



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI CİLA SİSTEMLERİ UYGULANAN
CAD/CAM MATERYALLERİNİN RENK
STABİLİTELERİNİN İNCELENMESİ**

SELEN BOZKAYA

UZMANLIK TEZİ

Doç. Dr. Neslihan TEKÇE

Bu araştırma, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2017/084 proje numarası ile desteklenmiştir.

KOCAELİ-2019



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI CİLA SİSTEMLERİ UYGULANAN
CAD/CAM MATERYALLERİNİN RENK
STABİLİTELERİNİN İNCELENMESİ**

SELEN BOZKAYA

UZMANLIK TEZİ

Doç. Dr. Neslihan TEKÇE

ONAY

Bu tez Uzmanlık Tezi Standartlarına uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Haluk Emre ÖZEL

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı

.....

Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Uzmanlık öğrencisi Selen BOZKAYA'nın hazırladığı "Farklı Cila Sistemi Uygulanan CAD/CAM Materyallerinin Renk Stabilitelerinin İncelenmesi" tez, KOÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri kapsamında ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek oybirliği/oy çokluğu ile Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. Neslihan TEKÇE

Uzmanlık Tez Sınavı Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Neslihan TEKÇE

Prof. Dr. Mustafa DEMİRCİ

Prof. Dr. H. Emre ÖZEL

.....

Tarih: 18.12.2019.

Bu tez KOÜ Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulu'nun 19/11/2019 tarih ve 2019/40 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Haluk Emre ÖZEL

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

BEYAN

Bu tez çalışmasının Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi uzmanlık tez yazım kılavuzu standartlarına uygun olarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih:/.../201...

Selen BOZKAYA

.....

İthaf/Adama

Bu tez çalışmamı; canım anneme ve babama ithaf ediyorum.



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bana her konuda sabır, içtenlik ve özveriyle yol gösteren ve iyi bir akademisyen olma yolunda ışık tutan, yanında çalışmaktan onur duyduğum, desteğini her zaman yanımda hissettiğim değerli hocam ve tez danışmanım Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Neslihan TEKÇE'ye,

Tüm eğitim hayatım boyunca bilgilerini, yardımlarını ve katkılarını benden esirgemeyen, her zaman manevi destek olan değerli hocam Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Haluk Emre ÖZEL'e,

Tezimin istatistik analizlerinin yapılmasında bana yardımcı olan Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı Dr. Öğretim Üyesi Sayın Sibel BALCI'ya,

Uzmanlık eğitimim süresince desteklerini benden esirgemeyen, iş arkadaşlığından öte dost olarak hayatımda yer edinen, beraber çalışmaktan zevk duyduğum Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Görevlisi arkadaşlarım Eser TUTUŞ, Büşra ZENGİN, Hanife Şeyma Belgi AKMAN ve Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma,

Bu günleri yaşayabilmemdeki en büyük emeği üstlenen, hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, her kararında arkamda duran sevgili anneme ve babama ve bu süreçte manevi desteğini esirgemeyen canım kardeşim Burak BOZKAYA'ya,

Tezimin yazım süreci boyunca bilgisayar programlarının tamamının kullanımında dahil her aşamada elinden gelen yardımı yapan, her sorunumda içtenlikle çözüm arayan ve aynı zamanda meslektaşım olan Ersin BİLGİN'e

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırma, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2017/084 proje numarası ile desteklenmiştir.

Arş. Gör. Dt. Selen BOZKAYA

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL ve ONAY	ii
BEYAN	iii
İthaf/Adama	iv
TEŞEKKÜR	v
TABLolar DİZİNİ	ix
RESİMLER DİZİNİ	x
KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER DİZİNİ	xi
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER	5
4.1. Dental CAD/CAM Sistemler	5
4.1.1. Tarihçe	5
4.1.2. CAD/CAM Sistemler	6
4.1.3. CAD/CAM Sistemin Avantajları	6
4.1.4. CAD/CAM Sistemin Dezavantajları	7
4.1.5. CAD/CAM Sistemler	7
4.1.5.1. CEREC Sistem (CEramicREConstruction)	7
4.1.5.2. Procera All-Ceram Sistem	8
4.1.5.3. Cercon Sistem	9
4.1.5.4. Lava Sistem	9
4.1.5.5. Celay Sistem	9
4.1.5.6. CICERO (Computer integrated ceramic reconstruction) Sistem	10
4.1.6. CAD/CAM Sisteminde Kullanılan Materyaller	10
4.1.6.1. Cam Seramikler	11
4.1.6.1.1. Feldspatik Seramikler	11
4.1.6.1.2. Lösitle Güçlendirilmiş Cam Seramikler	11
4.1.6.1.3. Lityum Disilikatla Güçlendirilmiş Cam Seramikler	12
4.1.6.2. Cam İnfiltre Seramikler	12

4.1.6.3. Sinterlenen Oksit Seramikler	13
4.1.6.3.1. Alüminyum Oksit	13
4.1.6.3.2. Zirkonyum Oksit.....	13
4.1.6.4. Nanoseramikler	14
4.1.6.5. Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Disilikat Seramikler.....	14
4.1.6.6. Hibrit Seramikler	14
4.1.6.6.1. Cerasmart Force Absorbing Hybrid CAD/CAM Block	15
4.1.6.6.2. SHOFU Block& Disk CAD/CAM Ceramic-Based Restorative.....	16
4.2.6.7. Kompozitler	17
4.1.6.7.1. Coltene Brillant Crios	17
4.2. Bitirme ve Cila İşlemleri.....	18
4.2.1. Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Materyaller	20
4.2.1.1. Identoflex Diamond Ceramic Polisher	20
4.2.1.2. Sof-Lex Diamond Polishing System	21
4.2.1.3. Coltene Diatech Shape Guard Polishers	22
4.3. Renk	23
4.3.1. Renk Ölçümü	24
4.3.2. Renk Ölçüm Cihazları	26
4.3.2.1. Kolorimetre	26
4.3.2.2. Spektrofotometre	26
5. GEREÇ ve YÖNTEM	27
5.1. Çalışmamızda Kullanılan Materyaller	28
5.2. CAD/CAM Bloklarının Uygulanacak İşlemler Öncesi Hazırlanması.....	30
5.2.1. Numunelerin Hazırlanması	30
5.2.2. Deney Gruplarının Oluşturulması.....	31
5.3. Deney Gruplarına Uygulanan Bitirme ve Cila İşlemleri	33
5.3.1. Deney Gruplarının Başlangıç Renklerinin Ölçümü	36
5.4. Deney Gruplarının Renklendirici İçeceklere Daldırılması	37
5.5. İçeceklere Daldırılan Deney Gruplarının Renklerdeki Değişimin Ölçümü	38
5.6. Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi	39
6. BULGULAR.....	40

7. TARTIŞMA	52
8. SONUÇLAR	67
9. KAYNAKLAR	68
10. ÖZGEÇMİŞ	83



TABLOLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1. CEREC sistemlerin gelişimi	8
Tablo 2. O'Brien'in klinik olarak renk karşılaştırma değerlendirmesi	26
Tablo 3. Çalışmada kullanılan cihazlar	28
Tablo 4. Çalışmada kullanılan materyaller.....	29
Tablo 5. Oluşturulan deney grupları.....	32
Tablo 6. Uygulanan bitirme ve cila sistemi, üretici firması, cila sisteminin tipi ve uygulama aşaması	33
Tablo 7. Identoflex Diamond Ceramic Polisher şekilleri ve kullanım yerleri ...	35
Tablo 8. Farklı cila sistemleri uygulanan CAD/CAM materyallerin suda bekletilmesinden sonra elde edilen ΔE değerleri (medyan değerler, %25-75 persentil, ortalama \pm standart sapma).....	40
Tablo 9. Farklı cila sistemleri uygulanan CAD/CAM materyallerin kahvede bekletilmesinden sonra elde edilen ΔE değerleri (medyan değerler, %25-75 persentil, ortalama \pm standart sapma)	44
Tablo 10. Farklı cila sistemleri uygulanan CAD/CAM materyallerin kolada bekletilmesinden sonra elde edilen ΔE değerleri (medyan değerler, %25-75 persentil, ortalama \pm standart sapma)	48

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 1. Cerasmart Force Absorb. İybrid CAD/CAM Block.....	15
Resim 2. SHOFU Block& Disk CAD/CAM Ceramic-Based Restorative.....	16
Resim 3. Coltene Brilliant Crios	17
Resim 4. Identoflex Diamond Ceramic Polisher	20
Resim 5. Sof-Lex Diamond Polishing System	21
Resim 6. Coltene Diatech Shape Guard Polishers	22
Resim 7. Isomet 1000	30
Resim 8. Dijital kumpas	31
Resim 9. 2 mm kalınlığında kesilmiş CAD/CAM bloklar	31
Resim 10. Sof-Lex Diamond Polishing System	34
Resim 11. Identoflex Diamond Ceramic Polisher.....	35
Resim 12. Coltene Diatech Shape Guard Polishers	36
Resim 13. VITA Easyshade Compact	36
Resim 14. Filtre kahve ve kahve presi	37
Resim 15. Kola	38

KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

CAD/CAM	Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Yazılım
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
L*	Aydınlık (Lightness) koordinatı
a*	Kırmızı/yeşil koordinatı
b*	Sarı/mavi koordinatı
CEREC	Computer Assisted Ceramic Reconstruction
CICERO	Computer İntegrated Ceramic Reconstruction
GPa	Gigapaskal
MPa	Megapaskal
UDMA	Uretan Dimetakrilat
nm	nanometre
PMMA	Poli Metil Metakrilat
HT	High Translucency (Yüksek Translusensi)
LT	Low Translucency (Düşük Translusensi)
µm	mikrometre
rpm	revolution per minute
Bis-GMA	Bisfenol A glisidil metakrilat
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
pH	Power of Hydrogen
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Bis-MEPP	2,2-Bis (4-metakriloksi polietoksi fenil) propan
DMA	dimetakrilat
mm	milimetre
SiC	Silikon karbid
ml	mililitre
gr	gram
Rz	Maksimum pürüzlülük derinliği

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat derece

Formüller

SiO₂	Silisyum oksit
Al₂O₃	Alüminyum oksit
K₂O	Potasyum oksit

1. ÖZET

Farklı Cila Sistemleri Uygulanan CAD/CAM Materyallerinin Renk Stabiliteilerinin İncelenmesi

Bu çalışmanın amacı, farklı CAD/CAM materyallerin farklı cila sistemleriyle cilalanmasının ardından, renklendirici içeceklerde bekletilerek materyallerde meydana gelen renk değişiminin incelenmesidir.

Çalışmamızda, üç farklı rezin içerikli CAD/CAM blok Cerasmart (GC Corporation, Tokyo, Japonya), Coltene Brilliant Crios (Coltene, Altstätten, İsviçre) ve SHOFU Blok HC (SHOFU Dental Corporation, Kyoto, Japonya) kullanıldı. Bloklardan 2 mm kalınlığında, toplamda 540 adet örnek hazırlandı (n=20). Çalışmada kullanılacak olan CAD/CAM bloklar uygulanacak olan cila sistemine göre 3 ana gruba ayrıldı. Materyallere uygulanacak olan yüzey bitirme ve cilalama sistemleri Sof-Lex Diamond Polishing System (3M ESPE, St. Paul, Amerika), Identoflex Diamond Ceramic Polisher (KerrHawe SA) ve Coltene Diatech Shape Guard Polishers (Coltene, Altstätten, İsviçre)'dir. Cilalama prosedürünün arkasından örnekler tekrardan 3 alt gruba ayrıldı ve 3 farklı renklendirici solüsyonda 15 gün süresince sabah akşam olmak üzere günde 2 kez 1'er saat bekletildi. Çalışmada kullanılan içecekler filtre kahve, kola ve distile su olarak belirlendi. Renk ölçümleri başlangıç, 1., 7. ve 15. günlerde VITA Easysshade Compact (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) spektrometre cihazı kullanılarak yapıldı. Veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA), Kruskal Wallis testi, Tukey ve Dunn testleri kullanılarak analiz edildi (p<0.05).

Genel olarak, örneklerin içeceklerde bekletilme süresinin artması ile ΔE değerlerinin arttığı görüldü. Her bir CAD/CAM materyali için en yüksek renk değişim oranı kahvede bekletilen örneklerden elde edildi. 15. günün sonunda kahve ve suda bekletilen örneklerde Cerasmart numuneleri, kolada bekletilen örneklerde ise Coltene numuneleri en düşük renk değişim oranını sergiledi.

Anahtar Kelimeler: CAD/CAM rezin blok, kola, kahve, renk değişimi

2. SUMMARY

Examination of Color Stability of CAD / CAM Materials Applied with Different Polishing System

The aim of this study is to investigate the color change of different CAD/CAM materials after they are polished with different polishing systems and kept waited in various coloring beverages.

In our study, three different resin-based CAD/CAM blocks, Cerasmart (GC Corporation, Tokyo, Japan), Coltene Brilliant Crios (Coltene, Altstätten, Switzerland) and SHOFU Block HC (SHOFU Dental Corporation, Kyoto, Japan), were used. A total of 540 samples with 2 mm thickness were prepared from the blocks. CAD/CAM blocks that were going to be used in the study were divided into 3 main groups according to the polishing system. Surface finishing and polishing systems applied to materials were Sof-Lex Diamond Polishing System (3M ESPE, St. Paul, USA), Identoflex Diamond Ceramic Polisher (KerrHawe SA) and Coltene Diatech Shape Guard Polishers (Coltene, Altstätten, Switzerland). After the polishing procedure, the samples were divided again into 3 sub-groups and kept waited in 3 different coloring solutions for 1 hour twice a day during morning and evening for 15 days. Beverages used in the study were selected as filtered coffee, cola and distilled water. Color measurement was performed at the beginning, 1st, 7th and 15th days using VITA Easyshade Compact spectrometer device. Data was analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), Kruskal Wallis, Tukey and Dunn tests.

It was observed that the ΔE value is proportionally increasing with the increase of waiting time inside coloring beverages. The highest color change for each CAD/CAM material was obtained from the samples kept in coffee. At the end of 15 days, Cerasmart samples showed the lowest color change for coffee and water, where Coltene samples showed the lowest color change for cola.

Key words: CAD/CAM resin block, cola, coffee, color change

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Hastaların estetik restorasyonlara olan ilgisinin artması, diş hekimliği endüstrisini bu alanda daha çok çalışma yapmak amacıyla teşvik etmektedir (1). Bu amaçla bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) teknolojisi 1980'lerin ortalarına doğru diş hekimliği uygulamalarına girmiştir. CAD/CAM sistemler ile diş kliniği ve diş laboratuvarında yapılan işlemler tek bir cihaz ile sağlanmış, tek seansta hastaları memnun edecek dişler oluşturmak mümkün olmuştur. CAD/CAM sistemler, bir tarayıcıdan ve restorasyonun oluşturulmasını sağlayan bir kazıma cihazından oluşmaktadır (2).

Diş hekimliğinde kullanılan seramikler, ideal estetik özellikleri, biyouyumluluğu ve dayanıklılıkları ile bilinirler. Ancak, seramiklerin uzun sürede yapısal bütünlüğünde meydana gelen bozulma ve karşıt dişte yarattığı olumsuz aşındırıcı etkilerinden dolayı bu materyallerin yapısı ve formülasyonları sürekli araştırma konusu olmaktadır (3). Yeni nesil gelişmiş optik özelliklere sahip seramikler, doğal dişlere benzer ışık geçirgenlik özelliklerine sahipken (4), gelen kuvvetler karşısında oldukça kırılğan bir yapıya sahiptirler (5). Seramik materyallerin yük altındaki bu kırılğan yapılarını ortadan kaldırmak için rezin içerikli seramik hibrit materyaller üretilmiştir. Bu CAD/CAM hibrit blokların bileşiminde bulunan rezin, materyallerin işlenebilir olma özelliğini arttırırken, ağız içerisinde tamir edilebilmelerini de sağlar. Bu şekilde restorasyonların daha uzun ömürlü klinik kullanımı sağlanmaktadır (6).

Restorasyonların klinik başarısının belirlenmesinde mekanik özelliklerinin yanı sıra renk stabiliteleri ve yaşlanmaya karşı gösterdikleri direnç de etkilidir. Materyallerin zaman içerisindeki renk değişimi, restorasyonun kullanım ömrünü ve kalitesini etkiler (7, 8). CAD/CAM restorasyonlara uygulanan hatalı ya da eksik bitirme ve cila işlemleri pürüzlü yüzeylerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Pürüzlü porselen yüzeyler, pürüzsüz porselen yüzeylerine göre dışsal renklenmeye karşı daha hassastırlar. Bur yanı sıra pürüzlü yüzeylerde aşırı plak birikimi, periodontal harabiyet ve istenmey estetik problemlere neden olduğu bildirilmiştir (9-11).

Pürüzsüz CAD/CAM restorasyonlar elde etmek için mikro partiküllü elmas içeren patlar, silikon içerikli lastikler ve alüminyum içerikli diskler kullanılmaktadır. Bu prosedürler ile elde edilen pürüzsüz yüzeylerin bakteri adezyonunu ve istenmeyen renklenmeleri önlediği bildirilmiştir (12, 13).

Görsel renk değerlendirmeleri, bireysel algılarda meydana gelen değişiklikler nedeniyle fizyolojik ve psikolojik tepkilerin bir sonucudur. Kolorimetrik ölçümlerin kullanılması rengin öznel değerlendirmelerinin fiziksel veriler olarak elde edilmesini sağlar. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Internationale de l'Eclairage) tarafından 1978 yılında geliştirilen ve yaygın olarak tanınan CIE L * a * b * renk ölçüm sistemi dış hekimliğinde kullanılmaktadır. L*, rengin açıklığını, koyuluğunu belirtmekte ve 0 (koyu) ile 100 (açık) arasında bir değer almaktadır. a*, rengi kırmızı-yeşil ekseninde; b*, rengi mavi ekseninde ifade etmekte kullanılır. İki örnek arasındaki renk değişimini ifade eden ΔE değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}, \quad (\Delta L = L_2^* - L_1^*, \Delta a = a_2^* - a_1^* \text{ ve } \Delta b = b_2^* - b_1^*) \quad (14).$$

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Dental CAD/CAM Sistemler

4.1.1. Tarihçe

Bilgisayar destekli tasarım ve imalat (CAD/CAM) sistemleri, diş hekimliğinde 1970'lerde kullanılmaya başlanmıştır. CAD/CAM sistemlerinin kullanımında, optik bir kamera aracılığıyla ağız içi görüntüler alınarak toplanan veriler bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Bu veriler ışığında tasarım bilgisayar ortamında gerçekleştirilip, bu doğrultuda bloklar şekillendirilmektedir (15).

Dr. Duret 1971 yılının başlarında dental CAD/CAM cihazı geliştiren ilk kişi olmuştur (16). Dr. Duret ilk CAD/CAM restorasyonunu 1983 yılında üretmiştir. Bu sistemi 1985 yılında Fransız Diş Hekimliği Derneği'nin Uluslararası Kongresi'nde, karısına bir saatten az bir zamanda bir posterior kuron restorasyonu üreterek uygulamıştır (17).

Dr. Mörmann, ilk ticari CAD/CAM sisteminin geliştiricisidir. Dr. Mörmann, Dr. Marco Brandestini ile dişleri taramak için optik tarayıcı kullanma konusunda fikir alışverişinde bulunmuştur. İkili tarafından 1985 yılında optik tarayıcı ve freze ünitesinin birleşimi kullanılarak ilk chairside inley üretilmiştir. Bu cihaza CEREC ismini vermişlerdir (18).

Dr. Rekow ve arkadaşları 1980'lerin ortalarında Minnesota Üniversitesi'nde bir dental CAD/CAM cihazı üzerinde çalışmışlardır. Bu sistemde fotoğraflarla birlikte bir tarayıcı kullanılarak veriler alınmakta ve 5 eksenli bir makine aracılığıyla restorasyonlar tasarlanmaktadır (19).

Dr. Anderson, 1983 yılında Procera yöntemini geliştirmiştir. Bu yöntem yüksek hassasiyetli diş kuronlarının üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca, Dr. Anderson kompozit veneer restorasyonların üretiminde CAD/CAM cihazını kullanan ilk kişi olmuştur (20). Daha sonraları, CAD/CAM sistemler inley, onley, veneer, kuron ve gelişen teknoloji ile daha komplike vakalarda örneğin; implant abutment ve sabit protezlerin fikse edilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. (21).

4.1.2. CAD/CAM Sistemler

CAD/CAM sistemler üç parçadan oluşmaktadır;

- Tarayıcı (Scanner):

Çene ve diş yapılarını üç boyutlu dijitalize ederek, elde edilen verileri bilgisayar ortamında toplayan ve dijital modele dönüştüren araçlara tarayıcı denir. Bu şekilde, ölçü alma işlemi ortadan kalkar.

- CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) ünitesi:

Tarayıcı ünitesinde elde edilen üç boyutlu model üzerinde uygun restorasyonun planlanıp tasarlanmasını sağlayan yazılımdır. Oluşturulan veriler daha sonra CAM ünitesine aktarılır.

- CAM (Bilgisayar Destekli Üretim) ünitesi:

CAD yazılımında oluşturulan tasarımdan, frezler yardımıyla restorasyon elde edilmesini sağlayan ünedir (21).

4.1.3. CAD/CAM Sistemin Avantajları

- Restorasyonların elde edilmesi için uygulanan geleneksel ölçü alma yöntemlerini ortadan kaldırmıştır, klinik olarak harcanan süre kısalmıştır (16).
- İşlem tek seansta sonuçlanabilmektedir. Hastaların geçici restorasyonlara olan ihtiyacı ortadan kalkmıştır (22).
- CAD/CAM sistemler ile restorasyonlar CAD yazılımları ile dizayn edildiği için laboratuvar teknisyenlerine de kolaylık sağlar (23).
- CAD/CAM sistemlerin kullanılması ile seramik materyallerin kondensasyon, wax-up, eritme ve fırınlama işlemleri ortadan kalktığı için geleneksel yöntemlerden daha hızlı ve kolay tasarım yapılmaktadır (22, 24)
- İndirekt restorasyonlardan kaynaklanabilecek çapraz enfeksiyonlar ortadan kalkar (25).
- CAD/CAM sistemler ile tüm taramalar bilgisayar ortamında saklanabilir. Standart alçı modellerin uzun vadede korunması zordur, yer kaplar ve uygun şekilde saklanmadığı durumda kırılma ihtimalleri vardır (26).

4.1.4. CAD/CAM Sistemin Dezavantajları

- CAD/CAM sistemlerin ekipman ve yazılımlarının başlangıç maliyeti yüksektir. Sistemi kullanacak kişinin eğitimine hem vaktini hem parasını harcaması gerekir (22).
- CAD/CAM sistemlerinde de geleneksel ölçü alma yöntemlerinde olduğu gibi restorasyon yapılacak dişin doğru bir şekilde kaydı gerekmektedir. Kesim yapılan dişin bitiş çizgisi ve çevresindeki dişler net bir şekilde taranarak kopyalanmalıdır. Derin subgingival marjinlerin bilgisayar ortamına aktarılmasında sorun olmaması için yumuşak dokuların retraksiyonu, nem kontrolü ve kanamanın önlenmesi önem taşımaktadır (27).
- Başlangıçta piyasaya sürülen monokromatik bloklar ile istenilen estetik beklentiler karşılanamamıştır. Ancak, günümüzde polikromatik blokların geliştirilmesi ile bu sorununda önüne geçilmeye başlanmıştır (28).

