

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ



**BEYAZLATMA AJANLARININ GÜNCEL CAD/CAM
MATERYALLERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

ELİF ECE AYDIN

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. ERSAN ÇELİK

ORDU-2021

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ



**BEYAZLATMA AJANLARININ GÜNCEL CAD/CAM
MATERYALLERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

ELİF ECE AYDIN

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. ERSAN ÇELİK

Bu uzmanlık tezi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından

B-2020 proje numarası ile desteklenmiştir.

ORDU-2021

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

BEYAZLATMA AJANLARININ GÜNCEL CAD/CAM
MATERYALLERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Elif Ece AYDIN

Tezin Sözlü Savunma Tarihi: 13 Eylül 2021

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Yeliz HAYRAN

Jüri Üyesi (Tez Danışmanı) : Doç. Dr. Ersan ÇELİK

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Doğu Ömür DEDE

Dekan : Prof. Dr. Varol ÇANAKÇI

ORDU-2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Elif Ece AYDIN

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam boyunca bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman desteğini hissettiğim, kıymetli hocam ve tez danışmanım **Doç. Dr. Ersan ÇELİK**'e,

Uzmanlık eğitimim süresince bilimsel ve mesleki tecrübelerini benden esirgemeyen değerli hocalarım, **Doç. Dr. Doğu Ömür DEDE**, **Doç. Dr. Cennet Elçin SAĞIRKAYA**, **Doç. Dr. Ayça TULGA**, **Dr. Öğr. Üyesi Serkan KÜÇÜKEKENCİ**, ve **Dr. Öğr. Üyesi Recep TÜRKEN**'e,

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirdiğim yüzey pürüzlülük ölçümleri sırasındaki yardımlarından dolayı **Doç. Dr. Fehmi GÖNÜLDAŞ**'a,

Tezimin istatistiksel verilerinin oluşturulmasındaki yardımlarından dolayı **Doç. Dr. Caner ÖZTÜRK**'e

Uzmanlık sürecinde tanıdığım ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum sevgili asistan arkadaşlarıma,

Hayatımın her anında olduğu gibi bu süreçte de sevgi ve desteğiyle hep yanımda olan **Umut Cemre SAYLAN**'a

Hayatım boyunca her konuda yanımda olup beni destekleyen, bugünlere gelmemde çok büyük emeği olan sevgili aileme

Sonsuz teşekkürlerimle...

Bu uzmanlık tezi **Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi** tarafından **B-2020** proje numarası ile desteklenmiştir. Tüm destekleri için Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederim.

ÖZET

BEYAZLATMA AJANLARININ GÜNCEL CAD/CAM MATERYALLERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Amaç: Bu tez çalışmasının amacı, beyazlatma ajanlarının güncel CAD/CAM materyallerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini in vitro şekilde değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada rezin nanoseramik (Lava Ultimate), esnek nanoseramik (GC Cerasmart), hibrit seramik (Shofu Block HC), polimer infiltre ağ seramiği (Vita Enamic) ve güçlendirilmiş kompozit (Brilliant Crios) olmak üzere 5 farklı güncel estetik CAD/CAM bloğu kullanılmıştır. Her bir materyalden 3'er adeti SEM görüntülenmesi için olmak üzere 23'er adet örnek blokların kendi kesiti boyutunda ve 1,5 mm kalınlığında olacak şekilde toplam 115 adet hazırlanmıştır. Materyallere üretici firmaların önerilerine uygun şekilde bitim ve polisaj işlemleri uygulanmıştır. Ev tipi beyazlatma grubuna % 16 karbamid peroksit içerikli Opalescence PF beyazlatma jeli günde 6 saat olacak şekilde 14 gün boyunca, ofis tipi beyazlatma grubuna % 40 hidrojen peroksit içerikli Opalescence Boost beyazlatma jeli seansta 2 kez 20'şer dakika olacak şekilde 1. Ve 7. Günlerde uygulanmıştır. Örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri işlem öncesi ve sonrasında kontakt profilometre cihazı ile yapılmıştır. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak yüzey görüntülenmiştir. Elde edilen veriler tekrarlı ölçümler varyans analizi testi ve Bonferroni düzeltmesiyle istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Tekrarlı ölçümler varyans analizi testi sonucunda, kullanılan materyal tipi, beyazlatma işlemleri ve etkileşimlerinin yüzey pürüzlülük değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Tüm materyaller içinde ev ve ofis tipi beyazlatma işlemi uygulamasında en yüksek yüzey pürüzlülük değerleri Shofu Blok HC materyalinde ($0,46 \pm 0,07$ ve $0,50 \pm 0,08 \mu\text{m}$) bulunmuştur. En düşük yüzey pürüzlülük değerleri ise ev tipi grubunda Lava Ultimate ($0,14 \pm 0,02 \mu\text{m}$) materyalinde ve ofis tipi grubunda GC Cerasmart ($0,14 \pm 0,02 \mu\text{m}$) materyalinde görülmüştür. Beyazlatma ajanlarının güncel CAD/CAM bloklarından Lava Ultimate, Shofu Blok HC ve Brilliant Crios materyallerinin yüzey pürüzlülüğünde meydana getirdiği artış

istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunmuştur ($p<0,05$). GC Cerasmart ve Vita Enamic materyallerinin yüzey pürüzlülük değışimleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunmamıştır ($p>0,05$).

Sonuç: Beyazlatma ajanları güncel CAD/CAM materyallerinin yüzey pürüzlülüğünde artış meydana getirmiştir. Bu sebeple tedavi için materyale ve beyazlatma ajanına karar verilirken bu konu göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Beyazlatma, CAD/CAM blok, yüzey pürüzlülüğü.



ABSTRACT

EVALUATION OF THE EFFECT OF BLEACHING AGENTS ON THE SURFACE ROUGHNESS OF NOVEL CAD/CAM MATERIALS

Aim: The aim of this study was to evaluate the effect of bleaching agents on the surface roughness of novel CAD/CAM materials.

Material and Method: In the study, 5 different aesthetic CAD/CAM blocks were used: Resin nanoceramic (Lava Ultimate), flexible nanoceramic (GC Cerasmart), hybrid ceramic (Shofu Block HC), hybrid (Vita Enamic) and reinforced composite (Brilliant Crios). A total of 115 pieces of each material, 23 of which were for SEM imaging, were prepared in a cross-sectional size of their own cross-section and 1,5 mm thick. Finishing and polishing processes were applied to the materials in accordance with the recommendations of the manufacturers. Opalescence PF bleaching gel with 16% carbamide peroxide content for home bleaching group has been applied for 14 days for 6 hours a day, Opalescence Boost bleaching gel with 40% hydrogen peroxide content for office type bleaching group has been applied for 20 minutes 2 times per session on days 1 and 7. Surface roughness measurements of the samples were made with a contact profilometer before and after the process. The surface was visualized using a scanning electron microscope (SEM). The obtained data were statistically evaluated by repeated measurements analysis of variance test and Bonferroni correction.

Results: As a result of repeated measurements analysis of variance test, the effect of material type, bleaching processes and interactions on surface roughness values was found to be statistically significant ($p < 0.05$). Among all materials, the highest surface roughness values were found in Shofu Block HC material (0.46 ± 0.07 and 0.50 ± 0.08 μm) in home and office bleaching applications. The lowest surface roughness values were observed in Lava Ultimate (0.14 ± 0.02 μm) material in the home-type group and GC Cerasmart (0.14 ± 0.02 μm) material in the office-type group. The increase in the surface roughness of Lava Ultimate, Shofu Blok HC and Brilliant Crios materials, which are the current CAD/CAM blocks of bleaching agents, was found to be statistically significant ($p < 0.05$). Surface roughness changes of GC Cerasmart and Vita Enamic materials were not statistically significant ($p > 0.05$).

Conclusion: Bleaching agents have increased the surface roughness of novel CAD/CAM materials. For this reason, this issue should be considered when deciding on the material and bleaching agent for treatment.

Keywords: Bleaching, CAD/CAM block, surface roughness.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇ KAPAK SAYFASI	
ONAY	
TEZ BİLDİRİMİ	I
TEŞEKKÜR	II
ÖZET	III
ABSTRACT	V
İÇİNDEKİLER	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ	XII
RESİMLER DİZİNİ	XIII
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	XV
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. CAD (Computer Aided Design) / CAM (Computer Aided Manufacturing) Sistemleri.....	3
2.1.1. CAD/CAM Üretim Yöntemleri.....	3
2.1.1.1. Chairside Üretim.....	4
2.1.1.2. Laboratuvar Üretimi.....	4
2.1.1.3. Merkezileştirilmiş Üretim.....	4
2.1.2. CAD/CAM Komponentleri.....	5
2.1.2.1. Tarayıcı.....	5
2.1.2.1.1. Optik Tarayıcı.....	5
2.1.2.1.2. Mekanik Tarayıcı.....	5

2.1.2.2. Dizayn Yazılımı (Software).....	6
2.1.2.3. Donanım (Hardware).....	6
2.1.2.3.1. Eksiltmeli Yöntem.....	7
2.1.2.3.2. Eklemeli Yöntem	7
2.1.3. CAD/CAM Sistemlerde Kullanılan Frezeleme Çeşitleri.....	7
2.1.3.1. Kuru İşleme.....	7
2.1.3.2. Islak İşleme.....	8
2.1.4. CAD/CAM Sistemlerinde Kullanılan Materyaller.....	8
2.1.4.1. Seramikler.....	10
2.1.4.1.1. Silikat Seramikler.....	10
2.1.4.1.1.1. Feldspatik Seramikler.....	10
2.1.4.1.1.1.1. Geleneksel Feldspatik Seramikler.....	11
2.1.4.1.1.1.2. Lösitle Güçlendirilmiş Cam Seramikler.....	12
2.1.4.1.1.2. Lityum Silikat Seramikler.....	13
2.1.4.1.1.2.1. Lityum Disilikat Seramikler.....	13
2.1.4.1.1.2.2. Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Seramikler..	14
2.1.4.1.2. Oksit Seramikler.....	15
2.1.4.1.2.1. Cam İnfiltrasyon Oksit Seramikler.....	15
2.1.4.1.2.1.1. In-Ceram Alumina.....	15
2.1.4.1.2.1.2. In-Ceram Spinell.....	16
2.1.4.1.2.1.3. In-Ceram Zirconia.....	16
2.1.4.1.2.2. Sinterlenen Oksit Seramikler.....	16
2.1.4.1.2.2.1. Alüminyum Oksit Seramikler.....	16
2.1.4.1.2.2.2. Zirkonyum Oksit Seramikler.....	17
2.1.4.1.3. Rezin Matriks Seramikler.....	18

2.1.4.1.3.1. Rezin Bazlı Seramikler.....	19
2.1.4.1.3.1.1. Rezin nanoseramik (Lava Ultimate).....	19
2.1.4.1.3.1.2. Esnek nanoseramik (GC Cerasmart).....	20
2.1.4.1.3.1.3. Nanoseramik (Shofu Blok HC).....	21
2.1.4.1.3.1.4. Güçlendirilmiş Kompozit (Brilliant Crios).....	22
2.1.4.1.3.2. Hibrit Seramikler.....	23
2.1.4.1.3.2.1. Polimer İnfiltre Ağ Seramiği (Vita Enamic).....	23
2.1.4.2. PMMA Bazlı Materyaller.....	25
2.1.4.3. Kompozit Rezinler.....	26
2.2. Beyazlatma.....	26
2.2.1. Beyazlatma Mekanizması.....	28
2.2.2. Beyazlatma Ajanlarının Kimyası.....	29
2.2.3. Beyazlatma Ajanları.....	30
2.2.3.1. Hidrojen peroksit.....	30
2.2.3.2. Karbamid peroksit.....	30
2.2.3.3. Sodyum perborat.....	30
2.2.4. Beyazlatma Jellerinin İçeriği.....	31
2.2.5. Diş Beyazlatma Yöntemleri.....	32
2.2.5.1. Vital Dişlerde Beyazlatma.....	32
2.2.5.1.1. Ofis Tipi Beyazlatma.....	32
2.2.5.1.2. Ev Tipi Beyazlatma.....	32
2.2.5.1.3. Over-the-counter (Tezgah Üstü) Beyazlatma.....	33
2.2.5.2. Devital Dişlerde Beyazlatma.....	33
2.2.6. Çalışmada Kullanılan Beyazlatma Ajanları.....	34
2.2.6.1. Opalescence Boost™ PF % 40 Ofis Tipi Beyazlatma Ajanı.....	34

2.2.6.2. Opalescence PF % 16 Ev Tipi Beyazlatma Ajanı.....	35
2.3. Yüzey Pürüzlülüğü.....	35
2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi.....	36
2.3.1.1. Temaslı (Kontakt) Profilometreler.....	36
2.3.1.2. Temassız (Non-kontakt) Profilometre.....	37
2.3.1.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).....	38
2.3.1.4. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM).....	39
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	40
3.1. Örneklerin Hazırlanması.....	42
3.2. Çalışma gruplarının oluşturulması.....	46
3.3. Örneklerin beyazlatma işlemi öncesi yüzey pürüzlülüklerinin ölçümü.....	48
3.4. Örneklerle yapay yaşlandırma işlemi uygulanması.....	49
3.5. Örneklerle beyazlatma işleminin uygulanması.....	50
3.6. Örneklerin beyazlatma işlemi sonrası yüzey pürüzlülüklerinin ölçümü.....	52
3.7. Sem Analizi.....	52
3.8. Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi.....	53
4. BULGULAR.....	51
4.1. CAD/CAM Materyallerinin İşlem Öncesi ve Sonrası Gruplara Göre Elde Edilen Ra Değerleri.....	51
4.2. SEM Analizi Bulguları.....	61
5. TARTIŞMA.....	65
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	82
KAYNAKLAR.....	84
ÖZGEÇMİŞ.....	103

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Gracis ve ark. (2015) yaptığı tam seramik ve seramik benzeri materyallerin göre sınıflaması.....	9
Şekil 2.2. Vita Mark II CAD/CAM bloğu.....	11
Şekil 2.3. Vita TriLuxe Forte ve Vita RealLife CAD/CAM blokları.....	12
Şekil 2.4. IPS Empress CAD ve Paradigm C CAD/CAM blokları.....	13
Şekil 2.5. IPS e.max CAD CAD/CAM blokları.....	13
Şekil 2.6. Vita Suprinity ve Celtra Duo CAD/CAM blokları.....	15
Şekil 2.7. Lava Ultimate CAD/CAM Blokları.....	20
Şekil 2.8. Cerasmart CAD/CAM Blokları.....	21
Şekil 2.9. Shofu Blok HC CAD/CAM Blokları.....	22
Şekil 2.10. Brilliant Crios CAD/CAM Blokları.....	23
Şekil 2.11. Vita Enamic CAD/CAM Blokları.....	24
Şekil 2.12. Vita CAD-Temp ve Telio CAD CAD/CAM blokları.....	26
Şekil 2.13. Paradigm MZ 100 CAD/CAM blokları.....	26
Şekil 2.14. Hidrojen peroksidin bir kromojen çift bağ ile kimyasal reaksiyonu.....	29
Şekil 2.15. Opalescence Boost ofis tipi beyazlatma jeli.....	35
Şekil 2.16. Opalescence PF %16 ev tipi beyazlatma jeli.....	35
Şekil 2.17. Kontakt profilometre cihazı.....	37
Şekil 2.18. Taramalı elektron mikroskobu.....	38
Şekil 4.1. CAD/CAM materyallerinin ev tipi beyazlatma işlemi sonrası yüzey pürüzlülük değişimlerinin karşılaştırılması.....	57
Şekil 4.2. CAD/CAM materyallerinin ofis tipi beyazlatma işlemi sonrası yüzey pürüzlülük değişimlerinin karşılaştırılması.....	58

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. CAD/CAM sistemleri ile kullanılan bloklara örnekler.....	10
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller.....	40
Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan cihazlar.....	41
Tablo 3.3. Örneklere uygulanan cila sistemleri.....	46
Tablo 3.4. Çalışma grupları.....	47
Tablo 3.5. Beyazlatma teknikleri, içerikleri ve uygulama süreleri.....	50
Tablo 4.1. Lava Ultimate örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri.....	54
Tablo 4.2. GC Cerasmart örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri.....	55
Tablo 4.3. Shofu Blok HC örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri.....	55
Tablo 4.4. Vita Enamic örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri.....	56
Tablo 4.5. Brilliant Crios örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri.....	56
Tablo 4.6. Yüzey pürüzlülük verilerine ait ortalama \pm standart sapma değerleri ve Tukey karşılaştırma testi sonuçları (Ra).....	57

RESİMLER DİZİNİ

Resim 3.1. Çalışmada kullanılan CAD/CAM bloklar.....	42
Resim 3.2. Çalışmada kullanılan hassas kesim cihazı.....	43
Resim 3.3. Hassas kesim cihazında örneklerin hazırlanması.....	43
Resim 3.4. Örnek kalınlıklarının dijital mikrometre ile ölçülmesi.....	43
Resim 3.5. Çalışmada kullanılan ultrasonik temizleyici ve örneklerin ultrasonik cihazda temizlenmesi.....	44
Resim 3.6. Lava Ultimate ve GC Cerasmart örneklerine uygulanan polisaj materyalleri (Sof-Lex).....	44
Resim 3.7. Shofu Blok HC örneklerine uygulanan polisaj materyalleri (CeraMaster).....	45
Resim 3.8. Vita Enamic örneklerine uygulanan polisaj materyalleri (Vita Enamic Polishing Set).....	45
Resim 3.9. Brilliant Crios örneklerine uygulanan polisaj materyalleri (Coltene Diatech).....	45
Resim 3.10. Örneklere uygulanan elmas doldurucu pat (GC Diapolisher pat) ve patın uygulandığı keçe.....	46
Resim 3.11. Örneklerin gruplandırılması.....	47
Resim 3.12. Çalışmada kullanılan profilometre cihazı ve cihazın ölçüm öncesi kalibrasyonu.....	48
Resim 3.13. Örneklerin yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi.....	49
Resim 3.14. Çalışmada kullanılan inkübatör cihazı.....	49
Resim 3.15. Örneklerin inkübatör cihazında 37°C distile suda bekletilmesi.....	50
Resim 3.16. Çalışmada kullanılan ofis (4x1,2 ml) ve ev tipi (4x1,2 ml) beyazlatma jelleri.....	51
Resim 3.17. Örneklerin cilalı yüzeyine ev tipi beyazlatma jelinin uygulanması..	51
Resim 3.18. Örneklerin cilalı yüzeyine ofis tipi beyazlatma jelinin uygulanması..	52
Resim 3.19. Çalışmada kullanılan taramalı elektron mikroskobu.....	52
Resim 3.20. Hazırlanan örneklere altın kaplama uygulanması.....	53

Resim 4.1. Lava Ultimate işlem öncesi (A), % 16 karbamid peroksit uygulanmış yüzey (B), %40 hidrojen peroksit uygulanmış yüzey (C).....	61
Resim 4.2. GC Cerasmart işlem öncesi (A), % 16 karbamid peroksit uygulanmış yüzey (B), %40 hidrojen peroksit uygulanmış yüzey (C).....	62
Resim 4.3. Shofu Blok HC işlem öncesi (A), % 16 karbamid peroksit uygulanmış yüzey (B), %40 hidrojen peroksit uygulanmış yüzey (C).....	62
Resim 4.4. Vita Enamic işlem öncesi (A), % 16 karbamid peroksit uygulanmış yüzey (B), %40 hidrojen peroksit uygulanmış yüzey (C).....	63
Resim 4.5. Brilliant Crios işlem öncesi (A), % 16 karbamid peroksit uygulanmış yüzey (B), %40 hidrojen peroksit uygulanmış yüzey (C).....	63



SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

ark.	: Arkadaşları
CAD	: Bilgisayar destekli tasarım
CAM	: Bilgisayar destekli üretim
%	: Yüzde
TEGDMA	: Trietilen glikol dimetakrilat
BisGMA	: Bisfenol A glisidil metakrilat
UDMA	: Üretan dimetakrilat
BisMEPP	: 2,2-Bis(4-metakriloksipolietoksifenil)propan
DMA	: Dodesil dimetakrilat
BisEMA	: Bis-etilen glikol dimetakrilat
EDTA	: Etilen diamin tetra asetik asit
MPa	: Mega paskal
Si ⁺⁴	: Silisyum
O ⁻	: Oksijen
K ₂ O	: Potasyum oksit
Na ₂ O	: Sodyum oksit
Al ₂ O ₃	: Alimünyum oksit
B ₂ O ₃	: Borik oksit
SiO ₂	: Silika
CaO	: Kalsiyum oksit
H ₂ O ₂	: Hidrojen peroksit
°C	: Santigrat derece
µm	: Mikrometre
T	: Transludent

HT	: Yüksek translusent
LT	: Düşük translusent
Y ₂ O ₃	: Yitriyum oksit
Y-TZP	: Yitriyum tetragonal zirkonyum polikristal
ZrO ₂	: Zirkonyum dioksit
PMMA	: Polimetilmetakrilat
PCIN	: Polimer infiltre seramik ağ
nm	: Nanometre
mm	: Milimetre
dk	: Dakika
s	: Saniye
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
AFM	: Atomik kuvvet mikroskobu
Ra	: Ortalama yüzey pürüzlülüğü
Rz	: Maksimum pürüzlülük derinliği
Sa	: Alansal pürüzlülük ortalaması

1.GİRİŞ

Diş estetiği, özellikle de diş rengi, insanların büyük çoğunluğu için oldukça önem taşımaktadır. Daha iyi bir görünüm ve daha beyaz bir gülümseme için artan talepler, 1877 tarihinden günümüze kadar uygulanmış eski bir tedavi yöntemi olan diş beyazlatmayı popüler bir tedavi yaklaşımı yapmıştır ve bu nedenle estetik diş hekimliğinin en hızlı büyüyen alanlarından biri haline gelmiştir (Feinman ve ark., 1987).

Diş beyazlatma, renklenmiş dişler için kronlar, direkt ve indirekt veneerler, kompozit rezin restorasyonlar, protetik restorasyonlar, mikroabrazyon ve makroabrazyon gibi diğer restoratif tedavilere kıyasla daha konservatif bir tedavi yaklaşımı sağlar (Kihn, 2007). Aynı zamanda güvenli, düşük maliyetli ve etkili bir tekniktir (Meireles ve ark., 2012). Protetik restorasyonlardan önce veya sonra restorasyonun dişler ile uyumunu sağlamak için uygulanabilir (Shafiei ve Doustfatemeh, 2013).

Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim (CAD/CAM) sistemleri, çürük, atrizyon, erozyon, abfraksiyon, travma gibi nedenlerle madde kayıplı ve estetik sebeplerle restorasyona ihtiyaç duyan dişlerin konservatif tedavilerini (inley, onley, veneer ve kron) yeni nesil materyaller ile gerçekleştirmede kolaylık sağlamaktadır. Bu teknoloji sayesinde farklı seramik malzemeler ve çeşitli kompozit materyaller kliniklerde hekimler tarafından daha yaygın olarak kullanım alanı bulmaktadır (Nobuaki ve ark., 2015).

Geleneksel yöntemlere göre dijital akışta; teknisyen kaynaklı hataların oluşabildiği laboratuvar aşamaları ortadan kalkar, klinikle laboratuvar arası taşıma süresi kısaltılmış olur, hassasiyeti ve doğruluğu daha yüksek, üstün estetik ve biyolojik özelliklere sahip çeşitli protetik restorasyonların üretilmesine olanak sağlayarak hekimlere birçok avantajı sunmaktadır (Blatz ve Conejo, 2019).

Protetik restorasyonların fiziksel, biyolojik ve estetik özelliklerinin ağız içerisinde uzun yıllar bozulmadan sürdürebilmeleri istenmektedir (Kakaboura ve ark., 2007). Restorasyonun klinik başarısını belirleyen önemli faktörlerden biri de yüzeyinin pürüzsüz oluşudur. Restorasyonun yüzey pürüzlülüğünde artış olması bakteriyel tutunmanın kolaylaşmasına, buna bağlı olarak plak retansiyonunda ve

renklenmede artışa sebep olabilir. Marjinal uyumlulukta bozulma meydana gelebilir bu da periodontal enflamasyonun başlamasını tetikleyebilir. Aynı zamanda yüzeylerde sürtünmeyi arttırarak, aşınma ve kırılma riskinin artmasına neden olabilir (Borges ve ark., 2004).

Beyazlatma işleminde kullanılan ajanların güncel CAD/CAM materyallerinin yüzey özelliklerine etkisi de dikkat edilmesi gereken bir konudur. Tedavide kullanılacak materyallerin ve uygulama protokollerinin seçiminde önem kazanmaktadır. Kliniklerde kullanımının artışı sebebiyle bu güncel materyallerin beyazlatma ajanlarıyla olan etkileşimi ve fiziksel özelliklerinde meydana gelebilecek değişikliklerin araştırılması faydalı olacaktır.

Çalışmamızın amacı, protetik tedavide kullanılan güncel CAD/CAM materyallerine farklı beyazlatma ajanlarının uygulanmasının ardından yüzey pürüzlülük değerlerine etkilerini değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. CAD (Computer Aided Design) / CAM (Computer Aided Manufacturing) Sistemleri

Diş hekimliği uygulamalarında, dental materyallerin estetik ve fonksiyonel özellikleri ile ilgili beklentilerin artması sebebiyle; restoratif ve protetik restorasyonların yapımı için yüksek dayanıklılığa ve farklı içeriklere sahip çeşitli materyaller geliştirilmiştir. Üretilen materyallerden konvansiyonel üretim yöntemlerine kıyasla daha uyumlu restorasyonlar elde edebilmek için de yeni üretim teknolojileri geliştirilmiştir (Kalaycı ve Bayındır, 2015).

CAD, "bilgisayar destekli tasarım" anlamına gelmektedir. Herhangi bir cismin bilgisayar sistemleri üzerinden geliştirilip tasarımının yapılmasını içermektedir. Sistem sanal ortamda cismin üç boyutlu modelini elde etmeyi sağlar. CAM, "bilgisayar destekli üretim" anlamına gelmektedir. Düzenlenen ve geliştirilen verilerin bilgisayar sistemi desteğiyle üretiminin yapılmasını kapsar (Jedynakiewicz ve Martin, 2001).

CAD/CAM sistemi 1971 yılında Francois Duret tarafından tanıtılmış, 1983'te de ilk CAD/CAM restorasyonu üretilmiştir. 1985 yılında ilk kez klinikte hasta başında bu tedavi ile kron uygulaması gerçekleştirilmiştir (Duret ve Blouin , 1988).

İlk geliştirilen CAD/CAM sistemleri, tek üye inley, onley ve kronları üretebilmekteydi. Gelişen CAD/CAM teknolojisi ile kısmi ve tam dişsiz hastalar için sabit ve hareketli protez altyapıları, implant abutmentleri, gece plakları, cerrahi kılavuzlar ve geçici protezler gibi birçok restorasyon üretilmektedir (Blatz ve Conejo, 2019).

2.1.1. CAD/CAM Üretim Yöntemleri

Diş hekimliğinde CAD/CAM sistemlerinin bileşenlerinin kullanıldıkları yere göre üç farklı üretim şekli mevcuttur:

- Chairside üretim
- Laboratuvar üretimi
- Merkezleştirilmiş üretim (Beuer ve ark., 2008).

2.1.1.1. Chairside Üretim

Hasta başı CAD/CAM teknolojileri, ayrı bir laboratuvarın katılımı olmadan ve kısa bir süre içinde diş kliniğinde restorasyonlar üretilebilmesine olanak tanır (Blatz ve Conejo, 2019). Dijitalleştirme cihazı, çoğu zaman ağız içi bir kameradır. Bu üretim şekli ile işlemlerin süresi kısaltmakta ve hastanın tek bir randevuda tüm tedavisi tamamlanmış olmaktadır. Aynı zamanda teknisyen kaynaklı maliyette düşüş ve çapraz enfeksiyon riskinde azalma gibi avantajları beraberinde getirmektedir (Beuer ve ark., 2008).

2.1.1.2. Laboratuvar Üretimi

Laboratuvar üretim yöntemi, diş hekimi ve laboratuvar arasındaki geleneksel çalışma akışına benzerdir. Hekim hastasından konvansiyonel yöntemle ölçüsünü alır. Kalan CAD/CAM üretim adımları tamamen laboratuvarda gerçekleştirilir. Laboratuvarda bu ölçüden model hazırlanır. Bir tarayıcı ile modelden üç boyutlu veriler üretilir ve ardından tasarım yazılımı aracılığıyla işlenir. Üretim için veriler özel frezeleme cihazına gönderilir ve ardından üretim tamamlanmış olur (Luthy ve ark., 2005; Raigrodski, 2005).

2.1.1.3. Merkezileştirilmiş Üretim

Bu üretim seçeneğinde, laboratuvardaki tarayıcılar internet üzerinden bir üretim merkezine bağlanmaktadır. Laboratuvarda elde edilen veriler, CAD/CAM cihazı ile üretilebilmek için üretim merkezine gönderilir. Sonrasında üretim merkezi hazırladığı altyapıları aynı laboratuvara gönderir. Protezin porselen aşamaları da laboratuvarda teknisyen tarafından hazırlanmaktadır (Raigrodski ve Chiche, 2001; Reich ve ark., 2005).

CAD-CAM sistemleri açık ve kapalı sistemler şeklinde de sınıflandırılabilir. Açık sistemler veri toplama, tasarım ve üretim gibi tüm CAD/CAM bileşenleri farklı firmalar tarafından sağlanmasına olanak tanır. Kapalı sistemler ise bir tek üreticiyle sınırlandırılmıştır (Alghazzawi, 2016).

