozit Rezinlerin Yapısı

Kompozit rezinler temel olarak organik faz (polimer matriksi), inorganik faz (doldurucu fazı) ve bağlayıcı faz (ara faz, silan) olmak üzere 3 fazdan oluşmaktadır (Dayangaç, 2000, s. 2; Ferracane 1995; Fortin ve Vargas, 2000; Garcia ve diğerleri, 2006; Garg ve diğerleri, 2013, s. 299; Sherwood, 2010, s.328; Zimmerli ve diğerleri, 2010).

Organik Faz: Organik faz temel olarak alifatik/aromatik monomerlerden, ko-monomerlerden, reaksiyonu başlatıcı ve hızlandırıcı sistemlerden (*initiator* ve *activator*), inhibitörler, stabilizatörler ve ultraviyole ışını absorbe edici ajanlar ve pigmentlerden oluşmaktadır (Garg ve diğerleri, 2013, s. 300; Sherwood, 2010, s.328). Kompozit rezinlerin yapısındaki monomer ve komonomerler (MMA [metil metakrilat], Bis-GMA, TEGDMA [tri-etilen glikol dimetakrilat], UDMA [üretan dimetakrilat], HEMA [2-gidroksietil metakrilat], Bis-EMA [etoksi bisfenol A glisidil dimetakrilat], Bis-DMA [bisfenol A dimetakrilat], EGDMA [etilen glikol dimetakrilat], UTMA [üretan tetrametakrilat], D₃MA [dekanediol dimetakrilat], hekzametilen disiyanat) çeşitlilik gösterse de; en sık kullanılanlar molekül ağırlıkları sırası ile 512, 470, 286 ve 452 olan Bis-GMA, UDMA, TEGDMA ve Bis-EMA'dır (Chen, 2010; Garg ve diğerleri, 2013, s. 300; Geurtsen ve Leyhausen, 2001; Rai ve Kaur, 2010, s. 189,190; Sherwood, 2010, s.328; Sideridou ve Achilias, 2005; Zimmerli ve diğerleri, 2010). Bu monomerlerin kimyasal yapıları Şekil 2.5'de gösterilmektedir.

Dimetakrilat monomerler birçok çapraz bağ oluşturarak, yumuşama ve degradasyona karşı dirençli rijit bir rezin matriks oluşmasını sağlar. Molekül ağırlığındaki artış, viskozitenin artmasına neden olurken polimerizasyon büzülmesini azaltmaktadır (Banarjee ve Watson, 2011, s. 88; Garcia ve diğerleri, 2006). Böylece yüksek molekül ağırlığına sahip Bis-GMA ve UDMA mekanik özellikleri güçlendirirken polimerizasyon büzülmesini de azaltırlar. Bis-GMA, hidroksil grupları ve monomer arasındaki hidrojen bağları nedeniyle yüksek viskozite gösterdiğinden, viskoziteyi azaltmak amacıyla komonomer olarak düşük molekül ağırlığına sahip TEGDMA ile kombine

olarak kullanılabilir; ancak UDMA ve Bis-EMA'ya göre birim ağırlığa düşen çift bağ sayısı TEGDMA'da daha fazla olduğundan polimerizasyon büzülmesini de arttırmaktadır (Chen, 2010; Banarjee ve Watson, 2011, s.88; Gonçaves ve diğerleri, 2009; Mainjot ve diğerleri, 2016; Rai ve Kaur, 2010, s. 189; Zimmerli ve diğerleri, 2010). Bu nedenle polimerizasyon büzülmesini azaltmak, nem, asit veya ısı değişiklikleri gibi çevresel faktörlerin etkisini azaltmak için TEGDMA yerine molekül ağırlığı yüksek ama vizkozitesi düşük Bis-EMA komonomer olarak tercih edilmiş ancak kompozit rezinin bükülme dayanımında azalma gözlenmiştir (Chen, 2010; Gonçaves ve diğerleri, 2009).



Şekil 2.5. A Bis-GMA'nın kimyasal yapısı (Heymann ve diğerleri, 2012, s.e54). **B** UDMA'nın kimyasal yapısı (Heymann ve diğerleri, 2012, s.e54). **C** TEGDMA'nın kimyasal yapısı (Heymann ve diğerleri, 2012, s.e54). **D** Bis-EMA'nın kimyasal yapısı (Ferracane, 2006).

tüberkül defleksiyonunu, mine kenarlarında mikrofissür oluşumunu ve bunlara bağlı olarak mikrosızıntı, renk değişikliği, bakteri penetrasyonu ve post-operatif hassasiyeti azaltmaktadır (Banarjee ve Watson, 2011, s. 88; Garcia ve diğerleri, 2006; Zimmerli ve diğerleri, 2010). İnorganik doldurucu partikül miktarının fazla olduğu kompozitlerde sıkışma ve gerilme dayanıklılığı, aşınma direnci ve elastisite modülü genellikle artmaktadır (Zimmerli ve diğerleri, 2010).

Bağlayıcı Faz: Doldurucu partiküller ile organik matriksin birbirine bağlanmasını sağlayan bu fazın yapısı, hem metoksisilan (SiO_2) grubu hem de metakrilat grubu içeren silan bağlayıcı ajanlardan oluşmaktadır (Altun, 2005; Chen, 2010; Garg ve diğerleri, 2013, s. 301. ; Sherwood, 2010, s. 330; Zimmerli ve diğerleri, 2010). Partiküllerin üzerine yığılan silana ait metoksi grubu hidrolize olarak hidroksil gruplarını oluşturur (Sherwood, 2010, s. 330). Hidroksil grupları ise ya doldurucu partiküldeki OH^- grupları ile bağ yapar ya da komşu silan molekülünün hidroksil grupları ile bağ yaparak doldurucu partikül etrafında homopolimer oluşturur (Chen, 2010; Rai ve Kaur, 2010, s. 190; Sherwood, 2010, s. 330). Silana ait metakrilat grupları ise polimerizasyon sırasında rezin matriks ile kovalent bağlar oluşturur (Chen, 2010; Sherwood, 2010, s. 330). Bağlayıcı faz, gelen kuvvetleri esneyebilen rezin matriksten daha sert bir yapıya sahip olan doldurucu partiküllere ileterek restorasyonun dayanıklılığını sağlarken, doldurucu partiküller ile rezin matriks ara yüzeyine su penetrasyonunu engelleyerek hidrolitik stabilizasyonu da sağlar (Garg ve diğerleri, 2013, s. 301; Sherwood, 2010, s. 330). Yine de su emiliminin fazla olduğu durumlarda ya da izolasyonun ideal olmadığı nem kontaminasyonu durumunda silan ile diğer fazlar arasındaki bağlanma bozulur (Sherwood, 2010, s. 330). En yaygın kullanılan silan 3-metakriloksipropiltrimetoksisilan (MPTS)'dır (Chen, 2010; Sherwood, 2010, s. 330). Kullanılan diğer silan molekülleri ise 10-metakriloksidetiltrimetoksisilan, γ -glisidoksipropil trimetoksilan (GPS), organosilan alitrietoksilan (ATES), dimetildietoksisilan (DMDES),

tetraetoksisilan (TEOS), n-oktiltrimetoksisilan (OTMS), üretan dimetakrilat silan (UDMS)'dir (Chen, 2010; Garg ve diğerleri, 2013, s.301).

2.3.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler, içerdikleri inorganik doldurucu partikül içeriğine, büyüklüğüne ve/veya hacimsel olarak yüzdelere göre, organik matris içeriğine göre, polimerizasyon şekline göre ve vizkozitelerine göre sınıflandırılırlar.

İnorganik Doldurucu Partikül Özelliklerine Göre Kompozitlerin Sınıflandırılması: Geçmişten günümüze inorganik doldurucu partikül özelliklerine göre geliştirilmiş bazı sınıflandırmalar Tablo 2.2.-Tablo 2.5.'deki gibidir. Günümüzde partikül büyüklüğüne göre geliştirilmiş sınıflandırmalar sıkça kullanılsa da Willems bu sınıflandırmaları geliştirerek sadece partikül boyutu değil aynı zamanda Young modülü, doldurucu partikül yüzdesi, sıkışma dayanıklılığı, yüzey pürüzlülüğü gibi özelliklerin de göz önünde bulundurulduğu bir sınıflandırma geliştirmiştir.

Tablo 2.2. Skinner'ın inorganik doldurucu partikül büyüklüğüne göre tasarladığı sınıflandırma (Garg ve diğerleri, 2013, s.301).

Kompozit Türü	Partikül Boyutu
Geleneksel kompozit	8-12 μm
Küçük doldurucu partiküllü kompozit	1-5 μm
Mikrofil kompozit	0,4-0,9 μm
Hibrit kompozit	0,6-1 μm

Tablo 2.3. Philips ve Lutz'un inorganik doldurucu partikül büyüklüğüne göre tasarladığı sınıflandırma (Garg ve diğerleri, 2013, s. 301; Sherwood, 2010, s.332).

Kompozit Türü	Partikül Boyutu
Tip I: Makrofil kompozit	0,1-100 μm
Tip II: Mikrofil kompozit	0,04 μm

- Homojen
- Düzensizşekilli prepolimerize partikül
- Küresel şekilli prepolimerize partikül
- Aglomere (yığılmış) mikrofil kompleks

Tip III: Hibrit kompozit

Farklı boyutlardaki doldurucuların
bir arada kullanıldığı kompozitler

Tablo 2.4. Bayne ve Heymann'ın inorganik doldurucu partikül büyüklüğüne göre tasarladığı sınıflandırma (Garg ve diğerleri, 2013, s. 302).

Kompozit türü	Partikül boyutu
Megafil	1-2 mm
Makrofil	10-100 µm
Midifil	1-10 µm
Minifil	0,1-1 µm
Mikrofil	0,01-0,1 µm
Nanofil	0,005-0,01 µm

Tablo 2.5. Willems'ın tasarladığı sınıflandırma (Sherwood, 2010, s.332).

Kompozit türü	Partikül özellikleri
Yoğunlaştırılmış (<i>Densified</i>) Kompozitler:	
-Orta-dolduruculu (<i>Midway- filled</i>)	Hacimce partikül oranı %60'tan az
<i>Ultrafine</i>	Partikül boyutu < 3 µm
<i>Fine</i>	Partikül boyutu > 3 µm
-Yoğun-dolduruculu (<i>compact-filled</i>)	Hacimce partikül oranı %60'tan fazla
<i>Ultrafine</i>	Partikül boyutu < 3 µm
<i>Fine</i>	Partikül boyutu > 3 µm
Microfine Kompozitler:	Ortalama partikül boyutu 0,04 µm
-Homojen	
-Heterojen	
Karma (<i>Miscellaneous</i>) Kompozitler	Yoğunlaştırılmış kompozitlerle <i>microfine</i>

	kompozitlerin karıştırılması ile elde edilen kompozitler
Geleneksel Kompozitler	Diğer sınıflandırmalardaki makrofil kompozitlere denk
Fiberle Güçlendirilmiş Kompozitler	Willem bunu endüstriyel amaçlı kullanılan kompozitler olarak tanımlamıştır

Geleneksel kompozitler (makrofil kompozitler), 1960'larda üretilip piyasaya sürülen ilk kompozitlerdir (Heymann ve diğerleri, 2012, s.218). En sık kullanılan doldurucu partiküller, boyutları 5-50 μm arasında değişen ama genellikle ortalama 8 μm olan amorf silika ve kuartzdır (Garg ve diğerleri, 2013, s.302; Heymann ve diğerleri, 2012, s.218; Rai ve Kaur, 2010, s. 193; Sherwood, 2010, s.332). Küçük doldurucu partiküllü (minifil) kompozitler, geleneksel kompozitlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek, daha pürüzsüz yüzeyler elde etmek için inorganik doldurucu partiküllerin 0,5-3 μm kadar küçültüldüğü kompozitlerdir (Sherwood, 2010, s.332).

1970'lerin sonlarında tanıtılan mikrofil kompozitler; ağırlığın %35-60'ını oluşturan, ortalama 0,01-0,04 μm boyutlarında doldurucu partiküller (kolloidal silika) içermektedir (Heymann ve diğerleri, 2012, s.218; Rai ve Kaur, 2010, s. 194; Sherwood, 2010, s.333). Yüksek translusensi, düşük elastisite modülü, iyi cilalanabilirlik özelliklerine sahip olsa da içerdiği kolloidal silikanın ıslatılabilmesi için monomer miktarının daha fazla olması vizkozitenin artmasına, renklenmeye, düşük aşınma direnci, artan su Emilimi ve termal genleşme ile düşük fraktür direnci ve marjinal kırıklara neden olmaktadır (Garg ve diğerleri, 2013, s. 302, s.303; Rai ve Kaur, 2010, s. 194, Sherwood, 2010, s.333).

Konvansiyonel kompozitlerin mekanik ve fiziksel özellikleri ile mikrofil kompozitlerin yüzey ve estetik özelliklerini bir araya getirmek üzere hibrit kompozitler geliştirilmiştir (Heymann ve diğerleri, 2012, s.219; Rai ve Kaur, 2010, s.194). Partikül büyüklüğü 0,4-1 μm arasında değişen doldurucular, ağırlığın %70-85'ini oluşturmaktadır (Garg ve diğerleri, 2013, s.303; Heymann ve diğerleri, 2012, s.219; Rai ve Kaur, 2010, s.194). Farklı

derecelerde opasite ve translusensi gösterebilen renk seçeneği çeşitliliği, mikrofil kompozitler kadar olmasa da iyi cilalanabilirlik ve yüzey özellikleri, yüksek aşınma direnci, dişe benzer termal genleşme katsayısı, düşük polimerizasyon büzülmesi ve düşük su emilimi hibrit kompozitlerin avantajları arasında yer almaktadır (Garg ve diğerleri, 2013, s. 303; Heymann ve diğerleri, 2012, s.219; Rai ve Kaur, 2010, s.194). Aşırı kuvvet altında başarısızlık ve uzun dönemde parlaklığında kayıp ise başlıca dezavantajlarıdır (Garg ve diğerleri, 2013, s. 303).

Nanoteknolojinin gelişmesi ile birlikte piyasaya sürülen yeni nesil kompozitlerden nanofil kompozitler, partikül boyutları 0,001-0,005 µm arasında değişen kompozitlerdir (Heymann ve diğerleri, 2012, s.219). Günümüzde en sık kullanılanlar ise, bu nanometre boyutundaki doldurucuların yapısına eklendiği hibrit kompozitlerdir. Nanohibrit kompozitler olarak adlandırılan bu kompozitler, hem anterior hem posterior bölgede kullanılabilen, uygulaması kolay, renk stabilitesi yüksek, dişe benzer translusensiye sahip, daha estetik, optimum mekanik özelliklere sahip, aşınma direnci yüksek kompozitlerdir (Garg ve diğerleri, 2013, s. 303; Heymann ve diğerleri, 2012, s.219).

Polimerizasyon Şekline Göre Kompozitlerin Sınıflandırılması:

İnorganik doldurucu özellikleri dışında kompozitler polimerizasyon özelliklerine göre de sınıflandırılmıştır. Bu tür sınıflandırmalara örnek ISO 4049/ANSI/ADA#27 verilebilir (Tablo 2.6).

Bu sınıflandırmaya göre temel olarak kompozitler; (1) Kimyasal olarak polimerize olan kompozitler, (2) Işıkla polimerize olan kompozitler ve (3) Hem kimyasal hem ışıkla polimerize olan (*Dual-Cure*) kompozitler olarak ayrılmaktadır.

Kimyasal olarak polimerize olan (*self curing*) kompozitler, genellikle pat-pat sistemlerdir (Dayangaç, 2000, s.15; Rai ve Kaur, 2010, s.194; Sherwood, 2010, s.334). Patlardan biri reaksiyonu başlatıcı olarak benzoil peroksit içerirken, diğeri ise reaksiyonu hızlandırıcı olarak tersiyer amin içermektedir (Dayangaç, 2000, s.16; Rai ve Kaur, 2010, s.194). Her iki pattan

Tablo 2.6. ISO 4049/ANSI/ADA#27'ye göre kompozitlerin sınıflandırılması (Sherwood, 2010, s.332).

Tip I	Okluzal yüzeyi içeren restorasyonların yapımında kullanılabilecek polimer bazlı materyaller
Tip II	Diğer polimer bazlı materyaller -Sınıf 1: Kimyasal olarak polimerize olan -Sınıf 2: Işıkla polimerize olan - Grup 1: Enerjinin intraoral olarak uygulandığı - Grup 2: Enerjinin ekstraoral olarak uygulandığı -Sınıf 3: Hem kimyasal hem ışıkla polimerize olan

eşit oranda karıştırıldığında peroksit ve amin reaksiyona girerek polimerizasyonu başlatır. Patların miktarındaki hatalar %30'dan fazla olmadığı sürece kompozitin fiziksel özelliklerinde belirgin değişiklikler gözlenmemektedir (Dayangaç, 2000, s.16). Renk çeşitliliğinin fazla olmaması, çalışma süresinin hekim tarafından kontrol edilememesi ve bu nedenle polisaj işlemlerinin uzaması, karıştırma işlemi sırasında hava kabarcıklarının oluşması ile birlikte yapıda meydana gelen pöröziteler ve yapı içerisinde hapsolan oksijenin polimerizasyonu inhibe etmesi, kompozit yapısındaki aminin ağız ortamında kimyasal değişikliğe uğrayarak sarı-kahverengi renklenmelere neden olması gibi dezavantajları nedeniyle; ışıkla polimerize olan kompozitler geliştirilmiştir (Dayangaç, 2000, s.17, s.18; Sherwood, 2010, s.334).

Işıkla polimerize olan kompozitler tek pat sistemlerdir. İlk olarak 1972'de kullanıma sürülen ilk türlerinde polimerizasyonu başlatmak için ultraviyole ışık kullanılmaktaydı (Dayangaç, 2000, s.17). Kullanım öncesinde ultraviyole ışık kaynağının ısıtılması gerekliliği, uygulama süresinin uzun olması, penetrasyon derinliğinin yetersiz olması ve en önemlisi retina ve yumuşak doku hasarları gibi hekim ve hastanın sağlığını tehdit eden zararlarının varlığı nedeniyle, ultraviyole ışık yerine polimerizasyon başlatıcı olarak görünür ışık kullanılmaya başlanmıştır (Dayangaç, 2000, s.17; Rai ve Kaur, 2010, s.194, s.195). Işıkla polimerize olan kompozitlerde

polimerizasyon başlatıcılar genellikle 420-450 nm görünür mavi ışığa duyarlı olan diketonlar, reaksiyonu hızlandırıcılar ise alifatik aminlerdir (Dayangaç, 2000, s.17; Rai ve Kaur, 2010, s.194). Polimerizasyonu başlatmak için kullanılan ışık cihazlarına örnek olarak; kuartz–tungsten halojen ışık kaynakları, LED (*light emitting diode*) ışık kaynakları, plazma ark ışık kaynakları, diyot lazer ve argon lazer sayılabilmektedir (Hervas-Garcia ve diğerleri, 2006; Sherwood, 2010, s.335). Penetrasyon derinliği göz önüne alındığında, ışık ile polimerize olan kompozitler ideal polimerizasyon için en fazla 2 mm'lik tabakalar halinde uygulanmalıdır (Sherwood, 2010, s.335).

Hem kimyasal hem ışıkla polimerize olan kompozitler ise ışığın ideal şekilde ulaşmadığı alanlarda veya kalın tabakalarda polimerizasyonun yeterli olup olmadığı kaygısı sonucu geliştirilmiştir (Dayangaç, 2000, s. 19; Sherwood, 2010, s.336). Bu kompozitler, yapısındaki aminle reaksiyona girerek hem kimyasal polimerizasyonu sağlayacak benzoil peroksit moleküllerini hem de ışık ile polimerizasyonu sağlayacak diketon moleküllerini içermektedir (Sherwood, 2010, s.336).

Viskozitelerine Göre Kompozitlerin Sınıflandırılması:

Kompozit rezinler, viskozitelerine göre kondanse edilebilen (*packable/condensable*) kompozitler ve akışkan (*flowable*) kompozitler olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

Kondanse edilebilen kompozitler, hacimce %80 veya daha fazla dolduru partikül içermektedirler. Bu kompozitler; amalgama alternatif olarak, vizküz, işlenebilir, basınç uygulanabilir ve ideal kontakt alanları oluşturulabilir bir materyal olarak geliştirilmiştir (Hervas-Garcia ve diğerleri, 2006; Heymann ve diğerleri, 2012, s.219) . Yine de kondensasyon için amalgama oranla 2 kat daha fazla zaman gerektirmekte, ideal kontakt alanını oluşturmak daha zor olmaktadır (Heymann ve diğerleri, 2012, s.219; Sherwood, 2010, s.334).

Akışkan kompozitler ise hacimce daha az doldurucu partikül içermekte ve böylece düşük viskoziteli yapı elde edilmektedir (Heymann ve diğerleri, 2012, s.219; Sherwood, 2010, s.334). Kondanse edilebilen kompozitlere oranla; aşınma direnci ve dayanıklılıkları daha düşük, polimerizasyon

büzülmeleri daha yüksektir. Proksimal ve okluzal streslerin yoğun olmadığı bölgelerde, Class V kavitelelerin restorasyonunda, pit ve fissür örtücü olarak, tamir amacıyla veya kondanse edilebilen kompozitler altında stres kırıcı olarak uygulanabilirler (Dayangaç, 2000, s.19; Heymann ve diğerleri, 2012, s.219; Sherwood, 2010, s.334).

2.4. Diş Hekimliğinde CAD/CAM Uygulamaları ve CAD/CAM Bloklar

Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (*Computer aided design and computer aided manufacturing-CAD/CAM*), sistemlerinin diş hekimliğinde kullanımı 1970'li yıllarda gündeme gelmiş ve 1980'li yıllardan itibaren hızlı bir gelişim göstermiştir (Çelik ve diğerleri, 2013; Ersu ve diğerleri, 2008; Karaalioğlu ve Duymuş, 2008; Şahin ve diğerleri, 2009). Günümüze dek geliştirilmiş CAD/CAM sistemler Cerec, Duret, Denzir, Celay, Procera, Cercon, Cicero, Lava, Rekow, Comet vb.'dir (Çelik ve diğerleri, 2013; Ersu ve diğerleri, 2008; Karaalioğlu ve Duymuş, 2008; Şen ve Tuncelli, 2017).

Günümüzde CAD/CAM sistemler; inley, onley, laminate veneer, bölümlü kron, tam kron ve köprü sistemleri, hareketli bölümlü protezlerin iskelet yapıları, implant cerrahisinde kullanılan stentler, maksilofasiyal protezler, implant destekli protezlerdeki dayanak ve hibrit protez alt yapılarının tasarlanıp üretilmesi gibi pek çok amaçla kullanılabilmektedir (Ersu ve diğerleri, 2008; Şen ve Tuncelli, 2017).

Sistem temel olarak 3 boyutlu yüzeyin taranması, 3 boyutlu bilgisayar destekli tasarım ve fabrikasyon olmak üzere 3 basamaktan oluşmaktadır (Çelik ve diğerleri, 2013; Ersu ve diğerleri, 2008; Yöndem ve Aykent, 2008). 3 boyutlu tarama intraoral olarak ya da alçı modeller üzerinden yapılabilmektedir (Çelik ve diğerleri, 2013). Fabrikasyon aşaması ise günümüzde 'eksiltme' ve 'ekleme' metotları ile gerçekleştirilebilmektedir. Pek çok sistemde restorasyonlar prefabrik blokların elmas frez veya diskler yardımı ile frezelenmesi sonucu eksiltme yöntemi ile elde edilmektedir ancak bu yöntemde prefabrik blokların %90'ı uzaklaştırılmakta ve materyalin tamamı verimli olarak kullanılamamaktadır (Ersu ve diğerleri, 2008). Son

dönemlerde eksiltme yöntemine alternatif olarak hızlı prototip üretimi (3 boyutlu serbest şekilli üretim/*solid free-form fabrication*) gibi ekleme yöntemiyle üretimi sağlayan yeni sistemler geliştirilmiştir. Seramik ve metal restorasyonların üretiminde kullanılan seçici lazer sinterizasyon sistemi Medifactoring (Bego Medical AG, Bremen, Almanya) bu sistemlere bir örnektir (Ersu ve diğerleri, 2008).

CAD/CAM uygulamalarındaki gelişmelerle beraber geleneksel ölçü alma yöntemlerine gereksinim kalmamış böylece olası çapraz kontaminasyonun önüne geçilmiş, işlem süresi tek seansa kadar kısaltılmış, tek seans uygulamalarla geçici kron gerekliliği ortadan kalkmış ve restorasyonlarda gözlenen hata payı, pöröziteler azalmış, daha homojen yapıda restorasyonların eldesi sağlanmıştır (Çelik ve diğerleri, 2013; Karaalioğlu ve Duymuş, 2008; Mainjot ve diğerleri, 2016; Şen ve Tuncelli, 2017 Yöndem ve Aykent, 2008). Maliyetinin yüksek oluşu, derin subgingival alanların taranmasındaki zorluklar ve monokromatik blokların istenilen estetiği sağlayamaması ise başlıca dezavantajlarıdır (Şen ve Tuncelli, 2017).

CAD/CAM sistemlerle restorasyonların üretiminde kullanılmak üzere metal, seramik veya seramik/nanoseramik hibrit olmak üzere farklı içeriklere sahip pek çok CAD/CAM blok üretilmektedir.

2.4.1. Seramik CAD/CAM Bloklar

Seramik, ADA (*American Dental Association*)'nın dental prosedürler ve isimlendirme kodlarının 2013 versiyonuna göre 'predominant olarak dayanıklı inorganik bileşenlerle beraber porselen, cam, seramik ve cam-seramik içeren sıkıştırılmış, pişirilmiş, cilalanmış veya freze edilmiş materyaller' olarak tanımlanmıştır.

Seramik restorasyonların hazırlandığı geleneksel yöntemlerin zaman alıcı olması, daha fazla aşamadan oluşması, teknik hassasiyet gerektirmesi gibi nedenlerden ötürü seramiklerin de CAD/CAM sistemlerinde kullanımı gündeme gelmiştir. Ayrıca CAD/CAM teknolojisi, geleneksel yöntemlerle işlenmesi pek mümkün olmayan zirkonyum dioksit gibi polikristalin seramiklerin restorasyon amacıyla kullanılabilmesine de olanak sağlamıştır

(Li ve diğerleri, 2014). Bu gelişmelere bağlı olarak seramik CAD/CAM blokların başlıca endikasyonları; full seramik kronlar, tek ve çok birimli restorasyonlar, posterior bölgede yükü karşılayabilen daha kısa köprüler, implant destekli full ark protezler, implantlar için abutmentların üretimi olmuştur (Denry ve Kelly, 2014; Li ve diğerleri, 2014).

Seramik/Nanoseramik Hibrit CAD/CAM Bloklar (S/NHCB): Diş hekimliğinde, restoratif amaçlı en yaygın uygulanan materyaller kompozit rezinler ve seramiklerdir; ancak her 2 materyale ait avantajların yanında çeşitli dezavantajlar da mevcuttur. Kompozit rezinlerle ilgili dezavantajların başında polimerizasyon büzülmesi, artık monomerler, poroziteler, homojen olmayan yapı ve renk stabilitesi ile ilgili problemler yer almaktadır (Duan ve Griggs, 2015; Karaokutan ve diğerleri, 2015; LeSage, 2014).

Konvansiyonel ve CAD/CAM seramik restorasyonların ise fazla preparasyona ihtiyaç duymaları, hazırlanma sürecinin klinik ve laboratuvarında pek çok basamaktan oluşması, tamirinin zor olması ve monokromatik görünüm gibi dezavantajları bulunmaktadır (Duan ve Griggs, 2015; Karaokutan ve diğerleri, 2015; LeSage, 2014). Her 2 materyale ait dezavantajların önüne geçmek amacıyla günümüzde seramik ve kompozit rezinlerin bir arada kullanımı gündeme gelmiştir. Son dönemlerde kompozit rezinler, seramikler ve CAD/CAM teknolojisinin bir araya getirilmesi ile geliştirilen seramik/nanoseramik hibrit CAD/CAM bloklar da bu amaca yönelik geliştirilmiştir. Bu gruba dahil olan materyaller; rezin nanoseramikler, hibrit seramikler, rezin-matriks seramikler, çift-ağlı materyaller, kompozit faz ilave edilmiş seramik bazlı materyaller (*ceramic-based interpenetrating-phase composites*), polimer infiltre seramik ağ (*polymer infiltrated ceramic network*), kompozit CAD/CAM bloklar gibi çok farklı isimlerle sınıflandırılmıştır (Gracis ve diğerleri, 2015; Li ve diğerleri, 2014; Mainjot ve diğerleri, 2016).

Piyasaya ilk sürülen S/NHCB, Paradigm MZ100 (3M ESPE, MN, ABD) olmuştur (Mainjot ve diğerleri, 2016). Fotopolimerizasyon yöntemi ile elde edilen Paradigm MZ100'ün içeriği aynı firmaya ait direkt kompozit rezin olan Z100'e benzerlik göstermektedir ve Bis-GMA-TEGDMA matriks içerisinde

ağırlıkça %85 zirkonya-silika seramik (0,6 µm küresel şekilli) doldurucular içermektedir (Gracis ve diğerleri, 2015; Mainjot ve diğerleri, 2016; Şen ve Tuncelli, 2017).

Daha sonra piyasaya sürülen S/NHCB Lava Ultimate (3M ESPE, Bad Seefeld, Almanya) ise ağırlıkça %80 oranında bir araya toplanarak yığılmış (*agglomerated*) silika (20nm) ve zirkonya (4-11nm) nanopartiküller ve ağırlıkça %20 oranında Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA ve TEGDMA'dan oluşmaktadır (Gracis ve diğerleri, 2015; Mainjot ve diğerleri, 2016; Şen ve Tuncelli, 2017). Lava Ultimate yüksek ısı polimerizasyon (*high temperature-HT polymerization*) yöntemi ile elde edilmektedir (Mainjot ve diğerleri, 2016). Lava Ultimate blokların üretimi sırasında, silan ile rezin matriks ve nanomer yapı arasında kimyasal bağlanma sağlanarak 0,6-10 µm boyutlarında nanopartikül demetleri oluşturulmaktadır (Şen ve Tuncelli, 2017). Yapısındaki nanopartikül demetleri yüksek kırılma ve aşınma direnci sağlamaktadır (Şen ve Tuncelli, 2017). Lava Ultimate bloklara benzer şekilde, yüksek ısı polimerizasyon yöntemiyle üretilen diğer S/NHCB'lar ise Cerasmart (GC Corporation, Tokyo, Japonya) ve Shofu Block HC (Shofu Inc., Kyoto, Japonya)'dir. Cerasmart UDMA-DMA matriks ve ağırlıkça %71 silika bazlı cam ve silika (20-300nm) partiküllerden oluşmaktadır (Mainjot ve diğerleri, 2016). Shofu Block HC ise UDMA ve TEGDMA matriks ile ağırlıkça %60 silika bazlı cam ve silika partiküllerden meydana gelmektedir (Gracis ve diğerleri, 2015; Mainjot ve diğerleri, 2016).

Polimer infiltre seramik ağ olarak da sınıflandırılan S/NHCB grubunda yer alan materyal ise 2013 yılında piyasaya sürülen Vita Enamic (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya)'dir (Şen ve Tuncelli, 2017). Vita Enamic, polimerizasyon büzülmesi nedeniyle oluşan kuvvetlerin seramik ağda meydana getireceği olumsuz etkileri engellemek üzere yüksek ısı (100°C) ve yüksek basınç (150 MPa) polimerizasyon (*high temperature and high pressure polymerization*) yöntemi ile üretilmektedir (Mainjot ve diğerleri, 2016). Yüksek ısı, zincirlerin mobilitesini ve polimerizasyonu artırırken; yüksek basınç ise büzülmeyi azaltmakta ve oluşabilecek defekt miktarını da azaltmaktadır. Vita Enamic, ağırlıkça %14 UDMA-TEGDMA matriks ile

ağırlıkça %86 feldspatik seramik ağdan oluşmaktadır (Acar, 2016; Gracis ve diğerleri, 2015; Mainjot ve diğerleri, 2016). Üretimi, ilk olarak boşluklu seramik alt yapıya monomerlerin infiltrasyonu ve sonrasında polimerize edilmesi şeklindedir (Şen ve Tuncelli, 2017).

Fotopolimerizasyon yöntemi yerine yüksek ısı ve yüksek basınç polimerizasyon yöntemlerinin uygulanması ile aşınma direnci, sertliği ve elastisite modülü yüksek S/NHCBlar elde edilmiştir (Mainjot ve diğerleri, 2016). Ayrıca rezin kompozitlerin CAD/CAM bloklar olarak üretimi, doldurucu partikül içeriğinin artırılmasına olanak sağlamıştır. Doldurucu partikül içeriğinin artması da gerilme, sıkışma ve esneme (*flexural*) dayanıklılığının, sertliğin ve elastisite modülünün artmasını sağlamıştır (Acar, 2016; Mainjot ve diğerleri, 2016). Vita Enamic'de olduğu gibi polimerizasyon başlatıcıların yapıya eklenmesi de esneme dayanıklılığını arttırmaktadır (Mainjot ve diğerleri, 2016). Daha küçük boyutlarda ve daha fazla miktarda doldurucu partikül içeriği aşınma direncinde de artışa neden olmaktadır. 30-38 Gpa değerindeki elastisite modülü ile Vita Enamic diş mine ve dentin dokularına en yakın değerleri göstermiştir (Denry ve Kelly, 2014; Mainjot ve diğerleri, 2016). Polimerizasyon miktarının arttırılması, daha az toksik monomerlerin yapıya katılması ve genellikle fotoiniyatörlerin yapıya eklenmemiş olması gibi özellikler de CAD/CAM blokların direkt kompozit rezinlere oranla oluşabilecek sitotoksik ve genotoksik etki riskini azaltmıştır (Mainjot ve diğerleri, 2016).

2.5. Diş Sert Dokularının Yapısı

Mine, dentin ve sementten oluşan diş sert dokularının yapısı, dişin kimyasal, fiziksel ve optik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerdir.

2.5.1. Mine

Embriyolojik dönemde hücreler, 3 farklı germ yaprağından köken alırlar; ektoderm, mezoderm ve endoderm. Mine; ektoderm kökenli ameloblast hücreleri tarafından oluşturulur (Heymann ve diğerleri, 2011, s.2). Dişin dentin dokusunu oluşturan mezoderm kökenli odontoblast hücrelerine komşu olan ameloblastlar, odontoblastların predentini oluşturmaya

başlamasını takiben mine dokusunun ilk temellerini atarlar. Minenin oluşum süreci amelogenesis olarak adlandırılmaktadır. İlk başta organik yapıdan zengin olan mine gelişim sürecinde yüksek oranda mineralize olarak vücudun en sert dokusu haline gelir (Heymann ve diğerleri, 2011, s.2).

Kimyasal olarak mine, ağırlıkça %95-98 inorganik materyal içeren yüksek oranda kristalize bir yapıdır. Kristalin örgü şeklindeki hidroksiapatit, minenin inorganik yapısının en önemli bileşenidir ve hacimce %90-92 arasındadır (Garg ve diğerleri, 2013, s.19; Heymann ve diğerleri, 2011, s.2; Roberson ve diğerleri, 2011, s.19). Hidroksiapatit kristallerine ek olarak inorganik yapı az miktarda diğer mineraller ve eser elementleri de içermektedir. Ortalama 10,000 hidroksiapatit kristali birleşerek minenin başlıca histolojik yapı elemanları olan altıgen şekilli mine prizmalarını meydana getirirler (Garg ve diğerleri, 2013, s.19; Heymann ve diğerleri, 2011, s.2). Bir dişte bulunan mine prizmalarının sayısı sayısı 5-12 milyon arasında değişebilmektedir (Heymann ve diğerleri, 2011, s.3). Mine prizmalarının çapı ise ortalama 5 µm olup, mine-dentin sınırından mine dış yüzeyine gidildikçe 2 katına ulaşmaktadır. Mine prizmalarının her biri matriks proteinleri ve su hidrasyon tabakasından oluşan bir kılıfla sarılmıştır. Bu tabaka, 2 prizmayı birbirinden ayırdığı için interprizmatik boşluk olarak da adlandırılır (Habelitz ve diğerleri, 2001; Sturdevant ve diğerleri, 2003, s. 17). İnorganik yapı dışında mine; toplam olarak hacimce ortalama %6, ağırlıkça %1-2 organik içerik ve ortalama %4 sudan oluşur (Garg ve diğerleri, 2013, s. 19; Heymann ve diğerleri, 2011, s.2; Roberson ve diğerleri, 2011, s.19).

Mine, dişin anatomik kronunu çepeçevre sarar ve değişik bölgelerde farklı kalınlıklar gösterir. Mine kalınlığı insizal ve okluzal bölgelerde en kalındır ve mine-sement birleşiminde sonlanana kadar aşamalı olarak incelir. Mine kalınlığı ayrıca diş sınıfları arasında da farklılık gösterir; kesici dişlerin insizal kenarlarında ortalama 2 mm kalınlığında iken, küçük azı dişlerin tüberkül tepelerinde 2,3 ile 2,5 mm arasında ve azı dişlerin tüberküllerinde 2,5 ile 3 mm arasındadır (Garg ve diğerleri, 2013, s.19; Heymann ve diğerleri, 2011, s.2; Roberson ve diğerleri, 2011, s.18,19). Posterior dişlerin gelişimsel tüberküllerinin birleşim bölgelerinde mine kalınlığı genelde azalır,

hatta bazen birleşim bölgesinin tam kaynaşmamış olduğu fissürlerde sıfıra yaklaşır.

Mine sert ve sıkı bir yapı olmasına rağmen, bazı iyonlar ve moleküllerin kısmen veya tamamen geçişine izin verecek şekilde geçirgendir. Bu geçişin rotası az mineralize ve yüksek organik içerikli olan, prizma kılıfı, mine çatlağı ve diğer kusurlu yapısal birimlerdir (Heymann ve diğerleri, 2011, s.6; Roberson ve diğerleri, 2011, s.23). Su, kristaller arası küçük boşluklarda taşıyıcı bir ortam olarak önemli rol oynar. Basit geçirgenlik sürekli devam etmekle birlikte, matriks yapısındaki bazı değişiklikler nedeniyle minenin geçirgenliği yaşla beraber azalır ve buna “minenin olgunlaşması” (minenin maturasyonu) denir (Heymann ve diğerleri, 2011, s.6; Roberson ve diğerleri, 2011, s.23).

2.5.2. Dentin

Dentin, mezoderm kökenli odontoblast hücreleri tarafından oluşturulur ve bu oluşum süreci dentinogenezis olarak adlandırılır (Heymann ve diğerleri, 2011, s.6). İlk üretilen, mineral içeriği az olan dentin yapısına ‘predentin’ denir. Predentin yapısının oluşumunu takiben, odontoblastların üretime devam eden, mineral çökmesinde görevli uzantıları (Tomes Fibrilleri) bu yapı içerisinde hapsolür (Heymann ve diğerleri, 2011, s.6). Odontoblast hücre gövdeleri ise, dişin sinir ve damarlarını içeren pulpa dokusunun hemen dışında yer alır (Roberson ve diğerleri, 2011, s.24).

Tüm dentin boyunca odontoblastik uzantıları ve plazma sıvısını içeren, mine-dentin veya sement-dentin birleşiminden pulpaya kadar uzanan bu küçük kanallara dentin kanalları (tübülleri) denir. Dentin kanallarının iç yüzeyi, çevrelerinde bulunan intertübüler dentinden çok daha fazla mineralize olan peritübüler (intratübüler) dentinle çevrilidir. Dentin kanallarını birbirine bağlayarak odontoblast hücrelerinin birbiri ile etkileşimini sağlayan küçük yan kanallara da ‘kanalikül’ denir (Heymann ve diğerleri, 2011, s.8; Roberson ve diğerleri, 2011, s.25).

Dentin üretimini takiben pulpa odasının daralması, odontoblast hücre gövdelerini birbirine yaklaştırmaya zorlar. Bunun sonucu olarak, mine-dentin

birleşiminde 15,000/mm² ile 20,000/mm² civarında olan kanal sayısı, pulpaya komşu bölgede 45,000/mm² ile 60,000/mm² civarındadır (Heymann ve diğerleri, 2011, s.7, s.8; Roberson ve diğerleri, 2011, s.25). Kalsifikasyona bağlı olarak, kanal lümenlerinin çapları da mine-dentin birleşiminde ortalama 0,5-0,9 µm iken, pulpa yüzeyinde 2-3 µm'ye yükselir.

Dentinin içeriği yaklaşık olarak %75 inorganik, %20 organik, %5 su ve diğer materyallerdir (Roberson ve diğerleri, 2011, s.27). İnorganik yapı; temel olarak minedekilerden daha küçük ve daha az organize olmuş hidroksiapatit kristallerinden oluşurken, organik yapı %90 tip 1 kollajen ve %10 kollajenöz olmayan proteinlerden oluşur (Heymann ve diğerleri, 2011, s.9; Roberson ve diğerleri, 2011, s.27). Dentin, mineden daha az, sement ve kemiktense daha fazla mineralizedir dolayısıyla mineye göre daha yumuşak, sement ve kemiğe göre daha sert bir dokudur. Dentinin mineralizasyon seviyesi ise yaşla birlikte artmaktadır.

2.5.3. Sement

Sement, dişin gelişimi sırasında mine oluşumu tamamlandıktan sonra, mine epitelinin iç ve dış tabakaları tarafından oluşturulan Hertwig epitelyal kök kılıfındaki hücrelerden köken alan sementoblast hücreleri tarafından oluşturulan ve kök dentinini çevreleyen dokudur. İleri dönemde sement yapımında periodontal ligamentin fibroblastları da yer alır. Sertliği mine ve dentinden az, kemiğe benzer olan sement, %45-50 civarında inorganik materyal ve %50-55 civarında organik materyal ve sudan oluşur. İnorganik fazı birincil olarak hidroksiapatitten, organik fazı ise kollajen ve protein polisakkaritlerden oluşur. Mineralize dokular içerisinde en çok florür içeren yapıdır. Periodontal ligamentin liflerinden köken alan ve sement içine gömülerek dişi alveol kemiğine bağlayan liflere Sharpey lifleri denir. Bağlanmanın bozulmaması için, eskiyen yüzeyel tabaka altında yeni sement oluşumu sürekli devam eder. Hücresiz ve hücreli olmak üzere 2 tabakası vardır. Hücresiz tabaka daha yoğun olarak koronale doğru, hücreli tabaka ise apikale doğru yer alır. Kök ucundaki sement apikal forameni sarıp, pulpa kanalının içine doğru hafifçe uzanır. Okluzal ve insizal yüzeylerdeki atrizyona

bağlı aşınmayı ve pasif erüpsiyonu kompanze etmek için kök ucunda sement kalınlığında artış olabilir (Roberson ve diğerleri, 2011, s.33).

2.6. Restoratif Diş Hekimliğinde Renklenme Tedavileri

Estetik, restoratif diş hekimliğinin en önemli parçalarından biri haline gelmiştir. Günümüzde diş hekimliğinde kabul gören doğal, sağlıklı, kendinden emin ve güzel bir gülüşe dayalı estetik görünüm tanımı; diş rengindeki restoratif materyaller ve gülüş tasarımı kadar, beyazlatma ajanları ve beyazlatma uygulamalarında da gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Dişlerde meydana gelen dış kökenli (ekstrensik/eksternal) veya iç kökenli (intrensik/internal) renklenmeler ise estetik görünümün sağlanmasında en büyük engellerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Alqahtani, 2014; Garg ve diğerleri, 2013, s.540; Heymann ve diğerleri, 2012, s.308; Nathoo, 1997; Sherwood, 2010, s.456).

