

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



FARKLI İŞ AKIŞLARIYLA ÜRETİLEN TAM SERAMİK  
KURONLARIN MARJİNAL VE İTERNAL UYUMLARININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Nalan VARDAR KOŞUN

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
Protetik Diş Tedavisi Programı

OCAK, 2024



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**FARKLI İŞ AKIŞLARIYLA ÜRETİLEN TAM SERAMİK  
KURONLARIN MARJİNAL VE İTERNAL UYUMLARININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Nalan VARDAR KOŞUN**  
**(Y1517.510005)**

**Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı**  
**Protetik Diş Tedavisi Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tuğrul SARI**

**OCAK, 2024**

## TEZ SINAV TUTANAĞI

İAÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün Y1517.510005 Numaralı Doktora Öğrencisi Nalan Vardar Koşun, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "Farklı İş Akışlarıyla Üretilen Tam Seramik Kuronların Marjinal ve İnternal Uyumlarının Değerlendirilmesi" başlıklı tezini aşığıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı:**

**Jüri Üyeleri :**

## ONUR SÖZÜ

Doktora tezi olarak sunduğum “Farklı İş Akışlarıyla Üretilen Tam Seramik Kuronların Marjinal ve İnternal Uyumlarının Değerlendirilmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadar ki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve etik geleneklere aykırı düşecek bir davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yaparak yararlanmış olduğumu belirtir ve onurumla beyan ederim. (.../.../2024)

Nalan VARDAR KOŞUN

## ÖNSÖZ

Doktora eğitimim süresince değerli bilgi ve tecrübelerini paylaşan, tezimin hazırlanmasında yol gösteren ve sabırlı istikrarlı ve disiplinli çalışmasıyla her daim örnek aldığım sayın hocam Prof. Dr. Tuğrul Sarı'ya,

Doktora eğitimimiz süresince bizlere destek olan ve hoşgörüsünü esirgemeyen Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Bülent Erman Tuncer'e,

Tez çalışmalarım esnasında yaptığı katkılar ile ufkumu genişleten, olumlu yaklaşımıyla güvenle devam etmemi sağlayan tez izleme komitesindeki değerli hocam Prof. Dr. Serkan Sarıdağ'a,

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerini paylaşan, eğitim hayatıma katkı sunan İstanbul Aydın Üniversitesinde bulunan ve bulunmuş tüm değerli öğretim üyelerine,

Tez çalışmamdaki mikroskobik ölçümlerin yapılmasında yardımcı olan İstanbul Aydın Üniversitesi mikrobiyoloji laboratuvarındaki değerli hocalarıma ve teknisyen arkadaşlarıma,

Tez çalışmamda kuronları üretebilmem için bana imkân sunan Dentsply Türkiye ailesine,

Berber çalışma ve ekip olma şansını yakaladığımız, birlikte çalışmaktan ve tanımaktan mutluluk duyduğum tüm doktora öğrencisi arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca sevgi ve desteklerini her an hissettiğim en büyük şansım canım anneme ve sevgili kardeşime,

Dünyaya geldiği günden beri hayatımı güzelleştiren ve bu süreçte bana en büyük gücü ve motivasyonu veren canım oğlum Teoman'a,

En içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.

OCAK, 2024

Nalan VARDAR KOŞUN

# FARKLI İŞ AKIŞLARIYLA ÜRETİLEN TAM SERAMİK KURONLARIN MARJİNAL VE İTERNAL UYUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

## ÖZET

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte dijital diş hekimliği uygulamalarına ilgi artmaktadır. Her geçen gün artan sayıda laboratuvar ve klinik, dijital diş hekimliği uygulamalarını kullanmaya başlamaktadır. Dijital yöntemler konvansiyonel yöntemlere kıyasla hasta, hekim ve teknisyen için; daha hızlı , daha konforlu , daha öngörülebilir ve uniform kalitede restorasyonlar üretilmesine imkan tanımaktadır. Bununla birlikte dijital diş hekimliği uygulamaları için yeni ve pahalı ekipmanlara ihtiyaç duyulması ve diş hekimliği fakültelerinin eğitim programlarında dijital diş hekimliği uygulamalarını öğrenmeye yeterince yer verilmemesi de bu konudaki önemli dezavantajlardır. Protetik işlemlerde tamamen dijital iş akışı ile üretim yapılabileceği gibi, konvansiyonel ve dijital yöntemlerin birlikte kullanılmasıyla da restorasyonlar üretilmektedir.

Çalışmamızın amacı dijital ve konvansiyonel yöntemlerin tek başına ve birlikte kullanıldığı iş akışlarının final restorasyonlara etkisini değerlendirmektir.

Çalışmamızın sıfır hipotezi; konvansiyonel iş akışı, tamamen dijital iş akışı ve dijital ve konvansiyonel yöntemlerin birlikte kullanıldığı iş akışları arasında restorasyonların marjinal ve internal uyumları benzerdir.

Çalışma modeli olarak bir fantom çalışma modeli (ANA4, Frasaco GmbH, Tettang, Almanya) temin edilmiştir. Standardizasyonun sağlanabilmesi için kuron restorasyonu yapımına uygun formda mandibuler birinci molar fantom diş prepare edilmiştir. (Frasaco GmbH, Almanya).

Çalışmamız için farklı iş akışlarında, örnek sayısı 12 olan 6 grup oluşturulmuştur. Gruplar şu şekilde tasarlanmıştır;

- 1. Grup tamamen geleneksel iş akışıyla üretilmiş kronlardan oluşmaktadır ve çalışmamızın kontrol grubu olarak belirlenmiştir,
- 2. Grup tamamen dijital iş akışıyla üretilen kronlardan oluşmaktadır,

- 3.grup model üzerinden alınan konvansiyonel ölçülere opaklaştırıcı sprey uygulaması yapılarak elde edilen dijital model üzerinden üretilen kuronlardan oluşmaktadır,
- 4.grup model üzerinden alınan konvansiyonel ölçüden dijital model elde edilerek üretilen kuronlardan oluşmaktadır,
- 5. grup model üzerinden alınan konvansiyonel ölçüden hazırlanan alçı modelin üzerine opaklaştırıcı sprey uygulanarak taranmasıyla dijital model elde edilerek üretilen kuronlardan oluşmaktadır,
- 6. Grup model üzerinden alınan konvansiyonel ölçüden hazırlanan alçı modelin taranmasıyla dijital model elde edilerek üretilen kuronlardan oluşmaktadır.

Mandibuler 1. molar diş üzerine yapılacak tam seramik kuronların internal ve marjinal uyumları silikon replika tekniği ve stereo mikroskop (Motic SMZ 168, Motic, Çin) ile değerlendirilmiştir. Silikon replika mezio-distal olarak kesilerek elde edilen kesit üzerinde; mezial marjin, mezial aksiyal duvar, mezio-oklüzal köşe, oklüzal yüzey, disto-oklüzal köşe, distal aksiyal duvar ve distal marjin bölgesinden olmak üzere 30 farklı ölçüm yapılmıştır.

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans, Oran, Minimum, Maksimum) yanı sıra verilerin dağılımı Shapiro-Wilk Testi ile değerlendirildi. Niceliksel verilerin üç ve üzeri grubun karşılaştırmasında Kruskal-Wallis testi; iki grup karşılaştırmasında Mann-Whitney U Testi kullanıldı. Anlamlılık  $p < 0.01$  ve  $p < 0.05$  düzeylerinde değerlendirildi.

Değerlendirmeler sonucunda sıfır hipotezimiz kısmen reddedilmiştir. Konvansiyonel ve tamamen dijital iş akışıyla üretilen kuronların internal ve marjinal uyumları diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde iyidir. Bütün gruplar için aksiyal-oklüzal bölgelerde yapılan ölçümlerde en yüksek internal aralık değerleri bulunmuştur. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte çalışmamızın in-vitro bir çalışma olması sebebiyle klinik önemlerinin değerlendirilmesi için klinik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.



**Anahtar Kelimeler:** Dijital iş akışı, Marjinal uyum, İnternal uyum, Silikon replika tekniği

# **EVALUATION OF MARGINAL AND INTERNAL FIT OF ALL-CERAMIC CROWNS PRODUCED WITH DIFFERENT WORKFLOWS**

## **ABSTRACT**

Following innovations in technology also increase the interest of digitalization in dental treatments. Day after day many dental clinics, laboratories and professionals prefer to follow digitalization in dental treatments. All the digital innovations provide more predictable results with more cheaper, faster and also uniform quality of restoration process than conventional methods for the dentists, technicians and patients as well. Although all opportunities that digital dental treatment offers it also requires new set-ups with high budgeted costs, more time and effort to teach new updates and up-coming techniques for students of the Faculty of the Dentistry which makes digitalization in dental treatments more disadvantaged than traditional methods. Digital dental techniques allows to produce prosthetic methods with all digital parameters but also it can combine conventional techniques to produce required restorations.