2.1.2. CAD/CAM Komponentleri

CAD/CAM sistemler üç ana bileşenden oluşur:

1. Model üzerinden ya da ağız içinden toplanan verileri bilgisayar tarafından işlenebilen dijital bilgilere dönüştüren tarayıcı (CAI)
2. Bilgileri işleyerek üretilecek restorasyonun verilerini oluşturan ve tasarlamaya yardımcı yazılım (CAD)
3. Tasarlanan veriyi belirlenen restorasyona dönüştüren bir üretim teknolojisi (CAM) (Mörmann, 2006)

2.1.2.1. Tarayıcı

Diş hekimliğinde, çene ve diş dokularını dijital olarak ölçen ve bunları veri setlerine dönüştüren görüntü toplama araçları tarayıcı olarak adlandırılır. İntraoral ve ekstraoral kullanıma uygun tarayıcılar mevcuttur. Temelde optik ve mekanik olarak iki farklı tarama olanağı vardır (Beuer ve ark., 2008).

2.1.2.1.1. Optik Tarayıcı

Sistemin temeli, "triangulasyon prosedürü" olarak adlandırılan üç boyutlu yapılardan verilerin toplanmasıdır. Burada ışık kaynağı ve görüntüsü istenen yapı birbirlerine göre belirli bir açıdadır. Belli bir açıyla gönderilen ışığın yansımaları algılayan sensörler vasıtasıyla derinlik algılama teknolojisine sahiptir. Bu açı sayesinde bilgisayar, alıcı yapı üzerindeki görüntüden üç boyutlu bir veri seti hesaplayabilir (Kalaycı ve Bayındır, 2015).

Taramada beyaz ya da renkli ışık veya lazer projeksiyonu ışık kaynağı olarak kullanılır. Optik tarayıcılar harekete duyarlı oldukları için veri toplanırken, hastanın en ufak hareketi bile, verilerin hatalı kaydedilmesine neden olabilmektedir (Strub ve ark., 2006). Optik tarayıcıya örnek olarak; Lava Scan ST (3M ESPE, beyaz ışık projeksiyonları), Everest Scan (KaVo, beyaz ışık projeksiyonları), Etkon es1 scanner (Etkon, lazer ışını) verilebilir.

2.1.2.1.2. Mekanik Tarayıcı

Bu sistemde, ana ölçü iğne ucu, küre ya da pin kullanılarak mekanik olarak sıralı bir şekilde taranır ve üç boyutlu yapı ölçülmüş olur. Bu tarayıcıların dezavantajı,

optik tarayıcılara kıyasla daha uzun sürede işlem yapması, maliyetinin yüksek oluşu ve sistemin karmaşık mekanik işlemler içermesidir (Beuer ve ark., 2008).

2.1.2.2. Dizayn Yazılımı (Software)

CAD/CAM sistemlerinin her türüne ve kullanım amacına göre farklı yazılımları mevcuttur. Yazılımlardaki gelişmelerle, en yeni hasta başı CAD/CAM yazılım sürümleri, sabit protezleri ve implant destekli restorasyonları tasarlayabilir ve üretebilir duruma gelmiştir. Aynı zamanda bu yazılımlar ile kron ve köprü alt yapıları, tam anatomik kronlar, parsiyel kronlar, inleyler ve teleskopik kronları tasarlama imkanı sunmaktadır. Klinisyenler, doğal diş şekilleri ve morfolojilerinden oluşan dijital kitaplıklardan seçim yapabilir veya hastanın ağzında var olan bir dişin ayna görüntüsünü oluşturabilir. Direkt bu şablonları kullanabildiği gibi modifikasyonlar yaparak kendi tasarımını da hazırlayabilir. Gelişmiş yazılımlar, estetik sonuçları optimize etmek için dijital gülüş tasarımı özellikleri ve yüz tarama teknolojisi içermektedir (Reiss, 2007; Blatz ve Conejo, 2019).

Dijital taramalar ve veri setleri, sanal olarak depolanabilir ve arşivlenebilir. Çoğu sistemde CAD verileri, 3D baskı ve hızlı prototiplemede standart dosya formatı haline gelen stereolitografi (STL) formatında işlenir ve iletilir. Şu anda kullanılan diğer biçimler Polygon File Format (PLY), DICOM Image File Format (DCM) ve User-Defined Extension (UDX)'dir. Bir freze makinesiyle iletişim kurmak için bu dosya biçimleri, frezelenen veri dosyası biçimlerine (CNC [bilgisayar sayısal kontrolü]) dönüştürülür. STL dosyaları, herhangi bir renk, doku veya diğer ortak CAD modeli öznitelikleri olmaksızın yalnızca bir 3B nesnenin yüzey geometrisini tanımlar (Blatz ve Conejo, 2019).

2.1.2.3. Donanım (Hardware)

CAD/CAM sisteminin son aşaması olan, bilgisayar kontrolündeki restorasyonun üretimini yapan cihazları ifade eder (Strub ve ark., 2006). CAD yazılımı ile üretilen yapı verileri, CAM işleme için freze şeritlerine dönüştürülür ve son olarak freze cihazına yüklenir (Beuer ve ark., 2008). CAD/CAM sistemleri üretim metodlarına göre eksiltmeli ve eklemeli olarak ikiye ayrılır.

2.1.2.3.1. Eksiltmeli Yöntem

Eksiltmeli yöntem daha sık kullanılmaktadır. Frezeleme ve lazer ablasyon bu yöntemlerdendir. Bu yöntemde diskler, frezler veya lazer yardımıyla bir blok üzerinden freze yapılarak restorasyonun üretimi gerçekleştirilir (Kim ve ark., 2017). Geliştirilen sistemlerle frezeleme işlemi, farklı eksenlere sahip cihazlar sayesinde kompleks restorasyonların da üretimini gerçekleştirilebilmektedir. Hızlı ve artan üretim kapasitesi sağlamaktadır. Yöntemin dezavantajları ise; geleneksel ekipmanlara göre yüksek maliyeti, fazla miktarda materyal kaldırılması ve malzeme israfına neden olmasıdır (Beuer ve ark., 2008).

Lazer ablasyon işlemi, frezelemeden farklı olarak kesici takımları içermez. Bu işlemi lazer ışını kullanarak gerçekleştirir. Lazer ablasyonu yöntemiyle, seramik, polimer veya kompozit bloklardan inley, kron, köprü, laminate veneerler gibi farklı protetik restorasyonlar üretilebilir. Geleneksel frezeleme cihazlarıyla kıyaslanabilir verimlilik ve hassasiyete sahip üretimler gerçekleştirilir (Andreev ve ark., 2015).

2.1.2.3.2. Eklemeli Yöntem

Eklemeli yöntemde üretim tabakalama şeklinde yapılmaktadır ve eksiltmeli yöntemle alternatif olarak yeni bir yöntemdir. Hızlı prototipleme (3B Baskı) ve lazer eritme yöntemlerini içerir. Eksiltmeli yöntemle göre işlem daha hızlı gerçekleştirilir. Bu yöntemin avantajı artık materyal kalmaması ve restorasyonun daha detaylı üretilebilmesidir (Kim ve ark., 2017). Özel ölçü kaşıkları, geçici veya daimi kronlar ile köprüler, bölümlü protez altyapıları, gece plakları, ısırma splintleri, cerrahi kılavuzların üretimi 3B baskı teknolojisiyle doğrudan gerçekleştirilebilir.

2.1.3. CAD/CAM Sistemlerde Kullanılan Frezeleme Çeşitleri

2.1.3.1. Kuru İşleme

Kuru işleme, düşük derecede ön sinterlemeye sahip zirkonyum oksit (ZrO_2) materyaline uygulanmaktadır. Bu yöntemin bazı avantajları, frezeleme cihazı için yüksek olmayan yatırım maliyeti ve zirkonyum oksit bloğu tarafından nem emilimi oluşmaması sonucu olarak zirkonyum oksit için sinterleme öncesinde kuruma süresi

olmamasıdır. Daha düşük ön sinterleme derecesinin, materyalde daha yüksek büzülme değerleri ile sonuçlanması da dezavantajdır (Beuer ve ark., 2008).

2.1.3.2. Islak İşleme

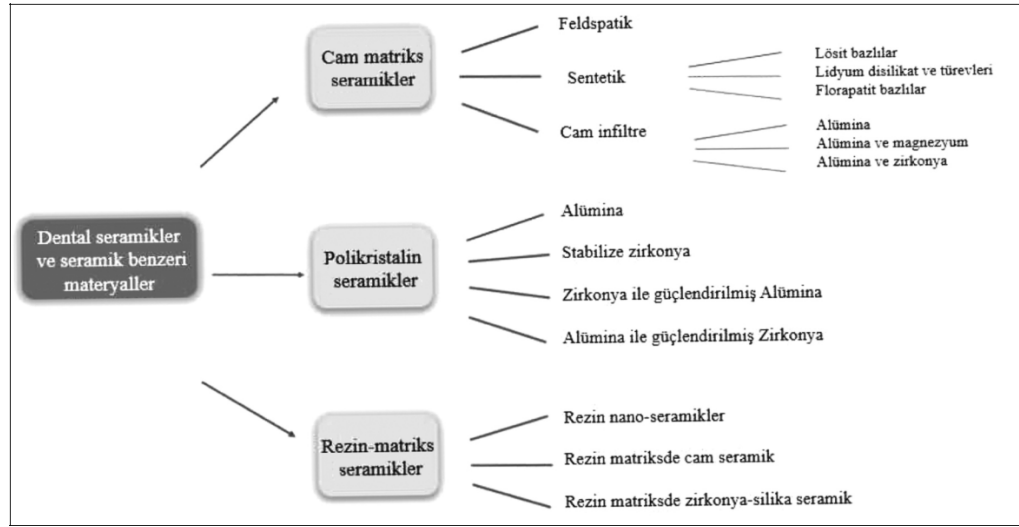
Bu sistemde, frezeleme işleminde kullanılan elmas veya karbid kesici, malzemenin aşırı ısınmasına engel olmak için bir soğuk sıvı spreyi ile korunmaktadır. Bu tür bir ıslatma işlemi, metallerin ve cam seramik malzemelerin, ısı oluşumundan meydana gelebilecek zarara maruz kalmaması için gereklidir. Frezeleme işlemi için daha yüksek ön sinterleme derecesine sahip zirkonyum oksit seramik kullanılıyorsa, ıslak işlem önerilmektedir. Daha yüksek bir ön sinterleme derecesi, büzülmenin azalmasına ve daha az sinter distorsiyonu oluşmasını sağlar (Beuer ve ark., 2008).

2.1.4. CAD/CAM Sistemlerinde Kullanılan Materyaller

CAD/CAM sistemlerinde kullanılmak üzere öngörülebilir ve uzun ömürlü restorasyonların elde edilebileceği çeşitli materyaller piyasada bulunmaktadır (Baroudi ve Ibraheem, 2015). Materyalin mekanik, fiziksel, kimyasal, optik özellikleri ve üretim teknikleri hekimin hangi materyali kullanacağı kararında etkili faktörlerdir (Gracis ve ark., 2015).

CAD/CAM sistemler ile işlenecek çeşitli materyaller, ilgili üretim sistemine bağlıdır. Birçok cihaz rezinler, cam seramikler ve yüksek performanslı seramiklere kadar geniş malzeme yelpazesine sahiptir. Bazı frezeleme cihazları ise özellikle zirkonya bloklardan üretim için tasarlanmıştır (Beuer ve ark., 2008).

CAD/CAM sistemlerinde kullanılacak materyaller için farklı araştırmacılar tarafından yapılmış sınıflamalar mevcuttur. Bu materyallerden biri olan seramik için Gracis ve ark. (2015) yapmış olduğu seramik ve seramik benzeri materyaller sınıflaması Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Gracis ve ark. (2015) yaptığı tam seramik ve seramik benzeri materyallerin göre sınıflaması

Farklı araştırmacıların yaptığı başka bir CAD/CAM materyalleri sınıflandırması ise şu şekildedir (Conejo ve ark., 2017);

1. Seramikler

a. Silikat seramikler

i. Feldspatik seramikler

(1). Geleneksel feldspatik seramikler

(2). Lösitle güçlendirilmiş cam seramikler

ii. Lityum silikat seramikler

(1). Lityum disilikat seramikler

(2). Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramikler

b. Oksit seramikler

c. Rezin matriks seramikler

i. Rezin bazlı seramikler

ii. Hibrit seramikler

2. PMMA bazlı materyaller

3. Kompozit rezinler

Materyallere ait popüler ticari örnekler de Tablo 2.1.'de gösterilmiştir (Blatz & Conejo, 2019);

Tablo 2.1. CAD/CAM sistemleri ile kullanılan bloklara örnekler

PMMA-Based Materials	Resin Matrix Ceramics			Silicate Ceramics			Oxide Ceramics	
	Composite Resins	Resin-based Ceramics	Hybrid Ceramics	Feldspathic Ceramics		Lithium Silicate Ceramics		Zirconium Dioxide Ceramics
				Traditional Feldspathic Ceramics	Leucite-Reinforced Glass Ceramics	Lithium Disilicate Ceramics	Zirconia-reinforced Lithium Silicate Ceramics	
Telio CAD (Ivoclar Vivadent)	Paradigm MZ100 (3M ESPE)	Cerasmart (GC)	VITA ENAMIC (VITA Zahnfabrik)	VITABLOCS	IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent)	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent)	VITA SUPRINTY PC (VITA Zahnfabrik)	CEREC Zirconia/ Zirconia meso (Densply Sirona)
VITA CAD-Temp MonoColors/ MultiColor Blocks (VITA Zahnfabrik)	Tetric CAD (Ivoclar Vivadent)	Lava Ultimate (3M ESPE)	Grandio Blocs (VOCO)	Reallife ceramic blocks (VITA)			Celtra Duo (Densply Sirona)	inCoris TZI/TZV/ ZVI meso (Densply Sirona)
VITA CAD-Waxx Blocks (VITA North America)	BRILLIANT Crios (Coltene)	HC Block CAD/ CAM Ceramic-Based Restorative (Shofu)	KATANA AVENCIA Block (Kuraray Noritake Dental, Inc)	VITABLOC TriLux Forte (VITA)				KATANA Zirconia Block (Kuraray Noritake Dental, Inc)
CEREC Guide Bloc/ inCoris PMMA (Densply Sirona)				CEREC Blocs (Densply Sirona)				VITA YZ XT/ST/ HT ^{White} /HT ^{Color} /T (VITA Zahnfabrik)
artBloc Temp (Merz Dental)		BRILLIANT Crios (Coltene)		C/C In/C PC (Densply Sirona)				Lava Zirconia Blocks (3M ESPE)
								IPS e.max ZirCAD (Ivoclar Vivadent)

2.1.4.1. Seramikler

Silikat seramikler, oksit seramikler ve resin matris seramikler olacak şekilde üç gruba ayrılmaktadır (Conejo ve ark., 2017).

2.1.4.1.1. Silikat Seramikler

Silikat seramikler, feldspatik ve lityum silikat seramikler olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu seramikler, cam faz içeren metalik olmayan inorganik seramikler şeklinde tanımlanır. İçeriklerindeki cam, materyale sağladığı yüksek saydamlık ile daha estetik ve doğal bir görünüme sahip restorasyonların ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Beier ve Dumfahrt, 2014).

2.1.4.1.1.1. Feldspatik Seramikler

Geleneksel feldspatik seramikler ve lösitle güçlendirilmiş cam seramikler şeklinde ikiye ayrılır (Conejo ve ark., 2017).

2.1.4.1.1.1. Geleneksel Feldspatik Seramikler

Geleneksel feldspatik seramikler, en yüksek translusensiye sahip estetik malzemeler olarak tanımlanırlar. CAD/CAM sistemler için ilk geliştirilen bloklar olma özelliğini taşırlar (Blatz ve Conejo, 2019). Cam seramikler feldspardan türemiştir, silika ve alümina esaslıdır (Lambert ve ark., 2017). Feldspatik cam seramik bloklarda, %40 oranında 3-4 µm feldspar partikülleri cam matriks içerisinde homojen şekilde dağılım gösterir. Bu materyallerin kırılma direnci yaklaşık 150 MPa, elastisite modülü 45-63 MPa aralığındadır (Cengiz ve Ordu, 2015). Vakum altında sinterlenerek, kontrollü ve endüstriyel şekilde üretilen bu bloklar laboratuvarında sinterlenen seramiğe göre daha homojen ve stabil bir yapıya sahip olur (Otto ve De Nisco, 2002).

Feldspatik seramik blokların, anterior ve posteriorda tam veya parsiyel kron, inley, onley, laminate veneerler gibi yüksek estetik ihtiyacı olan restorasyonlarda kullanılması endikedir. Aynı zamanda metal ve seramik altyapı materyallerine veneer materyali olarak kullanılmaktadır. Bitim ve polisaj işlemlerinde mekanik polisaj veya glaze uygulaması yapılabilmektedir (Blatz ve Conejo, 2019).

Vita Mark II (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), CEREC (Cerec, Siemens GmbH, Almanya) sistemi için üretilmiş, yapısı geleneksel feldspatik seramiklerle aynı olan bloklardır (Mörmann ve Bindl, 2002). Bu blokların farklı renk seçenekleri olmasına karşın yapıları monokromatiktir. Bu özellik estetik açıdan dezavantajlıdır. Bu durumu elimine etmek için dikromatik ve polikromatik özelliğe sahip bloklar geliştirilmiştir. Farklı renk katmanları içeren, daha çok renk seçeneğine sahip ve geliştirilmiş translulensi özellikleri ile bu bloklardan, doğal diş yapısına benzeyen estetik restorasyonlar üretilebilmektedir (Otto ve De Nisco, 2002).



Şekil 2.2. Vita Mark II CAD/CAM bloğu

Günümüzde kullanılan polikromatik feldspatik seramik bloklar; Vita Block Triluxe, Vita Triluxe Forte ve Vita Block Reallife (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya)'dır. Bunlardan Vita Triluxe Forte, servikal bölgede renk doygunluğuyla floresan özellikleri geliştirilmiş olan bloklardır. Vita Block Reallife ise iki kromalı olan bloklardır (Şen ve Tuncelli, 2017).



Şekil 2.3. Vita TriLuxe Forte ve Vita RealLife CAD/CAM blokları

2.1.4.1.1.2. Lösitle Güçlendirilmiş Cam Seramikler

Lösit içerikli seramikler, gelişen teknolojiyle laboratuvar ortamında hazırlanarak CAD/CAM sistemlerinde kullanılmaya uygun bloklar halinde üretilmiştir (Fasbinder, 2002). Cam matrikste hacimce %30-40 oranında lösit kristal fazdan meydana gelmektedir. Birden fazla fabrikasyon aşamaları ile 1-5 mikron çapındaki lösit kristalleri cam matrikste ısıtma işlemi ve kontrollü kristalizasyon oluşturularak üretilir. (Giordano ve McLaren, 2010). Cam matrikse göre daha yüksek genleşme katsayısına sahip olan lösit kristalleri, materyal içinde çatlak yayılımını önleyen bir bariyer görevi görür ve seramiğin dayanıklılığının artırılmasına yardımcı olur. Bu seramiklerin aşınma ve abrazyon direnci doğal dişle benzerlik gösterir. Bükülme dayanımları 100-150 MPa ve kırılma dayanıklılığı 160 MPa değerleri arasındadır. Materyalde kullanılan lösitin sağladığı diğer bir özellikte ışık kırma özelliğinin feldspatik seramiklere benzer olmasıdır ve bu da translusensiyi sağlama da etkilidir (Kelly, 2004).

Anterior ve posterior kron, inley, onley ve laminate veneer restorasyonları için kullanılabilirler (Kelly ve Benetti, 2011).

Lösitle güçlendirilmiş cam seramik bloklara iki örnek; IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) ve Paradigm C (3M/ESPE, ABD)'dir (Fasbinder, 2002). IPS Empress blokların, yüksek translusent (Empress™ CAD HT), düşük

translucent (Empress™ CAD LT) ve polikromatik (Empress™ CAD Multi) olmak üzere farklı çeşitleride mevcuttur (Giordano ve McLaren, 2010).



Şekil 2.4. IPS Empress CAD ve Paradigm C CAD/CAM blokları

2.1.4.1.1.2. Lityum Silikat Seramikler

2.1.4.1.1.2.1. Lityum Disilikat Seramikler

CAD/CAM sistemleri ile üretilen estetik restorasyonlar materyallerdeki gelişmelerle birlikte daha yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır. 2005 yılında lityum disilikat ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) kristalleri ile güçlendirilen cam seramik IPS e.max CAD (Ivoclar, Schaan, Lihtensteyn) monolitik bir materyal olarak kullanıma sunulmuştur (Fasbinder ve ark., 2010). Lityum disilikat cam seramiği, hacminin %70'i gibi yüksek oranda kristal içerir ve mikro yapısı, birbirine kenetlenmiş lityum disilikat kristallerinden oluşur. Oluşturulan bu birbirine kenetlenmiş çok küçük taneciklerden meydana gelen kristal yapı, materyal içerisinde çatlakların yayılmasına engel olup aynı zamanda materyalin dayanıklılığının artırılmasını sağlar (Santos ve ark., 2015).

Materyal mavi-mor renkte pre-kristalize formlarda bulunur. Bu form mavi seramik lityum disilikat çekirdekleri ve metasilikat içermektedir. Bu haldeyken bloklar rahat freze edilebilmektedir. Materyale 850 °C'de 20-25 dakika kristalizasyon işlemi yapıldıktan sonra metasilikat kristalleri çözünerek, lityum disilikat kristallerine dönüşür (Fasbinder ve ark., 2010). Bu ısıtma işlemi sonrasında seramik, maviden istenilen renk ve translusentliğe dönüşmekte ve dayanımı 360-520 MPa değerlerine yükselmektedir (Culp ve McLaren, 2010).



Şekil 2.5. IPS e.max CAD CAD/CAM blokları

Endikasyonları inley, onley, laminate veneer, anterior ve posterior kron, 2. küçük azı dişlerinin posterioruna uzanmayan üç üyeli köprü, hibrit abutmentler ve üst yapı restorasyonu olarak sayılabilir. Lityum disilikat seramik blokların, farklı ışık geçirgenliğine sahip blokları vardır. Yüksek translusensiye (HT) sahip bloklar, bukalemun efekt olarak adlandırılan çevre dokuların rengini absorbe etme özelliğine sahiptir. Bu estetik avantajı sayesinde inley ve onley restorasyonların yapımında kullanılması tercih edilmektedir. Düşük translusensiliğe (LT) sahip bloklar farklı renk seçenekleri ile tam anatomik kronların yapımında kullanılabilir (Guess ve ark., 2010).

2.1.4.1.1.2.2. Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Seramikler

Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramikler, cam seramiğe %10 oranında zirkonyum oksit ilavesiyle elde edilen yeni CAD/CAM seramiklerdir (Rinke ve ark., 2015). Üretimin ilk aşamasında blok cam fazdadır. İkinci aşamada pre-kristalizasyon gerçekleştirilir. Bu aşamada kristaller oluşur ve büyümeye başlar, camın seramiğe dönüştüğü termal bir işlem uygulanır. Bu sırada materyal sadece lityum metasilikat kristalleri içerir ve millenmesi kolaydır. Son aşamada ısıl işlem uygulanması ile kristalizasyon işlemi tamamlanır. Materyal artık son rengini alır ve mekanik özelliklerini kazanır. Kristal faz, %25 oranında lityum metasilikat (Li_2SiO_3) ve %11 oranında lityum disilikat ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) kristallerinden meydana gelir (Bajraktarova-Valjakova ve ark., 2018).

Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramikler, küçük kristallere sahip homojen mikro yapısı ile lityum disilikat seramiklere benzeyen mekanik özellikler gösterirler. Yüksek oranda cam içeriğe de sahip olduklarından milleden, bitim ve polisaj aşamaları kolaydır (Silva ve ark., 2017; Wendler ve ark., 2017).

Vita Suprinity (Vita Zahnfabrik, Almanya) ve Celtra Duo (Dentsply Sirona, ABD), CAD/CAM ile kullanıma uygun zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat cam seramik bloklara örnektir. Vita Suprinity bloklar prekristalize yapıdadır. Millemenin ardından kristalizasyon işlemi uygulanmaktadır. Milleme sonrası 210 MPa olan kırılma dayanımı, kristalizasyon işlemi yapıldıktan sonra 420 MPa'ya yükselmektedir. Anterior ve posterior kron, veneer, implant üstü kron, inley ve onley restorasyonlarda kullanıma uygundur. Yüksek translusent (HT) ve translusent (T) olarak farklı blok seçenekleri vardır (VITA Zahnfabrik. Erişim tarihi: 14 Haziran 2021, <https://www.vitazahnfab-rik.com/en/VITA-SUPRINITY-PC-81863.html>).

Celta Duo bloklar içeriğinde çok küçük boyutlarda (0,5-0,7 µm) lityum metasilikat ve lityum disilikat kristalleri içerir. Bu kristaller doğal diş minesinin opalesans özelliklerine benzer özellik gösterir (Bajraktarova-Valjakova ve ark., 2018).

Bu seramik bloklar tam sinterize halde millenebilmekte, bunu takiben polisaj yapılarak direk ağızda simante edilebilmektedirler. 210 MPa olan bükülme dayanımı millemenin ardından fırınlama uygulandığında ise 370 MPa'a çıkmaktadır. Endikasyonları tam ve parsiyel kron, inley, onley, veneer şeklindedir (Ordu ve Cengiz, 2015).



Şekil 2.6. Vita Suprinity ve Celtra Duo CAD/CAM blokları

2.1.4.1.2. Oksit Seramikler

2.1.4.1.2.1. Cam İnfiltre Oksit Seramikler

Cam infiltre oksit seramikler 3'e ayrılır. Bu materyaller; In-Ceram Alumina, In-Ceram Spinell ve In-Ceram Zirconia'dır. Bu porselenler slip cast ve cam infiltrasyonu yöntemi ile üretilirler (Li ve ark., 2014). Bloklar, açık gözenekli mikro yapıya seramik tozunun sıkıştırılması yöntemi olan kuru presleme (dry pressing) ile

üretir. Ardından sinterize edilip cam yapıya infiltre olmaktadır (Apholt ve ark., 2001).

2.1.4.1.2.1.1. In-Ceram Alumina

In-Ceram Alumina (Al_2O_3) (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), alümina pöröz alt yapı materyalinin fırınlanıp, düşük viskoziteli sodyum lantanyum camı infiltre edilmesiyle üretilmektedir. Materyalin ışığı tam olarak geçişine izin vermeyişi estetik olarak kullanımını sınırlandırmaktadır. Anterior ve posterior tek kron restorasyonları için kullanımı tavsiye edilmektedir. Bükülme dayanımı 450-600 MPa değerleri arasında yer alır (Heffernan ve ark., 2002).

2.1.4.1.2.1.2. In-Ceram Spinell

In-Ceram Spinell ($MgAl_2O_4$) (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), grubun en translusens materyali olma özelliğini taşır. In-Ceram Alumina'nın daha opak olan alt yapısına alternatif olarak üretilmiştir. Anterior kron restorasyonlarında tercih edilmektedir. Bükülme dayanımı 350 MPa civarındadır (Heffernan ve ark., 2002).

2.1.4.1.2.1.3. In-Ceram Zirconia

In-Ceram zirkonya (%70 Al_2O_3 , %30 ZrO_2), cam infiltre edilmiş zirkonyanın alümina ile güçlendirilmiş halidir. Grup içindeki en dayanıklı materyal olup bükülme dayanım değeri 700 MPa'dır (Chong ve ark., 2002). Materyalin opak karaktere sahip oluşu, endikasyonlarının kron altyapısında ve posterior bölgede sınırlandırılmasına sebep olmuştur (Heffernan ve ark., 2002).

2.1.4.1.2.2. Sinterlenen Oksit Seramikler

2.1.4.1.2.2.1. Alüminyum Oksit Seramikler

Alüminyum oksit seramikler, %100 alüminyum oksit kristallerinden meydana gelen yarı sinterize haldeki oksit bloklardır. Frezeleme işleminin ardından presinterize durumda oldukları için, 1520°C gibi yüksek sıcaklık altında fırınlanarak sinterleme işlemleri gerçekleştirilir. Bu bloklar yüksek dayanıklılığa sahiptir. Kırılma dayanımları 500 MPa'nın üzerindedir. Bükülme dayanımları 610 MPa ve elastik

modülleri de 380 GPa civarındadır. Frezeleme ardından cam infiltrasyonu ihtiyacı yoktur. Bu seramik bloklar tek renklidirler. Üzerine işlenecek porselenin rengine göre renklendirilebilirler (Guazzato ve ark., 2004).

Procera AllCeram (Nobel Biocare, Göteborg, İsveç), 1993 yılında üretilen tam yoğun alüminyum oksit esaslı materyal olup % 99 oranından fazla alümina içerir. Bükülme dayanımı 600 MPa'dır (Giordano ve McLaren, 2010). Procera AllCeram, opak bir materyaldir ve translusenslik açısından aynı kalınlıktaki tam seramik materyalleri ile kıyaslandığında Empress ve Empress II sistemlerinin arasında yer alır. Doğal hali opak olduğu için uygun bir veneer materyali ile kaplanmaktadır (Chu ve ark., 2003).

Başka bir alumina içeren seramik olan VitaTM InCeram ALcube (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) 2005 yılında piyasaya çıkarılmıştır. Anterior ve posterior tek kronlarda ve kısa köprü restorasyonlarında tercih edilmektedir (Li ve ark., 2014).