Pelikül, tükrük proteinlerinin selektif olarak mine yüzeyindeki fosfat tabakası ve iyonik kalsiyum ile etkileşime girmesi sonucu oluşur. Dış kökenli renklenmeler, genellikle dişin dış yüzeyindeki pelikula lokalize olmuş kromatojenik materyallere bağlı oluşan renklenmelerdir (Alqahtani, 2014; Heymann ve diğerleri, 2012, s.307). Bu tür renklenmeler genellikle pelikül içerisinde lokalizedir ve 2 şekilde oluşabilir; (1) şeker ve amino asitler arasındaki reaksiyon sonucu renklenmeye neden olan moleküllerin (kromoforların) oluşması, (2) dış kökenli kromoforların dişe retansiyonu (Alqahtani, 2014; Garg ve diğerleri, 2013, s.540). Dış kökenli kromoforların retansiyonu sonucu renklenme; kromoforların Van der Waals kuvvetleri, dipol-dipol kuvvetler, elektrostatik kuvvetler, hidrasyon kuvvetleri, hidrofobik etkileşimler veya hidrojen bağları ile pelikula retansiyonu sonucu gerçekleşmektedir (Alqahtani, 2014; Nathoo, 1997). Peliküldaki şeker ve amino asitler arasındaki kimyasal reaksiyon ise 'Maillard Reaksiyonu' veya 'Non-enzimatik kahverengileşme reaksiyonu (*non-enzymatic browning reaction*)' olarak adlandırılır (Alqahtani, 2014). Bu reaksiyona bağlı dış kökenli renklenmeler furfural ve furfuraldehid gibi molekülleri içermektedir.

Nathoo'nun 1997'de ortaya koyduğu ve dış kökenli renklenmelerin 3'e ayrıldığı sınıflandırmaya göre N-1 ve N-2 tip renklenmelerin mekanizması dış kökenli kromoforların direkt dişe retansiyonu şeklindedir ancak N-1 tipte kromofor rengi ile dişte neden olduğu renklenme benzetilmekteyken, N-2 tipte ise kromofor dişe bağlandıktan sonra renk değiştirmektedir (Garg ve diğerleri, 2013, s.540; Nathoo, 1997). Pelikula bağlanan bakterilerin ve metallerin neden olduğu renklenmeler ile kahve, çay vb. materyallerin içeriğinde bulunan ve kateşin, lökoantosiyanın vb polifenollerden meydana gelen taninlerin neden olduğu renklenmeler, N-1 tip renklenmelere örnektir (Nathoo, 1997). N-2 tip renklenmeler genellikle N-1 tip renklenmelerin zamana bağlı olarak form değiştirmesi şeklinde gözlenir. N-3 tip renklenmeler ise, dişe bağlanan renksiz prekoromijen moleküllerin kimyasal reaksiyon sonucu kromoforları oluşturması ile gelişir (Garg ve diğerleri, 2013, s.540; Nathoo, 1997). Maillard reaksiyonu ile oluşan renklenmeler N3-tip renklenmelerdir. Stannöz florür, klorheksidin, elma ve patates vb gıdalara bağlı renklenmeler N-3 tip renklenmelere örnektir (Nathoo, 1997).

İç kökenli renklenmeler, genetik hastalıklar, hematolojik hastalıklar, karaciğer ve böbrek hastalıkları gibi sistemik faktörlere veya diş dokuları ve dental tedavileri kapsayan lokal faktörlere bağlı olarak gelişebilmektedir (Alqahtani, 2014; Heymann ve diğerleri, 2012, s.308; Sherwood, 2010, s.456).

200 yılı aşkın bir süredir pek çok farklı metot ve kimyasal ajan kullanılarak bu renklenmeler tedavi edilmeye çalışılmıştır. Günümüzde vital dişlerde kabul gören renklenme tedavileri ise şu şekildedir:

2.6.1.Rutin Profilaktik İşlemler

Özellikle diyetle veya tütün ürünlerine bağlı dış kökenli yüzeysel renklenmelerin çoğu polisaj patları, detartraj ve ultrasonik temizleyiciler gibi rutin profilaktik işlemlerle uzaklaştırılabilmektedir (Alqahtani, 2014; Heymann ve diğerleri, 2012, s. 307).

2.6.2. Mikroabrazyon- Makroabrazyon

Rutin profilaktik yöntemlerin yetersiz kaldığı ancak renklemenin minede sınırlı olduğu yüzeyel renklemelerde mikroabrazyon ve makroabrazyon gibi yöntemler de tercih edilebilmektedir (Heymann ve diğerleri, 2012, s.314). Bu yöntemlerle diş dokusu uzaklaştırıldığından renklemelerin yüzeyel olması önemlidir. Bu yöntemin ilk kez 1916'da Walter Kane tarafından uygulandığı bildirilmiştir ancak uzun yıllar kabul görmemiştir (Bassir ve Bagheri, 2013; Croll ve Cavanaugh, 1986a). McCloskey'nin 1984 yılında yüzeyel florozis renklemelerini uzaklaştırmak amacıyla %18'lik hidroklorik asidi kullanımı ile birlikte yeniden gündeme gelmiş ve 1986'da Croll ve Cavanaugh tarafından mikroabrazyon yöntemi olarak adlandırılmıştır (Bassir ve Bagheri, 2013; Croll, 1986; Croll ve Cavanaugh, 1986a; Croll ve Cavanaugh, 1986b; Ulukapı, 1997; Sherwood, 2010, s.468). Croll ve Cavanaugh, McCloskey'nin tekniğini modifiye ederek pomza ve hidroklorik asidi karıştırıp pat haline getirerek uygulamıştır. Böylece mikroabrazyon yönteminde amaçlanan minenin asitle yüzeyel olarak çözünmesini sağlamak ve pomzanın aşındırıcılığı ile yüzeyel renklemeleri uzaklaştırabilmek olmuştur. Zaman içerisinde bu yöntem geliştirilerek daha güvenilir bir materyal oluşturmak için asit oranı %11'e düşürülürken, aşındırıcılığı artırmak için pomza yerine silikon karbit parçacıklar kullanılmış ve Prema bileşiği (Premier Dental Products Co., Plymouth Meeting, PA, ABD) veya Opalustre (Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, ABD) olarak piyasaya sürülmüştür (Sherwood, 2010, s.468). Ayrıca hidroklorik asit yerine %37'lik fosforik asit de mikroabrazyon uygulamalarında denenmiş ancak aynı etkinliği daha uzun süreli uygulamalarda gösterebilmiştir (Bassir ve Bagheri, 2013). Mikroabrazyonun yeterli olabilmesi için renklenme derinliği 0,2-0,3 mm'den fazla olmamalıdır (Heymann ve diğerleri, 2012, s.315; Sherwood, 2010, s.467). Mikroabrazyon esnasında hasta ve hekimin aşındırıcı partiküllerden zarar görmemesi için rubber-dam ve koruyucu gözlük kullanımı gibi önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu yöntemle diş dokusu uzaklaştırıldığından uygulama sonrasında remineralizasyonu indüklemek, yüzey bütünlüğünü sağlamak ve hassasiyet riskini azaltmak için florür içerikli

bir polisaj patı ile polisaj yapmak gereklidir (Heymann ve diğerleri, 2012, s.315; Sherwood, 2010, s.468).

Mikroabrazyonun yetersiz kaldığı durumlarda ise alev uçlu karbit veya elmas bitirme frezleri ile veya air abrazyon tekniği ile renklenmiş dış yüzeyin yüksek devirde ince bir tabaka halinde uzaklaştırılması işlemine ise makroabrazyon denilmektedir (Heymann ve diğerleri, 2012, s.315, s. 316; Sherwood, 2010, s.469). Makroabrazyon, mikroabrazyondan hızlı bir yöntem olsa da dişte kalıcı hasarlara neden olmamak için ışık altında, aralıklı temaslarla, su altında ve dikkatle uygulanmalıdır. İşlem bittikten sonra yüzey düzgünlüğü daha ince grenli bitirme frezleri ve aşındırıcı lastiklerle sağlanmalıdır (Heymann ve diğerleri, 2012, s. 316).

2.6.3. Beyazlatma Uygulamaları

Günümüzde en sık tercih edilen ve diş dokularında kayba neden olmadan daha fazla etkinlik gösterebilen yöntem beyazlatma uygulamalarıdır. Dişlerde renklenmeye neden olan organik pigmentasyonların bir kimyasal ajan yardımı ile okside edilmesi ile diş renginin açılması işlemine beyazlatma (*bleaching/whitening*) denilmektedir (Alqahtani, 2014; Heymann ve diğerleri, 2012, s. 310). Temel olarak vital ve devital beyazlatma uygulamaları veya ofis ve ev tipi olarak sınıflandırılmaktadır.

Beyazlatma uygulamalarının, 1848'de devital beyazlatma amacıyla limondan elde edilen kloridin kullanılmasıyla başladığı bildirilmiştir (Alqahtani 2014; Heymann ve diğerleri, 2012, s. 310). Devital beyazlatma amacıyla geçmişten günümüze pek çok ajan denenmiştir. Bunlar; alüminyum klorit, kalsiyum hidroklorit, Labarraque solüsyonu (sodyum hipokloritin aköz solüsyonu), asetik asit, okzalik asit, sodyum hipofosfat, sodyum peroksit, eter peroksit ve potasyum siyanit olarak sayılabilir. Süreç içerisinde en etkili ajanlar ise Pyrozone, Superoxol, Amosan, sodyum dioksit ve klorin türevleri olmuştur (Alqahtani, 2014).

Vital beyazlatma uygulamalarının ise, 1868'de ilk olarak okzalik asit veya Pyrozone ile başladığı bildirilmiştir (Alqahtani 2014; Heymann ve diğerleri, 2012, s. 310). Daha sonraları ise hidrojen peroksit yaygınlaşmış ve

1911 yılında konsantre hidrojen peroksitin bir ışık veya ısı kaynağı ile kullanımı gündeme gelmiştir (Alqahtani 2014; Goldstein ve diğerleri, 1995, s.13; Heymann ve diğerleri, 2012, s. 310). Ev tipi beyazlatma uygulamalarının 1960'ların sonunda gingival sağlığı korumak amacıyla ortodontik tedavi gören bir hastaya uygulanan ve %10 karbamiit peroksit içeren oral antiseptik Gly-oxide'in kullanımı sonucu beyazlatma etkilerinin de gözlenmesiyle ortaya çıktığı bildirilmiştir (Alqahtani 2014; Heymann ve diğerleri, 2012, s. 310). Bunun üzerine Proxigel, White and Brite başta olmak üzere pek çok ürün geliştirilmiştir. Reçetesiz satılan (*over the counter/OTC*) beyazlatma ajanları ise 1990'ların sonlarında piyasaya sürülmüştür (Alqahtani, 2014).

Günümüzde Beyazlatma Uygulamalarında Kullanılan Ajanlar ve Etki Mekanizmaları: Uzun dönemde etkileri incelenerek günümüzde beyazlatma uygulamaları için en sık kullanılan kimyasal ajanlar; karbamiit peroksit, sodyum perborat, klorin dioksit ve hidrojen peroksit (HP)'tir (Tablo 2.7.).

Karbonik asitin bifonksiyonel türevi olan karbamiit peroksit ($\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$), beyaz kristalin yapıdadır ve su ile temasında oksijen açığa çıkarmaktadır (Garg ve diğerleri, 2013, s.542; Kwon ve Wertz, 2015). Beyazlatma amacıyla kullanılan konsantrasyonları %10-35 arasında değişse de genellikle %10-15'lik konsantrasyonları ev tipi beyazlatma amacıyla kullanılmaktadır. Kararlı bir yapıda değildir ve dokuyla temasında üre, amonyum, karbonik asit ve hidrojen peroksit'e ayrışır (Kwon ve Wertz, 2015; Sherwood, 2010, s.460). %10'luk karbamiit peroksit, %6,65 üre ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) ve % 3,35 HP'ye ayrışmaktadır. %15'lik ve %20'lik karbamiit peroksit ise sırasıyla %5,4 ve %7,5 HP'ye ayrışmaktadır. Ürenin solüsyonun pH'sını arttırmasının yanı sıra üre ve amonyum iyonları (NH_4^+), mine matriksinde yer alan matriks proteinlerindeki hidrojen bağlarını etkileyerek proteinlerin denaturasyonuna ve mineden ayrışmasına neden olmaktadır (Goldberg ve diğerleri, 2010; Kwon ve Wertz, 2015).

Tablo 2.7. Beyazlatma ajanları (Kwon ve Wertz, 2015).

Beyazlatma ajanı	Kimyasal formülü	Molar kütle	Kullanılan konsantrasyon (%)	Reaksiyon şekli	Serbest radikaller
Hidrojen Peroksit (HP)	H_2O_2	34,01 g/mol	5-40	Oksidasyon	$\cdot OH$, $\cdot OOH$, $O_2^{\cdot -}$
Karbamit Peroksit (KP)	$CH_6N_2O_3$	94,07 g/mol	10-35	Oksidasyon	$\cdot OH$, $\cdot OOH$, $O_2^{\cdot -}$, CH_4N_2O , NH_4^+
Sodyum Perborat (SP)	$NaBO_3$	99,82 g/mol	NA	Oksidasyon	$\cdot OH$, $\cdot OOH$, $O_2^{\cdot -}$
Klorin Dioksit (KD)	ClO_2	67,45 g/mol	0,07	Oksidasyon	ClO_2

Sodyum perborat ($NaBO_3$); beyaz, kokusuz, suda çözünebilen, toz halinde bir moleküldür (Kwon ve Wertz, 2015). Kuruyken kararlı bir yapıya sahip olsa da; asit, ılık hava veya su ile temasında sodyum metaborat, HP ve oksijene ayrılmaktadır (Kwon ve Wertz, 2015). %95 perborat içerikli olan ajan %10 oksijene ayrılmaktadır (Garg ve diğerleri, 2013, s.542). Monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat olmak üzere farklı formları bulunmakta ve beyazlatmadaki etkinlikleri farklılık göstermektedir (Garg ve diğerleri, 2013, s.542). Etkinlikte en önemli rolü oynayan oksijen konsantrasyonudur ve sırasıyla monohidrat yapıda %16, trihidrat yapıda %11,8 ve tetrahidrat yapıda %10,4 aktif oksijen içermektedir. 2g/1 mL oranındaki sodyum perborat, distile su karışımı %16,3'lük HP'ye denk etki göstermektedir (Kwon ve Wertz, 2015).

HP; renksiz, sudan çok az daha yoğun bir moleküldür. HP vücut tarafından doğal olarak üretilen, kontrol edilen, kullanılan ve parçalanan bir

moleküldür. Vücut, HP tarafından oluşturulan oksidatif stresi glutatyon redoks döngüsü, katalaz, askorbat, superoksit dismutaz, prostoglandin E1, glutatyon peroksidaz, vitamin E ve plazma peroksidazları kullanarak inhibe etmektedir. Güçlü okside edici bir ajan olan HP'nin beyazlatma amacıyla genellikle %5-35 arası konsantrasyonları kullanılmaktadır. HP, düşük molekül ağırlığı nedeniyle minedeki interprizmatik boşluklar ve dentin tübüllerine kolaylıkla difüze olabilmekte ve kromoforların oksidasyonuna neden olmaktadır (Alqahtani, 2014; Heymann ve diğerleri, 2012, s. 312; Kwon ve Wertz, 2015; Mori ve diğerleri, 2016).

Diş hekimliğinde dezenfeksiyon ve ağız kokusunu önlemek amacıyla ağız gargarası olarak kullanılan klorin dioksit (ClO_2), daha güvenilir beyazlatma ajanlarının geliştirilmesi sürecinde ortaya atılmış bir moleküldür. HP'den daha güvenilir bulunmasının yanı sıra %0,07'lik konsantrasyonunun, %35'lik HP'den daha hızlı etki gösterdiği de bildirilmiştir (Kwon ve Wertz, 2015).

Bir beyazlatma ajanı; bu 4 kimyasal ajandan birine ek olarak yoğunlaştırıcı ajan, taşıyıcı (*carrier*), sürfaktanlar, üre, koruyucular, tatlandırıcılar ve bazen de florürlerden oluşmaktadır (Sherwood, 2010, s.460). Yoğunlaştırıcıların amacı beyazlatma ajanının vizkozitesini arttırmak ve oksijen salınımını yavaşlatarak etkinliği artırmaktır (Garg ve diğerleri, 2013, s.542; Alqahtani, 2014; Sherwood, 2010, s.460). Yoğunlaştırıcı olarak en sık kullanılan molekül karbopol (karboksi polimetilen)'dür. Genellikle %0,5 veya %1,5'lik konsantrasyonları kullanılmaktadır ve oksijen salınım süresini 4 katına kadar arttırabilmektedir (Alqahtani, 2014). Karbapola ek olarak trolamin ve prolyx de yoğunlaştırıcı olarak kullanılmaktadır (Sherwood, 2010, s.460). Trolamin beyazlatma ajanının pH'sını 5-7 değerlerine kadar düşürmektedir. Taşıyıcılar ise gerekli nemi sağlar ve diğer komponentlerin çözünmesini sağlar. En sık kullanılan taşıyıcılar gliserin ve propilen glikoldür (Sherwood, 2010, s.460). Sürfaktanlar yüzeyi ıslatarak, beyazlatmayı sağlayan moleküllerin difüzyonunu artırır (Garg ve diğerleri, 2013, s.542; Sherwood, 2010, s.460). Üre, hidrojen peroksidin stabilizasyonu ve pH'nın yükseltilmesi amacıyla kullanılır (Garg ve diğerleri, 2013, s.542). Ayrıca

antibakteriyel etkinlik de sağlar. Koruyucu olarak ise, metil, propilparaben, sodyum benzoat, sitrik asit, fosforik asit, sodyum stannat gibi moleküller kullanılmaktadır (Garg ve diğerleri, 2013, s.543; Sherwood, 2010, s.460). Bunların amacı, beyazlatma ajanında bakteriyel büyümeyi engellemek ve ajanın ömrünü uzatmaktır. Ayrıca nane, anason, sakkarin gibi tatlandırıcılar da eklenerek, hastanın kooperasyonunu artırmak amaçlanmaktadır. Yeni geliştirilen ürünlerde hassasiyeti de azaltmak amacıyla florür, amorf kalsiyum fosfat, %3 potasyum nitrat gibi bazı moleküller eklenmektedir (Garg ve diğerleri, 2013, s.543).

Beyazlatma ajanlarının etki mekanizmasının, 1991'de ortaya atılan 'Dominant Kromofor Etki teorisi (*Dominant Chromophore Effect theory*)' ile açıklanmaya çalışıldığı bildirilmiş; ancak bu teori sadece beyazlatma ajanı ile renklenmeye sebep olan moleküller arasındaki reaksiyonu incelediğinden günümüzde tam olarak kabul görmemiştir (Kwon ve Wertz, 2015; Kwon, 2016). Bu teoriye göre; güçlü okside edici etkiye sahip HP, elektron yoğunluğu fazla olan kromofor moleküllerini daha basit yapılara dönüştürmektedir (Kwon, 2016; Sherwood, 2010, s.461). Böylece bu moleküllerin rengi değiştirilerek diş renginin beyazlaması sağlanmaktadır ancak mekanizma daha kompleks olup beyazlatma ajanlarının sağlıklı mine ve dentin dokularına etkilerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Mine ve dentin dokularında moleküler düzeyde meydana gelen değişiklikler kromoforların yapısındaki değişikliklere ek olarak, dişin optik özelliklerinden ışığın abzorpsiyonu ve yansıtılması özellikleri başta olmak üzere çeşitli değişikliklere neden olarak diş renginin daha beyaz algılanmasını sağlamaktadır (Kwon ve Wertz, 2015; Kwon, 2016). Hidroksiapatit kristallerinin boyutu diş renginin tonunu, karbonizasyonu rengin yoğunluğunu ve hem boyut hem karbonizasyonu dişin parlaklık değerini etkilemektedir (Eimar ve diğerleri, 2011; Kwon ve Wertz, 2015). Bir çalışmada (Eimar ve diğerleri, 2012) HP'nin minenin sadece organik matriksini okside ederek hem yoğunluğunu hem parlaklığını arttırdığı belirtilirken; bir derlemede (Kwon ve Wertz, 2015) ise beyazlatma ajanlarının hidroksiapatit kristallerinde yıkıma neden olduğu ve rengin yoğunluğunu

azaltırken, parlaklığını arttırdığı ve böylece dişlerin renginin açıldığı bildirilmiştir. Bunlara ek olarak pürüzlü yüzeylerin ışığı yansıtma özelliklerini değiştirmesi ile de dişlerin daha beyaz algılandığı bildirilmiştir (Kwon ve Wertz, 2015).

Beyazlatma ajanlarının etkisi direkt olarak kullanılan HP ve uygulanan ajanlardan (sodyum perborat, karbomit peroksit) kimyasal reaksiyonlar sonucu ayrılan HP ile sağlanmaya çalışılmaktadır (Garg ve diğerleri, 2013, s.541; Goldberg ve diğerleri, 2010). HP bazlı beyazlatma ajanlarının etki mekanizması temel olarak redoks (oksidasyon-redüksiyon) reaksiyonlarından meydana gelmekte ve beyazlatma ajanının difüzyonu, kromoforlarla etkileşim ve diş yüzeyindeki değişiklikler olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır (Goldstein ve diğerleri, 1995, s.26; Kwon ve Wertz, 2015; Kwon, 2016; Sherwood, 2010, s.461).

Beyazlatma ajanları yarı geçirgen olan mine ve dentin dokularında sırasıyla interprizmatik boşluklar ve dentin tübülleri aracılığıyla diş dokusuna difüze olmaktadır (Kwon ve Wertz, 2015; Kwon, 2016; Sherwood, 2010, s.461). Bu difüzyon, Fick'e ait difüzyonun 2. yasası tarafından açıklandığı gibi yüzey alanı, difüzyon katsayısı ve konsantrasyonla doğru orantılı, difüzyon mesafesi ile ters orantılı olarak gerçekleşmektedir (Kwon ve Wertz, 2015; Kwon, 2016). Buna bağlı olarak difüzyon miktarı ve beyazlatma ajanlarının etkinliği; HP'nin konsantrasyonu, serbest radikallerin salınım hızı, beyazlatma ajanının yoğunluğu, uygulama süresi, sıcaklık, pH, dentin tübül çapı (genç hastalarda geniş çaplı tübüller), ışıkla aktivasyon, diş yüzeyinde debris varlığı, diş yapısında konuma bağlı varyasyonlar, renklenmenin konumu ve derinliği, beyazlatma ajanının kimyasal formülü ve taşıyıcı sistemler, asit uygulamaları ve restorasyonlar gibi faktörlerden etkilenmektedir (Garg ve diğerleri, 2013, s.541-543; Goldstein ve diğerleri, 1995, s.32; Kwon ve Wertz, 2015; Kwon, 2016; Sherwood, 2010, s.461, s.463). HP'nin oksidatif etkisini gösterebilmesi için optimum pH 9,5-10,8 olup, düşük pH'lı asidik ortamlara göre alkali ortamlarda aynı sürede %50 daha fazla etki gözlenmektedir (Goldstein ve diğerleri, 1995, s.26; Sherwood, 2010, s.461). İdeal alkali ortamı sağlayabilmek için diş yüzeyinin debris ve

tükürükten arındırılması gerekmektedir. Sıcaklıktaki her 10°C'lık artış kimyasal reaksiyon hızını 2 katına çıkarmaktadır (Baratieri ve diğerleri, 1995; Buchalla ve Attin, 2007). Zaman ve konsantrasyondaki artış ile etkinlik de birbiri ile doğru orantılıdır. Kromoforlarla etkileşim difüzyon esnasında gerçekleşmekte ve HP'nin ayrışması ile oluşan serbest radikaller, reaktif oksijen iyonları (süperoksit radikal anyon ve katyonu), hidroksil radikali ve perhidroksil radikali; kromoforların doymuş halkalı yapısına etki ederek, doymamış lineer hidrokarbon bağları oluşmaktadır (Baratieri ve diğerleri, 1995; Elfallah ve Swain, 2013; Garg ve diğerleri, 2013; s.541; Goldberg ve diğerleri, 2010; Goldstein ve diğerleri, 1995, s.28; Kwon ve Wertz, 2015; Kwon, 2016; Sherwood, 2010, s. 462).

Ortam pH'sı, sıcaklık, ko-katalizörlerin varlığı ve metalik katyonlar; serbest radikallerin etki gücünü etkilemektedir (Baratieri ve diğerleri, 1995; Kwon ve Wertz, 2015). Beyazlatma reaksiyonu devam ettikçe kromoforlar; daha basit yapıda, hidrofilik, molekül ağırlığı düşük, renksiz moleküllere dönüşmektedir (Elfallah ve Swain, 2013; Garg ve diğerleri, 2013, s.541; Goldstein ve diğerleri, 1995, s.28; Sherwood, 2010, s.461). Bu noktaya doyma noktası denir ve beyazlatma ajanlarını uygulamaya devam etmek; mine ve dentin dokularına ait organik ve inorganik yapıların dekompozisyonuna (karbondioksit ve suya ayrışma) ve tamamlanmış oksidasyona, kırılğan diş dokularına, yüzeyde pörözitelere ve hassasiyete neden olabilmektedir (Goldberg ve diğerleri, 2010; Goldstein ve diğerleri, 1995, s.29,31; Sherwood, 2010, s.461). Karbomit peroksitten ayrılan üre, daha sonra karbondioksit ve amonyum iyonlarına ayrılarak, matriks proteinlerinin yapısındaki hidrojen bağlarını etkilemekte ve böylece diş yapısında oluşan boşluklar diğer moleküllerin penetrasyonunu artırmaktadır (Elfallah ve Swain, 2013; Goldberg ve diğerleri, 2010). Ayrıca amonyumun sağladığı yüksek pH ve alkali ortam, beyazlatmayı sağlayan moleküllerin konsantrasyonlarını ve etkinliklerini arttırmaktadır (Garg ve diğerleri, 2013, s.541).

Vital (Eksternal/Ekstrakoronal) Beyazlatma Uygulamaları: Vital beyazlatma uygulamaları temel olarak ofis tipi ve ev tipi olmak üzere 2'ye

ayrılmaktadır ve kimyasal ajan, pulpası canlı olan renklenmiş dişlerin dış yüzeyine uygulanmaktadır. Vital beyazlatma uygulamalarının en başarılı olduğu renklenme türleri sarı, turuncu renklenmelerken, en az başarı gözlenen renklenmeler ise mavimsi gri renklenmelerdir (Heymann ve diğerleri, 2012, s. 312).

Ofis tipi beyazlatma uygulamaları: Ofis tipi beyazlatma uygulamalarında daha yüksek konsantrasyonlu beyazlatma ajanları kullanıldığından daha hızlı sonuçlar elde edilmektedir. Bu uygulamalarda yumuşak dokunun korunması amacıyla rubber dam ve yumuşak rezin bariyerlerin kullanılması gerekmektedir. Bu uygulamalar genellikle 2-6 seanstan oluşmakta ve her seans haftada bir 30-60 dk'lık sürelerde uygulanmaktadır (Heymann ve diğerleri, 2012, s. 312; Sherwood, 2010, s. 464).

Ofis tipi beyazlatma uygulamalarından en eski yöntem, günümüzde artık kullanılmayan McInnes solüsyonunun kullanıldığı yöntemdir. Bu yöntemde, 1 ölçek anestetik eter, 5 ölçek %36 hidroklorik asit ve 5 ölçek %30 HP ile karıştırılarak uygulanmaktadır. Yüksek konsantrasyonlu beyazlatma ajanları tek başına uygulanabileceği gibi elde edilecek etkinin hızını artırmak ve süreyi kısaltmak amacıyla ışık ve ısı ile aktivasyon sağlanabilmektedir. Bu yöntem, *power bleaching*/termokatalitik beyazlatma olarak adlandırılmaktadır ve ilk kez 1918 yılında Abbot'ın HP'nin ısısını artırmak amacıyla ışık kaynağı kullanmasıyla ortaya atıldığı bildirilmiştir (Buchalla ve Attin, 2007). *Power Bleaching* yönteminde kullanılan ışık kaynakları, konvansiyonel beyazlatma ışık kaynakları, tungsten halojen ışık kaynakları, yüksek yoğunluklu quartz tungsten halojen lambalar (*high-output QTHL*), LED'ler ve xenon plazma ark ışık kaynakları (PAC)'dır (Buchalla ve Attin, 2007; Garg ve diğerleri, 2013, s.545; Heymann ve diğerleri, 2012, s. 312; Sherwood, 2010, s. 463).

Sadece ısı ile aktivasyon ise beyazlatma çubukları (*bleaching wand*) ısıtılmış spatula uygulanması veya beyazlatma ajanının uygulama öncesinde ısıtılması şeklinde uygulanabilmektedir (Buchalla ve Attin, 2007; Sherwood, 2010, s. 463). Işık kaynakları hem ışık hem ısı ile aktivasyon sağlamaktadır. Bu yöntemin en önemli dezavantajları, dişte dehidratasyonu arttırması, ani

beyazlamaya neden olarak uygulamanın gerçek sonucunu görmeyi engellemesi ve doğru uygulanmadığında fazla ısı artışının pulpada neden olabileceği hasarlar, eksternal servikal rezorpsiyonun gözlenmesi ve hassasiyettir (Buchalla ve Attin, 2007; Gurgan ve diğerleri, 2010; He ve diğerleri, 2012; Heymann ve diğerleri, 2012, s. 312). Plazma ark ışık kaynağının 3 sn'den daha uzun sürelerde uygulanması pulpada şiddetli hasara neden olabilmektedir (Garg ve diğerleri, 2013, s. 545). Sadece ısı kaynağı olarak ise beyazlatma çubukları kullanılabilmektedir (Sherwood, 2010, s. 463).

Bir başka yöntem 1996'da Reyto tarafından ortaya atılan, serbest radikallerin hızlı salınımını sağlayacak bir enerji kaynağı olarak lazerlerin kullanıldığı beyazlatma uygulamalarıdır (*laser assisted bleaching*) (Garg ve diğerleri, 2013, s. 541; Sherwood, 2010, s.464). Bu amaçla uygulanan argon lazerler, karbondioksit (CO₂) lazerler, potasium-titanyl-phosphate (KTP) lazerler, helyum neon (He-Ne) lazerler, diyot (gallium-aluminium-arsenide/GaAlAs) lazerler, neodmium-doped:yttrium-aluminium-garnet (Nd:YAG) lazerler, erbium-doped:yttrium-aluminium-garnet (Er:YAG) lazerler ve erbium,chromium doped:yttrium-scandium-gallium-garnet (Er,Cr:YSGG) lazerler sadece ışıkla aktivasyon sağlamaktadır (Buchala ve Attin, 2007; Dionysopoulos ve diğerleri, 2015; Garg ve diğerleri, 2013, s. 545, s.550; Strobl ve diğerleri, 2010; Zhang ve diğerleri, 2007). Argon (488-514 nm) ve CO₂ (10,600 nm) lazerler dişe 10 sn'lik sürelerde uygulanmakta ancak yumuşak ve sert dokularda oluşturabileceği hasar nedeniyle CO₂ lazerler tercih edilmemektedir (Garg ve diğerleri, 2013, s.545, s. 550; Heymann ve diğerleri, 2012, s.312; Son ve diğerleri, 2012). 790-980 nm dalga boylarında diyot lazerler ise 3-5 sn'lik uygulamalarla hızlı bir etki sağlamaktadır ancak diyot lazerler de pulpada ani ısı artışlarına neden olabilmektedir (Garg ve diğerleri, 2013, s. 545; Strobl ve diğerleri, 2010).

Bir diğer yöntem, 2000 yılında Miara tarafından ortaya atılan *compressive bleaching technique*'tir (Sherwood, 2010, s. 464; Sulieman, 2005). Bu yöntemde, beyazlatma ajanı ile diş temasını oksijen penetrasyonunu artırmak için, ajan uygulandıktan sonra dişlere daha

önceden hazırlanan şeffaf kaşık uygulanmakta ve daha sonra ışık veya ısı ile aktivasyon sağlanmaktadır. Bu yöntemin dezavantajları etki daha hızlı gözlene de beyazlatma öncesi işlemlerin gerekliliği ve böylece sürenin ve maliyetin artması, 15-20 dk'dan sonra HP'nin pulpa odasına penetrasyonuna neden olabilmesi ve böylece hassasiyet riskinin yükselmesidir (Sherwood, 2010, s. 464; Sulieman, 2005).

Bunlara ek olarak son zamanlarda ultrasonik enerji ile açığa çıkan oksijen radikali miktarının artırılmasını sağlayan ultrasonik teknoloji ile kombine beyazlatma uygulamaları da gündeme gelmiştir. Bu yöntemde, ultrasonik enerji üretimi için geliştirilen SoniWhite Whitening System (DMDS UK, Canterbury, İngiltere), %6-7,5'luk konsantrasyona sahip HP ile uygulanmaktadır (Sulieman, 2005).

Ev tipi beyazlatma uygulamaları: Ev tipi beyazlatma uygulamaları; diş hekimi gözetiminde uygulananlar (Gece koruyuculu beyazlatma/*Night-guard bleaching*) ve reçetesiz satılan beyazlatma ajanları ile uygulananlar olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

Diş hekimi gözetiminde gerçekleştirilen ev tipi beyazlatma uygulamaları genellikle %10-15 karbamit peroksit veya %1-10 HP içeren ajanlarla yapılmaktadır (Garg ve diğerleri, 2013, s.544; Goldstein ve Garber, 1995, s. 71; Heymann ve diğerleri, 2012, s.313; Sherwood, 2010, s. 464). Düşük konsantrasyonlu ajanların kullanılması, hassasiyet riskinin ve maliyetinin daha az olması gibi avantajları vardır ancak hasta koopere olmalı ve uygulanacak ajan miktarı ve süresi ile ilgili verilen talimatlara uymalıdır. En önemli dezavantajları ise; gingival ve yumuşak doku iritasyonu, tat alma bozukluğu ve diş hassasiyetidir. Bu tip durumların varlığında hasta tedaviyi sonlandırmalıdır. Bu tür uygulamalarda hastaya özel 0,75-1,5 mm kalınlıkta yumuşak polimer, polivinil asetat veya etil vinil asetatından bir kaşık hazırlanır ve beyazlatma ajanı bu kaşık içerisine yerleştirilerek uygulanır (Garg ve diğerleri, 2013, s.544; Heymann ve diğerleri, 2012, s.312; Sherwood, 2010, s. 464). Tedavi süresi, 1-2 hafta boyunca her gün, gece uygulamalarda tükürük ve okluzal kuvvetlerin azalması nedeniyle en az 4 saat olmalıyken

gündüz uygulamalarda 1-2 saat yeterli olabilmektedir (Garg ve diğerleri, 2013, s.544; Heymann ve diğerleri, 2012, s.313; Sherwood, 2010, s. 465).

Reçetesiz satılan (*over the counter/OTC*) beyazlatma ajanları ile yapılan uygulamalar, evde hasta tarafından uygulanmak üzere üretilmiş standart kaşık ve kimyasal ajanlardan oluşabileceği gibi, beyazlatma kalemleri, beyazlatma stripleri, *paint-on* sistemler, beyazlatıcı diş macunu ve gargaralar şeklinde de olabilir. Kaşıklı ürünler, pH'ı 1-2 olan sitrik asit veya fosforik asit preparatı ve beyazlatma sonrasında uygulanmak üzere titanyum oksit içerikli polisaj kremleri içerebilmektedir (Sherwood, 2010, s. 461). Bu da hızlı ancak geçici bir beyazlık oluşturmakta ve erozyona da neden olabilmektedir.

2.6.4. Protetik ve Restoratif İşlemler

İnvaziv olmayan uygulamaların yetersiz kaldığı şiddetli renklenmelerin varlığında, dişin fasial yüzeyinde madde kaybının fazla olduğu ya da uygun olmayan geniş restorasyonların varlığında tedavi amaçlı protetik ve restoratif işlemler tercih edilmektedir. Bu amaçla en sık kullanılan materyaller kompozit rezinler ve seramiklerdir. Özellikle içsel kaynaklı renklenmelerin tedavilerinde tercih edilmektedirler. Lokalize defektler veya şiddetli renklenmelerde laminate veneerler (parsiyel veneerler), yaygın defektlerle seyreden renklenmelerde ise tam kronlar tercih edilebilmektedir (Banarjee ve Watson, 2013, s.128; Rai ve Kaur, 2010, s.54, 309-311; Sherwood, 2010, s.451, 452, 456).

3. GEREÇ ve YÖNTEMLER

Renklendirilmiş CAD/CAM bloklar, kompozit rezinler ve daimi dişlere uygulanan farklı ofis tipi beyazlatma ajanlarının renk, translusensi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerinin incelendiği bu tez çalışması; Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi kliniği ve laboratuvarı, Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarları ve Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan restoratif materyaller ve ofis-tipi beyazlatma ajanları Tablo 3.1.'de gösterildiği gibidir.

Tablo 3.1. Araştırmada kullanılan materyallerin içerikleri ve üretici firmaları.

Ürün Adı	Türü	Kimyasal İçeriği	Üretici Firma
Clearfil Majesty Esthetic (CME)	Nanohibrit kompozit rezin A2	Ağırlıkça %78: Silanlanmış baryum cam doldurucu, prepolimerize organik doldurucular Ağırlıkça %22: Bis-GMA, hidrofobik aromatik dimetakrilatlar Partikül büyüklüğü: 20nm - 1,5 µm	Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japonya
Aelite All-Purpose Body (AA)	Mikrohibrit kompozit rezin A2	Ağırlıkça %76: Cam doldurucular, amorf silika Ağırlıkça % 24: Bis-EMA, TEGDMA Partikül büyüklüğü: 0,04 µm - 0,7 µm	BISCO, Inc., Shaumburg, IL, ABD
Lava Ultimate (LU)	Rezin Nanoseraamik CAD/CAM Blok A2 LT	Ağırlıkça % 80: Yığılmış silika ve zirkonya nanopartiküller Ağırlıkça % 20: Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA ve TEGDMA'dan oluşan çoklu çapraz bağlı polimer matriks Partikül büyüklüğü: 20 nm silika partikülleri, 4-11 nm zirkonya partikülleri	3M ESPE, Bad Seefeld, Almanya
VITA Enamic (VE)	Hibrit Seramik CAD/CAM Blok 2M2 T	Ağırlıkça % 86: İnce yapılı feldspatik seramik Ağırlıkça %14: UDMA ve TEGDMA'dan oluşan rezin polimer	VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
Opalescence Boost (OB)	Ofis tipi beyazlatma ajanı	%40 hidrojen peroksit %1,1 sodyum florür %3 potasyum nitrat	Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, ABD
Perfect Bleach Office+ (PBO)	Ofis tipi beyazlatma ajanı	%35 hidrojen peroksit	VOCO GmbH, Cuxhaven, Almanya

3.1. Örneklerin Hazırlanması

3.1.1. Kompozit Rezin Örneklerinin Hazırlanması

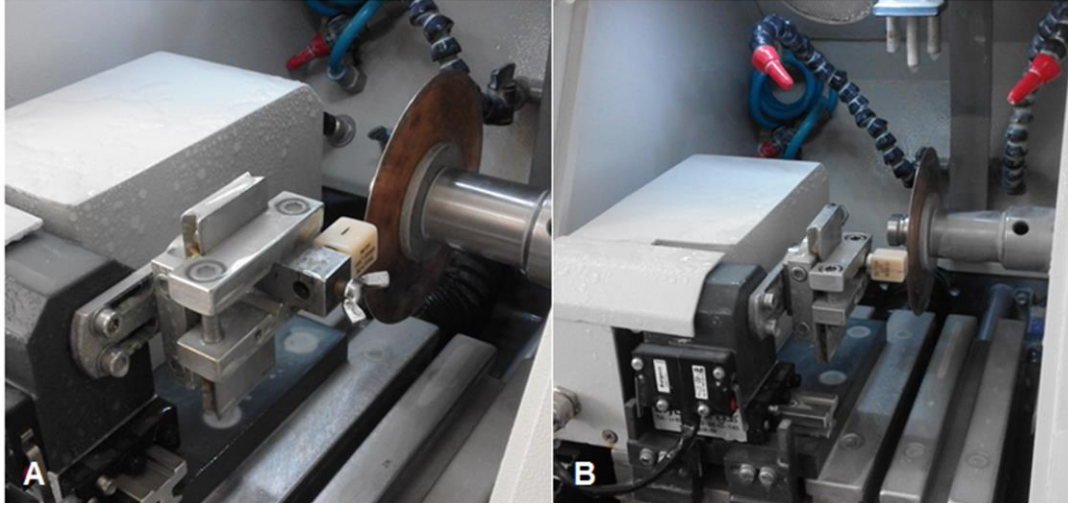
Her bir kompozit rezinden, 10 ± 1 mm çap ve $1 \pm 0,1$ mm kalınlığa sahip teflon kalıp kullanılarak 60 adet disk şeklinde örnek hazırlandı. Kompozit uygulanan teflon kalıplar, şeffaf poliester bantla kaplanmış 2 cam yüzey arasına yerleştirilerek basınç uygulandı ve fazla kompozitin uzaklaşması sağlandı. Daha sonra hem alt hem üst yüzeylerden 600 mW/cm^2 ışık yoğunluğuna sahip konvansiyonel halojen ışık kaynağı (Hilux Ultra Plus, Benlioğlu Dental Inc., Ankara, Türkiye) 40 s uygulanarak, kompozit rezin örnekleri polimerize edildi. Işık uygulaması sonrasında kalıplardan çıkarılan örnekler literatür bilgisi (Alharbi ve diğerleri, 2017; Elhamid ve Mosallam, 2010; Hafez ve diğerleri, 2010; Kurtulmuş-Yılmaz ve diğerleri, 2013; Xing ve diğerleri, 2014) göz önünde bulundurularak polimerizasyonun tamamlandığından emin olmak üzere 24 saat boyunca 20 ml 37°C distile su içerisinde bekletildi. 24 saat sonunda distile sudan çıkarılan örneklerin yüzeyleri Sof-Lex™ (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) disk setinde yer alan *coarse*, *medium*, *fine* ve *superfine* disklerin sırasıyla kullanılması ile cilalandı.

3.1.2. CAD/CAM Blok Örneklerinin Hazırlanması

Her bir CAD/CAM bloktan, düşük hızlı kesim cihazı (Micracut 201, Metkon®, Bursa, Türkiye) kullanılarak kompozit rezinlerle aynı yüzey alanına sahip olacak şekilde 1,3 mm kalınlık, 6 ($\pm 0,3$) mm en ve 7 ($\pm 0,3$) mm boya sahip dikdörtgen şekilli örnekler elde edildi (Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.).



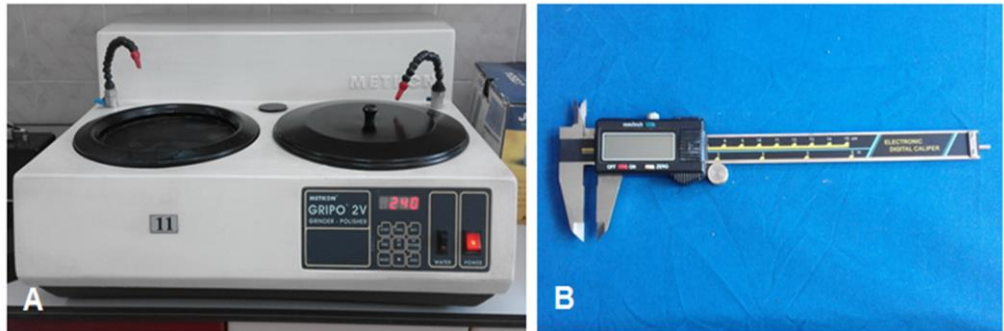
Şekil 3.1. Düşük hızlı kesim cihazı.



Şekil 3.2. A CAD/CAM blokların dikey kesitlerinin oluşturulması.

B CAD/CAM blokların yatay kesitlerinin oluşturulması.

Daha sonra yüzeyleri literatür bilgisine (Acar ve diğerleri, 2016; Lawson ve Burgess, 2016; Pop-Ciutrla ve diğerleri, 2016a) dayanarak zımpara makinesinde su altında sırasıyla uygulanan 1200, 1500 ve 2000 grit silikon karbit zımpara kâğıtları kullanılarak cilalandı (Şekil 3.3.). Örnekler kompozit rezinler ile standardizasyonu sağlayabilmek için, renklendirme işlemine geçmeden önce 24 saat boyunca 20 ml 37°C distile su içerisinde bekletildi.