The intention of the study is to evaluate effect of the final restoration in terms of full digital dental methods or combined with conventional techniques.

Zero hypothesis of the study shows that conventional workflow, full digitalization method and combination between conventional and digital techniques are similar to marginal and internal consistence.

Working model of the study provided with phantom work modal (ANA4, Frasaco GmbH, Tettang, Germany). For standardization, we prepared in suitable form of crown restoration mandibular 1st molar phantom tooth. (Frasaco GmbH, Tettang, Germany).

The study contents 12 samples and 6 groups with different workflows which designed with descriptions below:

- The control group produced by conventional workflow.

- The 2nd group produced by digital workflow.
- The 3rd group consists of crowns produced on the digital model obtained with applying opacifying spray to the conventional measurements taken from the model,
- The 4th group consists of crowns produced by obtaining a digital model from the conventional impression taken from the model,
- The 5th group consists of crowns produced by obtaining a digital model by scanning the plaster model prepared from the conventional impression taken from the model by applying opacifying spray on it,
- The 6th group consist of crowns produced by obtaining a digital model with scanning the plaster model prepared from conventional impression taken from the model.

Full ceramic crowns which will perform on the mandibular 1st molar tooth evaluated by silicone replica technique and stereo microscope (Motic SMZ 168, Motic, China). 30 different measurements performed from mesiodistal surface as marginal, axial, axio-occlusal angle and occlusal surface

NCSS (Number Cruncher Statistical System) and 2007 (Kaysville, Utah, USA) programs used for statistical analysis. Data of the study evaluated by statistical methods (standard deviation, average value, frequency... etc.) and also Shapiro-Wilk Test. Up to three quantitative data evaluated with Kruskal-Wallis test, double data comparison evaluated with Mann- Whitney U Test. Significance evaluated between  $p < 0.01$  and  $p < 0.05$  value.

According to the evaluations null hypothesis has been partially denied. Marginal and internal adaptation of the crowns which produced with conventional and digital methods were statistically significantly better than the other groups. In all groups, the highest internal gap measurements were recorded for axio-occlusal corners. Statistically significant differences were found among the groups. However, this study has been performed in-vitro conditions and should be evaluated for clinical importance with further clinical researches.

**Keywords:** Digital workflow, Marginal adaptation, Internal adaptation, Silicon replica technique.

## İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ .....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
<b>I. GİRİŞ VE AMAÇ .....</b>	<b>1</b>
<b>II. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
A. CAD/CAM Sistemlerinin Tarihçesi .....	3
B. CAD/CAM.....	4
1. Chair-Side Üretim .....	4
2. Lab-Side Üretim .....	4
3. Merkeze Bağlı Üretim .....	4
C. CAD/CAM Sistemlerinde Üretim Yöntemleri .....	4
1. Eksiltme Yöntemi.....	4
2. Ekleme Yöntemi.....	5
D. CAD/CAM Sistemlerinin Bileşenleri .....	5
1. Tarayıcı Birim .....	5
2. Yazılım Programı (CAD) Bilgisayar Destekli Tasarım .....	6
3. Üretim Birimi (CAM) Bilgisayar Destekli Üretim .....	6
a. Üç eksenli milledme üniteleri.....	6
b. Dört eksenli milledme üniteleri .....	6
c. Beş eksenli milledme üniteleri.....	7
E. CAD/CAM Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları.....	7
1. CAD/CAM Sisteminin Avantajları .....	7
2. CAD/CAM Sistemlerinin Dezavantajları.....	7

F. Kullanılan CAD/CAM Sistemleri .....	8
G. Güncel Ağız İçi Tarayıcıların Çalışma Prensipleri.....	12
1. Konfokal Mikroskopi Yöntemi .....	12
2. Triangulasyon.....	12
3. Aktif WaveFront Örneklendirme .....	12
4. Optik Koherens Tomografi .....	13
H. CAD/CAM Sisteminde Kullanılan Materyaller .....	13
1. Feldspatik Seramikler.....	13
2. Cam Matrisli Güçlendirilen Seramik Bloklar.....	15
a. Lityum disilikat ile güçlendirilen bloklar .....	15
b. Losit ile güçlendirilmiş bloklar .....	16
3. Oksit Seramikler.....	17
a. Cam infiltre oksit seramikler .....	17
b. Sinterlenen oksit seramikler .....	18
4. Nanoseramikler .....	18
5. Hibrit Seramikler.....	19
6. Zirkonya ile Güçlendirilmiş Seramikler.....	20
7. Kompozitler.....	21
8. Polimerler .....	21
9. Metaller .....	22
10. Zirkonya Bloklar .....	23
I. Sabit Protetik Restorasyonlarda Ölçü .....	23
1. Konvansiyonel Ölçü Yöntemleri.....	24
a. Tek aşamalı (çift karıştırma) ölçü tekniği .....	24
b. İki aşamalı (tek karıştırma) ölçü tekniği .....	24
2. Dijital Ölçü Yöntemleri.....	25
a. Direk dijital ölçü tekniği.....	25
b. İndirek ölçü .....	26
J. Diş Preperasyonunun Biyomekanik İlkeleri .....	26
1. Diş Yapısının Korunması .....	26
2. Marjinal Bütünlük .....	27
a. Künt basamak tasarımı (shoulder).....	27
b. Oluklu basamak tasarımı (chamfer) .....	27
c. Bıçak sırtı tasarım (knifeedge) .....	28

3. Tutuculuk ve Direnç.....	28
4. Restorasyonun Yapısal Sağlamlığı.....	28
5. Periodonsiyumun Korunması.....	28
K. Marjinal ve İnternal Uyum.....	29
L. Marjinal ve İnternal Uyum Değerlendirme Yöntemleri.....	31
1. Dokunma Hissi.....	32
2. Direk Gözlem.....	32
3. Radyografiler.....	32
4. Direk GÜdük Üzerinden Ölçüm.....	32
5. Rezin Replika Tekniğı.....	33
6. Silikon Replika Tekniğı.....	33
7. Kesit Alarak Ölçü Tekniğı.....	34
8. Bilgisayarlı Mikro Tomografi Yöntemi.....	34
9. Üçlü Tarama Yöntemi.....	35
10. Bilgisayar Destekli Uzamsal Analiz.....	35
M. Çalışmada Kullanılan Cihazlar.....	35
1. PrimeScan İnteraoral Tarayıcı.....	35
2. InEos X5 Laboratuvar Tarayıcısı.....	36
3. MCXL Kazıyıcı Ünite.....	37
4. Programat EP 3010.....	38
5. Motic Stereomikroskop.....	38
<b>III. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>41</b>
A. Grupların Belirlenmesi.....	42
B. Örneklerin Hazırlanması.....	43
1. Kontrol Grubunun Hazırlanması.....	44
2. Dijital Grubun Hazırlanması.....	46
3. Spreyli Ölçüden Tarama Grubunun Hazırlanması.....	47
4. Ölçüden Tarama Grubunun Hazırlanması.....	49
5. Spreyli Model Tarama Grubunun Hazırlanması.....	50
6. Model Tarama Grubunun Hazırlanması.....	51
C. Silikon Replikaların Hazırlanması.....	53
D. Silikon Replikaların Mikroskop ile Değerlendirilmesi.....	54
E. İstatistiksel Analizler.....	55