2.1.4.1.2.2.2. Zirkonyum Oksit Seramikler

Zirkonyum dioksit (zirkonya), polimorfik yapıda olup monoklinik, kübik ve tetragonal olacak şekilde 3 fazdan oluşmaktadır. Zirkonya oda sıcaklığında stabil halde bulunmaz. Sinterizasyon ile oda sıcaklığında mekanik özellikleri iyi olan tetragonal yapı elde edilmektedir. Bu yapının korunabilmesi için zirkonyanın içerisine kısmen ya da tam stabilizasyon sağlayan yitrium oksit, seryum oksit, kalsiyum oksit ve magnezyum oksit gibi metal oksitler ilave edilmektedir. En güçlü ve diş hekimliğinde en yaygın kullanılan formu, yitrium stabilize zirkonyum (3Y-TZP)'dur (Beuer ve ark., 2008; Kelly ve Denry, 2008).

Zirkonyanın bükülme dayanımı 900-1200 MPa'dır. Zirkonya, yoğun monokristal homojen yapısı, düşük ısı geçirgenliği, düşük korozyon potansiyeli, iyi radyoopasite özelliği, yüksek biyouyumluluğu, düşük bakteri yüzey adezyonu, uygun optik özellikleri ile protetik restorasyonlarda oldukça sık kullanılan bir materyal haline gelmiştir (Santos ve ark., 2015). Ortodontik braketler, endodontik postlar, kron ve köprüler, implant ve implant abutmentleri kullanım alanlarındandır. Kantileverlı köprü restorasyonlarında, yetersiz interokluzal mesafe olduğunda, bruksizm gibi

parafonksiyonel alışkanlıklara sahip kişilerde ve derin kapanış olgularında kullanımı tavsiye edilmemektedir (Vagkopoulou ve ark., 2009).

Yttriyum-tetragonal zirkonya (Y-TZP) restorasyonların üretimi için iki farklı CAD/CAM üretim tekniği vardır (Vagkopoulou ve ark., 2009). İlki; yarı sinterize haldeki blokların frezeleme işleminin ardından yüksek sıcaklıklarda tam sinterize edilmesi, ikinci ise tam sinterize edilmiş olan blokların sisteme ait freze ünitesi ile şekillendirilmesiyle restorasyonların üretilmesidir. Tam sinterlenmiş blokların sertliği şekillendirme işlemini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle özel olarak tasarlanmış freze cihazları gerektirmektedir.

Y-TZP yüksek dayanıklılığından dolayı ilk başlarda üzeri porselen ile veneerlenen sabit restorasyon alt yapı materyali olarak kullanılırken artık monolitik restorasyon uygulamalarında da oldukça popüler hale gelmiştir. Monolitik zirkonyanın kırılma dayanımı 1000-1500 MPa'dır. Endokron, inley ve onley, implant üstü kron, implant abutmenti, post-core, uzun gövdeli ve full ark köprü restorasyonlarında kullanılabilir (Zhang ve ark., 2013).

Günümüzde kullanılan monolitik zirkonya sistemlerine örnek olarak BruxZir (Glidewell Laboratories, Newport Beach, CA, ABD), İnCoris TZI (Sirona, Bensheim, Almanya), Lava Plus (3M ESPE, Seefeld, Almanya), Everest HPC (Kavo, Biberach, Almanya), ZirBlank (Acucera Inc, Pusan, Güney Kore), Prettau (Zirkonzahn GmbH, South Tyrol, İtalya) ve Katana (Kuraray, Noritake Dental Inc, Tokyo, Japonya) verilebilir.

2.1.4.1.3. Rezin Matriks Seramikler

Seramik terimi “istenilen özellikleri elde etmek amacıyla çoğunlukla yüksek bir sıcaklıkta işlenen metalik olmayan inorganik malzemeler” şeklinde tanımlanmaktadır. Rezin matriks seramiklerde bulunan organik matriksin varlığı bu tanımlamaya bakıldığında, teorik olarak herhangi bir seramik sınıflandırmasından farklı tutulması gerektiği düşünülmüştür. Aynı şekilde ADA (American Dental Association) Diş Prosedürleri ve Adlandırma Yasası'nın 2013 sürümü, porselen/seramik terimini “ağırlıklı olarak inorganik bileşikler (porselen, cam, seramik, cam seramik) içeren sıkıştırılmış, fırınlanmış, cilalanmış veya kazınmış malzemeler” olarak tanımlamaktadır. Bu sebeple, daha az olan bir organik fazın

varlığından bağımsız olarak, ağırlık olarak %50'sinden çoğu inorganik bileşiklerden oluşan bu seramik materyallerin, seramik sınıflandırmasında ayrı bir kategoriye alınmıştır (Awada ve Nathanson, 2015).

CAD/CAM ile üretim için oluşturulan bu yeni mikro yapılı materyaller yüksek ısı (HT) veya yüksek ısı-yüksek basınç (HT-HP) kombinasyonu gibi yeni polimerizasyon teknikleriyle meydana getirilirler. Bu yeni rezin materyallere, infiltrasyonun geliştirilmesi ve polimerizasyon büzülmesinin sınırlandırılması amacıyla basınç uygulanmıştır. Yüksek infiltrasyon basıncı sayesinde daha iyi mekanik özelliklere sahip olan, büzülmenin ve internal streslerin azaldığı bloklar üretilmiştir (Nguyen ve ark., 2014; Tassin ve ark., 2016). HT/HP tekniği ile, kompozit mikroyapısındaki defektlerin sayısı ve büyüklüğü azalır, HT/HP ile polimerize kompozitlerin yüksek yoğunlukta oluşmasını sağlamaktadır (Lawson ve ark., 2016). Bu gruptaki materyaller rezin bazlı seramikler ve hibrit seramikler olarak iki kategoride toplanmıştır (Conejo ve ark., 2017).

2.1.4.1.3.1. Rezin Bazlı Seramikler

CAD/CAM seramik blokların mekanik ve estetik özellikleri iyi düzeydedir ve biyouyumlu materyallerdir. Aynı zamanda kırılma yapısıdır, işlenmesi zordur ve karşıt doğal dişlerde aşınmaya neden olabilmektedirler. Rezin kompozit bloklar seramiklere oranla daha az kırılındır (Saba ve ark., 2017). Seramik bloklara göre daha kolay işlenebilir ve karşıt dişlerde daha az aşınmaya sebep olurlar, bitirme ve polisaj işlemleri kolaydır, tamir yapılabilir (Quek ve ark., 2018). Ancak renk stabilitesi ve biyouyumluluğu seramik materyaller kadar iyi değildir (Saba ve ark., 2017).

Seramik materyallerin renk stabilitesi ve dayanıklılık özellikleri ile kompozit rezinlerin yüksek bükülme ve düşük aşınma özelliklerini birleştirmek amacı ile rezin bazlı bloklar geliştirilmiştir (Gunal ve Ulusoy, 2018). Bu bloklara örnek olarak Lava Ultimate (3M ESPE), GC Cerasmart (GC Amerika), Shofu Blok HC (Shofu Dental, ABD), Brilliant Crios (Coltene) ve Ambarino High Class (Creamed, Almanya) verilebilir.

2.1.4.1.3.1.1. Rezin nanoseramik (Lava Ultimate)

Lava Ultimate (3M ESPE, Seefeld, Almanya) bloklar, kompozit ve seramik materyallerin fiziksel ve estetik özelliklerini bir arada bulandıran rezin nanoseramik materyaller olarak tanıtılmıştır. Ağırlıkça %20 rezin matriks, %80 silika ve zirkonya nanopartiküllerinden meydana gelir (Alharbi ve ark., 2017). Nanopartiküller yüksek oranda çapraz bağ oluşturarak polimer matriksi güçlendirmektedir (Gracis ve ark., 2015). Bunlar; 20 nm çapında silika nanopartiküller, 4-11 nm çapında zirkonya nanopartiküller ve zirkonya-silika nanokümelerinden oluşur (Fasbinder, 2018). Bu yapısı sayesinde yüksek kırılma ve aşınma dayanıklılığına sahiptir. Üretim yapılırken silan bağlantısının kullanılması ile rezin matriks ve nanomer yapı arasında kimyasal bağlantı meydana getirilmektedir. Kimyasal bağlantıyla meydana gelen nanopartikül demetleri 0,6-10 µm boyutlarındadır (Mainjot ve ark., 2016). Avantajları arasında;

- Kolayca uyumlanabilme ve yeniden cilalanabilme,
- İyi aşınma direnci göstermesi,
- Cam seramiklere oranla antagonist dişlerde daha az aşınmaya neden olması,
- Tekrar fırınlamaya ihtiyaç olmayışı,
- Yüksek bükülme dayanımı (200 MPa) göstermesi sayılabilir.

Aynı zamanda bu materyalden yapılan restorasyonlara, metakrilat esaslı ışıkla sertleşen materyaller kullanılarak ekleme ve tamir de yapılabilir (Shetty ve ark., 2015).

Endikasyonları inley, onley ve veneer restorasyonlarıdır. Önceden kron endikasyonunda bulunmasına rağmen adeziv tabakada meydana gelen bağlantı sorunları sebebiyle tam kron endikasyonu üretici firma tarafından kaldırılmıştır (Shetty ve ark., 2015; Mainjot ve ark., 2016).



Şekil 2.7. Lava Ultimate CAD/CAM Blokları

2.1.4.1.3.1.2. Esnek nanoseramik (GC Cerasmart)

GC Cerasmart (GC Corporation, Tokyo, Japonya), ağırlıkça 20 nm boyutunda silika ve 300 nm boyutunda baryum cam doldurucularını %71 oranında içeren, üretici firması tarafından ‘esnek nanoseramik’ olarak adlandırılan CAD/CAM bloklarıdır. Homojen ve eşit şekilde dağılmış nanoseramik ağı sayesinde benzersiz fiziksel özellikler ve kuvvet dağılımı sağlamaktadır. Materyalin yüksek esneklik özelliği sayesinde simantasyonun ardından restorasyona oldukça iyi marjinal uyum ve yüksek dayanıklılık sağlamaktadır. Materyalin bükülme dayanımı 231 MPa’dır (Lauvahutanon ve ark., 2014).

Endikasyonları arasında inley, onley, lamina veneer, kron ve implant üstü kron sayılmaktadır. Ayrıca minimal invaziv restorasyonlar için minimum diş küçültme sağlar. Glaze ve fırınlamaya gerek duymaz, klinik ortamında kolaylıkla bitim ve polisajı tamamlanabilir. Tamir ve ilave gibi işlemlerin ağız içinde rahatlıkla yapılabilmesine imkan tanır. Yüksek ve düşük translüsent şeklinde farklı blokları mevcuttur. (GC Cerasmart Product Description. Erişim: 20 Haziran 2021; <https://www.gcamerica.com/products/digital/CERASMART/index.php>).



Şekil 2.8. Cerasmart CAD/CAM Blokları

2.1.4.1.3.1.3. Nanoseramik (Shofu Blok HC)

Shofu Blok HC (Shofu, Kyoto, Japonya), yeni nesil nanoseramik CAD/CAM bloklardandır. İnorganik içerik ağırlığının %61'inden fazlasını oluşturur ve bu yapı silika tozu, zirkonyum silikat ve mikro kümeli silika içermektedir (Gracis ve ark., 2015).

Materyalin bükülme dayanımı 190 MPa'ın üzerindedir. Yüksek elastikiyet ve bükülme dayanımı sayesinde stres absorpsiyonu özelliği kazanmıştır. Bitim ve polisaj aşamaları kolay ve sürdürülebilir. Bu materyalin, anterior restorasyonlar için iki tabakalı blokları mevcuttur. Dişe benzer ışık geçirgenliği ve mekanik özelliklerinin iyi olması nedeniyle anterior ve posterior restorasyonlarda, implant üstü kronlar, inley, onley ve veneer restorasyonlarda kullanım alanı vardır (Stawarczyk ve ark., 2016).



Şekil 2.9. Shofu Blok HC CAD/CAM Blokları

2.1.4.1.3.1.4. Güçlendirilmiş Kompozit (Brilliant Crios)

Brilliant Crios (Coltene, Altstätten, İsviçre) bloklar, üreticisi tarafından 'güçlendirilmiş kompozit' olarak tanımlanan yeni nesil hibrit CAD/CAM materyalleridir. İçeriği; %70 cam partiküller ve amorf silika ($SiO_2 < 20 \mu m$) dolduruculu, polimer kısmı ise çapraz bağlı metakrilatlardan (Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA) oluşmaktadır.

Yüksek bükülme direnci, şok emici etkisi ve diş benzeri bir esneklik katsayısına sahiptir. Sahip olduğu mekanik özellikler üretimindeki kontrollü, baskısız bir termal sertleştirilmenin sonucudur. Antagonist dişlerde abrazyon riski düşüktür. Fırınlama prosesi gerektirmez, polisaj işlemleri kolaydır. Gerektiğinde tamir işlemi yapılabilir.

İki farklı translusensliğe 13 farklı renk seçeneği sahip bloklar ile dişin hem anterior hem de posterior bölgesindeki tüm renk ihtiyaçlarına seçenek sunar. Üretici firmanın tavsiyesi üzerine inley, onley, veneer ve kron restorasyonlarında kullanılabilirler (Coltene Brilliant Crios. Erişim: 20 Haziran 2021; <https://global.coltene.com/products/restoration/cadcam-solutions/brilliant-crios/brilliant-crios-block-refills/>).



Şekil 2.10. Brilliant Crios CAD/CAM Blokları

2.1.4.1.3.2. Hibrit Seramikler

Seramik materyallerin renk stabilitesi, dayanıklılığı ve biyouyumluluğu gibi özellikleri ile kompozit rezinlerin yüksek bükülme dayanımı ve düşük aşınma özelliklerini biraraya getirmek amacıyla üretilen bir diğer materyalde hibrit seramiklerdir (Gunal ve Ulusoy, 2018). Hibrit seramik; yapısal olarak sinterlenmiş seramik bir matriks içerisinde yer alan boşluklara polimer infiltre edilmesiyle oluşmaktadır.

2.1.4.1.3.2.1. Polimer İnfiltre Ağ Seramiği (Vita Enamic)

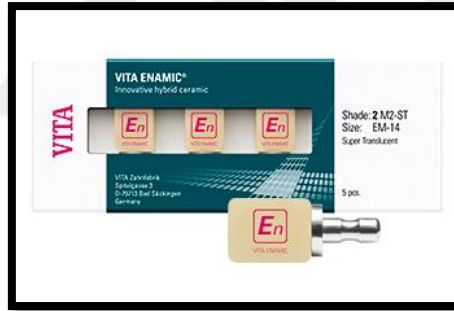
2013 yılında ilk hibrit seramik CAD/CAM materyali olan Vita Enamic (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) bloklar tanıtılmıştır. Bu materyal üretici firma tarafından polimer infiltre ağ seramiği olarak adlandırılmıştır.

Vita Enamic, kapiller akım aracılığıyla güçlendirilmiş poröz kafes benzeri yapıda olan feldspatik seramik ağ yapısı ile metakrilat polimer matriksten meydana gelir. Materyalin içeriğindeki inorganik seramik ağırlık olarak %86, organik polimer kısmı ise %14'lük bir orana sahiptir. Çift fazlı birbirine geçmiş olan ağ yapısının üretimi iki basamaktan oluşur. İlkinde önceden sinterlenmiş tek gözenekli seramik ağ

üretilmekte ve bu yapı bir bağlayıcı ajanda kullanılarak pürüzlendirilir. İkinci aşamada çapraz bağlı polimerler (UDMA, TEGDMA), kapiller akım yardımıyla hazırlanan bu ağın içine penetre edilmektedir (Nguyen ve ark., 2014). Oluşturulan bu çift ağ yapısı ile materyalde çatlak ilerlemesi durdurulmaktadır (Della Bona ve ark., 2014; Gracis ve ark., 2015).

Mineye benzer aşınma, dentine yakın elastisite gösterir. Bükülme dayanımı 160 MPa'dır. Bu özellikleri sayesinde minimal invaziv restorasyonların hazırlanmasına olanak sağlamaktadır. Bitim işlemlerinin, bloklar için üretilen polisaj setleriyle yapılması tavsiye edilmiştir. Endikasyonları inley, onley, veneer ve kron restorasyonlarını içerir. Köprü restorasyonları için kullanımı tavsiye edilmez (Shetty ve ark., 2015).

Piyasada translusent (T) ve yüksek translusent (HT) şeklinde 2 farklı ışık geçirgenliğine ve 5 farklı renk seçeneğine sahip blokları mevcuttur (Della Bona ve ark., 2014; Nguyen ve ark., 2014).



Şekil 2.11. Vita Enamic CAD/CAM Blokları

Birçok in-vitro çalışmada güncel estetik CAD/CAM materyallerinin cam seramiklere alternatif olabileceği belirtilmiştir (Della Bona ve ark., 2014; Shembish ve ark., 2016; Al-Harbi ve ark., 2017). Yüksek yoğunlukta polimer içerikli CAD/CAM materyallerinden hazırlanan restorasyonların klinik kullanımının uzun vadede başarılı olabileceği rapor edilmiştir (Stawarczyk ve ark., 2016).

Yapılan bir çalışmada CAD/CAM bloklardan Lava Ultimate, Vita Enamic, Cerasmart, IPS Empress CAD, Vita Block Mark II ve Paradigm MZ100 materyallerinin mekanik özellikleri incelenmiştir. Polimer bazlı materyallerin bükülme dayanımı testlerinde seramik materyallere göre daha iyi performans

sergilediğini belirtmişlerdir. Bu farkın nedeninin rezin bileşenden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Lava Ultimate ve Cerasmart materyallerinin bükülme direnci ve elastik modülü diğer materyellerden daha yüksek, bükülme modülü ise daha düşük olduğu sonucunu bulmuşlardır (Awada ve Nathanson, 2015).

Yapılan başka bir çalışmada da (Goujat ve ark., 2018), Vita Enamic, Lava Ultimate, GC Cerasmart ve IPS e.max CAD CAD/CAM materyallerinin mekanik özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, IPS e.max CAD ve Lava Ultimate'in kırılma dayanımı Vita Enamic ve GC Cerasmart'tan daha yüksek bulunmuştur. Vicker's mikrosertlik testi sonuçlarına göre de IPS e.max CAD'in mikrosertlik değeri diğer materyallerden yüksek olduğu görülmüştür. Bükülme direnci ise GC Cerasmart ve IPS e.max CAD materyallerinde Lava Ultimate ve Vita Enamic'e göre daha yüksektir sonucuna varmışlardır.

2.1.4.2. PMMA Bazlı Materyaller

Üreticiler tarafından geçici restorasyonların üretimi için PMMA (polimetilmetakrilat) bazlı polimerler piyasada sunulmuştur. Genellikle uzun süreli geçici restorasyonlar için kullanılmaktadırlar. Bu materyaller endüstriyel olarak önceden polimerize edilmiş ve yüksek çapraz bağlı bir yapıya sahiptir. Blokların yapıları sayesinde frezeleme işlemleri kolay ve hızlıdır (Lambert ve ark., 2017).

Yapıları sayesinde geleneksel rezinlerde meydana gelen porözite, hava kabarcığı ve polimerizasyon büzülmesi gibi olumsuzlukların azaltılması sağlanmıştır. Bu materyallerde artık monomer salınımı azalmıştır. Materyalin bloklarına örnek olarak piyasada Vita CAD-Temp (VITAZahnfabrik, BadSackingen, Almanya) ve Telio CAD (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) bulunmaktadır.

Vita CAD-Temp bloklardan en fazla iki gövde içeren, uzun dönem kullanılabilir geçici restorasyonlar üretilmektedir. Anterior restorasyonlar için dört farklı renk katmanı içeren Vita CAD-Temp multiColor blokları piyasaya sunulmuştur (Özdoğan ve Bayındır, 2019).

Telio CAD bloklar iki gövdeli köprü restorasyonlarında, implant üstü geçicilerde, temporomandibular eklem problemlerini veya okluzal düzlemi düzeltmek için yapılan terapötik restorasyonların yapımında kullanılabilirler. Üretici firmalar

tarafından iki geçici materyal bloklarından üretilen restorasyonlara 1 yıllık klinik uygulama süresi tavsiye edilmiştir (Fasbinder, 2010).



Şekil 2.12. Vita CAD-Temp ve Telio CAD CAD/CAM blokları

2.1.4.3. Kompozit Rezinler

CAD/CAM ile kullanıma uygun üretilen ilk kompozit materyal Paradigm MZ 100 (3M/ESPE, Saint Paul, MN, ABD) bloklardır. 2000 yılında tanıtılan bu materyal seramik bloklara alternatif olarak üretilmiştir. Bloklar kimyasal olarak; Bis-GMA ve TEGDMA içeren organik matrisinden oluşan, ortalama tanecik büyüklüğü 0,6 µm olan, ağırlıkça %85 oranında inorganik zirkonya-silika seramik doldurucu içerir. Freze edilmeleri kolaydır, doğal dişe benzer aşınma direnci gösterirler. Kompozit oldukları için seramik materyallere göre uyumlanması ve ağız içi polisajı daha kolaydır. İnley, onley, laminate veneer ve kron restorasyonlarında kullanılması tavsiye edilmektedir. Üretilen restorasyonlar adeziv olarak simante edilmelidir (Kunzelmann ve ark., 2001; Rusin, 2001).



Şekil 2.13. Paradigm MZ 100 CAD/CAM blokları

2.2. Beyazlatma

Diş beyazlatma işlemi, ulaşılabilen kaynaklarda 1800 yılların ortalarında kalsiyum klorür ile uygulanmaya başlamış, günümüze kadar kalsiyum hidroklorit, asetik asit, sodyum hipoklorit, oksalik asit, sülfürik asit, sodyum hipofosfat, hidrojen dioksit, sodyum peroksit, sodyum perborat, karbomit peroksit ve hidrojen peroksit gibi

çok farklı ajanlar kullanılmıştır (Alqahtani, 2014). Haywood ve Heymann tarafından 1989 yılında ev tipi beyazlatma tekniğinin uygulanmasının ardından beyazlatma maddelerinin yaygın olarak kullanılması başlamıştır (Haywood, 1989).

Diş estetiği, özellikle de diş rengi, insanlar tarafından oldukça önem taşımaktadır. Daha iyi bir görünüme ve daha beyaz bir gülümsemeye sahip olmak için artan talepler, diş beyazlatmayı günümüzde oldukça popüler bir tedavi yaklaşımı haline getirmiştir. Bu nedenle beyazlatma işlemi, estetik diş hekimliğinin en hızlı büyüyen alanlarından biri haline gelmiştir.

Diş beyazlatmanın kendi etki mekanizmasına sahip birkaç farklı yöntemi vardır. Bu farklı yöntemlerin etkinliği, tedavi edilmekte olan diş renk değişikliğine bağlıdır. Diş renklenmesinin nedenleri dışsal (external) ve içsel (internal) renklenme olarak iki ana gruba ayrılabilir (Carey, 2014).

Dışsal renklenmeler; eksternal renklendiricilerin diş yüzeyine direkt tutunması yada pelikülün içinde birikerek indirekt tutunması kaynaklıdır. Direkt dışsal renklenmeye bütün renklenmesi örnek gösterilebilirken; indirekt dışsal renklenmeye ise katyonik antiseptik olan klorheksidinin diş yüzeyiyle kimyasal bir etkileşime girmesi sonucunda oluşan renklenme örnek gösterilebilir. Bunlar dışında çay, kahve, kırmızı şarap gibi tannik asit bakımından zengin diyet ve klorheksidin, kalay, demir gibi bazı katyonik ajanların kullanımı ve kötü ağız hijyeni, dış kaynaklı renklenmelere neden olabilir (Joiner ve Luo, 2017). Direkt dışsal renklenmeler daha hafif renklenmeler olup, çoğu kez diş hekiminin uyguladığı profesyonel diş temizleme ve cila yöntemleri ile giderilir. İndirekt dışsal renklenmeler içinse diş beyazlatma tedavisi kullanılır (Carey, 2014).

İçsel renklenme, dişin yapısındaki değişimden kaynaklanan geçici olmayan bir renklenmedir. Dişin gelişimi sırasında kalıtsal bir defekt, metabolik bir hastalık, çürük, yaşlanma, amalgam restorasyonlar, tetrasiklin türevi ilaç kullanımı, aşırı florür alımı, porfria, amelogenesis/dentinogenesis imperfekta, mine tabakasının incilmesi, pulpa nekrozu, travma, kalsifik metamorfiz, kök kanal dolgusu, kök rezorpsiyonu ya da belli kimyasal maddelerin diş yapısına penetre olması gibi nedenler iç kaynaklı renklenmelere sebep olabilir (Watts ve Addy, 2001; Alqahtani, 2014). İçsel renklenmeleri tedavi etmek için beyazlatma tedavisi tek başına istenilen sonucu

vermediğinden diş dokusundan frezle uzaklaştırma yapmak gerekebilmektedir (Thickett ve Cobourne, 2009).

Diş beyazlatma işleminin endikasyonları şu şekilde sıralanabilir;

- Yaşa bağlı oluşan renklenmeler
- Kromojenik yiyeceklere bağlı olan dışsal renklenme
- Nikotin renklenmesi
- Hafif ve orta düzeydeki tetrasiklin renklenmesi
- Hafif düzeydeki florozis renklenmesi

Kontrendikasyonları ise şu şekildedir;

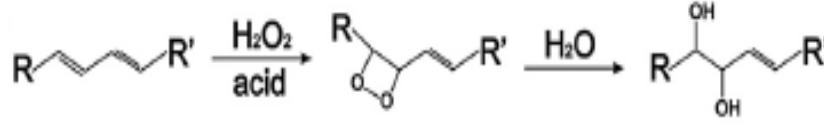
- Geniş pulpa odasına sahip dişler
- Aşırı hassasiyet gösteren dişler
- Çatlak dişler
- Erozyon, abrazyon ve abfraksiyon kaynaklı yada dişeti çekilmesi nedeniyle dentin dokusu açığa çıkmış dişler
- Büyük restorasyona sahip dişler
- Tedaviden beklentisi çok yüksek olan hastalar (Çelik, 2017).

2.2.1. Beyazlatma Mekanizması

Diş beyazlatma, dişin rengini açan bir işlemdir. Beyazlatma, lekenin fiziksel olarak çıkarılmasıyla veya diş rengini açmak için kimyasal bir reaksiyonla gerçekleştirilebilir. Çoğu beyazlatma ürünündeki aktif bileşen, hidrojen peroksit veya karbamid peroksit olarak verilen hidrojen peroksittir (H_2O_2) (Dahl ve Pallesen, 2003).

Dişlerde renklenme meydana getiren maddeler, kromofor adı verilen renkli veya daha koyu tonlara sahip bileşiklerden oluşur. Bu maddeler tek ve çift bağlar içeren, yapısında çoğunlukla heteroatomlar, karbonil ve fenil halkaları içeren uzun zincirli organik bileşiklerdir. Beyazlatma, kromojenlerin kimyasal bozunması olarak tanımlanabilir. Bir kromoforun yapısında bulunan çift bağların açılması veya zincirin

kırılması ya da zincirin bazı kısımlarının oksidasyonu yoluyla meydana gelmektedir (Berga Caballero ve ark., 2007).



Şekil 2.14. Hidrojen peroksidin bir kromojen çift bağ ile kimyasal reaksiyonu (Carey, 2014).

Okside edici gücü yüksek olan hidrojen peroksit, reaktif oksijen moleküllerinin, hidrojen peroksit anyonlarının ve serbest radikallerin üretimini sağlar (Kwon ve Wertz, 2015). Diğer bir deyişle, aktif HP molekülleri su ve oksijene parçalanıp ve kısa sürede perhidroksil serbest radikallerini oluşturur. Serbest radikallerin oksidatif gücü uzun zincirli ve koyu renkli kromofor molekülleriyle etkileşime girerek, onların daha küçük moleküllere ayrılmasını sağlar. Sonuçta daha az renkli ve difüzyona daha elverişli moleküller haline getirmiş olur (Fasanaro, 1992). Meydana gelen basit moleküller daha çok ışık yansıtabilirler, bu da dişin eskisinden daha açık renkli görünmesiyle sonuçlanır (R.E. Goldstein., 1995). Kromojenler kimyasal yapılarında konjuge çift bağlara sahip büyük organik bileşikler ve metal içeren bileşikler olmak üzere ikiye ayrılır. Metalik bileşiklerin ağartılması çok daha zordur; daha iyi estetik seçenekler restorasyonlarla mümkün olabilmektedir (Carey, 2014).

2.2.2. Beyazlatma Ajanlarının Kimyası

Estetik diş hekimliğinde, beyazlatma tedavisinde hidrojen peroksit ve türevlerini içeren aktif bileşenli ürünler yaygın olarak kullanılmaktadır (Dahl ve Pallesen, 2003). 1884'te Harlan, hidrojen dioksit adını verdiği hidrojen peroksit kullanımına ilişkin ilk raporu yayınlamıştır (Zaragoza, 1984). Hidrojen peroksit doğrudan uygulanabilir ya da karbamid peroksit veya sodyum perborattan kimyasal bir reaksiyonla üretilebilir (Budavari ve ark., 1989). Bu maddeler tek başına veya beraber kullanılabilirler. Hidrojen peroksit ile karbamid peroksit çoğunlukla vital beyazlatmada tercih edilir. Sodyum perborat ise devital beyazlatmada tercih edilmektedir (Kwon ve Wertz, 2015).

2.2.3. Beyazlatma Ajanları

2.2.3.1. Hidrojen peroksit

Renksiz bir sıvıdır, sudan daha viskozdur ve molar kütlesi 34,01 g/mol'dür. Suda yüksek oranda çözülerek asidik bir solüsyon oluşturur. Serbest radikaller, reaktif oksijen molekülleri ve anyonların oluşumu yoluyla güçlü bir oksitleyici ajan görevi görür (Y. Li, 2011). Diş hekimliğinde hidrojen peroksit % 5 ile % 40 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılır (Plotino ve ark., 2008).