Şekil 3.3. A Zımpara makinesi. **B** Dijital kumpas.

Hazırlanan tüm örneklerin kalınlıklarının $1\pm0,1$ mm olduğu dijital kumpas (N48AA, Maplin Electronics, İngiltere) kullanılarak teyit edildi ve gerek görülen yerlerde yeni örnekler hazırlandı (Şekil 3.3).

3.1.3. Diş Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmaya dahil edilecek dişler; Yakın Doğu Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Değerlendirme Etik Kurulu tarafından onaylanan 5.5.2016 tarihli YDU/2016/37-287 proje numaralı etik kurul kararına bağlı olarak, çekim kararı verilmiş üst kesici dişler olarak belirlendi. Toplanan örnekler incelenerek; çürük, fraktür, çatlak vb herhangi bir patolojisi bulunmayan 60 adet üst santral ve üst lateral diş çalışmaya dâhil edildi. Seçilen dişler üzerindeki eklenti ve renklenmeler başka ek bir ajan uygulanmadan kretuar ve lastikler kullanılarak temizlendi. Dişler deney zamanına kadar 4°C distile suda bekletildi (*International Organization For Standardization*, 2003). Kök ve kronlar separe kullanılarak ayrıldı. Mine yüzeyleri Sof-Lex™ disk setinde yer alan *fine* ve *superfine* disklerin sırasıyla kullanılması ile cilalandı. Örnekler renklendirme işlemine geçmeden önce 24 saat boyunca 20 ml 37°C distile su içerisinde bekletildi.

3.2. Örneklerin Renklendirilmesi

24 saat boyunca 20 ml 37°C distile su içerisinde bekletilen örnekler, distile sudan çıkarılıp, kurutma kâğıdı ve hava spreyi kullanılarak kurutuldu. Her materyale ait 60 örnek siyah ve beyaz yüzeyde ölçümlenen başlangıç L^* , a^* ve b^* değerlerinin kaydedilmesini takiben bekletileceği renklendirme solüsyonuna göre rastgele 3 alt gruba ayrıldı. Bu gruplar:

Grup 1. Distile Su (DS): Kontrol grubu olarak örnekler çalışma boyunca 20 ml distile suda bekletildi.

Grup 2. Türk kahvesi (TK): Örnekler, her 24 saatlik zaman diliminde 30 dk boyunca 20 ml Türk kahvesi (Kurukahveci Mehmet Efendi, İstanbul, Türkiye) (30 gr kullanılarak, 600 ml su ile hazırlanan kahveler filtre edildikten sonra elde edilen solüsyon) içinde bekletildi. Geriye kalan sürede ise

solüsyondan çıkarılıp distile su ile yıkandıktan sonra 20 ml distile su içerisinde bekletildi.

Grup 3. Kırmızı Şarap (KŞ): Örnekler, her 24 saatlik zaman diliminde 30 dk boyunca 20 ml kırmızı şarap (Kavaklıdere Angora, Ankara, Türkiye) (aynı yılda üretilmiş) içerisinde bekletildi. Geriye kalan sürede Grup 2'de olduğu gibi 20 ml distile su içerisinde bekletildi.

Oda sıcaklığında gerçekleştirilen renklendirme işlemi öncesinde üst kesici dişler dışında tüm örneklerin bir yüzeyi bantla kapatıldı. Kontaminasyonu önlemek amacıyla solüsyonlar 14 gün boyunca günlük olarak hazırlandı.

3.3. Beyazlatmanın Uygulanması

14. günün sonunda siyah ve beyaz yüzeyler üzerindeki L^*a^*b değerleri kaydedilen her bir grup yeniden 2 alt gruba ($n=10$) ayrılarak 2 ofis tipi beyazlatma ajanından biri uygulandı. Bu gruplar:

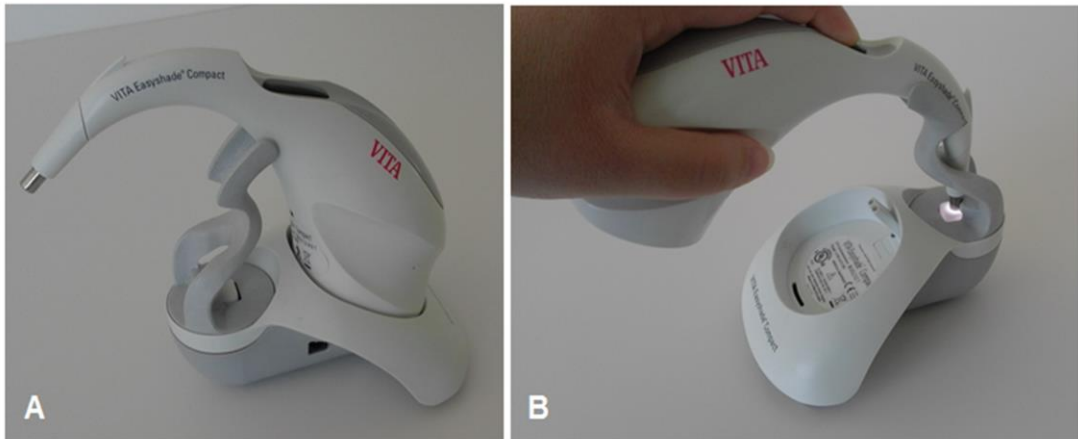
Grup 1a (OB): Üretici firma önerilerine bağlı olarak 1 mm kalınlığında Opalesence Boost (%40 hidrojen peroksit), örneklerin renklendirilmiş yüzeylerine 20 dk boyunca uygulandı. Her 5 dk'da bir aplikatör yardımı ile ajan aktive edildi. 20 dk sonunda örnekler su spreyi ile yüksek basınçla yıkanıp, kurutma kâğıdı ve hava spreyi ile kurutuldu.

Grup 2a (PBO): Üretici firma önerilerine bağlı olarak 1 mm kalınlığında Perfect Bleach Office+ (%35 hidrojen peroksit), örneklerin renklendirilmiş yüzeylerine 15 dk boyunca uygulandı. Her 5 dk'da bir aplikatör yardımı ile ajan aktive edildi. 15 dk sonunda örnekler su spreyi ile yüksek basınçla yıkanıp, kurutma kâğıdı ve hava spreyi ile kurutuldu.

3.4. Renk ve Translüsensi Ölçümleri

Renk ölçümleri; çalışma başında, renklendirmenin 7. ve 14. günleri sonunda ve beyazlatma sonrasında kalibre edilmiş ve 'tooth single' moda ayarlanmış bir spektrofotometre cihazı (VITA Easyshade Compact, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) kullanılarak gerçekleştirildi (Şekil 3.4.).

Spektrofotometrenin 5 mm çapındaki ucu her bir örneğin ortasına yerleştirilerek, hem beyaz ($L^*=96,3$, $a^*=0,1$, $b^*=1,9$) hem siyah ($L^*=8,9$, $a^*=-0,7$, $b^*=1,2$) zemin üzerinde L^* , a^* ve b^* değerleri 3'er kez ölçümlendi. Her 9 ölçümde bir spektrofotometre kalibre edildi (Şekil 3.4.). Renklendirme işleminin 7. ve 14. günlerindeki renk değişim miktarları (tüm örnekler için) ile beyazlatma sonrasındaki renk değişim miktarları (sadece restoratif materyaller için) (ΔE_{00}^*); başlangıç, renklendirmenin 7. ve 14. günleri ve beyazlatma işlemi sonrası beyazlık değerleri (W^*); beyazlatma sonrası beyazlık değerleri ile başlangıç ve renklendirme işlemleri sonunda elde edilen beyazlık değerleri arasındaki fark miktarları (ΔW^*); başlangıç, renklendirmenin 7. ve 14. günleri ve beyazlatma sonrası translusensi parametreleri (TP), bu ölçümlerin ortalamaları alınarak Formül 3.4.1.-Formül 3.4.4.'de belirtildiği gibi hesaplandı.



Şekil 3.4. A Renk ölçümlerinde kullanılan spektrofotometre cihazı.

B Spektrofotometre cihazının kalibrasyonu.

Beyaz zemindeki L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalamaları L_B^* , a_B^* , b_B^* siyah zemindeki L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalamaları ise L_S^* , a_S^* , b_S^* olarak kaydedilmiştir.

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L}{k_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{k_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{k_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C}{k_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H}{k_H S_H} \right) \right]^{1/2} \quad (3.4.1)$$

ΔE_{00} , 2 farklı zaman veya 2 farklı işlem arasındaki renk farkını açıklamaktadır. Bu tez çalışmasında parametrik değerler, CIEDE (1:1:1) sistemindeki gibi $K_L=1$, $K_C=1$, $K_H=1$ olarak tercih edilmiştir (Paravina ve diğerleri, 2015). Gözlemcilerin %50'si tarafından gözle farkedilebilir renk değişim değeri %50:%50 algılanabilir eşik değeri (*perceptibility threshold*) olarak tanımlanır. Bu tez çalışmasında, ΔE_{00} 'nin %50:%50 algılanabilir eşik değeri; 0,8 olarak belirlenmiştir (Paravina ve diğerleri, 2015). $\Delta E_{00}>0,8$ değerleri, gözle algılanabilir renk değişimi olarak kabul edilmiştir. Gözlemcilerin %50'si tarafından kabul edilebilir renk değişim değeri ise %50:%50 kabul edilebilir eşik değeri (*acceptability threshold*) olarak tanımlanır. Bu tez çalışmasında, ΔE_{00} için %50:%50 kabul edilebilir eşik değeri; 1,8 olarak belirlenmiştir (Paravina ve diğerleri, 2015). $\Delta E_{00} >1,8$ değerleri, klinik olarak kabul edilemeyen renk değişimleri olarak kabul edilmiştir.

Beyazlık değerleri (W^*), CIE L^*a^*b renk skalasında $L=100$, $a=0$ ve $b=0$ ile belirlenmiş olan saf beyaz değerine olan uzaklık miktarını göstermektedir. Beyazlık indeksinde saf beyaz noktası sıfır ile belirtilmektedir. Böylece W^* sıfıra yaklaştıkça, nesnenin rengi saf beyaza yakınlaşmaktadır.

$$W^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2 + (L^* - 100)^2]^{1/2} \quad (3.4.2)$$

Beyazlık farkı değerleri (ΔW^*), 2 farklı zaman veya işlem sonunda nesnede gözlenen renk değerleri arasındaki beyazlık farkını vermektedir. Negatif ΔW^* değerleri, saf beyaza daha yakın renk koordinatlarını ve böylece beyazlatma işleminin etkinliğini göstermektedir.

$$\Delta W^* = W_{t1} - W_{t2} \quad (3.4.3)$$

TP değeri ise, materyalin translusensi miktarını belirtmektedir ve 0-100 arasında bir değer almaktadır. 0'a yaklaştıkça materyalin translusensi değeri azalmakta, 100'e yaklaştıkça ise materyalin translusensi miktarı artmaktadır.

$$TP=[(L_S^* - L_B^*)^2 + (a_S^* - a_B^*)^2 + (b_S^* - b_B^*)^2]^{1/2} \quad (3.4.4)$$

Çalışma süresince elde edilen ΔE_{00} , W, ΔW ve TP değerleri Tablo 3.2.'deki gibi sınıflandırılmıştır.

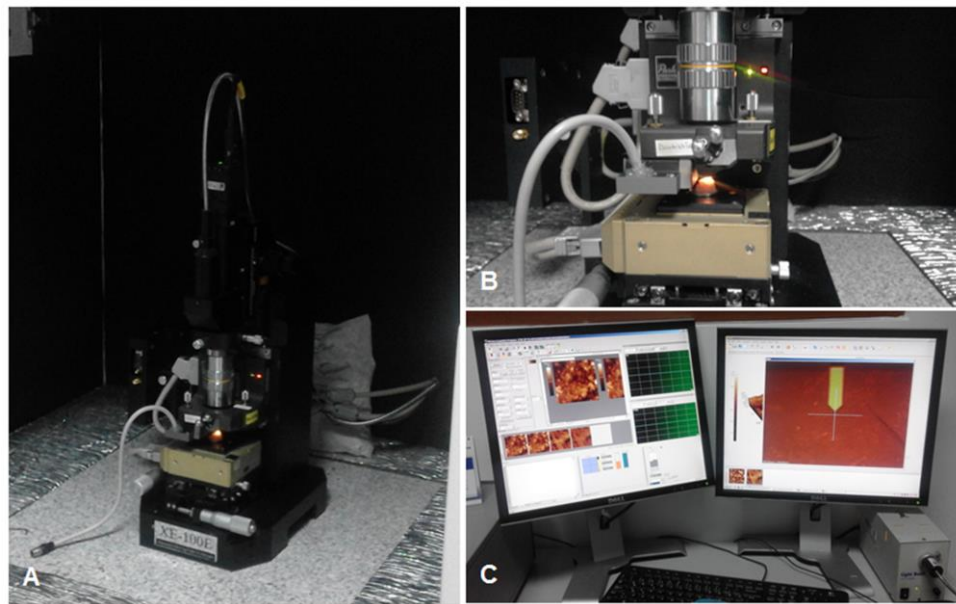
Tablo 3.2. ΔE , W, ΔW ve TP değerlerinin açıklamaları.

ΔE_{001}	Başlangıç ile renklendirmenin 7. günü arasındaki renk farkı
ΔE_{002}	Başlangıç ile renklendirmenin 14. günü arasındaki renk farkı
ΔE_{003}	Renklendirmenin 7. günü ile 14. günü arasındaki renk farkı
ΔE_{004}	Başlangıç ile beyazlatma sonrasındaki renk farkı
W0	Başlangıç beyazlık değeri
W1	Renklendirmenin 7. günündeki beyazlık değeri
W2	Renklendirmenin 14. günündeki beyazlık değeri
W3	Beyazlatma sonrası beyazlık değeri
ΔW_a (W3-W0)	Başlangıç ile beyazlatma sonrası arasındaki beyazlık farkı
ΔW_b (W3-W2)	Renklendirmenin 14. günü ile beyazlatma sonrası arasındaki beyazlık farkı
TP0	Başlangıç translusensi parametresi
TP1	Renklendirmenin 7. günündeki translusensi parametresi
TP2	Renklendirmenin 14. günündeki translusensi parametresi
TP3	Beyazlatma sonrası translusensi parametresi

3.5. İki ve 3 Boyutlu Görüntülerin Oluşturulması ile Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümleri

Beyazlatma uygulaması sonrasında her alt gruba ait rastgele seçilen 3'er örneğin, bir AFM (XE-100E, Park Systems, Induspia 5F, SangDaewon-Dong 517-13 Sungnam, Kore) cihazı kullanılarak yüzey pürüzlülüğü ve yüzey topoğrafyası analiz edildi (Şekil 3.5.). Restoratif materyallere ait örneklerden

farklı olarak dişlerin kronları labial yüzeyleri açıkta kalacak şekilde kompozit rezin bloklara gömülerek AFM ucuyla tarama yapılacak düz ve stabil bir yüzey oluşturuldu. Her örnek üzerinde rastgele seçilen $30 \times 30 \mu\text{m}^2$ 'lik bir alan, AFM cihazının ucu *contact mode*'da, ortalama 0,3 Hz'lik bir tarama hızıyla tarandı. Tarama sonucu elde edilen veriler XEI yazılımı (Park Systems, Induspia 5F, SangDaewon-Dong 517-13 Sungnam, Kore) kullanılarak 256*256 piksel çözünürlükle 2 ve 3 boyutlu görüntülere dönüştürüldü (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. A AFM cihazı. **B** AFM cihazına yerleştirilen örneklerin taranması.

C Taranan örneklerle ait 2 ve 3 boyutlu görüntülerin oluşturulması.

3 boyutlu görüntülerin elde edilmesi için AFM'nin x eksenini 50, y eksenini 28 ve z eksenini 23 olarak ayarlandı. Daha sonra aynı yazılım kullanılarak elde edilen görüntüler üzerinde rastgele seçilen 6 doğru üzerinde yer alan girinti ve çıkıntılara ait yüzey pürüzlülüğü, *skewness* ve *kurtosis* parametreleri belirlendi. Yüzey pürüzlülüğü analizleri için ortalama R_a değerleri analiz edilen 6 doğrudan elde edilen R_a değerlerinin ortalamaları alınarak hesaplandı. Bu tez çalışmasında, plak birikimine neden olabilecek R_a değeri

için kabul edilebilir eşik değeri (*acceptability threshold*) 0,2 μm olarak belirlendi (Bollen ve diğerleri, 1997; Ionescu ve diğerleri, 2015). Yüzey topoğrafyalarının analizi ve karşılaştırılması amacıyla analiz edilen 6 doğrudan elde edilen R_{sk} ve R_{ku} değerlerinin de ortalamaları hesaplandı.

3.6. Örnek Sayısının Belirlenmesi

Çalışmadaki örnek sayılarına, G*Power 3.1 power analiz programında %80 istatistiksel güç ve %5 anlamlılık düzeyi (α) gözetilerek karar verilmiştir. Bu analiz sonucunda, son alt gruplarda örnek sayısı $n=10$ olacak şekilde her gruba ait toplam 60 örnek hazırlanmasına karar verilmiştir.

3.7. İstatistiksel Analiz

İlk olarak her gruba ait ΔE , W , ΔW , TP , R_a , R_{sk} ve R_{ku} değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve dağılım özellikleri ile ilgili testler ($n=60$ ise Kolmogorov Smirnov, $n<50$ ise Shapiro-wilk) yapıldı. Tüm istatistiksel analizler SPSS Version 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı kullanılarak uygulandı.

3.7.1. Restoratif Materyallere Ait Bulguların İstatistiksel Analizi

TP_0 ve W_0 değerleri arasındaki istatistiksel farkın değerlendirilmesi için Kruskal Wallis non-parametrik testi seçildi. İkili karşılaştırmalar için ise Mann Whitney-U non-parametrik testi uygulandı. $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W_1 , W_2 , TP_1 ve TP_2 değerlerinin istatistiksel fark analizi için 2 yönlü varyans analizi (*Two-way ANOVA*) seçildi. İkili karşılaştırmalar için %95 güven aralığına sahip Tukey testi uygulandı. $p<0,05$ (Bonferroni düzeltmesi $\alpha=0,05$) istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

ΔE_{004} , W_3 , ΔW_a , ΔW_b , TP_3 ve R_a değerlerinin istatistiksel fark analizi için ise 3 yönlü varyans analizi (*Three-way ANOVA*) seçildi. İkili karşılaştırmalar için %95 güven aralığına sahip Tukey testi uygulandı. $p<0,05$ (Bonferroni düzeltmesi $\alpha=0,05$) istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3.7.2. Dişlere Ait Bulguların İstatistiksel Analizi

ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W1, W2, TP1 ve TP2 değerlerinin istatistiksel fark analizi için normal dağılım gösteren çoklu grupların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (*One-way ANOVA*), normal dağılım göstermeyen çoklu grupların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis non-parametrik testi seçildi. Parametrik testlerde fark çıkması durumunda ikili karşılaştırmalar için %95 güven aralığına sahip Tukey testi uygulandı. Non-parametrik testlerde fark çıkması durumunda ise ikili karşılaştırmalar için Mann Whitney-U non-parametrik testi uygulandı. $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

W3, ΔW_a , ΔW_b ve TP3 değerlerinin istatistiksel fark analizi için ise 2 yönlü varyans analizi (*Two-way ANOVA*) seçildi. İkili karşılaştırmalar için %95 güven aralığına sahip Tukey testi uygulandı. $p < 0,05$ (Bonferroni düzeltmesi $\alpha = 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

AFM ölçümlerinde her örnekten veri elde edilemediğinden R_a değerlerine ait istatistiksel analiz yapılamamıştır.

3.7.3. Etki Değerleri İstatistiksel Analizi

ΔE_{00} , W, ΔW , TP, R_a , R_{sk} ve R_{ku} değerlerine ait istatistiksel sonuçlara etki eden faktörlerin ve faktörler arasındaki etkileşimlerin (materyal, solüsyon ve ajan tiplerinin p değerleri) neler olduğunu belirleyebilmek ve ANOVA testlerin etki değerini (*effect size/R²*) saptayabilmek amacıyla gruplar arası etki testleri (*tests of between subjects effects*) uygulandı. $p < 0,05$ olan faktörler sonucu etkileyen faktörler ve faktörler arası etkileşimler olarak kabul edilmiştir. $p < 0,001$ ise o faktör ya da etkileşimin sonuç üzerindeki etkisinin fazla olduğunu göstermektedir. $R^2 \geq 80$, çalışmaya dahil edilen parametrelerin sonuçlar üzerindeki toplam etkisinin yaklaşık %80 olduğunu ve sonuçların istatistiksel analizlerinin güvenilirlik derecesinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

4.BULGULAR

Çalışmamızda, 1 nano-hibrit kompozit rezin, 1 mikrohibrit kompozit rezin ve 2 seramik/nanoseramik hibrit CAD/CAM blok restoratif materyallerine ait renklenme ve beyazlatma işlemlerine bağlı renk değişimleri, beyazlık değerleri, beyazlık farkı değerleri, translusensi parametreleri ve yüzey pürüzlülüğü değerleri ölçümlenip grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaları yapıldı. Restoratif materyallerin, TP2 değerlerinin iki-yönlü varyans analizi sonucunda Levene's testi p değeri=0,049; ΔW_a değerlerinin p değeri=0,114 olduğundan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$) ve ikili karşılaştırmalar yapılmadı. Diş örnekleri için ise, kalınlık değerlerinin restoratif materyallerden farklı olması nedeniyle renk değişimleri, beyazlık değerleri, beyazlık farkı değerleri, translusensi parametreleri için sadece grup içi karşılaştırmalar yapıldı. Diş örneklerinin, TP2 değerlerinin Kruskal Wallis non-parametrik testi ile analizi sonucu p değeri= 0,062; W_3 değerlerinin iki yönlü varyans analizi sonucunda Levene's testi p değeri=0,452; ΔW_a değerlerinin iki-yönlü varyans analizi sonucunda Levene's testi p değeri=0,138 olduğundan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$) ve ikili karşılaştırmalar yapılmadı.

4.1. CME'in Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları

4.1.1. ΔE_{00} değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin ΔE_{00} değerleri, renklendirme işlemine başlamadan önce beyaz zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri ile renklendirmenin 7. ve 14. gününde ve beyazlatma sonrasında ölçümlenerek ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak CIEDE (1:1:1) formülüne göre hesaplandı. CME'in ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.1.'de gösterilmektedir. ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile

yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri ise Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.1. CME'in ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

CME'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su (DS)	Türk Kahvesi (TK)	Kırmızı Şarap (KŞ)
ΔE_{001}	0,95±0,42	0,99±0,26	0,82±0,44
ΔE_{002}	0,69±0,44	0,93±0,50	1,63±0,59
ΔE_{003}	1,20±0,58	1,05±0,31	1,43±0,27
$\Delta E_{004/OB}$	1,16±0,83	1,58±1,09	1,51±0,86
$\Delta E_{004/PBO}$	1,30±0,76	1,86±0,64	1,38±0,73

Tablo 4.2. CME'in solüsyona bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri		
	ΔE_{001}	ΔE_{002}	ΔE_{003}
DS-TK	1,00	1,00	1,00
DS-KŞ	1,00	0,751	1,00
TK-KŞ	1,00	0,957	1,00

Tablo 4.3. CME'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	1,000	0,976	1,000	1,000
DS/PBO	1,000	=	1,000	0,999	1,000	1,000
TK/OB	1,000	1,000	=	1,000	1,000	1,000
TK/PBO	0,976	0,999	1,000	=	1,000	1,000
KŞ/OB	1,000	1,000	1,000	1,000	=	1,000
KŞ/PBO	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	=

CME'in tüm alt gruplarına ait ΔE_{001} ve ΔE_{003} değerleri ile TK ve KŞ gruplarının ΔE_{002} değerleri klinik olarak kabul edilebilir eşik değer altında ($\Delta E_{00} < 1,8$) renk değişimi gösterirken, sadece DS grubunun ΔE_{002} değeri algılanabilir eşik değeri altında ($\Delta E_{00} < 0,8$) gözlemlendi. ΔE_{004} değerlerinden ise sadece PBO uygulanmış TK grubu klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri üzerinde renk farkı gözlenmiştir ($\Delta E_{00} > 1,8$). CME'in grup içi karşılaştırmalarına göre ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p > 0,05$).

4.1.2. TP değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin TP değerleri, başlangıç (TP0), renklendirmenin 7. günü (TP1), renklendirmenin 14. günü (TP2) ve beyazlatma sonrasında (TP3) beyaz zemin ve siyah zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplandı. CME'in TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.4.'de gösterilmektedir. TP0 değerleri başlangıç değerleri olduğu için solüsyona bağlı alt gruplarına ait istatistiksel analiz yapılmadı. TP1 ve TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.5. ve Tablo 4.6.'da gösterilmektedir.

Tablo 4.4. CME'in TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

CME'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
TP0	16,97±1,13	17,04±1,43	17,65±1,79
TP1	18,46±1,42	18,23±1,72	17,03±1,53
TP2	16,36±1,43	16,82±1,27	15,81±1,76
TP3/OB	18,00±0,80	18,05±0,43	16,43±1,70
TP3/PBO	17,06±1,69	17,90±0,79	17,47±0,48

Tablo 4.5. CME'in solüsyona bağlı alt gruplarının TP1 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri
	TP1
DS-TK	1,00
DS-KŞ	0,179
TK-KŞ	0,448

Tablo 4.6. CME'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
DS/PBO	1,000	=	1,000	1,000	1,000	1,000
TK/OB	1,000	1,000	=	0,965	1,000	1,000
TK/PBO	0,976	1,000	0,965	=	0,989	0,748
KŞ/OB	1,000	1,000	1,000	0,989	=	1,000
KŞ/PBO	1,000	0,993	1,000	0,748	1,000	=

CME'in grup içi karşılaştırmalarına göre TP1, TP2 ve TP3 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

4.1.3. W ve ΔW değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin W^* değerleri, başlangıç (W_0), renklendirmenin 7. günü (W_1), renklendirmenin 14. günü (W_2) ve beyazlatma sonrasında (W_3); beyaz zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplandı.

CME'in W_0 , W_1 , W_2 ve W_3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.7.'de gösterilmektedir. W_0 değerleri başlangıç değerleri olduğu için solüsyona bağlı alt gruplarına ait istatistiksel analiz yapılmadı ancak; başlangıçtaki rastgele dağılımı değerlendirmek ve beyazlık farkı (ΔW)

değerleri hesaplanırken kullanılan değerleri görebilmek amacıyla Tablo 4.7.'ye eklendi. W1, W2 ve W3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.8. ve Tablo 4.9.'da gösterilmektedir.

CME'in grup içi karşılaştırmalarına göre W1 ve W2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$). W3 değerlerinin grup içi karşılaştırmalarında ise sadece PBO uygulanmış TK grubu ile OB ve PBO uygulanmış KŞ grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ($p<0,05$).

Tablo 4.7. CME'in W0, W1, W2 ve W3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

CME'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
W0	28,33±1,55	28,59±1,71	27,29±1,28
W1	28,35±1,67	29,12±1,38	28,00±0,79
W2	27,75±1,36	28,88±1,16	27,76±0,77
W3/OB	27,17±1,18	27,34±1,10	26,64±1,35
W3/PBO	27,93±1,91	29,15±1,52	26,27±0,91

Tablo 4.8. CME'in solüsyona bağlı alt gruplarının W1 ve W2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri	
	W1	W2
DS-TK	0,798	0,356
DS-KŞ	1,000	1,000
TK-KŞ	0,246	0,358

Tablo 4.9. CME'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	1,000	0,075	1,000	0,996
DS/PBO	1,000	=	1,000	0,869	0,814	0,333
TK/OB	1,000	1,000	=	0,174	1,000	0,966
TK/PBO	0,075	0,869	0,174	=	0,003*	0,000*
KŞ/OB	1,000	0,814	1,000	0,003*	=	1,000
KŞ/PBO	0,996	0,333	0,966	0,000*	1,000	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Örneklerin ΔW^* değerleri, W0, W2 ve W3 değerlerinin farkları alınarak hesaplandı. CME'in ΔW_a (W3-W0) ve ΔW_b (W3-W2) değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.10.'da gösterilmektedir. ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.11.'de gösterilmektedir.

CME'in grup içi karşılaştırmalarına göre ΔW_a ve ΔW_b değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.10. CME'in ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

CME'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
$\Delta W_a/OB$	-1,07±0,67	-1,04±0,98	-0,64±0,92
$\Delta W_a/PBO$	-0,49±1,93	0,35±1,48	-1,01±1,12
$\Delta W_b/OB$	-0,51±0,79	-1,45±0,80	-1,49±1,26
$\Delta W_b/PBO$	-0,24±0,81	0,18±0,92	-1,10±0,75

Tablo 4.11. CME'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
DS/PBO	1,000	=	1,000	1,000	1,000	1,000
TK/OB	1,000	1,000	=	1,000	1,000	1,000
TK/PBO	1,000	1,000	1,000	=	1,000	1,000
KŞ/OB	1,000	1,000	1,000	1,000	=	1,000
KŞ/PBO	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	=

4.1.4. R_a değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Yüzey pürüzlülüğü analizleri için örneklerin ortalama R_a değerleri analiz edilen 6 doğrudan elde edilen R_a değerlerinin ortalamaları alınarak hesaplandı. CME'in R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.12.'de gösterilmektedir. Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri ise Tablo 4.13.'de gösterilmektedir.

CME'in grup içi karşılaştırmalarına göre R_a değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.12. CME'in R_a değerlerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile standart sapmaları.

CME'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
R_a/OB	0,013±0,007	0,018±0,010	0,009±0,004
R_a/PBO	0,008±0,002	0,012±0,003	0,014±0,005

Tablo 4.13. CME'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
DS/PBO	1,000	=	1,000	1,000	1,000	1,000
TK/OB	1,000	1,000	=	1,000	1,000	1,000
TK/PBO	1,000	1,000	1,000	=	1,000	1,000
KŞ/OB	1,000	1,000	1,000	1,000	=	1,000
KŞ/PBO	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	=

4.2. AA'nin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları

4.2.1. ΔE_{00} değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin ΔE_{00} değerleri, renklendirme işlemine başlamadan önce beyaz zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri ile renklendirmenin 7. ve 14. gününde ve beyazlatma sonrasında ölçümlenerek ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak CIEDE (1:1:1) formülüne göre hesaplandı. AA'nin ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.14.'de gösterilmektedir. ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri ise Tablo 4.15. ve Tablo 4.16.'da gösterilmektedir.

AA'nın tüm alt gruplarına ait ΔE_{001} değerleri ile, TK ve KŞ gruplarına ait ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerleri klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri üzerinde ($\Delta E_{00} > 1,8$) renk değişimi gösterdi. DS grubunun ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerleri ise klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri altında ($\Delta E_{00} < 1,8$) gözlendi. ΔE_{004} değerleri incelendiğinde ise tüm değerler algılanabilir eşik değeri üzerinde gözlenirken, PBO uygulanmış TK grubu ile OB ve PBO uygulanmış KŞ grupları klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri üzerindeki renk değişimleri göstermiştir. AA'nın grup içi karşılaştırmalarına göre sadece DS ve KŞ

gruplarının ΔE_{001} ve ΔE_{002} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenirken ($p < 0,05$), tüm grupların ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p > 0,05$).

Tablo 4.14. AA'nin ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

AA'nin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
ΔE_{001}	1,80±1,10	2,57±1,40	3,17±1,74
ΔE_{002}	1,23±1,04	2,83±1,90	3,59±1,26
ΔE_{003}	1,65±1,36	1,80±1,42	2,19±1,92
$\Delta E_{004/OB}$	1,80±0,45	1,62±0,86	2,26±1,21
$\Delta E_{004/PBO}$	1,47±0,38	2,42±1,31	2,28±1,05

Tablo 4.15. AA'nin solüsyona bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri		
	ΔE_{001}	ΔE_{002}	ΔE_{003}
DS-TK	0,389	0,056	1,00
DS-KŞ	0,001*	0,000*	0,990
TK-KŞ	0,743	0,932	0,999

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.16. AA'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarına ait ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	0,996	1,000	1,000	1,000
DS/PBO	1,000	=	1,000	0,706	0,931	0,906
TK/OB	1,000	1,000	=	0,922	0,994	0,989
TK/PBO	0,996	0,706	1,000	=	1,000	1,000
KŞ/OB	1,000	0,931	0,994	1,000	=	1,000
KŞ/PBO	1,000	0,906	0,989	1,000	1,000	=

4.2.2. TP değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin TP değerleri, başlangıç (TP0), renklendirmenin 7. günü (TP1), renklendirmenin 14. günü (TP2) ve beyazlatma sonrasında (TP3) beyaz zemin ve siyah zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplandı. AA'nin TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.17.'de gösterilmektedir. TP0 değerleri başlangıç değerleri olduğu için solüsyona bağlı alt gruplarına ait istatistiksel analiz yapılmadı ancak; başlangıçtaki rastgele dağılımı değerlendirmek amacıyla Tablo 4.17.'ye eklendi. TP1 ve TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.18. ve Tablo 4.19.'da gösterilmektedir.

AA'nin grup içi karşılaştırmalarına göre TP1, TP2 ve TP3 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.17. AA'nin TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

AA'nin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
TP0	16,82±1,64	16,23±0,81	16,14±0,99
TP1	14,83±2,28	13,93±1,85	14,19±2,05
TP2	15,64±2,09	14,32±1,65	13,85±1,86
TP3/OB	17,35±1,25	16,25±1,36	15,48±1,60
TP3/PBO	18,02±2,55	15,77±2,06	14,92±2,10

Tablo 4.18. AA'nin solüsyona bağlı alt gruplarının TP1 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri
	TP1
DS-TK	0,799
DS-KŞ	0,979
TK-KŞ	1,000

Tablo 4.19. AA'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarına ait TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	1,000	0,971	0,858	0,390
DS/PBO	1,000	=	0,912	0,552	0,303	0,054
TK/OB	1,000	0,912	=	1,000	1,000	0,997
TK/PBO	0,971	0,552	1,000	=	1,000	1,000
KŞ/OB	0,858	0,303	1,000	1,000	=	1,000
KŞ/PBO	0,390	0,054	0,997	1,000	1,000	=

4.2.3. W ve ΔW değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin W^* değerleri, başlangıç (W_0), renklendirmenin 7. günü (W_1), renklendirmenin 14. günü (W_2) ve beyazlatma sonrasında (W_3) beyaz zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplandı. AA'nin W_0 , W_1 , W_2 ve W_3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.20.'de gösterilmektedir. W_0 değerleri başlangıç değerleri olduğu için solüsyona bağlı alt gruplarına ait istatistiksel analiz yapılmadı ancak; başlangıçtaki rastgele dağılımı değerlendirmek ve beyazlık farkı (ΔW) değerleri hesaplanırken kullanılan değerleri görebilmek amacıyla Tablo 4.20.'ye eklendi. W_1 , W_2 ve W_3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.21. ve Tablo 4.22.'de gösterilmektedir.

AA'nin grup içi karşılaştırmaları değerlendirildiğinde, DS ve TK gruplarına ait hem W_1 hem W_2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenirken ($p < 0,05$); TK ve KŞ gruplarının W_1 ve W_2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p > 0,05$). DS ve KŞ gruplarının ise sadece W_1 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ($p < 0,05$). W_3 değerlerinin karşılaştırılmasında ise sadece PBO uygulanmış TK grubunun; OB uygulanmış DS grubu ve PBO uygulanmış KŞ grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği saptandı ($p < 0,05$).

Tablo 4.20. AA'nin W_0 , W_1 , W_2 ve W_3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

AA'nin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
W_0	49,96 $\pm$ 1,92	51,59 $\pm$ 1,94	52,15 $\pm$ 2,12
W_1	46,41 $\pm$ 1,86	48,85 $\pm$ 1,71	48,73 $\pm$ 2,03
W_2	48,07 $\pm$ 1,43	50,59 $\pm$ 1,71	49,52 $\pm$ 1,77
W_3/OB	47,49 $\pm$ 1,53	49,34 $\pm$ 2,10	49,37 $\pm$ 0,78
W_3/PBO	48,10 $\pm$ 1,67	50,13 $\pm$ 1,22	47,90 $\pm$ 1,59

Tablo 4.21. AA'nin solüsyona bağlı alt gruplarının W1 ve W2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri	
	W1	W2
DS-TK	0,000*	0,000*
DS-KŞ	0,000*	0,069
TK-KŞ	1,000	0,444

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.22. AA'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	0,145	0,001*	0,127	1,000
DS/PBO	1,000	=	0,856	0,060	0,828	1,000
TK/OB	0,145	0,856	=	0,999	1,000	0,612
TK/PBO	0,001*	0,060	0,999	=	1,000	0,018*
KŞ/OB	0,127	0,828	1,000	1,000	=	0,572
KŞ/PBO	1,000	1,000	0,612	0,018*	0,572	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Örneklerin ΔW^* değerleri, W0, W2 ve W3 değerlerinin farkları alınarak hesaplandı. AA'nin ΔW_a (W3-W0) ve ΔW_b (W3-W2) değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları ise Tablo 4.23.'de gösterilmektedir. ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.24.'de gösterilmektedir.

AA'nin grup içi karşılaştırmalarına göre ΔW_a ve ΔW_b değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.23. AA'nin ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

AA'nin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
$\Delta W_a/OB$	-3,03±1,27	-1,66±1,11	-3,59±1,42
$\Delta W_a/PBO$	-1,31±1,67	-2,05±1,44	-3,43±1,35
$\Delta W_b/OB$	-0,80±0,68	-0,18±1,20	-1,52±1,68
$\Delta W_b/PBO$	0,25±1,52	-0,75±0,70	-1,02±1,12

Tablo 4.24. AA'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	0,989	1,000	1,000	1,000	1,000
DS/PBO	0,989	=	1,000	0,364	0,994	0,915
TK/OB	1,000	1,000	=	0,866	1,000	1,000
TK/PBO	1,000	0,364	0,866	=	1,000	1,000
KŞ/OB	1,000	0,994	1,000	1,000	=	1,000
KŞ/PBO	1,000	0,915	1,000	1,000	1,000	=

4.2.4. R_a değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Yüzey pürüzlülüğü analizleri için örneklerin ortalama R_a değerleri analiz edilen 6 doğrudan elde edilen R_a değerlerinin ortalamaları alınarak hesaplandı. AA'nin R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.25.'de gösterilmektedir. Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri ise Tablo 4.26.'da gösterilmektedir.

AA'nin grup içi karşılaştırmalarına göre R_a değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.25. AA'nin R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

AA'nin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
R_a/OB	0,016±0,009	0,010±0,003	0,021±0,019
R_a/PBO	0,010±0,002	0,012±0,003	0,011±0,002

Tablo 4.26. AA'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
DS/PBO	1,000	=	1,000	1,000	1,000	1,000
TK/OB	1,000	1,000	=	1,000	1,000	1,000
TK/PBO	1,000	1,000	1,000	=	1,000	1,000
KŞ/OB	1,000	1,000	1,000	1,000	=	1,000
KŞ/PBO	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	=

4.3. LU'in Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları

4.3.1. ΔE_{00} değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin ΔE_{00} değerleri, renklendirme işlemine başlamadan önce beyaz zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri ile renklendirmenin 7. ve 14. gününde ve beyazlatma sonrasında ölçümlenerek ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak CIEDE (1:1:1) formülüne göre hesaplandı. LU'in ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.27.'de gösterilmektedir. ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri ise Tablo 4.28. ve Tablo 4.29.'da gösterilmektedir.

LU'in DS grubuna ait ΔE_{001} ve ΔE_{002} değerleri klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri altında gözlenirken ($\Delta E_{001} < 1,8$), ΔE_{003} değeri ise algılanabilir eşik değeri altında ($\Delta E_{003} < 0,8$) saptandı. TK ve KŞ gruplarına ait tüm renk değişim değerleri ise klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri üzerinde ($\Delta E_{001} > 1,8$) gözlemlendi. ΔE_{004} değerleri incelendiğinde ise tüm gruplarda algılanabilir eşik değeri üzerinde gözlenirken; OB ve PBO uygulanmış TK ve KŞ grupları klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri üzerinde renk değişimi göstermiştir ($\Delta E_{001} > 1,8$). LU'nin grup içi karşılaştırmalarına göre tüm grupların ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ($p < 0,05$).

Tablo 4.27. LU'in ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

LU'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
ΔE_{001}	0,86±0,39	2,47±0,74	7,66±0,83
ΔE_{002}	1,13±0,43	5,93±1,04	19,62±2,48
ΔE_{003}	0,50±0,16	3,52±1,76	12,33±1,76
$\Delta E_{004}/OB$	1,01±0,45	2,93±1,00	6,16±0,79
$\Delta E_{004}/PBO$	1,40±0,62	2,10±0,94	8,17±1,14

Tablo 4.28. LU'in solüsyona bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri		
	ΔE_{001}	ΔE_{002}	ΔE_{003}
DS-TK	0,000*	0,000*	0,000*
DS-KŞ	0,000*	0,000*	0,000*
TK-KŞ	0,000*	0,000*	0,000*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.29. LU'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	0,000*	0,406	0,000*	0,000*
DS/PBO	1,000	=	0,020*	0,979	0,000*	0,000*
TK/OB	0,000*	0,020*	=	0,894	0,000*	0,000*
TK/PBO	0,406	0,979	0,894	=	0,000*	0,000*
KŞ/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	0,000*
KŞ/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

4.3.2. TP değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin TP değerleri, başlangıç (TP0), renklendirmenin 7. günü (TP1), renklendirmenin 14. günü (TP2) ve beyazlatma sonrasında (TP3) beyaz zemin ve siyah zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplandı. LU'in TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.30.'da gösterilmektedir. TP0 değerleri başlangıç değerleri olduğu için solüsyona bağlı alt gruplarına ait istatistiksel analiz yapılmadı ancak; başlangıçtaki rastgele dağılımı değerlendirmek amacıyla Tablo 4.30.'a eklendi. TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.31. ve Tablo 4.32.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.30. LU'in TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

LU'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
TP0	20,42±0,78	20,77±0,64	20,43±0,89
TP1	20,38±1,51	20,27±0,99	16,59±0,79
TP2	16,36±1,43	18,80±0,95	13,27±1,90
TP3/OB	20,44±0,89	19,59±0,86	16,78±0,96
TP3/PBO	20,40±0,83	20,13±0,70	15,75±0,96

Tablo 4.31. LU'in solüsyona bağlı alt gruplarının TP1 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri
	TP1
DS-TK	1,000
DS-KŞ	0,000*
TK-KŞ	0,000*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.32. LU'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	1,000	1,000	0,006*	0,000*
DS/PBO	1,000	=	1,000	1,000	0,007*	0,000*
TK/OB	1,000	1,000	=	1,000	0,149	0,002*
TK/PBO	1,000	1,000	1,000	=	0,021*	0,000*
KŞ/OB	0,006*	0,007*	0,149	0,021*	=	1,000
KŞ/PBO	0,000*	0,000*	0,002*	0,000*	1,000	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

LU'in TP1 değerlerinin grup içi karşılaştırmaları değerlendirildiğinde KŞ grubunun hem DS hem TK grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir

fark gösterdiği saptandı ($p<0,05$). TP3 değerlerinin grup içi karşılaştırmaları değerlendirildiğinde ise PBO ve OB uygulanmış KŞ gruplarının PBO ve OB uygulanmış DS grupları ile PBO uygulanmış TK grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği saptandı ($p<0,05$). Buna ek olarak PBO uygulanmış KŞ grubu OB uygulanmış TK grubu ile de istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdi ($p<0,05$).