<b>IV. BULGULAR.....</b>	<b>57</b>
A. Ölçüm Ortalamaları .....	57
B. Gruplara Göre Mesial Marjinal Ölçümlerin Karşılaştırılması.....	58
C. Gruplara Göre Distal Marjinal Ölçümlerin Karşılaştırılması .....	59
D. Gruplara Göre Mesial Aksiyal-1 Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	59
E. Gruplara Göre Mesial Aksiyal-2 Ölçümlerinin Karşılaştırılması .....	60
F. Gruplara Göre Distal Aksiyal-1 Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	61
G. Gruplara Göre Distal Aksiyal-2 Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	62
H. Gruplara Göre Okluzal-1 Ölçümlerinin Karşılaştırılması .....	63
I. Gruplara Göre Okluzal-2 Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	64
J. Gruplara Göre Mesial Köşe Ölçümlerinin Karşılaştırılması .....	65
K. Gruplara Göre Distal Köşe Ölçümlerinin Karşılaştırılması .....	66
<b>V. TARTIŞMA .....</b>	<b>69</b>
<b>VI. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>83</b>
<b>VII. KAYNAKÇA .....</b>	<b>85</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>106</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Feldspatik Seramik Bloklar.....	15
Şekil 2 Lityum Disilikat ile Güçlendirilmiş Seramik Bloklar.....	16
Şekil 3 Lösitle Güçlendirilmiş Seramik Bloklar .....	17
Şekil 4 Cam İnfiltre Oksit Seramik Bloklar .....	18
Şekil 5 Nanoseramik Bloklar .....	19
Şekil 6 Hibrit Seramik Blok.....	20
Şekil 7 Zirkonya ile Güçlendirilmiş Seramik Bloklar.....	21
Şekil 8 Kompozit Bloklar.....	21
Şekil 9 PMMA Bloklar .....	22
Şekil 10 Metal Bloklar .....	22
Şekil 11 Holmes'un Uyumsuzluk Terminolojisi.....	29
Şekil 12 PrimeScan Ağız İçi Tarayıcı.....	36
Şekil 13 İnEos X5 Tarayıcı.....	37
Şekil 14 Mcxl Milleme Ünitesi.....	37
Şekil 15 Programat EP3010 Press Fırını.....	38
Şekil 16 Motic 168 Serisi Stereo Mikroskop.....	39
Şekil 17 Prepare Edilmiş Diş ve Fantom Model.....	43
Şekil 18 a) A Tipi Silikon ile Alınan Ölçü b)Alçı Model ve Spacer Uygulaması Die c) Die Spacer Uygulanan Model d) Kullanılan Revetman Tozu e) Kullanılan Revetman Likiti f) Modelaj ve Tijlerin Hazırlanması g) Modelajların Revetmana Alınması h)Mumun Eritilmesi ı) Manşetlerin Press Fırınına Alınması i)Revetmandan İçerisindeki Kuronlar j)Revetmandan Çıkan Kuronlar k) Kuronun Model Üzerindeki Görüntüsü.....	46
Şekil 19 a) Primescan Tarama ile Elde Edilen Dijital Model b) Dijital Olarak Tasarlanan Kuron c) Kazıma İşlemi İçin Kullanılan Frezler d) Kullanılan CAD/CAM Bloklar e) MCXL Kazıcıyla Kuron Üretimi f) Tamamen Dijital İş Akışıyla Üretilen Kuronlar.....	47
Şekil 20 a) InEosX5 te Spreyli Ölçü Tarama b) Digital Model Elde Edilmesi .....	48



Şekil 21 a) Ölçüden Tarama İşlemi b) Tasarımın MCXL Transferi ve Üretimin Başlaması c) Kuronun Kazınması d) Ölçü Grubundan Elde Edilen Kuronlar .....	50
Şekil 22 a) Spreyli Modelin Taranması b) Tasarlanan Kuronun Üretilmesi c) Kuronun Modele Uyumunun Değerlendirilmesi d) Spreyli Model Taranmasıyla Üretilen Kuronlar .....	51
Şekil 23 a) Modelin Model Tarayıcı ile Taranması b) Kuronun in Lab Yazılımında Tasarlanması c) Tasarlanan Kuronun Üretimi d) Model Tarama Grubunun Üretilen Kuronları .....	53
Şekil 24 a) Silikon Replikaların Hazırlanması b) Parmak Basıncı ile Modele Yerleştirilmesi c) Silikon Replika Kesiti d) Elde Edilen Kuronlar ve Silikon Replikaları .....	54
Şekil 25 İnternal ve Marjinal Aralığın Mikroskop Altında Ölçümü.....	55

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1 Çalışmada Kullanılan Malzemeler ve Firma Bilgileri.....	41
Çizelge 2 Çalışmada Kullanılan Cihazlar ve Firma Bilgileri.....	42
Çizelge 3 Çalışma Gruplarının İş Akış Basamakları .....	43
Çizelge 4 Ölçüm Ortalamaları .....	58
Çizelge 5 Gruplara Göre Mesial Marjinal Ölçümlerin Karşılaştırılması.....	58
Çizelge 6 Gruplara Göre Distal Marjinal Ölçümlerin Karşılaştırılması .....	59
Çizelge 7 Gruplara Göre Mesial Aksiyal-1 Ölçümlerin Karşılaştırılması.....	60
Çizelge 8 Gruplara Göre Mesial Aksiyal-2 Ölçümlerin Karşılaştırılması.....	61
Çizelge 9 Gruplara Göre Distal Aksiyal-1 Ölçümlerin Karşılaştırılması .....	62
Çizelge 10 Gruplara Göre Distal Aksiyal-2 Ölçümlerin Karşılaştırılması .....	63
Çizelge 11 Gruplara Göre Distal Oklüzal-1 Ölçümlerin Karşılaştırılması .....	64
Çizelge 12 Gruplara Göre Distal Oklüzal-2 Ölçümlerin Karşılaştırılması .....	65
Çizelge 13 Gruplara Göre Mesial Köşe Ölçümlerin Karşılaştırılması.....	66
Çizelge 14 Gruplara Göre Distal Köşe Ölçümlerin Karşılaştırılması .....	67

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ADA</b>	: Amerikan Diş Hekimleri Birliği
<b>BT</b>	: Bilgisayarlı Tomografi
<b>CAD</b>	: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
<b>CAM</b>	: Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli Üretim)
<b>CEREC</b>	: Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics
<b>HT</b>	: High-Translüsens
<b>Gpa</b>	: Gigapaskal
<b>LT</b>	: Low-Translüsens
<b>Mpa</b>	: Megapaskal
<b>Nm</b>	: Nanometre
<b>SEM</b>	: Scanning Electrone Microscope (Taramalı Elektron Mikroskobu)
<b>SiO<sub>2</sub></b>	: Silikon dioksit
<b>STL</b>	: Standard Tesellation Language (Standart Mozaikleme Dili)
<b>TEGDMA</b>	: Trietilen glikol dimetakrilat
<b>UDMA</b>	: Üretan dimetakrilat
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Yitrium oksit
<b>ZrO<sub>2</sub></b>	: Zirkonyum dioksit
<b>µm</b>	: Mikrometre
<b>%</b>	: Yüzde
<b>°C</b>	: Celcius
<b>±</b>	: Artı eksi



## I. GİRİŞ VE AMAÇ

Teknolojinin hızlı gelişimiyle birlikte dijital diş hekimliği uygulamalarına ilgi artmaktadır. Firmalar her geçen gün yüksek teknoloji ile donatılmış ürünlerini diş hekimliği piyasasına tanıtmaktadır. Bu ürünler; teşhis, tedavi ve restorasyonların üretim aşamasında kullanılmakta ve bu işlem basamaklarında büyük değişimler sağlamaktadır.

Protetik diş tedavisinde; hastaya kaybetmiş olduğu fonksiyon ve estetiği tekrar kazandırmak ve uzun dönem kullanılacak restorasyonlar yapmak amaçlanır. İnternal ve marjinal uyum sabit protetik restorasyonun uzun dönem başarısı için önemlidir. Marjinal ve internal uyumun sağlanamadığı durumlarda; mikrosızıntı, plak birikimi, periodontal problemler, sekonder çürükler, restorasyonun mekanik direncinin azalması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Protetik restorasyonun marjinal ve internal uyumu; dişin preparasyonu, kullanılan ölçü tekniği ve ölçü malzemesi, restorasyonun üretim tekniği gibi değişkenlere bağlıdır (Keul et al., 2014; Lee et al., 2020).