2.2.3.2. Karbamid peroksit

Su ile temas ettiğinde oksijen açığa çıkaran beyaz kristalli bir katıdır. Beyazlatma için %10 ile %35 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılır (Kwon ve Wertz, 2015). % 10'luk bir karbamid peroksit çözeltisi, % 3.35 hidrojen peroksit ve % 6.65 üreye ayrılır. Ortaya çıkan hidrojen peroksit konsantrasyonu başlangıç karbamid peroksit konsantrasyonunun yaklaşık üçte birine denk gelmektedir (Van Benjamin Haywood, 1991). Üre, amonyak ile suya ayrılır ve amonyak çözeltinin pH'ını artırma eğilimindedir. Bu da beyazlatma reaksiyonunu kolaylaştırmaktadır. Bunun nedeni bazik solüsyonda HP'den serbest radikallerin oluşumu için gerekli aktivasyon enerjisinin düşük ve reaksiyon oranının yüksek olmasıdır (Dahl ve Pallesen, 2003; Minoux ve Serfaty, 2008). Karbamid peroksit ürünleri genellikle bir karbopol veya bir gliserin bazı içerir. Karbopol bazı, hidrojen peroksit salınımını yavaşlatır ve bu nedenle daha uzun bir süre boyunca etkili olmasını sağlar (Matis, 2000).

2.2.3.3. Sodyum perborat

Toz halinde bulunan beyaz, kokusuz, suda çözünür bir kimyasal bileşiktir. Beyazlatıcı olarak 1907'den beri kullanılmaktadır. Kuru halde stabil olmasına rağmen, asit, nem veya su varlığında, sodyum metaborat, hidrojen peroksit ve oksijen oluşturmak üzere parçalanır. Sodyum perboratın, oksijen içeriği bakımından farklılık gösteren ve dolayısıyla farklı beyazlatma etkinliği olan çeşitli biçimleri (monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat) vardır (Attin ve ark., 2003). Sodyum peroksoborata su eklenmesinden sonra H₂O₂ oluşur bu da çeşitli radikal ve iyonlara ayrışır.

2.2.4. Beyazlatma Jellerinin İÇeriği

Beyazlatma jelleri hem aktif hem de inaktif bileşenler içerir. Aktif bileşenler, hidrojen peroksit veya karbamid peroksit bileşiklerini içermektedir. Bununla birlikte, başlıca inaktif bileşenler arasında kıvamlaştırıcılar, taşıyıcılar, sürfaktan ve pigment dağıtıcı, koruyucu ve tatlandırıcılar yer almaktadır (Alqahtani, 2014).

Kıvam arttırıcı maddeler: Karbopol (karboksipolimetilen) malzemenin yoğunlaştırılmasında en yaygın kullanılan kıvamlaştırıcı bileşendir. Konsantrasyonu genellikle % 0,5 ile % 1,5 arasındadır. Bu yüksek moleküler ağırlıklı poliakrilik asit polimeri, iki temel avantaj sağlamaktadır. İlki, beyazlatıcı jelinin kalıpta daha iyi tutunmasına viskoziteyi arttırarak olanak tanır. İkincisi, beyazlatma ajanının aktif oksijen salma süresini 4 kata kadar artırır (Rodrigues ve ark., 2007).

Taşıyıcı: Gliserin ve propilen glikol, beyazlatma jellerinde en yaygın kullanılan taşıyıcıdır. Taşıyıcı nemi korur ve diğer bileşenin çözülmesine yardımcı olmaktadır.

Sürfaktan ve pigment dağıtıcı: Sürfaktan veya pigment dağıtıcı içeren jeller, olmayan jellerden daha etkilidir (Feinman ve ark., 1991). Sürfaktan ağartma maddesinin yayılmasına izin veren bir yüzey ıslatıcı olarak işlev görür. Ayrıca, pigmentleri süspansiyon halinde tutar.

Koruyucu: Metil, propilparaben ve sodyum benzoat, koruyucu maddeler olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Beyazlatıcı jelin bakteri üremesini önlemede etkilidir. Ayrıca, bu ajanlar demir, bakır ve magnezyum gibi geçiş metallerini serbest bırakarak hidrojen peroksidin reaksiyonunu hızlandırabilir (Alqahtani, 2014).

Potasyum nitrat (ağırlıkça %1-5) ve florid (ağırlıkça %0,1-1) diş hassasiyetini azaltmak için kullanılırken potasyum hidroksid (ağırlıkça %1-5) de beyazlatma jelinin pH'sını ayarlamak için kullanılır (Borges ve ark., 2014).

Aroma: Aromalar, beyazlatma jellerinin tadı için kullanılan maddelerdir. Nane, anason, sakkarin ve keklik üzümü gibi bir tatlandırıcılar bunlara örnek verilebilir (Alqahtani, 2014).

2.2.5 Diş Beyazlatma Yöntemleri

Diş beyazlatma, farklı ajanlar ile farklı konsantrasyon ve sürelerde, değişik şekillerde aktivasyon yöntemleri kullanılarak uygulanabilmektedir. Beyazlatma uygulaması temel olarak dişlerin vital ve devital olmasına göre ikiye ayrılmaktadır.

2.2.5.1. Vital Dişlerde Beyazlatma

Vital dişleri beyazlatmak için üç temel yaklaşım vardır. Bunlar hekim tarafından klinikte uygulanan (ofis tipi) beyazlatma, hekim kontrolünde evde hasta tarafından uygulanan (ev tipi) beyazlatma ve hekim gözetimi olmadan satılan ve hastalar tarafından uygulanan (over-the-counter) beyazlatma tedavileridir (Kihn, 2007). Ayrıca ev ve ofis tip beyazlatmanın birlikte yapıldığı kombine beyazlatma uygulamaları da yapılmaktadır.

2.2.5.1.1. Ofis Tipi Beyazlatma

Ofis tipi beyazlatmada yüksek konsantrasyonlarda (% 25-40) hidrojen peroksit kullanılır. Uygulama tamamen hekimin kontrolündedir ve istenen sonuca ulaşana kadar seanslara devam edilebilmektedir. Üretici firmaların önerileri doğrultusunda beyazlatma ajanı diş yüzeyine seansta 15 ila 60 dakika arasında uygulanmaktadır ve birkaç seanslık uygulamalarla daha etkili sonuçlara ulaşmak mümkün olmaktadır (Cavalli ve ark., 2004). Diş eti dokusunu korumak için rubber-dam ya da dişeti için özel olarak tasarlanmış ışıkla polimerize olan rezin içerikli dişeti bariyerleri kullanılması önerilir (Buchalla ve Attin, 2007).

Uygulamaların tamamen hekimin kontrolünde olması, yumuşak dokunun daha kısa süreli maruz kalma riski, malzemeyi yutma riskinin ortadan kalkması, aparey gerektirmemesi, hasta kooperasyonuna ihtiyacın azalması, tek diş renklenmelerinde kullanılabilmesi gibi avantajlara sahiptir (Buchalla ve Attin, 2007).

2.2.5.1.2. Ev Tipi Beyazlatma

Ev tipi beyazlatma, Haywood ve Heymann (1989) tarafından tanımlanmıştır. Uygulama için hastaya özel plakların hazırlanması gerekmektedir. Bu plağın içerisine hastanın kendisi tarafından beyazlatıcı jel konulup, ağıza yerleştirilmesi tavsiye edilir. Bu yumuşak plaklara rezervuar açılarak jelin dişlerle olan temasının artırılması

mümkündür. Tedavi hastaların kendileri tarafından yapılır, ancak randevular ile hekimler tarafından kontrol edilmelidir. Beyazlatıcı ajan olarak % 5-35 karbamid peroksit ya da % 2-10 hidrojen peroksit içeren jeller tedavide kullanılır. Üretici firmanın talimatlarına göre günlük 6 ila 8 saat arası kullanımı, 2-6 hafta süreyle hastaya önerilir (da Costa ve ark., 2010; Barry ve ark., 2017). Geceleri tükürük akış hızının azalması sebebiyle çoğunlukla hekimler tarafından tedavilerin yatarken uygulanması tavsiye edilmektedir.

Ev tipi beyazlatma uygulaması; klinikte geçen zamanın daha kısa olması, daha düşük maliyetli tedavi, diğer uygulamalara göre daha konservatif oluşu, hasta tarafından uygulanmasının kolay olması gibi avantajlara sahiptir. Bunun yanında tedavi süresinin uzayabilmesi ve hasta uyumuna bağlı olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Alqahtani, 2014).

Bazı hekimler tarafından muayenehanede % 35 konsantrasyonda hidrojen peroksit ile ofis tipi beyazlatma, ardından % 10, % 15 veya % 20 karbamid peroksit içeren jellerle evde beyazlatma tedavisiyle kombine uygulamalar tavsiye edilmiştir (Langsten ve ark., 2002).

2.2.5.1.3. Over-the-counter Beyazlatma

Diş hekimin kontrolü altında olmadan, eczane, market veya internet üzerinden satın alınıp hastanın kendisi tarafından uyguladığı beyazlatma işlemidir. Ulaşılması kolay ve maliyetin düşük olması hastalar arasında bu ürünlerin popülerliğini arttırmaktadır. Diş üzerine yapıştırılan bantlar, prefabrik plaklar, diş macunları, sakızlar, ağız gargaraları, diş üzerine sürülen cilalar gibi farklı ürünlerden oluşmaktadır. Bu ürünler, düşük konsantrasyonlarda (% 3-6) hidrojen peroksit veya karbamid peroksit içermektedir (Zantner ve ark., 2007). Kullanımının daha yaygın olması nedeniyle beyazlatıcı etkili diş macunlarına talep daha fazladır. Beyazlatıcı etkisi olduğunu iddia eden macunlar; aşırı abraziv partiküller, peroksitler gibi ağartıcı ajanlar ya da lekeleri çıkaran proteolitik enzimler içermektedir (Pamir ve ark., 2007).

2.2.5.2. Devital Dişlerde Beyazlatma

Devital beyazlatma tekniği, kanal tedavili dişlere uygulanmaktadır. Beyazlatma işleminin endike olabilmesi için dişin iyi bir kanal dolgusuna sahip olması

ve herhangi bir semptomunun bulunmaması istenir. Uygulama için %30-35'lik hidrojen peroksit jel ya da patlar kullanılmaktadır. İşlemden önce kök kanal dolgusu iyi bir sızdırmazlık sağlayacak bir materyal ile kapatılmalıdır. Bunun için rezin modifiye cam iyonmer siman önerilmektedir.

1961 yılında Spasser tarafından tanımlanan Walking Bleach Yöntemi'nde ise sodyum perborat ile su macun kıvamında karıştırılmış ve daha sonra giriş kavitesine yerleştirilmiştir. Bu yöntem sodyum perboratın hidrojen peroksit ile karıştırılması şeklinde modifiye edilmiştir (Nutting ve Poe, 1967).

Beyazlatmanın etkinliği daha çok ajanın uygulama süresiyle ilgilidir. Bu nedenle Walking Bleach Yöntemi ofiste devital diş beyazlatma yöntemine göre daha fazla tercih edilmektedir (Dietschi, 2006).

Beyazlatma uygulamasının ardından dişin restorasyonundan önce pulpa odasına 2 hafta kalsiyum hidroksit uygulanması tavsiye edilir. Bunun nedenleri, kompozit rezinin polimerizasyonu sırasında ortaya çıkan oksijen inhibisyonunun azaltılması, beyazlatma ajanının artırdığı dentin geçirgenliğini düzenlenmesi ve ortamda oluşan düşük pH'nın yükseltilmesidir (Demarco ve ark., 2001).

2.2.6. Çalışmada Kullanılan Beyazlatma Ajanları

2.2.6.1. Opalescence Boost™ PF % 40 Ofis Tipi Beyazlatma Ajanı

Opalescence Boost™ (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA) % 40 hidrojen peroksit içeren ofis tipi uygulama için üretilmiş beyazlatma jelidir. Aktivasyonu kimyasal olarak gerçekleşmektedir. Bu nedenle ışık kaynağı kullanımını gerektirmez. Kullanım öncesi iki ayrı hazneli şırınga şeklindedir. Bir haznede sodyum florür ve potasyum nitrat içerikli aktivatörü bulunurken, diğer haznesinde hidrojen peroksit bulunmaktadır. İşlem öncesinde özel karıştırma yöntemiyle şırıngalar arası aktarım yapılarak ürün tek şırıngada toplanıp kullanıma hazır hale getirilmektedir. Karıştırıldığında %1,1 florür ve %3 potasyum nitrat konsantrasyonu oluşturur. Seansta iki veya üç kez 20'şer dakikalık uygulama ile toplam 40-60 dakikalık bir tedavi süresi gerçekleştirilir. (Opalescence Boost. Erişim tarihi: 29.05.2021 <https://www.opalescence.com/products/opalescence-boost>)



Şekil 2.15. Opalescence Boost ofis tipi beyazlatma jeli

2.2.6.2. Opalescence PF % 16 Ev Tipi Beyazlatma Ajanı

Opalescence PF (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA) % 16 karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma uygulamasında kullanılan jellerden biridir. Jel içerisinde karbamid peroksite ek gliserin, su, ksilitol, PEG-6, sodyum hidroksit, karbomer, aroma, potasyum nitrat, EDTA ve sodyum florid bulundurur. Potasyum nitratla hassasiyeti minimuma indirger, floridle çürük önlemeye yardımcı olur. Kişiyeye özel hazırlanan plaklar ile 0,5 mm kalınlığında dişlerin bukkal yüzeyine uygulama yapılmaktadır. Üretici firma tarafından günde 4-6 saat, ortalama 2 haftalık bir tedavisi süresi tavsiye edilmektedir. (Opalescence PF. Erişim tarihi: 29.05.2021 <https://www.opalescence.com/products/opalescence-pf>).



Şekil 2.16. Opalescence PF % 16 ev tipi beyazlatma jeli

2.3. Yüzey Pürüzlülüğü

Bir materyalin üretilmesinin ardından, fiziksel özelliklerine de bağlı olarak yüzey dokusunda ince düzensizlikler meydana gelir. Bu durum yüzey pürüzlülüğü olarak tanımlanmaktadır. Yapılan restoratif ve protetik restorasyonlarda anatomik şekil ve kurvatürlerin taklit edilmesi dışında, pürüzsüz yüzeylerin elde edilmesi fonksiyon, estetik ve sağlık açısından istenen bir sonuçtur. Bitim ve polisaj işlemleri

ile restorasyonlara uygun bir kontur ile pürüzsüz bir yüzey sağlanabilmektedir (Türkün ve Türkün, 2004).

Pürüzlü yüzeyler daha düşük serbest yüzey enerjisine sahiptir. Restorasyonların yüzey pürüzlülüğü arttıkça bakteri adezyonu, plak akümüasyonu ve renklenme riski artmaktadır. (Borges ve ark., 2004). Ayrıca restorasyonların daha pürüzsüz olması, sürtünmenin azalmasını sağlar. Aşınma ve kırılma riski de azalmış olur. Pürüzlülükte artışın olması, meydana gelebilecek bu durumların sonucunda periodontal hastalık ve çürük gibi istenmeyen sonuçlara da yol açabilmektedir (Borges ve ark., 2004; Tholt ve ark., 2006).

Bu sebeplerden dolayı hastanın konforunu arttırmak, ağız hijyenine katkı sağlamak, restorasyonun estetiğini korumak ve klinik başarının devamlılığı için materyallerin yüzey pürüzlülüğünün en aza indirilmesi en önemli hususlardan biridir.

2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi

Yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için kullanılan farklı yöntemler vardır. Konvansiyonel ve lazer uçlu profilometreler kantitatif (sayısal) yöntemler iken tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) ve atomik kuvvet mikroskobu (AFM) kalitatif (nitel) yöntemlerdir (Kakaboura ve ark., 2007).

Profilometreler, yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde en sık kullanılan ölçüm araçlarıdır. Yüzey pürüzlülüğünü sayısal değerlere dönüştürürler. Pürüzlülüğünün birimi mikron (mikrometre) veya mikro inch'tir. İşlem yüzeye temas eden mekanik bir uç ya da ışık saçılımı yoluyla yapılmaktadır. Profilometreler, temaslı ve temassız olmak üzere ikiye ayrılır. Temassız profilometreler ise optik profilometre lazer ve interferometrik profilometre olarak iki alt gruba ayrılmıştır (Tekçe ve ark., 2018).

2.3.1.1. Temaslı (Kontakt) Profilometreler

Temaslı ölçümler, elmas yapıdaki mekanik bir ucun materyal yüzeyine temas etmesi ve yüzey üzerindeki hareketiyle yapılmaktadır. Bu ucun çapı 5-10 µm arasında değişir. Profilometreler kullanılarak elde edilen yüzey ölçüm değerleri Ra ve Rz'dir. Ra değeri, yüzeyin ortalama pürüzlülüğünün ölçümüdür. Rz değeri, yüzeydeki en yüksek ve en derin uçların arasındaki dikey mesafenin ölçümüdür. Ölçüm esnasında

materyal yüzeyinin farklı noktalarından doğrusal ölçümler yapılır ve bu değerlerin ortalaması alınarak sonuçlandırılır. Yapılan ölçümün doğru olabilmesi için materyalin yüzeyinin ölçüm yapılan düzleme paralel ve doğru konumlandırılması önemlidir (Wieland ve ark., 2001; Joniot ve ark., 2006). Sık kullanılan bir yöntem olsa da bazı dezavantajları bulunmaktadır. Ölçümün yalnızca belirli bir alanda doğrusal olarak yapılması, bazı alanların ölçümünün gözden kaçabilmesi, bu yöntem ile görüntü sağlanamaması, Sa değerlerini elde edememesi bunlardan sayılabilmektedir (Ward ve ark., 1995).



Şekil 2.17. Kontakt profilometre cihazı

2.3.1.2. Temassız (Non-kontakt) Profilometre

Temassız profilometreler optik profilometre olarak da adlandırılırlar. Bu cihazlarda, yüzey ölçümü yüzeye temas etmeden ışın demeti kullanılarak tüm yüzeyi kopya edebilecek şekilde yapılabilmektedir. Mekanik uç olmayışı ile temasın oluşturabileceği yüzey hasarı ortadan kalkmış olur.

Profilometre ölçümü ile nicel veriler ve yüzey pürüzlülük parametreleri değerlendirilmektedir. Bunlar; R_a ; pürüzlülük değerinin aritmetik ortalamasıdır. Yüzey pürüzlülüklerini değerlendirmek için en sık kullanılan parametrelerden biridir. R_a değeri, yüzeyde oluşan girinti ve çıkıntıların orta eksenin üzerinde ve altında kalan alanların aritmetik ortalamasını veren noktalar arası mesafe olarak tanımlanmaktadır (Ayad ve ark., 2009).

R_q ; yüzey pürüzlülük profiline karşılık gelen y-koordinatlarının kuadratik ortalama değeridir. Ölçülen alana dağılmış profil çıkıntılarındaki ve boşluklardaki standart sapmayı ifade eder ve yüzey profili hakkında istatistik olarak önemli bilgi sağlamaktadır.

R_z ; maksimum pürüzlülük derinliği ölçümüdür. Yüzeyde ölçülen pik noktaların ortalamasıdır.

Sa; Alansal pürüzlülüğün ortalamasıdır (Cehrelî ve ark., 2008; Ayad ve ark., 2009).



Şekil 2.18. Non-kontakt profilometre cihazı

2.3.1.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Taramalı Elektron Mikroskobu, çok küçük bir bölgeye odaklanıp yüksek enerjili elektronlar kullanılarak yüzeyin taranması şeklinde çalışmaktadır. Cihazdan yayılan elektronlar iletken bir yüzey ile etkileşime girer. Ardından ikincil elektronlar oluşur. Yüzeyden yayılan ikincil elektronların özel dedektörler tarafından algılanmasıyla görüntü oluşturulacak bilgisayar sistemine gönderilmektedir. Bu algılanan ikincil elektronlara bağlı olarak yüzeyin topografik farklılıkları, yapısı ve kompozisyonu hakkında bilgi edinilir (Bancroft ve Gamble, 2008). Cihazın görüntülenmesi istenen materyalin yoğun detay ve yüksek kaliteli çözünürlük ile 20-130.00 kat büyütebilme özellikleri vardır (Fischer ve ark., 2012).

Analiz öncesi porselen gibi iletken olmayan yüzeylerin görüntü kalitesini arttırmak için, yüzeylere altın-palladyum tozları ile kaplanma yapılmaktadır (Valandro ve ark., 2005). SEM ile yapılan yüzey analizleri, profilometre kullanılarak yapılan ölçümleri destekleyerek daha güvenilir sonuçlara ulaşılmasına katkı sağlar (Jefferies, 1998).



Şekil 2.18. Taramalı elektron mikroskobu

2.3.1.4. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

1980 yılında Binning ve Rohrer'in geliştirdiği Atomik Kuvvet Mikroskobu, çok yüksek çözünürlüğe sahip olan taramalı kuvvet mikroskobudur. İncelenecek örnekler kaplama gibi ön hazırlık gerektirmez (Verran ve ark., 2000). Nanometre boyutlarında bir uç ile yüzey taranmaktadır. AFM ile yapılan analizlerde, nanometre boyutlarında pürüzlülük verileri elde edilebilir, sağlanan veriler yardımıyla topografik görüntüler 3 boyutlu resimlere dönüştürülebilir. Tarama hızının nispeten düşük oluşu ve andırkatları iyi belirleyememesi bu yöntemin dezavantajlarından (Silikas ve ark., 1999; Verran ve ark., 2000).



Şekil 2.19. Atomik kuvvet mikroskobu

Bu çalışmanın amacı; protetik tedavide kullanılan güncel estetik CAD/CAM materyallerine farklı beyazlatma ajanlarının uygulanmasının ardından pürüzlülük değerlerine etkilerini değerlendirmektir. Çalışmamızın geçersiz hipotezi (H0): 'Beyazlatma ajanlarının güncel CAD/CAM materyallerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi olmayacaktır' yönündedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasının laboratuvar aşamaları Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı, Ordu Üniversitesi Merkezi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı ve Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda 5 farklı CAD/CAM rezin matriks seramik blok materyallerinin (Lava Ultimate, GC Cerasmart, Shofu Blok HC, Vita Enamic, Brilliant Crios) farklı beyazlatma işlemleri sonrasında yüzey pürüzlülüğüne olan etkisi incelenmiştir.

Çalışmamızda kullanılan materyaller Tablo 3.1'de, cihazlar Tablo 3.2'de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller

Materyal	İçerik	Üretici Firma
Lava Ultimate	Ağırlıkça %80 nanoseramik, silika nanopartikülleri (20nm), zirkonya nano partikülleri (4-11 nm), zirkonya silika nanokümelere	3M ESPE St Paul, MN, ABD
GC Cerasmart	Ağırlıkça %71 cam partiküller (SiO ₂), %29 polimer UDMA, DMA, Bis-MEPP	GC Corporation, Tokyo, Japonya
Shofu Blok HC	%61 silika tozu Silika, Zirkonyum silikat UDMA, TEGDMA	Shofu Dental Corporation, Kyoto, Japonya
Vita Enamic	Ağırlıkça Seramik %86 %58-63 SiO ₂ , %20-23 Al ₂ O ₃ , %9-11 Na ₂ O, %4-6 K ₂ O, B ₂ O ₃ , %0-1 ZrO ₂ , %0-1 CaO, Polimer%14 (UDMA,TEGDMA)	Vita Zahnfabrik, Bad Saeckingen, Almanya

Brilliant Crios	%70 cam partiküller ve silika(SiO ₂ < 20 µm) Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	Coltene, Altstätten,İsviçre
Opalescence BOOST	%40 Hidrojen peroksit, Potasyum nitrat ve florur	Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA
Opalescence PF	%16 Karbamid peroksit, Potasyum nitrat, florur ve ksilitol	Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA
Sof-Lex Polishing Spiral Wheel	Alüminyum oksit, Elmas aşındırıcılar	3M ESPE St.Paul, Minnesota,ABD
Coltene Diattech Shape Guard	Elmas aşındırıcı tanecikler	Coltene, Altstätten,İsviçre
Vita Enamic Polishing Set Clinical	Elmas partiküller	Vita Zahnfabrik,Bad Sackingen,Almanya
CeraMaster Finishing&Polishing Kit CA0125	Elmas partiküller içeren silikon yapı	Shofu Dental Corportaion, Kyoto, Japonya
CeraMaster Finishing&Polishing Kit CA0125C	Elmas partiküller içeren silikon yapı	Shofu Dental Corportaion, Kyoto, Japonya
Diapolisher Paste	Elmas dolduruculu	GC Corporation, Tokyo, Japonya

Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan cihazlar

Cihaz	Model	Üretici Firma
Hassas Kesme Cihazı	Microtome,Mecatome T180	Presi SA, Eybens,Fransa
Elmas Kesme Bıçağı	Dimos	Metkon,Bursa,Türkiye

Dijital Kumpas	Hogetex Digital Caliper	Enschede, Netherlands
Ultrasonik Temizleme Cihazı	Skymen Heatable Ultrasonic Cleaner JP-4820	Skymen,Shenzhen,Çin
İnkübatör	Incubator IN75	Memmert,Schwabach,Almanya
Profilometre	Perthometer M2	Mahr GmbH,Almanya
Taramalı Elektron Mikroskobu	SU 1510	Hitachi, ABD

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Yaptığımız çalışmada A2 rengindeki HT GC Cerasmart, Lava Ultimate, Shofu Blok HC, Brilliant Crios ve Vita Enamic bloklar kullanılmıştır. Örnekler, kullanılan elmas kesme diskinin (Dimos, Metkon, Bursa, Türkiye) kalınlığı da (0,5 mm) hesaplanarak 2,0 mm aralıklarla, su soğutması altında düşük hızda kesilerek (Microtome, Mecatome T180; Presi SA, Eybens,Fransa), her bir örnek 1,5 mm kalınlıkta olacak şekilde elde edilmiştir. Her materyalden, 23 adet örnek elde edilmiş ve bu şekilde toplamda 115 adet CAD/CAM blok örneği hazırlanmıştır.



Resim 3.1. Çalışmada kullanılan CAD/CAM bloklar



Resim 3.2. Çalışmada kullanılan hassas kesim cihazı



Resim 3.3. Hassas kesim cihazında örneklerin hazırlanması

Örneklerin kalınlıkları dijital kumpas (Hogetex Digital Caliper, Netherlands) ile kontrol edilerek 1,5 mm olduğu teyit edilmiştir. Örneklerin işlem uygulanacak yüzeyi, 600,800 ve 1000 gritlik silikon karbid (SiC) zımpara kağıdıyla (Atlas Brand, İngiltere) su altında 60 saniye boyunca zımparalanmıştır.



Resim 3.4. Örnek kalınlıklarının dijital mikrometre ile ölçülmesi

Hazırlanan örnekler ultrasonik temizleyicide (Skymen Heatable Ultrasonic Cleaner JP-4820, China) 5 dakika boyunca distile suda temizlenmiş ve ardından steril spançlar ile kurutulmuştur.



Resim 3.5. Çalışmada kullanılan ultrasonik temizleyici ve örneklerin ultrasonik cihazda temizlenmesi

Çalışmamızda kullanılan CAD/CAM bloklardan elde edilen örneklere, üretici firmaların talimatlarına uygun materyaller yardımıyla bitim ve polisaj işlemleri uygulanmıştır. Örneklerin ölçüm yapılacak yüzeyleri Sof-Lex Spiral Wheel, CeraMaster Finishing&Polishing Kit CA0125 ve CA0125C, Vita Enamic Polishing Clinical Set, Coltene Diatech Shape Guard cila sistemleri ile üretici firma önerilere uygun şekilde cilalanmıştır. Ardından tüm örneklerin işlem yapılacak yüzeyine keçe yardımıyla GC DiaPolisher elmas dolduruculu pat uygulanarak cila prosedürü tamamlanmıştır.



Resim 3.6. Lava Ultimate ve GC Cerasmart örneklerine uygulanan polisaj materyalleri (Sof-Lex)



Resim 3.7. Shof Blok HC örneklerine uygulanan polisaj materyalleri (CeraMaster)



Resim 3.8. Vita Enamic örneklerine uygulanan polisaj materyalleri (Vita Enamic Polishing Set)



Resim 3.9. Brilliant Crios örneklerine uygulanan polisaj materyalleri (Coltene Diatech)



Resim 3.10. Örneklerle uygulanan elmas doldurucu pat (GC Diapolisher pat) ve patın uygulandığı keçe

Tablo 3.3. Örneklerle uygulanan cila sistemleri

Materyal	Kullanılan Cila Sistemi
Lava Ultimate	Sof-Lex Spiral Wheel
GC Cerasmart	Sof-Lex Spiral Wheel
Shofu Blok HC	CeraMaster Finishing&Polishing Kit CA0125 ve CA0125C
Vita Enamic	Vita Enamic Polishing Clinical Set
Brilliant Crios	Coltene Diatech Shape Guard

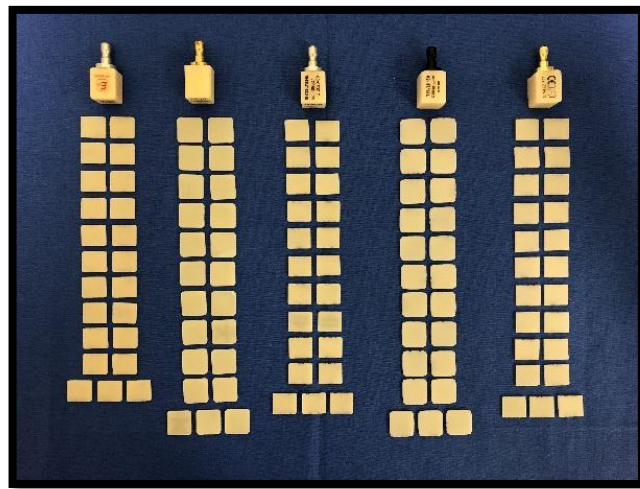
3.2. Çalışma gruplarının oluşturulması

Çalışmamızda kullanılan CAD/CAM bloklar Lava Ultimate, GC Cerasmart, Shofu Blok HC, Vita Enamic ve Brilliant Crios olmak üzere 5 ana gruba, materyallere uygulanan beyazlatma işlemlerine göre (ofis tipi beyazlatma ve ev tipi beyazlatma) ise 2 alt gruba ayrılmıştır (n=10). Toplamda 100 adet örnek gruplandırılmıştır. Gruplardaki örneklerin, işlem uygulanmayacak yüzeyinin sol üst köşesine materyalin tipi ve hangi örnek olduğunu belirtmek için sayısal bir kodlama yapılmıştır. Bu şekilde işlem öncesi ve sonrasında yapılacak olan yüzey pürüzlülük ölçümlerinin her bir örneğin kendisi için kaydedilmesi sağlanmıştır. Ayrıca her materyalden elde edilen

3'er adet örnekler de işlem öncesi, ofis tipi beyazlatma sonrası ve ev tipi beyazlatma sonrası olacak şekilde SEM incelemesi için hazırlanmıştır.