4.3.3. W ve ΔW değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin W^* değerleri, başlangıç (W_0), renklendirmenin 7. günü (W_1), renklendirmenin 14. günü (W_2) ve beyazlatma sonrasında (W_3) beyaz zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplandı. LU'in W_1 , W_2 ve W_3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.33.'de gösterilmektedir. W_0 değerleri başlangıç değerleri olduğu için solüsyona bağlı alt gruplarına ait istatistiksel analiz yapılmadı ancak; başlangıçtaki rastgele dağılımı değerlendirmek ve beyazlık farkı (ΔW) değerleri hesaplanırken kullanılan değerleri görebilmek amacıyla Tablo 4.33.'e eklendi. W_1 , W_2 ve W_3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.34. ve Tablo 4.35.'de gösterilmektedir.

LU'in grup içi karşılaştırmalarına göre tüm grupların W_1 ve W_2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ($p<0,05$). W_3 değerleri incelendiğinde ise OB ve PBO uygulanmış TK gruplarının OB ve PBO uygulanmış hem DS hem KŞ grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği saptandı ($p<0,05$).

Tablo 4.33. LU'in W0, W1, W2 ve W3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

LU'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
W0	28,83±0,88	28,89±0,66	29,13±1,01
W1	27,64±0,99	31,27±1,14	33,38±0,78
W2	26,81±0,75	35,76±0,64	39,83±1,63
W3/OB	27,01±0,75	30,29±0,64	27,49±1,16
W3/PBO	26,46±0,71	29,60±0,95	25,95±1,06

Tablo 4.34. LU'in solüsyona ait alt gruplarının W1 ve W2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri	
	W1	W2
DS-TK	0,000*	0,000*
DS-KŞ	0,000*	0,000*
TK-KŞ	0,000*	0,000*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.35. LU'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	0,000*	0,002*	1,000	0,968
DS/PBO	1,000	=	0,000*	0,000*	0,975	1,000
TK/OB	0,000*	0,000*	=	1,000	0,000*	0,000*
TK/PBO	0,002*	0,000*	1,000	=	0,038*	0,000*
KŞ/OB	1,000	0,975	0,000*	0,038*	=	0,481
KŞ/PBO	0,968	1,000	0,000*	0,000*	0,481	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Örneklerin ΔW^* değerleri, W_0 , W_2 ve W_3 değerlerinin farkları alınarak hesaplandı. LU'nin ΔW_a (W_3-W_0) ve ΔW_b (W_3-W_2) değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.36.'da gösterilmektedir. LU'nin ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.37.'de gösterilmektedir.

LU'nin ΔW_b değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre sadece OB ve PBO uygulanmış DS gruplarının birbirleri ile ve OB ve PBO uygulanmış TK gruplarının birbirleri ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediği saptandı ($p>0,05$).

Tablo 4.36. LU'nin ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

LU'nin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
$\Delta W_a/OB$	-1,48±1,15	1,31±0,78	-1,82±1,16
$\Delta W_a/PBO$	-2,71±1,44	0,81±1,32	-3,00±1,04
$\Delta W_b/OB$	0,10±0,38	-6,72±1,67	-11,65±1,93
$\Delta W_b/PBO$	-0,24±0,81	-4,90±1,28	-14,57±2,22

Tablo 4.37. LU'nin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
DS/PBO	1,000	=	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
TK/OB	0,000*	0,000*	=	0,311	0,000*	0,000*
TK/PBO	0,000*	0,000*	0,311	=	0,000*	0,000*
KŞ/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	0,001*
KŞ/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,001*	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

4.3.4. R_a değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Yüzey pürüzlülüğü analizleri için örneklerin ortalama R_a değerleri analiz edilen 6 doğrudan elde edilen R_a değerlerinin ortalamaları alınarak hesaplandı. LU'in R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.38.'de gösterilmektedir. Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.39.'da gösterilmektedir.

LU'in grup içi karşılaştırmalarına göre R_a değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.38. LU'in R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

LU'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
R_a/OB	0,151±0,064	0,143±0,087	0,129±0,043
R_a/PBO	0,224±0,087	0,139±0,060	0,133±0,029

Tablo 4.39. LU'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	0,831	1,000	1,000	1,000	1,000
DS/PBO	0,931	=	0,801	0,735	0,528	0,622
TK/OB	1,000	0,801	=	1,000	1,000	1,000
TK/PBO	1,000	0,735	1,000	=	1,000	1,000
KŞ/OB	1,000	0,528	1,000	1,000	=	1,000
KŞ/PBO	1,000	0,622	1,000	1,000	1,000	=

4.4. VE'in Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları

4.4.1. ΔE_{00} değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin ΔE_{00} değerleri, renklendirme işlemine başlamadan önce beyaz zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri ile renklendirmenin 7. ve 14. gününde ve beyazlatma sonrasında ölçümlenerek ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak CIEDE (1:1:1) formülüne göre hesaplandı. VE'in solüsyona bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.40.'da gösterilmektedir. ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri ise Tablo 4.41. ve Tablo 4.42.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.40. VE'in ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

VE'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
ΔE_{001}	0,51±0,33	3,10±1,10	5,27±1,62
ΔE_{002}	0,60±0,29	4,93±1,20	13,72±3,33
ΔE_{003}	0,40±0,22	2,15±1,17	8,57±2,50
$\Delta E_{004/OB}$	0,42±0,25	1,69±0,59	4,25±1,04
$\Delta E_{004/PBO}$	0,50±0,28	2,18±0,84	4,80±1,22

Tablo 4.41. VE'in solüsyona bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri		
	ΔE_{001}	ΔE_{002}	ΔE_{003}
DS-TK	0,000*	0,000*	0,000*
DS-KŞ	0,009*	0,000*	0,000*
TK-KŞ	0,000*	0,000*	0,000*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.42. VE'in ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	0,147	0,002*	0,000*	0,000*
DS/PBO	1,000	=	0,237	0,004*	0,000*	0,000*
TK/OB	0,147	0,237	=	1,000	0,000*	0,000*
TK/PBO	0,002*	0,004*	1,000	=	0,000*	0,000*
KŞ/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	0,999
KŞ/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,999	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

VE'in DS grubuna ait tüm renk değişim değerleri algılanabilir eşik değer altında ($\Delta E_{00} < 0,8$) saptanırken, PBO uygulanmış TK grubunun ΔE_{004} değeri dışında TK ve KŞ gruplarına ait tüm renk değişim değerleri klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri üzerinde ($\Delta E_{00} > 1,8$) gözlemlendi. VE'in ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} ve ΔE_{004} değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ($p < 0,05$).

4.4.2. TP değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin TP değerleri, başlangıç (TP0), renklendirmenin 7. günü (TP1), renklendirmenin 14. günü (TP2) ve beyazlatma sonrasında (TP3) beyaz zemin ve siyah zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplandı. VE'in TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.43.'de gösterilmektedir. TP0 değerleri başlangıç değerleri olduğu için solüsyona bağlı alt gruplarına ait istatistiksel analiz yapılmadı ancak; başlangıçtaki rastgele dağılımı değerlendirmek amacıyla Tablo 4.43'e eklendi. TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.44. ve Tablo 4.45.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.43. VE'in TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

VE'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
TP0	15,94±1,45	16,02±1,10	16,43±0,69
TP1	16,11±1,39	14,10±1,08	13,52±1,34
TP2	15,97±1,25	13,84±1,39	10,50±1,36
TP3/OB	15,87±1,39	15,26±1,34	14,03±0,97
TP3/PBO	18,18±6,77	14,89±1,03	13,42±1,32

Tablo 4.44. VE'in solüsyona bağlı alt gruplarının TP1 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri
	TP1
DS-TK	0,003*
DS-KŞ	0,000*
TK-KŞ	0,991

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.45. VE'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	0,503	1,000	1,000	0,883	0,383
DS/PBO	0,503	=	0,103	0,027*	0,001*	0,000*
TK/OB	1,000	0,103	=	1,000	0,999	0,884
TK/PBO	1,000	0,027*	1,000	=	1,000	0,988
KŞ/OB	0,883	0,001*	0,999	1,000	=	1,000
KŞ/PBO	0,383	0,000*	0,884	0,988	1,000	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

VE'in TP1 değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre DS grubu hem TK hem KŞ grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdi ($p < 0,05$). TP2 değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p > 0,05$). VE'in TP3 değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre PBO uygulanmış DS grubunun, OB ve PBO uygulanmış TK grupları ve PBO uygulanmış KŞ grubu ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği saptandı ($p < 0,05$).

4.4.3. W ve ΔW değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin W^* değerleri, başlangıç (W_0), renklendirmenin 7. günü (W_1), renklendirmenin 14. günü (W_2) ve beyazlatma sonrasında (W_3) beyaz zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplandı. VE'in W_1 , W_2 ve W_3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.46.'da gösterilmektedir. W_0 değerleri başlangıç değerleri olduğu için solüsyona bağlı alt gruplarına ait istatistiksel analiz yapılmadı ancak; başlangıçtaki rastgele dağılımı değerlendirmek ve beyazlık farkı (ΔW) değerleri hesaplanırken kullanılan değerleri görebilmek amacıyla Tablo 4.46.'ya eklendi. VE'in W_1 , W_2 ve W_3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.47. ve Tablo 4.48.'de gösterilmektedir.

VE'in W1 ve W2 değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre DS grubunun hem TK hem de KŞ grubu ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği saptandı ($p<0,05$). VE'in solüsyona ve ajana bağlı gruplarına ait W3 değerlerinin ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediği saptandı ($p>0,05$).

Tablo 4.46. VE'in W0, W1, W2 ve W3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

VE'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su (DS)	Türk Kahvesi (TK)	Kırmızı Şarap (KŞ)
W0	38,32±0,81	37,95±0,73	37,73±0,70
W1	37,78±0,68	40,82±0,93	40,30±1,26
W2	37,38±0,62	43,20±1,03	44,35±1,90
W3/OB	37,95±0,46	38,54±0,46	38,75±1,18
W3/PBO	37,50±0,39	38,90±1,03	36,89±2,06

Tablo 4.47. VE'in solüsyona bağlı alt gruplarının W1 ve W2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri	
	W1	W2
DS-TK	0,000*	0,000*
DS-KŞ	0,000*	0,000*
TK-KŞ	0,985	0,320

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.48. VE'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	1,000	0,991	0,999	0,967
DS/PBO	1,000	=	0,972	0,662	0,842	1,000
TK/OB	1,000	0,972	=	1,000	1,000	0,333
TK/PBO	0,991	0,662	1,000	=	1,000	0,064
KŞ/OB	0,999	0,842	1,000	1,000	=	0,138
KŞ/PBO	0,967	1,000	0,333	0,064	0,138	=

Örneklerin ΔW^* değerleri, W0, W2 ve W3 değerlerinin farkları alınarak hesaplandı. VE'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarına ait ΔW_a (W3-W0) ve ΔW_b (W3-W2) değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları ise Tablo 4.49.'da gösterilmektedir. ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.50.'de gösterilmektedir.

VE'in ΔW_a değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. VE'in ΔW_b değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre ise OB ve PBO uygulanmış DS grupları; OB ve PBO uygulanmış hem TK hem KŞ grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdi ($p < 0,05$). PBO uygulanmış KŞ grubunun diğer tüm gruplarla istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği saptandı.

Tablo 4.49. VE'in ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

VE'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su (DS)	Türk Kahvesi (TK)	Kırmızı Şarap (KŞ)
$\Delta W_a/OB$	-0,40±0,82	0,49±0,56	0,69±1,20
$\Delta W_a/PBO$	-0,79±0,61	1,06±1,26	-0,51±2,03
$\Delta W_b/OB$	0,51±0,53	-4,54±1,09	-5,26±1,30
$\Delta W_b/PBO$	0,18±0,66	-4,41±1,28	-7,80±3,28

Tablo 4.50. VE'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
DS/PBO	1,000	=	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
TK/OB	0,000*	0,000*	=	1,000	1,000	0,000*
TK/PBO	0,000*	0,000*	1,000	=	0,999	0,000*
KŞ/OB	0,000*	0,000*	1,000	0,999	=	0,009*
KŞ/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,009*	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

4.4.4. R_a değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Yüzey pürüzlülüğü analizleri için örneklerin ortalama R_a değerleri analiz edilen 6 doğrudan elde edilen R_a değerlerinin ortalamaları alınarak hesaplandı. VE'in R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.51.'de gösterilmektedir. Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.52.'de gösterilmektedir.

VE'in R_a değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.51. VE'in R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

VE'in solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
R_a/OB	0,279±0,118	0,257±0,030	0,267±0,034
R_a/PBO	0,178±0,037	0,211±0,007	0,225±0,050

Tablo 4.52. VE'in solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	0,270	1,000	0,946	1,000	0,996
DS/PBO	0,270	=	0,834	1,000	0,657	0,999
TK/OB	1,000	0,834	=	1,000	1,000	1,000
TK/PBO	0,946	1,000	1,000	=	0,998	1,000
KŞ/OB	1,000	0,657	1,000	0,998	=	1,000
KŞ/PBO	0,996	0,999	1,000	1,000	1,000	=

4.5. Diş Örneklerinin Tanımlayıcı İstatistikleri ve Grup İçi Karşılaştırmaları

4.5.1. ΔE_{00} değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin ΔE_{00} değerleri, renklendirme işlemine başlamadan önce beyaz zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri ile renklendirmenin 7. ve 14. gününde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak CIEDE (1:1:1) formülüne göre hesaplandı. Dişlerin ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.53.'de gösterilmektedir. ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri ise Tablo 4.54.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.53. Dişlerin ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

Daimi dişlerin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
ΔE_{001}	5,04±3,88	8,15±3,22	11,62±5,62
ΔE_{002}	4,77±3,27	7,72±3,50	19,01±7,61
ΔE_{003}	3,50±1,66	2,13±1,76	9,52±5,58

Tablo 4.54. Dişlerin solüsyona bağlı alt gruplarına ait ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin Mann Whitney U testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri		
	ΔE_{001}	ΔE_{002}	ΔE_{003}
DS-TK	0,028*	0,021*	0,006*
DS-KŞ	0,000*	0,000*	0,000*
TK-KŞ	0,044*	0,000*	0,000*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Daimi dişlerin tüm alt gruplarına ait renk değişim değerleri çalışma boyunca klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri üzerinde ($\Delta E_{00} > 1,8$) gözlemlendi. Dişlerin ΔE_{001} , ΔE_{002} ve ΔE_{003} değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p < 0,05$) saptandı. Renklendirmenin 7. ve 14. günleri ile başlangıç arasındaki renk farkı yüksekten düşüğe sırasıyla KŞ, TK ve DS gruplarında gözlenirken, ΔE_{003} değerleri TK grubunda DS grubundan daha düşük saptandı.

4.5.2. TP değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin TP değerleri, başlangıç (TP0), renklendirmenin 7. günü (TP1), renklendirmenin 14. günü (TP2) ve beyazlatma sonrasında (TP3) beyaz zemin ve siyah zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak hesaplandı. Dişlerin TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.55'.de gösterilmektedir. TP0 değerleri başlangıç değerleri olduğu için solüsyona bağlı alt gruplarına ait istatistiksel analiz yapılmadı ancak; başlangıçtaki rastgele dağılımı değerlendirmek amacıyla Tablo 4.55.'e eklendi. TP1 ve TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.56. ve Tablo 4.57.'de gösterilmektedir.

Dişlerin TP1 değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre KŞ grubunun hem DS hem TK grubu ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği saptandı ($p<0,05$). TP3 değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre ise sadece PBO uygulanmış DS grubu ile PBO uygulanmış TK grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ($p<0,05$).

Tablo 4.55. Dişlerin TP0, TP1, TP2 ve TP3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

Daimi dişlerin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
TP0	3,17±4,10	2,69±1,46	4,11±4,54
TP1	2,96±1,62	3,05±2,34	4,15±1,68
TP2	2,19±1,93	2,60±1,51	3,27±2,22
TP3/OB	1,63±1,11	2,85±2,37	2,87±2,83
TP3/PBO	1,51±1,00	4,79±3,90	2,50±2,15

Tablo 4.56. Dişlerin solüsyona bağlı alt gruplarına ait TP1 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri
	TP1
DS-TK	0,665
DS-KŞ	0,019*
TK-KŞ	0,037*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.57. Dişlerin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarına ait TP3 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	1,000	0,872	0,059	0,864	0,967
DS/PBO	1,000	=	0,818	0,044*	0,808	0,942
TK/OB	0,872	0,818	=	0,493	1,000	1,000
TK/PBO	0,059	0,044*	0,493	=	0,505	0,306
KŞ/OB	0,864	0,808	1,000	0,505	=	0,999
KŞ/PBO	0,967	0,942	1,000	0,306	0,999	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

4.5.3. W ve ΔW değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

Örneklerin W* değerleri, başlangıç (W0), renklendirmenin 7. günü (W1), renklendirmenin 14. günü (W2) ve beyazlatma sonrasında (W3) beyaz zemin üzerinde ölçümlenen ve ortalamaları alınan L*, a* ve b* değerleri kullanılarak hesaplandı. Dişlerin W1, W2 ve W3 değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.58.'de gösterilmektedir. W0 değerleri başlangıç değerleri olduğu için solüsyona bağlı alt gruplarına ait istatistiksel analiz yapılmadı ancak; başlangıçtaki rastgele dağılımı değerlendirmek ve beyazlık farkı (ΔW) değerleri hesaplanırken kullanılan değerleri görebilmek amacıyla Tablo 4.58.'e eklendi. W1 ve W2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri Tablo 4.59.'da gösterilmektedir.

Dişlerin W1 ve W2 değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre KŞ grubunun hem DS hem TK grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği saptandı ($p < 0,05$). Dişlere ait grupların W3 değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p > 0,05$).

Tablo 4.58. Dişlerin W0, W1, W2 ve W3 değerlerinin değerleri ile standart sapmaları.

Daimi dişlerin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
W0	36,80±7,85	40,94±7,74	39,60±5,61
W1	33,76±5,97	33,46±5,59	38,92±6,50
W2	32,10±6,94	34,56±6,51	50,40±8,42
W3/OB	32,88±6,86	32,85±4,82	40,17±3,97
W3/PBO	36,77±7,16	37,81±6,39	42,94±5,34

Tablo 4.59. Dişlerin solüsyona bağlı alt gruplarının W1 ve W2 değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri	
	W1	W2
DS-TK	0,808	0,224
DS-KŞ	0,011*	0,000*
TK-KŞ	0,003*	0,000*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Örneklerin ΔW^* değerleri, W0, W2 ve W3 değerlerinin farkları alınarak hesaplandı. Dişlerin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarına ait ΔW_a (W3-W0) ve ΔW_b (W3-W2) değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.60.'da gösterilmektedir. ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri ise Tablo 4.61.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.60. Dişlerin ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

Daimi dişlerin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
$\Delta W_a/OB$	0,08±7,22	-4,17±4,23	1,80±3,64
$\Delta W_a/PBO$	-4,03±8,01	-7,05±7,16	2,11±7,71
$\Delta W_b/OB$	2,04±2,54	-0,67±7,28	-9,44±4,61
$\Delta W_b/PBO$	3,41±2,72	2,23±3,51	-8,24±8,04

Tablo 4.61. Dişlerin solüsyona ve ajana bağlı alt gruplarının W_b değerlerinin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan p değerleri.

Alt Gruplar	p Değerleri					
	DS/OB	DS/PBO	TK/OB	TK/PBO	KŞ/OB	KŞ/PBO
DS/OB	=	0,992	0,865	1,000	0,000*	0,001*
DS/PBO	0,992	=	0,534	0,996	0,000*	0,000*
TK/OB	0,865	0,534	=	0,830	0,007*	0,029*
TK/PBO	1,000	0,996	0,830	=	0,000*	0,001*
KŞ/OB	0,000*	0,000*	0,007*	0,000*	=	0,996
KŞ/PBO	0,001*	0,000*	0,029*	0,001*	0,996	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Dişlerin ΔW_a değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$). Dişlerin ΔW_b değerlerinin grup içi karşılaştırmalarına göre ise OB ve PBO uygulanmış KŞ gruplarının OB ve PBO uygulanmış DS ve TK grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği saptandı ($p<0,05$).

4.5.4. R_a değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve grup içi karşılaştırmaları

AFM ölçümlerinde dişlere ait her örnekten veri elde edilemediğinden R_a değerlerine ait istatistiksel analiz yapılamamıştır. Solüsyon ve ajana bağlı her gruba ait sadece bir örnekten rastgele seçilen 20 doğru üzerinde

ölçümlenen R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları Tablo 4.62.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.62. Diş örneklerinin R_a değerlerinin ortalama değerleri ile standart sapmaları.

Daimi dişlerin solüsyona bağlı alt grupları	Distile Su	Türk Kahvesi	Kırmızı Şarap
R_a/OB	0,042±0,013	0,095±0,023	0,080±0,022
R_a/PBO	0,165±0,037	0,092±0,022	0,147±0,081

4.5.5. Dişlere ait beyazlatma sonrası verilerin gruplararası karşılaştırmaları

Dişlere ait solüsyondan bağımsız ajan türüne bağlı alt grupların TP3, W3, ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları ile Mann Whitney U testi ile yapılan ikili karşılaştırmalarına ait p değerleri Tablo 4.63.'de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre OB uygulanan diş örnekleri saf beyaz değerine PBO uygulanan diş örneklerinden daha yakın beyazlık gösterirken, her iki ajana maruz kalan dişler başlangıç beyazlık derecelerinden daha beyaz gözlenmiştir. Translusensi parametresi ve beyazlık farkı değerleri arasında ise ajanlara bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 4.63. Dişlere ait solüsyondan bağımsız ajan türüne bağlı alt grupların TP3, W3, ΔW_a ve ΔW_b değerlerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları ile Mann Whitney U testi ile yapılan ikili karşılaştırmalarına ait p değerleri.

	TP3	W3	ΔW_a	ΔW_b
OB	2,45±2,23	35,30±6,24	-0,176±5,69	-2,69±7,21
PBO	2,93±2,90	39,17±6,71	-2,99±8,32	-0,87±7,38
OB-PBO p değerleri	0,478	0,036*	0,076	0,193

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

4.6. Solüsyon Türüne Bağlı Grup İçi Karşılaştırmalar

4.6.1. DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin grup içi karşılaştırmaları

DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallere ait alt grupların ortalamaları ile standart sapmaları Tablo 4.64.'de gösterilmektedir. Materyal türüne bağlı alt grupların ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W1, W2 ve TP1 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri Tablo 4.65.'de; materyal ve ajan türüne bağlı alt grupların W3, ΔW_b , TP3 ve R_a değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri Tablo 4.66.-Tablo 4.70.'de gösterilmektedir. TP2 ve ΔW_a değerlerinin ikili varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediğinden Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar yapılmadı.

4.6.2. TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin grup içi karşılaştırmaları

TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallere ait alt grupların ortalamaları ile standart sapmaları Tablo 4.71.'de gösterilmektedir. Materyal türüne bağlı alt grupların ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W1, W2 ve TP1 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri Tablo 4.72.'de; materyal ve ajan türüne bağlı alt grupların W3, ΔW_b , TP3 ve R_a değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri Tablo 4.73.-Tablo 4.77.'de gösterilmektedir. TP2 ve ΔW_a değerlerinin ikili varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediğinden Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar yapılmadı.

4.6.3. KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin grup içi karşılaştırmaları

KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallere ait alt grupların ortalamaları ile standart sapmaları Tablo 4.78.'de gösterilmektedir. Materyal türüne bağlı alt grupların ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W1, W2 ve TP1 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri Tablo

4.79.'da; materyal ve ajan türüne bağlı alt grupların W_3 , ΔW_b , TP3 ve R_a değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri Tablo 4.80.-Tablo 4.84.'de gösterilmektedir. TP2 ve ΔW_a değerlerinin ikili varyans analizi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediğinden Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar yapılmadı.

Tablo 4.64. DS solüsyonunun restoratif materyallere ait alt gruplarının incelenen verilere ait ortalamaları ile standart sapmaları ve istatistiksel fark analizi.

	CME	AA	LU	VE
ΔE_{001}	0,95±0,42	1,80±1,10	0,86±0,39	0,51±0,33
ΔE_{002}	0,69±0,44	1,23±1,04	1,13±0,43	0,60±0,29
ΔE_{003}	1,20±0,58	1,65±1,36	0,50±0,16	0,40±0,22
ΔE_{004}	1,23±0,78	1,64±0,44	1,21±0,56	0,46±0,26
W1	28,35±1,67	46,41±1,86	27,64±0,99	37,78±0,68
W2	27,75±1,36	48,07±1,43	26,81±0,75	37,38±0,62
W3/OB	27,17±1,18	47,49±1,53	27,01±0,75	37,95±0,46
W3/PBO	27,93±1,91	48,10±1,67	26,46±0,71	37,50±0,39
$\Delta W_a/OB$	-1,07±0,67	-3,03±1,27	-1,48±1,15	-0,40±0,82
$\Delta W_a/PBO$	-0,49±1,93	-1,31±1,67	-2,71±1,44	-0,79±0,61
$\Delta W_b/OB$	-0,51±0,79	-0,80±0,68	0,10±0,38	0,51±0,53
$\Delta W_b/PBO$	-0,24±0,81	0,25±1,52	-0,24±0,81	0,18±0,66
TP1	18,46±1,42	14,83±2,28	20,38±1,51	16,11±1,39
TP2	16,36±1,43	15,64±2,09	16,36±1,43	15,97±1,25
TP3/OB	18,05±0,43	17,35±1,25	20,44±0,89	15,87±1,39
TP3/PBO	16,43±1,70	18,02±2,55	20,40±0,83	18,18±6,77
R_a/OB	0,013±0,007	0,016±0,009	0,151±0,064	0,279±0,118
R_a/PBO	0,008±0,002	0,010±0,002	0,224±0,087	0,178±0,037

Tablo 4.65. DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W1, W2 ve TP1 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME-AA	CME-LU	CME-VE	AA-LU	AA-VE	LU-VE
ΔE_{001}	0,240	1,000	0,961	0,127	0,003*	0,993
ΔE_{002}	0,995	0,999	1,000	1,000	0,980	0,995
ΔE_{003}	0,998	0,926	0,838	0,333	0,216	1,000
W1	0,000*	0,885	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
W2	0,000*	0,631	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
TP1	0,000*	0,007*	0,000*	0,000*	0,280	0,000*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.66. DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,962	0,989
CME/PBO	1,000	=	1,000	1,000	1,000	1,000	0,819	0,913
AA/OB	1,000	1,000	=	1,000	0,922	1,000	0,064	0,113
AA/PBO	1,000	1,000	1,000	=	1,000	1,000	0,483	0,635
LU/OB	1,000	1,000	0,922	1,000	=	1,000	0,998	1,000
LU/PBO	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	=	0,625	0,767
VE/OB	0,962	0,819	0,064	0,483	0,998	0,625	=	1,000
VE/PBO	0,989	0,913	0,113	0,635	1,000	0,767	1,000	=

Tablo 4.67. DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	0,000*	0,000*	1,000	1,000	0,000*	0,000*
CME/PBO	1,000	=	0,000*	0,000*	0,994	0,573	0,000*	0,000*
AA/OB	0,000*	0,000*	=	1,000	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
AA/PBO	0,000*	0,000*	1,000	=	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
LU/OB	1,000	0,994	0,000*	0,000*	=	1,000	0,000*	0,000*
LU/PBO	1,000	0,573	0,000*	0,000*	1,000	=	0,000*	0,000*
VE/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	1,000
VE/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	1,000	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.68. DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,993	1,000
CME/PBO	1,000	=	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
AA/OB	1,000	0,999	=	0,989	0,999	1,000	0,887	0,995
AA/PBO	1,000	1,000	0,989	=	1,000	1,000	1,000	1,000
LU/OB	1,000	1,000	0,999	1,000	=	1,000	1,000	1,000
LU/PBO	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	=	1,000	1,000
VE/OB	0,993	1,000	0,887	1,000	1,000	1,000	=	1,000
VE/PBO	1,000	1,000	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	=

Tablo 4.69. DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	1,000	1,000	0,388	0,421	0,665	1,000
CME/PBO	1,000	=	1,000	1,000	0,019*	0,022*	0,999	1,000
AA/OB	1,000	1,000	=	1,000	0,058	0,067	0,987	1,000
AA/PBO	1,000	1,000	1,000	=	0,407	0,440	0,645	1,000
LU/OB	0,388	0,019*	0,058	0,407	=	1,000	0,000*	0,546
LU/PBO	0,421	0,022*	0,067	0,440	1,000	=	0,000*	0,581
VE/OB	0,665	0,999	0,987	0,645	0,000*	0,000*	=	0,503
VE/PBO	1,000	1,000	1,000	0,546	0,581	1,000	0,503	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.70. DS solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	1,000	1,000	0,015*	0,000*	0,000*	0,001*
CME/PBO	1,000	=	1,000	1,000	0,011*	0,000*	0,000*	0,001*
AA/OB	1,000	1,000	=	1,000	0,021*	0,000*	0,000*	0,002*
AA/PBO	1,000	1,000	1,000	=	0,012*	0,000*	0,000*	0,001*
LU/OB	0,015*	0,011*	0,021*	0,012*	=	0,831	0,037*	1,000
LU/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,831	=	0,988	0,999
VE/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,037*	0,988	=	0,270
VE/PBO	0,001*	0,001*	0,002*	0,001*	1,000	0,999	0,270	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.71. TK solüsyonunun restoratif materyallere ait alt gruplarının incelenen verilere ait ortalamaları ile standart sapmaları ve istatistiksel fark analizi.

	CME	AA	LU	VE
ΔE_{001}	0,99±0,26	2,57±1,40	2,47±0,74	3,10±1,10
ΔE_{002}	0,93±0,50	2,83±1,90	5,93±1,04	4,93±1,20
ΔE_{003}	1,05±0,31	1,80±1,42	3,52±1,76	2,15±1,17
W1	29,12±1,38	48,85±1,71	31,27±1,14	40,82±0,93
W2	28,88±1,16	50,59±1,71	35,76±2,14	43,20±1,03
W3/OB	27,34±1,10	49,34±2,10	30,29±0,64	38,54±0,46
W3/PBO	29,15±1,52	50,13±1,22	29,60±0,95	38,90±1,03
$\Delta W_a/OB$	-1,04±0,98	-1,66±1,11	1,31±0,78	0,49±0,56
$\Delta W_a/PBO$	0,35±1,48	-2,05±1,44	0,081±1,32	1,06±1,26
$\Delta W_b/OB$	-1,45±0,80	-0,18±1,20	-6,72±1,67	-4,54±1,09
$\Delta W_b/PBO$	0,18±0,92	-1,52±1,68	-4,90±1,28	-4,41±1,28
TP1	18,23±1,72	13,93±1,85	20,27±0,99	14,10±1,08
TP2	16,82±1,27	14,32±1,65	18,80±0,95	13,84±1,39
TP3/OB	18,05±0,43	16,25±1,36	19,59±0,86	15,26±1,34
TP3/PBO	16,43±1,70	15,77±2,06	20,13±0,70	14,89±1,03
R_a/OB	0,018±0,010	0,010±0,003	0,143±0,087	0,257±0,030
R_a/PBO	0,012±0,003	0,012±0,003	0,139±1,28	0,211±0,007

Tablo 4.72. TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W1, W2 ve TP1 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME-AA	CME-LU	CME-VE	AA-LU	AA-VE	LU-VE
ΔE_{001}	0,000*	0,000*	0,000*	1,000	0,871	0,691
ΔE_{002}	0,008*	0,000*	0,000*	0,000*	0,002*	0,000*
ΔE_{003}	0,898	0,000*	0,426	0,012*	1,000	0,120
W1	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
W2	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
TP1	0,000*	0,003*	0,000*	0,000*	1,000	0,000*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.73. TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	1,000	0,827	0,085	1,000	1,000	0,996
CME/PBO	1,000	=	1,000	0,999	0,473	1,000	1,000	1,000
AA/OB	1,000	1,000	=	0,922	0,119	1,000	1,000	0,999
AA/PBO	0,827	0,999	0,922	=	1,000	1,000	0,968	1,000
LU/OB	0,085	0,473	0,119	1,000	=	0,894	0,187	0,961
LU/PBO	1,000	1,000	1,000	1,000	0,894	=	1,000	1,000
VE/OB	1,000	1,000	1,000	0,968	0,187	1,000	=	1,000
VE/PBO	0,996	1,000	0,999	1,000	0,961	1,000	1,000	=

Tablo 4.74. TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının W_3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	0,174	0,000*	0,000*	0,000*	0,015*	0,000*	0,000*
CME/PBO	0,174	=	0,000*	0,000*	0,931	1,000	0,000*	0,000*
AA/OB	0,000*	0,000*	=	0,999	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
AA/PBO	0,000*	0,000*	0,999	=	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
LU/OB	0,000*	0,931	0,000*	0,000*	=	1,000	0,000*	0,000*
LU/PBO	0,015*	1,000	0,000*	0,000*	1,000	=	0,000*	0,000*
VE/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	1,000
VE/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	1,000	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.75. TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	0,531	0,916	1,000	0,000*	0,000*	0,000*	0,001*
CME/PBO	0,531	=	1,000	0,442	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
AA/OB	0,916	1,000	=	0,866	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
AA/PBO	1,000	0,442	0,866	=	0,000*	0,000*	0,000*	0,001*
LU/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	0,311	0,066	0,035*
LU/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,311	=	1,000	1,000
VE/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,066	1,000	=	1,000
VE/PBO	0,001*	0,000*	0,000*	0,0001*	0,035*	1,000	1,000	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.76. TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	0,965	0,898	0,525	0,981	0,712	0,153	0,044*
CME/PBO	0,965	=	1,000	1,000	0,045	0,005*	0,999	0,980
AA/OB	0,898	1,000	=	1,000	0,022*	0,002*	1,000	0,996
AA/PBO	0,525	1,000	1,000	=	0,003*	0,000*	1,000	1,000
LU/OB	0,981	0,045	0,022*	0,003*	=	1,000	0,000*	0,000*
LU/PBO	0,712	0,005*	0,000*	0,000*	1,000	=	0,000*	0,000*
VE/OB	0,153	0,999	1,000	1,000	0,000*	0,000*	=	1,000
VE/PBO	0,044*	0,980	0,996	1,000	0,000*	0,000*	1,000	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.77. TK solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	1,000	1,000	0,179	0,222	0,000*	0,001*
CME/PBO	1,000	=	1,000	1,000	0,122	0,153	0,000*	0,001*
AA/OB	1,000	1,000	=	1,000	0,112	0,142	0,000*	0,000*
AA/PBO	1,000	1,000	1,000	=	0,123	0,156	0,000*	0,001*
LU/OB	0,179	0,122	0,112	0,123	=	1,000	0,319	0,977
LU/PBO	0,222	0,153	0,142	0,156	1,000	=	0,264	0,960
VE/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,319	0,264	=	1,000
VE/PBO	0,001*	0,001*	0,000*	0,001*	0,977	0,960	1,000	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık.

Tablo 4.78. KŞ solüsyonunun restoratif materyallere ait alt gruplarının incelenen verilere ait ortalamaları ile standart sapmaları ve istatistiksel fark analizi.

	CME	AA	LU	VE
ΔE_{001}	0,82±0,44	3,17±1,74	7,66±0,83	5,27±1,62
ΔE_{002}	1,63±0,59	3,59±1,26	19,62±2,48	13,72±3,33
ΔE_{003}	1,43±0,27	2,19±1,92	12,33±1,76	8,57±2,50
W1	28,00±0,79	48,73±2,03	33,38±0,78	40,30±1,26
W2	27,76±0,77	49,52±1,77	39,83±1,63	44,35±1,90
W3/OB	26,64±1,35	49,37±0,78	27,49±1,16	38,75±1,18
W3/PBO	26,27±0,91	47,90±1,59	25,95±1,06	36,89±2,06
$\Delta W_a/OB$	-0,64±0,92	-3,59±1,42	-1,82±1,16	0,69±1,20
$\Delta W_a/PBO$	-1,01±1,12	-3,43±1,35	-3,00±1,04	-0,51±2,03
$\Delta W_b/OB$	-1,49±1,26	-0,75±0,70	-11,65±1,93	-5,26±1,30
$\Delta W_b/PBO$	-1,10±0,75	-1,02±1,12	-14,57±2,22	-7,80±3,28
TP1	17,08±1,53	14,19±2,05	16,59±0,79	13,52±1,34
TP2	15,81±1,76	13,85±1,86	13,27±1,90	10,00±1,36
TP3/OB	17,90±0,79	15,48±1,60	16,78±0,96	14,03±0,97
TP3/PBO	17,47±0,48	14,92±2,10	15,75±0,96	13,42±1,32
R_a/OB	0,009±0,004	0,021±0,019	0,129±0,043	0,267±0,034
R_a/PBO	0,014±0,005	0,011±0,002	0,133±0,029	0,225±0,050

Tablo 4.79. KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallere ait alt grupların ΔE_{001} , ΔE_{002} , ΔE_{003} , W1, W2 ve TP1 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME-AA	CME-LU	CME-VE	AA-LU	AA-VE	LU-VE
ΔE_{001}	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
ΔE_{002}	0,005*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
ΔE_{003}	0,884	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
W1	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
W2	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
TP1	0,000*	0,998	0,000*	0,000*	0,970	0,000*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık.

Tablo 4.80. KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔE_{004} değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	0,955	0,936	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
CME/PBO	1,000	=	0,821	0,778	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
AA/OB	0,955	0,821	=	1,000	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
AA/PBO	0,936	0,778	1,000	=	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
LU/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	0,000*	0,000*	0,079
LU/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	0,000*	0,000*
VE/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	0,999
VE/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,079	0,000*	0,999	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.81. KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının W3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	0,000*	0,000*	0,998	1,000	0,000*	0,000*
CME/PBO	1,000	=	0,000*	0,000*	0,878	1,000	0,000*	0,000*
AA/OB	0,000*	0,000*	=	0,572	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
AA/PBO	0,000*	0,000*	0,572	=	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
LU/OB	0,998	0,878	0,000*	0,000*	=	0,481	0,000*	0,000*
LU/PBO	1,000	1,000	0,000*	0,000*	0,481	=	0,000*	0,000*
VE/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	0,138
VE/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,138	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.82. KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının ΔW_b değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	1,000	1,000	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
CME/PBO	1,000	=	1,000	1,000	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
AA/OB	1,000	1,000	=	1,000	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
AA/PBO	1,000	1,000	1,000	=	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
LU/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	0,001*	0,000*	0,000*
LU/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,001*	=	0,000*	0,000*
VE/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	=	0,009*
VE/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,009*	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.83. KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının TP3 değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	0,400	0,083	1,000	0,647	0,002*	0,000*
CME/PBO	1,000	=	0,081	0,009*	0,947	0,191	0,000*	0,000*
AA/OB	0,400	0,081	=	1,000	0,998	1,000	0,991	0,732
AA/PBO	0,083	0,009*	1,000	=	0,866	1,000	1,000	0,986
LU/OB	1,000	0,947	0,998	0,866	=	1,000	0,175	0,020*
LU/PBO	0,647	0,191	1,000	1,000	1,000	=	0,936	0,487
VE/OB	0,002*	0,000*	0,991	1,000	0,175	0,936	=	1,000
VE/PBO	0,020*	0,487	0,732	0,986	0,000*	0,000*	1,000	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Tablo 4.84. KŞ solüsyonunda bekletilmiş restoratif materyallerin materyal ve ajan türüne bağlı alt gruplarının R_a değerlerinin Tukey testi ile ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME/ OB	CME/ PBO	AA/ OB	AA/ PBO	LU/ OB	LU/ PBO	VE/ OB	VE/ PBO
CME/OB	=	1,000	1,000	1,000	0,243	0,188	0,000*	0,000*
CME/PBO	1,000	=	1,000	1,000	0,309	0,245	0,000*	0,000*
AA/OB	1,000	1,000	=	1,000	0,426	0,348	0,000*	0,000*
AA/PBO	1,000	1,000	1,000	=	0,262	0,204	0,000*	0,000*
LU/OB	0,243	0,309	0,426	0,262	=	1,000	0,077	0,633
LU/PBO	0,188	0,245	0,348	0,204	1,000	=	0,104	0,717
VE/OB	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,077	0,104	=	1,000
VE/PBO	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,633	0,717	1,000	=

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

4.7. Restoratif Materyallere Ait Verilerin Gruplar Arası Karşılaştırmaları

ΔE_{00} , W, ΔW , TP ve R_a değerlerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları hesaplandı. Gruplar arası karşılaştırmalar için yapılan istatistiksel analiz sonucunda, TP2 değerlerinin iki yönlü varyans analizinde Levene's testi p değeri=0,049; ΔW_a değerlerinin p değeri=0,114 olduğundan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$) ve ikili karşılaştırmalar yapılmadı.

ΔE_{00} , W, ΔW , TP ve R_a değerlerinin solüsyon ve ajan türlerinden bağımsız olarak sadece materyal türüne bağlı ortalama değerleri ve standart sapmaları Tablo 4.85.'de gösterilmektedir. Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri ise Tablo 4.86.'da gösterilmektedir.

Tablo 4.85. Solüsyon ve ajan türlerinden bağımsız olarak sadece materyal türüne bağlı ortalama değerleri ve standart sapmaları.

	CME	AA	LU	VE
ΔE_{001}	0,92±0,38	2,51±1,52	3,66±3,00	2,96±2,26
ΔE_{002}	1,08±0,65	2,55±1,73	8,89±8,09	6,41±5,86
ΔE_{003}	1,23±0,43	1,88±1,57	5,45±5,36	3,71±3,88
ΔE_{004}	1,46±0,83	1,98±0,98	3,63±2,78	2,31±1,87
W0	28,07±1,60	51,23±2,17	28,95±0,86	38,00±0,78
W1	28,49±1,39	47,99±2,16	30,77±2,58	39,63±1,65
W2	28,13±1,23	49,39±1,92	34,13±5,71	41,64±3,33
W3	27,42±1,61	48,72±1,75	27,80±1,83	38,09±1,28
ΔW_a	-0,65±1,16	-2,51±1,60	-1,15±2,00	0,09±1,33
ΔW_b	-0,71±1,16	-0,67±1,29	-6,33±5,66	-3,55±3,38
TP0	17,21±1,48	16,40±1,22	20,54±0,78	16,13±1,23
TP1	17,92±1,65	14,32±2,07	19,08±2,10	14,58±1,68
TP2	16,33±1,53	14,60±2,00	17,48±3,33	13,27±2,82
TP3	17,65±1,27	16,30±2,09	18,85±2,06	15,28±3,24
R_a	0,012±0,006	0,013±0,008	0,157±0,068	0,235±0,066

Tablo 4.86. Solüsyon ve ajan türlerinden bağımsız olarak sadece materyal türüne bağlı verilerin Tukey testi ile yapılan ikilli karşılaştırmaları sonucunda elde edilen p değerleri.

	CME-AA	CME-LU	CME-VE	AA-LU	AA-VE	LU-VE
ΔE_{001}	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,072	0,001*
ΔE_{002}	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
ΔE_{003}	0,069	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
ΔE_{004}	0,007*	0,000*	0,000*	0,000*	0,156	0,000*
W0	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
W1	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
W2	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
W3	0,000*	0,337	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
ΔW_b	0,998	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
TP0	0,001*	0,000*	0,000*	0,000*	0,785	0,000*
TP1	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,794	0,000*
TP3	0,001*	0,004*	0,000*	0,000*	0,018*	0,000*
R_a	1,000	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

ΔE_{00} , W, ΔW , TP ve R_a değerlerinin materyal ve ajan türlerinden bağımsız olarak sadece solüsyon türüne bağlı ortalama değerleri ve standart sapmaları ile Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri ise Tablo 4.87. ve Tablo 4.88.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.87. Materyal ve ajan türlerinden bağımsız olarak sadece solüsyon türüne bağlı ortalama değerleri ve standart sapmaları.