4.1.5. CAD/CAM Sistemler

4.1.5.1. CEREC Sistem (CEramicREConstruction)

CEREC sistem ilk geliştirilen ve 1985 yılında tanıtılan CAD/CAM sistemidir. Dijital tarayıcı ile freze ünitesi birlikte tek sistem üzerinde bulunduğu için tek seansta restorasyonların elde edilmesini ve hastaya uygulanmasını sağlar. CEREC sistemlerin gelişimi ve kullanım alanları Tablo 1’de belirtilmiştir (18).

Taranacak tüm dişler opak olan ve kameranın tüm dokuları kaydetmesine izin veren titanyum dioksit içerikli bir katmanla kaplanır. Restore edilecek diş, kantağındaki dişler ve karşıt dişlerden görüntüler alınır. Bu sistemde tarayıcı otomatik olarak odaklama sağlayabilmektedir. Böylece restore edilecek dişin üç boyutlu görüntüsü ekrana yansır. Daha sonra yazılım programı ile birlikte çevre dişlerle uyumlu bir restorasyon tasarlanır. Oluşturulan tasarım onaylandıktan sonra, uygun renk seçimi yapılarak seramik veya kompozit blok freze ünitesine yerleştirilir ve restorasyon elde edilir (29).

Tablo 1. CEREC sistemlerin gelişimi (18)

YILI	CEREC YAZILIMI	YAZILIM KAPASİTESİ	RESTORASYON TİPİ
1980	Basit konsept	İki boyutlu	İnley
1985	CEREC 1	İki boyutlu	İlk hasta başı inley
1988	CEREC 1	İki boyutlu	İnley, onley, veneer
1994	CEREC 2	İki boyutlu	Parsiyel kronlar, tam kronlar
2000	CEREC 3 & inLab	İki boyutlu	Üç üniteli köprüler
2003	CEREC 3 & inLab	Üç boyutlu	Üç ve dört üniteli köprüler
2005	CEREC 3 & inLab	Üç boyutlu	Otomatik sanal oklüzal ayarlamaları

4.1.5.2. Procera All-Ceram Sistem:

Procera, 1980'lerin sonunda Nobel Biocare tarafından, yeni bir dijitalleşme ve üretim tekniği üzerine gelişimsel çalışmalar yayınladıktan sonra, 1994 yılında ticari olarak piyasaya sürülmüştür (30). Bu sistemin orijinal versiyonu ile safir top-uçlu ve ölçüsü alınacak alana temas eden bir tarayıcı kullanılarak geleneksel döküm kalıpların dijitalize edilmesinin ardından tek ve çok üyeli restorasyonlar üretebilir (31). Daha sonra elde edilen veriler kullanılarak titanyum içerikli alt yapıların iç yüzeyleri grafit elektrot ile oluşturulurken, alt yapıların dış şekli ise bir CNC freze işlemi ile oluşturulur (20). Restorasyonlar, refraktör day üzerinde oluşturulur (32). Çok üyeli restorasyonlar, tek tek kopyalar üreterek ve bunları bir lazer kaynağı ile bağlayarak sadece titanyumdan üretilir (33). Dental laboratuvarlarda Procera sistemi kullanılarak üretilmiş restorasyonların bitirilmesi için özel seramik veneer kiti önerilir.

Procera'nın sonraki versiyonlarında zirkonyum oksit seramiklerin kullanılması sağlanmıştır. Bu durum sistemin hem doğal dişlerde hem de dental implantlarda tek kuron

altyapısından, çok üyeli sabit protez yapılarına kadar değişen birçok protez restorasyonlarında kullanılması ile sonuçlanmıştır (34).

4.1.5.3. Cercon Sistem:

Cercon sisteminde, prepare edilen diş ait mum örnek day model üzerindeyken lazer tarayıcı ile taranarak dijitalize edilir. Elde edilen taslak sistemin CAD (bilgisayar destekli tasarım) programında tasarlanır (Cercon art, Degudent, Hanau, Almanya). Frezleme ünitesine aktarılan verilerden sinterize zirkonyum bloklar kullanılarak alt yapı elde edilebilmektedir (33).

4.1.5.4. Lava Sistem:

Lava sisteminde restorasyon üretimi, model yüzeyinin Lava Scanner optik tarayıcısı ile taranmasıyla başlar. Veriler dijitalize edildikten sonra Lava CAD Windows bilgisayar yazılımı ile bilgisayar ortamında tasarlanır. Tasarım sistemin CAD ünitesi ile oluşturulduğundan teknisyenin mum modelaj yapmasına gerek kalmaması sistemin önemli bir avantajıdır.

Lava sisteminde CAD ünitesinde tasarlanan restorasyon, oluşturulmak üzere CAM (Lava Milling) ünitesine aktarılır. Bu sistemde yüksek dayanıklı alt yapı elde edebilmek için presinterize zirkonyum bloklar kullanılmaktadır. Presinterize bloklar, Lava Therm fırınında sinterize edilir. Daha sonrasında restorasyon, üst yapı porseleni kullanılarak ele edilir (35, 36).

4.1.5.5. CELAY Sistem:

Celay sistem copy-milling (kopyalama-frezeleme) tekniği kullanılarak restorasyonların oluşturulduğu bir sistemdir. Kompozit materyal kullanılarak direk diş üzerinde veya ana modelde bir ön model oluşturulmaktadır (37). Hazırlanan bu model taranarak seramik bloklar şekillendirilmektedir. Bu sistemde, Vita Mark II, In Ceram Alümina ve InCeram Spinell materyalleri restorasyon yapımında kullanılmaktadır (38).

4.1.5.6. CICERO (Computer İntegrated Ceramic Reconstruction) Sistem:

CICERO sistem yardımıyla fonksiyonel bir restorasyon elde edebilmek için çeşitli giriş parametreleri kullanılarak çenelerin üç boyutlu hareket yolları (protrusiv, laterotrusiv, mediotrusiv) işaretlenip okluzal temas hareketleri belirlenmektedir (39). Bu veriler 6 dereceye karşılık gelen 6 bağımsız koordinat için elde edilmektedir. Kayıt işlemleri, başın normal hareketleri sırasında baş ile mandibula arasındaki koordinatlar ile ilişkili olarak oluşmaktadır. Bu değerler uygulandıktan sonra destekleyici kuspların bireysel koordinatları CAD ucu kullanılarak CAD yazılım programı ile kayıt altına alınmaktadır (40, 41).

4.1.6. CAD/CAM Sisteminde Kullanılan Materyaller

Gelişen teknoloji ile birlikte estetik beklentilerin yanı sıra dayanıklılık ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla CAD/CAM sistemlerde kullanılan materyaller şu şekilde sıralanmaktadır; (42)

- Cam seramikler
 - ✓ Feldspatik seramikler
 - ✓ Lösitle güçlendirilmiş cam seramikler
 - ✓ Lityum disilikatla güçlendirilmiş cam seramikler
- Cam infiltre seramikler
- Sinterlenen Oksit seramikler
 - ✓ Alüminyum Oksit
 - ✓ Zirkonyum Oksit
- Nanoseramikler
- Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum disilikat seramikler
- Hibrit seramikler
- Kompozitler

4.1.6.1. Cam Seramikler

4.1.6.1.1. Feldspatik Seramikler:

Feldspatik seramikler, diş hekimliğinde CAD/CAM sistemleri ile ilk kullanılan bloklardır ve oldukça başarılı sonuçlar sergilemiştir (43).

Cam matriks içerisinde %30 oranında ve homojen bir şekilde dağılmış 3-4 µm boyutunda feldspar partikülleri içeren bloklardır. Elastik modülleri 45-63 GPa, kırılma dirençleri ise 150 MPa'dır (44).

Feldspatik seramik bloklar monokromatik, dikromatik ve polikromatik olarak 3 farklı şekildedir. Polikromatik bloklar farklı ışık geçirgenlik özelliklerine sahip oldukları için doğal dişlerin optik özelliklerini taklit edebilirler. Bu özelliklerinden dolayı doğal dentisyonla uyumlu ve estetik beklentileri karşılayabilen bloklardır (45).

Cam içeriklerinin fazla olmasından dolayı hidroflorik asit ile pürüzlendirilebilir ve mekanik olarak cilalanabilirler. Bu özellikleri göz önünde bulundurulduğunda feldspatik seramikler chairside uygulamalara uygundur (46, 47).

4.1.6.1.2. Lösitle Güçlendirilmiş Cam Seramikler:

Cam matriks içerisinde çok aşamalı fabrikasyon işlemleri uygulamalarıyla lösit kristalizasyonu ile güçlendirilerek elde edilmiş bloklardır. Lösit içerikli cam seramik materyallerin içeriğinde özellikle SiO₂, Al₂O₃ ve K₂O bulunmaktadır. (48).

Silikat cam matriksinin %30-40 kadarlık bir hacmini 1-5 µm aralığında değişen büyüklükte lösit kristal fazı meydana getirmektedir (3). Bu oranda bulunan lösit kristalleri materyalin direnci üzerine etkilidir. Lösit kristallerinin genleşme katsayısı, içeriğindeki cam matriksten daha yüksektir. Materyalin ısı artırılıp azaltıldığında lösit kristalleri büzülürler ve cam matriksi kendilerine çekerler. Soğuma sırasında meydana gelen bu durumda yapı içerisinde oluşan iç basınç mikro çatlakların ilerlemesini durdurur (49).

Lösitle güçlendirilmiş cam seramik materyallerinin renk, translusentlik, floresanslık, opalesanslık, aşınma ve abrazyona direnç gibi birçok özellikleri doğal dişe benzemektedir. Bükülmeye karşı dirençleri 160 MPa'dır (50, 51).

4.1.6.1.3. Lityum Disilikatla Güçlendirilmiş Cam Seramikler:

Lityum disilikatla güçlendirilmiş cam seramikler içerisinde, lüositle güçlendirilmiş cam seramiklere kıyasla daha yüksek oranda kristal miktarı bulunmaktadır. %70 oranında lityum disilikat kristalleri bulunan materyalde kristal içeriğinin artması, feldspatik seramiklere göre kırılma direncinin artmasını sağlayan daha sıkı ve birbirine kenetli bir yapı oluşturur (52).

CAD/CAM sistemler ile kullanılan lityum disilikatla güçlendirilmiş cam seramiklerin üretimi sırasında seramik, parsiyel olarak kristalize edilmektedir. Materyallerdeki <600 °C sıcaklıklarda meydana gelen bu başlangıç kristalizasyonu sayesinde bloklar daha rahat freze edilme özelliğı kazanır. Başlangıç kristal faz oldukça düşük kimyasal ve mekanik dayanıklılığa sahip lityum metasilikattır. 800 °C'de meydana gelen kristalizasyon işlemi sonrasında materyal daha dirençli ve estetik olarak diş ile uyumlu renkteki lityum disilikata dönüşür (53).

Lityum disilikatla güçlendirilmiş cam seramik CAD/CAM bloklarının üç farklı ışık geçirgenliğine sahip çeşidi vardır. Yüksek translüsent bloklar, çevre dokuların rengini absorbe etme özelliklerinden dolayı (bukalemun etkisi) daha estetik özelliklerin ön plana çıktığı inley, onley restorasyonlarında kullanılabilirler. Düşük translüsent bloklar ise renk seçenekleri ile doğal dentisyona uygun restorasyonların elde edilmesinde kullanılabilirler. Renklenmiş dişlerin restorasyonunda ise tabakalama tekniğı ile multi bloklar kullanılabilir (54).

4.1.6.2. Cam İnfiltre Seramikler

Poröz yapıda bir alümina iskelet yapının içerisine cam infiltrasyonu sağlanarak geliştirilen sistemlerdir. Cam infiltre oksit seramiklere son sertliklerine ulaşabilmeleri için lanthan oksit cam infiltrasyonu işlemi uygulanır. 3 çeşidi olan bloklardır. Bunlar; In-Ceram Alumina, In-Ceram Spinell ve In-Ceram Zirconia'dır (55).

In-Ceram Alumina, 1989 yılında yüksek oranda sinterlenmiş poröz alümina altyapı materyalinin içerisine, düşük viskoziteli sodyum lanthan oksit cam infiltrasyonu ile elde edilmiştir (56).

In-Ceram Spinell materyali ise 1994 yılında piyasaya sürülmüştür. Bükülme direnci In-Ceram Alumina materyaline göre %25 daha düşüktür. Translüsensliğı ise 2 kat

yüksektir. Bu özelliğinden dolayı daha estetik sonuçlar ortaya çıkar ve anterior bölge restorasyonlarında kullanılabilirler (55, 57).

In-Ceram Zirconia ise yapısında bulunan alüminyum oksite ilaveten %33 oranında seryum stabilize zirkonyum eklenerek üretilmiştir (58).

4.1.6.3. Sinterlenen Oksit Seramikler:

4.1.6.3.1. Alüminyum Oksit:

Presinterize durumda olan seramiklerdir. Restorasyonun üretilmesinin ardından 1520°C’de fırınlanırlar. Bu bloklar, yüksek dayanıklılıkta alüminyum oksit bloklardır. Kırılma direnci 500 MPa’dan fazladır. Bükülme direnci 610 MPa civarında, elastik modülü ise 380 GPa’dır. Frezeleme işleminin ardından cam infiltrasyonu gerektirmezler (59).

4.1.6.3.2. Zirkonyum Oksit:

Mekanik dirençleri, kimyasal ve boyutsal stabiliteleri yüksek olan zirkonyum materyalleri, tam seramik restorasyonların alt yapılarının yapılarında sık kullanılırlar (60). Oldukça dayanıklı bu sistemlerin kırılma dayanımları 1000 MPa civarındadır. Üretim şekillerine göre 3 grupta incelenirler.

Sinterlenmemiş zirkonyum dioksit bloklar, üretim aşamasında sinterleme işlemi ve basınç uygulanmadan preslenerek üretilirler. Kolay aşındırılırlar ve ardından sinterlenerek kullanılırlar (21).

Yarı sinterlenmiş zirkonyum dioksit bloklar, zirkonyum dioksit tozuna ısı uygulanmadan basınçla sıkıştırılırlar. Bu materyallere 1350-1550 °C ısı aralığında ön sinterleme işlemi uygulanır (61).

Tam sinterlenmiş zirkonyum dioksit bloklar, başlangıçta 1300 °C’de sinterlenirler. Meydana gelen bu %95 yoğunluktaki yapı çok serttir ve aşındırma işlemi uzun sürmektedir (21).

4.1.6.4. Nanoseramikler:

Nanoseramik materyalleri UDMA (üretan dimetakrilat) içeriğindeki reçine matriks ve nano boyutta seramik partiküllerinden oluşmaktadır. Yapısında 20 nm boyutunda silika nanomerler ve 4-11 nm boyutunda zirkonya nanomerler bulunmaktadır. İçerisine konulan silan, reçine matriks ve seramik partikülleri arasında kimyasal bağlantı oluşturur (62).

Elastik modülleri 10-20 GPa'dır ve dentinin elastik modülüne yakın bir değer olduğundan cam seramiklerle kıyaslandığında stresi daha çok absorbe ederler. Kırılma dayanımları 200 MPa'dır (63).

4.1.6.5. Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Disilikat Seramikler:

Günümüzde lityum disilikat seramikler, zirkonya infiltre edilerek mekanik açıdan güçlendirilmişlerdir. Böylece estetik açıdan yeterli özelliklere sahip seramik materyallere zirkonya infiltre edilerek fiziksel özellikleri arttırılmaya çalışılmıştır. Frezeleme işleminden sonra kristalize edilen materyalin, kırılma direnci arttırılmaktadır (61).

4.1.6.6. Hibrit Seramikler:

Hibrit seramiklerin içeriğinde baskın olan seramik materyali, birbiri içerisinde homojen bir dağılım gösteren polimer ağı ile güçlendirilmiştir. İçerisinde bulunan polimer, yüzeyi modifiye edilmiş polimetilmetakrilattan (PMMA) oluşmaktadır. Bu özellikteki bloklarda, seramik ve kompozit materyallerinin olumlu özellikleri bir araya getirilmiştir. Genellikle, hacimce %75'ini, ağırlıkça %86'sını seramik yapı oluşturur. Seramik materyalinde yüksek oranda karşılaşılan çatlak yapının ilerlemesi, polimer ağ sayesinde azaltılmıştır (64).

4.1.6.6.1. Cerasmart Force Absorbing Hybrid CAD/CAM Block



Resim 1. Cerasmart Force Absorbing Hybrid CAD/CAM Block

Cerasmart bir hibrit CAD/CAM blok çeşididir (Resim 1). Bu materyal, düzgün ve homojen bir şekilde nano seramik dağılımına sahip esnek bir nano seramik matristen oluşur. Bu yapı;

- güçlü fiziksel özellikler ve yüksek kırılma dayanıklılığı,
- parlatma kolaylığı ve zaman içerisinde parlaklığını koruma,
- doğal dişlerle benzer ışık geçirgenlik özellikleri,
- yüksek radyopaklık,
- doğal diş ile benzer aşınma özelliklerine sahiptir.

Cerasmart bloklarının HT (High Translucent) özellik gösterenleri temel olarak mine görünümünü taklit ettiklerinden dolayı inley, onley, veneer, parsiyel ve tam kuron restorasyonlarında kullanılabilir. LT (Low Translucent) özellik gösteren bloklar ise, mine ve dentin yapısının yerini alacağı için renkleşmiş preparasyonlu dişleri maskelemek için ve bölümlü kuron restorasyonlarında kullanılabilir (65).

4.1.6.6.2. SHOFU Block& Disk CAD/CAM Ceramic-Based Restorative



Resim 2. SHOFU Block& Disk CAD/CAM Ceramic-Based Restorative

SHOFU Block& Disk CAD/CAM Ceramic-Based Restorative materyali %61 zirkonyum silikat içerikli bir nano doldurucudan oluşan rezin seramiktir (Resim 2). Bu iskelet yapı çiğneme kuvvetlerini emerek materyalin dayanıklılığını ve bozulmaya karşı direncini arttırmaktadır. Yeterli dayanıklılık gösterdiği için düşük kalınlıkta üretilebilmektedir.

191 MPa değerinde yüksek bir eğilme dayanımı gösterir. Malzemenin sertliği diş dentin dokusuna daha yakın değerde olduğu için antagonist dişlerde oluşturacağı aşınma kabul edilebilir düzeydedir.

Bu materyal tüm anterior ve posterior kuron restorasyonları, inley, onley, veneer ve implant destekli protezlerde kullanılabilir. Mine benzeri ışık geçirgenlik özelliği sayesinde estetik anterior restorasyonların yapımında kullanılabilir. Ağız içerisinde düzeltilip, tamir edilebilme özelliğine sahiptirler (66).

4.1.6.7. Kompozitler:

CAD/CAM sistemler için ilk kompozit rezin bloklar 2000 yılında piyasaya sürülmüştür (67). CAD/CAM sistemlerinde seramik blokların gelişimiyle eş zamanlı olarak nanofil ve nanohibrit kompozit rezinlerin gelişimi ile kompozit rezin teknolojisinde de önemli ilerleme kaydedilmiştir (68).

Kompozit rezin blokların mekanik özelliklerinde meydana gelen önemli gelişme hibrit, nanofil ve nanohibrit kompozit rezinlerin yüksek basınç altında ısı ile polimerize edilmesi ile başarılmıştır. Bunun yanında, CAD/CAM sistemleriyle kullanılan kompozit rezin bloklar, seramik bloklara göre daha kolay üretilir ve tamir edilebilirler (69, 70).

Kompozit rezin bloklar; uzun süreli geçici restorasyonlarda, inley, onley ve tek diş kuron restorasyonlarında kullanılabilirler (71).

4.1.6.7.1. Coltene Brilliant Crios:



Resim 3. Coltene Brilliant Crios

Coltene Brilliant Crios, güçlendirilmiş bir kompozit blok olup CAD/CAM frezleme prosesi kullanılarak yapılan daimi estetik tek diş restorasyonlarında kullanılabilir. Kuron,

inley, onley, veneer ve implant destekli kuronlarda kullanılabilir (Resim 3). Yüksek bükülme direncine sahiptir. Diş dokusuna yakın esneklik katsayısı vardır. Antagonist dişte düşük aşınma özellikleri gösterir. Renk skalası daha estetik sonuçlar elde edilebilmesi için geniştir. Bileşiminde dental cam, çapraz bağlı metakrilatlar ve amorf silika içerir. Materyal fırınlama prosesi gerektirmez, modifiye edilmesi ve onarımı kolaydır.

Blok frezeleme ünitesinde üretildikten sonra, konvensiyonel döner kompozit parlaticılar veya polisaj patı kullanılarak intraoral veya ekstraoral şekilde polisajı yapılabilir. Böylece hızlı ve zahmetsiz bir parlatma sağlar (72).

4.2. Bitirme ve Cila İşlemleri

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerinin klinik olarak uzun ömürlülüğü ve estetik görünümü üzerinde uygulanan bitirme ve cila işlemlerinin de etkisi vardır (10, 73).

Restoratif diş hekimliğinde bitirme ve cila işlemleri üç adımda gerçekleşir. Bitirme işlemi olarak adlandırılan ilk aşamada diş anatomik şeklinin verilmesi hedeflenir. Kenarlardaki düzensizlikler kalın grenli bitirme frezleri ile aşındırılır. Başlangıç cila işlemi olarak bilinen ikinci aşamada, bitirme işlemi sırasında meydana gelen çizikler orta grenli frezler kullanılarak düzeltilmeye çalışılır. Burada amaç yüzey pürüzlülüğünün azaltılmasıdır. Üçüncü ve son aşamada ise ince grenli cila sistemleri ile pürüzsüz dişin doğal mine yapısına benzeyen bir yüzey elde edilmesi hedeflenir (74).

Pürüzsüz bir yüzeye sahip restorasyonlar daha estetik göründüklerinden hastalar tarafından daha çok kabul edilirler (75). CAD/CAM restorasyonlarının işlenmesi sırasında oluşan yüzey düzensizliklerinin ortadan kaldırılması için bitirme ve cila işlemleri uygulanarak, restorasyon yüzeylerinde yüksek parlaklık ve düşük pürüzlülük elde edilebilir. Pürüzsüz yüzeyler hastanın restorasyonunu rahat kullanabilmesine katkıda bulunur. Yapılan çalışmalarda restorasyon yüzeylerinde plak birikiminin olmaması için kritik pürüzlülük eşiğinin 0.2 µm olduğu bildirilmiştir. Restorasyonlarda olması gereken en yüksek yüzey pürüzlülük değeri 0.50 mikrondur ve çalışmalar bu eşik değerini

üzerindeki pürüzlü yüzeylerin hastanın dili tarafından hissedilebileceğini ifade etmişlerdir (76, 77).

Zissiz ve arkadaşları (78) yaptığı çalışmada ticari olarak piyasada bulunan yumuşak ve sert özellikteki protez malzemelerinin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişler ve genel olarak 0.7-7.6 µm arasında değiştiğini göstermişlerdir. Ancak materyallere laboratuvar ortamında veya hasta başında bitirme ve cila işlemlerinin uygulanmasından sonra restorasyonların yüzeyindeki pürüzlülüğün 0.2 µm eşliğinde tutulduğunu belirtmişlerdir.

İkincil çürükler ve materyalde zamanla meydana gelen renk değişimi restorasyonların klinik olarak yenilenmesini gerektirebilir (79, 80). İyi cilalanmamış ve pürüzlü yüzeyi bulunan materyallerde bakteri retansiyonu artmakta ve materyalin renklenmeye karşı direnci azalmaktadır (11, 81).

Bunun yanı sıra, cila prosedürü ile restorasyonlarda doğal mine yapısına benzer parlaklık özellikleri sağlanır. Restorasyonların pürüzsüz yüzeyleri diş fırçası ve diş macunu benzeri malzemelerin aşındırıcı etkisine karşı materyalin dirençli kalmasını sağlar ve materyalin ömrünü uzatır (82). Tedavi işleminde kullanılan restoratif materyaller ağız ortamında maruz kaldığı termal ve mekanik yaşlanma şartlarına karşı dayanıklı olmalıdır (83). Restoratif materyallerin dayanıklılık özellikleri üzerinde restoratif materyallerin içeriğinin önemi olduğu kadar, cila prosedüründe etkisi vardır.