CAD/CAM sistemleri protetik diş tedavisi alanında oldukça yaygın kullanılan teknolojik ürünlerdir. Hem dental kliniklerde hem de dental laboratuvarlarda kullanılmaktadırlar. Bu sistemler kullanılarak; inley ve onley restorasyonlar, laminalar, kuron ve köprü restorasyonları, implantüstü restorasyonlar, tüm ağız restorasyonlar, maksillo fasiyal protezler, ortodontik apareyler tasarlanıp üretilmektedir. CAD/CAM sistemlerinin kullanılmasındaki temel amaç; üretim aşamasında insan hatasını ortadan kaldırmak, her üretimde aynı kalitede ürün ortaya çıkarabilmek, zamandan ve insan gücünden tasarruf etmektir (Miyazaki et al., 2009). CAD/CAM sistemleri bir protetik restorasyonun üretilmesindeki iş akışını; ölçü ve üretim aşamasını dijitalize ederek önemli ölçüde değiştirmiştir. Bununla birlikte rutin diş hekimliği pratiğinde uyumlama işlemleri için dijital ölçünün yanında konvansiyonel ölçü de dental laboratuvarlar tarafından talep edilebilmektedir. Konvansiyonel ölçü yönteminin kullanıldığı durumlarda model tarayıcılar kullanılarak ölçüden tarama yapılabilmekte yine alçı model elde edildikten sonra da tarama yapılarak veriler dijitalize edilebilmektedir (Persson et al., 2009).

Konvansiyonel ve dijital ölçü yöntemlerini karşılaştıran, konvansiyonel ölçü maddelerini kendi aralarında karşılaştıran ve ağız içi tarayıcıları kendi aralarında karşılaştıran çok sayıda çalışma mevcuttur. Ancak bütün olarak dijital, konvansiyonel ve bazı basamakların konvansiyonel bazı basamakların dijital olarak yürütüldüğü hibrit iş akışlarının sonuç restorasyonun marjinal ve internal uyumuna etkisini inceleyen çalışmalar sınırlıdır (Arezoobakhsh et al., 2020; Ferrairo et al., 2021; Konstantinos et al., 2016; Wu et al., 2021).

Bu çalışmada amacımız; bu iş akışlarını değerlendirerek dijital diş hekimliği uygulamaları için ihtiyaç duyulan yeni ve pahalı ekipmanların klinik pratiğinde optimum düzeyde kullanılabilmesi için çeşitli varyasyonları çalışarak klinik pratiğinde bir bakış açısı sunmaktır. Çalışmada sıfır hipotezimiz; konvansiyonel iş akışı, dijital iş akışı ve hem konvansiyonel hem de dijital basamakları olan hibrit iş akışları karşılaştırıldığında elde edilen restorasyonların marjinal ve internal uyumları benzerdir.

## **II. GENEL BİLGİLER**

### **A. CAD/CAM Sistemlerinin Tarihçesi**

CAD/CAM sistemlerinde optik tarayıcılar vasıtasıyla toplanan dataların bilgisayar ortamına aktararak özel yazılımlar aracılığıyla üç boyutlu dizaynlara dönüştürülür ve sonrasında bu üç boyutlu dizaynların uygun materyallerden freze edilmesiyle sonuç ürünler elde edilir.

CAD/CAM teknolojisi farklı alanlarda daha önceleri tasarım ve üretim süreçlerinde kullanılmaktaydı (Stutes, 2006). Diş hekimliği alanında ilk olarak 1980'lerde Dr. Duret ve Preston tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Dr. Duret geliştirdiği ve kendi adını verdiği sistemiyle tek üye restorasyonlar üretmiştir (Griggs, 2007). Bu sistem karmaşık bir yapıda ve yüksek üretim maliyetlerinden dolayı çok tercih edilmemiştir. Bu sistemin tanıtılmasının ardından Dr. Moermann CEREC sistemini geliştirmiştir. CEREC sisteminde; diş preperasyonu ardından ağız içi kamera ile dijital ölçü alınmış, final restorasyon tasarlanmış ve klinik ortamında bulunan kazıyıcı ünite ile ve uygun restorasyon materyalinden freze edilerek üretilmiştir. Diş hekimliği alanında aynı gün içerisinde ve tüm iş akışının klinik içerisinde tamamlanmasını mümkün kıldığı için bu sistem büyük bir gelişme olarak kabul görmüştür. 1990'lı yıllara gelindiğinde Dr. Andersson Procera All-Ceram Sistemini geliştirmiştir. Bu sistem ile titanyum, zirkonyum oksit ve alüminyum oksit alt yapılar elde etmek mümkün hale gelmiştir. Ancak bu restorasyon materyalleriyle çalışılabilen bu sistemde; tasarım birimi dental labrotuvarlarda bulunurken, üretim birimi İsveç ve Amerika Birleşik Devletlerindeki merkezlerde bulunur.

Diş hekimliği alanında kullanılmaya başlandığı ilk günden günümüze kadar olan süreçte; Duret, Cerec, Celay, Procera, Cercon, Cicero, Everest, Dcs Zirkon ve Lava gibi çok sayıda CAD/CAM sistemleri diş hekimliği alanında hizmete sunulmuştur ve özellikle son yıllarda kullanımı yaygınlaşmıştır (Griggs, 2007).

## **B. CAD/CAM**

CAD/CAM restorasyonlar üç farklı şekilde üretilebilmektedir.

- Chair-side üretim
- Lab-side üretim
- Merkeze bağlı üretim

### **1. Chair-Side Üretim**

Bu sistem; hasta başında alınan ölçünün ardından ilave bir labratuvar işlemine gerek duyulmadan klinik ortamında bulunan kazıyıcı ünite ile restorasyonun elde edilmesi esasına dayanır. Hekim preperasyonu bitirdikten sonra dijital tarayıcı ile ölçü alır ve dizayn programı ile protetik restorasyonu tasarlar, tasarlanan restorasyon yine klinik ortamında bulunan kazıyıcı ünite ile kazınarak elde edilir, gerekli uyumlamalar yapıldıktan sonra restorasyon cilalanır ve hasta ağzına simante edilir. Hastanın aynı randevuda tedavisinin bitirilmesine olanak sağlayan bu sistemde zamandan tasarruf avantajıdır.

### **2. Lab-Side Üretim**

Bu sistem konvansiyonel sisteme bir anlamda benzemektedir. Ölçü dijital veya konvansiyonel olarak alındıktan sonra labratuvara gönderilir. Restorasyonun tasarım ve üretimi labratuvar ortamında yapılır. Hastaya final restorasyonun teslim edilebilmesi için ikinci bir seansa davet edilir.

### **3. Merkeze Bağlı Üretim**

Bu yöntemde alınan ölçü merkez labratuvara gönderilir ve restorasyonun alt yapısı bu labratuvar tarafından üretilir. Alt yapıların tamamının aynı üretim merkezinde üreterek en iyi sonuçların elde edilebilmesini sağlamak amaçlanmaktadır.

## **C. CAD/CAM Sistemlerinde Üretim Yöntemleri**

### **1. Eksiltme Yöntemi**

Bu yöntemde restorasyonlar CAD/CAM için özel olarak üretilmiş bloklardan frezler ve diskler yardımıyla tasarlanan şekilde aşındırılarak elde edilir. Yazılım programında restorasyonun tasarımı yapılır ve bu tasarım kazıyıcı üniteye aktarılır.



Kazıyıcı ünite de çeşitli eksenlerde hareket edebilen frezler yardımıyla bloklardan aşındırma yapılarak restorasyonlar elde edilir. Restorasyonların üretileceği bloklar üretici firmalar tarafından homojen olarak üretildiği için bu bloklardan hazırlanan alt yapılar veya restorasyonların mekanik ve fiziksel özellikleri teknisyene bağlı olarak değişmemektedir.

## **2. Ekleme Yöntemi**

Ekleme yoluyla üretimde restorasyonlar üç boyutlu tasarıma bağlı olarak seramik veya metal havuzundaki malzemenin katman katman ilave edilmesiyle gerçekleştirilir. Bu yöntemle karmaşık geometrik yapıya sahip yapıların üretilmesi de mümkün olabilmektedir. Bu yöntemde de yazılım programı ile restorasyonun tasarlanması ve çeşitli kalınlıklardaki kesitlerin birbiri üzerine yazdırılması ile üretim yapılması söz konusudur. Bu yöntemin avantajı artık materyalin kalmamasıdır.

## **D. CAD/CAM Sistemlerinin Bileşenleri**

CAD/CAM sistemlerinin üç ana bileşeni vardır. Bu bileşenler; tarayıcı birim, yazılım programı/restorasyonun dizaynı (CAD), üretim birimi (CAM) olarak adlandırılır.