Tablo 3.4. Çalışma grupları

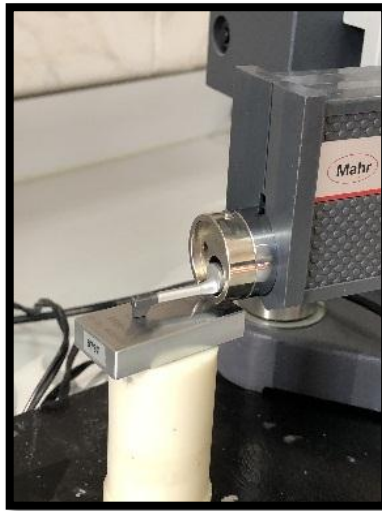
Lava Ultimate (n=20)+3 SEM	Opalescence BOOST (LU-O) (n=10)
	Opalescence PF (LU-H) (n=10)
GC Cerasmart (n=20)+3 SEM	Opalescence BOOST (CE-O) (n=10)
	Opalescence PF (CE-H) (n=10)
Shofu Blok HC (n=20)+3 SEM	Opalescence BOOST (SH-O) (n=10)
	Opalescence PF (SH-H) (n=10)
Vita Enamic (n=20)+3 SEM	Opalescence BOOST (EN-O) (n=10)
	Opalescence PF (EN-H) (n=10)
Brilliant Crios (n=20)+3 SEM	Opalescence BOOST (BR-O) (n=10)
	Opalescence PF (BR-H) (n=10)



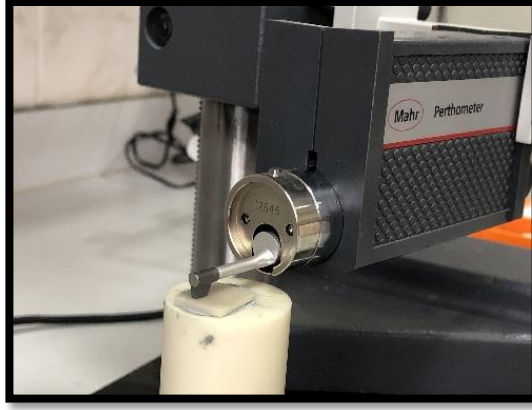
Resim 3.11. Örneklerin gruplandırılması

3.3. Örneklerin beyazlatma işlemi öncesi yüzey pürüzlülüklerinin ölçümü

Bitirme ve cila işlemleri tamamlanan CAD/CAM blok örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda Perthometer M2 (Mahr GmbH,Almanya) profilometre cihazı ile ölçülmüştür. Her grubun ölçümünden önce üretici firmanın referans örneği ile profilometre cihazı kalibre edilmiştir. Ölçüm uzunluğu 5,5 mm olacak şekilde ayarlanmış, n=5 ve cut off değeri 0,25 mm olarak belirlenmiştir. Bu değer, ölçüm yapılırken yüzeyin 0,25 mm aralıklarla bölünerek ölçümlerin yapılması anlamına gelmektedir. Yapılan ölçümün doğru olabilmesi için materyalin yüzeyinin ölçüm yapılan düzleme paralel ve doğru konumlandırılmasına dikkat edilmiştir. Her örnek için 3 farklı bölgeden ölçüm yapılarak değerlerin ortalaması alınıp ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerleri kaydedilmiştir.



Resim 3.12. Çalışmada kullanılan profilometre cihazı ve cihazın ölçüm öncesi kalibrasyonu



Resim 3.13. Örneklerin yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi

3.4. Örnekler yapay yaşlandırma işlemi uygulanması

Çalışmada kullanılan örnekler, pürüzlülük ölçümünün ardından hidrolik yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Örnekler Ordu Üniversitesi Merkezi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan inkübatör cihazında (Incubator IN75 Memmert, Schwabach, Almanya) sıcaklığı 37°C'ye sabitleyip, distile su içerisinde 3 gün bekletilmiştir.



Resim 3.14. Çalışmada kullanılan inkübatör cihazı



Resim 3.15. Örneklerin inkübatör cihazında 37°C distile suda bekletilmesi

3.5. Örneklerle beyazlatma işleminin uygulanması

Yaşlandırma işleminin ardından örnekler iki farklı beyazlatma işlemi uygulanmak üzere gruplara ayrılmıştır. Opalescence BOOST (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA) ve Opalescence PF (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA) beyazlatma ajanları oluşturulan gruplara üretici firmanın önerdiği uygulama prosedürlerine göre uygulanmıştır.

Çalışmamızda yapılan beyazlatma işlemleri, 14 günlük bir uygulama prosedürünü içermektedir. Ofis tipi beyazlatma ajanı olan Opalescence BOOST, 1. ve 7. günlerde yapılan her seansta 20’şer dakikalık 2 uygulama sonucunda toplamda 80 dakika uygulanmıştır. Ev tipi beyazlatma ajanı olan Opalescence PF, 14 gün boyunca günde bir defa 6 saatlik uygulama sonucunda toplamda 84 saat uygulanmıştır.

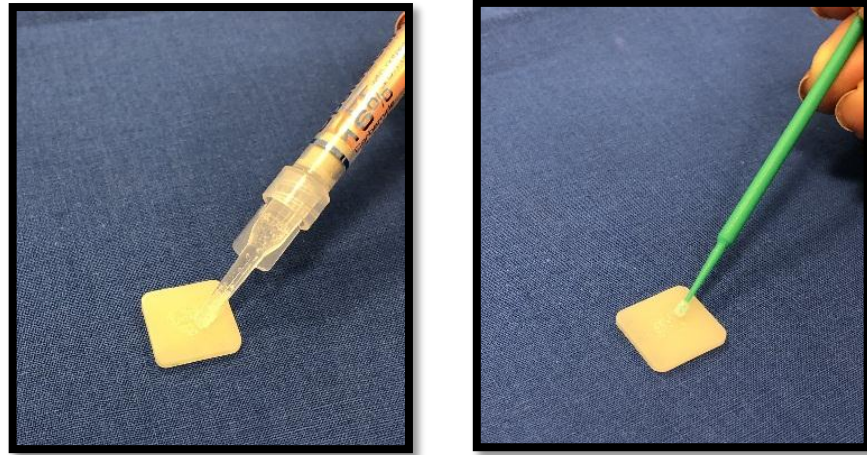
Tablo 3.5. Beyazlatma teknikleri, içerikleri ve uygulama süreleri

Teknik	İçerik	Uygulama Süresi
Ofis tipi beyazlatma (Opalescence BOOST)	%40 Hidrojen peroksit, Potasyum nitrat, florür	20 dakika,4 defa
Ev tipi beyazlatma (Opalescence PF)	% 16 Karmabid peroksit, Potasyum nitrat, florür,ksilitol	6 saat, 14 gün



Resim 3.16. Çalışmada kullanılan ofis (4x1,2 ml) ve ev tipi (4x1,2 ml) beyazlatma jelleri

Opalescence BOOST ve Opalescence PF, beyazlatma jellerinin bulunduğu şırıngalar ile örneklerin cilalanan yüzeyine bir pamuk uygulayıcı vasıtasıyla eşit miktarlarda olacak şekilde uygulanmış ve düzgün bir şekilde yayılmıştır. Uygulanan beyazlatma jelinin kalınlığı yaklaşık 0,5 mm olarak ayarlanmıştır. Örnekler beyazlatma jeline maruz kaldıkları sürelerde ağız kapalı steril kaplarda bekletilmiştir. Günlük beyazlatma işleminden sonra örnekler 1 dakika distile su ile temizlenip, kurutulmuş ve bir sonraki uygulamaya kadar yenilenmiş distile su içerisinde bekletilmiştir. 14. günün sonunda örnekler yüzey pürüzlülük ölçümleri için hazırlanmıştır.



Resim 3.17. Örneklerin cilalı yüzeyine ev tipi beyazlatma jelinin uygulanması



Resim 3.18. Örneklerin cilalı yüzeyine ofis tipi beyazlatma jelinin uygulanması

3.6. Örneklerin beyazlatma işlemi sonrası yüzey pürüzlülüklerinin ölçümü

Beyazlatma işlemlerinin ardından örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin ölçümü beyazlatma prosedürünün bitiminden sonraki gün işlem öncesinde yapılan aşamalarla birebir olarak tekrarlanmıştır.

3.7. Sem Analizi

SEM analizi için her materyalden 3'er adet örnek hazırlanmıştır. İnceleme öncesi daha kaliteli görüntü elde edebilmek için örnek yüzeylerine altın kaplama yapılmıştır. İncelenecek örnekler gruplara ayrılarak metal tabla üzerine yerleştirilmiştir. x1000 büyütme altında beyazlatma işlemi öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülük değişimleri incelenmiştir.



Resim 3.19. Çalışmada kullanılan taramalı elektron mikroskobu



Resim 3.20. Hazırlanan örneklere altın kaplama uygulanması

3.8. Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi

Verilerin istatistiksel analizi, SPSS 20 (SPSS Inc; Chicago, ABD) programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk Testi ile değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılım göstermesi nedeniyle, gruplar arasındaki farklılık tekrarlı ölçümler varyans analizi (Repeated Measure ANOVA) testi kullanılarak belirlenmiştir. Tekrarlı ölçümler varyans analizi sonucunda görülen farklılığın hangi gruplar arasında gerçekleştiği post-hoc Tukey çoklu karşılaştırma testi ve Bonferroni düzeltmesi ile değerlendirilmiştir. Sonuçların $p < 0.05$ önem seviyesinde anlamlı olduğu kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamızda kullanılan CAD/CAM materyallerinin beyazlatma işlemi uygulama öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğünün ortalama ve standart sapma değerleri Ra için gösterilmiştir.

4.1. CAD/CAM Materyallerinin İşlem Öncesi ve Sonrası Gruplara Göre Elde Edilen Ra Değerleri

Tablo 4.1. Lava Ultimate örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra, μm)

Lava Ultimate	Ev Tipi Beyazlatma Öncesi	Ev Tipi Beyazlatma Sonrası	Ofis Tipi Beyazlatma Öncesi	Ofis Tipi Beyazlatma Sonrası
LU-1	0,09	0,12	0,14	0,13
LU-2	0,11	0,14	0,11	0,15
LU-3	0,12	0,13	0,15	0,18
LU-4	0,16	0,14	0,15	0,15
LU-5	0,15	0,16	0,13	0,15
LU-6	0,14	0,13	0,13	0,13
LU-7	0,20	0,18	0,12	0,12
LU-8	0,13	0,12	0,12	0,12
LU-9	0,08	0,09	0,13	0,13
LU-10	0,12	0,11	0,16	0,16
Ortalama	0,13	0,14	0,13	0,15

Tablo 4.2. GC Cerasmart örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra, μm)

GC Cerasmart	Ev Tipi Beyazlatma Öncesi	Ev Tipi Beyazlatma Sonrası	Ofis Tipi Beyazlatma Öncesi	Ofis Tipi Beyazlatma Sonrası
CE-1	0,11	0,11	0,14	0,15
CE-2	0,15	0,15	0,11	0,13
CE-3	0,16	0,16	0,13	0,15
CE-4	0,16	0,15	0,16	0,15
CE-5	0,10	0,11	0,15	0,15
CE-6	0,19	0,18	0,17	0,15
CE-7	0,14	0,14	0,11	0,10
CE-8	0,13	0,14	0,15	0,13
CE-9	0,09	0,11	0,12	0,10
CE-10	0,17	0,17	0,11	0,10
Ortalama	0,15	0,15	0,14	0,14

Tablo 4.3. Shofu Blok HC örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra, μm)

Shofu Blok HC	Ev Tipi Beyazlatma Öncesi	Ev Tipi Beyazlatma Sonrası	Ofis Tipi Beyazlatma Öncesi	Ofis Tipi Beyazlatma Sonrası
SH-1	0,28	0,34	0,36	0,46
SH-2	0,34	0,52	0,46	0,49
SH-3	0,35	0,43	0,43	0,53
SH-4	0,40	0,48	0,56	0,52
SH-5	0,36	0,42	0,38	0,50
SH-6	0,35	0,48	0,34	0,58
SH-7	0,44	0,60	0,39	0,39
SH-8	0,43	0,40	0,33	0,34
SH-9	0,39	0,41	0,48	0,56
SH-10	0,40	0,50	0,41	0,55
Ortalama	0,38	0,46	0,42	0,50

Tablo 4.4. Vita Enamic örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra, μm)

Vita Enamic	Ev Tipi Beyazlatma Öncesi	Ev Tipi Beyazlatma Sonrası	Ofis Tipi Beyazlatma Öncesi	Ofis Tipi Beyazlatma Sonrası
EN-1	0,31	0,29	0,33	0,35
EN-2	0,26	0,29	0,30	0,30
EN-3	0,33	0,31	0,34	0,33
EN-4	0,31	0,26	0,28	0,30
EN-5	0,32	0,32	0,26	0,28
EN-6	0,24	0,26	0,26	0,27
EN-7	0,29	0,28	0,29	0,27
EN-8	0,30	0,26	0,28	0,26
EN-9	0,26	0,25	0,26	0,26
EN-10	0,25	0,27	0,25	0,26
Ortalama	0,29	0,29	0,29	0,29

Tablo 4.5. Brilliant Crios örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (Ra, μm)

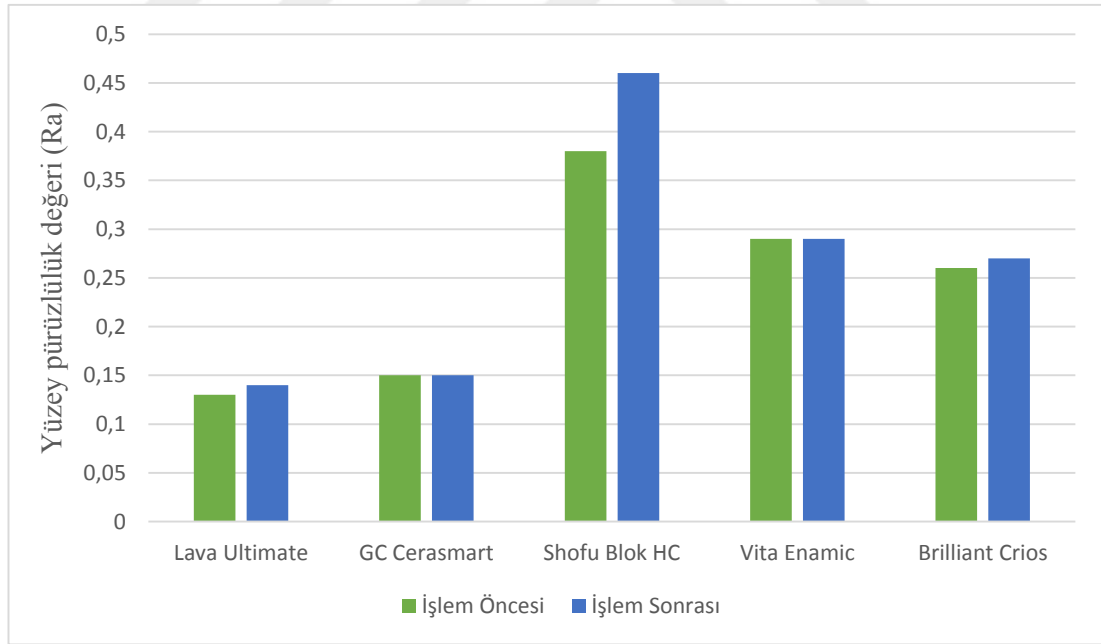
Brilliant Crios	Ev Tipi Beyazlatma Öncesi	Ev Tipi Beyazlatma Sonrası	Ofis Tipi Beyazlatma Öncesi	Ofis Tipi Beyazlatma Sonrası
BR-1	0,24	0,31	0,26	0,30
BR-2	0,27	0,23	0,31	0,34
BR-3	0,27	0,28	0,26	0,29
BR-4	0,24	0,24	0,25	0,28
BR-5	0,24	0,29	0,28	0,32
BR-6	0,29	0,27	0,31	0,34
BR-7	0,24	0,21	0,27	0,31
BR-8	0,29	0,28	0,24	0,27
BR-9	0,27	0,27	0,22	0,26
BR-10	0,19	0,25	0,21	0,24
Ortalama	0,26	0,27	0,26	0,29

Tablo 4.6. Yüzey pürüzlülük verilerine ait ortalama \pm standart sapma değerleri (Ra) ve Tukey karşılaştırma testi sonuçları (Ra)

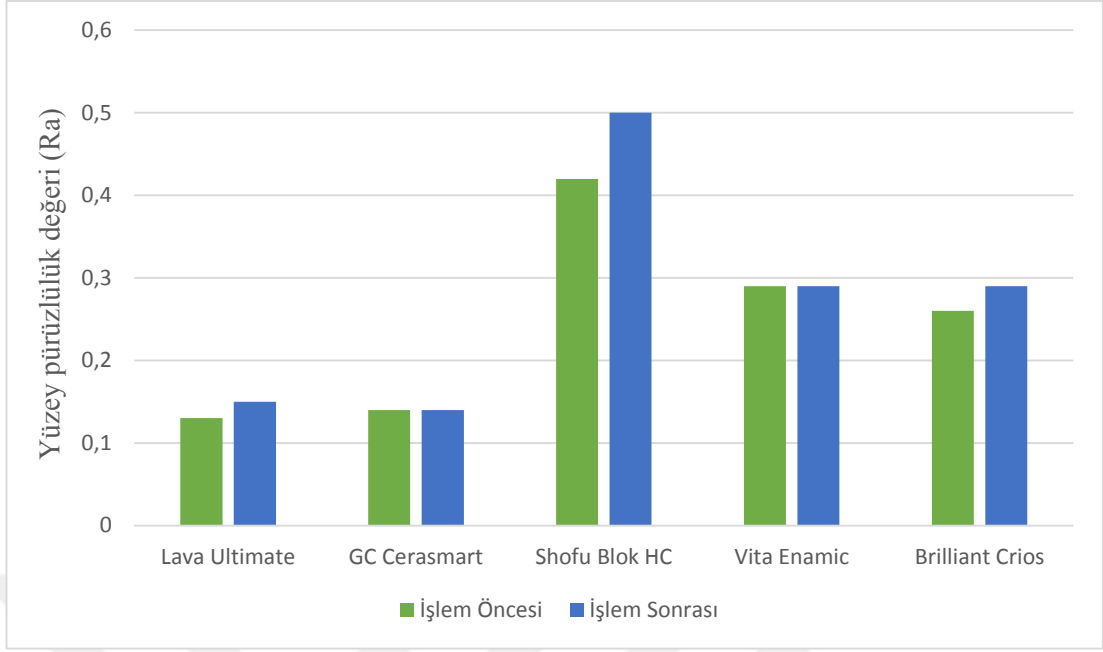
	Ev tipi(H)		Ofis tipi(O)	
	İşlem öncesi	İşlem sonrası	İşlem öncesi	İşlem sonrası
LU	0,13 \pm 0,03 ^{Aa}	0,14 \pm 0,02 ^{Ab}	0,13 \pm 0,02 ^{Aa}	0,15 \pm 0,02 ^{Ab}
CE	0,15 \pm 0,03 ^{Aa}	0,15 \pm 0,03 ^{Aa}	0,14 \pm 0,02 ^{Aa}	0,14 \pm 0,02 ^{Aa}
SH	0,38 \pm 0,05 ^{Ba}	0,46 \pm 0,07 ^{Bb}	0,42 \pm 0,07 ^{Ba}	0,50 \pm 0,08 ^{Bb}
EN	0,29 \pm 0,03 ^{Ca}	0,29 \pm 0,02 ^{Ca}	0,29 \pm 0,03 ^{Ca}	0,29 \pm 0,03 ^{Ca}
BR	0,26 \pm 0,03 ^{Ca}	0,27 \pm 0,03 ^{Cb}	0,26 \pm 0,07 ^{Ca}	0,29 \pm 0,08 ^{Cc}

Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler, istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir ($p < 0,05$).

Yapılan yüzey pürüzlülük (Ra) ölçümlerinde en düşük ortalama değerler Lava Ultimate ve GC Cerasmart materyallerinde ölçülmüş, bunları sırasıyla Brilliant Crios, Vita Enamic, Shofu Blok HC materyalleri takip etmiştir.



Şekil 4.1. CAD/CAM materyallerinin ev tipi beyazlatma işlemi sonrası yüzey pürüzlülük değişimlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.2. CAD/CAM materyallerinin ofis tipi beyazlatma işlemi sonrası yüzey pürüzlülük değişimlerinin karşılaştırılması

Materyaller arası işlem öncesi ev tipi beyazlatma gruplarından en düşük değerlere sahip olan Lava Ultimate ($0,13\pm 0,03$) ve GC Cerasmart ($0,15\pm 0,03$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0,05$), bu materyallerin diğer üç farklı materyalle arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Brilliant Crios ($0,26\pm 0,03$) ve Vita Enamic ($0,29\pm 0,03$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0,005$), bu materyaller ile Shofu Blok HC ($0,38\pm 0,05$) materyali arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

Materyaller arası işlem öncesi ofis tipi beyazlatma gruplarından Lava Ultimate ($0,13\pm 0,02$) ve GC Cerasmart ($0,14\pm 0,02$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0,05$), bu materyallerin diğer üç farklı materyalle arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Brilliant Crios ($0,26\pm 0,07$) ve Vita Enamic ($0,29\pm 0,03$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0,005$), bu materyaller ile Shofu Blok HC ($0,42\pm 0,07$) materyali arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

Materyaller arası işlem sonrası ev tipi beyazlatma gruplarından en düşük değerlere sahip olan Lava Ultimate (0,14±0,02) ve GC Cerasmart (0,15±0,03) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0,05$), bu materyallerin diğer üç farklı materyalle arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Brilliant Crios (0,27±0,03) ve Vita Enamic (0,29±0,02) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0,005$), bu materyaller ile Shofu Blok HC (0,46±0,07) materyali arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

Materyaller arası işlem sonrası ofis tipi beyazlatma gruplarından Lava Ultimate (0,15±0,02) ve GC Cerasmart (0,14±0,02) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0,05$), bu materyallerin diğer üç farklı materyalle arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Brilliant Crios (0,26±0,07) ve Vita Enamic (0,29±0,03) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p>0,005$), bu materyaller ile Shofu Blok HC (0,50±0,08) materyali arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

Yapılan test sonuçlarına göre CAD/CAM materyalleri kendi içinde değerlendirildiğinde;

Lava Ultimate materyali için;

İşlem öncesi ve sonrası arasındaki zamana bağlı değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,034$). Materyallere yapılan beyazlatma işlemi yüzeyde değişiklik oluşturmuştur. Materyale uygulanan beyazlatma tipinin zamana bağlı değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,247$), bu da her iki beyazlatma tipi de materyal yüzeyinde pürüzlülük artışı meydana getirmiş anlamına gelmektedir. Her iki beyazlatma tipinin de materyalin yüzey pürüzlülüğünde meydana getirdiği artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Materyallerde meydana gelen yüzey pürüzlülük artışında iki beyazlatma tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p=0,643$).

GC Cerasmart materyali için;

İşlem öncesi ve sonrası arasındaki zamana bağlı değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,065$). Materyallere yapılan beyazlatma işlemi yüzeyde hafif düzeyde değişiklik oluşturmuştur. Materyale uygulanan beyazlatma tipinin zamana bağlı değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,197$). Her iki beyazlatma tipi de materyal yüzeyinde pürüzlülükte hafif düzeyde azalma meydana getirmiştir. Her iki beyazlatma tipinin de materyalin yüzey pürüzlülüğünde meydana getirdiği azalışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Materyallerde meydana gelen yüzey pürüzlülük azalışında iki beyazlatma tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p=0,904$).

Shofu Blok HC materyali için;

İşlem öncesi ve sonrası arasındaki zamana bağlı değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,000$). Materyallere yapılan beyazlatma işlemi yüzeyde değişiklik oluşturmuştur. Materyale uygulanan beyazlatma tipinin zamana bağlı değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,876$), bu da her iki beyazlatma tipi de materyal yüzeyinde pürüzlülük artışı meydana getirmiş demektir. Her iki beyazlatma tipinin de materyalin yüzey pürüzlülüğünde meydana getirdiği artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Materyallerde meydana gelen yüzey pürüzlülük artışında iki beyazlatma tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p=0,172$).

Vita Enamic materyali için;

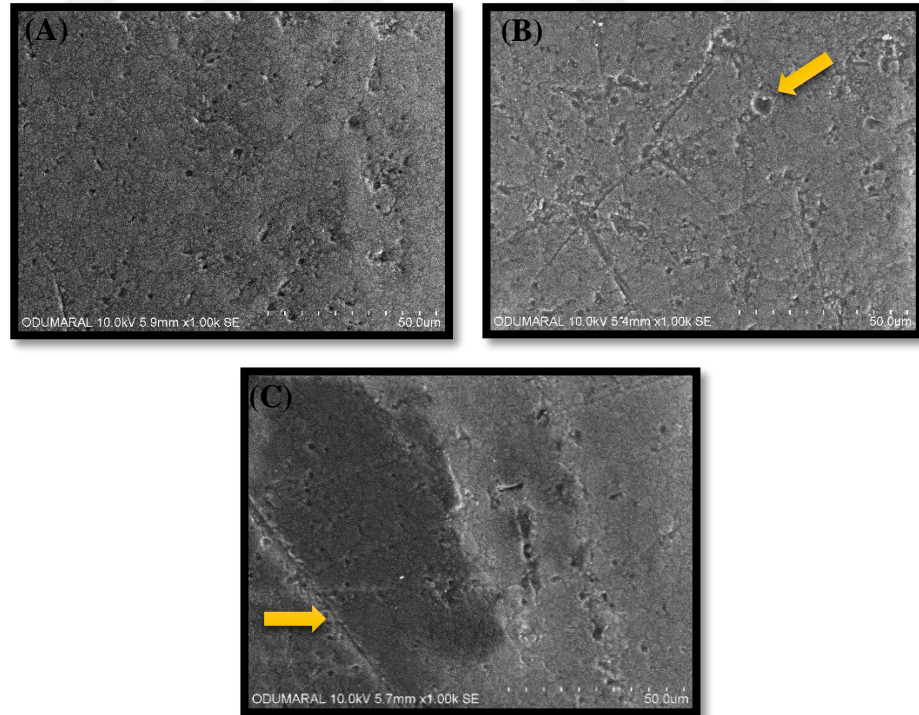
İşlem öncesi ve sonrası arasındaki zamana bağlı değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,566$). Materyallere yapılan beyazlatma işlemi yüzeyde hafif düzeyde değişiklik oluşturmuştur. Materyale uygulanan beyazlatma tipinin zamana bağlı değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=0,299$), bu da her iki beyazlatma tipi de materyal yüzeyinde hafif derecede pürüzlülük artışı meydana getirmiş demektir. Her iki beyazlatma tipinin de materyalin yüzey pürüzlülüğünde meydana getirdiği artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Materyallerde meydana gelen yüzey pürüzlülük artışında iki

beyazlatma tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (p=0,821).

Brilliant Crios materyali için;

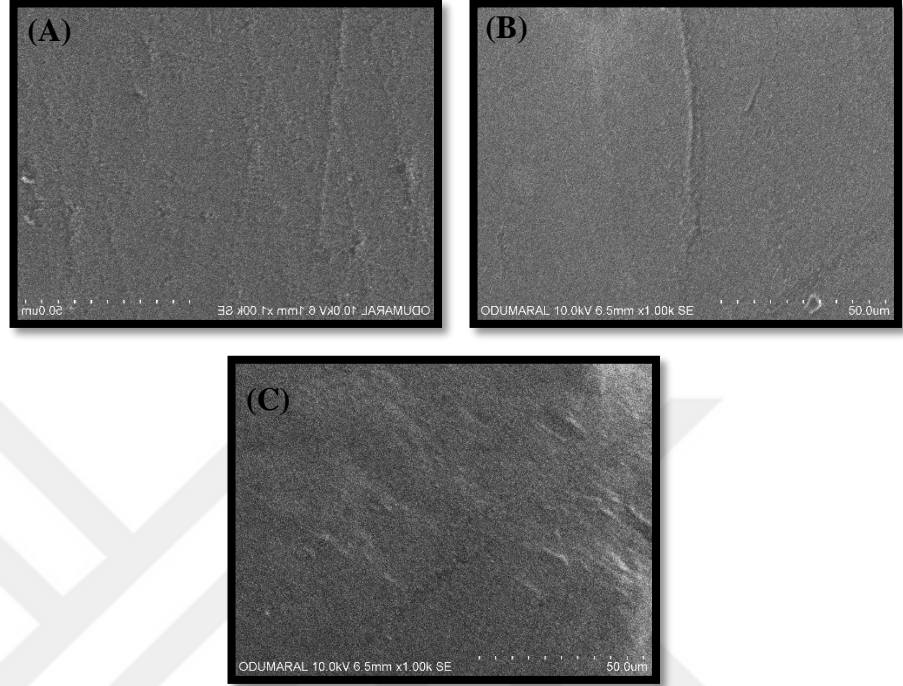
İşlem öncesi ve sonrası arasındaki zamana bağlı değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,041). Materyallere yapılan beyazlatma işlemi yüzeyde değişiklik oluşturmuştur. Materyale uygulanan beyazlatma tipinin zamana bağlı değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p=0,250), bu da her iki beyazlatma tipi de materyal yüzeyinde pürüzlülük artışı meydana getirmiş demektir. Her iki beyazlatma tipinin de materyalin yüzey pürüzlülüğünde meydana getirdiği artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (p>0,05). Materyallerde meydana gelen yüzey pürüzlülük artışında iki beyazlatma tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür (p=0,018). Ofis tipi beyazlatma işlemi, ev tipi beyazlatma işlemine göre materyalin yüzey pürüzlülüğünde daha fazla artış meydana getirmiştir.