Günümüzde geniş skalada bitirme ve cila materyalleri restorasyonların üzerinde pürüzsüz bir yüzey oluşturmak amacıyla tasarlanmıştır. Diş rengindeki restoratif materyallerin bitirme ve cila işlemlerinde yaygın olarak kullanılan sistemler; karbid frezler (8-, 12-, 16- ve 30-oluklu), elmas frezler, aşındırıcı emdirilmiş kauçuk cup, aşındırıcı emdirilmiş diskler, stripler ve polisaj pastalarıdır (84).

Klinikte diş hekimi tarafından tasarlanıp CAD/CAM sistemlerinin frezeleme ünitesi ile üretilen restoratif materyaller tek bir seansta elde edilir. Ancak restoratif materyaller frezeleme ünitesinden çıktıklarında istenen pürüzsüz yüzeye sahip değildirler. Nihai uygun hale gelebilmeleri için bitirme ve cila işlemleri uygulanmalıdır (85). Elde edilen pürüzsüz yüzeyler materyalin bükülme dayanımını en üst düzeye çıkarır (86), kırılma riskini azaltır (87) ve bakterilerin tutunmasını azaltarak, biouyumluluğu arttırlar (88).

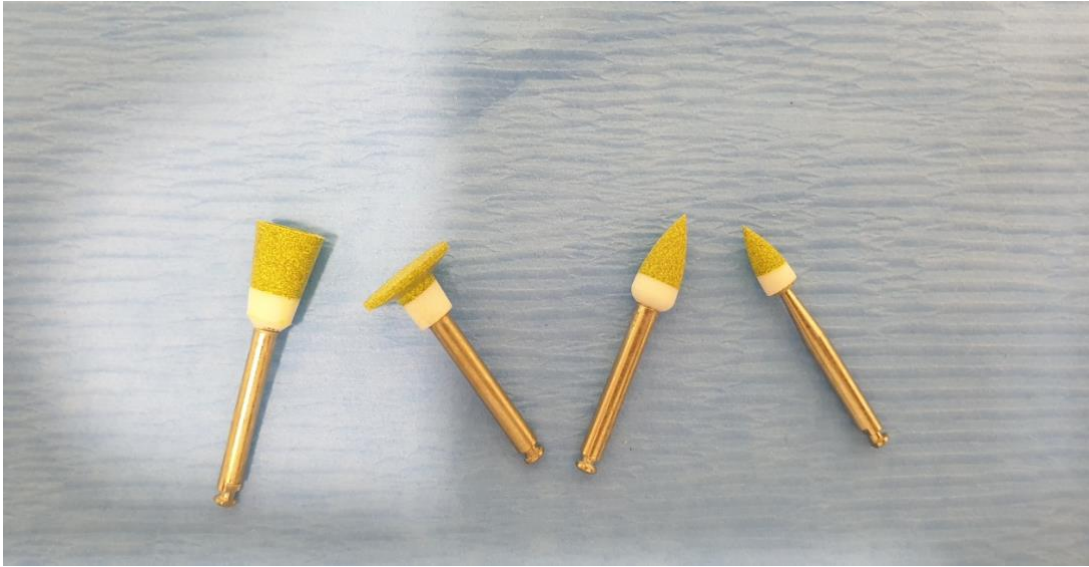
4.2.1. Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Materyaller

Restorasyonların etkili bitirme ve cila işlemleri sadece üst düzeyde estetik görünüm sağlamaz, aynı zamanda yumuşak dokuların sağlıklı kalmasına yardımcı olur ve restorasyonun ara yüzeyinin bütünlüğünün devamlılığını sağlar. Hatalı uygulanan bitirme ve cila işlemleri plak birikiminden kaynaklı diş eti tahrişi, artmış yüzey renklenmesi ve azalmış estetik ile sonuçlanır (89).

Bitirme ve cila işlemini doğru materyalle doğru bir şekilde uygulayarak (90):

- Restorasyonların kenar uyumsuzlukları düzeltilir
- Pürüzlü bir yüzeyde oluşabilecek kırılma riski azaltılır
- Kusurlu yüzey alanları azaltılarak restorasyonda meydana gelebilecek korozyon riski azaltılır
- Plak tutulumu daha az olan pürüzsüz bir yüzey oluşturulur
- Oral fonksiyon ve çiğneme etkinleşir, hasta konforu artar
- Antagonist dişlerde daha az aşınmaya neden olacak düzgün restorasyon temasları oluşturulur
- Işığın daha iyi yansıtan, daha estetik bir görünüm sağlanır.

4.2.1.1. Identoflex Diamond Ceramic Cila Sistemi:

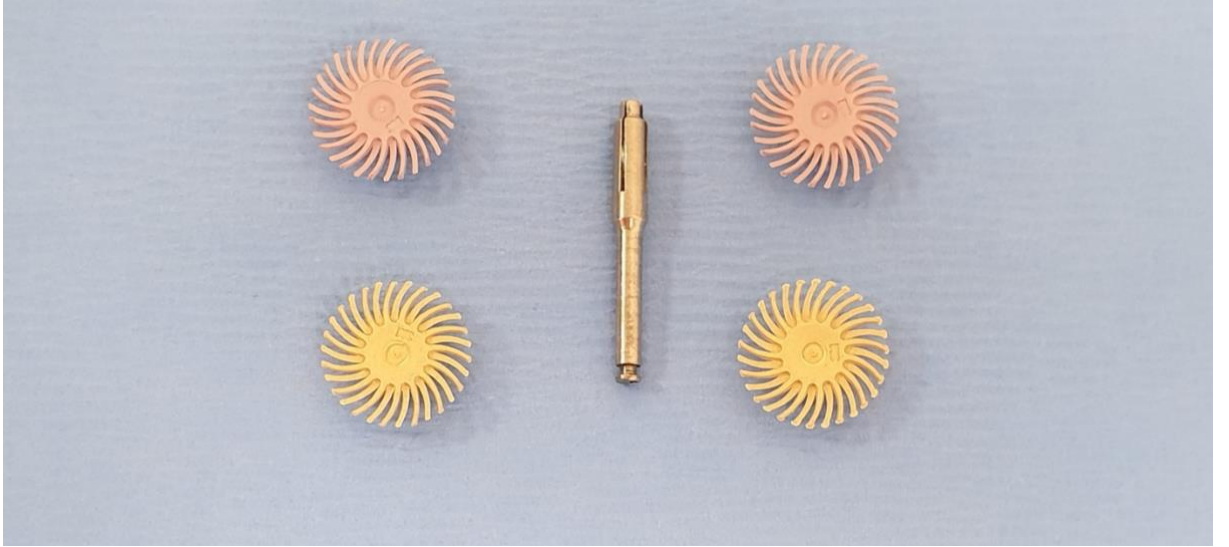


Resim 4. Identoflex Diamond Ceramic Cila Sistemi

Identoflex Diamond Ceramic Cila Sistemi (Resim 4), tedavi sırasında seramik restorasyonlarını parlatmak için özel olarak geliştirilmiştir. Çift bölge (twin zone) teknolojisinde aşınma modeli uygulanmıştır. Sadece aktif bölge elmas aşındırıcı içerir, beyaz renkli kısım elmas partikül içermez. Elmas partikül içeren aktif bölge, renk kodlamasına bağlı olarak kolaylıkla tanınabilir. Elmas partiküllerinin yüksek polisaj kapasitesi sayesinde, düşük devirde kullanılabilirler ve böylece pulpaya ve restoratif materyale zarar veren ısı artışı önlenmiş olur. Bu sistem ile ideal cilalama işlemi su soğutması altında 30’ar saniye süreyle uygulanarak elde edilir.

Bardak, tekerlek ve alev uçlu olmak üzere 3 farklı şekle sahiptirler. Bardak şeklinde olanlar dış bükey yüzeyler ve fissürlerde kullanılırlar. Ayrıca ince kenarları sayesinde ara yüzey ve çizgi açısı boyunca da etkilidirler. Tekerlek şeklinde olanlar dış bükey alanlarda ve özellikle ön bölge dişleri gibi düz alanların cilalanmasında kullanılırlar. Alev uçlu olanlar ise, iç bükey yüzeylerin, özellikle de okluzal yüzeylerin parlatılması için kullanılırlar (91).

4.2.1.2. Sof-Lex Diamond Cila Sistemi:



Resim 5. Sof-Lex Diamond Cila Sistemi

Sof-Lex Diamond Cila Sistemi (Resim 5), iki aşamalı bir sistemdir. Sterilize edilerek birden fazla kez kullanılabilirler. Spiraller alüminyum oksit veya elmas parçacıkların elastomere emdirilmesi ile oluşturulur. Universal şekli sayesinde tüm dişlerde ve yüzeylerde kullanılabilirler ve böylece farklı yüzeylere uyum sağlayan farklı şekillerde üretilmesi gerekliliğinin önüne geçilmiştir.

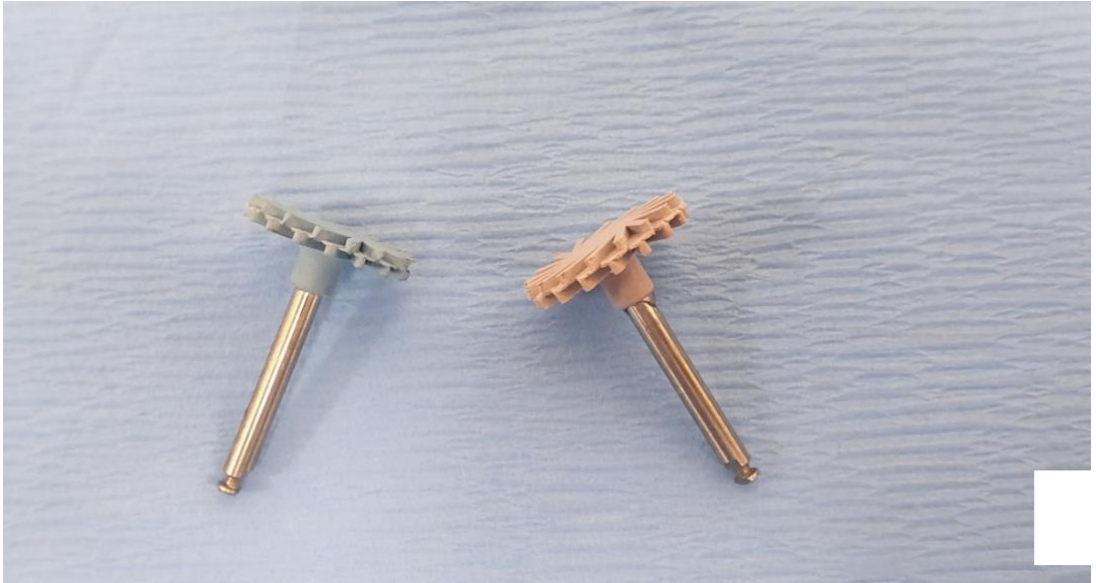
Bu cilalama kiti, bej ve pembe olmak üzere 2 spiralden oluşur. Pre-polishing spiralleri (bej) restorasyon yüzeyini düzleştirmek için kullanılırlar. Polishing spiralleri (pembe) son parlatma aşamasında kullanılırlar.

Kullanımı önerilen alanlar:

- Kompozit restorasyonlar
- Resin modifiye cam iyonomerler
- Bisakrilik içerikli geçici materyaller
- 3M ESPE LAVA Ultimate CAD/CAM Restoratif
- Kıymetli ve yarı kıymetli metaller

Her iki spiralde yavaş hızlı döner aletlerle ve 15.000–20.000 rpm hızda çalışmaktadır. Düzgün bir yüzey elde edilmesi için su altında çalışılması önerilir. Spiraller sırasıyla 15'er saniye süre ile kullanılırlar (92).

4.2.1.3. Coltene Diatech Shape Guard Cila Sistemi:



Resim 6. Coltene Diatech Shape Guard Cila Sistemi

Coltene Diatech Shape Guard Cila Sistemi (Resim 6), kompozit restorasyonlarının pürüzsüzleştirilmesi ve yüksek parlaklık elde edilmesi için geliştirilmiş elmas cilalama sistemidir. Steril edilebilir ve tekrar kullanılabilirler.

Bu cila kiti, iki aşamalı bir sistemdir. Pre-polishing için kullanılan spiraller (mor parlaticılar) ön parlatmada ve düzensizliklerin giderilmesinde, polishing için kullanılan spiraller (mavi parlaticılar) yüksek parlaklık elde edilmesinde kullanılırlar.

Coltene Diatech Shape Guard, geniş yüzeyleri cilalamak için etkin bir sistemdir. Esnek lamelleri sayesinde yüzeye adapte olur ve dişin morfolojisini koruyacak şekilde eşit basınç dağılımı sağlayarak uygulanırlar. Yavaş hızlı döner aletlerle 10.000 – 12.000 rpm hızda su altında her bir spiral sırasıyla 15'er saniye süreyle uygulanması önerilir (93).

4.3. Renk

Restorasyonların rengi ve görünümü uygulandığı diş ve çevre dokular ile uyumlu olmalıdır (94). Restorasyonların hastaların beklentilerini karşılayabilmesi için en önemli klinik özelliklerinden birisi renk stabilitesidir. Restoratif materyallerin zaman içerisinde hasar görmesi ya da yaşlanma gibi nedenlerle renk değişikliğine uğramaması istenir (95-97). Protez materyallerindeki renk değişimi hastanın memnuniyetsizliğine ve restorasyonun yenilenmesi gibi ek masraflara neden olmaktadır (98)

Restorasyonlar zaman içerisinde, uzun süre maruz kaldığı birçok faktörden etkilenerek renk değişimine uğrayabilirler. Genel olarak, materyallerdeki renk değişimi içsel ve dışsal faktörler olarak iki ana grupta incelenirler. İçsel faktörler rezin matriks ve matriks/partikül ara yüzündeki kimyasal yapı ile ilgilidir. Dışsal faktörler ise materyalin yüzey pürüzlülüğüne bağlı plak birikimi, yiyecek, içecek, asidite ve sigara içme gibi renk verici ajanlara maruz kalarak bu ajanların materyal yapısına adsorpsiyonu ile meydana gelir (99, 100).

Yapılan çalışmalarda, pürüzlü yüzeylere plak tutulumu ve bu pürüzlü alanlardaki temizlenme zorluğu nedeniyle dental materyallerde renklenme gerçekleştiği ifade edilmiştir (101). Başarılı bir restorasyon için, restorasyon yüzeyinin mümkün olduğunca düzgün olması sağlanmalıdır. Resin restorasyonlarına uygulanan bitirme ve cila işlemlerinde plak retansiyonu engellenerek renk stabilitesinin sağlanması amaçlanır.

Bitirme ve cila işlemlerinin renklenmeyi azalttığı ve restorasyonun ömrünü uzattığı görülmüştür (102)

Rezin yapısındaki materyallerin su emilim kapasitesi materyallerin içeriğinden olduğu kadar, içeceklerin kimyasal yapısından da etkilenir ve bu durum renk dayanıklılığı üzerinde önemli rol oynar. Rezinlerin renklenmeye yatkınlığı, matriksin su emilim derecesi ve hidrofilitesi ile yakından ilişkilidir. Eğer rezinler suyu absorbe edebiliyorsa, boyanmasına neden olacak diğer sıvıları da absorbe edebilirler (103).

Rezin matriksinde kullanılan monomerlerin fiziko-kimyasal özellikleri materyallerin renklenmeye karşı göstereceği direnç üzerinde etkilidir. Bis-GMA içerikli rezinlerdeki su emilim oranı materyaldeki TEGDMA içeriği konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. TEGDMA yapısındaki hidrofilik gruplar su moleküllerine afinite gösterirler. Bu molekülün formülasyonunda artması materyalin su emilim oranını arttırarak, renklenme düzeyini arttırır. Rezin içerisindeki TEGDMA'nın yerini UDMA'nın alması materyalin su emilimini azaltır. UDMA, materyalin renklenmesine diğer rezin içeriklerine göre daha az duyarlıdır (104-106)

Restorasyonların renk değişimi bireylerin diyet alışkanlıkları ile ilgilidir. Sık tüketilen içeceklerden kahve, materyallerin yüzeyine hem absorpsiyon hem de adsorpsiyon meydana getirmektedir. Nonpolar ve hidrofilik olan kahve kolorantlarının materyal yüzeyinde sabit kaldığı bildirilmiştir (99).

Kolanın renklendirici etkisinin incelendiği bir çalışmada, içeriğindeki asit nedeni ile sahip olduğu düşük pH değerinin restorasyonların organik matriksini olumsuz etkileyebileceği ve yüzeyde yumuşamaya neden olarak restoratif materyaller üzerinde daha fazla renklenmeye neden olabileceği belirtilmektedir (107).

4.3.1. Renk Ölçümü

Diş hekimliğinde renk ölçümünün tayini görsel veya cihaz yardımıyla yapılabilir. Klinik diş hekimliğinde görsel renk ölçümünde en sık kullanılan yöntem bir renk skalası aracılığıyla yapılır. Skala, hastanın dişiyile karşılaştırılarak istenilen renk elde edilir (108). Ancak görsel olarak renk tayini yapılması ile standardizasyon sağlanamadığı ve gölge düşümü sonucu tutarsız ve güvenilmez sonuçlar ortaya çıkabildiği için klinisyenler için sorun teşkil etmektedir (109).

Renk skalası ile karşılaştırmalı yapılan görsel renk tayini, öznel bir yöntemdir. Ticari olarak standardize edilmiş renk tonları ile elde edilen bir skala kullanılır ve dış rengi ile eşleştirilir. Ancak, renk eşleştirmesi sırasında gölge düşümü sonucu yorumlama, ortamın ışık düzeyi ve çevre şartlarından etkilendiği için görüntü değişken olabilir. Ayrıca, zaman zaman doğal dışların tüm renk yelpazesi ve tonları mevcut sisteme eklenemediği için sistem yetersiz kalabilmektedir.

Spektrofotometre ve kolorimetre gibi renk ölçüm cihazları diş hekimliği kullanımına girdiğinde başlangıçta klinik uygulama yerine, araştırmalarda kullanılmıştır. Cihaz kullanımı ile yapılan renk analizi objektif olduğundan ve ölçümler daha hızlı elde edildiğinden görsel renk seçimine göre daha avantajlıdır (110).

Uygun renkte restoratif materyalin seçiminde cihaz kullanımı ile, materyal yüzeylerin fotometrik analiz teknikleri, matematiksel modelleme sistemleri ile birleştiğinde daha doğru değerlendirme yapılmasını sağlar (111).

Diş hekimliğinde kullanılan renk sistemleri Munsell renk sistemi ve CIE renk sistemi ve 1976'da geliştirilen CIE L*a*b* renk sistemidir. Munsell renk sistemi 1905 yılında Albert H. Munsell tarafından geliştirilen ve bilinen en eski renk sistemidir. Bu sistemde çeşitli koyuluktaki koordinatlar renk tonu (Hue), doygunluk (Chroma) ve parlaklığı (Value) gösterir.

Hue (Ana Renk): Hue, bir renk grubunu diğer renk grubundan ayıran rengin tonu, çeşididir. Kırmızı, mavi ve yeşil gibi değişik renk ailelerinin ayrımını sağlar. Diş hekimliğinde ana renk yaygın olarak Vita klasik renk skalasında (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) A, B, C, D harfleriyle ifade edilir.

Value (Parlaklık): Cisimden geri dönen ışığın miktarıdır. Munsell, parlaklığı siyah beyaz bir skala olarak tanımlamıştır. Value değeri yüksek cisimler daha az miktarda griye sahipken, düşük cisimler daha fazla griye sahiptir ve koyu görünürler.

Chroma (Yoğunluk): Ana rengin gücü veya pigment yoğunluğudur. Yoğunluk ve parlaklık ters orantılıdır. Yoğunluk Vita renk skalasında numaralarla gösterilir (112).

CIE sisteminde 3 koordinat kullanılır; X, Y ve Z. Bu parametreler, spektral cevap fonksiyonları temeline dayanmaktadır. X: kırmızı, Y: yeşil, Z: mavi ışığı temsil eder.

Diş hekimliğinde kullanılan bir başka renk ölçüm sistemi ise Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Internationale de l'Eclairage) tarafından geliştirilen ve yaygın olarak tanınan CIE L * a * b * renk ölçüm sistemidir.

L*, rengin koyuluğunu temsil eder ve 0 (koyu) ile 100 (açık) arasında değişebilir.

a*, kırmızıdan yeşile renk koordinatı: +a* kırmızı yön, -a* yeşil yön olarak tanımlanır.

b*, sarı/mavi renk koordinatı: +b* sarı yön, -b*: mavi yön olarak tanımlanır.

Bu renk sisteminin avantajı, üç boyutlu renk aralığının yaklaşık olarak düzenlenmesidir. CIE koordinatlar, rengin tonundan bağımsız olarak, iki rengin şiddeti arasındaki mesafenin algı şiddetine oranlanmasıyla hesaplanır (113, 114).

CIE L * a * b * renk ölçüm sistemi kullanımında gözle görünen renk değişimi için $\Delta E:1$ 'dir (113). ΔE değerinin 3.3'ten büyük olduğu durumlar klinik olarak kabul edilemez renk değişimini gösterir (115).

Tablo 2. O'Brien'in klinik olarak renk karşılaştırma değerlendirilmesi

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

4.3.2. Renk Ölçüm Cihazları

4.3.2.1. Kolorimetre

Kolorimetrik teknikler, görsel tekniklere göre renk ölçümünde daha hızlı, tutarlı ve nicel değerlendirme yapılmasını sağladığı için daha güvenilir sonuçlar elde edilir. Renk ölçümünü ışığın dalga boyuna ve yoğunluğuna göre yapan bir cihazdır. Cihazın doğru ve hassas ölçüm yapması, ölçülecek dışın translusentliğine bağlıdır (111).

4.3.2.2. Spektrofotometre

Spektrofotometre cihazında ölçümler, spektral yansıtma fonksiyonu ile cismin renk parametreleri hesaplanarak elde edilir (116). Objektif sonuç elde edilmesinden dolayı doğru ve güvenilir renk ölçümü yapılmasında en çok kullanılan araçtır (117). Cihaz, çoklu

sensör sistemiyle insan gözüyle algılanamayan renkleri algılayabilmektedir ve sayısal değerler oluşturarak istatistiksel hesaplamalarda kullanılacak veriler elde edilmesini sağlamaktadır (118). Bir dişin ya da materyalin tonunun ölçülen renkleri Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Internationale de l'Eclairage) tarafından geliştirilen ve yaygın olarak tanınan CIE L * a * b * renk ölçüm sistemi ile elde edilmektedir.



5. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmadaki test aşamaları, Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

5.1. Çalışmamızda Kullanılan Materyaller

Çalışmamızda kullanılan cihazlar Tablo 3'te, materyaller Tablo 4'te belirtilmiştir.