	DS	TK	KŞ
ΔE_{001}	1,03±0,79	2,28±1,24	4,23±2,84
ΔE_{002}	0,91±0,67	3,65±2,40	9,64±7,71
ΔE_{003}	0,94±0,90	2,13±1,55	6,13±4,97
ΔE_{004}	1,13±0,69	2,05±1,00	3,85±2,49
W1	35,04±7,85	37,52±8,04	37,60±7,92
W2	35,00±8,73	39,61±8,31	40,36±8,24
W3	34,95±8,72	36,66±8,68	34,91±9,33
ΔW_a	-1,41±1,44	-0,09±1,65	-1,67±1,93
ΔW_b	-0,05±0,94	-2,94±2,67	-5,46±5,35
TP1	17,45±2,72	16,63±3,09	15,35±2,12
TP2	17,08±2,40	15,94±2,40	13,23±2,71
TP3	18,17±3,02	17,04±2,23	15,84±2,05
R_a	0,110±0,118	0,100±0,101	0,101±0,102

Tablo 4.88. Materyal ve ajan türlerinden bağımsız olarak sadece solüsyon türüne bağlı verilerin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen p değerleri.

	DS-TK	DS-KŞ	TK-KŞ
ΔE_{001}	0,000*	0,000*	0,000*
ΔE_{002}	0,000*	0,000*	0,000*
ΔE_{003}	0,000*	0,000*	0,000*
ΔE_{004}	0,000*	0,000*	0,000*
W1	0,000*	0,000*	0,921
W2	0,000*	0,000*	0,003*
W3	0,000*	0,977	0,000*
ΔW_b	0,000*	0,000*	0,000*
TP1	0,003*	0,000*	0,000*
TP3	0,001*	0,000*	0,000*
R_a	0,726	0,772	0,997

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

W_3 , ΔW_a , ΔW_b , TP3 ve R_a değerlerinin materyal ve solüsyon türlerinden bağımsız olarak sadece ajan türüne bağlı ortalama değerleri ve standart sapmaları ile Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen p değerleri ise Tablo 4.89. ve Tablo 4.90.'da gösterilmektedir.

Tablo 4.89. Materyal ve solüsyon türlerinden bağımsız olarak sadece ajan türüne bağlı ortalama değerleri ve standart sapmaları.

	ΔE_{004}	W_3	ΔW_a	ΔW_b	TP3	R_a
OB	2,20±1,72	35,62±8,91	-1,02±1,71	-2,73±3,66	17,08±2,06	0,110±0,116
PBO	2,49±2,16	35,40±8,95	-1,09±1,93	-2,91±4,55	16,95±3,12	0,099±0,098

Tablo 4.90. Materyal ve solüsyon türlerinden bağımsız olarak sadece ajan türüne bağlı verilerin Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen p değerleri.

	ΔE_{004}	W_3	ΔW_b	TP3	R_a
OB-PBO	0,009*	0,179	0,315	0,598	0,283

*İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

4.8. Etki Değerleri İstatistiksel Analizi

ΔE_{00} , W , ΔW , TP ve R_a değerlerinden iki yönlü ve üç yönlü varyans analizi yapılan verilerin gruplar arası etki testleri (*tests of between subjects effects*) sonucunda materyal, solüsyon ve ajan faktörleri ile bu faktörler arasındaki etkileşimler için elde edilen p değerleri ve etki değerleri (R^2) Tablo 4.91. ve 4.92.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.91. Restoratif materyallere ait verilerin etki testleri sonucu p değerleri ve etki değerleri.

	M	S	A	M*S	M*A	S*A	M*S*A	R ²
ΔE_{001}	0,000	0,000	-	0,000	-	-	-	0,814
ΔE_{002}	0,000	0,000	-	0,000	-	-	-	0,934
ΔE_{003}	0,000	0,000	-	0,000	-	-	-	0,858
ΔE_{004}	0,000	0,000	0,009	0,000	0,502	0,109	0,000	0,825
W1	0,000	0,000	-	0,000	-	-	-	0,973
W2	0,000	0,000	-	0,000	-	-	-	0,974
W3	0,000	0,000	0,179	0,000	0,002	0,000	0,773	0,982
ΔW_a	0,000	0,000	0,653	0,000	0,001	0,034	0,048	0,596
ΔW_b	0,000	0,000	0,315	0,000	0,003	0,000	0,000	0,902
TP1	0,000	0,000	-	0,000	-	-	-	0,706
TP2	0,000	0,000	-	0,000	-	-	-	0,750
TP3	0,000	0,000	0,598	0,000	0,465	0,193	0,110	0,533
R _a	0,000	0,691	0,283	0,446	0,032	0,985	0,556	0,868

M:Materyal, S:Solüsyon, A: Ajan, M*S:Materyal ile solüsyon arasındaki etkileşim, M*A: Materyal ile ajan arasındaki etkileşim, S*A: Solüsyon ile Ajan arasındaki etkileşim, M*S*A: Materyal,solüsyon ve ajan arasındaki etkilşim. R²: Etki değeri, çalışmaya dahil edilen parametrelerin sonuçlar üzerindeki etki yüzdesi. p<0,05 ise o parametrenin sonuçlar üzerinde etkisi vardır, p<0,001 ise o parametrenin sonuçlar üzerindeki etkisi oldukça yüksektir.

Tablo 4.92. Dişlere ait verilerin etki testleri sonucu p değerleri ve etki değerleri.

	S	A	S*A	R ²
W3	0,001	0,014	0,840	0,300
ΔW_a	0,003	0,194	0,550	0,231
ΔW_b	0,000	0,192	0,859	0,507
TP3	0,019	0,452	0,269	0,179

S:Solüsyon, A: Ajan, S*A: Solüsyon ile Ajan arasındaki etkileşim. R²: Etki değeri, çalışmaya dahil edilen parametrelerin sonuçlar üzerindeki etki yüzdesi. p<0,05 ise o parametrenin sonuçlar üzerinde etkisi vardır, p<0,001 ise o parametrenin sonuçlar üzerindeki etkisi oldukça yüksektir.

4.9. AFM Analizi Sonucu Elde Edilen İki ve Üç Boyutlu Görüntüler

AFM analizi sonucunda elde edilen 2 ve 3 boyutlu görüntüler Şekil 4.1.- Şekil 4.13.'de gösterilmektedir. Materyallerin yüzey topoğrafyaları hakkında bilgi veren *skewness* (R_{sk}) ve *kurtosis* (R_{ku}) değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 4.93.'de gösterilmektedir. Etki testleri sonucu p değerleri ve etki değerleri ise Tablo 4.94.'de gösterilmektedir.

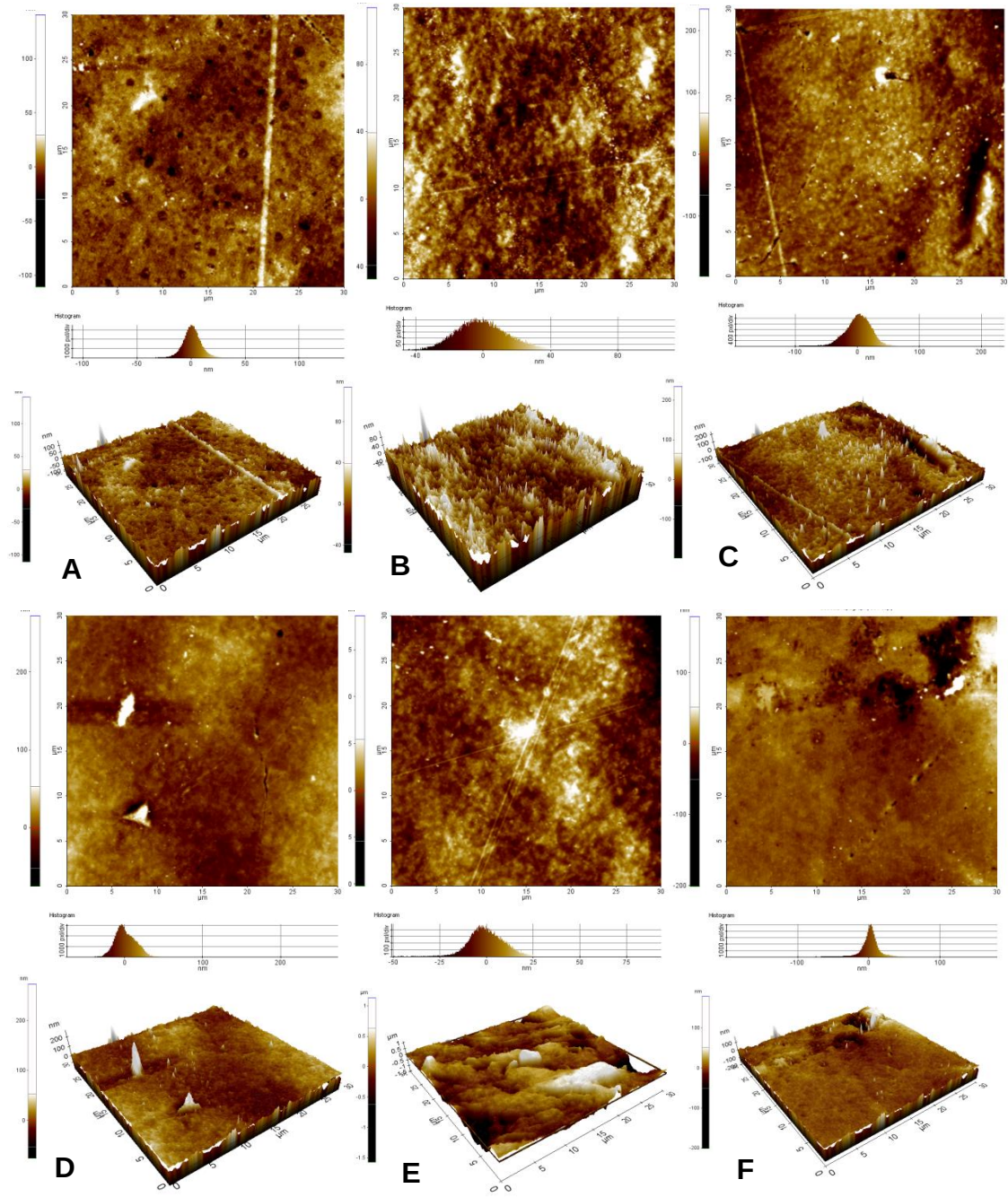
Tablo 4.93. R_{sk} ve R_{ku} değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları.

	R_{sk}	R_{ku}
CME	$-0,506 \pm 0,640^a$	$5,243 \pm 2,872^d$
AA	$-0,380 \pm 0,728^a$	$4,616 \pm 2,225^{d,e}$
LU	$1,007 \pm 0,330^b$	$4,323 \pm 1,209^{d,e}$
VE	$0,442 \pm 0,220^c$	$2,980 \pm 0,430^f$

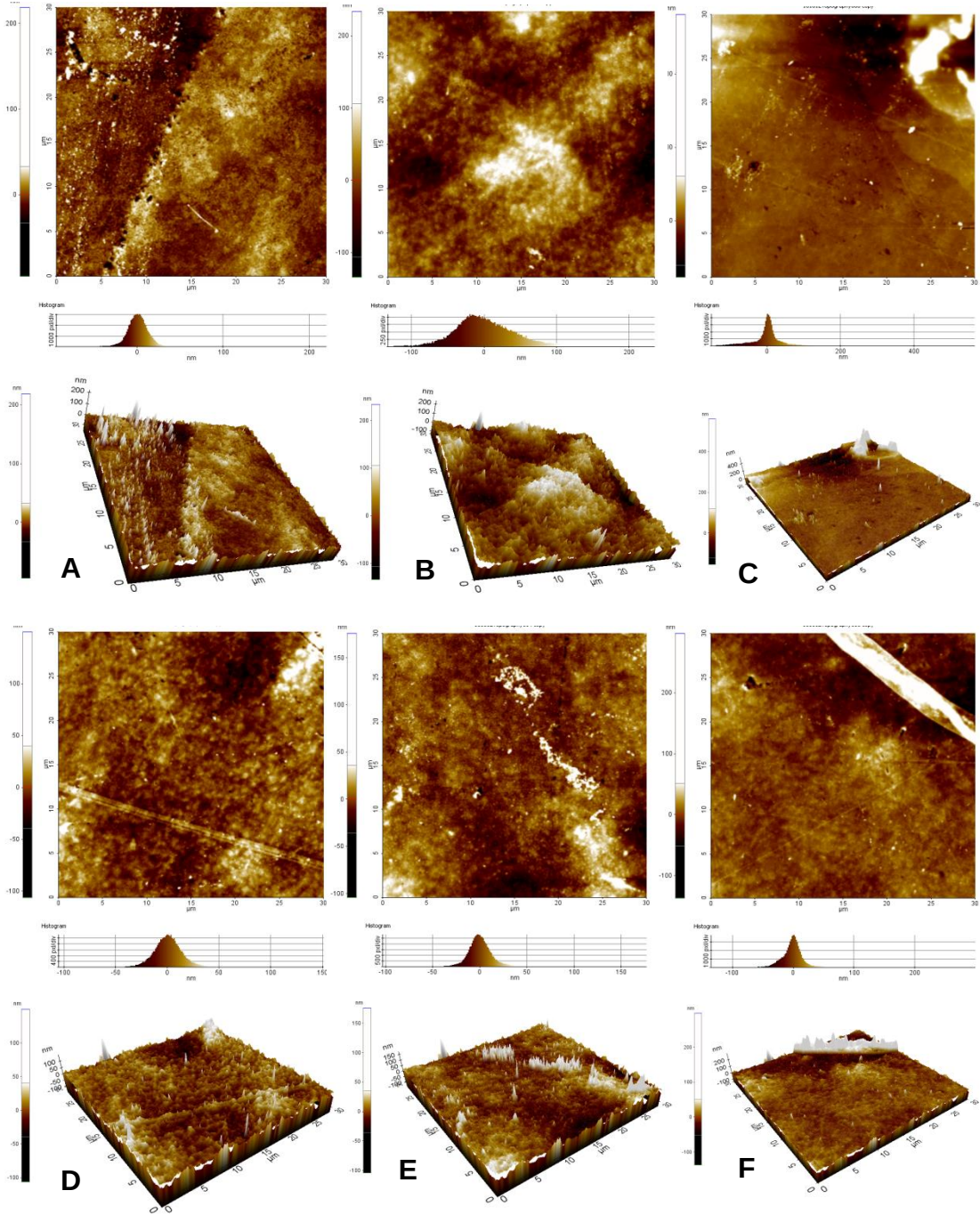
Farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir.

Tablo 4.94. R_{sk} ve R_{ku} değerlerinin etki testleri sonucu p değerleri ve etki değerleri.

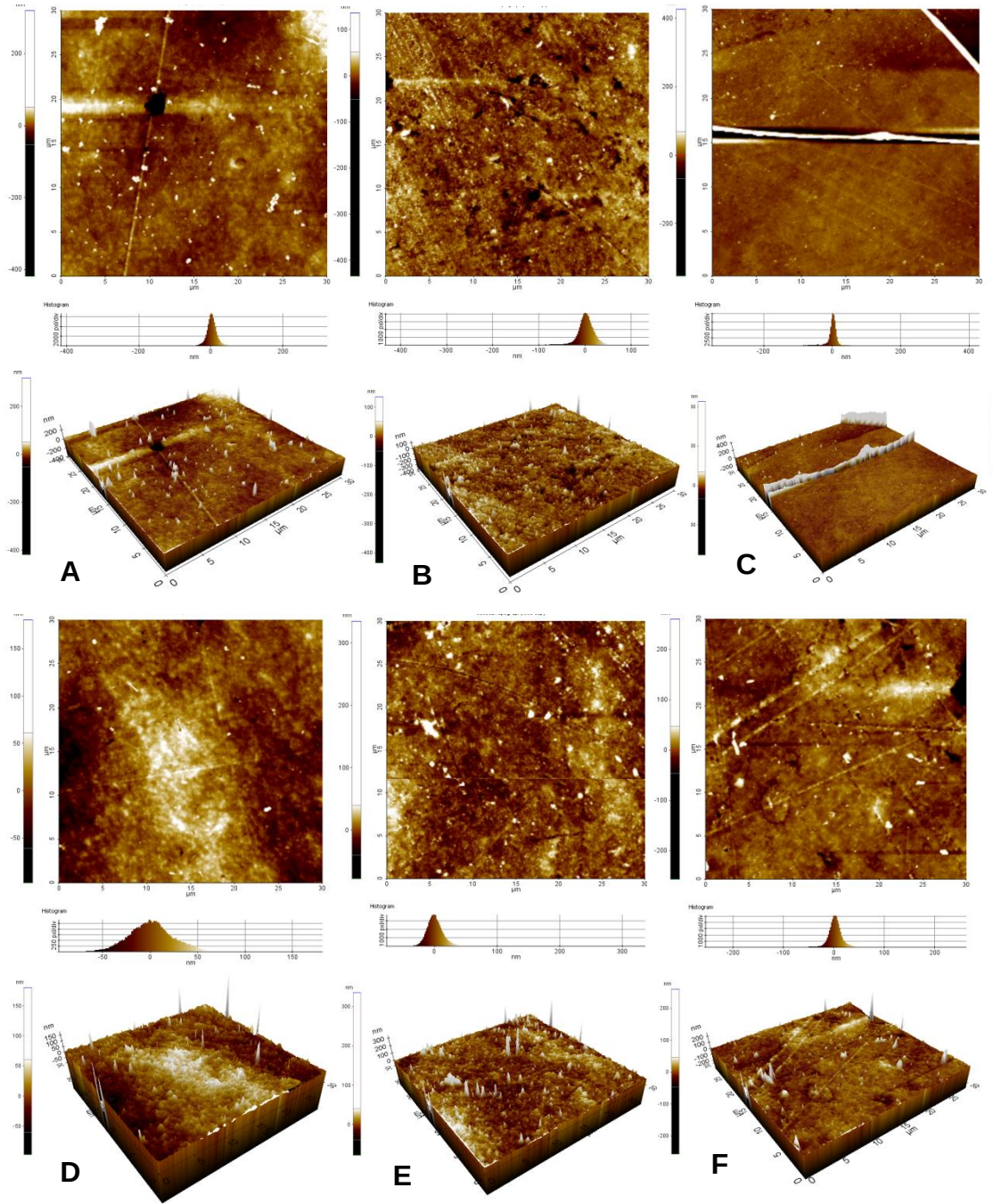
	M	S	A	M*S	M*A	S*A	M*S*A	R²
R_{sk}	0,000	0,390	0,103	0,262	0,296	0,755	0,936	0,710
R_{ku}	0,007	0,719	0,095	0,194	0,455	0,752	0,513	0,419



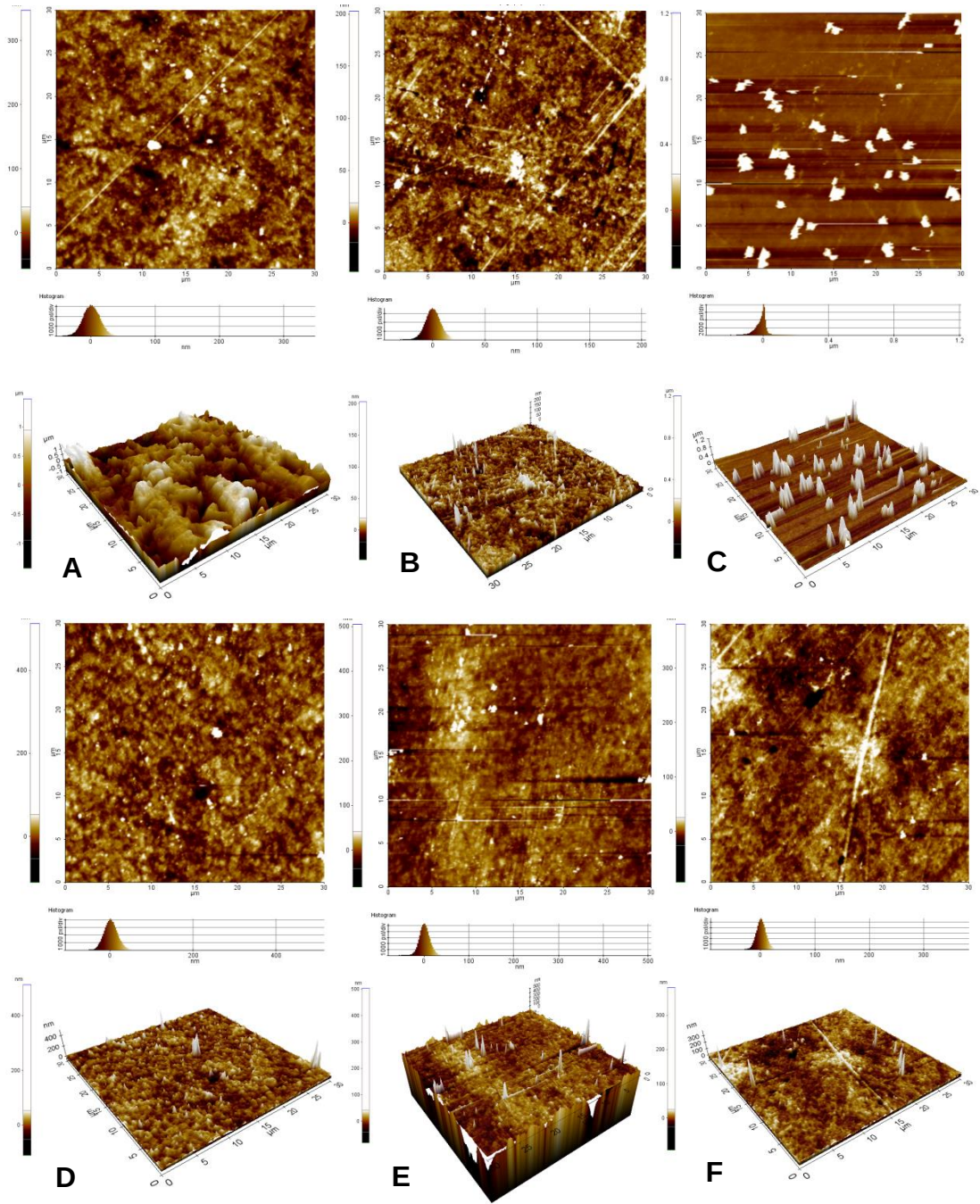
Şekil 4.1. A,B,C; CME'in OB uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; CME'in PBO uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



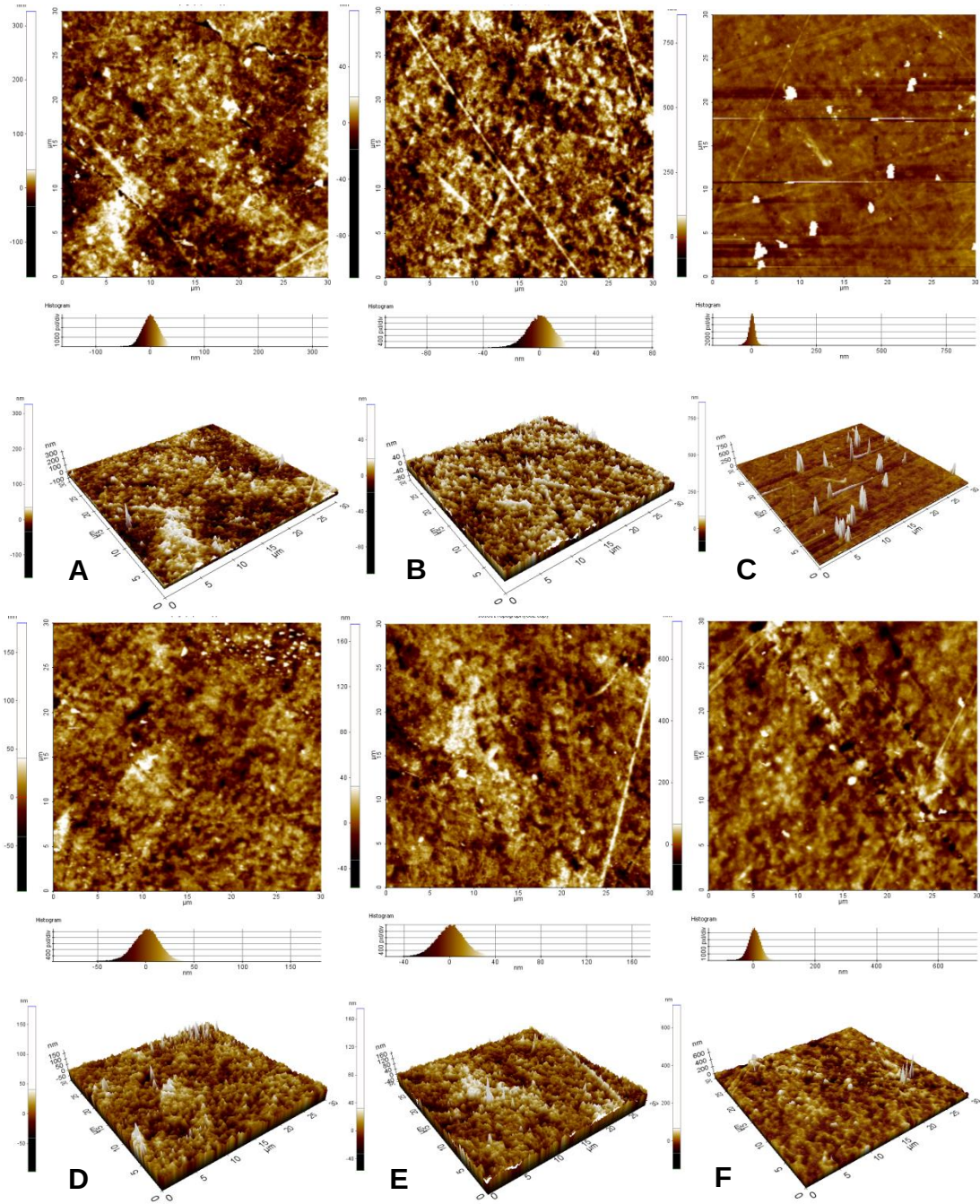
Şekil 4.2. A,B,C; CME'in OB uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; CME'in PBO uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



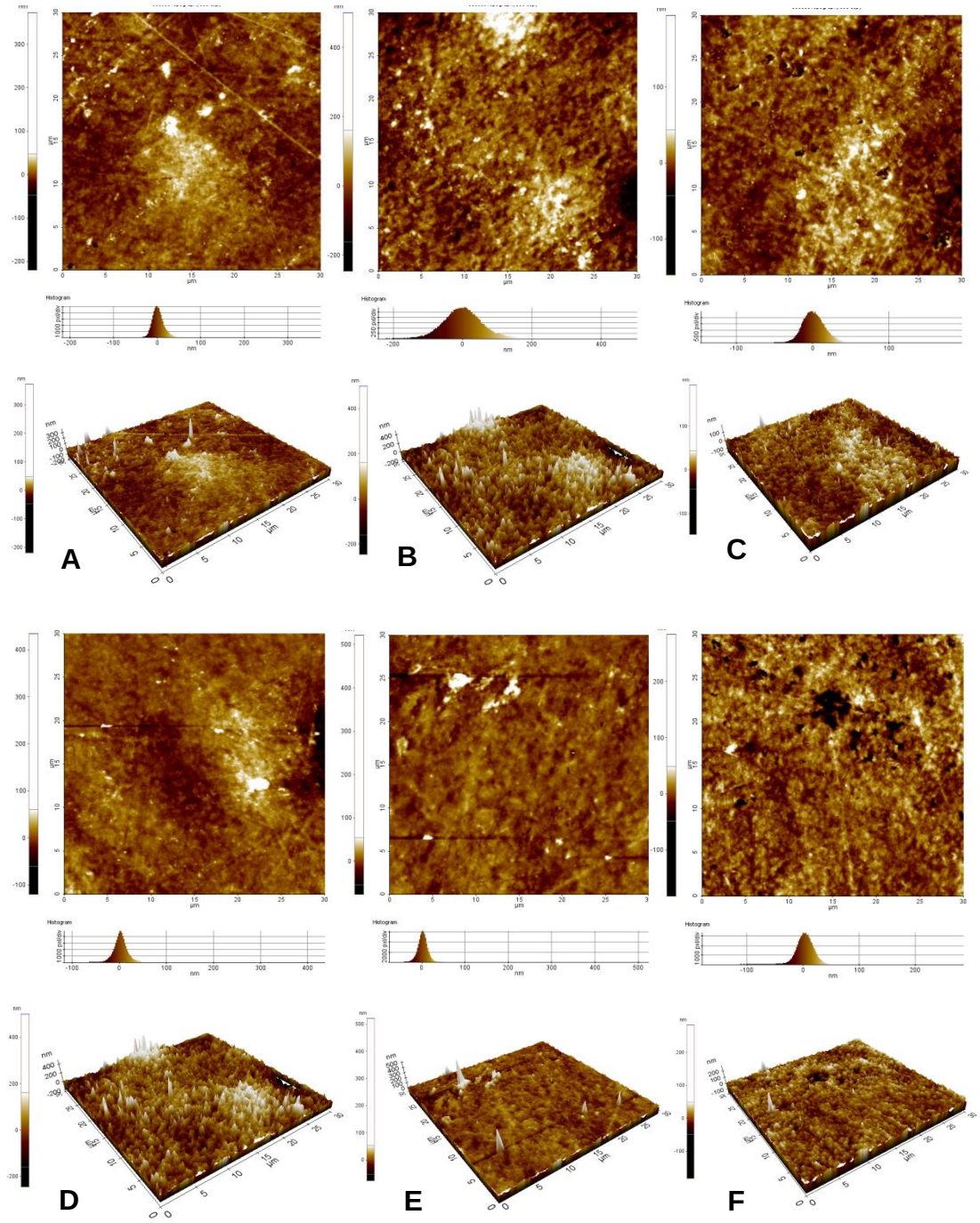
Şekil 4.3. A, B, C; CME'in OB uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; CME'in PBO uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



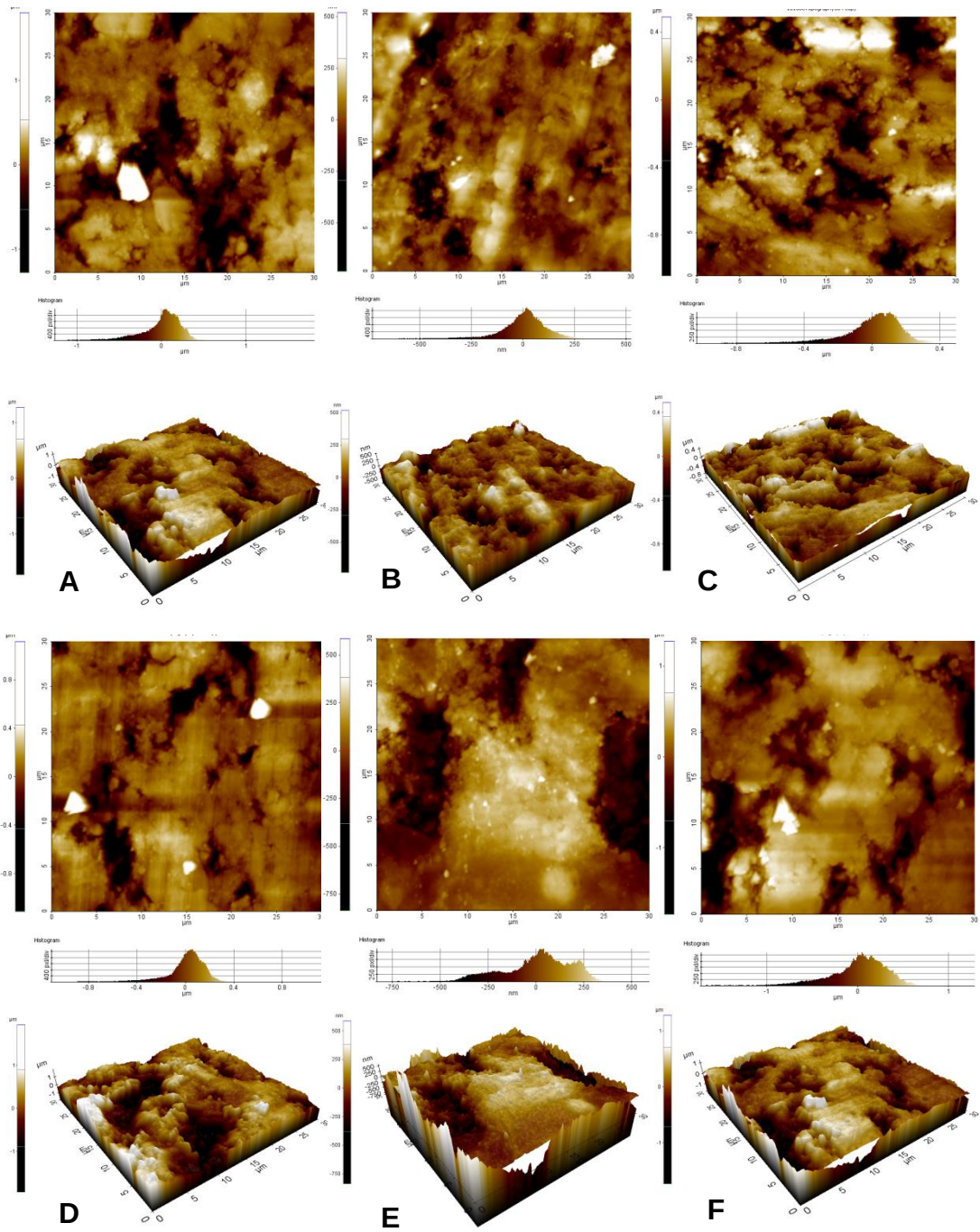
Şekil 4.4. A,B,C; AA'nin OB uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; AA'nin PBO uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



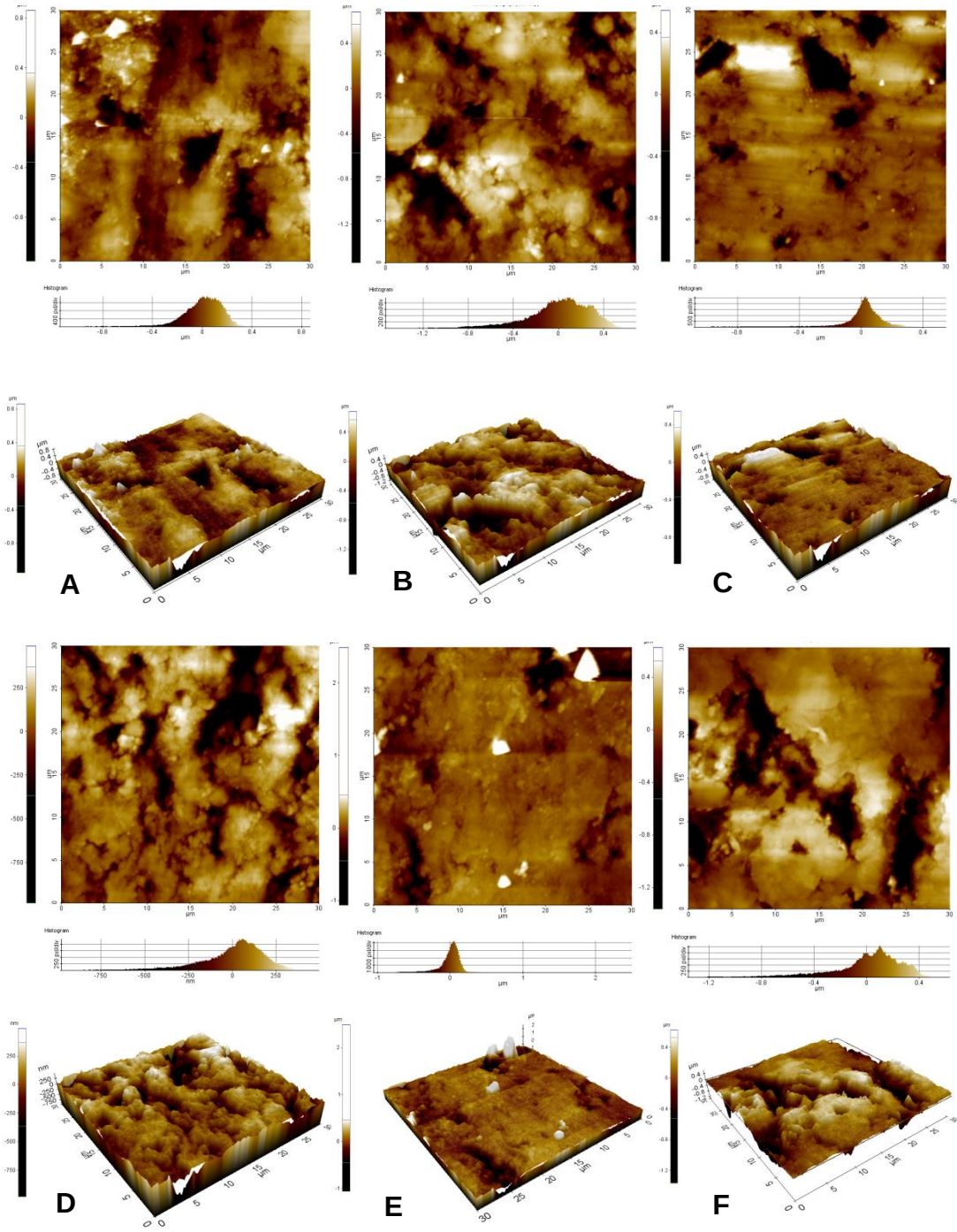
Şekil 4.5. A,B,C; AA'nin OB uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; AA'nin PBO uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



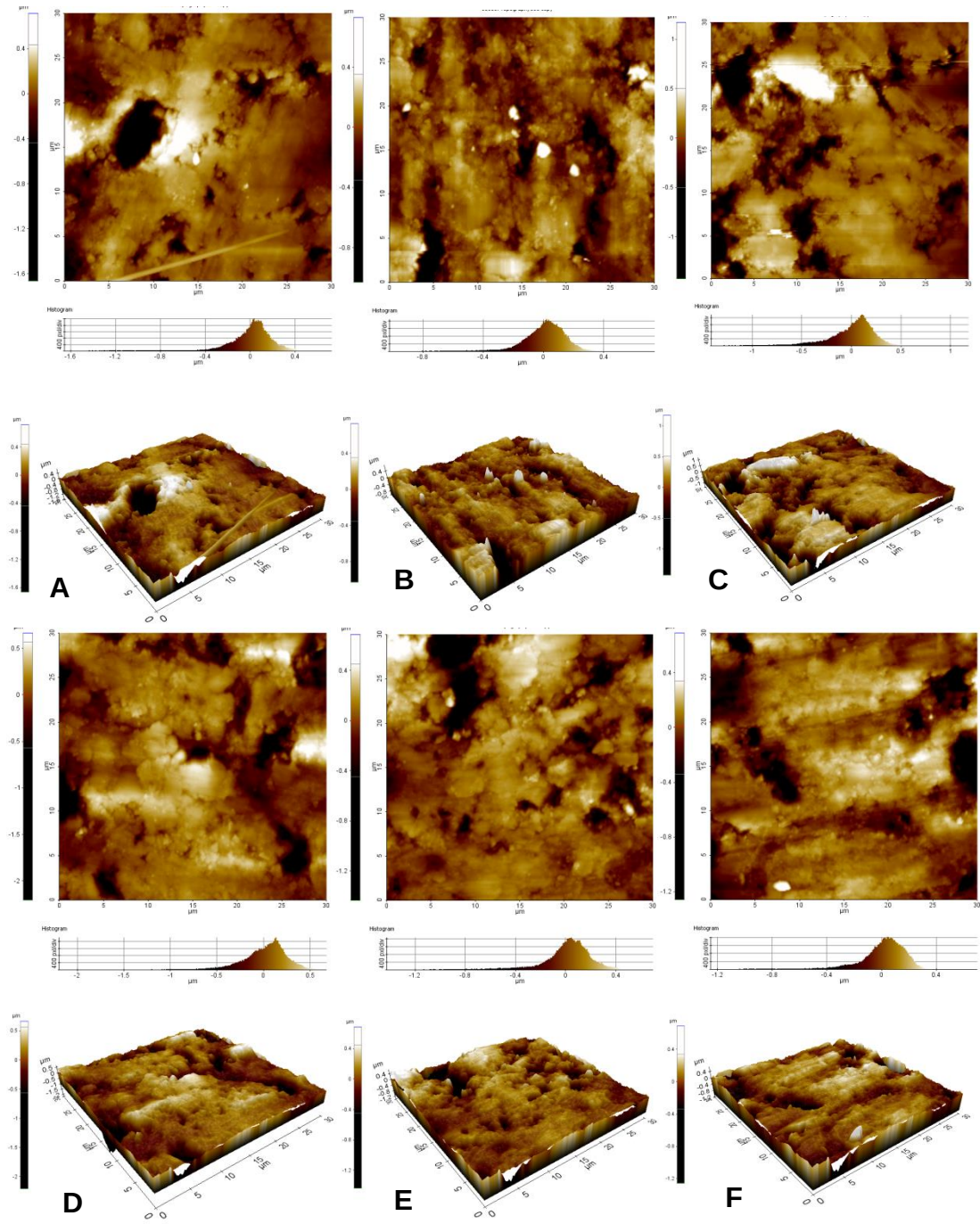
Şekil 4.6. A, B, C; AA'nin OB uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; AA'nin PBO uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



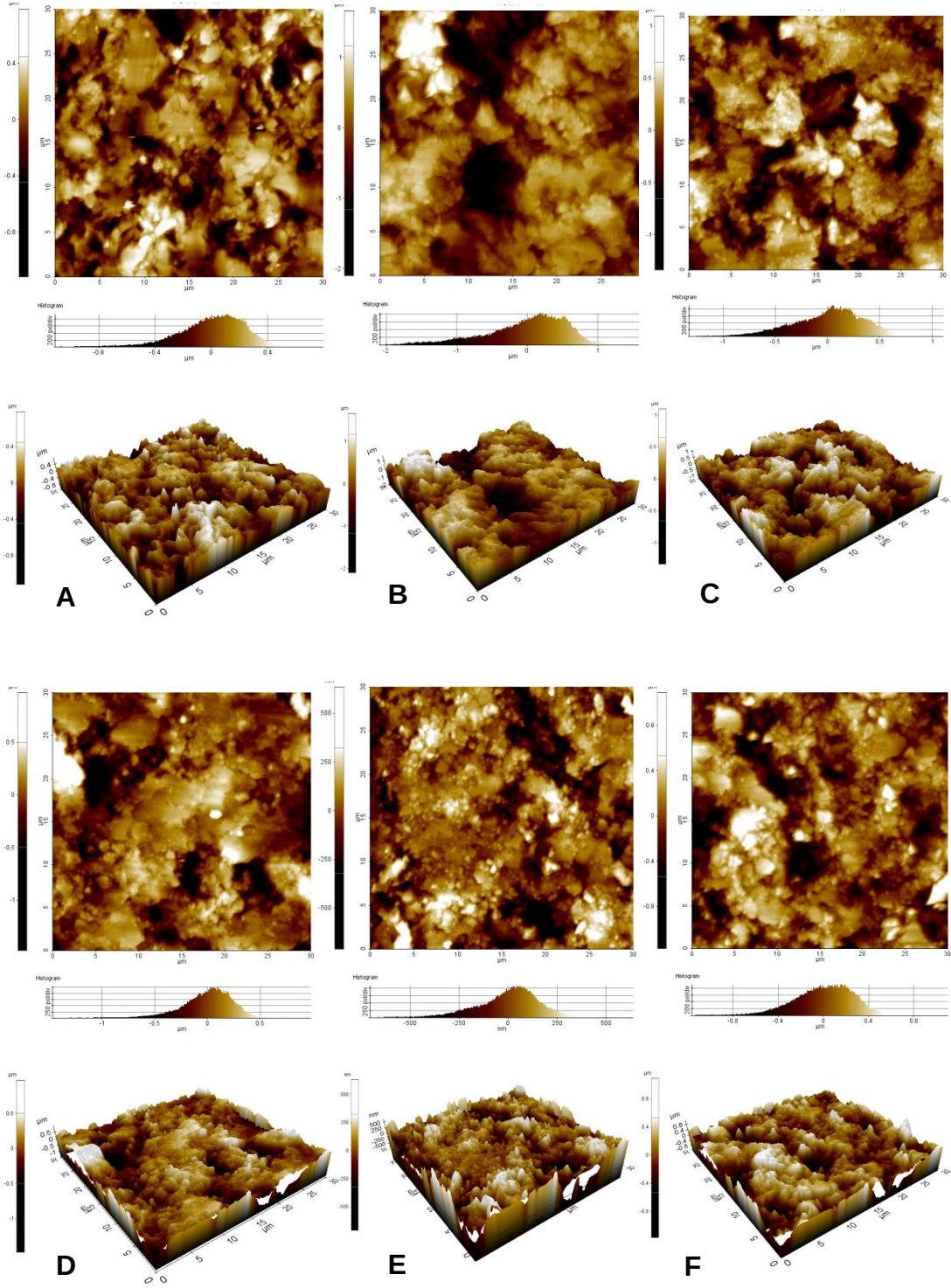
Şekil 4.7. A, B, C; LU'in OB uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; LU'in PBO uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