4.2. SEM Analizi Bulguları



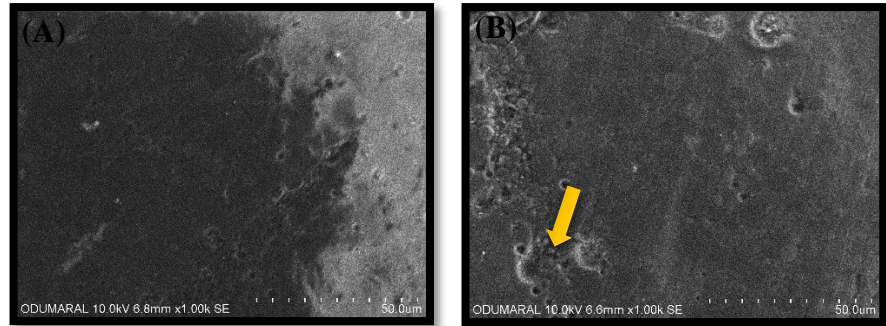
Resim 4.1. Lava Ultimate işlem öncesi (A), % 16 karbamid peroksit uygulanmış yüzey (B), %40 hidrojen peroksit uygulanmış yüzey (C)

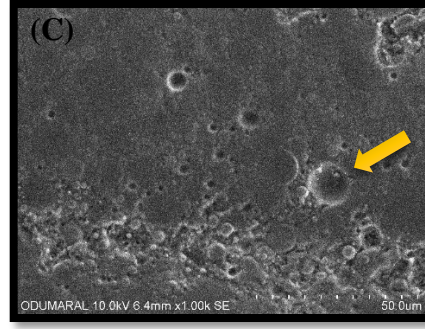
Lava Ultimate materyalinden alınan SEM görüntülerinde, ev ve ofis tipi beyazlatma işlemlerinin uygulanmasının ardından işlem öncesi yüzey görüntüsüne göre yüzeyde çizgilenme ve çukurlaşma alanları gözlemlenmiştir.



Resim 4.2. GC Cerasmart işlem öncesi (A), % 16 karbamid peroksit uygulanmış yüzey (B), %40 hidrojen peroksit uygulanmış yüzey (C)

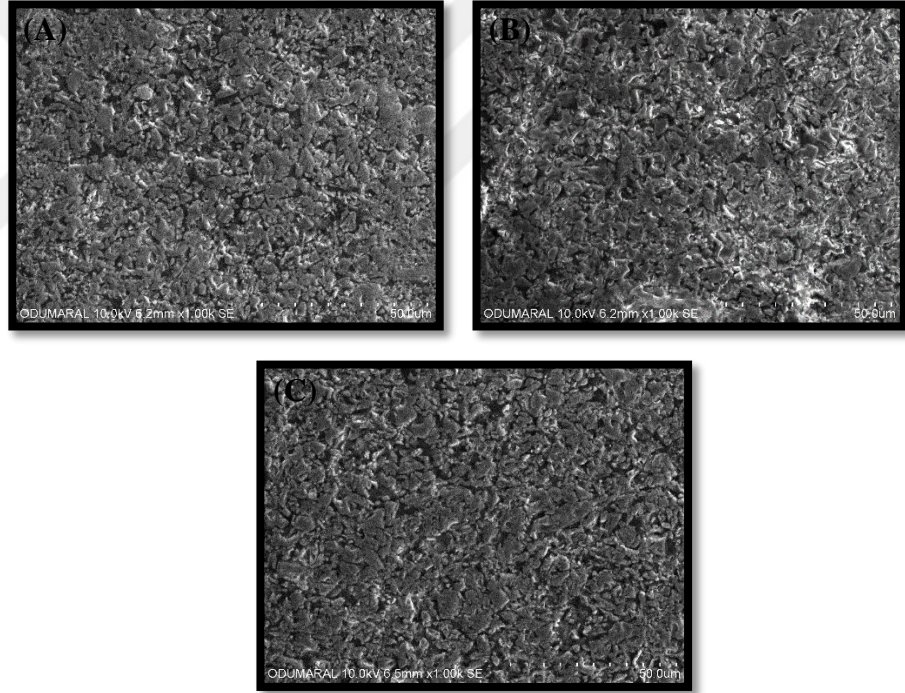
GC Cerasmart materyalinden alınan SEM görüntülerinde, ev ve ofis tipi beyazlatma işlemlerinin uygulanmasının ardından işlem öncesi yüzey görüntüsüne göre değişiklikler gözlemlenmemiştir.





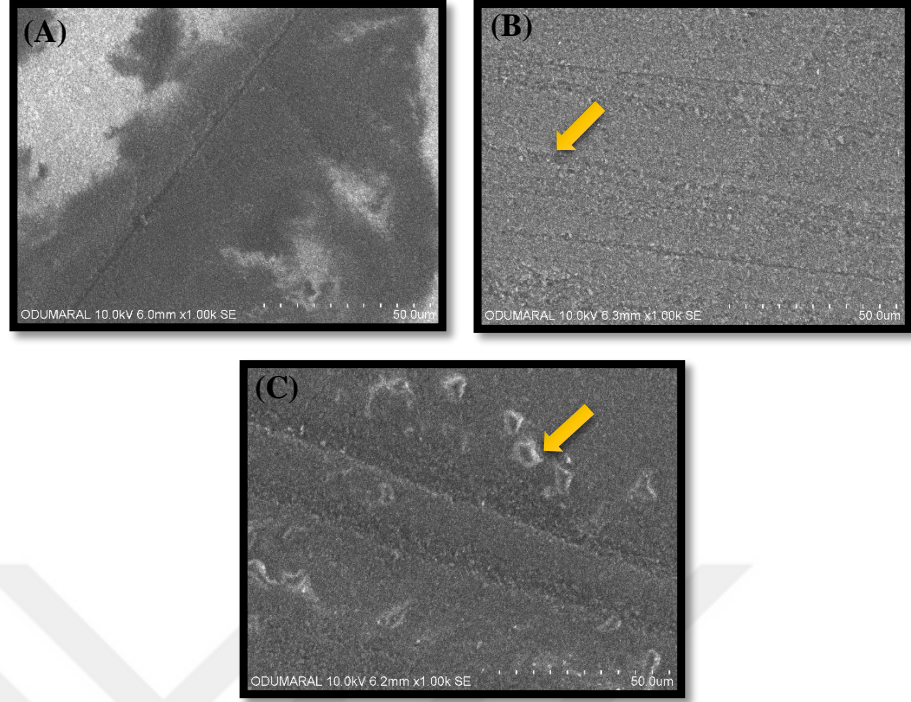
Resim 4.3. Shofu Blok HC işlem öncesi (A), % 16 karbamid peroksit uygulanmış yüzey (B), %40 hidrojen peroksit uygulanmış yüzey (C)

Shofu Blok HC materyalinden alınan SEM görüntülerinde, ev ve ofis tipi beyazlatma işlemlerinin uygulanmasının ardından işlem öncesi yüzey görüntüsüne göre çukur benzeri alanlarda derinleşme ve sayıca artış olduğu gözlemlenmiştir.



Resim 4.4. Vita Enamic işlem öncesi (A), % 16 karbamid peroksit uygulanmış yüzey (B), %40 hidrojen peroksit uygulanmış yüzey (C)

Vita Enamic materyalinden alınan SEM görüntülerinde, ev ve ofis tipi beyazlatma işlemlerinin uygulanmasının ardından işlem öncesi yüzey görüntüsüne göre değişiklikler gözlemlenmemiştir.



Resim 4.5. Brilliant Crios işlem öncesi (A), % 16 karbamid peroksit uygulanmış yüzey (B), %40 hidrojen peroksit uygulanmış yüzey (C)

Brilliant Crios materyalinden alınan SEM görüntülerinde, ev tipi beyazlatma işleminin uygulanmasının ardından işlem öncesi yüzey görüntüsüne göre yüzeyde çizgilenme benzeri görüntüler olduğu, ofis tipi beyazlatma işleminin uygulanmasının ardından ise çizgilenme ve çukur benzeri alanlar olduğu gözlemlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda, protetik tedavide kullanılan güncel estetik CAD/CAM bloklarından Lava Ultimate, GC Cerasmart, Shofu Blok HC, Vita Enamic ve Brilliant Crios materyallerine %40 hidrojen peroksit içerikli ofis tipi beyazlatma ve %16 karbamid peroksit içerikli ev tipi beyazlatma işleminin uygulamasının materyallerin yüzey pürüzlülük değerlerine etkileri incelenmiştir.

Elde edilen çalışma bulgularına göre; ofis ve ev tipi beyazlatma işleminin uygulanmasının ardından çalışmada kullanılan CAD/CAM bloklarından Lava Ultimate, Shofu Blok HC ve Brilliant Crios materyallerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüzey pürüzlülüğünde artış olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). GC Cerasmart ve Vita Enamic materyallerinde ise ofis ve ev tipi beyazlatma işleminin uygulanmasının ardından yüzey pürüzlülüğünde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik görülmemiştir ($p > 0,05$).

Pürüzlülük artışı görülen bloklar arasında yalnızca Brilliant Crios materyalinde ofis tipi beyazlatmanın ev tipi beyazlatmaya göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde pürüzlülük artışına neden olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Lava Ultimate ve Shofu Blok HC materyallerinde beyazlatma işlemi sonrası meydana gelen yüzey pürüzlülük artışında ofis ve ev tipi beyazlatma arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Bu bulgulara göre; ‘Beyazlatma ajanlarının güncel CAD/CAM materyallerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi yoktur’ yönündeki çalışmanın sıfır hipotezi (H_0) reddedilmiştir.

Son yıllarda hastaların diş restorasyonları için yüksek estetik beklentilere sahip olmaları hekimlerin sıklıkla metal desteksiz tam seramik restorasyonlara yönelmesine neden olmuştur. Restorasyonlar geleneksel üretim metodları haricinde CAD/CAM sistemler ile de üretilmektedir (Ersu ve ark., 2008). Bununla birlikte CAD/CAM teknolojisinde meydana gelen gelişmelerle, bu tip restorasyonların üretimi için farklı materyal seçenekleri piyasaya sunulmuştur (Pop-Ciutnila ve ark., 2016). Bu güncel estetik CAD/CAM materyallerini cam seramikler, rezin matris seramikler ve kompozit rezinler oluşturmaktadır (Conejo et al., 2017).

Seramikler, kimyasal stabiliteleri sayesinde iyi düzeyde mekanik ve optik özellikler barındırır. Bu materyaller mükemmel biyouyumluluğa sahiptir. Yüksek bükülme direnci ve elastik modülü gösterirler. Ancak bu özelliklerinden kaynaklı seramikler gelen yükü absorbe edemezler, daha kırılğan bir yapı gösterirler. Seramik materyalinin tamirleri de zordur. (Nguyen ve ark., 2014 ; Awada ve Nathanson, 2015). Bu dezavantajlara karşın kompozit materyaller ile daha kolay çalışabilmesi ve tamir imkanlarının oluşu bu materyallere avantaj kazandırır. Bunlar dışında tedavinin işlem süresi seramik restorasyonlara göre daha kısa, bitim ve polisaj işlemleri daha kolaydır. Aynı zamanda kompozitler düşük aşındırma ve gelişmiş bükülme direncine sahiptirler (Saba ve ark., 2017; Quek ve ark., 2018).

Seramik ve kompozit materyallerinin farklı avantajlarını bir arada barındıran yeni geliştirilmiş hibrit materyaller günümüzde sıklıkla kullanım alanı bulmaktadır. Yeni geliştirilen ve endüstriyel olarak üretilen rezin matriks seramikler, yüksek oranda inorganik seramik partikülleri ile doldurulmuş organik matriks yapı içerirler (Gracis ve ark., 2015).

CAD/CAM bloklar daha homojen bir yapıya sahip olup, uygun laboratuvar şartları altında polimerizasyonu gerçekleştirilip üretildiği için diğer restoratif seçeneklere göre klinik kullanımda daha başarılı olabileceği yapılan çalışmalarda belirtilmektedir (Hickel ve Manhart, 2001; Manhart ve ark., 2004; Della Bona ve ark., 2014; Stawarczyk et al., 2016; Al-Harbi et al., 2017).

Araştırmacılar güncel estetik CAD/CAM materyallerinin cam seramiklere alternatif olabileceğini çalışmaları sonucunda belirtmişlerdir (Della Bona ve ark., 2014; Shembish ve ark., 2016; Al-Harbi ve ark., 2017). Stawarczyk ve ark. (2016), yüksek yoğunlukta polimer içerikli CAD/CAM materyallerinden hazırlanan restorasyonların klinik kullanımının uzun vadede başarılı olabileceğini rapor etmişlerdir. Mörmann ve ark. (2013), estetik CAD/CAM bloklardan Vita Enamic ve Lava Ultimate materyallerinin, diş mine yapısına benzer mekanik özelliklere sahip olduklarını belirtmişlerdir. Della Bona ve ark. (2014), polimer infiltre ağ seramiğini kullanarak yaptıkları çalışmalarında bu materyalin seramik ve kompozit materyalleri arasında mekanik özelliklere sahip olduğunu bulmuşlardır.

Estetik diş hekimliğinin popöler uygulamalarından biri de diş beyazlatma işlemidir. Son yıllarda hastaların estetik kaygılarla diş beyazlatma işlemine merakı ve talebi artmaktadır (Kihn, 2007). Beyazlatma işleminde hidrojen peroksit ve türevlerini içeren aktif bileşenli ürünler sıklıkla kullanılmaktadır. Hidrojen peroksit doğrudan uygulanabilir veya bir dizi reaksiyon sonucu karbamid peroksitten üretilebilir (Dahl ve Pallesen, 2003).

Farklı beyazlatma yöntemleri olmasına karşın hepsinde ortak bir kimyasal reaksiyonla işlem gerçekleşir. Okside edici gücü yüksek olan hidrojen peroksit; reaktif oksijen moleküllerinin, hidrojen peroksit anyonlarının ve serbest radikallerin üretilmesini sağlayıp pigment moleküllerinin kimyasal bozulmasını sağlar. Bu olaylar oksidasyon-redüksiyon reaksiyonları ile gerçekleşir (Silva Costa ve ark., 2009).

Beyazlatma işleminde en sık kullanılan ajan hidrojen peroksit olmasına rağmen karbamid peroksitin ulaşılabilirliğinin ve kullanımının kolaylığı, ekonomik ve güvenli oluşu, başarılı sonuçlar göstermesi gibi avantajları sayesinde ev tipi beyazlatma tedavisinde kullanımına olan talebi arttırmıştır (Greenwall, 2001; Berga Caballero ve ark.,2006; Joiner, 2006).

Attin ve ark. (2004), ev tipi beyazlatma işleminde düşük konsantrasyonlu hidrojen peroksit ajanını günde 4-8 saat, 2-4 haftalık süreyle uygulanmasını tavsiye etmişlerdir. Boushell ve ark. (2012), ev tipi beyazlatma uygulamalarının 10-17 yıllık takip çalışmalarında minimum düzeyde yan etki gösterdiklerini söylemişler, sonuçlarının tatmin edici düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. % 10-15 arasında değişen oranlara sahip karbamid peroksit içerikli beyazlatma jellerinin ev tipi beyazlatmada en çok kullanım alanına sahip ürünler olarak kabul edilmişlerdir (Polydorou ve ark., 2007). Beyazlatma işleminde kullanılan bu ajanların güvenilir ve etkili oldukları literatürde çalışmalarla desteklenmektedir (de Freitas ve ark., 2002; Berga Caballero ve ark., 2006).

Beyazlatma tedavisi yapılacak hastalarda daha önceden yapılmış protetik restorasyonlarla karşılaşılabilir. Beyazlatma ajanları güçlü okside edici özelliklerinden dolayı ağız içerisindeki restoratif materyallerde farklı fiziksel, mekanik ve optik değişiklikler meydana getirebilmektedir (Polydorou ve ark., 2007). Oksidasyon sonucu açığa çıkan bileşikler, rezin matriks içeriğindeki karbon bağlarını

etkiler. Aynı zamanda rezin matris ve doldurucu bileşenlerini bağlayan silana etki ederek materyallerin yapısal ve yüzey özelliklerinde değişiklikler meydana getirir (Briso ve ark., 2010).

CAD/CAM ile üretilmiş seramik ve kompozit materyallerinin özelliklerini bir arada bulunduran estetik hibrit materyallere beyazlatma ajanlarının etkileri hakkında literatürde daha sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bundan hareketle bu tez çalışmamızda, beyazlatma tedavisinde sıklıkla kullanılan hidrojen peroksit ve karbamid peroksit ajanlarının, protetik restorasyonların yapımında gün geçtikçe estetik ve mekanik özellikleriyle popülerliği artan farklı içeriklere sahip rezin nanoseramik (Lava Ultimate), esnek nanoseramik (GC Cerasmart), hibrit seramik (Shofu Blok HC), polimer infiltre ağ seramiği (Vita Enamic) ve güçlendirilmiş kompozit (Brilliant Crios) CAD/CAM bloklarının kullanılması tercih edilmiştir.

Literatürde beyazlatma ajanlarından hidrojen peroksit ve karbamid peroksitin restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne etkisini birlikte değerlendiren farklı çalışmalar bulunmaktadır (Polydorou ve ark., 2006; Dogan ve ark., 2008; Yıkılğan ve ark., 2017; Karakaya ve Cengiz-Yanardağ, 2020).

Çalışmalarda çoğunlukla ofis tipi beyazlatma için %35-%40 hidrojen peroksit içerikli ajanlar tercih edilirken (Qasim ve ark., 2016; Karakaya & Cengiz, 2017), ev tipi beyazlatma ajanı olarak %10-%16 karbamid peroksit içerikli ajanlar tercih edilmiştir (Turker ve Biskin, 2003; Butler ve ark., 2004; Basting ve ark., 2005; Ourique ve ark., 2011). Kullanılan beyazlatma tipine göre uygulama seansları ve süreleri değişikliklik göstermektedir.

Yıkılğan ve ark. (2017), ofis tipi (%38 HP) beyazlatma işlemini örneklerine seansta günde 40 dakika 2 gün şeklinde, ev tipi (%10 KP) beyazlatma işlemini günde 8 saat 14 gün boyunca uygulamıştır. Yine benzer şekilde Karakaya ve Cengiz-Yanardağ (2020), ev tipi (%16 KP) beyazlatma işlemini günde 3 saat toplam 14 gün boyunca örneklerine uygulamıştır.

Bu sebeplerle yaptığımız çalışmada, literatürde sıklıkla tercih edilen ve üretici firmalarının önerilerine uygun olacak şekilde ofis tipi olarak %40 hidrojen peroksit içerikli Opalescence Boost™ PF(Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA) jelini 20x2 dakikalık 2'şer seanstan toplam 80 dakika ve ev tipi olarak %16 karbamid

peroksit içerikli Opalescence PF (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA) jelini günde 6 saat toplam 14 gün boyunca uygulanmıştır.

Beyazlatma ajanlarının, kompozit ve seramik gibi restoratif materyallerin özellikleri üzerine olan etkileri ile ilgili literatürde farklı çalışmalar bulunmaktadır (Moraes ve ark., 2006; Li ve ark., 2009; Ourique ve ark., 2011; Mourouzis ve ark., 2013; Klaric Sever ve ark., 2016).

El-Murr ve ark. (2011), yaptıkları derlemelerinde cam iyonomer, kompomer, kompozit rezin, amalgam ve seramik gibi birçok restoratif materyalin beyazlatma işlemi uygulaması sonrası fiziksel özelliklerini değerlendirmişler ve restoratif materyalin türüne göre fiziksel özelliklerinin de farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Wattanapayungkul ve Yap (2003) yaptıkları çalışmalarında beyazlatma ajanlarının restoratif materyaller ve dişler üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Beyazlatma işlemi için %35 hidrojen peroksit (Opalescence Xtra) ve %35 karbamid peroksit (Opalescence Quick) kullanmışlardır. Ofis tipi beyazlatma işleminin kompozitlerin, kompomerlerin ve rezin modifiye cam iyonomer materyallerin yüzeyleri üzerinde olumsuz bir etki oluşturmadığını belirtmişlerdir.

Silva ve ark. (2006) yaptıkları çalışmalarında sodyum perkarbonat ve hidrojen peroksit beyazlatma ajanlarının amalgam, anterior-posterior kompozit, cam iyonomer ve porselen üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Beyazlatma tedavisi yapılacak olan dişlerde önceden mevcut restorasyonların beyazlatma işleminden olumsuz yönde etkilenmeyeceğini belirtmişlerdir.

Yapılan restoratif ve protetik restorasyonların klinik başarısını belirleyen önemli unsurlardan biri de yüzeyinin pürüzsüz olmasıdır (Ionescu ve ark., 2015). Anatomik şekil ve kurvatürlerin benzetilmesi haricinde, pürüzsüz yüzeylerin elde edilmesi fonksiyon, estetik ve sağlık açısından istenen bir sonuçtur (Türkün ve Türkün, 2004).

Jager ve ark (2000), seramik materyalinin yüzey pürüzlülüğü ile dayanıklılığı arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş, daha pürüzsüz yüzeye sahip olan seramik materyalinin daha dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir.

Restorasyonların yüzey pürüzlülüğü arttıkça bakteri adezyonu, plak akümülyasyonu ve renklenme riski artmaktadır. (Borges ve ark., 2004). Ayrıca restorasyonların daha pürüzsüz olması, sürtünmeyi azaltır, aşınma ve kırılma riski de azalır. Pürüzlülükte artışın olması, meydana gelebilecek bu durumların sonucunda periodontal hastalık ve çürük gibi istenmeyen sonuçlara da yol açabilmektedir (Borges ve ark., 2004; Tholt ve ark., 2006).

Materyalin inorganik ve organik doldurucu miktarı, bitim ve polisaj materyallerinin gren büyüklüğü, abrazyonun tipi, partikül boyutu, sertliği ve şekli yüzey özelliklerine etki eden faktörlerdendir. Ayrıca işlem yapılırken uygulanan basınç ve uygulama süresi de yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir (Sasahara ve ark., 2006).

Restorasyon üretiminde son aşama olan bitirme ve cila işlemlerinin uygun ve doğru olarak gerçekleştirilmesi klinik olarak restorasyonda yaşanabilecek olumsuzlukların önüne geçmektedir. Piyasada birçok çeşit bitirme ve cila sistemleri bulunmaktadır (Costa ve ark., 2007). Elmas/karbid frezler, kauçuk esaslı disk ve tekerlekler, abrazyon emdirilmiş disk ve stripler, polisaj patları, silikon karbid fırçalar ve likit cilalar bunlara örnek olarak verilebilir (Attar, 2007; Uctasli ve ark., 2007).

Stoll ve ark (1996), çalışmalarında farklı seramik restorasyonlarda pürüzsüz bir yüzey oluşturabilmek için tek bir polisaj yöntemini yerine farklı seramiklerde farklı polisaj yöntemlerinin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda kullanılan estetik hibrit bloklardan elde edilen örneklerin beyazlatma işlemi uygulanacak yüzeyleri benzer çalışmalarda (Karakaya ve Cengiz, 2017; Tinastepe ve ark., 2021) yapıldığı gibi ilk önce sırasıyla 600, 800 ve 1000 grenli silikon karbid zımpara kağıdıyla zımparalanmıştır. Ardından her blok örneğinin kendi üretici firmasının önerisine uygun materyalleri içeren setleri (Sof-Lex Spiral Wheel, CeraMaster Finishing&Polishing Kit CA0125 ve CA0125C, Vita Enamic Polishing Clinical Set, Coltene Diatech Shape Guard) yardımıyla bitim ve polisaj işlemi tamamlanmıştır. Böylelikle örneklerde ağız ortamında kullanıma uygun cilalı yüzeyler elde edilmiştir.

Ağız içerisindeki dişler ve restorasyonlar sürekli olarak okluzal kuvvet, ısı ve pH değişimlerine maruz kalırlar. Materyallerin maruz kaldığı bu değişiklikler ve

yapısal bozukluklar, klinik araştırmaların çoğunlukla uzun sürmesi ve yüksek maliyetli olması sebebiyle laboratuvar ortamında gerçekleştirmeyi sağlayan in vitro yaşlandırma prosedürleri ile taklit edilebilmektedir (Gale ve Darvell, 1999; Cavalcanti ve ark., 2007; Morresi ve ark., 2014). Yöntem olarak suda bekletme ile yaşlandırma, termal siklus ve mekanik siklus yöntemleri kullanılmaktadır (Drummond, 2008; Morresi ve ark., 2014).

Al-Harbi ve ark. (2017), yaptıkları çalışmalarında CAD/CAM bloklardan rezin nanoseramiğin (Lava Ultimate) yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği üzerindeki mekanik siklus, termal siklus ve suda bekletme yöntemlerinin etkisini değerlendirmişler. Örneklerden suda bekletme grupları termostatik olarak ayarlanmış inkübatör cihazında 37°C'de 3, 6 ve 9 aylık periyotlarla bekletilmiştir. Yapılan üç yöntemden yalnızca 9 ay suda bekletilen grupta yüzey pürüzlülüğünde kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde artış meydana geldiğini bulmuşlardır. Bunu polimerlerin arasına absorbe olan suyun molekülleri birbirinden uzaklaştırması ve hareketli hale getirmesi aynı zamanda su moleküllerinden gelen hidrojen atomları, cam matriksin oksit açıyla zamanla reaksiyona girerek silika ve oksijen atomları arasında kısmi bağın kopmasına neden olarak camsı yapıyı zayıflatması sonucu ortaya çıktığı şeklinde açıklamışlardır.

Beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini değerlendiren birçok çalışmada, in vitro yaşlandırma yöntemi olarak suda bekletme işleminin (37 °C distile suda bekletme) uygulanmışdır. Polydorou ve ark., (2006), Wattanapayungkul ve Yap, (2003), Yıkılğan ve ark., (2017) ve Karakaya ve Cengiz-Yanardag, (2020) yaptıkları çalışmalarında örneklerini 37 °C'lik distile suda 24 saat bekletme yöntemini uygulamışlardır. Uygulamanın kolay ve kısa süreli olması suda bekletme yönteminin sıklıkla tercih edilme nedenlerindedir.

Bu sebeplerden yaptığımız çalışmada beyazlatma işleminin uygulanmadan önce örnekler 72 saat boyunca 37°C'ye ayarlı inkübatör cihazında distile su içerisinde bekletilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü konvansiyonel ve lazer uçlu profilometreler, taramalı elektron mikroskobu ve atomik kuvvet mikroskobu gibi farklı yöntemlerle ölçülebilmektedir (Kakaboura ve ark., 2007). Konvansiyonel profilometreler yapılan

çalışmalarda yüzey pürüzlülüğü ölçümü için sıklıkla kullanılmaktadır (Yap ve Wattanapayungkul, 2002; Rodrigues ve ark., 2017; Yikilgan ve ark., 2017). Bu yöntem ile kantitatif (nicel) veriler elde edilmektedir. Yüzey pürüzlülüğünün tanımlanmasında kullanılan ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri Ra olarak ifade edilmektedir. Dental alanda yüzey pürüzlülüğü ölçümüne yönelik yapılan çalışmalarda Ra değerinin materyalin yüzeyinin tamamını tanımlamadığı, yalnızca ortalama bir pürüzlülük parametresi olduğu ifade edilmektedir (Al-Nawas ve ark., 2001).

Yapılan bir çalışmada (Joniot ve ark., 2006), farklı restoratif materyallerin mekanik ve optik profilometre ile yüzey pürüzlülükleri değerlendirilmiş, mekanik profilometre ile yapılan ölçümün ciladan kaynaklı pürüzlülüğü, optik profilometre ile yapılan ölçümün ise materyalin yapısından dolayı olan pürüzlülüğü ölçmeye yatkın olduğunu belirtmişlerdir.

Ulaşılabilirlik ve kullanım kolaylığı nedeniyle çalışmamızda konvansiyonel temaslı profilometre cihazıyla (Perthometer M2, Mahr GmbH, Almanya) örneklerin her birinden üçer ölçüm yapılıp ortalamaları alınarak yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) hesaplanmıştır.

Plak retansiyonu ve biyofilm birikimi için kritik olan, klinik olarak kabul edilebilir yüzey pürüzlülük değerini literatürde 0,2 µm olarak belirten çalışmalar mevcuttur (El-Murr ve ark., 2011; Ionescu ve ark., 2015). Yapılan farklı çalışmalarda ise belirtilen bu durum gözlenmemiştir (Al-Wahadni, 2006; Tholt ve ark., 2006).