Tablo 3. Çalışmada kullanılan cihazlar

CİHAZ	MODEL	ÜRETİCİ FİRMA
Kesim cihazı	Isomet 1000	Buehler, Lake Bluff, IL, ABD
Elmas kesme bıçağı	Series 15 HC Diamond	Buehler, Lake Bluff, IL, ABD
Dijital kumpas	Digimatic Caliper	Mitutoyo, Tokyo, Japonya
Spektrofotometre	VITA Easyshade Compact	VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya

Tablo 4. Çalışmada kullanılan materyaller

MATERYAL	İÇERİK	ÜRETİCİ FİRMA	ÜRETİM NO
Shofu Blok HC	UDMA, TEGDMA, %61 silika tozu Silika Zirkonyum silikat	SHOFU Dental Corporation, Kyoto, Japonya	111501
Cerasmart	Bis-MEPP, UDMA DMA, %71 SiO ₂ , Baryum cam	GC Corporation, Tokyo, Japonya	161003A
Coltene Brilliant Crios	Dental cam, Çapraz bağlı metakrilatlar, Amorf silika	Coltene, Altstätten, İsviçre	H26421
Identoflex Diamond	Elmas aşındırıcı tanecikler	KerrHawe SA	6855499
Sof-Lex Diamond	Alüminyum oksit, Elmas aşındırıcılar	3M ESPE, St. Paul, ABD	N754512
Coltene Diatech	Elmas aşındırıcı tanecikler	Coltene, Altstätten, İsviçre	428077
UDMA: Uretan dimetakrilat; TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat; Bis-MEPP: 2,2-Bis (4-metakriloksi polietoksi fenil) propan; DMA: Dimetakrilat; SiO₂: Silisyum oksit;			

5.2. CAD/CAM Bloklarının Uygulanacak İşlemler Öncesi Hazırlanması

5.2.1. Numunelerin Hazırlanması

Çalışmamızda A2 LT rengindeki Cerasmart (GC Corporation, Tokyo, Japonya), Shofu Blok HC (SHOFU Dental Corporation, Kyoto, Japonya) ve Coltene Brilliant Crios (Coltene, Altstätten, İsviçre) CAD/CAM bloklar kullanılmıştır. Her grupta, 2 mm kalınlıkta olmak üzere, 20'şer adet numune yer almıştır (n=20). Bu şekilde toplamda 540 adet CAD/CAM blok kesiti hazırlanmıştır.

Numuneler, elmas kesme bıçağının (Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) kalınlığının da 0.3 mm olduğu hesaba katılarak 2.3 mm aralıklarla, su soğutması ile birlikte düşük hızda kesilmiştir (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD). Her bir numune 2 mm kalınlığında olacak şekilde CAD/CAM blok kesitleri oluşturulmuştur (Resim 7). Numunelerin eşit boyutlarda olup olmadığı dijital kumpas (Resim 8) yardımıyla kontrol edilmiştir.



Resim 7. Isomet 1000



Resim 8. Dijital kumpas

Numunelerin üst yüzeyi, 600 gritlik silikon karbid (SiC) zımpara kağıdıyla 60 saniye boyunca zımparalanmıştır.

5.2.2. Deney Gruplarının Oluşturulması

Çalışmamızda A2 LT rengindeki Cerasmart (GC Corporation, Tokyo, Japonya), Shofu Blok HC (SHOFU Dental Corporation, Kyoto, Japonya) ve Coltene Brilliant Crios (Coltene, Altstätten, İsviçre) CAD/CAM bloklar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılacak olan CAD/CAM bloklar uygulanacak olan cila sistemine göre 3 ana gruba ayrılmıştır (Resim 9). Materyallere uygulanacak olan yüzey bitirme işlemleri Sof-Lex Diamond, Identoflex Diamond ve Coltene Diatech'dir. Cilalama prosedürünün arkasından örnekler tekrardan 3 alt gruba ayrılmış ve 3 farklı renklendirici solüsyonda 15 gün süresince bekletilmiştir. Çalışmada kullanılan içecekler filtre kahve, kola ve distile su olarak belirlenmiştir (n=20) (Tablo 5). Renklenmenin değerlendirilmesinde distile su kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Toplamda 540 adet numune oluşturulmuştur (N=540). Bu 540 numunenin 180 adedi Cerasmart; 180 adedi Shofu Blok HC ve 180 adedi ise Coltene Brilliant Crios'dur.



Resim 9. 2 mm kalınlığında kesilmiş CAD/CAM bloklar

Tablo 5. Oluşturulan deney grupları

Shofu Blok HC (n=180)	Identoflex Diamond (n=60)	Kahve
		Kola
		Distile su
	Sof-Lex Diamond (n=60)	Kahve
		Kola
		Distile su
	Coltene Diatech (n=60)	Kahve
		Kola
		Distile su
Cerasmart (n=180)	Identoflex Diamond (n=60)	Kahve
		Kola
		Distile su
	Sof-Lex Diamond (n=60)	Kahve
		Kola
		Distile su
	Coltene Diatech (n=60)	Kahve
		Kola
		Distile su
Coltene Brilliant Crios (n=180)	Identoflex Diamond (n=60)	Kahve
		Kola
		Distile su
	Sof-Lex Diamond (n=60)	Kahve
		Kola
		Distile su
	Coltene Diatech (n=60)	Kahve
		Kola
		Distile su

5.3. DeneY GrUplArına UygulAnAn Bitirme ve Cila İşlemleri

Çalışmamızda kullanılan CAD/CAM bloklardan elde edilen numuneler, uygulanacak farklı cila sistemine göre üç gruba ayrılmıştır (Tablo 6). Numunelerin ölçüm yapılacak yüzeyleri Sof-Lex Diamond, Identoflex Diamond, Coltene Diatech Shape Guard cila sistemleri ile cilalanmıştır.

Tablo 6. Uygulanan Bitirme ve Cila Sistemi, Üretici firması, Cila Sisteminin Tipi ve Uygulama Aşaması

BİTİRME VE CİLA SİSTEMİ	ÜRETİCİ FİRMASI	CİLA SİSTEMİNİN TİPİ VE UYGULAMA AŞAMASI
Sof-Lex Diamond Cila Sistemi	3M ESPE, St. Paul, ABD	Ofis, 2 aşamalı
Identoflex Diamond Ceramic Cila Sistemi	KerrHawe SA	Ofis, Tek aşamalı
Coltene Diatech Shape Guard Cila Sistemi	Coltene, Altstätten, İsviçre	Ofis, 2 aşamalı

Sof-Lex Diamond Cila Sistemi (Resim 10), ofis tipi kullanımı olan iki aşamalı bir cila sistemidir. Bej renkli ve pembe renkli olmak üzere 2 spiralden oluşmaktadır. Kullanım sırasına göre ilk olarak bej renkli spiral, restorasyonların düzeltirilmesinde; daha sonra pembe renkli spiral, düzeltilmiş restorasyon yüzeyinin parlatılmasında kullanılır.

Bizim çalışmamızda da CAD/CAM blok materyallerin her bir markadan ayrılan 60 numuneye bu cila sistemi uygulanmıştır. Üretici firma önerileri dikkate alınarak yavaş hızla döner alet ile 15.000–20.000 rpm hızda su soğutması altında önce bej renkli spiral 15 saniye, daha sonra pembe renkli spiral 15 saniye süreyle uygulanmış ve cilalama işlemi tamamlanmıştır.



Resim 10. Sof-Lex Diamond Cila Sistemi

Identoflex Diamond Ceramic Cila Sistemi (Resim 11), ofis tipi kullanımı olan tek aşamalı bir cila sistemidir. Çift bölge (twin zone) teknolojisine sahiptir. Sadece aktif bölgede elmas aşındırıcılar bulunur ve renk kodlaması ile kullanan kişi tarafından kolayca anlaşılabilir. Bardak, tekerlek ve alev uçlu olmak üzere 3 farklı şekle sahiptirler (Tablo 7).

Bizim çalışmamızda da CAD/CAM blok materyallerin her bir markadan ayrılan 60 numuneye bu cila sistemi uygulanmıştır. Üretici firma önerileri doğrultusunda düşük hızlı döner aletlerle su soğutması altında 30'ar saniye süreyle uygulanarak cilalama işlemi tamamlanmıştır.

Tablo 7. Identoflex Diamond Ceramic Cila Sistemi şekilleri ve kullanım yerleri

MATERYALİN ŞEKLİ	KULLANIM YERLERİ
Bardak şekilli	Dış bükey yüzeyler ve fissürlerde, ayrıca ince kenarları sayesinde ara yüzey ve çizgi açısı boyunca kullanılırlar
Tekerlek şekilli	Dış bükey alanlarda, özellikle ön bölge dişleri gibi düz alanlarda kullanılırlar
Alev uçlu	İç bükey yüzeylerde özellikle de okluzal yüzeylerde kullanılırlar

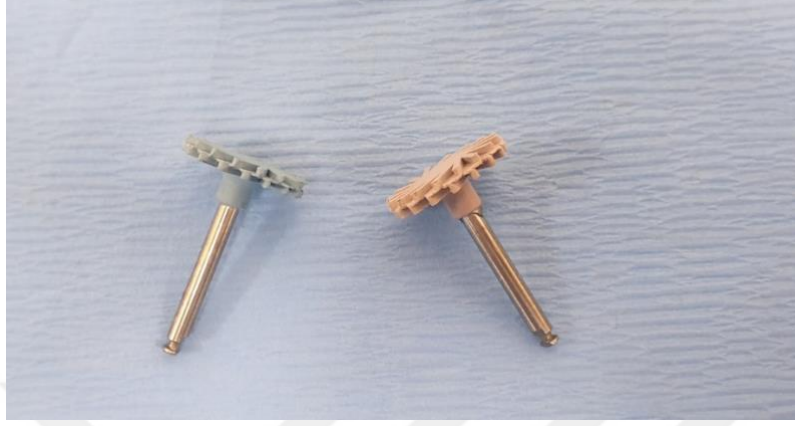


Resim 11. Identoflex Diamond Ceramic Polisher

Coltene Diatech Shape Guard Cila Sistemi (Resim 12), iki aşamalı kullanılan elmas partiküllü cilalama sistemidir. Mor spiraller restorasyonun düzensizliklerinin giderilmesinde ve ön parlatmada kullanılırken, mavi spiraller yüksek parlaklığın oluşturulmasında kullanılırlar.

Bizim çalışmamızda da CAD/CAM blok materyallerin her bir markadan ayrılan 60 numuneye bu cila sistemi uygulanmıştır. Üretici firma önerilerine uyularak yavaş hızlı

döner aletlerle 10.000 – 12.000 rpm hızda su altında sırasıyla önce mor spiral ve sonrada mavi spiral 15'er saniye uygulanarak numunelerin cilalama işlemi tamamlanmıştır.



Resim 12. Coltene Diatech Shape Guard Cila Sistemi

5.3.1. Deney Gruplarının Başlangıç Renklerinin Ölçümü

Sof-Lex Diamond, Identoflex Diamond ve Coltene Diatech Shape Guard cila sistemleri ile bitirme ve cila işlemi uygulanan CAD/CAM numuneler 24 saat boyunca 37 °C'de distile suda bekletilmiştir. 24 saat sonunda numuneler kurutularak beyaz arka plan üzerinde VITA Easyshade Compact (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) (Resim: 14) spektrometre cihazı ile başlangıç renk ölçümleri yapılmıştır.



Resim 13. VITA Easyshade Compact

5.4. Deney Gruplarının Renklendirici İçeceklere Daldırılması

Başlangıç renkleri ölçülen numuneler opak plastik saklama kaplarına konularak her kap CAD/CAM materyali, kullanılan cila sistemi ve uygulanacak içecek göz önüne alınarak numaralandırılmıştır. Çalışmamızda deney grubu olarak günümüzde en çok tüketilen içecekler seçilmiştir. Bunlar filtre kahve (Resim 14) ve koladır (Resim 15). Ayrıca kontrol grubu olarak aynı sürelerde bekletilmek üzere distile su kullanılmıştır. Numuneler 15 gün boyunca sabah ve akşam olmak üzere günde 2 kez 1'er saat eşit miktarda hazırlanmış bu 3 içekte bekletilmiştir. Kullanılan içeceklere daldırılan numuneler 1 saatin sonunda 1'er dakika boyunca akan suyun altında yıkanarak kendi saklama kabına yerleştirilmiştir. Her saklama kabının içindeki distile su, numuneler renklendirici ajana daldırıldığı sırada bakteri kontaminasyonunun önüne geçebilmek amacıyla değiştirilmiştir.

Filtre kahve, aynı koşullar altında oluşturulması amacıyla en çok tüketilen marka önerileri göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Kahve presinde demlemek amacıyla kalın öğütülmüş kahve kullanılmıştır. Birçok firmanın hazırlarken kullandığı ideal oran olan 180 ml sıcak suya, 10 gr kahve eklenerek çalışmada kullanılacak olan filtre kahve hazırlanmıştır.

Çalışmamızda kullanılmak üzere, renklendirici içeceklerden biri olarak belirlenen kola seçiminde piyasada en çok tüketilen markanın ürünü tercih edilmiş ve oda sıcaklığında bekletilerek her deneyde yeni ürün açılarak kullanılmıştır.



Resim 14. Filtre kahve ve kahve presi



Resim 15. Kola

5.5. İçeceklere Daldırılan Deney Gruplarının Renklerindeki Değişimin Ölçümü

Numunelerin başlangıç ölçümlerinden sonra hazırlanan numuneler içeceklere maruz bırakılmıştır. Örneklerin renk ölçümleri 1., 7., ve 15. günlerde yapılmıştır. Kurutulan numunelerin beyaz arka plan üzerinde VITA Easyshade Compact (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) spektrometre cihazı ile renk değişimleri ölçülmüştür. Ölçümler, benzer koşullar oluşturulması amacıyla gün ışığı altında ve aynı saatlerde, aynı yerde, benzer hava koşulları altında yapılmıştır.

Numunelerin her birinden, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Internationale de l'Eclairage) tarafından geliştirilen CIE $L^* a^* b^*$ renk ölçüm sistemi kullanılarak 3 tekrarlayan ölçüm yapılmış ve ortalama bir değer alınmıştır.

L^* , rengin koyuluğunu temsil eder ve 0 (koyu) ile 100 (açık) arasında değişebilir.

a^* , kırmızıdan yeşile renk koordinatı: $+a^*$ kırmızı yön, $-a^*$ yeşil yön olarak tanımlanır.

b^* , sarı/mavi renk koordinatı: $+b^*$ sarı yön, $-b^*$: mavi yön olarak tanımlanır.

İki örnek arasındaki renk değişimini hesaplarken ΔE değeri kullanılır. ΔE değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}, (\Delta L = L2^* - L1^*, \Delta a = a2^* - a1^* \text{ ve } \Delta b = b2^* - b1^*)$$

ΔE değerinin 3.3'ten büyük olduğu durumlar klinik olarak kabul edilemez renk değişimini gösterir.

5.6. Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizi

İstatistiksel değerlendirme IBM SPSS 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) paket programı ile yapıldı. Normal dağılıma uygunluk Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Nümerik değişkenler ortalama \pm standart sapma ve medyan (25.-75. persentil) olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılık normal dağılıma sahip olan nümerik değişkenler için tek yönlü varyans analizi ile, normal dağılıma sahip olmayan nümerik değişkenler için Kruskal Wallis testi ile belirlendi. Çoklu karşılaştırmalar için Tukey ve Dunn testleri kullanıldı. Farklı zamanlardaki olmler normal dağılım gösteren değişkenler için tekrarlı olmlerde ANOVA ile, normal dağılım göstermeyen değişkenler için Friedman iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldı. İki yönlü hipotezlerin testinde $p < 0,05$ istatistiksel önemlilik için yeterli kabul edildi.

6. BULGULAR

Çalışmada kullanılan CAD/CAM materyallerine cila sistemleriyle cila uygulanıp, renklendirici içeceklerde bekletilmesinden sonra oluşan renk değişimlerinin ölçülmesi ile elde edilen ΔE değerleri mean (ortalama, \pm standart sapma) ve medyan (orta değer, 25. Persantil-75. Persantil) değerler olarak Tablo 8, 9 ve 10'da gösterilmiştir.

Tablo 8. Farklı cila sistemleri uygulanan CAD/CAM materyallerin suda bekletilmesinden sonra elde edilen ΔE değerleri (medyan değerler, %25-75 persentil, ortalama \pm standart sapma)

SU		1 Gün Sonra			7 Gün Sonra			15 Gün Sonra		
Materyal	Cila Sistemi	Median	Per (%25-75)	Mean \pm Std. Devi.	Median	Per (%25-75)	Mean \pm Std. Devi.	Median	Per (%25-75)	Mean \pm Std. Devi.
SHOFU	IDENTOFLEX DİAMOND	3.96	(3.07-5.38)	4.19 \pm 1.26	1.79	(1.13-2.20)	1.76 \pm 0.75	1.17	(0.80-2.18)	1.72 \pm 1.44
	SOF-LEX DİAMOND	3.55	(2.03-5.38)	3.69 \pm 1.76	2.42	(0.53-4.53)	2.55 \pm 2.19	1.85	(1.06-3.86)	2.58 \pm 1.81
	COLTENE DİATECH	3.30	(2.56-4.56)	3.79 \pm 1.97	2.23	(1.61-3.73)	2.71 \pm 1.68	2.77	(2.28-4.06)	3.49 \pm 1.98
COLTENE	IDENTOFLEX DİAMOND	2.85	(2.23-6.41)	4.15 \pm 2.68	3.85	(1.83-6.15)	4.19 \pm 2.44	2.43	(1.38-4.36)	2.69 \pm 1.72
	SOF-LEX DİAMOND	1.21	(0.88-2.17)	1.74 \pm 1.44	2.27	(1.57-3.01)	2.36 \pm 1.11	1.36	(1.00-2.09)	1.83 \pm 1.36
	COLTENE DİATECH	2.37	(1.41-3.26)	2.43 \pm 1.13	2.05	(1.45-3.25)	2.38 \pm 1.21	2.17	(1.63-2.90)	2.34 \pm 1.33
CERASMART	IDENTOFLEX DİAMOND	1.65	(1.06-2.94)	1.96 \pm 1.15	2.73	(2.03-4.42)	3.19 \pm 1.25	1.32	(0.97-2.11)	1.61 \pm 0.88
	SOF-LEX DİAMOND	1.99	(1.69-2.41)	2.03 \pm 0.59	1.44	(1.06-2.14)	1.61 \pm 0.84	2.23	(1.94-2.92)	2.47 \pm 0.85
	COLTENE DİATECH	3.04	(1.98-4.13)	3.08 \pm 1.38	1.73	(1.11-2.14)	1.63 \pm 0.68	2.41	(2.12-2.70)	2.37 \pm 0.48

Çalışmamızda kullanılan CAD/CAM materyallerinin üretici firmaların önerileri doğrultusunda cilalanıp suda bekletilmesinin ardından ΔE değerleri açısından incelendiğinde Shofu CAD/CAM blokların 1. günün sonundaki en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi ile cilalanan numunelerden (3.30), en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi ile cilalanan numunelerden (3.96) elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.616$). 7.

günün sonunda en düşük ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (1.79) uygulanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (2.42) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.278$). 15. günün sonunda en düşük ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (1.17) uygulanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (2.77) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p=0.02$).

Coltene CAD/CAM blokların 1. günün sonundaki en düşük ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (1.21) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (2.85) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0.001$). 7. günün sonunda en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (2.05) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (3.85) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0.001$). 15. gün sonunda ise en düşük ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (1.36) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (2.43) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Bununla birlikte cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.126$).

Cerasmart CAD/CAM blokların 1. günün sonundaki en düşük ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (1.65) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (3.04) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0.003$). 7. günün sonunda en düşük ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (1.44) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (2.73) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.001$). 15. gün sonunda en düşük ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (1.32) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (2.41) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p=0.001$).

Identoflex Diamond Ceramic cila sistemi ile cilalanıp suda bekletilen numunelerin ΔE değerlerinin ikili kıyaslamasında, 1. günün sonunda Cerasmart-Coltene ($p=0.007$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Cerasmart-Shofu ($p=0.000$) arasında

istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık varken ($p < 0.001$), Coltene-Shofu ($p = 0.686$) materyalleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur. 7. günün sonunda Cerasmart-Coltene ($p = 1.000$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yokken, Cerasmart-Shofu ($p = 0.005$) arasında anlamlı farklılık vardır. Coltene-Shofu ($p = 0.000$) arasında ise istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p < 0.001$). 15. günün sonunda ise Cerasmart-Coltene ($p = 0.047$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Cerasmart-Shofu ($p = 0.966$) materyalleri ile Coltene-Shofu ($p = 0.083$) materyalleri arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur. Identoflex Diamond Ceramic cila sistemi ile cilalanıp suda bekletilen CAD/CAM materyallerinin her birinin kendi içerisindeki ΔE değerlerinin günler içerisindeki değişimleri incelendiğinde, Shofu numunelerin 1.-7. günler arasındaki ($p = 0.000$) ve 1.-15. günler arasındaki ($p = 0.000$) ΔE değerlerinde istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık varken, 7.-15. günler arasında ($p = 1.000$) anlamlı farklılık yoktur. Coltene numunelerin ΔE değerlerinde 1.-15. günler arasında ($p = 0.034$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 1.-7. günler arasında ($p = 1.000$) ve 7.-15. günler arasında ($p = 0.081$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. Cerasmart numunelerin ΔE değerlerinde ise 1.-7. günler arasında ($p = 0.000$) ve 7.-15. günler arasında ($p = 0.000$) istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır.

Sof-Lex Diamond cila sistemi ile cilalanıp suda bekletilen numunelerin ΔE değerlerinin ikili kıyaslamasında, 1. günün sonunda Coltene-Shofu ($p = 0.000$) arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık varken ($p < 0.001$), Coltene-Cerasmart ($p = 0.190$) ve Cerasmart-Shofu ($p = 0.057$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. 7. günün sonunda Sof-Lex Diamond cila sistemi ile cilalanıp suda bekletilen tüm CAD/CAM materyallerin ΔE değerleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p = 0.207$). 15. gün sonunda ise Coltene-Cerasmart arasında ($p = 0.042$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Coltene-Shofu ($p = 0.375$) ve Shofu-Cerasmart ($p = 1.000$) arasında anlamlı farklılık yoktur. Sof-Lex Diamond cila sistemi ile cilalanıp suda bekletilen CAD/CAM materyallerinin her birinin kendi içerisindeki ΔE değerlerinin günler içerisindeki değişimleri incelendiğinde, Shofu numunelerin 1.-7. günler arasında ($p = 0.006$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 1.-15. günler arasında ($p = 0.173$) ve 7.-15. günler ($p = 0.707$) arasında anlamlı farklılık yoktur. Sof-Lex Diamond cila sistemi ile cilalanıp suda bekletilen Coltene numunelerin günler içerisindeki renk değişimlerinin ΔE değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür.

($p=0.212$). Cerasmart numunelerin 1.-7. günler arasında ($p=0.192$) ve 1.-15. günler arasında ($p=0.072$) istatistiksel olarak anlamlı bir değişim yokken, 7.-15. günler arasında ($p=0.013$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Coltene Diatech Shape Guard cila sistemi ile cilalanıp suda bekletilen numunelerin ΔE değerlerinin ikili kıyaslamasında, 1. günün sonunda Shofu-Cerasmart ($p=0.320$) ve Coltene-Cerasmart ($p=0.375$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yokken, Shofu-Coltene ($p=0.019$) arasında anlamlı farklılık vardır. 7. günün sonunda Coltene Diatech Shape Guard cila sistemi ile cilalanıp suda bekletilen tüm CAD/CAM materyallerin ΔE değerleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.071$). 15. günün sonunda ise, Coltene-Shofu ($p=0.032$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Coltene-Cerasmart ($p=0.925$) ve Cerasmart-Shofu ($p=0.375$) arasında anlamlı farklılık yoktur. Coltene Diatech Shape Guard cila sistemi ile cilalanıp suda bekletilen CAD/CAM materyallerinin her birinin kendi içerisindeki ΔE değerlerinin günler içerisindeki değişimleri incelendiğinde, Shofu numunelerin ($p=0.091$) ve Coltene numunelerin ($p=0.861$) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği görülmüştür. Cerasmart numunelerin ise 1.-7. günler arasında ($p=0.001$) ve 7.-15. günler arasında ($p=0.003$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 1.-15. günler arasında ($p=0.067$) anlamlı bir farklılık yoktur.