### **1. Tarayıcı Birim**

Bu kısım preparasyonu yapılmış dişlerle birlikte restore edilecek bölgeye komşu dişlerin ve karşıt arktaki dişlerin görüntüsünün üç boyutlu olarak elde edildiği ve dijital ortama aktarıldığı birimdir. Verileri elde etmek için ağız içi tarayıcılar ile görüntü alınabileceği gibi, optik ve mekanik ekstra oral tarayıcılar kullanılarak da görüntü alınabilir. Ağız içi tarayıcılar optik tarayıcılardır ve fotoğraf veya video yöntemiyle görüntü elde ederler. CEREC Omnicam (Sirona), CEREC PrimeScan (Sirona) ağız içi tarayıcılara örnektir. CEREC In EOS X5 (Sirona), Everest Scan (KaVo), Lava Scan ST (3M ESPE) ağız dışında kullanılan optik tarayıcılardır. Optik tarayıcılarda beyaz veya renkli ışık kaynağı ve algılayıcı kısım belli pozisyonlarda durmaktadır. Ve yazılım bu pozisyonlarda alınan görüntüyü üç boyutlu hale getirir. Mekanik tarayıcılar ise oluşturulan modeller üzerinden iğne, küre veya pin şeklindeki tarayıcı uçları aracılığıyla veri elde etmektedirler. Procera (Nobel Biocare) laboratuvarında kullanılan mekanik tarayıcı örneğidir.

## **2. Yazılım Programı (CAD) Bilgisayar Destekli Tasarım**

Restorasyonun istenilen şekilde dizayn edilebilmesine imkân veren yazılım programları mevcuttur. Her CAD/CAM sisteminin kendisiyle uyumlu bir tasarım programı vardır. Bu programlarda sisteme aktarılan üç boyutlu görüntü üzerinde sonuç restorasyonun tasarımı tamamlanır ve üretilebilmesi için bir diğer ana bileşen olan üretim birimine (CAM) gönderilmektedir.

Yazılım programları kullanılan CAD-CAM sistemine özgü olsa da tasarlanan restorasyonun verilerinin bilgi paylaşımına açık veya kapalı olmasına göre sistem sınıflaması yapılmaktadır. Açık sistemlerde veriler ‘Standart Tessellation Language’ İngilizce isminden stl olarak kısaltılan Türkçe’ye de ‘standart dönüştürme dili’ olarak çevirebileceğimiz bir formatda depolanıp diğer sistemlerde de kullanılabilecek biçimde paylaşılabilir. Kapalı sistemlerde ise farklı firmaya ait yazılımlara bilgi akışı yoktur. Bu da kullanıcıları tek bir sistemle çalışmaya veya kapalı sistemi olan firmaların yazılımını da buldurmaya zorunlu kıldığı için dezavantaj oluşturmaktadır.

## **3. Üretim Birimi (CAM) Bilgisayar Destekli Üretim**

Dizaynı aktarılan restorasyonun eldeki datalara uygun şekilde bilgisayar desteğiyle üretildiği birimdir. Üretim için milleden üniteleri kullanılmaktadır. Bu üniteler ıslak veya kuru frezeleme yapabilmektedir. Diş hekimliği alanında kullanılan malzemelerde ısının neden olabileceği zarardan korunmak için ıslak frezeleme yapılmaktadır. Frezeleme cihazları eksen sayılarına göre de sınıflandırılmaktadır.

### **a. Üç eksenli milleden üniteleri**

Bu cihazlar üç eksen üzerinde hareket yeteneğine sahiptirler. X, Y, Z eksenleri üzerinde milleden yaparlar. Bu cihazların avantajı milleden süresinin kısa oluşu ve daha ekonomik olmalarıdır. Lava (3M ESPE) ve inLab (Sirona) bu cihazlardandır.

### **b. Dört eksenli milleden üniteleri**

Bu cihazlarda X, Y, Z eksenlerine ilave olarak dördüncü bir eksen ilave edilmiştir. Esasen burada dördüncü eksen kullanıldığında Y ve Z eksenini değiştirecek X eksenini sabit kalacak ve X eksenindeki tüm hareketler dördüncü eksene dairesel olarak aktarılacaktır. Zeno (Wieland-Imes) bu tip bir cihazdır.

### **c. Beş eksenli milleden üniteleri**

Bu cihazlarda üç çizgisel eksen X, Y, Z ve bunlara ek olarak iki adet döner eksen üzerinde milleden yapabilmektedir. Bu cihazlarda oldukça karmaşık yapıda parçalar üretilebilmektedir. Everest Engine (KaVo) bu tip bir cihazdır.

## **E. CAD/CAM Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları**

### **1. CAD/CAM Sisteminin Avantajları**

- Üretimin daha hızlı ve insan gücü gerektirmeden olmasından dolayı daha az iş gücü gerektirir.
- Ağız içi kameralar kullanılarak alınan ölçü hem hasta hem de hekim için daha rahattır.
- Ölçü ağız içi kamera kullanılarak alındığında, ölçünün dental labratuvara gönderilmesi ve model oluşturulması esnasında olabilecek çapraz kontaminasyon riski azalmaktadır.
- Geleneksel ölçü yönteminde çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilen hataların ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır.
- Tek ziyarette tedavi tamamlanmasına olanak sunması ile tedavi süresinin verimli kullanılmasını sağlamaktadır.
- Dental ölçü malzemeleri, kaşıkları, labratuvar transferi gibi masrafları ortadan kaldırdığı için maliyet avantajı sağlamaktadır.
- Üretilen restorasyonlar homojen bloklardan üretilir ve mekanik dayanımı, yüzey özelliği ve kenar adaptasyonu bakımından daha iyidir.
- Dataların kaydedilebilmesi bu sistemlerin diğer bir avantajıdır. Restorasyonların zarar görmesi veya kaybedilmesi durumunda yeniden hızlıca üretim yapılabilir.

### **2. CAD/CAM Sistemlerinin Dezavantajları**

- CAD/CAM sistemleri cihazlarının fiyatları ve dolayısıyla ilk yatırım maliyeti oldukça yüksektir.
- Bu sistemde iyi restorasyonlar üretebilmek, cihazları kullanabilmek için eğitime ve deneyime ihtiyaç duyulmaktadır.

- Tek renkli bloklarla üretim yapıldığı durumlarda estetik olarak istenen sonuçları elde etmek zor hale gelmektedir.
- Preperasyonun dış eti altında kalan kısmında iyi bir görüntü alabilmek için retraksiyon gerekmektedir.

## **F. Kullanılan CAD/CAM Sistemleri**

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte diş hekimliği alanına giren CAD/CAM sistemleri ve materyalleri gelişmelere ayak uydurarak modifiye olmuş ve gelişmişlerdir. Pek çok firma diş hekimlerine ve diş protez laboratuvarlarına yönelik cihazlar geliştirmiş ve bunlar kullanıma sunulmuştur. Bazı sistemler hala aktif olarak kullanılırken bazı sistemler günümüzde kullanılmamaktadır.

Bu sistemler şunlardır;

- Everest sistemi
- Cercon sistemi
- E4D sistemi
- Katana sistemi
- Procera sistemi
- Lava sistemi
- Celay sistemi
- Ceramill sistemi
- Zirkonzahn sistemi
- Zeno tec sistemi
- Cerec sistemi

Everest sistemi Kavo Dental tarafından piyasaya sunulmuştur. Tarama, tasarım ve aşındırma ünitesinden ve sinterleme fırınından oluşmaktadır. Bu sistemle birlikte yarı sinterlenmiş ve tam sinterlenmiş zirkonya bloklar, titanium bloklar, lityum disilikat içerikli ve lösit içerikli cam seramik bloklar, geçici üretimi için kompozit bloklar, kullanılabilir. Bu sistemin frezeleme cihazında beş eksenle frezeleme yapılabildiği için detaylı bir restorasyon elde edilmesi sağlanmaktadır (URL-1).

Cercon sisteminin ilk versiyonu bilgisayar destekli tasarım ünitesine sahip olmayan ve yalnızca bilgisayar destekli üretim yapılabilen bir sistemdir. Cercon sisteminde teknisyen tarafından hazırlanan mum modelaj kullanılarak üretim

yapılmaktadır. DeguDent firması tarafından piyasaya sunulmuştur. Bu sistemin son versiyonuna tasarım birimi de eklenmiştir. Diğer işlem basamakları aynı şekilde kalırken Cercon Art Cad ile mum modelaja gerek kalmadan tasarım yapılabilir (URL-2).

E4D sistemi 2005 yılında E4D Technologies firması tarafından piyasaya sunulmuştur. Ağız içinden, ölçüden veya modelden yansıtıcı toz sprey kullanımına ihtiyaç duyulmadan tarama yapabilme imkanı sunan gelişmiş bir tarayıcıya sahiptir. Sistemin yazılımı ICEverything ile tasarım yapılarak tek seansta üretim yapmaya olanak sunan chair-side bir sistemdir.