Kritik Ra değeri için literatürde ortak bir fikir olmamasına rağmen bu değerin üzerinde Ra değerlerinin sahip bir restorasyonun estetik ve dayanıklılığının azalması söz konusu olduğu belirtilmiştir (Kakaboura ve ark., 2007; Heintze ve ark., 2010). Yapılan bir çalışmada (Chung, 1994) 1 µm'den daha düşük Ra değerlerinin göz ile algılanamadığı belirtilirken, başka bir çalışmada (Jones ve ark., 2004) hastanın diliyle algılayabileceği yüzey pürüzlülük değerinin 0,25-0,50 µm aralığında olup dil ile algılanabilecek maksimum pürüzlülük değerinin 0,5 µm olduğunu belirtilmiştir.

Yaptığımız çalışmada, % 16 karbamid peroksit içerikli ev tipi ve % 40 hidrojen peroksit içerikli ofis tipi beyazlatma işlemlerinin, Lava Ultimate materyalinde meydana gelen yüzey pürüzlülüğü artışının anlamlı olduğu ($p<0,05$) ve klinik olarak

kabul edilebilir Ra değerlerine (sırasıyla Ra değerleri; 0,14 ve 0,15) sahip oldukları tespit edilmiştir.

GC Cerasmart materyalinde meydana gelen yüzey pürüzlülüğü değişikliğinin anlamlı olmadığı ($p>0,05$) ve klinik olarak kabul edilebilir Ra değerlerine (sırasıyla Ra değerleri; 0,15 ve 0,14) sahip oldukları sonucu bulunmuştur.

Shofu Blok HC materyalinde meydana gelen yüzey pürüzlülüğü artışının anlamlı olduğu ($p<0,05$) ve klinik olarak kabul edilebilir Ra değerlerinden yüksek Ra değerleri (sırasıyla Ra değerleri; 0,46 ve 0,50) gösterdiği bulunmuştur. Bu materyalin başlangıç yüzey pürüzlülük değerleri de (sırasıyla Ra değerleri; 0,38 ve 0,42) klinik olarak kabul edilebilir değerden yüksek bulunmuştur.

Vita Enamic materyalinde meydana gelen yüzey pürüzlülüğü değişikliğinin anlamlı olmadığı ($p>0,05$) ve klinik olarak kabul edilebilir Ra değerlerinden yüksek Ra değerlerine (sırasıyla Ra değerleri; 0,29 ve 0,29) sahip olduğu görülmüştür. Bu materyalin başlangıç yüzey pürüzlülük değerleri de (sırasıyla Ra değerleri; 0,29 ve 0,29) klinik olarak kabul edilebilir değerden yüksek bulunmuştur.

Brilliant Crios materyalinde meydana gelen yüzey pürüzlülüğü değişikliğinin anlamlı olduğu ($p<0,05$) ve klinik olarak kabul edilebilir Ra değerlerinden yüksek Ra değerleri (sırasıyla Ra değerleri; 0,27 ve 0,29) elde edilmiştir. Bu materyalin başlangıç yüzey pürüzlülük değerleri de (sırasıyla Ra değerleri; 0,26 ve 0,26) klinik olarak kabul edilebilir değerden yüksek bulunmuştur.

Markoviç ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, cam iyonomer siman ve iki tip kompozite % 16 karbamid peroksit, % 22 karbamid peroksit ve % 38 hidrojen peroksit uygulamışlar ve materyallerin yüzey pürüzlülüklerini optik profilometre yardımıyla değerlendirmişlerdir. Materyallerin hepsinde yüzey pürüzlülüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu bulmuşlardır ($p<0,05$). Başlangıç ve beyazlatma işlemi sonrasında Ra değerleri hidrojen peroksit grubu hariç klinik eşik değerinin altında olsa da en yüksek Ra değerleri cam iyonomer siman materyalinde gözlenmiştir. Araştırmacılar bu sonucu materyallerin başlangıçtaki pürüzlülük değerleriyle de ilişkilendirmişlerdir. Daha pürüzlü yüzeyler beyazlatma ajanı ile daha çok temas alanı bulacağından ajan ile daha fazla etkileşime girebileceğini iddia etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada Shofu Blok HC materyalinde beyazlatma işleminin yüzey pürüzlülüğünde

anlamli düzeyde artisa sebep olduğu, aynı zamanda hem başlangıç (0,38-0,42) hem de beyazlatma sonrası (0,46-0,50) Ra değerleri en yüksek olan materyal olarak bulunmuştur.

Ourique ve ark. (2011), iki farklı ev tipi beyazlatma ajanının seramiklerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini incelemiştir. IPS Classic (Ivoclar-Vivadent) ve IPS d.Sign (Ivoclar-Vivadent) seramik örneklerine % 10 karbamid peroksit içerikli beyazlatma ajanı 21 gün boyunca günde 6 saat olacak şekilde uygulanmıştır. Hazırlanan örneklerin beyazlatma işleminden önce ve 18., 42., 84. ve 126. saatlerde yüzey pürüzlülük değerlerinin ölçümü yapılmıştır. Çalışmada zaman ve konsantrasyondan bağımsız olarak kontrol grubu ile beyazlatma işlemi uygulanmış seramik yüzeyler arasında yüzey pürüzlülüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bulguları sonucunda ev tipi beyazlatma ajanlarının seramik yüzeylerde herhangi bir değişiklik oluşturmayacağını ifade etmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada kullanılan ev tipi beyazlatma ajanının uygulandığı gruplardan rezin içeriği yüksek olan bloklardan Lava Ultimate, Shofu Blok HC ve Brilliant Crios materyallerinin yüzey pürüzlülüğünde anlamlı düzeyde artış olan materyaller bulunmuştur. Yapılan çalışmadan (Ourique ve ark., 2011) farklı olarak hazırladığımız örneklerin rezin içerikli seramik materyallerden meydana gelmesi bu duruma etkili olmuş olabilir. Beyazlatma işleminin seramik ve rezin içerikli materyallerde farklı yüzey değişikliklerine neden olabileceği veya seramik materyallerin beyazlatma işlemine olan dayanıklılığının rezin içerikli materyallerden daha fazla olduğu sonucunu çıkarabiliriz.

Cengiz ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada, 5 farklı kompozit materyallerinden (Reflexions XLS, Grandio, Gradia Direct, Clearfil Majesty Esthetic, Ceram-X Mono) hazırlanan bir gruba günde 60 dakika 14 gün boyunca %10 hidrojen peroksit içerikli beyazlatma jelini uygularken, diğer gruba günde 8 saat 14 gün boyunca %10 karbamid peroksit içerikli beyazlatma jelini uygulamışlardır. Materyallerin 14 gün sonunda yüzey pürüzlülük değerlendirmesini profilometre ve taramalı elektron mikroskobu yardımıyla gerçekleştirmişlerdir. Her iki beyazlatma ajanının da materyallerin yüzey pürüzlülüklerinde anlamlı düzeyde artışa sebep olduğunu bulmuşlardır. Beyazlatma ajanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir

farklılık bulunmamıştır. Materyallerden 4 kompozitin (RFX; KP: 0,68 ve HP: 0,50 ; GRN; KP: 0,25 ve HP : 0,27 ; GRD; KP : 0,19 ve HP : 0,26 ; CME; KP : 0,47 ve HP : 0,38) yüzey pürüzlülük değeri (Ra) eşik değer olan 0,2 µm'yi geçmiştir.

Yaptığımız çalışmada Lava Ultimate, Shofu Blok HC ve Brilliant Crios materyallerinde işlem sonrası yüzey pürüzlülük değişiminde anlamlı düzeyde artış olduğu, Shofu Blok HC (ev tipi: 0,46 ve ofis tipi: 0,50) ve Brilliant Crios (ev tipi: 0,27 ve ofis tip: 0,29) materyallerinin eşik değerden yüksek pürüzlülük değerleri gösterdiği bulunmuştur. Yapılan çalışmadan farklı olarak çalışmamızda daha yüksek inorganik doldurucu oranına sahip materyaller kullanılmıştır. Beyazlatma işleminin bu materyallerin yüzey pürüzlülüğünde benzer şekilde artışa sebep olması kullandığımız beyazlatma ajanlarının konsantrasyonlarının ve uygulama sürelerinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Moraes ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada mine, porselen, mikrofil ve mikrohibrit kompozitleri üzerine %10 ve %35 karbamid peroksit içerikli Opalescence ev tipi beyazlatma jellerini 21 gün boyunca uygulamışlardır. Materyallerin yüzey pürüzlülük değerlerini uygulamanın 7, 14 ve 21. günlerinde ölçerek bu ajanların yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi incelemişlerdir. %10 karbamid peroksit içerikli ajanın uygulandığı materyaller arasında 21 gün sonunda yalnızca porselen grubunun pürüzlülük artışının anlamlı düzeyde olduğu ve klinik için kritik olan Ra değerinden yüksek değerler (Ra:0,22±0,09) bulduklarını ifade etmişlerdir. %35 karbamid peroksit içerikli ajanın uygulandığı materyaller arasında ikinci hafta ölçümünde yalnızca minede (Ra: 0,22±0,07) , 21 gün sonundaki ölçümde ise porselen (Ra: 0,24±0,03) ve mikro hibrit kompozitin (Ra: 0,09±0,02) yüzey pürüzlülük artışlarında anlamlı değişiklik olduğunu bulmuşlardır (p<0,05). Bulgulara göre yüksek konsantrasyonlara sahip beyazlatma ajanlarının materyal yüzeyini daha fazla etkileyebileceğini, beyazlatma işlemi yapılacağı zaman mevcut restorasyonlarında dikkate alınarak planlama yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar inorganik yapının asiditeye karşı daha dirençli olmasından kaynaklı olarak yüzey pürüzlülüğündeki artışın nedenini resin matrikste meydana gelen kayıptan kaynaklı olduğunu düşünmektedir.

Çalışma bulgularına paralel olarak yaptığımız çalışmada inorganik içeriği daha yüksek olan Vita Enamic materyal örneklerinde, diğer materyallerin çoğundan yüzey pürüzlülüğü açısından daha stabil sonuçlar sergilenmiş, her iki beyazlatma ajanı uygulamasında da anlamlı düzeyde yüzey pürüzlülük değişimi meydana gelmemiştir ($p>0,05$).

Karakaya ve Yanardağ (2020) yaptıkları çalışmada, Vita Enamic ve Lava Ultimate bloklara % 35 ve % 40 hidrojen peroksit içerikli beyazlatma jellerini 15 dakika, %10 ve %16 karbamid peroksit içerikli beyazlatma jellerini günde 2 saat olacak şekilde 14 gün boyunca uygulamışlardır. Yüzey pürüzlülük değerlendirmesi için atomik kuvvet mikroskobu ile iki ve üç boyutlu görüntüler elde edip, ortalama pürüzlülük değerlerini (R_a) hesaplamışlardır. Her iki materyal içinde beyazlatma prosedürleri arasında anlamlı düzeyde farklılık bulmadıklarını belirtmişlerdir ($p>0,05$). Tüm beyazlatma gruplarında Vita Enamic materyali için ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri Lava Ultimate materyalinden daha yüksek bulmuşlardır. Aynı zamanda Vita Enamic materyali için tüm gruplarda (Kontrol: 0,25; %10 KP: 0,29; %16 KP: 0,28; %35 HP: 0,22; %40 HP: 0,33) R_a değerleri, plak akümülyasyonu ve bakteriyel adezyon için klinik eşik değer olarak belirtilen $0,2 \mu\text{m}$ 'den yüksek bulmuşlardır. Lava Ultimate materyali için tüm gruplarda (Kontrol:0,15; %10 KP: 0,20; %16 KP: 0,14; %35 HP: 0,16; %40 HP:0,13) R_a değerleri, klinik eşik değeri geçmemiştir. Bu sonucu beyazlatma işleminden bağımsız olarak Vita Enamic materyalinin seramik partiküllerine oranla, Lava Ultimate'in nanoboyutlu olan daha küçük seramik partikülleri içermesinden kaynaklanmış olabileceğini belirten farklı çalışmalarla desteklemişlerdir (Koizumi ve ark., 2015; Flury ve ark., 2017).

Yaptığımız çalışmada bu çalışmayla paralel olarak Vita Enamic örnekleri her iki beyazlatma işlemi sonrasında yüzey pürüzlülük değerleri açısından anlamlı düzeyde değişikliğe uğramamış ($p>0,05$), beyazlatma işlemi uygulanan iki grupta da işlem öncesi (ev tipi: $0,29\pm0,03$ ve ofis tipi: $0,29\pm0,03$) ve sonrası (ev tipi: $0,29\pm0,02$ ve ofis tipi: $0,29\pm0,03$) ölçümlerde Lava Ultimate materyalinden daha yüksek pürüzlülük değerleri göstermiştir. Yapılan çalışmayla paralel olarak çalışmamızda Lava Ultimate materyalinin tüm gruplarda işlem öncesi (ev tipi: $0,13\pm0,03$ ve ofis tipi: $0,13\pm0,02$) ve sonrası (ev tipi: $0,14\pm0,02$ ve ofis tipi: $0,15\pm0,02$) R_a değerleri klinik eşik değerinin altında bulunsada çalışmanın aksine bu materyalde her iki beyazlatma

işleminin ardından anlamlı düzeyde yüzey pürüzlülük artışı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Yaptığımız her iki beyazlatma prosedüründe de beyazlatma ajanlarının materyaller ile toplam temas süresi yapılan çalışmadan daha fazladır. Lava Ultimate materyalinde görülen bu farklı sonuç bu durumdan kaynaklanabilir.

Taramalı elektron mikroskobu ile yapılan yüzey analizleri ile kalitatif (nitel) veriler elde edilirken, profilometre kullanılarak yapılan ölçümleri destekleyerek daha güvenli sonuçlar elde etmeye yardımcı olmaktadır (Kakaboura ve ark., 2007). Literatürde beyazlatma ajanlarının restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştıran farklı çalışmalarda SEM ile görüntüleme yapılmıştır (Turker ve Biskin, 2003; Polydorou ve ark., 2006).

Çalışmamızda, her gruptan SEM için hazırlanan örneklerin beyazlatma işlemi öncesi ve sonrasında taramalı elektron mikroskobu ile x1000 büyütme altında görüntüleri elde edilmiştir.

Polydorou ve ark. (2006) yaptığı çalışmada hibrit kompozit, akışkan kompozit, mikrohibrit kompozit, nanofil kompozit, ormoser ve Vita Blok Mark II CAD/CAM seramik bloklara beyazlatma ajanları uygulanmasıyla meydana gelen yüzey değişikliğini x60, x200 ve x2000 büyütme altında taramalı elektron mikroskobu (SEM) yardımıyla incelemişlerdir. Örnekler %38 hidrojen peroksit içerikli ofis tipi beyazlatma jeli 15'er dakikalık 3 uygulama, % 15 karbamid peroksit içerikli beyazlatma jeli ise günde 8 saat olacak şekilde 7 günlük bir periyodla uygulanmıştır. SEM ile alınan görüntülerde ortaya çıkan değişiklikleri, klinik olarak önemsenmeyecek hafif değişiklikler, materyal yüzeyinde çatlak veya doku kaybına neden olan ciddi değişiklikler ile değişiklik oluşmaması şeklinde 3 kategoriye ayırarak değerlendirmişlerdir. Materyaller arasında yüzey morfolojisi değişikliğinde farklılıklar olduğunu söylemişlerdir. Hibrit kompozit, akışkan kompozit ve nanofil kompozit yüzeylerinde her iki beyazlatma uygulaması sonucunda da minör değişiklikler meydana geldiğini belirtmişlerdir. Vita Blok Mark II materyaline %38 hidrojen peroksit içerikli beyazlatma jeli uygulanan örneklerde yüzeyde hafif değişiklikler meydana gelirken, %15 karbamid peroksit içerikli beyazlatma jeli uygulanan örneklerde yüzeyde bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada kullanılan blokların yüzey değişikliklerini değerlendirmek için x1000 büyütme altında SEM ile görüntüleme yapılmıştır. Vita Enamic örneklerinin ofis ve ev tipi beyazlatma işlemi sonrası SEM görüntülerinde işlem öncesine göre yüzey morfolojisinde değişiklik gözlemlenmemiştir. Lava Ultimate, Shofu Blok HC ve Brilliant Crios blokların ev tipi beyazlatma uygulanan örneklerinin SEM görüntülerinde yüzeyde hafif düzeyde çizgilenme ve çatlak benzeri değişiklikler görülmüştür. Ofis tipi beyazlatmanın uygulandığı örneklerde de benzer şekilde yüzey değişikliklerine ek olarak çukur benzeri görünüm elde edilmiştir.

Beyazlatma işleminin materyaller üzerinde meydana getirdiği değişimlerin yüksek büyütme mikroskoplarla gözlemlenebildiği, ortaya çıkan bu etkinin materyale ve beyazlatma ajanının uygulama süresine bağlı olduğunu literatürde belirtilmiştir (Swift EJ, 2008). Yapılan çalışmaya (Polydorou ve ark., 2006) benzer bulgular elde edilmesine rağmen çalışmamızda görülen yüzey değişikliklerindeki farklılıklar, beyazlatma işleminin uygulama süresine ve uygulanan materyallerin içeriğinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Tinastepe ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada, Vita Enamic, Lava Ultimate, IPS Emax CAD ve Vita Mark II CAD/CAM bloklarına % 15 karbamid peroksit içerikli beyazlatma jelini 7 gün boyunca günde 6 saat, % 6 hidrojen peroksit içerikli beyazlatma jelini 10 gün boyunca günde 1 saat olacak şekilde uygulamışlardır. Yüzey pürüzlülük artışının IPS Emax CAD materyali dışındaki diğer üç materyalde anlamlı düzeyde meydana geldiğini bulmuşlardır ($p < 0,05$). Sonuçları peroksitlerin seramik matriksinden silikon dioksit (SiO_2) ve potasyum dioksit (K_2O_2) gibi partiküllerin kaybına neden olarak yüzey pürüzlülüğüne sebep olabileceğini belirten çalışmalarla paralel bulmuşlardır (Turker ve Biskin, 2003; Moraes ve ark., 2006; Zaki ve Fahmy, 2009). Çalışmacılar materyallerden x1000 büyütme altında yaptıkları SEM değerlendirmesinde cam matrikste meydana gelen kayıpları görüntüleyerek bulgularını desteklemişlerdir. Lava Ultimate materyalinin işlem öncesi (R_a ; 0,04) ve sonrasında (R_a ; %15 KP:0,05 ve %6 HP: 0,05) ölçülen yüzey pürüzlülük değerlerini Vita Enamic materyalinin değerlerinden daha düşük bulmuşlardır. Bu sonuçla paralel olarak çalışmamızda Lava Ultimate materyalinin R_a değerleri Vita Enamic materyalinin R_a değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Araştırmacılar rezin içerikli

bu hibrit materyallerinde meydana gelen yüzey pürüzlülük artışının feldspatik porselende meydana gelen artış ile benzer derecede olduğunu belirtmişlerdir.

Ünver ve Yıldırım (2021) yaptıkları çalışmada, GC Cerasmart, Lava Ultimate ve Vita Enamic CAD/CAM bloklara ev tipi iki beyazlatma jelini (% 9,5 HP ve % 22 KP) uygulamış, yüzey pürüzlülük ölçümlerini kontakt profilometre ve SEM yardımıyla değerlendirmişler. Sırasıyla yüzey pürüzlülük değerlerini Vita Enamic (0,213) >Lava Ultimate (0,178) > GC Cerasmart (0,139) şeklinde bulmuşlardır. Yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığın sebebini materyallerin içerdikleri inorganik bileşikler, doldurucu türü ve boyutundaki farklılıktan kaynaklandığını belirtmişlerdir. SEM görüntülerinde GC Cerasmart materyalinin diğer materyallere göre daha düz yüzeylere sahip olduğunu göstermişlerdir. Çalışmayla paralel olarak yaptığımız çalışmada en düşük yüzey pürüzlülük değerleri Lava Ultimate (ev tipi : 0,14) ve GC Cerasmart (ev tipi : 0,15) materyallerinde olduğu bulunmuş, Vita Enamic (ev tipi: 0,29) örneklerin yüzey pürüzlülük değerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca SEM görüntülerinde ölçülen değerleri destekler şekilde GC Cerasmart blokların daha düzgün yüzeylere sahip olduğu görülmüştür.

Restoratif materyaller ağız içerisinde sıvı ile sürekli bir etkileşim halindedirler. Polimer bazlı materyaller olarak ağızdaki sıvı ortamdan olumsuz yönde etkilenebilirler (Ferracane, 2006). Materyal su ve solventleri absorbe edebilir ve komponentlerinin salınımı meydana gelebilir. Bu durum hidrolitik bozulma ile sonuçlanır (Al Sunbul ve ark., 2015). Sıvı molekülleri polimer ağa difüze olup polimer zincirlerinde ayrılma başlatır ve monomerin yapıdan uzaklaşmasına sebep olur (Ferracane, 2006; Curtis ve ark., 2008). Sıvı molekülleri ayrıca silika doldurucu yüzeyinin silanol grupları ile silan bağlayıcı ajan arasındaki siloksan bağlarını da hidroliz yoluyla bozar ve doldurucuların bağlantısının bozulmasına neden olmaktadır (Curtis ve ark., 2008).

Beyazlatma işlemi alkalın bir pH'ta daha verimli olarak gerçekleşmektedir. Ortamın pH'sının farklı olması ayrışma kinetiğinin yanında üretilen yan ürünlerin farklı olmasına neden olmaktadır. Asidik bir ortamda, serbest oksijen radikalleri ve hidroksil anyonları üretilirken; alkali bir ortamda daha fazla perhidroksil iyon konsantrasyonu oluşmaktadır. Meydana gelen kimyasal ayrışmalar restoratif materyallerin hidrolitik bozunmasını hızlandırabilmektedir (Sun, 2000).

Araştırmacılar (Cengiz ve ark., 2016), taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirme sonucunda hidrojen peroksit uygulanan gruplarda karbamid peroksit uygulanan gruplardan daha fazla yzey değişikliği gormuşlerdir. Bu sonuç, hidrojen peroksitin kompozitin hidrolitik bozunmasını hızlandırmaya sebep olabileceğini belirten önceki çalışmalarla (Basting ve ark., 2005; Gurgan ve Yalcin, 2007; Rattacaso ve ark., 2011; Wang ve ark., 2011) benzer şekilde sonuçlanmıştır. HP'nin parçalanmasıyla üretilen serbest radikal per-hidroksil, hem pigment makro moleküllerini hem de rezin matriksini etkileyebilecek yüksek bir oksitleme potansiyeline sahiptir (Alaghehmand ve ark., 2013). Peroksitlerin, polimer zincirlerinin oksidatif ayrışmasını indüklediği ve bununda rezin matriksi ile inorganik doldurucu maddeleri arasında bağlanma sorunlarına neden olduğu iddia edilmiştir (Hafez ve ark., 2010; Rattacaso ve ark., 2011). Bu da kompozitlerin yzey przllğindeki artışla ilişkilendirilebilir.

Aynı zamanda araştırmacılar Bis-GMA içerikli materyallere beyazlatma ajanlarının uygulaması sonrasında materyallerin yzey pürüzlülüğünün artmasının nedeninin Bis-GMA içerikli materyallerde en st yzey tabakasında kimyasal bütünlüğünün bozulmasından kaynaklanabileceğini dşunmekteler (Cengiz ve ark., 2016).

Yaptığımız çalışmada kullandığımız bloklardan Bis-GMA içerikli olan Brilliant Crios materyaline hidrojen peroksit ve karbamid peroksit uygulanmasının ardından, hidrojen peroksitin meydana getirdiği yzey pürüzlülük artışının karbamid peroksitin meydana getirdiği yzey pürüzlülük artışına göre anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği bulunmuştur.

Yaptığımız çalışmanın bazı limitasyonları bulunmaktadır. Bunlar;

Çalışmada kullandığımız CAD/CAM bloklar 5 farklı hibrit seramikten oluşmuştur, karşılaştırmalar bu materyaller arasında yapılmıştır. Farklı içeriklere sahip CAD/CAM bloklarında dahil edildiği çalışmalar ile materyal çeşitliliği artırılıp daha detaylı sonuçlar elde edilebilir.

Bloklardan hazırlanan örneklerin zımpara ve polisaj işlemleri çalışmacı tarafından manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Zımparalama işlemi polisaj cihazı kullanılarak yapıldığında bu aşamadan kaynaklanabilecek farklılıklar önlenmiş olup standardizasyonu sağlanabilir.

Çalışmada örnekler beyazlatma işlemi öncesinde suda bekleterek hidrolitik yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Termal siklus uygulaması ile ağız ortamını daha iyi yansıtan in vitro çalışmalar yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmesinde kliniğe yakın sonuçlar bulunmasında daha faydalı olabilir.

Yüzey pürüzlülüğünün ölçümü kontakt profilometre ile yapılmıştır. Optik profilometre ve atomik kuvvet mikroskobu gibi 3 boyutlu ölçümlerin yapılmasıyla Ra değerleri dışında daha detaylı ölçümler yapıp değerlendirmenin doğruluğu arttırılabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı beyazlatma ajanlarının Lava Ultimate, Vita Enamic, GC Cerasmart, Shofu Blok HC ve Brilliant Crios estetik CAD/CAM materyallerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin değerlendirildiği in-vitro çalışmada, sonuç ve öneriler şu şekildedir;

1. Materyaller arasında ofis ve ev tipi beyazlatma işlemi sonrasında en düşük yüzey pürüzlülük değerleri Lava Ultimate ve GC Cerasmart materyallerinde bulunmuştur.
2. Lava Ultimate materyali için her iki beyazlatma işlemi uygulamasının yüzey pürüzlülüğünü anlamlı düzeyde arttırdığı görülmüşken, GC Cerasmart materyali için her iki beyazlatma işlemi uygulamasının yüzey pürüzlülüğünde anlamlı değişiklik oluşturmadığı sonucu bulunmuştur.
3. Materyaller arasında ofis ve ev tipi beyazlatma işlemi sonrasında klinik olarak kabul edilebilir eşik değerden yüksek yüzey pürüzlülük değerleri gösteren materyaller sırasıyla Brilliant Crios<Vita Enamic<Shofu Blok HC şeklinde olduğu bulunmuştur.
4. Materyale uygulanan ofis ve ev tipi beyazlatma işlemleri arasında Brilliant Crios materyali dışındaki bloklarla anlamlı farklılık görülmemiştir.
5. Brilliant Crios materyalinde, yüzey pürüzlülük artışının ofis tipi beyazlatma işleminde ev tipi beyazlatma işleminden anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği sonucu bulunmuştur.
6. Hastalarda Brilliant Crios materyalinden yapılmış restorasyonun mevcut olduğu durumda ev tipi beyazlatma işleminin ofis tipi beyazlatma işlemine göre yüzey pürüzlülüğü açısından daha güvenli olabileceği söylenebilir.
7. Vita Enamic materyalinin her iki beyazlatma uygulaması sonrasında yüzey pürüzlülük değerlerinde anlamlı düzeyde değişiklik olmadığı görülmüştür.
8. Tüm materyaller arasında beyazlatma işleminden en az etkilenen materyallerin GC Cerasmart ve Vita Enamic materyalleri olduğu bulunmuştur.
9. Hastalara beyazlatma işlemi uygulanacağı durumlarda GC Cerasmart ve Vita Enamic materyallerden yapılacak restorasyonların yüzey pürüzlülüğü açısından daha güvenli olabileceği söylenebilir.

10. Çalışmamızın bulguları sonucunda, kliniğe beyazlatma tedavisi talebiyle başvuran hastanın ağız içerisinde bu tip restorasyonlara sahip olup olmadığına bakılmalı, eğer mevcutsa ya da hastanın bu tip restorasyon yaptırabilme ihtimaline karşı ofis veya ev tipi beyazlatma uygulamalarından hangisinin uygulanacağına hekimlerin dikkatli karar vermesi faydalı olacaktır.



KAYNAKLAR

- Al-Wahadni, A. (2006). An in vitro investigation into the surface roughness of 2 glazed, unglazed, and refinished ceramic materials. *Quintessence International*, 37(4).
- Al- Harbi, F. A., Ayad, N. M., ArRejaie, A. S., Bahgat, H. A., & Baba, N. Z. (2017). Effect of aging regimens on resin nanoceramic chairside CAD/CAM material. *Journal of Prosthodontics*, 26(5), 432–439.
- Al Sunbul, H., Silikas, N., & Watts, D. C. (2015). Resin-based composites show similar kinetic profiles for dimensional change and recovery with solvent storage. *Dental Materials*, 31(10), e201–e217.
- Alaghehmand, H., Esmaeili, B., & Sheibani, S. A. (2013). Effect of fluoride-free and fluoridated carbamide peroxide gels on the hardness and surface roughness of aesthetic restorative materials. *Indian Journal of Dental Research*, 24(4), 478.
- Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of Prosthodontic Research*, 60(2), 72–84.
- Alharbi, A., Ardu, S., Bortolotto, T., & Krejci, I. (2017). Stain susceptibility of composite and ceramic CAD/CAM blocks versus direct resin composites with different resinous matrices. *Odontology*, 105(2), 162–169.
- Alqahtani, M. Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 26(2), 33–46.
- Andreev, A. O., Kosenko, M. S., & Petrovskiy, V. N. (2015). The use of laser milling for prototyping of dental structures. *Bulletin of the Lebedev Physics Institute*, 42(9), 255–259.
- Apholt, W., Bindl, A., Lüthy, H., & Mörmann, W. H. (2001). Flexural strength of Cerec 2 machined and jointed InCeram-Alumina and InCeram-Zirconia bars. *Dental Materials*, 17(3), 260–267.
- Attar, N. (2007). The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 8(1), 27–35.