Tablo 9. Farklı cila sistemleri uygulanan CAD/CAM materyallerin kahvede bekletilmesinden sonra elde edilen ΔE değerleri (medyan değerler, %25-75 persentil, ortalama \pm standart sapma)

KAHVE		1 Gün Sonra			7 Gün Sonra			15 Gün Sonra		
Materyal	Cila Sistemi	Median	Per (%25-75)	Mean \pm Std. Devi.	Median	Per (%25-75)	Mean \pm Std. Devi.	Median	Per (%25-75)	Mean \pm Std. Devi.
SHOFU	IDENTOFLEX DIAMOND	4.22	(3.87-4.58)	4.29 \pm 0.71	7.27	(6.43-7.64)	7.01 \pm 0.90	8.17	(7.24-8.51)	7.91 \pm 0.83
	SOF-LEX DIAMOND	5.10	(4.24-6.15)	5.04 \pm 1.25	6.60	(6.01-7.98)	7.09 \pm 1.53	8.10	(6.78-9.76)	8.18 \pm 1.57
	COLTENE DIATECH	4.17	(3.79-4.98)	4.47 \pm 0.89	6.45	(5.97-7.28)	6.66 \pm 1.08	7.73	(6.98-8.07)	7.79 \pm 1.24
COLTENE	IDENTOFLEX DIAMOND	4.29	(3.61-4.65)	4.20 \pm 0.70	6.13	(5.50-6.44)	5.99 \pm 0.70	7.61	(6.92-8.03)	7.56 \pm 0.76
	SOF-LEX DIAMOND	4.76	(3.77-6.12)	5.31 \pm 3.24	6.52	(5.11-8.60)	7.10 \pm 2.54	7.26	(5.91-9.48)	8.36 \pm 2.93
	COLTENE DIATECH	4.80	(4.06-5.27)	4.67 \pm 0.75	6.57	(5.88-7.62)	6.78 \pm 0.96	8.72	(7.97-9.73)	8.72 \pm 0.96
CERASMART	IDENTOFLEX DIAMOND	2.36	(1.82-5.37)	3.60 \pm 2.42	5.44	(3.95-6.94)	5.57 \pm 2.34	6.78	(4.73-8.61)	6.78 \pm 2.49
	SOF-LEX DIAMOND	3.64	(3.18-4.65)	3.85 \pm 0.81	5.63	(4.61-6.91)	5.72 \pm 1.19	6.72	(5.99-8.52)	7.12 \pm 1.38
	COLTENE DIATECH	3.60	(3.06-3.95)	3.64 \pm 0.69	5.32	(4.21-5.89)	5.10 \pm 1.02	6.62	(5.96-7.14)	6.67 \pm 0.87

Çalışmamızda kullanılan CAD/CAM materyallerinin üretici firmaların önerileri doğrultusunda cilalanıp kahvede bekletilmesinin ardından ΔE değerleri açısından incelendiğinde, Shofu CAD/CAM blokların 1. günün sonundaki en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (4.17) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (5.10) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p=0.086$). 7. günün sonunda en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (6.45) uygulanan örneklerden elde edilirken, en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (7.27) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0.480$). 15. günün sonunda en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (7.73) uygulanan örneklerden elde edilirken, en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (8.17) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p=0.516$).

Coltene CAD/CAM blokların 1. günün sonundaki en düşük ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (4.29) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (4.80) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0.028$). 7. günün sonunda da en düşük ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (6.13) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (6.57) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p=0.092$). 15. gün sonunda ise en düşük ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (7.26) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (8.72) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0.008$).

Cerasmart CAD/CAM blokların 1. günün sonundaki en düşük ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (2.36) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (3.64) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p=0.377$). 7. günün sonunda en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (5.32) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (5.63) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında anlamlı farklılık yoktur ($p=0.766$). 15. günün sonunda en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (6.62) uygulanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (6.78) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p=0.360$).

Identoflex Diamond Ceramic cila sistemi ile cilalanıp kahvede bekletilen numunelerin ΔE değerlerinin ikili kıyaslamasında, 1. günün sonunda tüm CAD/CAM materyal grupları için istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($p=0.232$). 7. günün sonunda Shofu- Cerasmart materyalleri arasında ($p=0.011$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Shofu-Coltene ($p=0.092$) ve Cerasmart Coltene ($p=0.662$) materyalleri arasında farklılık yoktur. 15. günün sonunda ise tüm CAD/CAM materyal grupları kıyaslandığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.077$). Identoflex Diamond Ceramic cila sistemi ile cilalanıp kahvede bekletilen CAD/CAM materyallerinin her birinin kendi içerisindeki ΔE değerlerinin günler içerisindeki değişimleri incelendiğinde, Shofu numunelerin 1.-7. günler arasındaki ($p=0.002$) ve 7.-

15. günler arasındaki ($p=0.034$) ΔE değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 1.-15. günler arasında ($p=0.000$) ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$). Coltene numunelerin ΔE değerlerinde 1.-7. günler arasında ($p=0.000$), 7.-15. günler arasında ($p=0.000$) ve 1.-15. günler arasında ($p=0.000$) ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$). Cerasmart numunelerin ΔE değerlerinde ise 1.-7. günler arasında ($p=0.034$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 1.-15. günler arasında ($p=0.000$) ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$). 7.-15. günler arasında ise ($p=0.119$) istatistiksel olarak farklılık yoktur.

Sof-Lex Diamond cila sistemi ile cilalanıp kahvede bekletilen numunelerin ΔE değerlerinin ikili kıyaslamasında, 1. günün sonunda Shofu-Cerasmart ($p=0.028$) ve Coltene-cerasmart ($p=0.006$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Shofu-Coltene ($p=0.823$) arasında anlamlı farklılık yoktur. 7. günün sonunda Shofu-Coltene ($p=1.000$), Shofu-Cerasmart ($p=0.056$) ve Cerasmart-Coltene ($p=0.055$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. 15. günün sonunda ise tüm CAD/CAM materyal grupları kıyaslandığında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($p=0.105$). Sof-Lex Diamond cila sistemi ile cilalanıp kahvede bekletilen CAD/CAM materyallerinin her birinin kendi içerisindeki ΔE değerlerinin günler içerisindeki değişimleri incelendiğinde, Shofu numunelerin 1.-7. günler ($p=0.000$) ve 1.-15. günler ($p=0.000$) arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık ($p<0.001$) varken, 7.-15. günler ($p=0.065$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. Coltene numunelerin 1.-7. günler ($p=0.081$) ve 7.-15. günler ($p=0.618$) arasında istatistiksel olarak farklılık yokken, 1.-15. günler ($p=0.002$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Cerasmart numunelerin 1.-7. günler ($p=0.000$) ve 1.-15. günler ($p=0.000$) arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$).

Coltene Diatech Shape Guard cila sistemi ile cilalanıp kahvede bekletilen numunelerin ΔE değerlerinin ikili kıyaslamasında, 1. günün sonunda Cerasmart-Shofu materyalleri arasında ($p=0.009$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Cerasmart-Coltene materyalleri arasında ($p=0.000$) ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$). Shofu-Coltene materyalleri arasında ($p=1.000$) ise istatistiksel olarak farklılık yoktur. 7. günün sonunda Shofu-Cerasmart ($p=0.000$) ve Coltene-Cerasmart ($p=0.000$) materyalleri arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı olarak farklılık varken ($p<0.001$), Shofu-Coltene materyalleri arasında ($p=0.916$) istatistiksel olarak farklılık yoktur. 15.

günün sonunda ise Cerasmart-Shofu ($p=0.021$) ve Shofu-Coltene ($p=0.036$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Cerasmart-Coltene ($p=0.000$) materyalleri arasında ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$). Coltene Diatech Shape Guard cila sistemi ile cilalanıp kahvede bekletilen CAD/CAM materyallerinin her birinin kendi içerisindeki ΔE değerlerinin günler içerisindeki değişimleri incelendiğinde, Shofu numunelerin 1.-7. günler ($p=0.005$) ve 7.-15. günler ($p=0.022$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 1.-15. günler ($p=0.000$) arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$). Coltene numunelerin ve Cerasmart numunelerin ise 1.-7., 7.-15. ve 1.-15. günleri ($p=0.000$) arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$).



Tablo 10. Farklı cila sistemleri uygulanan CAD/CAM materyallerin kolada bekletilmesinden sonra elde edilen ΔE değerleri (medyan değerler, %25-75 persentil, ortalama \pm standart sapma)

KOLA		1 Gün Sonra			7 Gün Sonra			15 Gün Sonra		
Materyal	Cila Sistemi	Median	Per (%25-75)	Mean \pm Std. Devi.	Median	Per (%25-75)	Mean \pm Std. Devi.	Median	Per (%25-75)	Mean \pm Std. Devi.
SHOFU	IDENTOFLEX DIAMOND	3.99	(3.18-6.32)	4.66 \pm 2.16	2.07	(1.45-3.82)	2.80 \pm 2.08	3.14	(2.25-4.63)	3.34 \pm 1.34
	SOF-LEX DIAMOND	2.99	(2.41-3.98)	3.86 \pm 2.35	2.67	(1.17-3.42)	2.27 \pm 1.23	1.80	(1.24-2.59)	2.02 \pm 1.05
	COLTENE DIATECH	1.80	(1.60-3.83)	2.60 \pm 1.70	1.56	(1.09-3.05)	2.05 \pm 1.23	1.72	(1.15-2.98)	2.16 \pm 1.30
COLTENE	IDENTOFLEX DIAMOND	1.29	(0.96-1.93)	1.43 \pm 0.64	4.03	(3.61-4.42)	4.02 \pm 0.58	1.69	(1.23-2.24)	1.79 \pm 0.77
	SOF-LEX DIAMOND	3.46	(2.58-4.63)	3.67 \pm 1.21	1.61	(1.14-2.31)	2.05 \pm 1.34	1.74	(1.32-2.20)	1.99 \pm 1.09
	COLTENE DIATECH	2.23	(1.55-2.88)	2.46 \pm 1.17	1.74	(1.17-2.93)	2.04 \pm 1.21	1.43	(0.81-2.08)	1.46 \pm 0.68
CERASMART	IDENTOFLEX DIAMOND	1.72	(1.28-3.20)	2.09 \pm 1.10	3.64	(2.75-4.60)	3.84 \pm 1.57	2.21	(1.59-3.23)	2.52 \pm 1.19
	SOF-LEX DIAMOND	4.46	(3.67-5.14)	4.39 \pm 0.93	1.92	(1.28-2.62)	1.90 \pm 0.78	2.74	(2.41-3.35)	2.88 \pm 0.59
	COLTENE DIATECH	2.97	(2.28-4.08)	3.56 \pm 1.63	1.65	(1.11-2.89)	1.95 \pm 1.04	2.18	(1.73-4.31)	2.76 \pm 1.38

Çalışmamızda kullanılan CAD/CAM materyallerinin üretici firmaların önerileri doğrultusunda cilalanıp kolada bekletilmesinin ardından ΔE değerleri açısından incelendiğinde, Shofu CAD/CAM blokların 1. günün sonundaki en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (1.80) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (3.99) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0.001$). 7. günün sonunda en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (1.56) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (2.67) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p=0.487$). 15. günün sonunda en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (1.72) uygulanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Identoflex

Diamond cila sistemi (3.14) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p=0.002$).

Coltene CAD/CAM blokların 1. günün sonundaki en düşük ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (1.29) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (3.46) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.001$). 7. günün sonunda en düşük ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (1.61) uygulanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (4.03) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$). 15. günün sonunda en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (1.43) uygulanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (1.74) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p=0.254$).

Cerasmart CAD/CAM blokların 1. günün sonundaki en düşük ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (1.72) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (4.46) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$). 7. günün sonunda en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (1.65) uygulanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Identoflex Diamond cila sistemi (3.64) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Cila sistemleri arasında ise istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.001$). 15. günün sonunda ise en düşük ΔE değeri Coltene Diatech cila sistemi (2.18) ile cilalanan numunelerden, en yüksek ΔE değeri Sof-Lex Diamond cila sistemi (2.74) ile cilalanan numunelerden elde edilmiştir. Ancak cila sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p=0.195$).

Identoflex Diamond Ceramic cila sistemi ile cilalanıp kolada bekletilen numunelerin ΔE değerlerinin ikili kıyaslamasında, 1. günün sonunda Coltene-Cerasmart ($p=0.327$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yokken, Coltene-Shofu ($p=0.000$) ve Cerasmart-Shofu ($p=0.000$) materyalleri arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p<0.001$). 7. günün sonunda Shofu-Coltene ($p=0.041$) numuneleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Shofu-Cerasmart ($p=0.093$) ve Cerasmart-Coltene ($p=0.931$) numuneleri arasında anlamlı farklılık yoktur. 15. günün sonunda ise Shofu-Coltene ($p=0.000$) materyalleri arasında

istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık varken ($p < 0.001$), Shofu-Cerasmart ($p = 0.066$) ve Cerasmart-Coltene ($p = 0.113$) materyalleri arasında anlamlı farklılık yoktur. Identoflex Diamond Ceramic cila sistemi ile cilalanıp kolada bekletilen CAD/CAM materyallerinin her birinin kendi içerisindeki ΔE değerlerinin günler içerisindeki değişimleri incelendiğinde, Shofu numunelerin ΔE değerlerinde 1.-7. günler arasında ($p = 0.022$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 7.-15. ($p = 0.805$) ve 1.-15. ($p = 0.342$) günleri arasında anlamlı farklılık yoktur. Coltene numunelerin ΔE değerlerinde 1.-7. ve 7.-15. günler arasında ($p = 0.000$) istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılık varken ($p < 0.001$), 1.-15. günler arasında ($p = 0.301$) anlamlı farklılık yoktur. Cerasmart numunelerin ΔE değerlerinde 1.-7. ($p = 0.001$) ve 7.-15. ($p = 0.005$) günler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 1.-15. günler arasında ($p = 0.633$) anlamlı farklılık yoktur.

Sof-Lex Diamond cila sistemi ile cilalanıp kolada bekletilen numunelerin ΔE değerlerinin ikili kıyaslamasında, 1. günün sonunda Shofu-Cerasmart ($p = 0.034$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Shofu-Coltene ($p = 1.000$) ve Coltene-Cerasmart ($p = 0.155$) materyalleri arasında ise anlamlı farklılık yoktur. 7. günün sonunda ise tüm CAD/CAM materyal grupları kıyaslandığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p = 0.613$). 15. günün sonunda Coltene-Cerasmart ($p = 0.001$) ve Shofu-Cerasmart ($p = 0.003$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Coltene-Shofu ($p = 1.000$) materyalleri arasında anlamlı farklılık yoktur. Sof-Lex Diamond cila sistemi ile cilalanıp kolada bekletilen CAD/CAM materyallerinin her birinin kendi içerisindeki ΔE değerlerinin günler içerisindeki değişimleri incelendiğinde, Shofu numunelerin günler içerisindeki renk değişimlerinin ΔE değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ($p = 0.74$). Coltene numunelerin ΔE değerlerinde 1.-7. günler arasında ($p = 0.001$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 1.-15. günler arasında ($p = 0.000$) istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık vardır ($p < 0.001$). 7.-15. günler arasında ($p = 1.000$) ise istatistiksel olarak farklılık yoktur. Cerasmart numunelerin ΔE değerlerinde 7.-15. günler arasında ($p = 0.001$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 1.-7. ve 1.-15. günler arasında ise ($p = 0.000$) istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılık vardır ($p < 0.001$).

Coltene Diatech Shape Guard cila sistemi ile cilalanıp kolada bekletilen

numunelerin ΔE değerlerinin ikili kıyaslamasında, 1. günün sonunda Shofu-Cerasmart ($p=0.017$) ve Coltene-Cerasmart ($p=0.047$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Shofu-Coltene ($p=1.000$) materyalleri arasında anlamlı farklılık yoktur. 7. günün sonunda ise tüm CAD/CAM materyal grupları kıyaslandığıında aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0.963$). 15. günün sonunda Coltene-Cerasmart materyalleri arasında ($p=0.003$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, Coltene-Shofu ($p=0.175$) ve Shofu-Cerasmart ($p=0.494$) materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. Coltene Diatech Shape Guard cila sistemi ile cilalanıp kolada bekletilen CAD/CAM materyallerinin her birinin kendi içerisindeki ΔE değerlerinin günler içerisindeki değişimleri incelendiğinde, Shofu numunelerin günler içerisindeki renk değişimlerinin ΔE değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ($p=0.142$). Coltene numunelerin ΔE değerlerinde 1.-7. ($p=0.321$) ve 7.-15. ($p=0.194$) günler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı halde, 1.-15. günler arasında ($p=0.005$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Cerasmart numunelerin ΔE değerlerinde 1.-7. günler arasında ($p=0.005$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken, 7.-15. ($p=0.342$) ve 1.-15. ($p=0.342$) günler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

İçeceklerin kendi arasında yapılan kıyaslamada, numunelerin 15. günler sonundaki CAD/CAM blokları ve cila sistemleri fark etmeksizin tüm içecekler arasında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık bulunmuştr ($p<0.001$). İkili kıyaslamalarında özellikle kahve ieeği diğer içeceklerden daha belirgin bir renk değişimine neden olmaktadır ve bu renk değişimi istatistiksel olarak ileri derecede anlamlıdır ($p<0.001$).

7. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, farklı CAD/CAM bloklara (Cerasmart, Shofu Blok HC, Coltene Brilliant Crios) farklı cila sistemleri (Sof-Lex Diamond, Identoflex Diamond, Coltene Diatech) uygulanarak 15 gün süreyle renklendirici içeceklerde (kahve, kola) bekletilmesi sonucu materyallerin yüzeylerinde oluşan renk değişiminin incelenmesidir. Çalışmamızda renklendirici içeceklerin dışında kontrol grubu olarak distile su kullanılmıştır. Numunelerin 0., 1., 7. ve 15. günler sonunda VITA Easyshade Compact (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) renk ölçüm cihazı ile renk değişimleri ölçülmüştür.

Çalışmamızda oluşturulan hipotezlerimiz:

- I. “Aynı CAD/CAM materyali için farklı bitirme ve cila sistemi kullanılması, materyallerin renk değişim özelliklerini etkilemez”, CAD/CAM materyallerinin nihai bitiminde kullanılan cila sistemlerinin farklılığı, materyallerin renklenme sonuçları üzerinde ölçüm yapılan zaman dilimine ve bekletilen solüsyona göre değişiklik göstermesi sebebiyle kabul edilmiştir.
- II. “Farklı CAD/CAM materyalleri, farklı içeceklerde bekletilmeye karşı renklenme özelliklerinde farklı oranda direnç gösterirler” kısmen kabul edilmiştir. Bu çalışmada kahvede ve suda bekletilen örneklerden Cerasmart’ın ΔE değerleri Shofu ve Coltenden düşük bulunurken, kolada bekletilen örneklerde en düşük ortalama ΔE değerleri Coltene numunelerinden elde edilmiştir.
- III. “Farklı içecekler restoratif materyaller üzerinde farklı oranda renklenmeye neden olurlar” kabul edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan bütün CAD/CAM materyalleri bekletme solüsyonun kola, kahve veya su olması durumunda farklı ΔE değerleri sergileyerek, farklı oranlarda renklenme göstermişlerdir. En yüksek renk değişim oranı genel olarak kahvede bekletilen numunelerde görülmüştür (2.36-8.17 aralığında). Kolada bekletilen örneklerde ise durum değişkenlik göstermiştir (1.29-4.46 aralığında).

Diş tedavilerinde kullanılan seramik restorasyonlar doğal diş görünümünde olan estetik özellikleri sayesinde sıklıkla tercih edilmektedirler (3). Özellikle yeni nesil

seramikler, gelişmiş optik özellikleri sayesinde doğal dişlerle benzer ışık geçirgenliğine sahiptirler (4).

Seramikler diş hekimliği alanında 100 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır. Estetik özellik göstermeleri seramiklerin en büyük avantajı olmasıyla beraber, kırılma yapısında olmaları ciddi dezavantaj oluşturmaktadır. Geleneksel seramikler kısmen camsı bir malzemedir, kırılma dayanımları yaklaşık olarak 1.0 MPa $m^{1/2}$ 'iken bükülme dirençleri ortalama 100 MPa'dır. Bundan dolayı, seramik malzemeler aşırı yük altında bulunan molar dişlerin restorasyonları için uygun olmayabilir. Diş hekimliğinde oluşan estetik restorasyonlara olan talep doğrultusunda dökülebilir ve preslenebilir materyaller geliştirilmiştir. Buna ek olarak, CAD/CAM cihazı kullanılarak frezeleme işlemi ile restorasyonun elde edildiği cam seramik bloklar üretilmiştir. CAD/CAM sistemler ile restorasyonlar üretilirken, geleneksel yöntemlerin kullanımı sırasında tekniğin hassasiyet gerektirmesi ve fazla zaman harcanması gibi dezavantajların önüne geçilmiştir. Böylece hem hekimler hem de teknisyenler tarafından tercih sebebi olmuştur (119, 120).

CAD/CAM sistemler kullanılarak restore edilecek olan diş, bir ağız içi kamerası ile taranır. Tarama sonucunda sayısallaştırılan veriler monitörde 3 boyutlu grafikler olarak yeniden yapılandırılır ve restorasyon için en uygun morfoloji monitörde tasarlanır. CAD yazılımı ile tasarlanan restorasyon, CAM ünitesinde seçilen bir bloğun freze edilmesiyle üretilir (121).

CAD/CAM sistemlerinin diş hekimliğinde artan kullanımıyla, farklı bükülme dayanımı ve estetik özellikleri olan çeşitli monolitik seramik bloklar geliştirilmiştir (122). Doğal diş ile restorasyon arasındaki estetik uyumsuzluğun önüne geçmek için monokrom bloklara ek olarak çeşitli renklerde CAD/CAM bloklar geliştirilmiştir (123). Bu durum doğal dişin dentin ve minesini taklit eden insizalden servikale doğru değişen renk çeşitliliği ile sağlanmaktadır (124).

CAD/CAM rezin bloklar endüstriyel olarak standardize edilmiş parametreler altında yüksek sıcaklık ve basınç ile polimerize edilmiştir. Standart ortamda polimerizasyonu sağlanan bu bloklar mikroyapıları ve mekanik özellikleri açısından da standart kalitededir (125). CAD/CAM rezin bloklar, cam seramiklere göre özellikle ince rekonstrüksiyonlarda kırılmaya karşı daha dirençlidirler (126, 127). Ayrıca, rezin içerikli bloklar eğilme direnci gibi mekanik özellikleri ve karşıt diş minesini üzerinde neden oldukları aşındırma özellikleri de göz önünde bulundurulduğunda cam seramiklere göre

daha avantajlıdır. Bu nedenle, son zamanlarda CAD/CAM rezin bloklar cam seramiklere göre alternatif olarak kabul edilmiş ve piyasaya sürülmüştür (128, 129). Bununla birlikte, yapılan bazı çalışmalarda CAD/CAM rezin materyallerinin yüzeylerinde meydana gelen aşınma sonucu yüzey cilalarının zamanla bozulduğu gösterilmiştir. Resin içerikli bu materyallerin, kimyasal bileşimi ne olursa olsun uzun dönemde sıvıları emme özelliklerinden dolayı renk stabilitesinin zayıf olması da dezavantajlarıdır (130-132). Ayrıca, kompozit rezinlerin materyal yüzeyine bakteri adezyonun seramiklerden daha kolay olduğu bildirilmiştir (133, 134). Seramik restorasyonların ise diğer restoratif materyallerle kıyaslandığında, materyal yüzeyine en az bakteri ve glukani yapışması gösterdiği gözlenmiştir (135-137). Bundan dolayı, üretici firmalar kompozit rezinlerin yüksek eğilme direnci ve düşük aşındırıcı özellikleri ile, dental seramiklerin dayanıklılık ve renk stabilitesi özelliklerini birleştirerek yeni nesil CAD/CAM bloklar üretmişlerdir (138).