Katana sistemi Noritake Dental tarafından piyasaya sunulmuştur.

Procera sistemi Nobel Biocare firması tarafından piyasaya sunulmuştur. 1986 yılında geliştirilen bu sistem titanyum alt yapı üretebilmek amacıyla geliştirilmiş ve kuron ve köprü restorasyonların üretimi bu sistemle yapılmıştır. Daha sonra sistem geliştirilerek zirkonya ve tam seramik restorasyonların üretimi de yapılmaya başlanmıştır. Merkeze bağlı üretim yapılan procera sisteminin labratuvar kısmında; tarayıcı, taranan dataların işlendiği bir yazılım olan procera software ve internet bağlantısı olan gelişmiş bir bilgisayar mevcuttur. Yani tasarım ünitesi labratuvarında mevcutken üretim birimi mevcut değildir. Bu sistemde üretim ünitesi üretim merkezlerindedir. Proceranın ABD ve İsveç'te üretim merkezleri vardır. Protetik restorasyon elde edilebilmesi için tarama ve tasarım sonrası veriler merkez labratuvara gönderilerek alt yapı üretilir, prova sonrası labratuvarında uygun alt yapı ile restorasyon hazırlanır.

Lava sistemi 3M ESPE firması tarafından 2002 yılında piyasaya sunulmuştur. Bu sistem; Lava Scan optik tarayıcı, Lava yazılımı, Lava form aşındırma birimi ve Lava Therm sinterleme fırınından oluşmaktadır.

Celay sistemi 1987 yılında Vita Mikrona Technologie AG firması tarafından piyasaya sunulmuştur.

Ceramill Sistemi Amann Girrbach firması tarafından piyasaya sunulmuştur. Bu sistem; manuel olarak yapılan tasarımların aşındırıcı parçalar tarafından okunarak aynı formda üretim yapması prensibiyle çalışmaktadır. Manuel olarak hazırlanan alt yapı tasarımları ışıkla sertleşen yine aynı firma tarafından üretilen rezin bazlı malzemelerdir.

Zirkonzahn sistemi ICE Zirconia firması tarafından piyasaya sunulan ve hem bilgisayar destekli CAD-CAM hem de mekanik MAD-CAM üretim yapabilen bir sistemdir. Mekanik üretim basamağında alçı model taranır ve alt yapı tasarımı teknisyen eliyle yapılır.

Zeno TEC sistemi 2005 yılında Wieland firması tarafından piyasaya sunulmuştur. Tarayıcı, bilgisayar yazılımı, aşındırma ünitesi ve sinterleme fırınından oluşmaktadır. Bu sistem ile firmanın kendi ürettiği bloklardan metal alt yapılar ve tam seramik restorasyonlar elde edilebilmektedir.

Cerec sistemi günümüzde Sirona firması tarafından piyasaya sunulmaktadır. Geliştirilen ilk CAD-CAM sistemidir ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Prototipi 1985 yılında geliştirilmiştir. İlk olarak Dr.Mormann tarafından seramik inley yapabilmek için kullanılmıştır ve 1987 yılında Cerec I ismiyle diş hekimlerinin kullanımına sunulmuştur. Geliştirilen bu ilk Cerec sistemi ile poselen inley ve onley yapılabilirdi ve cihaz üç eksenle aşındırma yapabiliyordu. Zürih üniversitesi diş hekimliği fakültesinde bu cihazla ilk defa inley restorasyon yapılmıştır. Sonrasında sistemin performansını arttırmak ve diş hekimliği alanında daha fazla restorasyon üretebilmek amacıyla sistem geliştirilmeye devam edilmiştir. Cerec 1 sisteminin üç versiyonu geliştirilmiş ve bu versiyonlarla daha iyi motor gücüyle, daha hızlı restorasyon üretimi ve aşındırıcı kısımların daha dayanıklı olması üzerinde gelişmeler yapılmıştır. 1994 yılında Cerec 2 geliştirilmiş ve altı eksenli kazıma yapabilen bir sistemle restorasyon üretilmesine imkan vermiştir. Bu cihazlarla daha önce Cerec sisteminde üretilmeyen tam seramik kuronların üretilmesi mümkün olmuştur. Aynı zamanda bu sistem ile dişlerin okluzal yüzey şekillerinin tasarlanması için yazılım geliştirilmiş ve ağız içi üç boyutlu tarama yapabilen kamera sisteme dahil edilmiştir.

Cerec 3 sistemi 2000 yılında diş hekimlerinin kullanımına sunulan sistemdir. Bu sistemde gelişen teknoloji cihaza entegre edilmiş internet, intraoral video kamera, multimedya sistemi ve dijital radyografik bir ünite birleştirilmiştir. Bu sistemde görüntünün alınması, dataların toplanması büyük ölçüde hızlanmıştır, Cerec in eski versiyonları ile kıyaslandığında restorasyon üretimi %27 daha az zaman almaktadır. Cerec 3 sisteminde bir restorasyon kazınırken başka restorasyonun tasarımı yapılabilir. Üretilen restorasyonların okluzal yüzey şekillerinin daha iyi verilebilmesini sağlamak amacıyla kazıyıcı üniteye yeni bir silindir elmas frez eklenmiştir. Ve Cerec 3 ile birlikte sistem artık sadece tek üye kuron ve inley, onley

restorasyonlarla beraber üç üyeli köprüler ve zirkonya alt yapılarında üretilmesine imkan vermiştir. Prepare edilen diştten ölçü alınırken opaklaştırıcı titanyum oksit tozu uygulanabilmesi için bu tozun yapışabilmesini sağlamak amacıyla öncesinde restorasyon yüzeyine polisorbata bazı uygulanmakta, sonra sistemin üç boyutlu kamerası ile ölçü alınarak alınan ölçü tasarım birimine gönderilmekte ve Cerec 3 sisteminde kullanılan yazılım programı ile tasarım yapılırken restorasyon komşu dişlere uygun olarak tasarlanmaktaydı.

2000'li yıllardan sonra yazılım ve donanım olarak Cerec sisteminde hızlı gelişmeler olmuştur. Cerec sistemine 2003 yılında yeni yazılımın geliştirilmesiyle üç boyutlu tasarım programı sisteme dahil edilmiştir. Bu yeni yazılımla restorasyon karşıt dişler ve komşu dişlerle birlikte üç boyutlu olarak görüntülenmekte ve tasarlanabilmektedir. 2005 de geliştirilen yazılımla birlikte karşıt dişlerle birlikte görüntüleme ve tasarım yapılırken yazılım üzerinde okluzyon düzenlenmesi yapılmasına imkan vermiştir. Yine laboratuvar tipi tarayıcı inEos X5 piyasaya sunulmuştur. Model ve ölçü üzerinden tüm ark taramaları bu cihaz ile geliştirilmiştir. 2007 yılında Cerec inLab MCXL piyasaya sunulmuş ve laboratuvarında teknisyen kullanımı için uygun olan bu cihaz 64000 devire ulaşarak hızlı bir aşındırma yapma imkanı sunmuştur. 2009 yılında daha hassas ölçü alabilmek amacıyla yeni bir görüntüleme sistemine geçilmiştir. Cerec Bluecam mavi ışığa duyarlı kısa dalga boylu bir ağız içi tarayıcıdır, ölçü alırken dişe tam temas ettirilmesi gerekir. Bu tarayıcı ile tarama yapılırken bazı kullanılmaksızın opaklaştırıcı toz uygulanarak tarama yapılabilmektedir. 2012 yılında ise Cerec Omnicam piyasaya sunulmuş ve bu intraoral tarayıcı ile birlikte renkli görüntü alma imkanı olmuştur. Aynı zamanda pudra kullanımını da ortadan kaldırmıştır. Bu tarayıcı ile ölçü alınırken diştten 15mm ye kadar uzakta tutularak ölçü alınabilmektedir. 2013 yılında Cerec sisteminde yeni yazılım geliştirilmiş ve bu yazılımla o yıllarda popüler tedavilerden biri haline gelen 'smile design' gülüş tasarımı yapılabilmesine imkan sağlamıştır. Yine implant üstü protezler ve guide yapımı Cerec sistemi ile mümkün hale gelmiştir. Cerec sisteminde bundan sonraki senelerde de yazılım güncellenmesi yapılarak daha kullanışlı bir arayüz oluşturulması amaçlanmıştır. 2019 yılında Cerec Primescan piyasaya sunulmuştur. Dinamik derin tarama prensibiyle saniyede bir milyondan fazla noktayı üç boyutlu olarak tarayabilen bu ağız içi kamera hızlı ve hassas ölçü alımına olanak sunmaktadır.