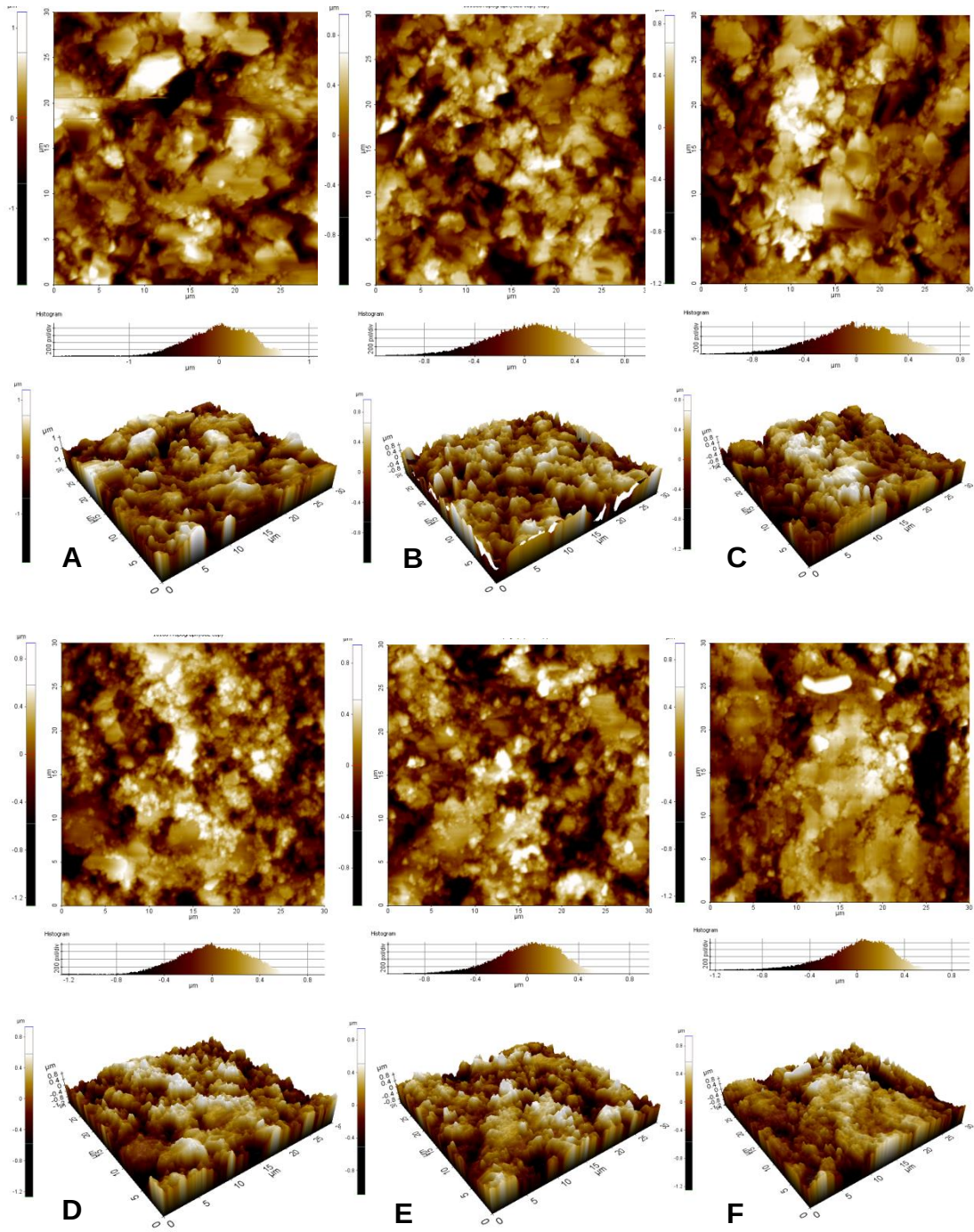
Şekil 4.8. A, B, C; LU'in OB uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; LU'in PBO uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



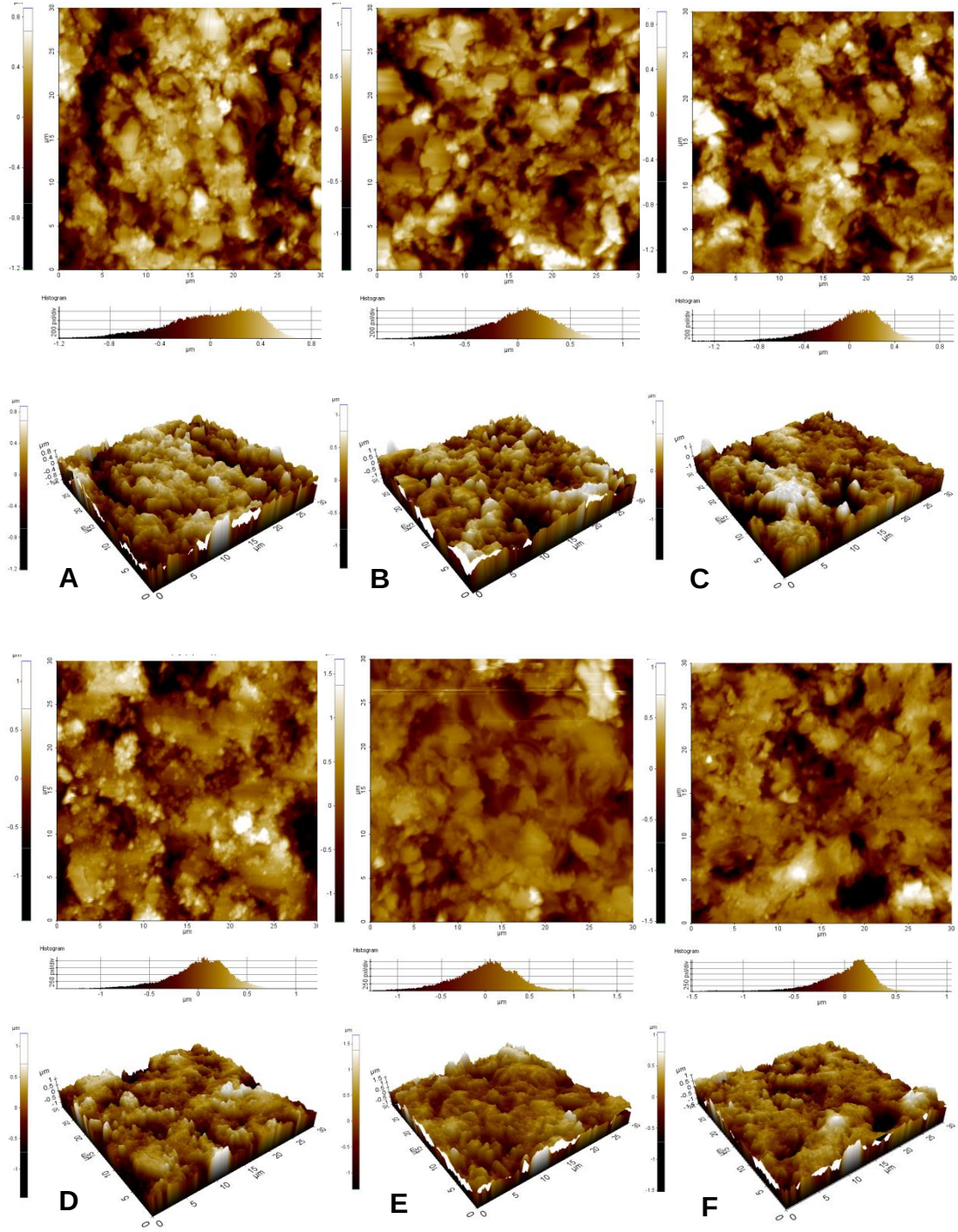
Şekil 4.9. A, B, C; LU'in OB uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; LU'in PBO uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



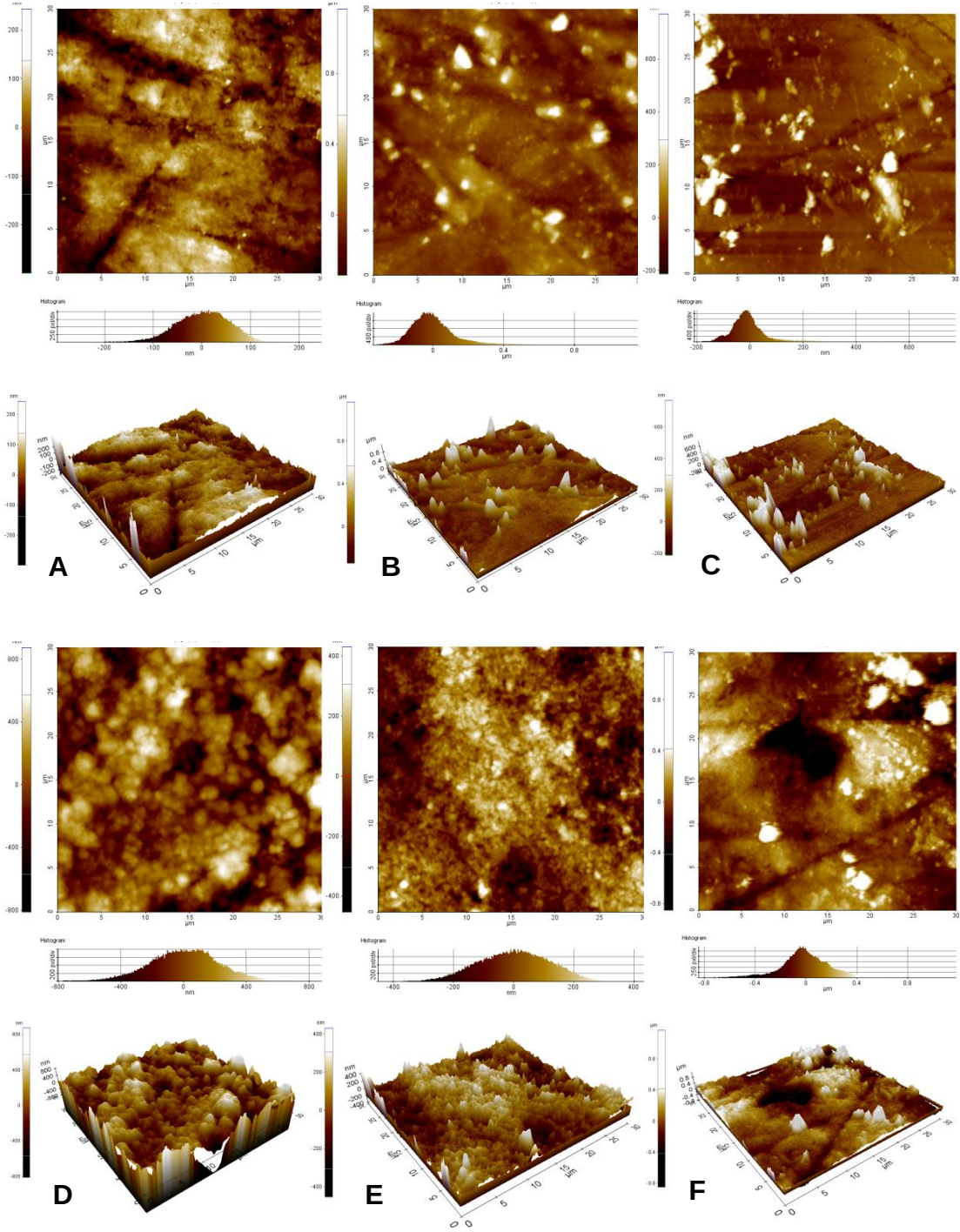
Şekil 4.10. A, B, C; VE'in OB uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; VE'in PBO uygulanmış DS grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



Şekil 4.11. A, B, C; VE'in OB uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; VE'in PBO uygulanmış TK grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



Şekil 4.12. A, B, C; VE'in OB uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; VE'in PBO uygulanmış KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri.



Şekil 4.13. A, B, C; Daimi dişlere ait OB uygulanmış DS, TK ve KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri. D, E, F; Daimi dişlere ait PBO uygulanmış DS, TK ve KŞ grubu örneklerinin AFM görüntüleri.

5. TARTIŞMA

Günümüzde diş hekimliğinde estetik görünüm; sağlıklı, doğal, güzel ve kendinden emin gülüşler olarak yeniden tanımlanmıştır (Coachman ve Paravina, 2016). Bireylerin alışkanlıkları, kötü ağız hijyeni, tıbbi geçmişi, maruz kalınan renklendirici ajanların konsantrasyonu ve maruziyet süresi gibi faktörlere bağlı olarak dişler ve restoratif materyallerde gözlenen dış ve iç kökenli renklenmeler ise bu tanıma uygun görünümün sağlanmasına engel olabilmektedir (Alqahtani, 2014; Garg ve diğerleri, 2013, s.540; Heymann ve diğerleri, 2012, s.308; Nathoo, 1997; Sherwood, 2010, s.456).

Dişlerde gözlenen renklenmeler; diş sert dokularının yapısı, moleküler içeriği, mineralizasyonu, geçirgenlik seviyesi, dişin gelişimi sırasındaki malformasyonlar (mine-dentin sınırındaki oluşumlar, genetik hastalıklar), pulpada ve pelikülda gelişen reaksiyonlar (iç ve dış pigmentler), yaş, dişlere uygulanan operatif işlemler gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (Alqahtani, 2014; Nathoo, 1997; Vieira ve diğerleri, 2008).

Işığın diş yüzeyine ulaşması ile birlikte mine ve dentin dokuları arasında ışığın kırılması, yansımaları ve emilimi gibi etkileşimler gerçekleşmektedir (Ma ve diğerleri, 2011; Vieira ve diğerleri, 2008; Xiong ve diğerleri, 2008). Böylece diş rengi mine ve dentinden geri yansıyan ışığa bağlı olarak algılanmaktadır (Vieira ve diğerleri, 2008; Xiong ve diğerleri, 2008). Mine ve dentin dokularının aşındırma ve cilalama işlemleri ile birbirinden ayrılması bu etkileşimleri ortadan kaldıracaktır. Ayrıca bireye ve diş türüne bağlı olarak değişen mine kalınlığı da renk ve translusensi özelliklerini etkileyen önemli bir unsurdur (Ma ve diğerleri, 2011). Bu nedenlerle, renk ve translusensi ölçümlerimizin gerçeği daha iyi yansıtabilmesi amacıyla tez çalışmamızdaki diş örnekleri tam kron olarak hazırlanmıştır. Kesici dişlerin boyutsal farklılıkları nedeniyle oluşabilecek farkları en aza indirmek üzere her grupta eşit sayıda santral ve lateral diş örneği olacak şekilde rastgele dağıtılmıştır.

Doğal dişler dışında estetik kaygılarla uygulanan diş rengindeki materyallerin de renk stabilitesi göstermesi uzun dönem klinik başarı

açısından önemli bir faktördür. Restoratif materyallerin renk stabilitesini etkileyen başlıca faktörler; materyalin içeriği (fotoinitiatorler, aktivatörler, rezin matriks, doldurucular vb.), hidrofilik veya hidrofobik olması, su emilimi, aşınma direnci, bağlanma yüzeyi, fizikokimyasal reaksiyonlar, ışık cihazı ve uygulama süresi, yetersiz polimerizasyon, porözite, yüzeydeki oksijen inhibisyonu ile polisaj gibi restorasyon yüzeyine uygulanan işlemlerdir (Alharbi ve diğerleri, 2017; Alqahtani, 2014; Ardu ve diğerleri, 2017; Güler ve diğerleri, 2013; Kang ve diğerleri, 2012; Kumari ve diğerleri, 2015; Nasim ve diğerleri, 2010; Schulze ve diğerleri, 2003). Bu nedenlerle doğal dişlere ek olarak bu tez çalışmasında, farklı içeriklere sahip bir nanohibrit kompozit rezin (CME), bir mikrohibrit kompozit rezin (AA) ile 2 seramik/nanoseramik hibrit CAD/CAM bloktan (LU, VE) hazırlanan 1 mm kalınlığındaki örnekler de incelenmiştir. Özellikle gülüş tasarımı amacıyla uygulanan laminate veneer gibi restorasyonların 1 mm kalınlıkta olması nedeniyle, restoratif materyal örneklerinin kalınlıkları 1 mm olarak belirlenmiştir. Diş örneklerindeki kalınlık farkı nedeniyle restoratif materyaller ile doğal dişlere ait istatistiksel analizler ayrı tutulmuştur. Renklenmeye karşı direncin artırılması ve klinik koşulları taklit eder optik özelliklerin değerlendirilebilmesi için tüm örnek yüzeyleri cilalanmıştır (Alawjale ve Lui, 2013; Ergücü ve diğerleri, 2008; Kumari ve diğerleri, 2015).

Renklendirme grupları sık tüketimleri göz önüne alınarak; distile su, Türk kahvesi ve kırmızı şarap olarak kararlaştırılmıştır. Solüsyonlarda bekletilme süresi belirlenirken ise sıcak içecek referans olarak alınmıştır. Çelik ve diğerleri (2009) yaptığı bir pilot çalışmada sıcak içeceklerin ağızda tutulma süresini ortalama 60 sn olarak belirlemiştir. Bu pilot çalışma göz önünde bulundurularak, araştırmamızda aylık 35 fincan/bardak tüketime denk gelecek şekilde 6 ay ve 1 yıl boyunca devam eden alışkanlık simüle edilmeye çalışılmıştır. Kahve, çay ve kırmızı şarap gibi içeceklerin kolloidal süspansiyon şeklinde oluşu, uzun süreli bekletme işlemlerinde dibe tortuların çökmesine ve klinik gerçeklerle bağdaşmayan sonuçların elde edilmesine neden olmaktadır (Kumari ve diğerleri, 2015). Bu nedenle gün sayısı 7 ve 14 olarak belirlenirken, günlük renklendirme işlemi 30 dk ile sınırlandırılmıştır.

Renklendirme işleminin 14. günü sonunda ise günümüzde sıkça tercih edilen ofis tipi beyazlatma ajanlarından yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonuna sahip iki farklı ajandan (Opalescence Boost veya Perfect Bleach Office+) biri uygulanarak beyazlatma etkinlikleri ve yüzey pürüzlülüğü ile yüzey topoğrafyasına etkileri değerlendirilmiştir.

Başlıca monokromatör, dedektör ve ışık kaynağından oluşan spektrofotometreler, yüzey renklerinin ve renk farklarının ölçümlenmesi amacıyla diş hekimliği klinik ve laboratuvar uygulamalarında en sık kullanılan cihazlardır (Chu ve diğerleri, 2010; Kurt ve diğerleri, 2016; Trakyalı, 2013; Turgut ve Bağış, 2012). Yapılan çalışmalarda, spektrofotometrelerin, vakaların %93,3'ünde renk değişimlerini algılamakta insan gözünden daha objektif olduğu ve sonuçların doğruluğunun konvansiyonel tekniklere göre %33,3 daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Paul ve diğerleri, 2002; Polo ve diğerleri, 2014).

Renk farkı tayini temel olarak, bir objeye ait renk değerlerindeki değişimin gözle algılanabilmesi ve estetik görünümü etkileyen renk değişim miktarının belirlenebilmesine bağlıdır (Khashayar ve diğerleri, 2014). Gözlemcilerin %50'si tarafından gözle farkedilebilir renk değişim değeri %50:%50 algılanabilir eşik değeri (*perceptibility threshold*) olarak tanımlanır (Paravina ve diğerleri, 2015). Gözlemcilerin %50'si tarafından klinik olarak kabul edilebilir renk değişim değeri ise %50:%50 kabul edilebilir eşik değeri (*acceptability threshold*) olarak tanımlanır (Khashayar ve diğerleri, 2014; Paravina ve diğerleri, 2015).

Renk değişim miktarını belirlemek üzere 2001 yılında, *Commission Internationale de l'Eclairage* tarafından CIE L*a*b renk sistemine alternatif olarak sunulan CIEDE 2000 renk sisteminin, CIE L*a*b renk sisteminden kaynaklı istikrarsızlıkları düzelterek ölçümlenen ve algılanan renk farkı arasında daha iyi bir korelasyon sağladığı bildirilmiştir (Acar ve diğerleri, 2016; Gomez-Polo ve diğerleri, 2016). Böylece CIE L*a*b renk sistemine göre insan gözünün renk farkları ile ilgili algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerlerini daha iyi yansıtmaktadır (Ghinea ve diğerleri, 2010; Gomez-Polo ve diğerleri, 2016; Pecho ve diğerleri, 2016a).

Çalışmamızda, renk değişim miktarları (ΔE_{00^*}), translusensi parametreleri (TP), beyazlık değerleri (W^*), beyazlık farkı değerleri (ΔW^*), 'tooth single' moda ayarlanmış bir spektrofotometre cihazı ile beyaz ve siyah zeminde ölçümlenen L^* , a^* , b^* değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Renk değişim miktarlarını (ΔE_{00^*}) hesaplarken parametrik faktörlerin (K_L , K_C , K_H) 1 olarak belirlendiği CIEDE (1:1:1) renk farkı formülü kullanılmıştır. Güncel çalışmaların bazılarında (Kandi ve Tehran, 2010; Pecho ve diğerleri, 2016a; Pecho ve diğerleri, 2016b; Perez ve diğerleri, 2011) gözle yapılan değerlendirmelerde elde edilen kabul edilebilir eşik değerini daha iyi yansıttığı gerekçesiyle K_L değerinin 1 yerine 2 olarak belirlendiği CIEDE (2:1:1) renk farkı formülü de kullanılmıştır. CIEDE (2:1:1) renk formülüne dair kabul edilebilirlik eşik değeri ve özellikle algılanabilirlik eşik değerleri ile ilgili veri eksikliği nedeniyle bu çalışmada CIEDE (1:1:1) renk formülünün kullanımına karar verilmiştir.

Literatür taraması sonucunda, CIEDE2000 (1:1:1) renk formülü için algılanabilirlik ve klinik olarak kabul edilebilirlik eşik değerlerinin belirlenmesine yönelik 2 çalışmaya rastlanmıştır. Ghinea ve diğerleri (2010), algılanabilirlik eşik değerini 1,25 ve klinik olarak kabul edilebilirlik değerini ise 2,23 olarak belirlemiştir ancak hazırlanan örneklerin kalınlıklarının 3 mm olması nedeniyle bu tez çalışmasında, Paravina ve diğerlerinin (2015), elde etmiş olduğu ΔE_{00} eşik değerleri kullanılmıştır. ΔE_{00} 'nin algılanabilir eşik değeri 0,8 olarak belirlenmiştir ve $\Delta E_{00} > 0,8$ değerleri, gözle algılanabilir renk değişimi olarak kabul edilmiştir. ΔE_{00} için kabul edilebilir eşik değeri ise 1,8 olarak belirlenmiştir ve $\Delta E_{00} > 1,8$ değerleri, klinik olarak kabul edilemeyen renk değişimleri olarak kabul edilmiştir. Daimi dişlerin renk değişimlerinin CIEDE (1:1:1) formülü ile incelenmesi ve bu formüle bağlı algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerlerine yönelik veri eksikliği nedeniyle; daimi dişlerde gözlenen renk değişimleri de restoratif materyaller için belirlenen eşik değerlerine göre değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasında renklendirme işlemlerine bağlı gözlenen renk değişim miktarlarının algılanabilir ve klinik olarak kabul edilebilir eşik

değerlerine göre değerlendirilmesi sonucunda, çalışmamızın 1.hipotezi daimi dişler için tümüyle reddedilirken, restoratif materyaller için kısmen kabul edilmiştir. Analiz ettiğimiz etki değerleri sonucunda materyal, solüsyon, ajan, materyal ile solüsyon arasındaki etkileşimler ve materyal, solüsyon ve ajan faktörlerinin üçü arasındaki etkileşimlerin, restoratif materyallerin renk değişiminde yüksek oranda etkili olduğu saptanmıştır ($p<0,001$). İncelediğimiz restoratif materyallere ait rezin matriks içerikleri değerlendirildiğinde CME; ağırlıkça %22 Bis-GMA, AA; ağırlıkça %24 Bis-GMA ve TEGDMA, VE; ağırlıkça %14 UDMA ve TEGDMA, LU; ağırlıkça %20 Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA ve TEGDMA içermektedir. Resin matriks içeriğindeki farklılıklar gibi doldurucu partikül boyutları, konsantrasyonları ve türleri arasında da farklılıklar mevcuttur.

Restoratif materyallerde gözlenen degradasyon ve erozyon, materyal yapısındaki monomer, dimer ve oligomer türlerine, monomerden polimere dönüşme miktarına, çapraz bağların yoğunluğuna, doldurucu partiküllerin türü, miktarı ve dağılımına ve de ağız ortamını etkileyen faktörlere bağlıdır (Acar ve diğerleri, 2016; Alharbi ve diğerleri, 2017; Al Kheraif ve diğerleri, 2013; Ceci ve diğerleri, 2017; Ferracane, 1994; Kumari ve diğerleri, 2015; Leite ve diğerleri, 2014; Örtengren ve diğerleri, 2001a; Örtengren ve diğerleri, 2001b; Poggio ve diğerleri, 2016; Sarosi ve diğerleri, 2014; Schulze ve diğerleri, 2003; Sideridou ve diğerleri, 2002; Sideridou ve diğerleri, 2003). Kimyasal degradasyon genellikle oksidasyon veya hidroliz sonucu meydana gelir (Örtengren ve diğerleri, 2001a; Örtengren ve diğerleri, 2001b; Sarosi ve diğerleri, 2014). Hidroliz mekanizması temel olarak su emilimine bağlıdır. Su emilimi restoratif materyallerin hem organik hem de inorganik fazlarından etkilenmektedir. Erozyon ise hem reaksiyona girmeyen moleküllerin hem de doldurucu partiküllerin yapıdan ayrılması sonucu gelişmektedir.

Reaksiyona girmeyen monomerler çözücü moleküllerin polimer ağ içerisine difüze olmasına ve rezin matriksin silan ile olan bağının hidrolizisine neden olmaktadır (Al Kheraif ve diğerleri, 2013; Poggio ve diğerleri, 2012; Sarosi ve diğerleri, 2014). Bu da doldurucu partiküllerin matriksten ayrılmasına, yüzey pürüzlülüğü artışı ile mikroçatlakların oluşumuna ve

sonuç olarak renklenmeye neden olabilmektedir (Al Kheraif ve diğerleri, 2013; Leite ve diğerleri, 2014; Örtengren ve diğerleri, 2001a; Örtengren ve diğerleri, 2001b; Poggio ve diğerleri, 2012). Hidrofilik monomerler, rezin matriks içerisine diffüze olan çözücü molekül miktarını artırmaktadır.

Sideridou ve diğerleri (2002) monomerlerin polimere dönüşüm miktarını yüksekten düşüğe sırasıyla TEGDMA, UDMA, Bis-EMA ve Bis-GMA şeklinde sıralamıştır. Sideridou ve diğerleri (2003) bunu destekler şekilde reaksiyona girmemiş monomer miktarını düşükten yükseğe TEGDMA, UDMA ve Bis-EMA olarak gözlerken, su emilimi miktarını yüksekten düşüğe TEGDMA, Bis-GMA, UDMA ve Bis-EMA olarak saptamıştır. Bu bulguları destekler şekilde Örtengren ve diğerleri (2001a) ile Pongprueksa ve diğerleri (2015) en fazla monomer salınımını TEGDMA'nın gösterdiğini savunurken, Bis-GMA ve TEGDMA'nın en fazla monomer salınımını ilk 7 günde gösterdiğini, daha az miktarda salınım gösteren Bis-EMA'nın ise 6 hafta boyunca salınım miktarında değişiklik olmadığını göstermiştir. Diğer çalışmalarda (Barutçigil ve diğerleri, 2012; Ferracane, 2006; Hafez ve diğerleri, 2010; Leite ve diğerleri, 2014; Poggio ve diğerleri, 2016) ise hidrofilik monomerlerden Bis-GMA'nın su emilim miktarının %3-%6 civarında, TEGDMA'nın su emilim miktarının ise %0-1 civarında olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda (Acar ve diğerleri, 2016; Arocha ve diğerleri, 2014; Ertaş ve diğerleri, 2006; Poggio ve diğerleri, 2016; Stawarczyk ve diğerleri, 2012) hidrofobik yapıdaki UDMA'ı içeren materyallerin su emiliminin az, renk stabilitesinin daha yüksek olduğu vurgulanırken; Alshali ve diğerleri (2015) UDMA içerikli materyalin monomer salınımını daha yüksek bulmuştur. Al Kheraif ve diğerleri (2013) ise çalışmalarında inceledikleri aynı içeriğe sahip (UDMA, TEGDMA ve Bis-GMA) nanohibrit kompozitin monomerden polimere dönüşme miktarını %70, mikrohbrit kompozitinkini ise %56 olarak saptarken renk stabilitesi açısından mikrohbrit kompozit rezinin daha başarılı sonuçlar gösterdiğini savunmuştur.

Renk stabilitesi açısından doldurucu partikül özellikleri ele alındığında ise (Barutçigil ve diğerleri, 2012; Güler ve diğerleri, 2013; Poggio ve diğerleri, 2012; Türkün ve Türkün, 2004; Yazıcı ve diğerleri, 2007) yapılan bazı

çalışmalarda (Ceci ve diğlerleri, 2017; Leite ve diğlerleri, 2014; Poggio ve diğlerleri, 2016) cam doldurucu partiküllerin suyu absorbe etmediğı belirtilmiştir. Partikül konsantrasyonunda azalma matriks yapısında artışa neden olarak su emilimini ve renklenmeyi artırmaktadır (Ceci ve diğlerleri, 2017). Partikül boyutundaki artış, partiküllerin rezin matriks içerisinde homojen dağılımına engel olabilmekte ve cilalama işlemi sırasında partiküllerin yüzeyden kopmaları durumunda yüzey pürüzlülüğüne neden olabilmektedir (Ceci ve diğlerleri, 2017).

Çalışmamızda, özellikle 7. gün sonunda sadece AA'nin kontrol grubunun klinik olarak kabul edilemez renk değışimi göstermesi; yüksek monomer konsantrasyonuna bağılı olarak su emiliminin fazla olması şeklinde açıklanabilir. Ayrıca su emiliminin en fazla gözlendiğı Bis-GMA'dan oluşması da etkili bir faktör olarak düşünölebilir. Diğler yandan; TK ve Kş ile renklendirilen gruplarındaki renk değışiminin CAD/CAM bloklara eşdeğler veya daha az olması, doldurucu partikül olarak cam doldurucular iğermesi şeklinde açıklanabilir. Renklendirme süreci boyunca, CME tüm gruplarında renk stabilitesini korurken, ya algılanabilir eşik değlerinin altında ya da klinik olarak kabul edilebilir renk değışimi göstermiştir. CME, hidrofilik bir monomer iğermesine ilaveten ağırlıkça daha fazla monomer iğermesine rağmen 14 gün boyunca CAD/CAM bloklardan daha az renk değışimi göstermiştir. Ayrıca nanohibrit kompozitlerin ve nanokompozitlerin renk stabilitesi açısından daha başarısız olduğunu öne süren veya mikrohibrit ve nanohibrit kompozitler arasında fark bulamayan bazı çalışmaların (Al-kheraif ve diğlerleri, 2013; Ertaş ve diğlerleri, 2006; Falkensammer ve diğlerleri, 2013; Poggio ve diğlerleri, 2014; Villalta ve diğlerleri, 2006; Yazıcı ve diğlerleri, 2007) aksine CME, mikrohibrit kompozit olan AA'e göre de daha iyi sonuçlar göstermiştir. Bu bulgular ışığında CAD/CAM bloklar ve AA'de bulunan hidrofilik TEGDMA'nın hidrofobik yapılı UDMA'a ve daha az hidrofilik olan Bis-EMA'a göre renk değışiminde daha etkili olduğı düşünölebilir. Böylece Sideridou ve diğlerlerinin (2003) çalışmasını destekler şekilde TEGDMA'nın su emilim miktarının Bis-GMA'a oranla daha fazla olduğı düşünölebilir. Ayrıca Sideridou ve diğlerlerinin (2002) çalışmasının aksine TEGDMA

monomerlerinin polimere dönüşümü sırasında daha fazla artık monomer oluştuğunu savunan Tanaka ve diğerlerinin (1991) çalışması ile düşük molekül ağırlığına sahip TEGDMA'nın Bis-GMA'ya oranla materyal yapısından daha kolay ve daha hızlı uzaklaştığı fikrini öne süren çalışmaları (Alshali ve diğerleri, 2015; Cebe ve diğerleri, 2015; Örtengren ve diğerleri, 2001; Thompson ve diğerleri, 1982) da desteklemektedir. Monomer türü dışında partikül türleri ve boyutlarının da renklenmeye etkisi göz önünde bulundurulursa; CME'in doldurucu partikül olarak prepolimerize organik doldurucular ile suyu absorbe etmeyen cam doldurucular içermesi, partikül boyutunun ideal bir cila yüzeyi oluşturacak şekilde küçük olması ve matriks içerisinde homojen dağılarak daha güçlü bağlar oluşturmuş olmasının renk stabilitesini sağlayan faktörlerden olduğu sonucuna da varılabilir.

Daimi dişler değerlendirildiğinde ise; çalışma boyunca ölçümlenen renk değişim miktarları, tüm gruplarda klinik olarak kabul edilebilir eşik değerin üzerinde ($\Delta E_{00} > 1,8$) gözlenmiştir. Bunun sebebi pigmentlerin mine ile dentine difüzyonu ve bağlanması, hidrasyonun artması ile optik özelliklerin değişmesi, düşük pH'lı solüsyonların mine yüzeyindeki inorganik yapıyı etkilemesi şeklinde açıklanabilir. $\Delta E_{00} > 3$ değerleri; alışkanlıkların devam etmesi durumunda renklenme hızında değişiklik olsa da renklenmenin devam ettiğini göstermektedir.

Yapılan çalışmalarda (Alharbi ve diğerleri, 2017; Ardu ve diğerleri, 2017; Arocha ve diğerleri, 2014; Ceci ve diğerleri, 2017; Halacoğlu ve diğerleri, 2016; Lago ve diğerleri, 2017; Leite ve diğerleri, 2014; Nathoo, 1997; Tanthanuch ve diğerleri, 2016) KŞ nedeniyle oluşan renklenmenin yüksek gözlenmesine sebep olarak; (1) içeriğindeki maleik asit, tartarik asit, süksinik asit, sitrik asit, asetik asit ve laktik asit gibi asitler nedeniyle sahip olduğu düşük pH'nın kimyasal erozyona neden olması, (2) alkol içeriğinin rezin matrikste yer alan ve reaksiyona girmemiş monomer, oligomer ve lineer polimerleri etkileyerek bozunmaya neden olması ile (3) kateşin, lökoantosiyenin vb. polifenollerden meydana gelen tanin gibi renklendirici pigmentlerin varlığı gösterilmiştir. Taninler minenin birincil inorganik bileşeni olan hidroksiapatitle kimyasal bağ oluşturabilmektedir (Lee ve diğerleri,

2014). Ayrıca suda çözünebilen antosiyaninler ortam pH'ına göre kırmızı, mor veya mavi renklenmelere neden olabilmektedir (Leite ve diğerleri, 2014). Yüksek derecede renklenmeye neden olan bir diğer gıda olarak TK'nin etkisine sebep olarak ise; (1) içeriğindeki düşük polariteli, polimer ağırlıklı yüksek sarı renkli renklendiricilerin absorpsiyonu ve adsorpsiyonu (2) KŞ'a benzer şekilde tanin pigmentlerini içermesi şeklinde öne sürülmüştür (Arocha ve diğerleri, 2014; Barutçigil ve diğerleri, 2012; Ceci ve diğerleri, 2017; Ertaş ve diğerleri, 2006; Kumari ve diğerleri, 2015; Nathoo, 1997; Schulze ve diğerleri, 2003). Bu bulguları destekler şekilde hem daimi dişler hem de restoratif materyallerde KŞ en fazla renklenmeye sebep olan solüsyon olurken, TK de onu takip etmiştir. KŞ gruplarında renklendirme süresince en fazla renklenmeyi LU gösterirken, CME, DS ve TK grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmeyecek kadar az renk değişimi göstermiştir. TK'de ise 1. haftada VE ile AA daha yüksek değerler gösterirken, 2. haftada en yüksek değerler LU'de gözlenmiştir. VE'in TK ve KŞ grupları klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri üzerinde renk değişimleri gösterirken; DS grubunun çalışma boyunca algılanabilir eşik değeri altında renk değişimleri göstermesi, renk değişim mekanizmasının su emiliminden çok pigmentlerle etkileşim ve Örtengren ve diğerlerinin (2001b), çalışmasını destekleyecek şekilde moleküler yapıyı etkileyebilecek pH seviyesine bağlı olabileceği konusunda fikir vermektedir. En fazla renk değişimi gösteren LU'in DS grubundaki renk değişiminin daha fazla olması da yine monomer miktarının VE'e göre daha fazla oluşuna ve monomer içeriğindeki farklılıklara bağlı olduğu düşünülebilir.

Diş dokularındaki renklenmelerin tedavisi amacıyla 200 yılı aşkın bir süredir pek çok yöntem ve materyal geliştirilmiştir. Günümüzde beyazlatma uygulamaları oldukça yaygınlaşmıştır. Daha hızlı sonuçlar elde etmek isteyen hastalar, diş hekimi tarafından uygulanan ofis tipi beyazlatma uygulamalarını tercih edebilmektedir. Bu uygulamalarda hızlı etki için genellikle yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksitler kullanılmaktadır. Hidrojen peroksit, düşük molekül ağırlığı sayesinde diş dokularına kolayca penetre olabilmekte böylece mine ve dentinde yer alan pigmentlerin oksidasyonunu

sağlayabilmektedir (Alqahtani, 2014; Kwon ve Wertz, 2015; Mori ve diğerleri, 2016). Beyazlatma ajanlarının renk ve yüzey pürüzlülüğüne etkileri, tedavinin kısa ve uzun dönem başarısını etkilemektedir ancak; yetersiz olan literatür bilgisine dayanarak beyazlatma tedavilerinde eski restorasyonların yenilenmesi zorunluluğu; hasta ve hekim açısından maliyetli ve zaman alıcı olmakla beraber restoratif materyallerin uzaklaştırılması esnasında sağlıklı dokuya zarar verilmesi riskini de taşımaktadır.

Bu tez çalışmasında hidrojen peroksitin farklı konsantrasyonlarının etkinliklerini karşılaştırmak amacıyla; beyazlatma ajanı olarak sırasıyla %35 ve %40 hidrojen peroksit içeren Perfect Bleach Office+ ile Opalescence Boost kullanılmıştır. Diş hekimliği alanındaki renk çalışmalarında genellikle kullanılan renk farkı analizleri, farklı işlem ve sürelerle bağlı renk değişim miktarını verirken, rengin hangi yönde değişiklik gösterdiği konusunda bilgi sağlayamamaktadır. Bu nedenle beyazlatma ajanlarının etkinliklerini saptayabilmek için renk farkı değerleri yerine beyazlık indeksleri kullanılmaya başlanmıştır.

Çalışmamızda, beyazlatma ajanlarının etkinliklerini değerlendirebilmek için, spektrofotometre ile yapılan ölçümler sonucunda elde edilen L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak beyazlık değerleri (W^*) ve beyazlık farkı değerleri (ΔW^*) hesaplanmıştır. Beyazlık değerleri saf beyaz değerine olan uzaklık miktarını göstermektedir. Saf beyaz noktasına verilen değer '0' olduğundan, W^* değeri sıfıra yaklaştıkça nesnenin rengi de saf beyaza yaklaşmaktadır (Joiner ve diğerleri, 2008; Luo ve diğerleri, 2009; Mori ve diğerleri, 2016). Beyazlık farkı değerleri (ΔW^*) ise iki farklı zaman veya işlem sonunda nesnede gözlenen renk değerleri arasındaki beyazlık farkını vermektedir. Negatif ΔW^* değerleri, saf beyaza daha yakın renk koordinatlarını ve böylece beyazlatma işleminin etkili olduğunu göstermektedir (Mori ve diğerleri, 2016).

Beyazlatma uygulamaları, mine dokusunda mineral kaybı ile organik matriksin dejenerasyon ve degradasyonuna neden olarak minenin ışığı kırma indisini değiştirmekte ve yüzey pürüzlülüğüne neden olabilmektedir (Elfallah ve diğerleri, 2015; Ma ve diğerleri, 2011; Vieira ve diğerleri, 2008). Organik ve inorganik yapıdaki yıkıma ek olarak, beyazlatma işlemi esnasında gelişen

geçici dehidratasyon ile mine prizmaları etrafında yer alan su yerine havanın geçmesi de ışık kırma indisini değiştirmektedir (Brodbelt ve diğerleri, 1981; Caneppele ve diğerleri, 2013). Böylece minenin translusensisi azalarak, mine içinde daha çok ışık yansıması olmaktadır (Vieira ve diğerleri, 2008). Opak mine dentin için ışık filtresi görevi görerek, dentinden yansıyan ışık miktarını da azaltmaktadır (Ma ve diğerleri, 2011; Vieira ve diğerleri, 2008). Böylece dişlerin koyu renkli algılanmasında önemli bir faktör olan dentin rengi göz tarafından daha az algılanır hale gelerek dişler daha beyaz algılanmaya başlamaktadır. Dolayısıyla diş renginde; mine ve dentinin rengi ile kalınlığı kadar minenin translusensisi de önemli bir rol oynamaktadır (Ma ve diğerleri, 2011; Vieira ve diğerleri, 2008; Yu ve diğerleri, 2009).

Renklendirme süresince hesaplanan beyazlık değerleri ile ilgili bulgular ışığında birinci sıfır hipotezi hem daimi dişler hem de restoratif materyaller için kısmen kabul edilmiştir.

Daimi dişlere ait KŞ grubu TK ve DS gruplarına göre renklendirme süresince saf beyaz değerinden daha uzak değerler göstermiştir. Renk değişim miktarlarını yorumlarken KŞ'ın daha önce belirtilen özelliklerinden düşük pH ve özellikle taninlerin hidroksiapatite bağlanması buna sebep gösterilebilir. TK ve DS grupları arasında fark gözlenmemesinin sebebi ise yine TK'nin sulu süspansiyon yapısı nedeniyle DS'a benzer şekilde su moleküllerinin diş dokuları arasına difüzyonunun benzer ışık kırılmalarına neden olması şeklinde açıklanabilir. Ayrıca TK'deki pigmentler sarı yönünde renk değişimine neden olurken, kırmızı şarabın mor-mavi renkte değişime neden olması da beyazlık ve renk algısını değiştirmektedir.