Klinik çalışmalarla kıyaslandığında, laboratuvar testleri materyallerin özellikleriyle ilgili daha kısa sürede bilgi vermektedir (139). Bu yüzden bizde çalışmamızı *in vitro* şartlarda gerçekleştirdik. Çalışmamızda kullandığımız 3 farklı CAD/CAM blok, kompozit rezin materyallerin ve seramik materyallerinin avantajlı özellikleri göz önünde bulundurularak seçilmiştir.

Seramik restorasyonların klinik başarısı ve uzun ömürlü kullanımı, restorasyonların estetik ve mekanik özelliklerine ek olarak renk stabilitesi göstermesiyle de ilişkilidir. Ağız içindeki koşullardan ve renklendirici içeceklerden kaynaklı restorasyonlarda meydana gelen ışık geçirgenlik özelliklerinin bozulması ve renk değişimi hasta memnuniyetsizliğiyle sonuçlanır (140).

Restorasyonların kahve, çay, kırmızı şarap, klorheksidin veya beyazlatıcılar gibi ajanlara uzun süre maruz kalması renk değişimine neden olur (99, 104, 141). Diyet dışında rezinlerin yetersiz polimerizasyonu, sıvı absorbe etme özellikleri, kimyasal reaktivite ve restorasyonların yüzeyindeki pürüzlülük materyallerin renklenme özelliklerinde artışa neden olmaktadır (142, 143). Materyallerdeki renk farklılığı ölçümlerinde ΔE değeri 3.3 ve üzeri olan ölçümler klinik olarak gözle fark edilebilen renk değişikliğini ifade eder (144).

Quek ve arkadaşları (145) yaptığı çalışmada direkt (Filtek Z350XT), indirekt (Shofu Ceramage) ve CAD/CAM (Shofu HC Block, Lava Ultimate, Vita Enamic)

kompozit materyallerini 7 gün boyunca çay, kahve ve kırmızı şarapta bekletmişlerdir. Bu çalışmada kontrol grubu olarak su kullanılmıştır. CAD/CAM materyaller, direkt ve indirekt kompozitlere göre tüm içecekler içerisinde daha az renklenme göstermesine karşın yine de bu materyallerde de gözle görülür bir renk değişimi meydana gelmiştir. Şarap, kahve ve çaya maruz kaldığında tüm malzemeler için renk değişiklik oranı $\Delta E > 3.3$ olduğundan, bu orandaki renk değişimi klinik olarak göz ile algılanabilmektedir. Çalışmadaki tüm kompozitler renklendirici içeceklere maruz kaldıktan sonra çeşitli derecelerde renk değişikliği göstermişlerdir. Bununla birlikte, kırmızı şarap en çok renk değişimine neden olan içecektir. Bizim çalışmamızda bu çalışma ile benzer şekilde kolanın kahveden daha düşük oranda renk değişikliğine neden olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, iki içeceğinde asit bakımından zengin olmasına rağmen kolanın düşük polariteye sahip birkaç renklendirici ajan içermesinden, bunun tersine kahvenin daha çok renklendirici içeriğinde olmasından kaynaklanmış olabilir.

Lauvahutanon ve arkadaşları (146) yaptığı çalışmada, sekiz farklı CAD/CAM materyal (Shofu Block HC, Cerasmart, Gradia Block, KZRCAD Hybrid Resin Block, Lava Ultimate, Vita Enamic, Telio CAD, Vitablocs Mark II) ve dört farklı restoratif kompozit rezin (Clearfil AP-X, Durafill VS, Estelite Sigma Quick, Filtek Supreme Ultra) materyalin suda veya kahvede bekletilmesi sonucundaki renk değişimlerini (ΔE) ve translusentlikleri üzerindeki (ΔTP) değişimi incelemişlerdir. Araştırmacılar örneklerin ölçümlerini bir gün, bir hafta ve bir ay sürelerinde gerçekleştirmişlerdir. Kahvenin içine daldırılan örneklerin genellikle daldırma süresi arttıkça renklenme oranlarının arttığı görülmüştür. Bununla birlikte, suda bekletilen örneklerde belirgin bir renk değişikliğine rastlanmamıştır. Çalışmada kullanılan materyallerden hibrit seramik blok (Vita Enamic), feldspatik seramik blok (Vitablocs Mark II) ve PMMA blok (Telio CAD) benzer ΔE değerleri sergilemiştir. Diğer materyallere göre ΔE değerleri kıyaslandığında en yüksek renk değişim oranını konvansiyonel restoratif kompozit rezinler (Clearfil AP-X, Durafill VS, Estelite Sigma Quick, Filtek Supreme Ultra) sergilemiştir.

Colombo ve arkadaşları (147) yaptığı çalışmada, CAD/CAM Zirkonya seramik örnekleri, çeşitli içeceklerde (Coca Cola ve kahve) bekleterek örneklerdeki renk değişim oranlarını incelemişlerdir. Örneklerin bir hafta asitli içeceğe maruz bırakılması sonucunda, kullanılan restoratif materyallerin hiçbirinde hissedilir bir renk bozulmasına rastlanmamıştır ($\Delta E < 3.3$). Materyallerin kahve ile muamele edilmesi sonucunda

çalışmada kullanılan numunelerin çoğunda renk stabilitesinin ciddi düzeyde bozulduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar, örneklerin renk bütünlüğünün asitli içecekler ile temastan kahve kadar etkilenmediği sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmamızda da bu çalışma ile benzer bir sonuç ortaya çıkmıştır. Kolada bekletilen örneklerin renklerinde 15 günün sonunda gözle görülür bir renk artışı oluşmazken ($\Delta E < 3.3$), kahvede bekletilen örneklerde anlamlı şekilde renk artışı olduğu gözlenmiştir ($\Delta E > 3.3$). Bu durum, kahvenin ısısının kolayca göre yüksek olması ile ilişkili olabilir. 80 °C’de hazırlanan kahve kompozit materyallerin monomer yapısına etki ederek plastizing sürecini hızlandırabilir ve bu şekilde materyalleri renklendirici ajanlara karşı hassaslaştırıp, absorbe ve adsorbe edilen renklendiricilerin materyalin matriks yapısına etki etmesine neden olabilir.

CAD/CAM sistemler ile tasarlanıp oluşturulan restorasyonlar frezeleme aşamasından dolayı yeterli parlaklık ve pürüzlülüğe sahip değildir. Hastaya teslim edilmeden önce bitirme ve cila işlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde CAD/CAM bloklar isomet 1000 cihazı kullanılarak su irrigasyonu altında 2 mm kalınlığındaki kesitlere ayrılmıştır. Bu konu ile yapılan çalışmalarda oluşturulan numunelerin 600 gritlik silikon karbid (SiC) zımpara kağıdı ile 60 saniye süreyle zımparalandığı belirlenmiş ve bu nedenle de bu çalışmada da örneklerde standardizasyonu sağlamak amacıyla bütün numuneler 600 gritlik silikon karbid (SiC) zımpara kağıdı ile 60 saniye süreyle su soğutması altında zımparalanmıştır (148).

Pürüzlü materyal yüzeylerinde dışsal faktörlerden kaynaklı plak ve boyayıcı ajan birikimi olmaktadır. Boyayıcı ajanlar, yüzey tabakasına penetre olup reaksiyona girmesi sonucu meydana gelen kimyasal değişimle daha derin tabakalara ilerler ve bu tabakaların renklenmesinde artışa neden olurlar (107). Yüzeyle yapılan parlatma işlemi, özellikle dışsal kaynaklı faktörlerin neden olduğu renklenmeyi ortadan kaldırabilir ya da azaltabilir. İçsel renk değişimi genel olarak rezin içerikli materyallerin polimerizasyonunda meydana gelen eksiklikten kaynaklanmaktadır (149, 150).

Materyallerin yüzeyine uygulanan bitirme ve cila işlemleri yüzeyin yapısını, pürüzlülük ve parlaklık özelliklerini etkiler. İyi yapılmış bir bitirme ve cila prosedürü, restorasyonun renk stabilitesini artırarak uzun dönem klinik başarısını etkiler (9, 151). Yapılan çalışmalar, seramik restorasyonların pürüzlü yüzeylerinin plak tutulması ve temizleme zorluğu nedeniyle renk değişimine uğradığını göstermiştir (152, 153). Restorasyonların yüzeyinde biyofilm oluşumu ile bakteriyel birikim meydana gelir ve bu

durum, dişeti iltihabına ve çürüklere neden olabilir (154-156). Biyofilm oluşumunun devam eden aşamalarında bakteriyel kolonizasyon oluşumu ile bakteri hücrelerinde hızla artış gözlenir (157). Bakteri kolonizasyonunun başlangıç dönemlerinde streptokok bakterileri etkilidir. Bu bakterilerden özellikle Streptococ mutans (S. mutans)'ın, çürüğün patogeneğinde önemli rol oynadığı bilinmektedir (154, 158-160). Kompozit rezinlerin polimerizasyonu sırasında oluşan artık monomerler de çürük oluşturan mikroorganizmaların materyal çevresinde büyümesine neden olmaktadır (133).

Uygun olmayan bir şekilde bitirilmiş restorasyon yüzeylerinde ve ağız içinde restorasyona komşu çevre dokularda plak birikimi artmaktadır (161, 162). Restorasyonu düzeltme sırasındaki olukları ortadan kaldırmak ve pürüzsüz bir yüzey elde etmek için piyasada kullanılan birçok bitirme ve cila kiti mevcuttur (163, 164). Elmas/karbid frezler, disk ve tekerlekler, abraziv emdirilmiş disk ve stripler, polisaj pastalar, silikon karbid fırçalar ve likit cilalar bunlara örnek olarak verilebilir (84, 165).

Seramik yüzeylere glaze uygulanması, doğal dişlere benzer ışık geçirgenliği oluşturur. Glaze uygulaması ile pürüzsüz yüzey elde edilmesi sonucu plak birikim oranı azalır (153). Henry ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (166), farklı restoratif materyaller kullanılarak sabit protezlerin altındaki dokuların sağlık durumları incelenmiş, en iyi sonucu ilk aşamalarda glaze uygulanmış porselen restorasyonlar sergilemiştir. Bunda glaze uygulanmış porselenin temizlik kolaylığı ve estetik özellikleri etkilidir. Ancak 6 aylık kontrol sonrasında, glaze uygulanmış porselen yüzeyinin sağlıklı ve hijyenik olduğuna dair herhangi bir kanıt bulunamamıştır ve diğer restoratif materyallerden herhangi bir üstünlüğü görülmemiştir.

Sagsoz ve arkadaşları yapmış olduğu çalışmada (167), farklı cilalama teknikleri uygulanarak cilalanmış farklı CAD/CAM seramiklerin ve bir rezin kompozitin renklendirici içeceklere karşı renklenme direncini incelemişler. Çalışmalarında dört farklı CAD/CAM blok materyali ve bir ışıkla sertleşen kompozit rezin kullanmışlardır. Feldspatik seramik olarak CEREC (Sirona); rezin seramik olarak Lava Ultimate (3M ESPE), Enamic (VITA) ve CeraSmart, (GC); kompozit rezin olarak da Clearfil Majesty Esthetic (Kuraray) kullanmışlardır. Çalışmada sadece CEREC numunelerine glaze işlemi uygulanmıştır. Diğer materyaller uygulanacak cila sitemine göre 4 alt gruba ayrılmıştır. İlk grup kontrol grubu olarak cilasız bırakılmıştır. Diğer gruplar, Eve Diapol seramik parlatma kiti, Bisco Biscoveer likit parlatma kiti ve Kuraray Clearfil Twist Dia kompozit

parlatma kiti uygulanarak cilalanmıştır. Elde edilen örnekler daha sonra kendi içinde de 4 alt gruba ayrılarak çay, kahve, fermente siyah havuç suyu ve distile suda bekletilmiştir. Çalışmada, CIELab renk ölçüm sistemi kullanılarak, örneklerin başlangıç, 1 gün sonra, 1 hafta sonra ve 1 ay sonrasındaki renk ölçümleri yapılmıştır. En yüksek boyanma direnci glaze uygulanan numunelerde bulunmasına rağmen, kompozit cila kiti ve seramik cila kiti uygulanan numuneler ile glaze uygulananlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Araştırmacılar, seramik materyallerin uygun bir cila sistemiyle cilalanmasının restorasyonların renklenmeye dirençli olmaları için yeterli olduğunu bildirmişlerdir. CAD/CAM sistemler tarafından hasta başında elde edilen restorasyonlarda, glaze işlemine göre daha az zaman gerektirdiğinden, mekanik cilalama işlemlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Glaze işlemine alternatif olarak mekanik cilalamada elmas içerikli kitler, lastik tekerlekler ve aşındırıcı içerikli pastalar kullanılabilir (153). Bizde çalışmamızda CAD/CAM bloklara mekanik cilalama yapmak amacıyla 3 farklı cila sistemi kullandık. Bu cila sistemleri; Sof-Lex Diamond, Identoflex Diamond Ceramic ve Coltene Diatech'dir. Sof-Lex Diamond Cila Sistemi, iki aşamalı bir cila sistemidir. Spiraller, elastomere alüminyum oksit partiküllerinin emdirilmesi ile oluşur. Bej ve pembe olmak üzere 2 spiralden meydana gelir. Sırasıyla bej spiralleri ile pre-polishing amacıyla restorasyon yüzeyi düzleştirilir ve daha sonra pembe spiraller ile polishing işlemi uygulanarak yüzey parlatılır. Her bir spiral 15'er saniye uygulanır (92). Identoflex Diamond Ceramic Cila Sistemi çift bölge (twin zone) teknolojisine sahiptir. Sadece aktif bölge elmas aşındırıcı içerir. Cilalama işlemi, su soğutması altında 30 saniye süreyle uygulanarak yapılır (91). Coltene Diatech Shape Guard Cila Sistemi, kompozit restorasyonlarının pürüzsüzleştirilmesi ve yüksek parlaklık elde edilmesi için geliştirilmiş iki aşamalı elmas cilalama sistemidir. Mor spiraller ön parlatmada kullanılırlar. Mavi spiraller ise yüksek parlaklık elde edilmesini sağlayan spirallerdir. Su soğutması altında her bir spiral sırasıyla 15'er saniye süreyle uygulanır (93).

Pürüzsüz restorasyon yüzeyi, pürüzlü yüzeye göre daha fazla miktarda ışığı yansıtır ve pürüzlü yüzeyler, restorasyonun rengini değiştirecek düzensiz ve saçılan ışık demeti oluşumuna neden olur. Ayrıca, pürüzlü seramik yüzeyleri pürüzsüz yüzeylere göre renklenmeye daha duyarlıdır. Bu yüzden bitirme ve cila işlemleri porselenin rengini etkileyebilir (9, 168-170).

Koizumi ve arkadaşları yaptığı çalışmada (171), yeni geliştirilen farklı doldurucu içerikleri ve özelliklerine sahip CAD/CAM kompozit blokların parlaklık ve yüzey pürüzlülüğü davranışlarını değerlendirmişlerdir. Altı farklı kompozit içerikli CAD/CAM bloğu VITA Enamic, Gradia Block, Shofu Block HC, Lava Ultimate, Katana Avencia Block ve Cerasmart çalışmada kullanmışlardır. Materyallerin parlaklığı ve yüzey pürüzlülüğü, kontrol grubu olarak seçilen seramik bir CAD/CAM bloğu (VITA Mark II) ile karşılaştırılmıştır. Parlaklık ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri diş fırçası ve diş macunu aşınma testinden öncesinde ve sonrasında yapılmıştır. Diş fırçası aşınmasından sonra, Shofu Block HC materyali ile seramik blok arasında parlaklık açısından anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Cerasmart ve Shofu Block HC materyallerinin Rz değerleri diş fırçası aşınmasından sonra seramik bloktan daha yüksek bulunmuştur. Kompozit içerikli materyaller abrasivlere karşı seramiklere kıyasla daha hassastır ve kompozitlerin yüzey özellikleri bozulmaya karşı tam seramiklerden daha hassastır. Bunun sonucunda da renklendirici ajanları daha fazla bünyelerinde tutabilirler ve bu da renk değişimlerini zamanla daha çok belirginleştirebilir.

Kanat-Ertürk yaptığı çalışmada (101), seramik materyallerini farklı bitim işlemleri uygulayarak cilalamış ve 1 hafta, 2 hafta, 1 ay ve 2 ay sürelerinde içeceklerde bekleterek renk stabilitelelerini incelemiştir. Çalışmada seramik materyaller olarak lityum disilikat cam seramik ve zirkonya ile güçlendirilmiş lityum disilikat cam seramik kullanılmıştır. Örnekler su altında 120 saniye süreyle sırasıyla 600, 800 ve 1200 gritlik silikon karbid (SiC) zımpara kağıdıyla zımparalanmıştır. Daha sonra materyaller uygulanan cila işlemlerine göre 3 gruba ayrılmıştır. Bir gruba glaze uygulanmış, bir gruba mekanik cilalama yapılmış ve en son gruba da üreticinin talimatları doğrultusunda dış boyama yapıp üzerine glaze uygulanmıştır. Örnekler daha sonrasında çay ve kahvede bekletilmek üzere alt gruplara ayrılmıştır. Lityum disilikat cam seramik örneklerin her iki içekte bekletilmesinin ardından glaze uygulanan grup, mekanik parlatma ve dış boyama yapıp glaze uygulanan örneklere göre daha düşük renk değişikliği değerleri göstermiştir ($p<0.05$). Ancak zirkonya ile güçlendirilmiş lityum disilikat cam seramikler her iki içecek için incelendiğinde glaze uygulanan grup, mekanik cilalanan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük renk değişikliği gösterirken, dış boyama yapıp glaze uygulanan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede renk değişikliği göstermemiştir. Lityum disilikat cam seramikler ise zirkonya ile güçlendirilmiş lityum

disilikat cam seramiklere göre çayda bekletildiğinde daha yüksek oranda renk stabilitesi göstermiştir. Buna karşı kahvede bekletildiğinde iki seramik arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. İçeceklerde bekletilme sürelerinin incelendiğinde, tüm cila sistemi grupları için örneklerin çayda bekletilmesi, kahvede bekletilmesinden daha yüksek oranda ΔE değerlerine neden olmuştur. Bu durum çay içeceğinde bulunan tannin kaynaklı olabilir. Çay ve kahve içeceklerinin her ikisi de asit içermektedir. Çay oksalik asit, malik asit ve sitrik asit içerirken, kahve sitrik asit, asetik asit, malik asit ve diğer yüksek molekül ağırlıklı asitlerle yaklaşık 22 tip asit içerir (172). Asit içeriklerinden dolayı çay ve kahveden kaynaklanan kimyasal erozyonla artan yüzey pürüzlülüğü, materyallerin matriks yapısında bozulmaya neden olur. Bozulan matriks yapısı da renklendirici ajanı absorbe ederek materyallerin renklenmelerine neden olabilir. Bizim çalışmamızda da kullanılan kola ve kahve içeceklerinin ikisi de asit içeriği bulunan içeceklerdir ve materyallerde yüzey pürüzlülüğünde artışa neden olmaktadır. Buna rağmen kolanın kahveye göre daha düşük renklenme yapması, düşük polariteye sahip birkaç renklendirici ajan içermesinden kaynaklanabilir. Kahve ise daha fazla polariteye sahip renklendirici ajan içerir.

Barutçugil ve arkadaşları yaptığı çalışmada (173), üç farklı CAD/CAM materyalini üç farklı içekte bekleterek zamanla materyallerde meydana gelen renk değişimini incelemişlerdir. Çalışmada CAD/CAM materyaller olarak Lava Ultimate, Cerasmart ve VITA Enamic kullanılmıştır. Numuneler 30 gün boyunca distile su, kırmızı şarap ve kahvede bekletilmiştir. 30 günün sonunda kahvede bekletilen örneklerden VITA Enamic en yüksek ΔE değerini gösterirken (ΔE : 3.6), kırmızı şarapta bekletilen Lava Ultimate örnekleri en yüksek ΔE değerini göstermiştir (ΔE : 3.5). Cerasmart örnekleri ise hem kırmızı şarapta (ΔE : 2.7), hem de kahvede (ΔE : 3.1) en az renklenen CAD/CAM materyali olmuştur. Bizim yaptığımız çalışmada da bu çalışmaya benzer şekilde kahve içeceğinde, Cerasmart numuneleri en az oranda renklenen materyaldir. Bu durum materyallerin içerikleriyle ve doldurucu oranlarıyla ilgili olabilir.

Çalışmamızda kullanılan CAD/CAM blokların renk değişimleri 1., 7., ve 15. günlerde beyaz arka plan üzerinde VITA Easyshade Compact (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) spektrometre cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümler gün ışığı altında, aynı yerde, benzer koşullarda yapılmıştır. Numunelerin her birinden, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Internationale de l'Eclairage) tarafından geliştirilen CIE L * a *

b * renk ölçüm sistemi kullanılarak 3 tekrarlayan ölçüm yapılmış ve ortalama bir değer alınmıştır. Alp ve arkadaşları yaptığı çalışmada (174), CAD/CAM monolitik cam seramiklere farklı yüzey işlemleri uygulanmasının ardından kahve termosiklusu uygulamış ve materyallerin renk değişimini incelemişlerdir. Cam seramik olarak zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat ve lityum disilikat cam seramikler kullanmışlardır. Yüzey işlemi olarak da glaze ve mekanik cilalama yapmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre mekanik olarak cilalanan lityum disilikat cam seramikler dışındaki örneklerin kahve termosiklusu ile oluşan renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir değerlerden daha düşük elde edilmiştir. Yüzey işlemleri ile materyaller arasında bir etkileşim olduğu sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmamızda kahve içeceğinde bekletilen örneklerde, klinik olarak kabul edilebilir değerlerden fazla bir artış meydana gelmiştir. Buda, materyalin türünün renk değişimi üzerine önemli bir etkiye sahip olmasından kaynaklanabilir. Bizim çalışmamızda kullanılan CAD/CAM bloklar hibrit seramiklerden seçilmiştir. Değerlendirilen malzemelerin renk değişimi, materyalin su emilimi ve yüzey özellikleri ile ilgili olabilir. Ayrıca renk ölçümünde kullanılan cihazların farklı olması da farklı sonuçlar elde edilmesine neden olabilir. Bizim çalışmamız ve Alp ve arkadaşlarının çalışmasındaki diğer bir farklılıkta örneklerin kahve ile muamele edilmiş şeklidir. Araştırmacıların örnekleri kahve de bekletmek yerine termal siklusa maruz bırakmaları iki çalışma arasındaki farklı sonuçların sebebi olabilir.