## **G. Güncel Ağız İçi Tarayıcıların Çalışma Prensipleri**

Ağız içi tarayıcılar sanal model elde etmek için gerekli dataları toplayarak yazılıma aktaran CAD/CAM sistemi birimleridir ve farklı çalışma prensipleriyle görüntü elde ederler. Bu görüntü elde etme metodları; çoklu fotoğraf, video kaydı, konfokal mikroskop, aktif triangulasyon, optik koherens tomografi, çoklu tarama ve aktif wavefrontdur (Kim et al., 2019; Papaspyridakos, 2014).

### **1. Konfokal Mikroskop Yöntemi**

Bu yöntemde görüntüsü alınan nesneye tarayıcı vasıtasıyla paralel ışık gönderilir ve bu gönderilen ışıkların aynı optik yol üzerinden yansımalarıyla seçilen derinlikte odaklanan ve odaklanmayan görüntü elde edilir (Richert et al., 2017; Zimmermann, 2015). iTero ve Trios sisteminin intraoral tarayıcıları bu şekilde görüntü elde etmektedir (Robles-Medina et al., 2020). Bu yöntemde görüntüler noktasal olarak alınmakta ve yazılımla birleştirilmektedir.

### **2. Triangulasyon**

Bu yöntemde görüntüsü alınan nesneye farklı dalga boylarına sahip ışığın gönderilmesi ve nesneden yansıyan ışığın kameralar vasıtasıyla tespit edilerek yazılım üzerinde görüntüye dönüştürülmesi ile görüntü elde edilmektedir. Cerec Primescan, Cerec Omnicam, CS3600 bu yöntemle görüntü elde etmektedir. Taranan alandaki datalar iki noktaya ait açının ve pozisyonun üçgenel düzlemde ölçülmesiyle elde edilir. İki nokta görüntüleme için çift dedektör prizma kullanılabildiği gibi aynı anda iki farklı noktadan görüntü yakalayan tek dedektör de kullanılmaktadır (Robles-Medina et al., 2020; Zimmermann, 2015).

### **3. Aktif WaveFront Örneklendirme**

Bu yöntemde optik eksen çevresinde dairesel bir yol çizen ve ışığın geçmesine imkan veren eksen dışı bir aralık bu sistemin aktif dalga örneklendirme modülünü oluşturmaktadır. Bu eksen dışı aralığın hareketi ile yüksek çözünürlüklü kameralar farklı açılardan görüntü alırlar. Alınan görüntüler yazılım üzerinde birleştirilir (Richert et al., 2017; Robles-Medina et al., 2020). LAVA COS ve True definition ağız içi tarayıcıları bu yöntemle görüntü elde etmektedir.



#### **4. Optik Koherens Tomografi**

Bu yöntemde görüntü alınacak bölgenin biyolojik dokuları gibi yüzey altı yapılarının görüntüleri kesitsel olarak interferometrik olarak oluşturulmaktadır. Örnek alan tarama optiği ve objektif merceği vasıtasıyla doku yüzeyindeki bir noktaya odaklanmaktadır. E4D bu yöntemle görüntü elde eden bir cihazdır (Schmitt, 1999).

#### **H. CAD/CAM Sisteminde Kullanılan Materyaller**

CAD/CAM teknolojisinin gelişmesiyle birlikte bu sistem için kullanılacak materyaller de üretilmiştir. Bu malzemelerin homojen olması uniform kalitede restorasyon üretimine imkan vermekte ve geleneksel yöntemdeki malzemenin uygun koşullarda kullanılmaması nedeniyle oluşabilecek başarısızlıkların önüne geçmektedir.

CAD/CAM sistemlerinde kullanılan materyalleri şu şekilde sınıflandırabiliriz;

1. Feldspatik Seramikler
2. Cam matriksi güçlendirilen seramikler
  - Lityum disilikat ile güçlendirilen seramikler
  - Lössit ile güçlendirilen seramikler
3. Oksit Seramikler
  - Cam infiltre oksit seramikler
  - Sinterlenen oksit seramikler
4. Nanoseramikler
5. Hibrit seramikler
6. Zirkonya ile güçlendirilmiş seramikler
7. Kompozitler
8. Polimerler
9. Metaller
10. Zirkonya Bloklar

##### **1. Feldspatik Seramikler**

Feldspatik seramik bloklar CAD-CAM teknolojisinin diş hekimliğinde kullanılmaya başlandığı ilk dönemde üretilen malzemelerdir (Mörmann and Bindl,

2002). Feldspatik blokların uniform bir yapıya sahip olması, mikroyapısının her bölgede eşit olması kontrollü endüstriyel imal süreci sayesinde olmaktadır. Manuel olarak üretilen feldspatik restorasyonlarda vakum altında fabrikasyon üretim yapılan feldspatik bloklara göre mekaanik özellikleri değişkenlik gösterebilmektedir (Bindl, 2006). Bu İçerik olarak %30 feldspar, %60-64 SiO<sub>2</sub> ve %20-24 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oranında partiküller cam matrisi içerisinde dağılmıştır. Bu malzemelerin kırılma dayanımları 140-160 MPa ve elastisite modülleri 45-60 MPa dır. Bu malzemelerle inley, onley, ön bçlge kuronlar ve lamina protezler yapılabilir. Çok üyeli köprü restorasyonlar için yeterli kırılma direncine sahip değillerdir. Bu malzemenin abrazyona karşı dayanımları doğal diş benzemektedir. Karşıt dişlerin doğal diş olduğu durumlarda aşınmaya sebebiyet vermemesi avantajdır. Cilalanabilirliği iyidir ve hasta ağızında da olası oklüzal düzenlemeler sonrası kolay cilalanabilmektedir.

Renk seçenekleri ile birlikte aynı blok içerisinde de renk geçişlerine imkan veren çok renkli bloklar mevcuttur. Bu özellik renk geçişlerine imkan vererek estetik ihtiyaçları karşılamak için geliştirilmiştir. Monokromatik tek renkli bloklar, iki kromalı bloklar ve polikromatik feldspatik CAD/CAM bloklar mevcuttur. Monokromatik bloklarla doğal diş yapısının taklit edilemeyeceği renk geçişi belirgin olan hastalarda veya birden çok üye değil doğal dişlerin arasında tek diş restorasyon yapılıyorsa dikromatik ve polikromatik bloklar kullanılabilir. İki renkli bloklarda doğal dişi taklit eder şekilde iç kısımda dentin rengi ve onu saran saydam mine tabakası vardır ve direk geçiş değil üç boyutlu bir renk geçişi sağlanmıştır. Polikromatik bloklarda da dişin kole bölgesinden kesici kenara kadar olan renk geçişini doğala en yakın şekilde yansıtabilmek amaçlanmıştır. Dişin doğal özellikleri taklit edilerek doğal dişlerle uyum içerisinde olmasına olanak vermektedir (Conrad et al., 2007; Craig and Powers, 2002).

Vita (Zahnfabrik, Almanya), Sirona (Bensheim, Almanya) gibi firmaların feldspatik Seramik olarak piyasaya sunduğu bloklar mevcuttur. Vita Mark I, Vita Mark II, Vita Triluxe ve Vita Reallife, Vitablok Triluxe fort ve Cerec blokları bu firmaların CAD/CAM sistemleri için ürettiği feldspatik bloklardır (URL-3; URL-4). Vita Mark I 1985 yılında üretilen CAD/CAM teknolojisinin kullanılmaya başlanmasıyla kullanılmaya başlayan bloklardır. 120 MPa ya kadar kırılma dayanıklılığı göstermektedir. Vita Mark II bloklar ince partiküllü üretilmiş olup gözeneksiz ve daha dayanıklı bir yapı elde etmek amaçlanmıştır. Bu feldspatik bloklardan üretilen

restorasyonlarda kırılma dayanımı 160 MPa dır (Fasbinder, 2010). Günümüzde Vita firmasının tek renkli bloğu olarak Vita mark II kullanılmaktadır. Vitablok Triluxe; Vita firmasının polikromatik bloğu olup doğal dişin rengini ve ışığı yansıtma özelliklerini yansıtabilmektedir. Koleden insizale doğru kroma ve ışık geçirgenliği özellikleri doğal dişi taklit edecek şekilde üretilmiştir. 155MPa kırılma dayanımına sahiptir (Fasbinder, 2010). Vitablok Triluxeforte; bu blokların Vita Triluxe bloklardan farkı 4 farklı kromaya sahip olmasıdır. Bu da estetik açıdan zorlu bölgelerde renk geçişini yakalamakta kolaylık sağlayabilmektedir. Vitablok Reallife ise iki renkli bloktur ve iç kısımdaki renk dentini dış kısımdaki renk mineyi yansıtır.