Restoratif materyallere ait başlangıç beyazlık değerleri (W0) karşılaştırıldığında beyazlık değerleri yüksekten düşüğe sırasıyla AA, VE, LU ve CME gruplarında gözlemlendi ($p<0,05$). Böylece saf beyaza en yakın renge sahip CME; en uzak ise AA şeklinde saptandı. Bu da çalışmamızda kullandığımız tüm materyaller A2 renginde belirlense de materyallerin içeriğine bağlı olarak gösterdiği farklı optik özelliklerin, farklı beyaz tonlarında algılamaya neden olduğunu göstermekte ve estetik uygulamalar sırasında

uygun skalaların kullanımı ve renk tayininin doğru yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. AA'nın başlangıç beyazlık değerlerinin yüksek oluşuna sebep; içerisindeki doldurucu partiküllerin büyüklüğü nedeniyle, doldurucuların matriks içerisindeki dağılımını, cilalanabilirliği ve ışığı kırma özelliklerini etkilediği şeklinde düşünülebilir. AA'nın başlangıç ve renklendirme sonrası beyazlık değerlerinin saf beyaza en uzak olmasına ek dişlerin beyazlık derecelerinden de oldukça farklı gözlenmesi, estetiğin sağlanmasında yetersiz olabileceğini göstermektedir.

Analiz ettiğimiz etki değerleri sonucunda materyal, solüsyon ve materyal ile solüsyon arasındaki etkileşimlerin restoratif materyallerin W1 ve W2 beyazlık derecelerinin değişiminde yüksek oranda etkisi olduğu saptanmıştır ($p<0,001$).

Renklendirme süresince restoratif materyallerin beyazlık değerlerindeki değişiklikler renk değişim bulgularını destekler şekilde renk değişiminin az gözlendiği kompozit rezinlerde düşük, renk değişiminin yüksek gözlendiği CAD/CAM bloklarda daha yüksek saptanmıştır ve aynı mekanizmalar ile açıklanabilir. Materyalden bağımsız solüsyon grupları değerlendirildiğinde, saf beyaza en uzak değerler KŞ gruplarında en yakın değerler ise DS gruplarında gözlenmiştir. Hem solüsyondan bağımsız materyal gruplarında hem de KŞ ve TK alt gruplarında saf beyaza en uzak AA ve en yakın CME'de gözlenmiştir. En uzak değerlerin AA için saptanması başlangıç beyazlık değerlerinin de en yüksek olmasına bağlıdır. Sadece DS gruplarında LU ve CME arasında fark bulunamamıştır. Bu bulgu renk değişimlerinin de fazla gözlendiği LU'nun su emiliminin yüksek olduğu ve ışık kırılımını etkilediği fikrini desteklemektedir. Ayrıca CME'e ait alt gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemesi, renk stabilitesindeki başarısını bir daha ortaya koymaktadır. Örneklerin DS'da bekletilmesi bazı grupları saf beyaza yaklaştırmıştır. Buna sebep DS'nin materyallerde meydana getirdiği çözünmeler ve bu çözünmelere bağlı olarak difüze olan sıvının kırılma indislerini etkileyerek renk algısını değiştirmesi şeklinde açıklanabilir. Renk değişim değerlerinden farklı olarak ilk 7 gün boyunca KŞ ve TK arasında fark gözlenmezken, 14. günde fark saptanmıştır.

Bu durum, moleküler yapıdaki değişimler nedeniyle özellikle birinci haftada gözlenen renk değişimleri yerine, materyal yüzeyine çökelen pigment miktarının zamana bağlı artışının beyazlık değerlerinde daha çok etki gösterdiğini düşündürmektedir.

Beyazlatma sonrası beyazlık ve beyazlık farklı ölçümleri ile ilgili bulgular ışığında üçüncü hipotez kısmen kabul edilmiştir. Bu tez çalışmasında analiz ettiğimiz etki değerleri sonucunda materyal, solüsyon, materyal ile solüsyon arasındaki, materyal ile ajan arasındaki ve solüsyon ile ajan arasındaki etkileşimlerin restoratif materyallerin beyazlatma sonrası beyazlık derecelerinin değişiminde yüksek oranda etkisi olduğu saptanmıştır ($p<0,001$). Beyazlık farkı değerleri incelendiğinde materyal, solüsyon, materyal ile solüsyon ve materyal ile ajan etkileşimlerinin hem ΔW_a hem ΔW_b değerlerine etkisi yüksekken, solüsyon ile ajan etkileşimleri ve materyal, solüsyon, ajan etkileşimlerinin ΔW_a 'ya etkisi düşük gözlenmiştir. Daimi dişlerde ise solüsyonun yüksek etkisi gözlenirken, ajan türünün sadece W3 değerlerinde etki gösterdiği saptanmıştır; ancak R^2 değerlerinin düşük gözlenmesi çalışmaya dahil edilen faktörlerin dışında dişlerle ilgili bulguları etkileyen önemli başka faktörlerin de bulunduğunu göstermiştir.

W3 değerleri incelendiğinde restoratif materyaller üzerinde 2 beyazlatma ajanının etkinlikleri arasında fark gözlenmezken ($p>0,05$), daha yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren Opalescence Boost daimi dişler üzerinde daha etkin bulunmuştur ($p<0,05$). Beyazlatma sonrasında saf beyaza en yakın değerlerin CME ve LU tarafından gösterilmesi başlangıç beyazlık değerlerinin daha yüksek oluşuna bağlanabilir. Restoratif materyaller değerlendirildiğinde; DS ve KŞ grupları arasında fark gözlenmezken TK'nın saf beyaza daha uzak oluşu, içeriğindeki sarı pigmentlerin polimer yapıya afinitesinin yüksek oluşu ve sulu bir süspansiyon oluşu nedeniyle yüzeye adsorpsiyondan çok moleküller arasında absorpsiyonun gerçekleştiği şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca pH değerinin KŞ'a oranla daha yüksek oluşu yüzeyde daha az kayıpla, pigmentlerin rezin matriks içindeki penetrasyon derinliğinin daha fazla olması sonucu beyazlatma ajanlarının renge etkisi daha az gözlenmiş olabilir. Monomer

içeriği en az olan VE ile daimi dişlerin solüsyona bağlı alt gruplarının beyazlatma sonrasında anlamlı bir fark göstermemesi de bu bulguyu destekler şekildedir. Ayrıca restoratif materyallerin aksine daimi dişlerin TK grubunda başlangıçtan daha beyaz gözlenmesi de TK'nin monomerlere olan afinitesinin diş yapısında yer alan moleküllere afinitesinden daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Restoratif materyallere ait DS gruplarının negatif ΔW_a değerleri ise beyazlatma ajanlarının yüzeydeki pigmentleri uzaklaştırmakla kalmayıp, oksidasyon reaksiyonları ile materyallerin moleküler yapısını da etkilediğinin bir kanıtıdır. Bu bulgular ışığında seramik/nanoseramik hibrit CAD/CAM blokların beyazlama mekanizmasının kompozit rezinlere benzerlik göstererek renklendirici pigmentlerin oksidasyonuna ek, aminlerin oksidasyonu ve rezin matriksteki monomerlerin çözünmesi sonucu gerçekleştiği düşünülebilir. Bu nedenlerle, LU'in VE'den daha fazla beyazlık farkı göstermesi de rezin matriks miktarı ve türüne bağlı açıklanabilir.

Daimi dişlerde beyazlatma uygulamalarının mümkün olan en beyaz rengi sağlaması arzu edilirken, restoratif materyallerde ise renk değişimlerini geri döndürürken, başlangıç renk uyumunun korunabilmesi de beklenmektedir. Bu nedenle tez çalışmamızda beyazlatma ajanlarının restoratif materyaller üzerine etkilerini incelerken beyazlık değerlerine ek olarak beyazlatma sonrası ile başlangıç renk farkı da hesaplanmıştır. Beyazlatma sonrası renk değişimleri incelendiğinde renklendirme süresince elde edilen bulguları destekler şekilde en fazla değişim sırasıyla KŞ ve TK gruplarında gözlenirken DS grupları klinik olarak kabul edilebilir eşik değeri altında değerler göstermiştir. KŞ gruplarında yüksek ΔE_{004} değerleri ile negatif ΔW_a değerlerinin gözlenmesi özellikle LU için örneklerin renklenmesinin geri döndürülmesine ek saf beyaza başlangıç beyaz renginden daha yakın olan bir renge ulaştığını göstermektedir. Bu durum KŞ'in daha önce belirtilen moleküler düzeydeki etkileri ile açıklanabilir. Özellikle LU ile VE'nin TK gruplarında ise pozitif ΔW_a değerleri ve yüksek W3 değerleri ile yüksek ΔE_{004} değerlerinin gözlenmesi ise, renklenmenin tam olarak geri döndürülemediğini ve örneklerin başlangıç renk değerlerinden

gözlenebilir şekilde farklı olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. En yüksek renk değişim değerleri LU'de gözlenirken en düşük değerler CME'de gözlenmiştir. AA ile VE arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmezken AA değerleri beyaz renge yaklaşırken, VE beyaz renkten uzaklaşmıştır. CME'nin renk stabilitesini koruduğu renk değişim değerleri ile de desteklenmiştir. Bu bulgular ışığında sadece restorasyonların renklemelerinin beyazlatma ajanları ile geri döndürülmeye çalışılmasının doğal dişler ve restorasyonlar arasında uyumsuzluk yaratabileceği sonucuna varılabilir ancak; beyazlatma uygulamalarının doğal dişlerin rengini de beyaza yaklaştırdığı göz önünde bulundurulursa aynı anda dişler ve restorasyonlara uygulanan işlemler sonucunda uyum da sağlanabilir. Özellikle DS gruplarının negatif beyazlık farkı değerleri göstermesi de aynı anda dişler ve restorasyonlara uygulanan beyazlatma işlemleri sonucunda restorasyonların değişmesi gerekliliğinin ortadan kalkabileceği fikrini de ortaya koymaktadır. Etki değerleri analizi sonucunda ajan türünün de renk farkına etkisi göz önünde bulundurularak çalışmamızda yüksek konsantrasyonlu beyazlatma ajanlarının kullanılmasının da renk farkını artırdığı sonucuna varılabilir. Bu durumda başlangıç renk değerlerini elde etmek üzere daha düşük konsantrasyonlu beyazlatma ajanlarının kullanılmasının daha yararlı olabileceği varsayımında bulunulabilir. Yine de beyazlatma uygulamalarının alternatif bir yöntem olarak sayılabilmesi için daha kapsamlı klinik ve laboratuvar çalışmalara gereksinim vardır.

Bir materyalin ışığı kısmen kırması, yansıtması ve geçirmesi sonucu opasite ve saydamlık arasında yer alan durum translusensi olarak adlandırılmaktadır (Della Bona ve diğerleri, 2014). Komşu dişler veya restorasyonlarla renk armonisini oluşturabilmek ve estetik görünümü sağlayabilmek için göz önünde bulundurulması gereken önemli renk ölçütlerinden biri de translusensidir (Lee, 2015; Lee, 2016). Diş hekimliği çalışmalarında, yaygın olarak kullanılan translusensi değerlendirme metotlarından biri de translusensi parametresidir (TP) (Della Bona ve diğerleri, 2014; Gül ve Akgül, 2013; Yu ve Lee, 2008). 0 ile 100 arasında değerler alan translusensi parametresi sıfıra yaklaştıkça translusensi

azalırken, 100'e yaklaştıkça translusensi artmaktadır (Çelik ve diğerleri, 2009; Yu ve Lee, 2008). İçerik, renk, kalınlık, mineralizasyon şekli ve seviyesi, dentin ve mine kalınlıkları, dehidratasyon, ışığın geliş açısı, dişlerin insizal, orta ve servikal üçlü bölgeleri vb pek çok durum translusensiyi etkileyebilmektedir (Azzopardi ve diğerleri, 2009; Della Bona ve diğerleri, 2014; Lee, 2016; Pop-Ciutrla ve diğerleri, 2016a; Pop-Ciutrla ve diğerleri, 2016b).

Translusensi parametreleri ile ilgili bulgular ışığında ikinci ve dördüncü sıfır hipotezleri kısmen reddedilmiştir. Bu tez çalışmasında analiz ettiğimiz etki değerleri sonucunda materyal, solüsyon ve materyal ile solüsyon arasındaki etkileşimlerin restoratif materyallerin translusensi parametreleri üzerinde yüksek oranda etkisi olduğu saptanmıştır ($p<0,001$).

Daimi dişlerin translusensi özelliklerini etkileyen en önemli faktörler, ışığın mine ve dentin dokularındaki etkileşimleridir. Bu da mine ve dentin dokularının yapısal özellikleri, yüzey özellikleri, su ve mineral içeriği gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. Mine dokusunda yer alan mine prizmaları ve prizmalar arası boşlukta yer alan molekülür ışığın geri yansıtılma miktarını en çok etkileyen faktörlerdir (Lee, 2015). Normal şartlarda minenin ışığı kırma indisı 1,70 olarak belirtilirken, suyun ışığı kırma indisinin 1,33 ve havanın ışığı kırma indisinin ise 1,00 olduğu bildirilmiştir (Brodbelt ve diğerleri, 1981; Caneppele ve diğerleri, 2013). Dentin dokusu ele alındığında ise dentin tübülleri ışığın geri yansıtılmasında esas etkili olan bileşenlerdir ve mine prizmalarına benzer şekilde tübül içerisindeki molekülürin türü (su, hava, dentin lenfi, mineraller) de kırılma indisini belirlemektedir (Lee, 2015; Nakajima ve diğerleri, 2012; Pop-ciutrla ve diğerleri, 2016b). Kurutma işlemleri sonucu gelişen dehidratasyon, beyazlatma uygulamaları sonucu oluşan oksidasyon veya asitle pürüzlendirme gibi kimyasal reaksiyonlar; organik ve inorganik yapıda değişikliklere neden olarak minenin ve dolayısıyla dişlerin translusensi değerlerinde azalmaya neden olabilmektedir (Brodbelt ve diğerleri, 1981; Caneppele ve diğerleri, 2013; Le, 2015; Ma ve diğerleri, 2011). Minenin hava spreyi ile 10 sn kurutulmasının translusensi değerlerinde %82'lik bir azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (Brodbelt ve

diğerleri, 1981). Beyazlatma işlemleri sonucu meydana gelen oksidasyon minenin prizmatik tabakasında kayba, mine prizmalarının açığa çıkmasına ve demineralizasyonuna dolayısıyla yüzey pürüzlülük değerlerinde de artışa neden olabilmektedir (Vieira ve diğerleri, 2008; Kurtulmuş-Yılmaz ve diğerleri, 2013). Yüzey pürüzlülüğünün ışığın geri yansımalarını azaltarak translusensi değerlerini de azalttığı belirtilmiştir (Bayındır ve diğerleri, 2012; Kurtulmuş-Yılmaz ve diğerleri, 2013). Yaşın ilerlemesi ile birlikte dentin dokusunun kalınlaşması, sklerotik dentinin oluşması, intertubuler dentin ve dentin tübüllerinde mineralizasyon seviyesinin artması, pulpa odasının daralması ile mine dokusunun kalınlığında azalmaların gözlenmesinin ışık geçirgenliği ile birlikte translusensi değerlerini artırdığı belirtilmiştir (Lee, 2015; Pop-ciutrla ve diğerleri, 2016b; Xiong ve diğerleri, 2008). İnsizoservikal yönde translusensi tayini yapıldığında translusensi miktarı artan dentin miktarı ve azalan mine miktarı ile birlikte servikale doğru azalmaktadır (Bayındır ve diğerleri, 2012; Hasegawa ve diğerleri, 2000; Lee, 2015; Xiong ve diğerleri, 2008). Dişlerin orta üçlüsünde yapılan ölçümlerde yaş faktörünün mine ve dentin dokularında meydana getirdiği değişikliklerin etkisini azaltırken; pulpa odasının genişliğinin, absorbe edilen ışık miktarını belirleyen ve translusensi değerlerine etki eden bir diğer faktör olduğu bildirilmiştir (Xiong ve diğerleri, 2008).

Renk ölçümlerini orta üçlü bölgelerinde yaptığımız üst kesici dişlerin solüsyona bağlı translusensi değerleri karşılaştırıldığında; renklendirmenin ikinci haftası ve beyazlatma sonrasında genel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Etki değerleri analizi solüsyon türünün daimi dişlerin translusensi değerlerini etkilediğini gösterse de düşük R^2 değerleri bu bulgunun sonuçları açıklamakta yeterli olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, KŞ grubunun 1. haftada daha yüksek değerler göstermesine sebep, başlangıçta rastgele dağıtılan örneklerin translusensi değerlerinin KŞ grubunda diğer gruplara nazaran daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Özellikle beyazlatma işlemleri sonrasında DS ve KŞ gruplarının TP değerleri başlangıçtan daha düşük gözlenirken TK grubunda daha yüksek gözlenmiştir. Dişlerin beyazlamasını sağlayan mekanizmanın; özellikle

minenin opaklaşması sonucu ışık geçirgenliğinin azalması şeklinde olan açıklamaları, elde ettiğimiz TP değerleri ile desteklenmemektedir. Beyazlatma işlemleri sonrasında başlangıç değerlerinden daha yüksek translusensiye sahip olan TK grubunun ΔW_a değerleri incelendiğinde, uygulanan her iki ajana ait alt gruplarda beyazlatma sonrası beyazlık değerleri başlangıca göre saf beyaza daha yakın gözlenmiştir. Translusensi değerleri başlangıçtan daha düşük olan KŞ grubunda ise; ΔW_b değerleri rengin geri döndürüldüğünü gösterse de ΔW_a değerleri başlangıç beyazlık değerlerine ulaşamadığını göstermiştir. Bu bulgular ışığında doğal dişlerin rengini etkileyen önemli faktörlerin ışığın mine ve dentin ile etkileşimleri sonucu ölçümlendiğimiz renk değerleri, beyazlık değerleri ve translusensi özellikleri dışında başka faktörlerden de etkilendiğini göstermektedir. Yine etki değerleri analizinde elde edilen düşük R^2 değerleri de bu bulguları desteklemektedir.

Restoratif materyallerin ışıkla etkileşimleri doldurucu partiküllerin türü, boyutu, dağılımı ve miktarı ile rezin matriksin türü, polimerizasyon derecesi, doldurucu partiküllere bağlı kırılma indislerindeki farklılıklar ve yüzey özelliklerinden etkilenmektedir (Bucuta ve Ilie, 2014; Dos Santos ve diğerleri, 2008; Gül ve Akgül, 2013; Lee, 2008; Lee, 2015; Mitra ve diğerleri, 2003; Nakajima ve diğerleri, 2012; Salgado ve diğerleri, 2017). Doldurucu partiküller ile rezin matriksin ışığı kırma indislerinin yaklaşması ışık geçirgenliğini artırarak translusensiyi artırmaktadır (Azzopardi ve diğerleri, 2009; Bucuta ve Ilie, 2014; Gül ve Akgül, 2013; Kim ve Park, 2013; Mitra ve diğerleri, 2003; Salgado ve diğerleri, 2017). Azzopardi ve diğerlerinin (2009) yaptığı bir çalışmada doldurucu içermeyen Bis-GMA (1,55), UDMA (1,48) ve TEGDMA'nın (1,46) ışığı kırma indisleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken, eklenen silika partikülleri ile benzer kırma indisine sahip Bis-GMA'nın kompozit rezinin translusensisini artırdığı saptanmıştır. Ayrıca polimerizasyon seviyesindeki artışın da translusensiyi azalttığı bildirilmiştir (Gül ve Akgül, 2013; Lee ve diğerleri, 2004). Ortalama doldurucu partikül boyutunun gelen ışığın dalga boyunun yarı değerine yaklaşması ışığın saçılımını artırmaktadır (Bucuta ve Ilie, 2014; Dos Santos ve diğerleri, 2008;

Salgado ve diğerleri, 2017; Sarıdağ ve diğerleri, 2016). 400-600 nm dalga boyuna sahip görünür ışığın dalga boyunun yarı değerinden daha küçük boyutlara sahip nano ölçekli doldurucu partiküllerin ışığı kırma indisleri ise görünür ışıktaki saçılıma ya da absorpsiyona neden olamayacaklarından translusensi değerlerine etki gösterememektedir (Bucuta ve Ilie, 2014; Kim ve Park, 2013; Salgado ve diğerleri, 2013; Salgado ve diğerleri, 2017; Sarıdağ ve diğerleri, 2016). Dolayısıyla partikül boyutundaki azalma ışık saçılımını azaltarak translusensiyi artırmaktadır. Partikül miktarındaki artış ise saçılımı artırmakta ve translusensiyi azaltmaktadır (Kim ve Park, 2013; Lee, 2008; Lee, 2015). Yüzey pürüzlülüğündeki değişiklikler, ışığın hareket şeklini ve yönünü değiştirerek, translusensi özelliklerini de etkilemektedir.

Başlangıç translusensi parametreleri (TP0) incelendiğinde en yüksek değerleri sırasıyla LU ile CME grupları gösterirken, AA ile VE grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$). Awad ve diğerleri, (2015) CAD/CAM bloklarla ilgili çalışmalarında benzer şekilde en yüksek translusensiyi LU'de, en düşük translusensi ise VE'de gözlenmiştir. Bunun sebepleri arasında LU ve CME'in rezin matriksinde monomer olarak translusensi değerlerini yükselten Bis-GMA'nın olması, nano ölçekli doldurucu partiküller içermesi sayılabilir. AA'nın rezin matriksi ağırlıkça daha fazla olsa da partikül boyutlarının daha fazla oluşu ve monomer olarak silika partiküllerinden daha farklı ışık kırma indisine sahip Bis-EMA ve TEGDMA'dan oluşması translusensisinin azalmasındaki sebepler arasında düşünülebilir. Translusensi değerlerinin VE'de düşük gözlenmesine sebep partikül içeriğinin yüksek oluşu, monomer olarak UDMA ve TEGDMA içermesi olarak düşünülebilir. Kompozit rezinler, translusensi açısından da renk değişimlerine benzer şekilde CAD/CAM bloklardan daha stabil değerler göstermiştir. Lago ve diğerlerinin (2017) çalışmasına benzer şekilde LU ile VE'nin özellikle renklendirmenin 14. gününde ve özellikle KŞ gruplarında translusensi değerleri düşmüştür. Buna sebep renklendirme mekanizmasında olduğu gibi rezin matriksin degradasyonu ve doldurucu partiküllerin açığa çıkması ile gelişen yüzey pürüzlülüğünün, partiküller arasına penetre olan su moleküllerinin ve de pigmentlerin absorpsiyon ve adsorpsiyonunun ışığı

kırma indislerini deęiřtirmesi řeklinde dūřūnūlebilir. Beyazlatma sonrasında genel olarak translusensi deęerleri yūkselirken LU ile VE'in Kř grupları bařlangıç translusensi deęerlerinden daha dūřūk deęerler gōstermiřtir. LU ile VE'nin solūsyon gruplarına baęlı yūzey pūrūzlūlūk deęerleri ve yūzey topoęrafyasında fark gōzlenmese de kompozit rezinlere gōre daha yūksək pūrūzlūlūk deęerlerinin ōzellikle VE grubunda gōzlenmesi, topoęrafyanın kompozit rezinlerden farklı olması ıřıęın kırılma yōnū ve miktarında farklılıklara neden olmuř olabilir. DS gruplarının translusensisi geri dōnerken ōzellikle Kř gruplarının translusensi deęerlerinin dūřūk gōzlenmesi pigmentlerin CAD/CAM bloklarda daha derine penetre olmuř olabileceęi, hem pigmentlerin hem de beyazlatma ajanlarının matriks ve partikūller arasındaki baęlara etkileyerek ıřıkla etkileřimleri de deęiřtirmiř olabileceęi řeklinde dūřūnūlebilir.

Yūzey pūrūzlūlūęindeki herhangi bir artıř, plak birikimine yol ačarak renklenme ve sekonder çūrūk gibi sorunlara neden olabileceęinden, yūzey pūrūzlūlūęū arařtırmacılar ve hekimlerin ūzerinde durduęu bir konu olmuřtur. Yapılan çalıřmalarda plak birikimi iēin gerekli kritik yūzey pūrūzlūlūęū deęeri 0,2 μm olarak belirlenmiřtir. Bazı çalıřmalarda da belirtildięi gibi beyazlatma iřlemleri iēerik, beyazlatma ajanının uygulanma řekli ve sūresi, uygulanan yūzeyin ōzellikleri vb. faktōrlere baęlı olarak yūzey pūrūzlūlūęūnū artırılabilmektedir. Diř hekimlięi alanındaki çalıřmalarda yūzey analizi iēin kullanılan bazı metotlar lazerle ōlçūm, sıkıřtırılmıř hava ile ōlçūm, tarama elektron mikroskopisi (SEM), profilometre ile ōlçūm veya atomik kuvvet mikroskopisi (AFM) yōntemidir (Whitehead ve dięerleri, 1999, Hegedūs ve dięerleri, 1999). En sık kullanılanlar SEM ile profilometre olsa da SEM yūzey pūrūzlūlūęūnden çōk yūzey topoęrafyasının belirlenmesini saęlar. SEM kullanımının ōrnek hazırlama sūrecinin karmařık ve uzun sūreli oluřu, ōrnek yūzeyinde deęiřikliklere sebep olma riskinin varlıęı ve sadece 2 boyutlu gōrūntūlerin elde edilebilmesi gibi dezavantajları nedeniyle AFM kullanımı yaygınlařmaya bařlamıřtır (Hegedūs ve dięerleri, 1999; Kakaboura ve dięerleri, 2007; Mathia ve dięerleri, 2011). Gūnūmūzde yūzey pūrūzlūlūęū ve yūzey topoęrafyasının belirlenmesinde ideale en yakın cihaz olarak kabul

edilmektedir (Mathia ve diğerleri, 2011). AFM, minimum örnek hazırlığı ile örneğin doğal formunu bozmadan, sadece X ve Y düzleminde değil aynı zamanda Z düzleminde de ölçüm yaparak aynı anda hem 2 boyutlu hem 3 boyutlu görüntü eldesini sağlamaktadır (Hegedüs ve diğerleri, 1999; Kakaboura ve diğerleri, 2007). Ayrıca profilometreden farklı olarak belli bir sürede noktasal değil, belirlenen yüzey alanında ölçüm yapmakta ve daha hızlı sonuçlar sağlamaktadır. Bu nedenlerle örnek yüzeyinde herhangi bir değişikliğe neden olmadan daha doğru sonuçlar elde etmek, lineer ölçümler yapabilmek ve hem 2 hem de 3 boyutlu görüntüler elde ederek yüzey topoğrafyasını inceleyebilmek amacıyla bu tez çalışmasında yüzey analizi için AFM tercih edilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü ile ilgili elde edilen bulgular ışığında, beşinci hipotez de kısmen kabul edilmiştir. AFM analizi sonucu elde edilen R_a , R_{sk} ve R_{ku} değerleri, kompozit rezinler ve CAD/CAM blokların yüzey pürüzlülük değerleri ile yüzey topoğrafyasında farklılıklar olduğunu göstermiştir. Bu tez çalışmasında analiz ettiğimiz etki değerleri sonucunda materyal türü restoratif materyallerin hem yüzey pürüzlülükleri hem de yüzey topoğrafyası üzerinde etki gösterirken ($p < 0,001$), ek olarak materyal ve ajan arasındaki etkileşimler de yüzey pürüzlülüğünde etkili olmuştur ($p < 0,05$). Dolayısıyla yüzey pürüzlülüğü, hidrojen peroksit ile farklı etkileşimler gösteren farklı matris ve doldurucu türleri ile açıklanabilmektedir. Etki değerleri incelendiğinde, çalışmaya dahil edilen parametreler dışında başka faktörlerin de yüzey topoğrafyasında etkili olduğu saptanmıştır. Bunlardan ilk akla gelen kliniği daha iyi yansıtabilmek amacıyla tercih edilen farklı cilalama yöntemleri olabilir.

Yüzey pürüzlülük değerleri plak birikimi için gerekli kritik yüzey pürüzlülüğü değeri olan $0,2 \mu m$ 'ye göre değerlendirildiğinde; VE gruplarından sadece PBO uygulanmış DS grubu $0,2 \mu m$ 'den daha düşük bir değer gösterirken, diğer gruplar içerisinde sadece LU'nin PBO uygulanmış DS grubu $0,2 \mu m$ 'den daha yüksek bir değer göstermiştir. Kritik yüzey pürüzlülüğü

değerinden oldukça düşük pürüzlülük değerlerine sahip kompozit rezinler arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Beyazlatma ajanlarındaki peroksitlerden açığa çıkan yüksek enerjili serbest radikaller, materyal yapısındaki özellikle artık monomerler ve çapraz bağlarla reaksiyona girerek rezin matriks ve doldurucu partiküller arasındaki bağların kopmasına ve kimyasal degradasyona neden olarak yüzey pürüzlülüğünü artırmaktadır (Elhamid ve Mosallam, 2010; Hafez ve diğerleri, 2010; Qasim ve diğerleri, 2016). Bu reaksiyonlar su emilimi ile birlikte hidrolitik degradasyonu da hızlandırmaktadır. Matriks içerisine difüze olan su molekülleri cam, silika ve alumina gibi partiküllerin matriksten ayrılmasına neden olmaktadır (Elhamid ve Mosallam, 2010; Qasim ve diğerleri, 2016). Partiküller ve polimer ağ arasındaki bağların yıkımı ile monomerlerin çözünmesi, partiküllerin yapıdan ayrılması sonucu yüzey pürüzlülüğü artmakta ve yüzey topoğrafyasında değişikliklere neden olmaktadır. Ölçümlediğimiz beyazlık değerleri, materyallerin yüzeylerindeki renklendirici pigmentlerin oksidasyonuna ek, beyazlatma ajanlarından açığa çıkan serbest radikallerin matriks yapısında da değişikliklere neden olduğu fikrini desteklemektedir.

Seramik içeriklerinden dolayı CAD/CAM bloklarda daha az yüzey pürüzlülüğü gözlenmesi beklense de, kompozit rezinler daha az pürüzlülük değerleri göstermiştir. Hidrolitik degradasyon düşünüldüğünde, önceki açıklamalar göz önünde bulundurulursa, Bis- GMA ve TEGDMA içeren materyallerin daha fazla pürüzlülük göstermesi beklenmektedir ancak çalışmamızda en düşük pürüzlülük değeri monomer olarak sadece Bis-GMA içeren CME’de gözlenmiştir. İçeriğinde TEGDMA bulunan AA ise CME ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir. Hem Bis-GMA hem TEGDMA içeren LU ise TEGDMA içeren VE’den daha düşük pürüzlülük değerleri göstermiştir. Bu durumda materyallerin içerdiği partikül boyut, miktar ve türlerinin pürüzlülüğe etkisinin daha fazla olduğunu düşünebiliriz. Ağırlıkça daha az miktarda doldurucu partikül içeren kompozit rezinler daha düşük pürüzlülük değerleri göstermiştir. Partikül boyutları farklı olan kompozit rezinler arasında anlamlı bir farklılık gözlenmezken nano ölçekli partiküller

içeren LU, VE'den daha az pürüzlülük göstermiştir. LU ile VE arasındaki pürüzlülük farkının bir diğer sebebi ise içerdikleri partiküllerin türü olarak düşünülebilir. LU'in seramik kısmı, nano ölçekli zirkonyumdan oluşurken, VE'in seramik kısmı ise ince yapılı feldspatik seramikten oluşmaktadır. Yapılan çalışmalarda (Koizumi ve diğerleri, 2015; Mörmann ve diğerleri, 2013; Swain ve diğerleri, 2016) zirkonyum içerikli materyallerin feldspatik içerikli materyallere göre daha fazla sertlik ve dayanıklılık gösterdiği belirtilmiştir. Bu bulgular göz önünde bulundurularak, LU yapısında bulunan zirkonyum ile yoğun çapraz bağlı polimer matriks arasındaki bağların beyazlatma ajanlarının etkilerine karşı daha dayanıklı olduğu öne sürülebilir.

Literatürde beyazlatma ajanlarının hibrit CAD/CAM bloklara etkisi üzerine veriye rastlamasak da fırçalama etkilerini inceleyen Mörmann ve diğerleri (2013) LU ile VE pürüzlülük değerlerinde fark gözlemezken, Koizumi ve diğerleri (2015) çalışmamızla benzer sonuçlar saptamıştır. Qasim ve diğerleri (2016) ise seramiklerde anlamlı bir pürüzlülük gözlemezken, mikrohibrit kompozit rezinin nanohibrit kompozit rezine göre daha yüksek pürüzlülük değerleri gösterdiğini saptamıştır. Bu bulgular çalışmamızdan farklı olsa da saptanan pürüzlülük değerleri çalışmamıza benzer şekilde kritik yüzey pürüzlülüğünden düşük gözlenmiştir. Moraes ve diğerleri (2006) %35'lik karbamit peroksit uyguladıkları kompozit rezinler ve feldspatik seramikte çalışmamıza benzer yüzey pürüzlülüğü değerleri gözlemiştir. Farklı kompozitler arasında farklı istatistiksel bulgular elde edilse de çalışmamızın bulgularına benzer şekilde diğer çalışmalarda (Hafez ve diğerleri, 2010; Langsten ve diğerleri, 2002; Markovic ve diğerleri, 2014; Sharafeddin ve Jamalipour, 2010) da yüksek konsantrasyonlu beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi kritik yüzey pürüzlülüğü değeri altında gözlenmiştir.

Yüzey pürüzlülük miktarı materyallerin yüzey topoğrafyası hakkında bilgi sağlamamaktadır. Aynı yüzey pürüzlülüğüne sahip materyaller farklı yüzey topoğrafyalarına sahip olabilirler. Beyazlatma işlemlerinin pürüzlülük dışında materyal yüzeylerinde nasıl değişiklikler yarattığını gözleyebilmek için 2 ve 3 boyutlu görüntüler dışında AFM analizi sonucunda elde edilen *skewness* ve *kurtosis* değerleri de incelenmiştir. R_{sk} , merkez hattının altında

ve üstündeki profilin simetrisini ölçümler. Böylece girinti ve çıkıntılardaki materyal yoğunluğu saptanabilir. Girinti ve çıkıntı değerleri eşitse $R_{sk} = 0$, materyalin çoğu merkez hattının üzerinde ise $R_{sk} < 0$ ve materyalin çoğu merkez hattın altında ise $R_{sk} > 0$ olarak gözlenir. Çalışmamızda, kompozit rezinler negatif R_{sk} değerleri gösterirken CAD/CAM bloklar pozitif R_{sk} değerleri göstermiştir. R_{ku} ise aynı alana düşen girinti çıkıntı miktarını belirler. $R_{ku} < 3$, *platykurtic* olarak tanımlanmakta ve rölatif olarak daha az sayıda girinti ve çıkıntı oluşumunu göstermektedir, $R_{ku} > 3$ ise *leptokurtic* olarak tanımlanmakta ve rölatif olarak daha fazla sayıda girinti ve çıkıntı oluşumunu göstermektedir. Sadece VE 3'den küçük R_{ku} değerleri göstererek diğer materyallere göre rölatif olarak daha az sayıda girinti ve çıkıntı yapıları göstermiştir. En yüksek R_{ku} değerleri ise CME'de gözlenmiştir. Kompozit rezinler rölatif olarak daha fazla sayıda girinti ve çıkıntı yapısı gösterirken, çıkıntıların yüzey alanı girintilerden daha fazladır. Bu da daha dar yapıda girintiler anlamına gelir. CAD/CAM bloklarda ise girintilerin yüzey alanı çıkıntıların yüzey alanından daha fazla gözlenmiştir bu da daha geniş yapıda girintiler anlamına gelir. Yüzey topoğrafyasındaki farklılıklar özellikle beyazlatma sonrası renklenme, plak birikimi, temizlenebilirlik gibi faktörlerde değişikliklere neden olabilmektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular ışığında; günlük alışkanlıklara bağlı olarak gelişen renklenmelerin tedavisi amacıyla kullanılan beyazlatma ajanlarının doğal dişlere ek, restoratif materyallerin beyazlatılmasında da etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Diş sağlığının korunması, restoratif materyallerin uzun yıllar hizmet edebilmesi açısından önemli bir konu olan plak birikiminde yüzey pürüzlülüğünün etkisi bilinmektedir. Çalışmamızda beyazlatma ajanları, Vita Enamic dışında yüzey pürüzlülüğünde plak birikimine neden olacak bir artışa sebep olmamıştır. Bu da, kullanılan materyallerin özelliklerinin iyi bilinmesi halinde beyazlatma ajanlarının hem dişler hem de restoratif materyallerin renklenmelerinin tedavisinde kullanılabileceğine işaret etmektedir. Yine de doğal dişler dışında renklenmiş restoratif materyallerin tedavisinde tercih edilebilecek bir yöntem olabilmesi

için; beyazlatma ajanlarının etki mekanizmalarının daha iyi anlaşılması, biyouyumluluk ve toksisite konusunun açıklığa kavuşturulması, restorasyon ömrünü etkileyebilecek sertlik, aşınma direnci vb. fiziksel özelliklere etkilerinin de incelenmesi gerekmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

İki farklı kompozit rezin materyal ve iki farklı CAD/CAM blok ve daimi anterior dişler üzerinde; farklı tipteki renklendirici solüsyonların 0-14 gün boyunca renk ve translusensiye etkileri ile farklı konsantrasyonlarda hidrojen peroksit içeren 2 ofis-tipi beyazlatma ajanının renk, translusensi ve yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin incelendiği çalışmamızın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır:

1-Kompozit rezinler, seramik/nanoseramik CAD/CAM bloklardan daha iyi renk stabilitesi gösterirken, en başarılı sonuçlar renklendirmenin yapıldığı 2 hafta boyunca ve beyazlatma uygulamaları sonrasında klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi gösteren nanohibrit kompozit rezin Clearfil Majesty Esthetic'te gözlenmiştir.

2- Daimi dişler bekletildiği tüm solüsyon gruplarında klinik olarak kabul edilebilir değerlerin üzerinde renk değişimi göstermiştir.

3- Kırmızı şarap ve Türk kahvesi distile sudan daha fazla renk değişimine neden olurken, translusensi parametrelerinde etkili bir değişiklik yaratmamıştır.

4- Aynı renge sahip farklı restoratif materyaller farklı translusensi ve farklı beyazlık derecelerine sahip olabilmektedir.

5- Yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanları hem restoratif materyaller hem de doğal dişlerdeki renklenmeleri geri döndürebilmiştir.

6- Hidrojen peroksitin konsantrasyonunun yükselmesi restoratif materyallerdeki beyazlatma etkinliğinde anlamlı bir fark yaratmazken daimi dişlerdeki beyazlatma etkisini arttırmıştır.

7- Kırmızı şarap nedeniyle oluşan renklenmeler, Türk kahvesi nedeniyle oluşana nazaran daha fazla geri döndürülebilmiştir. Böylece daha az renklenmeye sebep olan Türk kahvesinin, daha fazla su içeriğine sahip bir süspansiyon oluşu ile su emilimini artırdığı ve içeriğindeki pigmentlerin adsorpsiyondan çok absorpsiyonunun gözlendiği sonucuna varılmıştır.

8- Beyazlatma işlemi sonrası beyazlık değerleri ile başlangıç beyazlık değerleri arasındaki farkın özellikle distile su gruplarında negatif değerler vermesi, başlangıçtan daha beyaz sonuçların elde edildiğine işaret etmiştir. Böylece literatürde, beyazlatma ajanlarının etkilerinin incelenmediği seramik/nanoseramik CAD/CAM blokların beyazlama mekanizmasının kompozit rezinlere benzerlik gösterdiği sonucuna varılmıştır.

9-Beyazlatma sonrası ile başlangıç renk farkı değerleri ile beyazlık farkları incelendiğinde sadece restorasyonların renklenmelerinin beyazlatma ajanları ile geri döndürülmeye çalışılmasının doğal dişler ve restorasyonlar arasında uyumsuzluk yaratabileceği sonucuna varılabilir ancak; beyazlatma uygulamalarının doğal dişlerin rengini de beyaza yaklaştırdığı göz önünde bulundurulursa aynı anda dişler ve restorasyonlara uygulanan beyazlatma işlemleri sonucunda restorasyonların değişmesi gerekliliğinin ortadan kalkabileceği fikrini de ortaya koymaktadır.

10- Etki değerleri analizi sonucunda ajan türünün restoratif materyallerin beyazlık değerlerine etkileri arasında fark gözlenmezken başlangıca göre renk farkının daha kısa süreli uygulanan daha düşük konsantrasyonlu beyazlatma ajanında daha fazla gözlenmesi beyazlatma ajanının içeriğinin de etkinliği etkilediğini göstermektedir. Bu durumda elde edilmek istenen beyazlık derecesine göre uygun konsantrasyon ve süre ile uygun ajanların belirlenmesinin önemli olduğu sonucuna varılabilir.

11- Yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanlarının yüzey pürüzlülüğü ve yüzey topoğrafyasının incelendiği AFM analizi sonucunda, kompozit rezinler ve Lava Ultimate ile diş yüzeylerinde plak birikimi için gerekli kritik yüzey pürüzlülüğü değerinin (0,2 μm) altında pürüzlülük değerleri gözlenirken; Vita Enamic 0,2 μm üstünde değerler göstermiştir. Böylece renklenmiş restoratif materyallerin dıştan uzaklaştırılarak dişin yeniden restore edilmesine veya yüzey konturunu bozabilecek cila işlemleri yerine, sağlıklı dokuya zarar vermeden, hasta tarafından daha kabul edilebilir bir işlem olan beyazlatma uygulamaları alternatif bir klinik uygulama olarak düşünülebilmektedir. Ayrıca pigmentlerin

penetrasyon derinliğine bağılı olarak rengin geri döndürülmesinde cila işlemlerinden daha etkili olabilecek beyazlatma ajanları, Vita Enamic gibi yüzey pürüzlülüğünde artış gözlenen materyallerin beyazlatılması ve restorasyonun geri kazandırılabilmesi amacıyla cila işlemleri ile kombine olarak uygulanabilir.

Daha ileride yapılacak çalışmalarda özellikle CIEDE 2000 renk formülü ile hesaplanan renk değişim değerlerinin daha sağlıklı incelenebilmesi için dişler ve restoratif materyallere ait algılanabilirlik ve klinik olarak kabul edilebilirlik değerlerinin incelenmesi yararlı olacaktır.

Renk değişim formüllerinin renk değişim miktarı dışında renk değişim yönü ile ilgili bilgi vermeyişi nedeniyle beyazlatma ajanlarının etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmalarda beyazlık indekslerinin kullanılması daha faydalı olacaktır. Ayrıca renk farkı analizlerine benzer şekilde beyazlık indeksleri için de eşik değerlerinin belirlenmesi bulguların çok sayıda veriye ihtiyaç duyulmadan daha kolay yorumlanmasını sağlayabilir.

Hem doğal dişler hem de restoratif materyallerde renk değişim ve beyazlatma mekanizmalarının daha net anlaşılabilceği moleküler düzeydeki çalışmalara daha fazla yer verilmelidir.

Renk ve yüzey pürüzlülüğü bulguları beyazlatma ajanlarının kullanımının restoratif materyallerin tedavisi amacıyla uygun olduğunu gösterse de kesin bir tedavi seçeneği olabilmesi için yeterli değildir. Beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerin kimyasal yapılarında meydana getirdiği değişikliklerin biyouyumluluk ve toksisite açısından sorun yaratacak herhangi bir kimyasal reaksiyona neden olup olmadığı konusu üzerinde durulması gerekmektedir.

Beyazlatma ajanlarının doğal dişler ve restoratif materyallerin moleküler yapısında meydana getirdiği değişikliklerin optik özellikler dışında sertlik, aşınma direnci, dayanıklılık, mikrosızıntı vb fiziksel özelliklerine etkilerinin de daha yaygın olarak incelenmesi yararlı olacaktır.