Dos Santos ve arkadaşları (175), lityum disilikat seramiklerin yaygın olarak kullanılan içeceklerde bekletilmesinin ardından renklerinde meydana gelen değişimlerini, opasitesini ve translüsentliğini incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan asitli içecekler; portakal suyu, kola, kahve ve kırmızı şaraptır. Kontrol grubu olarak yapay tükürük kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda, örneklerin portakal suyuna ve kolaya daldırılması daha fazla renk değişikliğine neden olmuş, kahvenin içine daldırılması ise daha fazla opaklık ve malzemenin daha düşük saydamlığı ile sonuçlanmıştır. Numunelerin içine daldırıldığı çözeltinin pH'ı, renk değişimini etkilemektedir (176). Kolalı içecek bileşiminde karbonik asit ve fosforik asit gibi asitler bulunurken, portakal suyu içerisinde sitrik asit bulunur (177). Her ne kadar diğer içecek gruplarıyla karşılaştırıldıklarında portakal suyu ve kola için renk değişiminde istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiş olsa da çalışmada sadece portakal suyuna daldırma, 3.3'ten

daha büyük ΔE değerlerine neden olmuştur. Bu durum, klinik olarak kabul edilemez bir renk değişimini ifade etmektedir. Dos Santos ve arkadaşlarının çalışmasında, kola numunelerin yüzey bütünlüğüne zarar verebilecek en düşük pH'a sahip içecek olsa da muhtemelen bileşimindeki düşük sarı renklendirici madde nedeniyle insan gözüyle algılanabilen bir renk değişikliğe neden olmadığı sonucuna varılmıştır.

Strasser ve arkadaşları (178) yaptığı çalışmada, yüzeye uygulanan farklı ön işlem prosedürlerinin, seramik, zirkonya, rezin infiltre seramik ve rezin bazlı kompozit CAD/CAM blokların yüzey pürüzlülüğü ve topografyasına etkisini incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan on farklı CAD/CAM materyali; Celtra Duo, Vita Suprinity, E.max CAD, E.max ZirCAD, Vita Enamic, Cerasmart, LAVA Ultimate, SHOFU Block HC, Grandio Blocs, Coltene Brillant Crios'tur. Yüzeyler alkolle temizledikten sonra ön işleme tabi tutulmuştur. Örneklere elmas aşındırıcılarla aşındırma, %5'lik hidroflorik asitle 20 saniye asitleme, %37'lik fosforik asitle 20 saniye asitleme, primer uygulama ve alüminyum oksit tozu ile kumlama ön işlemleri yapılmıştır. İşlem görmemiş yüzeyler kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum disilikat dahil cam seramiklere hidroflorik asit uygulanması, zirkonya bloklara kumlama yapılması, rezin infiltre seramiklere hidroflorik asit uygulanması veya kumlama yapılması, kompozit içerikli bloklara kumlama yapılması materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve yüzey enerjisinde artışa neden olmuştur.

Dental seramiklerin renk stabilitesini araştırmak için çeşitli yaşlanma yöntemleri uygulanabilir. Çoğu renklenme yöntemi, çevresel koşullara maruz kalma dahil, dışsal faktörlere bağlıdır. Palla ve arkadaşları (179) yaptığı çalışmada, lityum disilikat seramiklerin yaygın olarak tüketilen içeceklere daldırılmasından sonra renklerinde meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan lityum disilikat seramikler üretim sürecine göre 4 gruba ayrılmıştır. Bunlar; IPS e-max CAD, IPS e-max CERAM, IPS e-max Press glaze uygulanmış ve e-max Press glaze uygulanmamış gruplardır. Her bir grup, numunelerin maruz kalacağı yaşlanma sürecinin türüne bağlı olarak da 4 alt gruba ayrılmıştır (termosiklus, şarap, kahve, çay). E-max Press glaze uygulanmamış seramik grubunun çayda bekletilen örnekleri istatistiksel olarak anlamlı renk farklılıkları göstermiştir ($\Delta E > 4$). Onun dışındaki diğer tüm gruplar klinik olarak algılanabilir seviyenin altında renk değişiklikleri göstermiştir ($\Delta E < 3.7$). IPS e-max CAD, e-max Press

glaze uygulanmamış örneklerle karşılaştırıldığında daha yüksek renk kararlılığı göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda kola, çay, şarap ve portakal suyu gibi yaygın olarak tüketilen içeceklerden kaynaklanan klinik renk değişiminin, sadece ultraviyole ışıktan veya distile sudan kaynaklanan renk değişiminden daha belirgin olduğu gösterilmiştir. Burrow ve arkadaşlarının çalışmalarında (180), güneş ışığının ve suyun ayrı ayrı ve birlikte, 16 farklı anterior rezin kompozitin renk değişimleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ultraviyolenin klinik kullanımda görsel olarak incelenmesiyle, çoğu rezin materyali için beklenenden daha az renk değişimi gösterdiği izlenmiştir. Güneş ışığı ve su birleştirildiğinde değişiklikler daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Klinik renk değişikliğinin gıda renklendiricilerinin emiliminden, güneş ışığından ve sudan daha fazla etkilenebilir olduğu görülmüştür.

Motro ve arkadaşları (151) yaptığı çalışmada, farklı yüzey işlemleri uygulandıktan sonra kahveye maruz kalan seramiklerin renk değişimlerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, materyallere uygulanan nihai yüzey işlemlerinin örneklerin yüzey pürüzlülüğünü ve renk değişim oranını etkilediğini bildirmişlerdir. Numunelerin kahveye daldırması işleminden sonra pürüzlü yüzeyler, pürüzsüz yüzeylerden daha fazla renklenmiştir.

Alencar ve arkadaşları (181) yaptığı çalışmada, yaygın olarak kullanılan içeceklerin ve diş fırçalama prosedürlerinin, glaze ile veya mekanik cilalama ile cilalanmış CAD/CAM lityum disilikat seramiklerin yüzey pürüzlülüğü, mikro sertliği ve renk değişikliği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Her grup kullanılan içeceğe ve diş fırçalamaya göre alt gruplara ayrılmıştır: distile su ve distile suya ek fırçalama, kahve ve kahveye ek fırçalama; siyah çay ve siyah çaya ek fırçalama; kırmızı şarap ve kırmızı şaraba ek fırçalama; kola ve kolaya ek fırçalama. Yüzey pürüzlülüğü çalışmada kullanılan tüm içeceklerde artmıştır, glaze uygulanan örneklerde mekanik cilalamaya göre daha yüksek pürüzlülük değerleri izlenmiştir. Uygulanan yüzey işlemlerinden bağımsız olarak, örneklerin renk değişimi tüm içeceklerden etkilenmiştir ($p < 0,001$), kırmızı şarapta bekletilen örneklerin ΔE değerleri algılanabilir eşik üzerinde. Diş fırçalamanın incelenen materyallerin renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi bulunamamıştır.

Seyidalıyeva ve arkadaşları (182) yaptığı çalışmada, hibrit seramiklerin renk stabilitesini araştırmışlar ve bu materyali kompozit ve lityum disilikat seramiklerle karşılaştırmışlardır. Çalışmada kullanılan içecekler su, kırmızı şarap, köri, siyah çay ve koladır. Numunelerin renk ölçümleri başlangıç, termosiklustan sonra, boyama çözeltisinde 2 ve 4 haftalık saklama sonrasında ve her biri iki aşamalı olan cila sistemleriyle yeniden cilalanması sonrasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar, materyallerin renk değişimlerinin malzeme, boyama çözeltisi ve yaşlanma evresi ile ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır. Hibrit seramiklerin renk değişimlerinin kompozitler ve lityum disilikat cam seramikler arasında değiştiği; ancak istatistiksel olarak kompozitlerin diğer materyallerden daha ciddi düzeyde renk farklılıkları ortaya koyduğu bildirilmiştir.

Restorasyonların klinik ömrü boyunca mevcut rengini korunması, yapılan tedavinin başarısı için önemlidir. Samra ve arkadaşları (183) yaptığı çalışmada, kahve çözeltisine daldırılan beş farklı estetik restoratif materyalin renk stabilitesini değerlendirmişlerdir. 15 gün boyunca 37 °C kahveye daldırılan örneklerden IPS Empress 2 seramik materyali, diğer direkt ve indirekt kompozit materyallerine göre daha az oranda renk değişikliği göstermiştir.

St-Georges ve arkadaşları (184) yaptığı çalışmada, üç farklı cila sistemi ile cilalanmış üç farklı direkt rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Çalışmada kullanılan hibrit kompozitler; Z250, Point 4 ve Esthet-X'tir. Örnekler LED ışık cihazı ile ışılandıktan sonra deiyonize su içerisinde 7 gün bekletilmiştir ve sonrasında 1200-grit zımpara kağıdı ile zımparalanmıştır. Örnekler daha sonrasında Identoflex Diamond, Sof-Lex Diamond ve Pogo cila sistemleri ile cilalanmıştır. Sof-Lex Diamond cila sistemi kullanılarak cilalanan üç farklı direkt kompozitte istatistiksel olarak benzer yüzey pürüzlülük değerleri bulunmuştur. Identoflex Diamond ve Pogo cila sistemi ile cilalanan örnekler ise Sof-Lex Diamond cila sistemi ile cilalanan örneklere göre istatistiksel olarak daha düşük pürüzlülük değerleri göstermiştir. Çalışmalarda genel olarak örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri ile renk değişim oranları arasında bir ilişki olduğu, daha pürüzlü yüzeylerin daha fazla oranda renk değişimine neden olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise CAD/CAM numunelerinin renk değişimi, uygulanan cila sistemlerinden çok içeceklerin farklılığından etkilenmiştir. Bu durum birkaç farklı nedenden kaynaklanmış olabilir. Buna göre, içeceğin içeriğindeki

renklendirici ajan miktarı ve asiditesi ile materyallerin yapısı, materyallerin renklenme özellikleri üzerinde cilalama sisteminden daha fazla etkilidir sonucuna varılabilir. Yine de güncel materyaller olan CAD/CAM' ler ile ilgili pürüzlülük çalışması da CAD/CAM materyallerin renk çalışmalarına eklenebilir. Bizim çalışmamızda kullanılan üç farklı cila sisteminin CAD/CAM materyaller üzerinde nasıl pürüzlülük değerleri ortaya çıkaracağı sorgulanmalıdır.

Güler ve arkadaşları (185) yaptığı çalışmada, farklı pH değerlerindeki sıvılarda yaşlanma sonrası beş farklı rezin bazlı restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan içecekler; kola, portakal suyu, kefir, yapay gastrik asit ve yapay tükürüktür. Başlangıçta yapılan renk ve pürüzlülük ölçümlerinden sonra, numuneler aynı sıvılarda 7 ve 14 gün boyunca bekletilmiştir ve tüm ölçümler 7. ve 14. günlerde tekrarlanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, kola ve gastrik asitin materyallerin renk özellikleri üzerinde ciddi bir etkiye sahip olduğu ve diğer içeceklere kıyasla ΔE değerleri üzerinde anlamlı farklılığa neden olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, rezin bazlı restorasyon materyallerinin düşük pH değerindeki içeceklerde bekletilmesinden hem renk hem de yüzey pürüzlülük değerlerinin etkilediğini göstermişlerdir.

Lawson ve arkadaşları çalışmalarında (186), CAD/CAM blokların parlaklık ve renklenmeye karşı direnç özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada, hibrit seramiklerin, lityum disilikat seramiklerin, feldspatik seramiklerin ve dental kompozitlerin cilalı ve cilasız yüzeylerinin renklenmeleri incelenmiştir. Örnekler, 600 ml kızılıklık suyu, 3 siyah çay poşeti ve 50 ml hazır kahveden oluşan bir boyama çözeltisinde, 37 °C'de karanlıkta 12 gün boyunca saklanmıştır. Bu süre 1 yıllık klinik kullanıma karşılık gelmektedir. Çalışmanın sonucuna göre cilalanmış hibrit seramikler, geleneksel bir kompozit malzemeden çok daha yüksek, ancak saf seramik malzemeden biraz daha düşük parlaklık özellikleri göstermiştir. Bununla birlikte, 1 yıllık renklendirici ajanda bekletilmesinin ardından örnekler tekrar cilalandığında çalışmada kullanılan tüm malzemeler, klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliği göstermiştir. Lawson ve arkadaşlarına göre bu sonuçlar, CAD/CAM materyallerinin içerikleri ve örneklere cila işlemi uygulanıp uygulanmamasının renklenme özellikleri ve parlaklığını direkt olarak etkilediğini göstermektedir.

Atay ve arkadaşları (170) yaptığı çalışmada, feldspatik seramiklerin distile suya, kahveye, kırmızı şaraba ve kolaya daldırılmasından önce ve sonraki renk değişimleri ve yüzey özelliklerini incelemiştir. Çalışmalarının sonucuna göre örneklerin renklendirici içeceklerde bekletilme süresi ve uygulanan yüzey prosedürleri materyallerin renk stabilitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir.

Pürüzsüz yüzeylere sahip olan materyallerin renklenmeye karşı daha dirençli olduğu göz önünde bulundurulursa, uygun cila sistemiyle cilalanan materyallerin renklerdeki değişim daha kabul edilebilir düzeyde olabilir. Seramik yüzey bütünlüğünün zarar görmesi, düşük pH'a maruz kalmasıyla ilişkilidir. Bu durum, seramik bileşiminde alkali iyonlarının kaybıyla silika çözülmesine neden olur (187). Böylece, yüzeyde bir bozulma meydana gelir ve bu bozulma renklendiricilerin materyal yüzeyine daha yüksek oranda penetrasyonuna ve dolayısıyla malzeme yüzeyinde daha fazla oranda renk değişimine neden olur (188). Bizim çalışmamızda da cila sistemleri arasında renk değişimi açısından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, cila sistemi farketmeksizin en yüksek renk değişim oranı kahvede bekletilen örneklerde görülmüştür. Kahvede bekletilen örneklerde diğer içeceklerden daha yüksek oranda renklenme oluşmasının nedeni, içeceğin içeriğindeki renklendirici ajan miktarı ve etkinliği, asiditesi ve içeceğin ısısı ile orantılı bir şekilde değişebilir.

8. SONUÇLAR

- 1- Bu çalışmada, en yüksek renk değişim değerleri kahvede bekletilen örneklerden elde edilmiştir.
- 2- Identoflex Diamond, Sof-lex Diamond ve Coltene Diatech ile CAD/CAM materyallerin cilalanması, örneklerin renk değişim sonuçlarını farklı içeceklerde farklı oranlarda etkilemiştir.
- 3- Örneklerin renk değişim sonuçları genel olarak bekletilme süresinin artması ile doğru orantılı olarak artmıştır.
- 4- Kompozit içerikli hibrit yapıdaki CAD/CAM materyallerin markasının değişmesi renk sonuçları üzerinde değişikliğe neden olmamıştır. Diğer bir deyişle kullanılan cila sisteminden bağımsız olarak, Shofu Block, Cerasmart ve Coltene 15. günün sonunda benzer şekilde renk değişimi sergilemiştir.

9. KAYNAKLAR

1. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* 2010;38 Suppl 2:e2-16.
2. Davidowitz G, Kotick PG. The use of CAD/CAM in dentistry. *Dent Clin North Am.* 2011;55(3):559-70, ix.
3. Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent.* 1996;75(1):18-32.
4. Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N. Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *J Prosthet Dent.* 2015;113(6):534-40.
5. Dalpino PH, Francischone CE, Ishikiriyama A, Franco EB. Fracture resistance of teeth directly and indirectly restored with composite resin and indirectly restored with ceramic materials. *Am J Dent.* 2002;15(6):389-94.
6. Spitznagel FA, Horvath SD, Guess PC, Blatz MB. Resin bond to indirect composite and new ceramic/polymer materials: a review of the literature. *J Esthet Restor Dent.* 2014;26(6):382-93.
7. Acar O, Yilmaz B, Altintas SH, Chandrasekaran I, Johnston WM. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. *J Prosthet Dent.* 2016;115(1):71-5.
8. de Oliveira AL, Botta AC, Campos JA, Garcia PP. Effects of immersion media and repolishing on color stability and superficial morphology of nanofilled composite resin. *Microsc Microanal.* 2014;20(4):1234-9.
9. Yilmaz C, Korkmaz T, Demirkoprulu H, Ergun G, Ozkan Y. Color stability of glazed and polished dental porcelains. *J Prosthodont.* 2008;17(1):20-4.
10. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater.* 2003;19(1):12-8.
11. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997;13(4):258-69.

12. Preis V, Grumser K, Schneider-Feyrer S, Behr M, Rosentritt M. The effectiveness of polishing kits: influence on surface roughness of zirconia. *Int J Prosthodont.* 2015;28(2):149-51.
13. Steiner R, Beier US, Heiss-Kisielewsky I, Engelmeier R, Dumfahrt H, Dhima M. Adjusting dental ceramics: An in vitro evaluation of the ability of various ceramic polishing kits to mimic glazed dental ceramic surface. *J Prosthet Dent.* 2015;113(6):616-22.
14. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J dent Res.* 1989;68(5):819-22.
15. van Dijken JW. All-ceramic restorations: classification and clinical evaluations. *Compend Contin Educ Dent.* 1999;20(12):1115-24, 26 passim; quiz 36.
16. Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent.* 1991;1(2):150-4.
17. Priest G. Virtual-designed and computer-milled implant abutments. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(9 Suppl 2):22-32.
18. Mormann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc.* 2006;137 Suppl:7s-13s.
19. Rekow D. Computer-aided design and manufacturing in dentistry: a review of the state of the art. *J Prosthet Dent.* 1987;58(4):512-6.
20. Andersson M, Carlsson L, Persson M, Bergman B. Accuracy of machine milling and spark erosion with a CAD/CAM system. *J Prosthet Dent.* 1996;76(2):187-93.
21. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br dent J.* 2008;204(9):505-11.
22. Mormann WH, Brandestini M, Lutz F, Barbakow F. Chairside computer-aided direct ceramic inlays. *Quintessence Int.* 1989;20(5):329-39.
23. Feuerstein P. Can technology help dentists deliver better patient care? *J Am Dent Assoc.* 2004;135 Suppl:11s-6s.
24. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *J Prosthet Dent.* 2002;88(1):10-5.
25. Liu PR. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent.* 2005;26(7):507-8, 10, 12 passim; quiz 17, 27.

26. Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compen Contin Educ Dent*. 2008;29(8):494, 6, 8-505.
27. Henkel GL. A comparison of fixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compend Contin Educ Dent*. 2007;28(8):422-4, 6-8, 30-1.
28. Christensen GJ. Computerized restorative dentistry. State of the art. *J Am Dent Assoc*. 2001;132(9):1301-3.
29. CEREC AC: CAD/CAM for everyone [pamphlet]. Charlotte (NC): Sirona [Available from: <http://www.sirona.com.tr/tr/ueruenler/dijital-dis-hekimligi/new-products/>].
30. Bessing C, Bergman M. The castability of unalloyed titanium in three different casting machines. *Swed Dent J*. 1992;16(3):109-13.
31. Persson M, Andersson M, Bergman B. The accuracy of a high-precision digitizer for CAD/CAM of crowns. *J Prosthet Dent*. 1995;74(3):223-9.
32. Fleming GJ, Dobinson MM, Landini G, Harris JJ. An in-vitro investigation of the accuracy of fit of Procera and Empress crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2005;13(3):109-14.
33. Jemt T. In vivo measurements of precision of fit involving implant-supported prostheses in the edentulous jaw. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996;11(2):151-8.
34. Kelly JR, Benetti P, Rungruanganunt P, Bona AD. The slippery slope: critical perspectives on in vitro research methodologies. *Dent Mater*. 2012;28(1):41-51.
35. Palin W, Burke FJ. Trends in indirect dentistry: 8. CAD/CAM technology. *Dent Update*. 2005;32(10):566-72.
36. 3M ESPE AG. Lava Technical Product Profile, 3M ESPE All Ceramic System 2007, Seefeld, Germany. [
37. Eidenbenz S, Lehner CR, Scharer P. Copy milling ceramic inlays from resin analogs: a practicable approach with the CELAY system. *Int J Prosthodont*. 1994;7(2):134-42.
38. Chai J, Takahashi Y, Sulaiman F, Chong K, Lautenschlager EP. Probability of fracture of all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont*. 2000;13(5):420-4.
39. van der Zel JM. Ceramic-fused-to-metal restorations with a new CAD/CAM system. *Quintessence Int*. 1993;24(11):769-78.

40. Bewersdorff HJ. [Electrognathography. Electronic 3-dimensional measurement and registration of jaw movements. 2]. *Scand J Dent Res.* 1970;78(1):83-115.
41. Gibbs CH, Messerman T, Reswick JB, Derda HJ. Functional movements of the mandible. *J Prosthet Dent.* 1971;26(6):604-20.
42. Fasbinder DJ. Materials for chairside CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2010;31(9):702-4, 6, 8-9.
43. Otto T, De Nisco S. Computer-aided direct ceramic restorations: a 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *Int J Prosthodont.* 2002;15(2):122-8.
44. Fasbinder DJ. Chairside CAD/CAM: an overview of restorative material options. *Compend Contin Educ Dent.* 2012;33(1):50, 2-8.
45. Reich S, Hornberger H. The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 2002;88(1):44-9.
46. Sorensen JA, Kang SK, Avera SP. Porcelain-composite interface microleakage with various porcelain surface treatments. *Dent Mater.* 1991;7(2):118-23.
47. Sorensen JA, Munksgaard EC. Ceramic inlay movement during polymerization of resin luting cements. *Eur J Oral Sci.* 1995;103(3):186-9.
48. Probst L, Geis-Gerstorfer J, Kirchner E, Kanjantra P. In vitro evaluation of a glass-ceramic restorative material. *J Oral Rehabil.* 1997;24(9):636-45.
49. Tinschert J, Zvez D, Marx R, Anusavice KJ. Structural reliability of alumina-, feldspar-, leucite-, mica- and zirconia-based ceramics. *J Dent.* 2000;28(7):529-35.
50. Giordano RA. Dental ceramic restorative systems. *Compend Contin Educ Dent.* 1996;17(8):779-82, 84-6 passim; quiz 94.
51. Fasbinder DJ. Restorative material options for CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2002;23(10):911-6, 8, 20 passim; quiz 24.
52. Pagniano RP, Seghi RR, Rosenstiel SF, Wang R, Katsube N. The effect of a layer of resin luting agent on the biaxial flexure strength of two all-ceramic systems. *J Prosthet Dent.* 2005;93(5):459-66.
53. Rampf M, Dittmer M, Ritzberger C, Schweiger M, Holand W. Properties and Crystallization Phenomena in $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5\text{-Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ and $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5\text{-Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ Glass-Ceramics Via Twofold Internal Crystallization. *Front Bioeng Biotechnol.* 2015;3:122.

54. Guess PC, Zavanelli RA, Silva NR, Bonfante EA, Coelho PG, Thompson VP. Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TZP crowns: comparison of failure modes and reliability after fatigue. *Int J Prosthodont*. 2010;23(5):434-42.
55. Magne P, Belser U. Esthetic improvements and in vitro testing of In-Ceram Alumina and Spinell ceramic. *Int J Prosthodont*. 1997;10(5):459-66.
56. Sorensen JA, Kang SK, Torres TJ, Knode H. In-Ceram fixed partial dentures: three-year clinical trial results. *J Calif Dent Assoc*. 1998;26(3):207-14.
57. Fradeani M, Redemagni M. An 11-year clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns: a retrospective study. *Quintessence Int*. 2002;33(7):503-10.
58. Deville S, Gremillard L, Chevalier J, Fantozzi G. A critical comparison of methods for the determination of the aging sensitivity in biomedical grade yttria-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2005;72(2):239-45.
59. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. *Dent Mater*. 2004;20(5):449-56.
60. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2007;98(5):389-404.
61. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater*. 2008;24(3):299-307.
62. Fradeani M, D'Amelio M, Redemagni M, Corrado M. Five-year follow-up with Procera all-ceramic crowns. *Quintessence Int*. 2005;36(2):105-13.
63. Zhang Y, Lee JJ, Srikanth R, Lawn BR. Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. *Dent Mater*. 2013;29(12):1201-8.
64. Raigrodski AJ. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review. *Dent Clin North Am*. 2004;48(2):viii, 531-44.
65. [Available from: <http://www.gcaustralasia.com/Upload/product/pdf/98/Brochure CERASMART.pdf>.
66. <http://www.shofu.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2016/11/Shofu-Blocks-Disks-HC-Brochure.pdf>. [
67. Giordano R. Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *J Am Dent Assoc*. 2006;137 Suppl:14s-21s.