- Attin, T., Paque, F., Ajam, F., & Lennon, A. M. (2003). Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *International Endodontic Journal*, 36(5), 313–329.
- Attin, T., Hannig, C., Wiegand, A., & Attin, R. (2004). Effect of bleaching on restorative materials and restorations—a systematic review. *Dental Materials*, 20(9), 852-861.
- Awada, A., & Nathanson, D. (2015). Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(4), 587–593.
- Ayad, M. F., Johnston, W. M., & Rosenstiel, S. F. (2009). Influence of dental rotary instruments on the roughness and wettability of human dentin surfaces. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 102(2), 81–88.
- Bajraktarova-Valjakova, E., Korunoska-Stevkovska, V., Kapusevska, B., Gigovski, N., Bajraktarova-Misevska, C., & Grozdanov, A. (2018). Contemporary dental ceramic materials, a review: chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 6(9), 1742.
- Bancroft, J. D., & Gamble, M. (2008). *Theory and practice of histological techniques*. Elsevier health sciences.
- Baroudi, K., & Ibraheem, S. N. (2015). Assessment of chair-side computer-aided design and computer-aided manufacturing restorations: a review of the literature. *Journal of International Oral Health: JIOH*, 7(4), 96.
- Barry, T. N., Bailey, C. W., Ashcraft-Olmscheid, D., & Vandewalle, K. S. (2017). Effect of a new bleaching gel on tooth whitening. *Operative Dentistry*, 42(5), 559–566.
- Basting, R. T., Y FERNANDÉZ, C. F., Ambrosano, G. M. B., & de Campos, I. T. (2005). Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(4), 256–262.
- Beier, U. S., & Dumfahrt, H. (2014). Longevity of silicate ceramic restorations.

Quintessence International, 45(8).

- Berga Caballero, A., Forner Navarro, L., & Amengual Lorenzo, J. (2006). *At-home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments*.
- Berga Caballero, A., Forner Navarro, L., & Amengual Lorenzo, J. (2007). In vivo evaluation of the effects of 10% carbamide peroxide and 3.5% hydrogen peroxide on the enamel surface. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal (Internet)*, 12(5), 404–407.
- Beuer, F., Schweiger, J., & Edelhoff, D. (2008). Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British Dental Journal*, 204(9), 505–511.
- Blatz, M. B., & Conejo, J. (2019). The current state of chairside digital dentistry and materials. *Dental Clinics*, 63(2), 175–197.
- BORGES, A. B., Marsilio, A. L., Pagani, C., & Rodrigues, J. R. (2004). Surface roughness of packable composite resins polished with various systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 16(1), 42–47.
- Borges, B., Vale, M., Afonso, F., & Assunção, I. (2014). Can Enhanced Peroxides Decrease the Side Effects of Tooth Bleaching? A Systematic Review of the Literature. *International Journal of Experimental Dental Science*, 3(2), 84.
- Boushell, L. W., Ritter, A. V., Garland, G. E., Tiwana, K. K., Smith, L. R., Broome, A., & Leonard, R. H. (2012). Nightguard vital bleaching: side effects and patient satisfaction 10 to 17 years post-treatment. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 24(3), 211-219.
- Briso, A. L. F., Tuñas, I. T. C., de Almeida, L. C. A. G., Rahal, V., & Ambrosano, G. (2010). Effects of five carbamide peroxide bleaching gels on composite resin microhardness. *Acta Odontológica Latinoamericana*, 23(1), 27–31.
- Buchalla, W., & Attin, T. (2007). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review. *Dental Materials*, 23(5), 586–596.
- Budavari, S., O’Neil, M. J., Smith, A., & Heckelman, P. E. (1989). *The merck index*

(Vol. 11). Merck Rahway, NJ.

- Butler, C. J., Masri, R., Driscoll, C. F., Thompson, G. A., Runyan, D. A., & von Fraunhofer, J. A. (2004). Effect of fluoride and 10% carbamide peroxide on the surface roughness of low-fusing and ultra low-fusing porcelain. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *92*(2), 179–183.
- Carey, C. M. (2014). Tooth whitening: what we now know. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, *14*, 70–76.
- Cavalcanti, A. N., Mitsui, F. H. O., Ambrosano, G. M. B., & Marchi, G. M. (2007). Influence of adhesive systems and flowable composite lining on bond strength of class II restorations submitted to thermal and mechanical stresses. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, *80*(1), 52–58.
- Cavalli, V., Arrais, C. A. G., Giannini, M., & Ambrosano, G. M. B. (2004). High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *Journal of Oral Rehabilitation*, *31*(2), 155–159.
- Cehreli, Z. C., Lakshmipathy, M., & Yazici, R. (2008). Effect of different splint removal techniques on the surface roughness of human enamel: a three-dimensional optical profilometry analysis. *Dental Traumatology*, *24*(2), 177–182.
- ÇELİK, Ç. (2017). Diş Renklenmelerinin Tedavisi. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*, *3*(2), 104–112.
- Cengiz, E., Kurtulmus-Yilmaz, S., Ulusoy, N., Deniz, S. T., & Yuksel-Devrim, E. (2016). The effect of home bleaching agents on the surface roughness of five different composite resins: A SEM evaluation. *Scanning*, *38*(3), 277–283.
- Chong, K.-H., Chai, J., Takahashi, Y., & Wozniak, W. (2002). Flexural strength of In-Ceram alumina and In-Ceram zirconia core materials. *International Journal of Prosthodontics*, *15*(2).
- Chu, F. C. S., Andersson, B., Deng, F. L., & Chow, T. W. (2003). Making porcelain

- veneers with the Procera AllCeram system: case studies. *Dental Update*, 30(8), 454–460.
- Chung, K. (1994). Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dental Materials*, 10(5), 325–330.
- Conejo, J., Nueesch, R., Vonderheide, M., & Blatz, M. B. (2017). Clinical performance of all-ceramic dental restorations. *Current Oral Health Reports*, 4(2), 112–123.
- COSTA, J. D. A., Ferracane, J., Paravina, R. D., Mazur, R. F., & Roeder, L. (2007). The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(4), 214–224.
- Culp, L., & McLaren, E. A. (2010). Lithium disilicate: the restorative material of multiple options. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 31(9), 716–720.
- Curtis, A. R., Shortall, A. C., Marquis, P. M., & Palin, W. M. (2008). Water uptake and strength characteristics of a nanofilled resin-based composite. *Journal of Dentistry*, 36(3), 186–193.
- da Costa, J. B., McPharlin, R., Paravina, R. D., & Ferracane, J. L. (2010). Comparison of at-home and in-office tooth whitening using a novel shade guide. *Operative Dentistry*, 35(4), 381–388.
- Dahl, J. E., & Pallesen, U. (2003). Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(4), 292–304.
- De Jager, N., Feilzer, A. J., & Davidson, C. L. (2000). The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dental Materials*, 16(6), 381–388.
- Della Bona, A., Corazza, P. H., & Zhang, Y. (2014). Characterization of a polymer-infiltrated ceramic-network material. *Dental Materials*, 30(5), 564–569.
- Demarco, F. F., Freitas, J. M., Silva, M. P., & Justino, L. M. (2001). Microleakage in endodontically treated teeth: influence of calcium hydroxide dressing following

- bleaching. *International Endodontic Journal*, 34(7), 495–500.
- Dietschi, D. (2006). Nonvital bleaching: general considerations and report of two failure cases. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 1(1).
- Dogan, A., Ozcelik, S., Dogan, O. M., Hubbezoglu, I., Cakmak, M., & Bolayir, G. (2008). Effect of bleaching on roughness of dental composite resins. *The Journal of Adhesion*, 84(11), 897–914.
- Drummond, J. L. (2008). Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. *Journal of Dental Research*, 87(8), 710–719.
- Duret F, Blouin JL, D. B. (1988). CAD-CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc.*, 117((6)), 715–720.
- El-Murr, J., Ruel, D., & St-Georges, A. J. (2011). Effects of external bleaching on restorative materials: a review. *J Can Dent Assoc*, 77(b59), 1–6.
- Ersu, B., Yüzügüllü, B., & Canay, Ş. (2008). Sabit restorasyonlarda CAD/CAM uygulamaları. *Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 32(2), 58–72.
- Fasanaro, T. S. (1992). Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 4(3), 71–78.
- Fasbinder, D. J. (2002). Restorative material options for CAD/CAM restorations. *Compendium*, 23(10), 911–922.
- Fasbinder, D. J. (2010). Materials for chairside CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent*, 31(9), 702–704.
- Fasbinder, D. J. (2018). Material Matters: A Review of Chairside CAD/CAM Restorative Materials. *Journal of Cosmetic Dentistry*, 34(3).
- Fasbinder, D. J., Dennison, J. B., Heys, D., & Neiva, G. (2010). A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns. *The Journal of the American Dental Association*, 141, 10S-14S.
- Feinman, R. A., GOLDSTEIN, R. E., & GARBBER, D. A. (1987). *Bleaching Teeth*, Chicago: Quintessence Pub. Co.

- Feinman R.A., Madray G., Yarborough D. (1991). Chemical, optical and physiologic mechanisms of bleaching products; a review. *Pract. Periodontics Aesthet. Dent.*, 3, 32–36.
- Ferracane, J. L. (2006). Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dental Materials*, 22(3), 211–222.
- Fischer ER, Hansen BT, Nair V, Hoyt FH, D. D. (2012). Curr Protoc Microbiol. Scanning Electron Microscopy. *John Wiley & Sons, Inc*, 25(1), 2B.2.1-2B.2.47.
- Flury, S., Diebold, E., Peutzfeldt, A., & Lussi, A. (2017). Effect of artificial toothbrushing and water storage on the surface roughness and micromechanical properties of tooth-colored CAD-CAM materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(6), 767–774.
- Gale, M. S., & Darvell, B. W. (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of Dentistry*, 27(2), 89–99.
- Giordano, R., & McLaren, E. A. (2010). Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 31(9), 682–684.
- Goujat, A., Abouelleil, H., Colon, P., Jeannin, C., Pradelle, N., Seux, D., & Grosgeat, B. (2018). Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 119(3), 384–389.
- Gracis, S., Thompson, V. P., Ferencz, J. L., Silva, N. R. F. A., & Bonfante, E. A. (2015). A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of Prosthodontics*, 28(3).
- Greenwall, L. (2001). *Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide*. CRC Press.
- Guazzato, M., Albakry, M., Ringer, S. P., & Swain, M. V. (2004). Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. *Dental Materials*, 20(5), 449–456.
- Guess, P. C., Zavanelli, R. A., Silva, N. R. F. A., Bonfante, E. A., Coelho, P. G., & Thompson, V. P. (2010). Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus

- veneered Y-TZP crowns: comparison of failure modes and reliability after fatigue. *International Journal of Prosthodontics*, 23(5).
- Gunal, B., & Ulusoy, M. M. (2018). Optical properties of contemporary monolithic CAD-CAM restorative materials at different thicknesses. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 30(5), 434–441.
- Gurgan, S., & Yalcin, F. (2007). The effect of 2 different bleaching regimens on the surface roughness and hardness of tooth-colored restorative materials. *Quintessence International*, 38(2).
- Hafez, R., Ahmed, D., Yousry, M., El-Badrawy, W., & El-Mowafy, O. (2010). Effect of in-office bleaching on color and surface roughness of composite restoratives. *European Journal of Dentistry*, 4(02), 118–127.
- Haywood, Van B. (1989). Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int*, 20, 173–176.
- Haywood, Van Benjamin. (1991). Overview and status of mouthguard bleaching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 3(5), 157–161.
- Heffernan, M. J., Aquilino, S. A., Diaz-Arnold, A. M., Haselton, D. R., Stanford, C. M., & Vargas, M. A. (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(1), 4–9.
- Heintze, Sd., Forjanic, M., Ohmiti, K., & Rousson, V. (2010). Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dental Materials*, 26(4), 306–319.
- Hickel, R., & Manhart, J. (2001). Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failure. *Journal of Adhesive Dentistry*, 3(1).
- Ionescu, A., Brambilla, E., Wastl, D. S., Giessibl, F. J., Cazzaniga, G., Schneider-Feyrer, S., & Hahnel, S. (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(1), 58.
- Jedynakiewicz, N. M., & Martin, N. (2001). CEREC: science, research, and clinical application. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg,*

- NJ: 1995), 22(6 Suppl), 7–13.
- Jefferies, S. R. (1998). The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dental Clinics of North America*, 42(4), 613–627.
- Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34(7), 412–419.
- Joiner, A., & Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of Dentistry*, 67, S3–S10.
- Jones, C. S., Billington, R. W., & Pearson, G. J. (2004). The in vivo perception of roughness of restorations. *British Dental Journal*, 196(1), 42–45.
- Joniot, S., Salomon, J. P., Dejou, J., & Grégoire, G. (2006). Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative Dentistry*, 31(1), 39–46.
- Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C., & 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.
- KALAYCI, B. B., & BAYINDIR, F. (2015). GÜNCEL DENTAL BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM/BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM SİSTEMLERİ. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 25, 129–136.
- Karakaya, I., & Cengiz-Yanardag, E. (2020). Changes in optical characteristics and surface topography of CAD/CAM materials after bleaching applications: an AFM evaluation. *Journal of Prosthodontics*, 29(3), 226–236.
- Karakaya, İ., & 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.
- Kelly, J. R. (2004). Dental ceramics: current thinking and trends. *Dental Clinics*, 48(2), 513–530.
- Kelly, J. R., & Benetti, P. (2011). Ceramic materials in dentistry: historical evolution

- and current practice. *Australian Dental Journal*, 56, 84–96.
- Kelly, J. R., & Denry, I. (2008). Stabilized zirconia as a structural ceramic: an overview. *Dental Materials*, 24(3), 289–298.
- Kihn, P. W. (2007). Vital tooth whitening. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 319–331.
- Kim, D.-Y., Kim, E.-B., Kim, H.-Y., Kim, J.-H., & Kim, W.-C. (2017). Evaluation of marginal and internal gap of three-unit metal framework according to subtractive manufacturing and additive manufacturing of CAD/CAM systems. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 9(6), 463.
- Koizumi, H., Saiki, O., Nogawa, H., Hiraba, H., Okazaki, T., & 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.
- Kunzelmann, K. H., Jelen, B., Mehl, A., & Hickel, R. (2001). Wear evaluation of MZ100 compared to ceramic CAD/CAM materials. *International Journal of Computerized Dentistry*, 4(3), 171–184.
- Kwon, S. R., & Wertz, P. W. (2015). Review of the mechanism of tooth whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(5), 240–257.
- Lambert, H., Durand, J.-C., Jacquot, B., & Fages, M. (2017). Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: State of the art. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 9(6), 486.
- Langsten, R. E., Dunn, W. J., Hartup, G. R., & Murchison, D. F. (2002). Higher-concentration carbamide peroxide effects on surface roughness of composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 14(2), 92–96.
- Lauvahutanon, S., Takahashi, H., Shiozawa, M., Iwasaki, N., Asakawa, Y., Oki, M., Finger, W. J., & Arksornnukit, M. (2014). Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dental Materials Journal*, 33(5), 705–710.
- Lawson, N. C., Bansal, R., & Burgess, J. O. (2016). Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dental Materials*, 32(11), e275–e283.

- Li, Q., Yu, H., & Wang, Y. (2009). Colour and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials in situ. *Journal of Dentistry*, 37(5), 348–356.
- Li, R. W. K., Chow, T. W., & Matinlinna, J. P. (2014). Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *Journal of Prosthodontic Research*, 58(4), 208–216.
- Li, Y. (2011). Safety controversies in tooth bleaching. *Dental Clinics*, 55(2), 255–263.
- Lüthy, H., Filser, F., Loeffel, O., Schumacher, M., Gauckler, L. J., & Hammerle, C. H. F. (2005). Strength and reliability of four-unit all-ceramic posterior bridges. *Dental Materials*, 21(10), 930–937.
- Mainjot, A. K., Dupont, N. M., Oudkerk, J. C., Dewael, T. Y., & 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.
- Manhart, J., Chen, H. Y., Hamm, G., & Hickel, R. (2004). Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*, 29, 481–508.
- Markovic, L., Jordan, R. A., Glasser, M. C., Arnold, W. H., Nebel, J., Tillmann, W., ... & Zimmer, S. (2014). Effects of bleaching agents on surface roughness of filling materials. *Dental materials journal*, 33(1), 59-63.
- Matis, B. A. (2000). Degradation of gel in tray whitening. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*.(Jamesburg, NJ: 1995). Supplement, 28, S28–S31.
- Meireles, S. S., Fontes, S. T., Coimbra, L. A. A., Bona, Á. Della, & Demarco, F. F. (2012). Effectiveness of different carbamide peroxide concentrations used for tooth bleaching: an in vitro study. *Journal of Applied Oral Science*, 20(2), 186–191.
- Minoux, M., & Serfaty, R. (2008). Vital tooth bleaching: Biologic adverse effects—A review. *Quintessence International*, 39(8).

- Moörmann, W. H. (2006). The evolution of the CEREC system. *The Journal of the American Dental Association*, *137*, 7S-13S.
- Moraes, R. R., Marimon, J. L. M., Schneider, L. F. J., Sobrinho, L. C., Camacho, G. B., & Bueno, M. (2006). Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clinical Oral Investigations*, *10*(1), 23–28.
- Mörmann, W. H., & Bindl, A. (2002). All-ceramic, chair-side computer-aided design/computer-aided machining restorations. *Dental Clinics*, *46*(2), 405–426.
- Morresi, A. L., D’Amario, M., Capogreco, M., Gatto, R., Marzo, G., D’Arcangelo, C., & Monaco, A. (2014). Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, *29*, 295–308.
- Mourouzis, P., Koulaouzidou, E. A., & Helvatjoglu-Antoniades, M. (2013). Effect of in-office bleaching agents on physical properties of dental composite resins. *Quintessence International*, *44*(4).
- Mörmann, W. H., Stawarczyk, B., Ender, A., Sener, B., Attin, T., & 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.
- Nguyen, J. F., Ruse, D., Phan, A. C., & Sadoun, M. J. (2014). High-temperature-pressure polymerized resin-infiltrated ceramic networks. *Journal of Dental Research*, *93*(1), 62–67.
- Nobuaki, A., Keiichi, Y., & Takashi, S. (2015). Effects of air abrasion with alumina or glass beads on surface characteristics of CAD/CAM composite materials and the bond strength of resin cements. *Journal of Applied Oral Science*, *23*(6), 629–636.
- Nutting, E. B., & Poe, G. S. (1967). Chemical bleaching of discolored endodontically treated teeth. *Dental Clinics of North America*, 655–662.
- Otto, T., & De Nisco, S. (2002). Computer-aided direct ceramic restorations: A 10-

- year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *International Journal of Prosthodontics*, 15(2).
- Ourique, S. A. M., Arrais, C. A. G., Cassoni, A., Ota-Tsuzuki, C., & Rodrigues, J. A. (2011). Effects of different concentrations of carbamide peroxide and bleaching periods on the roughness of dental ceramics. *Brazilian Oral Research*, 25(5), 453–458.
- ÖZDOĞAN, A., & BAYINDIR, F. (2019). CAD/CAM SİSTEMLERİNDE MATERYAL SEÇİMİ VE KULLANIM ALANLARI. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 29(2), 357–361.
- Pamir, T., Korkut, Z. O., Tezel, H., Timur, K., & Özata, F. (2007). Aşındırıcılık değerleri farklı beyazlatıcı diş macunlarının kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliğine etkilerinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 24(2), 89–95.
- Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H., & Somma, F. (2008). Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *Journal of Endodontics*, 34(4), 394–407.
- Polydorou, O., Hellwig, E., & Auschill, T. M. (2006). The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. *Operative Dentistry*, 31(4), 473–480.
- Polydorou, O., Mönting, J. S., Hellwig, E., & Auschill, T. M. (2007). Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dental Materials*, 23(2), 153–158.
- Pop-Ciutrla, I., Dudea, D., Eugenia Badea, M., Moldovan, M., Cîmpean, S. I., & Ghinea, R. (2016). 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.
- Qasim, S., Ramakrishnaiah, R., Alkheriaf, A. A., & 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.
- Quek, S. H. Q., Yap, A. U. J., Rosa, V., Tan, K. B. C., & Teoh, K. H. (2018). Effect

- of staining beverages on color and translucency of CAD/CAM composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 30(2), E9–E17.
- R.E. Goldstein., G. D. A. (1995). *Complete dental bleaching*.
- Raigrodski, A. J. (2005). All-ceramic full-coverage restorations: concepts and guidelines for material selection. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry: PPAD*, 17(4), 249–256.
- Raigrodski, A. J., & Chiche, G. J. (2001). The safety and efficacy of anterior ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 86(5), 520–525.
- Rattacaso, R. M. B., Garcia, L. de F. R., Aguilar, F. G., Consani, S., & Pires-de, F. de C. P. (2011). Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. *European Journal of Dentistry*, 5(02), 143–149.
- Reich, S., Wichmann, M., Nkenke, E., & Proeschel, P. (2005). Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. *European Journal of Oral Sciences*, 113(2), 174–179.
- Reiss, B. (2007). Cerec Standard 3-D Occlusal Contouring in Comparison with the New Biogeneric Occlusal Morphing: A Case Report Vergleich der Cerec Standard 3D-Kauflächenge-staltung mit der neuen biogenerischen Methode. *International Journal of Computerized Dentistry*, 10, 69–75.
- Rinke, S., Rödiger, M., Ziebolz, D., & Schmidt, A.-K. (2015). Fabrication of zirconia-reinforced lithium silicate ceramic restorations using a complete digital workflow. *Case Reports in Dentistry*, 2015.
- Rodrigues, C. S., Mozzaquatro, L. R., Jacques, L. B., & Mallmann, A. (2017). Effect of bleaching on color stability and roughness of composite resins aged in staining beverage. *General Dentistry*, 65(5), e5–e10.
- Rodrigues, J. A., Oliveira, G. P. F., & Amaral, C. M. (2007). Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Brazilian Oral Research*, 21(2), 170–175.

- Rusin, R. P. (2001). Properties and applications of a new composite block for CAD/CAM. *Compend Contin Educ Dent*, 22, 35–41.
- Saba, D. A., Salama, R. A., & Haridy, R. (2017). Effect of different beverages on the color stability and microhardness of CAD/CAM hybrid versus feldspathic ceramic blocks: An in-vitro study. *Future Dental Journal*, 3(2), 61–66.
- Santos, M. J., Costa, M. D., Rubo, J. H., Pegoraro, L. F., & Santos Jr, G. C. (2015). Current all-ceramic systems in dentistry: a review. *Compend Contin Educ Dent*, 36(1), 31–37.
- Sasahara, R. M. C., Ribeiro, F. da C., Cesar, P. F., & Yoshimura, H. N. (2006). Influence of the finishing technique on surface roughness of dental porcelains with different microstructures. *Operative Dentistry*, 31(5), 577–583.
- ŞEN, N., & Tuncelli, B. (2017). CAD/CAM Restorasyonlarının Üretimi İçin Kullanılan Materyaller. *Turkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi*, 23(2).
- Sever, E. K., Simenc, N., Rakic, M., Skenderovic, H., Sever, I., & Tarle, Z. (2016). Effects of bleaching agent on physical and aesthetic properties of restorative materials. *Dental Materials Journal*, 35(5), 788–795.
- Shafiei, F., & Doustfatemeh, S. (2013). Effect of a Combined Bleaching Regimen on the Microhardness of a Sealed Methacrylate-based and a Silorane-based Composite. *Journal of Dentistry*, 14(3), 111.
- Shembish, F. A., Tong, H., Kaizer, M., Janal, M. N., Thompson, V. P., Opdam, N. J., & Zhang, Y. (2016). Fatigue resistance of CAD/CAM resin composite molar crowns. *Dental Materials*, 32(4), 499–509.
- Shetty, R., Shenoy, K., Dandekeri, S., Suhaim, K. S., Ragher, M., & Francis, J. (2015). Resin-matrix ceramics: an overview. *Int J Rec Sci Res*, 6(11), 7414–7417.
- Silikas, N., Watts, D. C., England, K. E. R., & Jandt, K. D. (1999). Surface fine structure of treated dentine investigated with tapping mode atomic force microscopy (TMAFM). *Journal of Dentistry*, 27(2), 137–144.

- Silva Costa, S. X., Becker, A. B., de Souza Rastelli, A. N., Monteiro Loffredo, L. de C., de Andrade, M. F., & Bagnato, V. S. (2009). Effect of four bleaching regimens on color changes and microhardness of dental nanofilled composite. *International Journal of Dentistry*, 2009.
- SILVA, L. H. da, LIMA, E. de, MIRANDA, R. B. de P., Favero, S. S., Lohbauer, U., & Cesar, P. F. (2017). Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Brazilian Oral Research*, 31.
- Stawarczyk, B., Liebermann, A., Eichberger, M., & Güth, J.-F. (2016). Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 55, 1–11.
- Strub, J. R., Rekow, E. D., & Witkowski, S. (2006). Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *The Journal of the American Dental Association*, 137(9), 1289–1296.
- Sun, G. (2000). The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dental Clinics of North America*, 44(4), 831–850.
- Swift EJ, J. C. appraisal. (2008). Effects of bleaching on tooth structure and restorations, part IV: effects on restorative materials. *J Esthet Restor Dent.*, 20((3)), :206-11.
- Tassin, M., Bonte, E., Loison-Robert, L. S., Nassif, A., Berbar, T., Le Goff, S., Berdal, A., Sadoun, M., & Fournier, B. P. J. (2016). Effects of high-temperature-pressure polymerized resin-infiltrated ceramic networks on oral stem cells. *PloS One*, 11(5), e0155450.
- Tekçe, N., Fidan, S., Tuncer, S., Kara, D., & Demirci, M. (2018). The effect of glazing and aging on the surface properties of CAD/CAM resin blocks. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 10(1), 50.
- Thickett, E., & Cobourne, M. T. (2009). New developments in tooth whitening. The current status of external bleaching in orthodontics. *Journal of Orthodontics*, 36(3), 194–201.
- Tholt, B., Miranda-Júnior, W. G., Prioli, R., Thompson, J., & Oda, M. (2006).

- Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Operative Dentistry*, 31(4), 442–449.
- Tinastepe, N., Malkondu, O., Iscan, I., & Kazazoglu, E. (2021). Effect of home and over the contour bleaching on stainability of CAD/CAM esthetic restorative materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(2), 303–313.
- Turker, Ş. B., & Biskin, T. (2003). Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(5), 466–473.
- Türkün, L. S., & Türkün, M. (2004). The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Operative Dentistry*, 29(2), 203–211.
- Uctasli, M. B., Arisu, H. D., Omurlu, H., Eliguzeloglu, E., Ozcan, S., & Ergun, G. (2007). The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. *J Contemp Dent Pract*, 8(2), 89–96.
- Ülkü, O., & CENGİZ, S. (n.d.). Klinikte Kullanılan CAD/CAM Sistemlerinin Güncel Materyalleri. *Uluslararası Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi*, 1, 9–12.
- Ünver, S., & Yildirim, A. Z. (2021). Effect of Home Bleaching Agents on Color Stability and Surface Roughness of Hybrid Ceramics: An in vitro study. *The International Journal of Prosthodontics*.
- Vagkopoulou, T., Koutayas, S. O., Koidis, P., & Strub, J. R. (2009). Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *European Journal of Esthetic Dentistry*, 4(2).
- Valandro, L. F., Della Bona, A., Bottino, M. A., & Neisser, M. P. (2005). The effect of ceramic surface treatment on bonding to densely sintered alumina ceramic. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 93(3), 253–259.
- Verran, J., Rowe, D. L., Cole, D., & Boyd, R. D. (2000). The use of the atomic force microscope to visualise and measure wear of food contact surfaces. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 46(2), 99–105.

- Wang, L., Francisconi, L. F., Atta, M. T., Dos Santos, J. R., Del Padre, N. C., & Gonini, A. (2011). Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. *European Journal of Dentistry*, 5(2), 173.
- Ward, M. T., Tate, W. H., & Powers, J. M. (1995). Surface roughness of opalescent porcelains after polishing. *Operative Dentistry*, 20, 106.
- Wattanapayungkul, P., & Yap, A. U. (2003). Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. *Operative Dentistry*, 28(1), 15–19.
- Watts, A. M., & Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309–316.
- Wendler, M., Belli, R., Petschelt, A., Mevec, D., Harrer, W., Lube, T., Danzer, R., & Lohbauer, U. (2017). Chairside CAD/CAM materials. Part 2: Flexural strength testing. *Dental Materials*, 33(1), 99–109.
- Wieland, M., Textor, M., Spencer, N. D., & Brunette, D. M. (2001). Wavelength-dependent roughness: A quantitative approach to characterizing the topography of rough titanium surfaces. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 16(2).
- Yap, A. U. J., & Wattanapayungkul, P. (2002). Effects of in-office tooth whiteners on hardness of tooth-colored restoratives. *Operative Dentistry*, 27(2), 137–141.
- Yikilgan, İ., Kamak, H., Akgul, S., Ozcan, S., & Bala, O. (2017). Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(3), e460.
- Zaki, A. A., & Fahmy, N. Z. (2009). The effect of a bleaching system on properties related to different ceramic surface textures. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 18(3), 223–229.
- Zantner, C., Beheim-Schwarzbach, N., Neumann, K., & Kielbassa, A. M. (2007). Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dental Materials*, 23(2), 243–250.

Zaragoza, V. (1984). Bleaching of vital teeth technique. In *Estomodeo*.

Zhang, Y., Lee, J. J.-W., Srikanth, R., & Lawn, B. R. (2013). Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. *Dental Materials*, 29(12), 1201–1208.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Elif Ece AYDIN

Yabancı Dili : İngilizce

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Diş Hekimliği Fakültesi	Hacettepe Üniversitesi	2011-2016
Y. Lisans	Protetik Diş Tedavisi	Ordu Üniversitesi	2018-2021

İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Arş. Gör. Dt.	Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı	2018-2021