Ayrıca in-vitro çalışmaların klinik çalışmalarla da desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar, Ö. (2016). Farklı yüzey hazırlıklarının CAD/CAM hibrit seramiğin kompozit rezin ile tamirine etkisi. *Acta Odontologica Turcica*, 33(3), 121-125.
- Alawjali, S.S. ve Lui, J.L. (2013). Effect of one-step polishing system on the color stability of nanocomposites. *Journal of Dentistry*, 41, e53-e61.
- Alharbi, A., Ardu, S., Bortolotto, T. ve Krejci, I. (2017). Stain susceptibility of composite and ceramic CAD/CAM blocks versus direct resin composites with different resinous matrices. *Odontology*, 105, 162-169.
- Al Kheraif, A.A.A., Qasim, S.S.B., Ramakrishnaiah, R. ve ur Rehman, I. (2013). Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. *Dental Materials Journal*, 32(2), 326-331.
- Al-Shammery, H.A., Bubb, N.L., Youngson, C.C., Fasbinder, D.J. ve Wood, D.J. (2007). The use of confocal microscopy to assess surface roughness of two milled CAD–CAM ceramics following two polishing techniques. *Dental Materials*, 23(6), 736-741.
- Alshali, R.Z., Salim, N.A., Sung, R., Satterthwaite, J.D. ve Silikas, N. (2015). Analysis of long-term monomer elution from bulk-fill and conventional resin-composites using high performance liquid chromatography. *Dental Materials*, 31(12), 1587-1598.
- Altun, C. (2005). Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. *Gülhane Tıp Dergisi*, 47(1), 77-82.
- Alqahtani, M.Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dental Journal*, 26, 33-46.
- Ângela Maziero Volpato, C., Francisco Cesar, P. ve Antônio Bottino, M. (2016). Influence of accelerated aging on the color stability of dental zirconia. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28(5), 304-312.
- Ardu, S., Duc, O., Di Bella, E. ve Krejci, I. (2017). Color stability of recent composite resins. *Odontology*, 105(1), 29-35.

- Arocha, M.A., Basilio, J., Llopis, J., Di Bella, E., Roig, M., Ardu, S. ve diğ erleri. (2014). Colour stainability of indirect CAD–CAM processed composites vs. conventionally laboratory processed composites after immersion in staining solutions. *Journal of Dentistry*, 42(7), 831-838.
- Awad, D., Stawarczyk, B., Liebermann, A. ve Ilie, N. (2015). Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 113(6), 534-540.
- Azzopardi, N., Moharamzadeh, K., Wood, D. J., Martin, N. ve van Noort, R. (2009). Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dental Materials*, 25(12), 1564-1568.
- Banarjee, A. ve Watson, T.F. (2013). *Pickard's Manual of Operative Dentistry* (9. bs.). ABD: Oxford University Press.
- Baratieri, L.N., Ritter, A.V., Monteiro, Jr S., Andrada, M.A.C. ve Vieira, L.C.C. (1995). Nonvital tooth bleaching: Guidelines for the clinician. *Quintessence International*, 26, 597-608.
- Barutçigil, Ç., Harırlı, O.T. ve Seven, N. (2012). Bazı geleneksel içeceklerin mikrohibrit kompozit rezinde meydana getirdiğ i renk değ iş ikliklerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 22(2), 114-119.
- Bassir, M.M.ve Bagheri, G. (2013). Comparison between phosphoric acid and hydrochloric acid in microabrasion technique for the treatment of dental fluorosis. *Journal of Conservative Dentistry*, 16, 41-44.
- Bayındır, F. ve Wee, A.G. (2006). Diş rengi seç iminde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 30(3), 40-46.
- Bayındır, F., Gozalo-Diaz, D., Kim-Pusateri, S. ve Wee, A.G. (2012). Incisal translucency of vital natural unrestored teeth: a clinical study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 24(5), 335-343.

- Bhat, V., Prasad, D.K., Sood, S. ve Bhat, A. (2011). Role of colors in prosthodontics: Application of color science in restorative dentistry. *Indian Journal of Dental Research*, 22, 804-809.
- Bollen, C.M.L., Lambrechts, P. ve Quirynen, M. (1997). The surface roughness of different oral hard materials in comparison to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention. A review of the literature. *Dental Materials*, 13, 258-269.
- Bowen, R.L. ve Marjenhoff, W.A. (1992). Dental composites/glass ionomers: the materials. *Advances in Dental Research*, 6(1), 44-49.
- Brodelt, R.H.W., O'brien, W.J., Fan, P.L., Frazer-Dib, J.G. ve Yu, R. (1981). Translucency of human dental enamel. *Journal of Dental Research*, 60(10), 1749-1753.
- Buchalla, W. ve Attin, T. (2007). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser: a systematic review. *Dental Materials*, 23(5), 586-596.
- Bucuta, S. ve Ilie, N. (2014). Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clinical Oral Investigations*, 18(8), 1991-2000.
- Caneppele, T.M., Borges, A.B. ve Torres, C.R. (2013). Effects of dental bleaching on the color, translucency and fluorescence properties of enamel and dentin. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 8(2) 200-212.
- Cebe, M.A., Cebe, F., Cengiz, M.F., Cetin, A.R., Arpag ,O.F. ve Ozturk, B. (2015). Elution of monomer from different bulk fill dental composite resins. *Dental Materials*, 31(7), e141-e149.
- Ceci, M., Viola, M., Rattalino, D., Beltrami, R., Colombo, M. ve Poggio, C. (2017). Discoloration of different esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. *European Journal of Dentistry*, 11(2), 149-156.
- Ceyhan, D. ve Yaşar, T. (2011). Renk görme ve sağlık kurulu işlemleri. *Turkish Journal of Ophthalmology*, 41, 35-42.

- Chen, M.H. (2010). Update on dental nanocomposites. *Journal of Dental Research*, 89(6), 549-560.
- Chu, S.J., Trushkowsky, R.D. ve Paravina, R.D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38s, e2-e16.
- Coachman, C. ve Paravina, R.D. (2016). Digitally enhanced esthetic dentistry- from treatment planning to quality control. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28, S3-S4.
- Croll, T.P. (1986). Enamel color improvement:all things considered. *Quintessence International*, 17, 271-275.
- Croll, T.P. ve Cavanaugh, R.R. (1986a). Enamel color modification by controlled hydrochloric acid-pumice abrasion. I. Technique and examples. *Quintessence International*, 17, 81-87.
- Croll, T. P. ve Cavanaugh, R. R. (1986b). Hydrochloric acid-pumice enamel surface abrasion for color modification: results after six months. *Quintessence International*, 17, 335-341.
- Çelik, Ç., Yüzügüllü, B., Erkut, S. ve Yamanel, K. (2008). Effects of mouth rinses on color stability of resin composites. *European Journal of Dentistry*, 2, 247-53.
- Çelik, Ç., Yüzügüllü, B., Erkut, S. ve Yazıcı, A. (2009). Effect of bleaching on staining susceptibility of resin composite restorative materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 21(6), 407-414.
- Çelik, G., Üşümez, A. ve Sarı, T. (2013). Bilgisayar destekli diş hekimliği ve güncel CAD/CAM sistemler. *Cumhuriyet Dental Journal*, 16(1), 74-82.
- Della Bona, A., Nogueira, A.D. ve Pecho, O.E. (2014). Optical properties of CAD–CAM ceramic systems. *Journal of Dentistry*, 42, 1202-1209.
- Denry, I. ve Kelly, J. R. (2014). Emerging ceramic-based materials for dentistry. *Journal of Dental Research*, 93(12), 1235-1242.
- Dayangaç, G. B. (2000). *Kompozit Rezin Restorasyonlar*. Ankara: Güneş Kitapevi.

- Dionysopoulos, D., Strakas, D. ve Koliniotou-Koumpia, E. (2015). The influence of a novel in-office tooth whitening procedure using an Er, Cr: YSGG laser on enamel surface morphology. *Lasers in Surgery and Medicine*, 47(6), 503-511.
- Duan, Y. ve Griggs, J. A. (2015). Effect of elasticity on stress distribution in CAD/CAM dental crowns: Glass ceramic vs. Polymer maatrix composite. *Journal of Dentistry*, 43, 742-749.
- Eimar, H., Marelli, B., Nazhat, S. N., Nader, S. A., Amin, W. M., Torres, J. ve diğerleri. (2011). The role of enamel crystallography on tooth shade. *Journal of Dentistry*, 39, e3-e10.
- Eimar, H., Siciliano, R., Abdallah, M. N., Nader, S. A., Amin, W. M., Martinez, P. P. ve diğerleri. (2012). Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *Journal of Dentistry*, 40, e25-e33.
- Elfallah, H. M., Bertassoni, L. E., Charadram, N., Rathsam, C. ve Swain, M. V. (2015). Effect of tooth bleaching agents on protein content and mechanical properties of dental enamel. *Acta Biomaterialia*, 20, 120-128.
- Elhamid, M. A. ve Mosallam, R. (2010). Effect of bleaching versus repolishing on colour and surface topography of stained resin composite. *Australian Dental Journal*, 55(4), 390-398.
- Ergücü, Z., Türkün, L. S. ve Aladag, A. (2008). Color stability of nanocomposites polished with one-step systems. *Operative Dentistry*, 33(4), 413-420.
- Ersu, B., Yüzügüllü, B. ve Canay, Ş. (2008). Sabit restorasyonlarda CAD/CAM uygulamaları. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 32(2), 58-72.
- Ertaş, E., Güler, A. U., Yücel, A. C. Köprülü, H. ve Güler, E. (2006). Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*, 25(2), 371-376.

- Falkensammer, F., Arnetzl, G. V., Wildburger, A. ve Freudenthaler, J. (2013). Color stability of different composite resin materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(6), 378-383.
- Fasbinder, D.J. (2013). Computerized technology for restorative dentistry. *American Journal of Dentistry*, 26(3), 115-20.
- Ferracane, J.L. (1994). Elution of leachable components from composites. *Journal of Oral Rehabilitation*, 21(4), 441-452.
- Fortin, D. ve Vargas, M. A. (2000). The spectrum of composites: new techniques and materials. *The Journal of the American Dental Association*, 131, 26S-30S.
- Gadelmawla, E. S., Koura, M. M., Maksoud, T. M. A., Elewa, I. M. ve Soliman, H. H. (2002). Roughness parameters. *Journal of Materials Processing Technology*, 123(1), 133-145.
- Garcia, A. H., Lozano, M. A. M., Vila, J. C., Escribano, A. B. ve Galve, P. F. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 11, E215-220.
- Garg, N., Garg, A., Amita, Chandra, A., Dinghra, A., Singh, A. ve diğerleri. (2013). *Textbook of Operative Dentistry* (2. bs.). Hindistan: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.
- Geurtsen, W. ve Leyhausen, G. (2001). Chemical-biological interactions of the resin monomer triethyleneglycol-dimethacrylate (TEGDMA). *Journal of Dental Research*, 80(12), 2046-2050.
- Ghinea, R., Perez, M. M., Herrera, L. J., Rivas, M. J., Yebra, A. ve Paravina, R. D. (2010). Color difference thresholds in dental ceramics. *Journal of Dentistry*, 38, e57-e64.
- Gilbert, S., Keul, C., Roos, M., Edelhoff, D. ve Stawacz, B. (2015). Bonding between CAD/CAM resin and resin composite cements dependent on bonding agents: three different in vitro test methods. *Clinical Oral Investigation*, 20(2), 227-236.

- Goldberg, M., Grootveld, M. ve Lynch, E. (2010). Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: A review. *Clinical Oral Investigations*, 14(1), 1-10.
- Goldstein, R. E. ve Garber, D. A. (1995). *Complete Dental Bleaching*. Hong Kong: Quintessence Publishing Co, Inc.
- Gomez-Polo, C., Gomez-Polo, M., de Parga, J. A. M. V. ve Celemin-Vinuela, A. (2014a). 3D Master toothguide according to L*,C* and h* coordinates. *Color Research and Application*, 00 (00), 1-7.
- Gomez-Polo, C., Gomez-Polo, M., Celemin-Vinuela, A. ve de Parga, J. A. M. V. (2014b). Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *Journal of Dentistry*, 42, 742-745.
- Gomez-Polo, C., Muñoz, M. P., Luengo, M. C. L., Vicente, P., Galindo, P. ve Casado, A. M. M. (2016). Comparison of the CIELab and CIEDE 2000 color difference formulas. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(1), 65-70.
- Gonçalves, F., Kawano, Y., Pfeifer, C., Stansbury, J. W. ve Braga, R. R. (2009). Influence of BisGMA, TEGDMA, and BisEMA contents on viscosity, conversion, and flexural strength of experimental resins and composites. *European Journal of Oral Sciences*, 117, 442-446.
- Gracis, S., Thompson, V. P., Ferencz, J. L., Silva, N. R. F. A. ve Bonfante, E. A. (2015). A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of Prosthodontics*, 28(3), 227-235.
- Gurgan, S., Cakir, F. Y. ve Yazici, E. (2010). Different light-activated in-office bleaching systems: a clinical evaluation. *Lasers in Medical Science*, 25(6), 817-822.
- Gül, P. ve Akgül, N. (2013). Kompozit rezinlerin translüsensi ve maskeleye özelliklerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 21(1), 30-36.

- Güler, E., Gönülol, N., Yücel, A. Ç., Yılmaz, F. ve Ersöz, E. (2013). Farklı içeceklerde bekletilen kompozit rezinlerin renk stabilitelerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 21(1), 24-29.
- Güllü, A., Özdemir, A. ve Demir, H. (2003). Yüzey pürüzlülüğü ölçme yöntemleri ve mukayesesi. *Teknoloji*, 1(2), 79-92.
- Habelitz, S., Marshall, S. J., Marshall, Jr, G. W. ve Balooch, M. (2001). Mechanical properties of human dental enamel on the nanometre scale. *Archives of Oral Biology*, 46(2), 173-183.
- Hafez, R., Ahmed, D., Yousry, M., El-Badrawy, W. ve El-Mowafy, O. (2010). Effect of in-office bleaching on color and surface roughness of composite restoratives. *European Journal of Dentistry*, 4(2), 118-127.
- Halacoglu, D. M., Yamanel, K., Başaran, S., Tuncer, D. ve Çelik, Ç. (2016). Effects of staining and bleaching on a nanohybrid composite with or without surface sealant. *European Journal of Dentistry*, 10(3), 361-365.
- Hasegawa, A., Ikeda, I. ve Kawaguchi, S. (2000). Color and translucency of in vivo natural central incisors. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83(4), 418-423.
- He, L. B., Shao, M. Y., Tan, K., Xu, X. ve Li, J. Y. (2012). The effects of light on bleaching and tooth sensitivity during in-office vital bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 40(8), 644-653.
- Hegedüs, C., Bistey, T., Flora-Nagy, E., Keszthelyi, G. ve Jenei, A. (1999). An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *Journal of Dentistry*, 27, 509-515.
- Hervás-García, A., Martínez-Lozano, M. A., Cabanes-Vila, J., Barjau-Escribano, A. ve Fos-Galve, P. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11(2), 215-220.

- Heurich, E., Beyer, M., Jandt, K. D., Reichart, J., Herold, V., Schnabelrauch, M. ve diğerleri. (2010). Quantification of dental erosion- Acomparision of stylus profilometry and confocal laser scanning microscopy (CLSM). *Dental Materials*, 26, 326-336.
- Heymann, H. O., Swift, Jr, E. J., Ritter, A. V., Bayne, S. C., Boushell, L. W., Crawford, J. J. ve diğerleri. (2012). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. (6.bs). ABD: Mosby, Elsevier Inc.
- Ikeda, M., Matin, K., Nikaido, T., Foxton, R. M. ve Tagami, J. (2007). Effect of surface characteristics on adherence of S. Mutans biofilms to indirect resin composites. *Dental Materials Journal*, 26, 915-923.
- Ilie, N. ve Hickel, R. (2011). Resin composite restorative materials. *Australian Dental Journal*, 56(1), 59-66.
- Ionescu, A., Brambilla, E., Wastl, D. S., Giessibl, F. J., Cazzaniga, G., Schneider-Feyrer, S. ve diğerleri. (2015). Influence of matrix and filler fraction on biofilm formation on the surface of experimental resin-based composites. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 26:58, 1-7.
- Johnston, W.M., Ma, T. ve Kienle, B.H. (1995). Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *International Journal of Prosthodontics*, 8, 79-86.
- Johnston, W. M. (2009). Color Measurement in dentistry. *Journal of Dentistry*, 37s, e2-e6.
- Joiner, A. (2004). Tooth colour. A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32, 3-12.
- Joiner, A., Hopkinson, I., Deng, Y. ve Westland, S. (2008). A review of tooth colour and whiteness. *Journal of Dentistry*, 36s, s2-s7.
- Kahramanoğlu, E. ve Özkan, Y. K. (2013). Diş hekimliğinde estetik ve renk. *Cumhuriyet Dental Journal*, 16(4), 339-347.
- Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C. ve Silikas, N. (2007). Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry,

- scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 18(1),155-163.
- Kandi, S. G. ve Tehran, M. A. (2010). Investigating the effect of texture on the performance of color difference formulae. *Color Research and Application*, 35(2), 94-100.
- Kang, A., Son, S., Hur, B., Kwon, Y. H., Ro, J. H. ve Park, J. (2012). The color stability of silorane- and methacrylate-based resin composites. *Dental Materials Journal*, 31, 879-884.
- Karaalioğlu, O. F. ve Duymuş, Z. Y. (2008). Diş hekimliğinde uygulanan CAD/CAM sistemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 18(1), 25-32.
- Karaokutan, I., Savas, T. Y., Aykent, F. Ve Ozdere, E. (2015). Color stability of CAD/CAM fabricated inlays after accelerated artificial aging. *Journal of Prosthodontics*, 25(6), 472-477.
- Keyf, F., Uzun, G. ve Altunsoy, S. (2009). Diş hekimliğinde renk seçimi. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 33(4), 52-58.
- Khashayar, G., Bain, P. A., Salari, S., Dozic, A., Kleverlaan, C. J. ve Feilzer, A. J. (2014). Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *Journal of Dentistry*, 42(6), 637-644.
- Kim, D. H. ve Park, S. H. (2013). Evaluation of resin composite translucency by two different methods. *Operative Dentistry*, 38(3), E76-E90.
- Klapdohr, S. ve Moszner, N. (2005). New inorganic components for dental filling composites. *Monatshefte für Chemie*, 136, 21-45.
- Koizumi, H., Saiki, O., Nogawa, H., Hiraba, H., Okazaki, T. ve Matsumura, H. (2015). Surface roughness and gloss of current CAD/CAM resin composites before and after toothbrush abrasion. *Dental Materials Journal*, 34 (6) 881–887.
- Kurt, M., Bal, B. T. ve Bal, C. (2016). Güncel renk ölçüm yöntemleri: Sistematiik Derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 22(2), 130-146.

- Kuehni, R. G. ve Marcus, R. T. (1979). An experiment in visual scaling of small color differences. *Color Research and Application*, 4, 83-91.
- Kuehni, R. G. (2002). The early development of Munsell System. *Color Research and Application*, 27(1), 20-27.
- Kumari, R. V., Nagaraj, H., Siddaraju, K. ve Poluri, R. K. (2015). Evaluation of the effect of surface polishing, oral beverages and food colorants on color stability and surface roughness of nanocomposite resins. *Journal of International Oral Health*, 7(7), 63-70.
- Kurtulmuş-Yılmaz, S., Cengiz, E., Ulusoy, N., Ozak, S. T. ve Yuksel, E. (2013). The effect of home-bleaching application on the color and translucency of five resin composites. *Journal of Dentistry*, 41, e70-e75.
- Kwon, T., Bagheri, R., Kim, Y. K., Kim, K. Ve Burrow, M. F. (2012). Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. *Journal of Investigate and Clinical Dentistry*, 3, 3-16.
- Kwon, S. R. ve Wertz, P. W. (2015). Review of the mechanism of tooth whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27, 240-257.
- Kwon, S. R. (2016). A Dynamic Process: Elucidating the Mechanism of Tooth Whitening. *Journal of Cosmetic Dentistry*, 32(2), 94-101.
- Lago, M., Mozzaquatro, L. R., Rodrigues, C., Kaizer, M. R., Mallmann, A. ve Jacques, L. B. (2017). Influence of bleaching agents on color and translucency of aged resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29, 368-377.
- Langsten, R. E., Dunn, W. J., Hartup, G. R. ve Murchison, D. F. (2002). Higher-concentration carbamide peroxide effects on surface roughness of composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 14(2), 92-96.
- Lawson, N.C. ve Burgess, J.O. (2016). Gloss and stain resistance of ceramic-polymer CAD/CAM restorative blocks. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28, S40-S45.

- Lee, R. J., Bayne, A., Tiangco, M., Garen, G. ve Chow, A. K. (2014). Prevention of tea-induced extrinsic tooth stain. *International Journal of Dental Hygiene*, 12(4), 267-272.
- Lee, Y. K., Lim, B. S., Rhee, S. H., Yang, H. C. ve Powers, J. M. (2004). Changes of optical properties of dental nano-filled resin composites after curing and thermocycling. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 71(1), 16-21.
- Lee, Y. K. (2008). Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dental Materials*, 24(9), 1243-1247.
- Lee, Y. K. (2015). Translucency of human teeth and dental restorative materials and its clinical relevance. *Journal of Biomedical Optics*, 20(4), 045002.
- Lee, Y. K. (2016). Criteria for clinical translucency evaluation of direct esthetic restorative materials. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 41 (3), 159-166.
- Leinfelder, K. F. (1997). New developments in resin restorative systems. *The Journal of the American Dental Association*, 128(5), 573-581.
- de Alencar E Silva Leite, M.L., da Cunha Medeiros E Silva, F.D., Meireles, S.S., Duarte, R.M. ve Andrade A.K. (2014). The effect of drinks on color stability and surface roughness of nanocomposites. *European Journal of Dentistry*, 8(3), 330-336.
- LeSage, B. (2014). Direct composite layering techniques for creating lifelike CAD/CAM-fabricated composite resin veneers and crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112, 5-8.
- Li, R.W.K., Chow, T.W. ve Matinlinna, J.P. (2014). Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *Journal of Prosthodontic Research*, 58, 208-216.
- Lima, F. G., Romano, A. R., Correa, M. B. ve Demarco, F. F. (2009). Influence of microleakage, surface roughness and biofilm control on

- secondary caries formation around composite resin restorations: an in situ evaluation. *Journal of Applied Oral Science*, 17, 61-65.
- Liu, Z., Lu, L. ve Tsai, S. (2009). The research on mechanism of color management system based on iCAM color appearance model. *Computers and Mathematics with Applications*, 57, 1829-1834.
- Luo, M. R., Cui, G. ve Rigg, B. (2001). The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE 2000. *Color Research and Application*, 26(5), 340-350.
- Luo, W., Westland, S., Brunton, P., Ellwood, R., Pretty, I. A. ve Mohan, N. (2007). Comparison of the ability of different colour indices to assess changes in tooth whiteness. *Journal of Dentistry*, 35(2), 109-116.
- Luo, W., Westland, S., Ellwood, R., Pretty, I. ve Cheung, V. (2009). Development of a whiteness index for dentistry. *Journal of Dentistry*, 37, e21-e26.
- Ma, X., Li, R., Sa, Y., Liang, S., Sun, L., Jiang, T. ve diğerleri (2011). Separate contribution of enamel and dentine to overall tooth colour change in tooth bleaching. *Journal of Dentistry*, 39(11), 739-745.
- Mainjot, A. K., Dupont, N. M., Oudkerk, J. C., Dewael, T. Y. ve Sadoun, M. J. (2016). From artisanal to CAD-CAM blocks: State of the art of indirect composites. *Journal of Dental Research*, 95(5), 487-495.
- Markovic, L., Jordan, R. A., Glasser, M. C., Arnold, W. H., Nebel, J., Tillmann, W. ve diğerleri. (2014). Effects of bleaching agents on surface roughness of filling materials. *Dental Materials Journal*, 33(1), 59-63.
- Masahiro, O.N.O., Nikaido, T., Ikeda, M., Imai, S., Hanada, N., Tagami, J. ve diğerleri. (2007). Surface properties of resin composite materials relative to biofilm formation. *Dental Materials Journal*, 26, 613-622.
- Mathia, T. G., Pawlus, P. ve Wieczorowski, M. (2011). Recent trends in surface metrology. *Wear*, 271, 494-508.

- Mitra, S. B., Wu, D. ve Holmes, B. N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *The Journal of the American Dental Association*, 134(10), 1382-1390.
- Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kyriyama, S. ve Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*, 28, 44-56.
- Moraes, R.R., Marimon, J. L. M., Schneider, L.F.J., Sobrinho, L.C., Camacho, G.B. ve Bueno, M. (2006). Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clinical Oral Investigations*, 10(1), 23-28.
- Mori, A.A., Lima, F.F., Benetti, A.R., Terada, R.S.S., Fujimaki, M. ve Pascotto, R.C. (2016). Susceptibility to coffee staining during enamel remineralization following the in-office bleaching technique: An in situ assessment. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28, S23-31.
- Mortazavi, H., Baharvand, M. ve Khodadoust, A. (2014). Colors in tooth discoloration: a new classification and literature review. *International Journal of Clinical Dentistry*, 7, 17-28.
- Mörmann, W.H., Stawarczyk, B., Ender, A., Sener, B., Attin, T. ve Mehl, A. (2013). Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials: two body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 20, 113-125.
- Nakajima, M., Arimoto, A., Prasansuttiorn, T., Thanatvarakorn, O., Foxton, R. M. ve Tagami, J. (2012). Light transmission characteristics of dentine and resin composites with different thickness. *Journal of Dentistry*, 40, e77-e82.
- Nasim, I., Neelakantan, P., Sujeer, R. ve Subbarao, C.V. (2010). Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins- An in vitro study. *Journal of Dentistry*, 38S, e137-e142.

- Nathoo, S.A. (1997). The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *The Journal of the American Dental Association*, 128, 6S-10S.
- de Oliveira, D.C., Ayres, A.P., Rocha, M.G., Giannini, M., Puppim Rontani, R.M., Ferracane, J.L. ve Sinhoreti, M.A.. (2015). Effect of Different In Vitro Aging Methods on Color Stability of a Dental Resin-Based Composite Using CIELAB and CIEDE 2000 Color-Difference Formulas. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(5), 322-330.
- Örtengren, U., Wellendorf, H., Karlsson, S. ve Ruyter, I.E. (2001a). Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. *Journal of Oral Rehabilitation*, 28(12), 1106-1115.
- Örtengren, U., Andersson, F., Elgh, U., Terselius, B. ve Karlsson, S. (2001b). Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *Journal of Dentistry*, 29(1), 35-41.
- Öztürk, E. ve Güder, G. (2015). Correlation between three dimensional surface topography and color stability of different nanofilled composites. *Scanning*, 37, 438-445.
- Paravina, R.D., Ghinea, R., Herrera, L.J., Della Bona, A., Igiel, C., Linninger, M. ve diğerleri. (2015). Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27, S1-S9.
- Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N. ve Hämmerle, C.H.F. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*, 81, 578-582.
- Pecho, O. E., Ghinea, R., Alessandretti, R., Perez, M.M. ve Della Bona, A. (2016a). Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE 2000 color difference formulas. *Dental Materials*, 32(1), 82-92.

- Pecho, O.E., Perez, M.M., Ghinea, R. ve Della Bona, A. (2016b). Lightness, chroma and hue differences on visual shade matching. *Dental Materials*, 32(11), 1362-1373.
- Pecho, O.E., Ghinea, R., do Amaral, E.A.N., Cardona, J.C., Della Bona, A. ve Perez, M.M. (2016c). Relevant optical properties for direct restorative materials. *Dental Materials*, 32(5), e105-e112.
- Per, M. (2012). Renk teorilerine tarihsel bir bakış. *Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi*, 8, 17-26.
- Perez, M.M., Saleh, A., Yebra, A. ve Pulgar, R. (2007). Study of the variation between CIELAB ΔE^* and CIEDE 2000 color-differences of resin composites. *Dental Materials Journal*, 26(1), 21-28.
- Perez, M.M., Ghinea, R., Herrera, L.J., Ionescu, A.M., Pomares, H., Pulgar, R. ve diğerleri. (2011). Dental ceramics: a CIEDE 2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *Journal of Dentistry*, 39, e37-e44.
- Perez, M.M., Ghinea, R., Rivas, M. J., Yebra, A., Ionescu, A. M., Paravina, R. D. ve diğerleri (2016). Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dental Materials*, 32(3), 461-467.
- Pham, N., Morrison, A., Schwock, J., Aviel-Ronen, S., Iakovlev, V., Tsao, M. S. ve diğerleri. (2007). Quantitative image analysis of immunohistochemical stains using a CMYK color model. *Diagnostic Pathology*, 2:8, 1-10.
- Poggio, C., Beltrami, R., Scribante, A., Colombo, M. ve Chiesa, M. (2012). Surface discoloration of composite resins: Effects of staining and bleaching. *Dental Research Journal*, 9(5), 567-573.
- Poggio, C., Ceci, M., Beltrami, R., Mirando, M., Wassim, J. ve Colombo, M. (2016). Color stability of esthetic restorative materials: a spectrophotometric analysis. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, 2(1), 95-101.

- Gómez-Polo, C., Gómez-Polo, M., Celemin-Viñuela, A. ve Martínez Vázquez De Parga, J.A. (2014). Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *Journal of Dentistry*, 42, 742-745.
- Pongprueksa, P., De Munck, J., Duca, R.C., Poels, K., Covaci, A., Hoet, P. ve diğerleri. (2015). Monomer elution in relation to degree of conversion for different types of composite. *Journal of Dentistry*, 43(12), 1448-1455.
- Pop-ciutrla, I.S., Dudea, D., Badea, M. E., Moldovan, M., Chimpean S. I. ve Ghinea, R. (2016a). Shade correspondence, color and translucency differences between human dentine and a cad/cam hybrid ceramic system. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28, S46-S55.
- Pop-ciutrla, I.S., Ghinea, R., Colosi, H.A. ve Dudea, D. (2016b). Dentin translucency and color evaluation in human incisors, canines, and molars. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(4), 475-481.
- Qasim, S., Ramakrishnaiah, R., Alkheriaf, A.A. ve Zafar, M.S. (2016). Influence of various bleaching regimes on surface roughness of resin composite and ceramic dental biomaterials. *Technology and Health Care*, 24(2), 153-161.
- Rai, B. ve Kaur, J. (2010). *Fundamentals of Operative Dentistry*. Yeni Delhi, Hindistan: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.
- Roberson, T. M., Heymann, H. O., Switz, E. J., Bayne S. C., Crawford, J.J., Leonard, R.H. ve diğerleri. (2006). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. (S. Gürgan , K. Akça, Y. H. Bağış, M. Başeren, F. Y. Çakır, E. U. Çelik ve diğerleri , Çev.) Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 2011.
- Ruse, N.D. ve Sadoun, M.J. (2014). Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *Journal of Dental Research*, 93(12), 1232-1234.

- Russo, D.S., Viano, M., Bambi, C., Nieri, M. ve Giachetti, L. (2010). Color stability of bleached teeth over time: an in vitro study. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 5(3), 300-310.
- Ruyter, I.E., Nilner, K. ve Möller, B. (1987). Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, 3, 246-251.
- Samet, N., Resheff, B., Gelbard, S. ve Stern, N. (1995). A CAD/CAM system for the production of metal copings for porcelain-fused-to-metal restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 73, 457-463.
- Salgado, V.E., Cavalcante, L.M., Silikas, N. ve Schneider, L.F.J. (2013). The influence of nanoscale inorganic content over optical and surface properties of model composites. *Journal of Dentistry*, 41, e45-e53.
- Salgado, V.E., Cavalcante, L.M., Moraes, R.R., Davis, H.B., Ferracane, J.L. ve Schneider, L.F. (2017). Degradation of optical and surface properties of resin-based composites with distinct nanoparticle sizes but equivalent surface area. *Journal of Dentistry*, 59, 48-53.
- Sarıdağ, S., Çökük, N., Kara, E. ve Köşeler, E. (2016). Light Transmission of Different Resin Composites at Different Thicknesses. *Cumhuriyet Dental Journal*, 19(3), 197-204.
- Sarosi, C., Antoniac, A., Prejmerean, C., Pastrav, O., Patroi, D., Popescu, G. ve diğerleri. (2014). Hydrolytic degradation of dental composites. *Key Engineering Materials*, 614, 113-117.
- Schulze, K. A., Marshall, S. J., Gansky, S. A. ve Marshall, G. W. (2003). Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dental Materials*, 19, 612-619.
- Sharafeddin, F. ve Jamalipour, G.R. (2010). Effects of 35% carbamide peroxide gel on surface roughness and hardness of composite resins. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, 7(1), 6-12.
- Sharma, G., Wu, W. ve Dalal, E.N. (2005). The CIEDE 2000 color difference formula: implementaion notes, supplementary test data, and

- mathematical observations. *Color Research and Application*, 30(1), 21-30.
- Sherwood, I.A. (2010). *Essentials of Operative Dentistry*. Yeni Delhi, Hindistan: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.
- Sideridou, I., Tserki, V. ve Papanastasiou, G. (2002). Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*, 23(8), 1819-1829.
- Sideridou, I., Tserki, V. ve Papanastasiou, G. (2003). Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*, 24(4), 655-665.
- Sideridou, I.D. ve Achilias, D.S. (2005). Elution study of unreacted Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, and Bis-EMA from light-cured dental resins and resin composites using HPLC. *Journal of Biomedical Materials Research*, 74B, 617-626.
- Son, J. H., An, J. H., Kim, B.K., Hwang, I. N., Park, Y.J. ve Song, H.J. (2012). Effect of laser irradiation on crystalline structure of enamel surface during whitening treatment with hydrogen peroxide. *Journal of Dentistry*, 40(11), 941-948.
- Stawarczyk, B., Sener, B., Trottman, A., Roos, M., Özcan, M. ve Hämmerle, C.H. (2012). Discoloration of manually fabricated resins and industrially fabricated CAD/CAM blocks versus glass-ceramic: effect of storage media, duration, and subsequent polishing. *Dental Materials Journal*, 31(3), 377-383.
- Strobl, A., Gutknecht, N., Franzen, R., Hilgers, R.D., Lampert, F. ve Meister, J. (2010). Laser-assisted in-office bleaching using a neodymium: yttrium–aluminum–garnet laser: an in vivo study. *Lasers in Medical Science*, 25(4), 503-509.
- Sulieman, M. (2005). An overview of bleaching techniques: 3. In-surgery or power bleaching. *Dental Update*, 32(2), 101-104.

- Swain, M.V., Coldea, A., Bilkhair, A. ve Guess, P.C. (2016). Interpenetrating network ceramic-resin composite dental restorative materials. *Dental Materials*, 32(1), 34-42.
- Şahin, E., Aktaş, G., Özcan, N., Aydın, D.H. ve Akça, K. (2009). Restoratif diş hekimliğinde CAD/CAM klinik uygulamalar: Sirona Cerec Sistemi. *Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 33(4), 34-40.
- Şen, N. ve Tuncelli, B. (2017). CAD/CAM restorasyonlarının üretimi için kullanılan materyaller. *Türkiye Klinikleri*, 23(2), 109-115.
- Tan, P.L., Gratton D.G., Diaz-Arnold, A.M. ve Holmes, D.C. (2008). An in vitro comparison of vertical marginal gaps of CAD/CAM titanium and conventional cast restorations. *Journal of Prosthodontics*, 17(5), 378-383.
- Tanaka, K., Taira, M., Shintani, H., Wakasa, K. ve Yamaki, M. (1991). Residual monomers (TEGDMA and Bis-GMA) of a set visible-light-cured dental composite resin when immersed in water. *Journal of Oral Rehabilitation*, 18(4), 353-362.
- Tanthanuch, S., Kukiattrakoon, B., Peerasukprasert, T., Chanmanee, N., Chaisomboonphun, P. ve Rodklai, A. (2016). The effect of red and white wine on color changes of nanofilled and nanohybrid resin composites. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 41(2), 130-136.
- Thompson, L.R., Miller, E.G. ve Bowles, W.H. (1982). Materials science: leaching of unpolymerized materials from orthodontic bonding resin. *Journal of Dental Research*, 61(8), 989-992.
- Trakyalı, G. (2013). Diş rengi belirlemede kullanılan yöntemler. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 34(1), 1-10.
- Turgut, S. ve Bağış, B. (2012). Diş hekimliğinde renk ve renk ölçüm yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, Supplement 5, 65-75.
- Türkün, L.Ş. ve Türkün, M. (2004). Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior

- composite veneering materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 16(5), 290-301.
- Uchida, H. (1998). A new whiteness formula. *Color Research & Application*, 23(4), 202-209.
- Ulukapı, H. (1997). Hidroklorik asit-pomza karışımı kullanılarak kontrollü aşındırma yöntemi ile minenin beyazlatılması: olgu bildirisi. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 31, 44-49.
- Vargas-Sanchez, P.K., Delgado-Mejía, É. ve Torres-Rodríguez, C. (2014). Effect of a new remineralizing biomaterial on the color of dental enamel. *Acta Odontológica Latinoamericana*, 27(1), 3-8.
- Vieira, G.F., Arakaki, Y. ve Caneppele, T.M.F. (2008). Spectrophotometric assessment of the effects of 10% carbamide peroxide on enamel translucency. *Brazilian Oral Research*, 22(1), 90-95.
- Villalta, P., Lu, H., Okte, Z., Garcia-Godoy, F. ve Powers, J. M. (2006). Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(2), 137-142.
- Whitehead, SA., Shearer, A.C., Watts, D.C. ve Wison, N.H.F. (1999). Comparison of two stylus methods for measuring surface texture. *Dental Materials*, 15, 79-86.
- Xing, W., Jiang, T., Liang, S., Sa, Y., Wang, Z., Chen, X.ve Wang, Y. (2014). Effect of in-office bleaching agents on the color changes of stained ceromers and direct composite resins. *Acta Odontologica Scandinavica*, 72(8), 1032-1038.
- Xiong, F., Chao, Y. ve Zhu, Z. (2008). Translucency of newly extracted maxillary central incisors at nine locations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 100(1), 11-17.
- Yazıcı, A.R., Çelik, Ç., Dayangaç, B. ve Özgünaltay, G. (2007). The effect of curing units and staining solutions on the color stability of resin composites. *Operative Dentistry*, 32(6), 616-622.

- Yilbas, Z. ve Hasmi, M.S.J. (1999). Surface roughness measurement using an optical system. *Journal of Materials Processing Technology*, 88, 10-22.
- Yu, B. ve Lee, Y.K. (2008). Influence of color parameters of resin composites on their translucency. *Dental Materials*, 24, 1236-1242.
- Yu, B., Ahn, J. S. ve Lee, Y.K. (2009). Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontologica Scandinavica*, 67(1), 57-64.
- Yöndem, İ. ve Aykent, F. (2008). Bilgisayar desteği ile hazırlanan dental seramikler (CAD/CAM). *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 32(3), 79-86.
- Zhang, C., Wang, X., Kinoshita, J. I., Zhao, B., Toko, T., Kimura, Y. ve Matsumoto, K. (2007). Effects of KTP laser irradiation, diode laser, and LED on tooth bleaching: a comparative study. *Photomedicine and Laser Surgery*, 25(2), 91-95.
- Zimmerli, B., Strub, M., Jeger, F., Stadler, O. ve Lussi, A. (2010). Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweizer Monatsschrift Zahnmedizin*, 120(11), 972-986.

YAYINLAR

1. Uluslararası hakemli dergilerdeki (SCI ve SCI-expanded) yayınlar

Karakaya İ. ve Cengiz E. (2017). Effect of 2 bleaching agents with a content of high concentrated hydrogen peroxide on stained 2 CAD/CAM blocks and a nanohybrid composite resin: An AFM evaluation. *BioMed Research International*, 2017, 1-11.

Cengiz E., Kurtulmus-Yılmaz S., Karakaya I. ve Aktore H. (2017). Color difference of composite resins after cementation with different shades of resin luting cement. *Odontology*, 1-6.

Kurtulmus-Yılmaz, S., Cengiz, E., Ongun, S. ve **Karakaya, I.** (Yayına kabul edildi; 2017). The effect of surface treatments on the mechanical and optical behaviors of CAD-CAM restorative materials. *Journal of Prosthodontics*.

2. Ulusal hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

Hacıoğulları İ., Ulusoy N. ve Er F. (2015). Dentin aşırı hassasiyeti: tanı ve tedavi, yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 25, 95-106.

Hacıoğulları İ., Ulusoy N. Cengiz E. (2016). Derin dentin çürüklerinin tedavisinde alternatif yöntemler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, Supplement 16, 120-136.

3. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

Cengiz E., Ulusoy N. ve Hacıoğulları İ. (November, 2014). The effect of saliva decontamination methods on the micro-shear bond strength of one-bottle adhesive system to Er,Cr:YSGG laser pretreated dentin. [Poster] *International Laser Congress*, İstanbul.

Cengiz E., Kurtulmuş-Yılmaz S., Ozan O., Hacıoğulları İ. ve Ulusoy N. (September, 2015). The effect of different shades of resin cements and composite thickness on the final color of veneers. [Poster] *39th Annual Conference of The European Prosthodontic Association*, Prag.

- Ulusoy N., Güleç L., Koshi F., Hacıoğulları İ. ve Cengiz E. (September, 2015). Micro-shear bond strength of resin cements to Er,Cr:YSGG laser and acid etched enamel. [Poster] *39th Annual Conference of The European Prosthodontic Association*, Prag.
- Koshi F., Güleç L., Hacıoğulları İ., Cengiz E. ve Ulusoy N. (May 2015), Evaluation of micro-shear bond strength of different brand composites applied together. [Poster] *21th TDA International Dental Congress* , İstanbul.
- Hacıoğulları İ., Güleç L., Ulusoy N. ve Cengiz E. (May, 2016). Efficacy of office-bleaching agents on stained resin composites and teeth. [Poster] *22nd TDA International Dental Congress* , İzmir.
- Karakaya İ. ve Cengiz E. (Ekim, 2016). Farklı iki ofis-tipi beyazlatma ajanının kompozit rezinler ve CAD/CAM bloklar üzerindeki etkileri. [Oral Presentation] *Restoratif Diş Hekimliği Derneği 20. Uluslararası Bilimsel Kongresi*, İstanbul.
- Karakaya İ., Cengiz E., Güleç L. ve Ulusoy N. (Ekim, 2016). Renklendirici ajanların kompozit rezinler ve CAD/CAM bloklar üzerindeki etkileri. [Poster] *Restoratif Diş Hekimliği Derneği 20. Uluslararası Bilimsel Kongresi*, İstanbul.
- Orözü Ö.İ., Karadağlıoğlu B., Karakaya İ., Güleç L. ve Ulusoy N. (Ekim,2016). Farklı tipte iki kompozitin bulk-fill ve cam iyonmer ile kullanımında renk ve translüsensi değişiminin incelenmesi. [Poster] *Restoratif Diş Hekimliği Derneği 20. Uluslararası Bilimsel Kongresi*, İstanbul.
- Cengiz, E., Kurtulmus-Yılmaz, S., Karakaya, I. ve Ongun, S. (August-September, 2017) Microshear bond strength of surface treated CAD-CAM materials to resin cement. *International Dental Journal*, 67 (Supplement 1), 68-134.
- Kurtulmus-Yılmaz, S., Cengiz, E., Ongun, S. ve Karakaya, I. (August-September, 2017). Effect of surface treatments on flexural strength of

CAD/CAM materials. *International Dental Journal*, 67 (Supplement 1), 199-247.

4. Diğer Yayınlar

- İ. Karakaya. (2017). Doğru diş fırçalama tekniği nedir? Ağız bakım ürünlerini seçerken nelere dikkat edilmelidir. *Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 01, 39-44.

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 27.10.2017

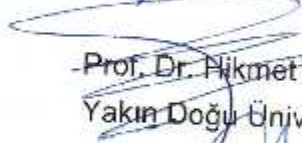
Jüri Başkanı:
Danışman


Prof. Dr. Nuran ULUSOY
Yakın Doğu Üniversitesi

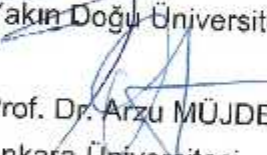
Danışman:


Doç. Dr. Esra CENGİZ
Mersin Üniversitesi

Üye:


Prof. Dr. Hikmet SOLAK
Yakın Doğu Üniversitesi

Üye:


Prof. Dr. Arzu MÜJDECI
Ankara Üniversitesi

Üye:


Doç. Dr. Sevcan KURTULMUŞ YILMAZ
Yakın Doğu Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Yakın Doğu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. K. Hüsnü Can BAŞER
Enstitü Müdürü