68. Takahashi H, Finger WJ, Endo T, Kanehira M, Koottathape N, Komatsu M, et al. Comparative evaluation of mechanical characteristics of nanofiller containing resin composites. *Am J Dent*. 2011;24(5):264-70.
69. Nguyen JF, Migonney V, Ruse ND, Sadoun M. Resin composite blocks via high-pressure high-temperature polymerization. *Dent Mater*. 2012;28(5):529-34.
70. Rocca GT, Bonnafous F, Rizcalla N, Krejci I. A technique to improve the esthetic aspects of CAD/CAM composite resin restorations. *J Prosthet Dent*. 2010;104(4):273-5.
71. Lauvahutanon S, Takahashi H, Shiozawa M, Iwasaki N, Asakawa Y, Oki M, et al. Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dent Mater J*. 2014;33(5):705-10.
72. <https://www.coltene.com/pim/DOC/BRO/docbro004604-03-19-brilliant-crios-brochure-a4-trstraindv1.pdf> [
73. Turkun LS, Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent*. 2004;29(2):203-11.
74. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent Clin North Am*. 2007;51(2):379-97, ix.
75. Yap AU, Lye KW, Sau CW. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent*. 1997;22(6):260-5.
76. Teughels W, Van Assche N, Sliepen I, Quirynen M. Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17 Suppl 2:68-81.
77. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J*. 2004;196(1):42-5; discussion 31.
78. Zissis AJ, Polyzois GL, Yannikakis SA, Harrison A. Roughness of denture materials: a comparative study. *Int J Prosthodont*. 2000;13(2):136-40.
79. Strassler HE, Bauman G. Current concepts in polishing composite resins. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1993;5(3 Suppl 1):12-7.
80. Mjor IA, Moorhead JE, Dahl JE. Reasons for replacement of restorations in permanent teeth in general dental practice. *Int Dent J*. 2000;50(6):361-6.
81. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(2):102-8; discussion 9.

82. da Costa J, Adams-Belusko A, Riley K, Ferracane JL. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent.* 2010;38 Suppl 2:e123-8.
83. Malhotra N, Shenoy RP, Acharya S, Shenoy R, Mayya S. Effect of three indigenous food stains on resin-based, microhybrid-, and nanocomposites. *J Esthet Restor Dent.* 2011;23(4):250-7.
84. Ozgunaltay G, Yazici AR, Gorucu J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *J Oral Rehabil.* 2003;30(2):218-24.
85. Fasbinder DJ, Neiva GF. Surface Evaluation of Polishing Techniques for New Resilient CAD/CAM Restorative Materials. *J Esthet Restor Dent.* 2016;28(1):56-66.
86. Chen HY, Hickel R, Setcos JC, Kunzelmann KH. Effects of surface finish and fatigue testing on the fracture strength of CAD-CAM and pressed-ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 1999;82(4):468-75.
87. Anusavice KJ, Kakar K, Ferree N. Which mechanical and physical testing methods are relevant for predicting the clinical performance of ceramic-based dental prostheses? *Clin Oral Implants Res.* 2007;18 Suppl 3:218-31.
88. Kawai K, Urano M, Ebisu S. Effect of surface roughness of porcelain on adhesion of bacteria and their synthesizing glucans. *J Prosthet Dent.* 2000;83(6):664-7.
89. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am.* 1998;42(4):613-27.
90. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. Interoperator variability during polishing. *Quintessence Int.* 2006;37(3):183-90.
91. http://www.dom-dent.hu/sites/default/files/06_katalogus.pdf. [
92. <https://multimedia.3m.com/mws/media/1122389O/sof-lex-diamond-polishing-system-sell-sheet.pdf>. [
93. <https://www.coltene.com/products/rotary-instruments/kits/diatech-polishing-kits/diatech-shapeguard-composite-polishing-plus-kit/>.
94. Sepulveda-Navarro WF, Arana-Correa BE, Borges CP, Jorge JH, Urban VM, Campanha NH. Color stability of resins and nylon as denture base material in beverages. *J Prosthodont.* 2011;20(8):632-8.

95. Oguz S, Mutluay MM, Dogan OM, Bek B. Color change evaluation of denture soft lining materials in coffee and tea. *Dent Mater J*. 2007;26(2):209-16.
96. Waliszewski M. Restoring dentate appearance: a literature review for modern complete denture esthetics. *J Prosthet Dent*. 2005;93(4):386-94.
97. Goiato MC, Santos DM, Haddad MF, Pesqueira AA. Effect of accelerated aging on the microhardness and color stability of flexible resins for dentures. *Braz Oral Res*. 2010;24(1):114-9.
98. Sham AS, Chu FC, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. *J Prosthet Dent*. 2004;91(5):447-52.
99. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int*. 1991;22(5):377-86.
100. Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent*. 1998;80(5):533-9.
101. Kanat-Erturk B. Color Stability of CAD/CAM Ceramics Prepared with Different Surface Finishing Procedures. *J Prosthodont*. 2019.
102. Cooley RL, Barkmeier WW, Matis BA, Siok JF. Staining of posterior resin restorative materials. *Quintessence Int*. 1987;18(12):823-7.
103. van Noort R, Brown D, Clarke R, Combe EC, Curtis R, Lloyd CH, et al. Dental materials: 1992 literature review. *J Dent*. 1994;22(1):5-28.
104. Khokhar ZA, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int*. 1991;22(9):733-7.
105. Sarafianou A, Iosifidou S, Papadopoulos T, Eliades G. Color stability and degree of cure of direct composite restoratives after accelerated aging. *Oper Dent*. 2007;32(4):406-11.
106. Alawjali SS, Lui JL. Effect of one-step polishing system on the color stability of nanocomposites. *J Dent*. 2013;41 Suppl 3:e53-61.
107. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e137-42.
108. van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmid WJ. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent*. 1990;63(2):155-62.

109. McPhee ER. Light and color in dentistry. Part I--Nature and perception. *J Mich Dent Assoc.* 1978;60(11):565-72.
110. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color. 1973. *J Prosthet Dent.* 2001;86(5):458-64.
111. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *J Dent Res.* 1989;68(12):1755-9.
112. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(5):467-79.
113. Kuehni RG. Color-tolerance data and the tentative CIE 1976 L a b formula. *J Opt Soc Am.* 1976;66(5):497-500.
114. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res.* 1989;68(12):1760-4.
115. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater.* 1987;3(5):246-51.
116. Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. *Quintessence Int.* 1991;22(7):525-31.
117. Bangtson LK, Goodkind RJ. The conversion of Chromascan designations to CIE tristimulus values. *J Prosthet Dent.* 1982;48(5):610-7.
118. Wee AG, Kang EY, Jere D, Beck FM. Clinical color match of porcelain visual shade-matching systems. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(6):351-7; discussion 8.
119. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res.* 2013;57(4):236-61.
120. Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN. Mechanical properties and short-term in-vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res.* 1989;23(1):45-61.
121. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J.* 2009;28(1):44-56.
122. Belli R, Wendler M, de Ligny D, Cicconi MR, Petschelt A, Peterlik H, et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 1: Measurement of elastic constants and microstructural characterization. *Dent Mater.* 2017;33(1):84-98.

123. Comlekoglu ME, Paken G, Tan F, Dundar-Comlekoglu M, Ozcan M, Akan E, et al. Evaluation of Different Thickness, Die Color, and Resin Cement Shade for Veneers of Multilayered CAD/CAM Blocks. *J Prosthodont*. 2016;25(7):563-9.
124. Erturk BK, Comlekoglu ME, Comlekoglu MD, Aladag A, Gungor MA. A customized zirconia abutment design combined with a CAD/CAM laminate veneer: a clinical report. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2015;35(2):201-9.
125. Banerjee R, Banerjee S, Prabhudesai PS, Bhide SV. Influence of the processing technique on the flexural fatigue strength of denture base resins: an in vitro investigation. *Indian J Dent Res*. 2010;21(3):391-5.
126. Stawarczyk B, Ender A, Trottmann A, Ozcan M, Fischer J, Hammerle CH. Load-bearing capacity of CAD/CAM milled polymeric three-unit fixed dental prostheses: effect of aging regimens. *Clin Oral Investig*. 2012;16(6):1669-77.
127. Lin CL, Chang YH, Liu PR. Multi-factorial analysis of a cusp-replacing adhesive premolar restoration: A finite element study. *J Dent*. 2008;36(3):194-203.
128. Attia A, Abdelaziz KM, Freitag S, Kern M. Fracture load of composite resin and feldspathic all-ceramic CAD/CAM crowns. *J Prosthet Dent*. 2006;95(2):117-23.
129. Magne P, Knezevic A. Simulated fatigue resistance of composite resin versus porcelain CAD/CAM overlay restorations on endodontically treated molars. *Quintessence Int*. 2009;40(2):125-33.
130. Douglas RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent*. 2000;83(2):166-70.
131. Dhawan P, Prakash H, Shah N. Clinical and scanning electron microscopic assessments of porcelain and ceromer resin veneers. *Indian J Dent Res*. 2003;14(4):264-78.
132. Della Bona A, Anusavice KJ, Mecholsky JJ, Jr. Failure analysis of resin composite bonded to ceramic. *Dent Mater*. 2003;19(8):693-9.
133. Hansel C, Leyhausen G, Mai UE, Geurtsen W. Effects of various resin composite (co)monomers and extracts on two caries-associated micro-organisms in vitro. *J Dent Res*. 1998;77(1):60-7.
134. Kawai K, Takaoka T. Inhibition of bacterial and glucan adherence to various light-cured fluoride-releasing restorative materials. *J Dent*. 2001;29(2):119-22.

135. Eick S, Glockmann E, Brandl B, Pfister W. Adherence of Streptococcus mutans to various restorative materials in a continuous flow system. *J Oral Rehabil.* 2004;31(3):278-85.
136. Siegrist BE, Brex MC, Gusberti FA, Joss A, Lang NP. In vivo early human dental plaque formation on different supporting substances. A scanning electron microscopic and bacteriological study. *Clin Oral Implants Res.* 1991;2(1):38-46.
137. Hahn R, Weiger R, Netuschil L, Bruch M. Microbial accumulation and vitality on different restorative materials. *Dent Mater.* 1993;9(5):312-6.
138. Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN, Magne P. Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. *J Prosthet Dent.* 2011;105(4):217-26.
139. Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LH, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: a critical review of "micro" bond strength test methods. *Dent Mater.* 2010;26(2):e50-62.
140. Stawarczyk B, Sener B, Trottmann A, Roos M, Ozcan M, Hammerle CH. Discoloration of manually fabricated resins and industrially fabricated CAD/CAM blocks versus glass-ceramic: effect of storage media, duration, and subsequent polishing. *Dent Mater J.* 2012;31(3):377-83.
141. Robinson FG, Haywood VB, Myers M. Effect of 10 percent carbamide peroxide on color of provisional restoration materials. *J Am Dent Assoc.* 1997;128(6):727-31.
142. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc.* 2004;135(5):587-94; quiz 654.
143. Turkun LS, Turkun M. Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *J Esthet Restor Dent.* 2004;16(5):290-301; discussion -2.
144. Imazato S, Tarumi H, Kobayashi K, Hiraguri H, Oda K, Tsuchitani Y. Relationship between the degree of conversion and internal discoloration of light-activated composite. *Dent Mater J.* 1995;14(1):23-30.
145. Quek SHQ, Yap AUJ, Rosa V, Tan KBC, Teoh KH. Effect of staining beverages on color and translucency of CAD/CAM composites. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(2):E9-e17.

146. Lauvahutanon S, Shiozawa M, Takahashi H, Iwasaki N, Oki M, Finger WJ, et al. Discoloration of various CAD/CAM blocks after immersion in coffee. *Restor Dent Endod.* 2017;42(1):9-18.
147. Colombo M, Cavallo M, Miegge M, Dagna A, Beltrami R, Chiesa M, et al. Color stability of CAD/CAM Zirconia ceramics following exposure to acidic and staining drinks. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(11):e1297-e303.
148. Zucuni CP, Guilardi LF, Fraga S, May LG, Pereira GKR, Valandro LF. CAD/CAM machining Vs pre-sintering in-lab fabrication techniques of Y-TZP ceramic specimens: Effects on their mechanical fatigue behavior. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2017;71:201-8.
149. Hosoya Y. Five-year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times. *Dent Mater.* 1999;15(4):268-74.
150. Janda R, Roulet JF, Kaminsky M, Steffin G, Latta M. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. *Eur J Oral Sci.* 2004;112(3):280-5.
151. Motro PF, Kursoglu P, Kazazoglu E. Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. *J Prosthet Dent.* 2012;108(4):231-7.
152. Aykent F, Yondem I, Ozyesil AG, Gunal SK, Avunduk MC, Ozkan S. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. *J Prosthet Dent.* 2010;103(4):221-7.
153. Haralur SB. Evaluation of efficiency of manual polishing over autoglazed and overglazed porcelain and its effect on plaque accumulation. *J Adv Prosthodont.* 2012;4(4):179-86.
154. Buegers R, Rosentritt M, Handel G. Bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* to provisional fixed prosthodontic material. *J Prosthet Dent.* 2007;98(6):461-9.
155. Steinberg D, Eyal S. Early formation of *Streptococcus sobrinus* biofilm on various dental restorative materials. *J Dent.* 2002;30(1):47-51.
156. Ausschill TM, Arweiler NB, Brex M, Reich E, Sculean A, Netuschil L. The effect of dental restorative materials on dental biofilm. *Eur J Oral Sci.* 2002;110(1):48-53.
157. Montanaro L, Campoccia D, Rizzi S, Donati ME, Breschi L, Prati C, et al. Evaluation of bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* on dental restorative materials. *Biomaterials.* 2004;25(18):4457-63.

158. Liljemark WF, Bloomquist C. Human oral microbial ecology and dental caries and periodontal diseases. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1996;7(2):180-98.
159. Gaines S, James TC, Folan M, Baird AW, O'Farrelly C. A novel spectrofluorometric microassay for *Streptococcus mutans* adherence to hydroxylapatite. *J Microbiol Methods*. 2003;54(3):315-23.
160. Ikeda M, Matin K, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J. Effect of surface characteristics on adherence of *S. mutans* biofilms to indirect resin composites. *Dent Mater J*. 2007;26(6):915-23.
161. Carlen A, Nikdel K, Wennerberg A, Holmberg K, Olsson J. Surface characteristics and in vitro biofilm formation on glass ionomer and composite resin. *Biomaterials*. 2001;22(5):481-7.
162. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol*. 1995;22(1):1-14.
163. Tholt de Vasconcellos B, Miranda-Junior WG, Prioli R, Thompson J, Oda M. Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Oper Dent*. 2006;31(4):442-9.
164. Sasahara RM, Ribeiro Fda C, Cesar PF, Yoshimura HN. Influence of the finishing technique on surface roughness of dental porcelains with different microstructures. *Oper Dent*. 2006;31(5):577-83.
165. Attar N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract*. 2007;8(1):27-35.
166. Henry PJ, Johnston JF, Mitchell DF. Tissue changes beneath fixed partial dentures. *J Prosthet Dent*. 1966;16(5):937-47.
167. Sagsoz O, Demirci T, Demirci G, Sagsoz NP, Yildiz M. The effects of different polishing techniques on the staining resistance of CAD/CAM resin-ceramics. *J Adv Prosthodont*. 2016;8(6):417-22.
168. al-Wahadni A, Martin DM. Glazing and finishing dental porcelain: a literature review. *J Can Dent Assoc*. 1998;64(8):580-3.
169. Sarac D, Sarac YS, Yuzbasioglu E, Bal S. The effects of porcelain polishing systems on the color and surface texture of feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent*. 2006;96(2):122-8.

170. Atay A, Karayazgan B, Ozkan Y, Akyil MS. Effect of colored beverages on the color stability of feldspathic porcelain subjected to various surface treatments. *Quintessence Int.* 2009;40(7):e41-8.
171. Koizumi H, Saiki O, Nogawa H, Hiraba H, Okazaki T, Matsumura H. Surface roughness and gloss of current CAD/CAM resin composites before and after toothbrush abrasion. *Dent Mater J.* 2015;34(6):881-7.
172. Engelhardt UH, Maier HG. [Acids in coffee. XI. The proportion of individual acids in the total titratable acid]. *Z Lebensm Unters Forsch.* 1985;181(1):20-3.
173. Barutcugil C, Bilgili D, Barutcugil K, Dundar A, Buyukkaplan US, Yilmaz B. Discoloration and translucency changes of CAD-CAM materials after exposure to beverages. *J Prosthet Dent.* 2019;122(3):325-31.
174. Alp G, Subasi MG, Johnston WM, Yilmaz B. Effect of surface treatments and coffee thermocycling on the color and translucency of CAD-CAM monolithic glass-ceramic. *J Prosthet Dent.* 2018;120(2):263-8.
175. Dos Santos DM, da Silva EVF, Watanabe D, Bitencourt SB, Guiotti AM, Goiato MC. Effect of different acidic solutions on the optical behavior of lithium disilicate ceramics. *J Prosthet Dent.* 2017;118(3):430-6.
176. Hipolito AC, Barao VA, Faverani LP, Ferreira MB, Assuncao WG. Color degradation of acrylic resin denture teeth as a function of liquid diet: ultraviolet-visible reflection analysis. *J Biomed Opt.* 2013;18(10):105005.
177. Catelan A, Briso AL, Sundfeld RH, Goiato MC, dos Santos PH. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. *J Prosthet Dent.* 2011;105(4):236-41.
178. Strasser T, Preis V, Behr M, Rosentritt M. Roughness, surface energy, and superficial damages of CAD/CAM materials after surface treatment. *Clin Oral Investig.* 2018;22(8):2787-97.
179. Palla ES, Kontonasaki E, Kantiranis N, Papadopoulou L, Zorba T, Paraskevopoulos KM, et al. Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. *J Prosthetic Dent.* 2018;119(4):632-42.
180. Burrow MF, Makinson OF. Color change in light-cured resins exposed to daylight. *Quintessence Int.* 1991;22(6):447-52.

181. Alencar-Silva FJ, Barreto JO, Negreiros WA, Silva PGB, Pinto-Fiamengui LMS, Regis RR. Effect of beverage solutions and toothbrushing on the surface roughness, microhardness, and color stainability of a vitreous CAD-CAM lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent.* 2019;121(4):711.e1-.e6.
182. Seyidaliyeva A, Rues S, Evagorou Z, Hassel AJ, Rammelsberg P, Zenthofer A. Color stability of polymer-infiltrated-ceramics compared with lithium disilicate ceramics and composite. *J Esthet Restor Dent.* 2019.
183. Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res.* 2008;22(3):205-10.
184. St-Georges AJ, Bolla M, Fortin D, Muller-Bolla M, Thompson JY, Stamatiades PJ. Surface finish produced on three resin composites by new polishing systems. *Oper Dent.* 2005;30(5):593-7.
185. Guler S, Unal M. The Evaluation of Color and Surface Roughness Changes in Resin based Restorative Materials with Different Contents After Waiting in Various Liquids: An SEM and AFM study. *Microsc Res Tech.* 2018;81(12):1422-33.
186. Lawson NC, Burgess JO. Gloss and Stain Resistance of Ceramic-Polymer CAD/CAM Restorative Blocks. *J Esthet Restor Dent.* 2016;28 Suppl 1:S40-5.
187. Ccahuana VZ, Ozcan M, Mesquita AM, Nishioka RS, Kimpara ET, Bottino MA. Surface degradation of glass ceramics after exposure to acidulated phosphate fluoride. *J Appl Oral Sci.* 2010;18(2):155-65.
188. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent.* 2005;33(5):389-98.

10. ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Fatih/İstanbul'da doğdu. İlköğrenimini ve ortaöğrenimini Çapa İlköğretim Okulu'nda okudu. Lise öğrenimini Pertevniyal Anadolu Lisesi'nde 2007 yılında tamamladı. 2012 yılında İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden mezun oldu. 2016 yılı Haziran ayında Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimine başladı. Uzmanlık eğitimi süresince Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde klinik ve akademik faaliyetlerde bulundu.

İngilizce bilmektedir.

Yayımlar:

A-) Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

- 1) **Bozkaya S**, Tekçe N, Özel E. Işık ile sertleşen karakterizasyon materyali ve beyazlatma ajanı uygulanmasının kompozit materyallerin yüzey özellikleri ve renk değişimi üzerine etkisi. Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi. 2018:24(3),197-204.

B-) Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler:

- 1) Tekçe N, Tuncer S, Aydemir S, Demirci M, Pala K, **Bozkaya S**. The Effect of Viscosity of Composites on Fracture Strength of Premolars. AIC 19th International Congress and Conseuro, 11-13 Mayıs 2017, Bologna, Italy. (Poster sunumu)
- 2) **Bozkaya S**, Tekçe N. Desensitizer uygulaması ve çayda bekletmenin nanokompozitlerin renk değişimi üzerine etkisi. Türk Diş Hekimleri Birliği 23. Uluslararası Diş hekimliği Kongresi 21-24 Eylül 2017, İstanbul, Türkiye. (Sözlü Sunum)
- 3) **Bozkaya S**, Tekçe N, Baydemir C. Desensitizer uygulaması ve çayda bekletmenin nanokompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. 21th Uluslararası Estetik Diş Hekimliği Kongresi, 13-15 Ekim 2017, İstanbul, Türkiye. (Sözlü sunum)
- 4) **Bozkaya S**, Tekçe N. Desensitizer uygulaması ve türk kahvesinde bekletmenin nano-hibrit kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. 24.

Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi İzmir Dişhekimleri Odası, 10-12 Kasım 2017, İzmir, Türkiye. (Poster sunumu)

- 5) **Bozkaya S**, Tekçe N, Özel E, Kara D. İki yıl distile suda bekletilen farklı kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünün incelenmesi. 21. Restoratif Diş Derneği Uluslararası Bilimsel Kongresi 1-3 Aralık 2017, Eskişehir, Türkiye. (Poster sunumu)
- 6) Kara D, Tekçe N, **Bozkaya S**, Özel E. Farklı cila sistemleri kullanılan kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünün incelenmesi. 21. Restoratif Diş Derneği Uluslararası Bilimsel Kongresi 1-3 Aralık 2017, Eskişehir, Türkiye. (Poster sunumu)
- 7) Mehmed F, **Bozkaya S**, Tekçe N, Özel E. Effects of characterization material and bleaching agent application on color stability of composites. 5. Uluslararası YUDBAT Kongresi, 13-14 Nisan 2018, İstanbul, Türkiye. (Sözlü sunum)
- 8) **Bozkaya S**, Tekçe N, Özel E, Baydemir C. The effects of herbal teas on discoloration of anterior composites. 23rd Congress of Balkan Stomatological Society (BaSS) 10-12 May 2018, Iasi, Romania. (Sözlü Sunum)
- 9) **Bozkaya S**, Tekçe N, Özel E. Periodontal tedavide kullanılan polisaj pastalarının kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. 24. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi TDB, 27-30 Eylül 2018, Ankara, Türkiye. (Poster Sunumu)
- 10) **Bozkaya S**, Tekçe N. İndirekt kompozit fırınlarının farklı indirekt kompozitlerin mikrosertlik değerleri üzerine etkisi. 22. Restoratif Dişhekimliği Derneği Uluslararası Bilimsel Kongresi, 30 Kasım-02 Aralık 2018, Antalya, Türkiye. (Poster Sunumu)
- 11) **Bozkaya S**, Tekçe N, Özel E. Komplike kuron kırığının fiber post destekli kompozit restorasyonu: 9-aylık takip. 25. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi TDB, 4-7 Eylül 2019, İstanbul, Türkiye. (Poster sunumu).