Cerec blok; Sirona firmasının Piyasaya sürdüğü Vita Mark II ye alternatif bloklardır. Altı farklı renk seçeneği ve opak, medim ve translusent olarak üç farklı geçirgenliğe sahiptir (Reich and Hornberger, 2002). 120 MPa ya kadar kırılma dayanıklılığına sahip olan bu bloklarla yapılan restorasyonların aşınması doğal dişe benzemektedir (Anusavice, 2002).



Şekil 1 Feldspatik Seramik Bloklar

## 2. Cam Matriksi Güçlendirilen Seramik Bloklar

### a. Lityum disilikat ile güçlendirilen bloklar

Lityum disilikat ile güçlendirilmiş CAD/CAM bloklar içerik olarak; lityum metasilikat camsı faz içerisinde % 40 oranında ve bununla beraber alumina oksit, lityum dioksit, fosfor oksit gibi bileşenlerden meydana gelmektedir. Bu bloklar tam kristalize edilmemiştir ve lila veya mavimsi renktedirler. Eğer bu fazdayken uyumu kontrol edilmek istenirse kolay aşındırılabilir ve tam kristalizasyon için fırına

girdiğinde çatlaklar kompanse edilebilir. Seramiğin tam kristalize halde olmaması frezeleme esnasında da kolay işlenebilmesine olanak sağlar ve frezeleme sonrası seramiğin tabii tutulduğu ısıl işlem seramiğin direncini arttırır. Tam kristalize olmamış seramiğin direnci 130-150MPa iken seramiğin ısıl işlemle tam kristalizasyonu sonrası bu değer 320 MPa ya yükselmektedir.Yapının oldukça dirençli hale gelmesi frezeleme sonrası yapılan tam kristalizasyon işlemi esnasında lityum disilikat kristallerinin büyümesi ile açıklanmaktadır (Kelly et al., 1996; Guess et al., 2008; Guess et al., 2010). Ivoclar(Ivoclar Vivadent, Schaan,liectenstein) firmasının 2005 yılında piyasaya sunduğu IPS e.max CAD bloğu lityum disilikatla güçlendirilmiş bir CAD/CAM bloğudur. Kuron, üç üyeye kadar köprü protezi, lamina protezi, inley, onley,okluzal vener uygulamaları için endikedir (Yenice ve Büyükdere, t.y.). Bu bloklar HT (yüksek translüsent), LT (düşük translüens) ve MO (orta opasite) olarak farklı endikasyonlar için farklı optik özelliklerde üretilmişlerdir. Estetik beklentinin yüksek olduğu bölgelerde HT bloklar bukalemun efekti adı verilen komşu dişlerin rengini yansıtma özelliğiyle kullanım avantajı sağlamaktadır. Alttaki dişin renginin yansımalarının istenmediği durumlarda MO bloklar kullanım kolaylığı sağlanmaktadır (Reich et al., 2010).



Şekil 2 Lityum Disilikat ile Güçlendirilmiş Seramik Bloklar

### b. Lösit ile güçlendirilmiş bloklar

Lösitle güçlendirilmiş seramikler 1-5 um boyutlarındaki lösit kristallerini içermesiyle feldspatik seramiklere göre daha dirençli hale gelmiştir. Yapısında aynı zamanda silisyum oksit, aliminyum oksit ve potasyum oksit de bulunmaktadır (Tinschert et al., 2000). Lösit kristallerinin oranı%30-40 civarındadır ve bu kristaller seramiğin optik özelliğinin doğal diş dokusuna benzer yapıda olmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda aşınma ve abrazyon özellikleri de doğal dişe benzemektedir. Ivoclar firmasının ürettiği IPS Empress CAD ve Paradigm C(3M/ESPE, ABD) lösitle

güçlendirilmiş CAD/CAM bloklardır. Ön ve arka bölgedeki kuronlar ve lamina protezler ve inley, onley uygulamalarında endikasyonu vardır (Fasbinder, 2002). Lösitle güçlendirilen seramiklerde feldspatik seramiklere göre daha dirençli olması lösit kristallerinin seramiğin soğuması sırasında genleşme katsayılarının farklı olması sebebiyle baskı gerilimi oluşturması ve cam matriks içerisindeki yayılımıyla oluşabilecek çatlağın yönünü değiştirmesi gibi iki özelliğiyle gerçekleşmektedir (Albakry et al, 2004).



Şekil 3 Lösitle Güçlendirilmiş Seramik Bloklar

### 3. Oksit Seramikler

#### a. Cam infiltre oksit seramikler

Bu seramik bloklar alumina (In-Ceram Alumina), alumina ve zirkonya (In-Ceram Zirkonya), alumina ve magnezyum (In Ceram Spinell) olarak üç gruba ayrılabilir.

In-Ceram Alümina vita firması tarafından 1989 yılında piyasaya sunulmuştur. Malzemenin yapısında %70-80 oranında alüminyum oksit bulunmaktadır. Ön bölgede üç üyeli köprüler, posterior bölge üç üyeli köprüler, tek kuronlar bu malzeme ile üretilebilmektedir (Kim et al., 2018; Papaspyridakos et al., 2014).

In-Ceram Spinell 1994 yılında yine Vita firması tarafından üretilmiştir. Burada yapıya magnezyum ve alüminyum oksit birleşimi olan spinell katılmıştır. Bu alüminaya göre daha iyi optik özellik elde etmek amacıyla yapılmıştır. Estetik bölgelerde kullanılabilen bir malzemedir.

In-ceram zirkonya blokların mekanik özelliklerinin geliştirilebilmesi amacıyla yapısına %35 oranında kısmi stabize zirkonya oksit katılmasıyla elde edilir. Zirkonya opasiteyi arttırdığı için arka bölgede kuron ya da alt yapı olarak kullanılacak restorasyonlar üretmek mümkündür (Chong et al., 2002; Guazzato et al., 2002).

Bu üç ticari blok birbiriyle kıyaslandığında bükülme dayanımları In-Ceram Zirkonya 700MPa, In-Ceram Alümina 450-600MPa, In-Ceram Spinell 350MPa değerindedir.



Şekil 4 Cam İnfiltre Oksit Seramik Bloklar

#### **b. Sinterlenen oksit seramikler**

#### **4. Nanoseramikler**

Nanoseramik bloklar içerik olarak üretan dimetakrilat UDMA ve 4-11 nm boyutunda zirkonya monomerler ve 20 nm boyutunda silika monomerler bulundurmaktadır. Bu blokların üretim safhasında reçine matriksi ve nanomer yapıyı birarada tutabilmek için silan katılarak kimyasal yapının birleşmesi gerçekleşmektedir (Fradeani and Redemagni, 2002). Bu bloklardan elde edilen restorasyonların elastiklik modülü 10-20GPa civarında olup doğal dentin dokusuna benzerlik göstermektedir. Kırılma dayanımı 200-210 MPa değerindedir. Bu nanoseramik içerikli bloklar stresi feldspatik Seramik bloklara nazaran daha iyi kompanse etmektedir. Protetik restorasyonun karşı çenesinde doğal diş olduğu durumlarda cam seramik bloklardan üretilen restorasyonlara nazaran az miktarda aşınmaya sebep olmaktadır (Kılınç vd., 2018).

3M ESPE firmasının piyasaya sunduğu Lava Ultimate (3M ESPE, Neuss A.B.D) bloklar ve GC firmasının piyasaya sunduğu Cerasmart (GC corporation, Tokyo, Japonya)) CAD/CAM sistemleri için üretilen nanoseramik bloklardır.

Lava Ultimate rezin nanoseramik (RNC) bir bloktur ve yüksek oranda seramik içeriğe sahip, kompozit ve seramiğin karışımı bir malzemedir. Oransal olarak %20 kompozit resin , %80 seramikten oluşmaktadır. Nanoseramik bloklar kompozitin ve

seramiğin olumlu özelliklerini biraraya getirmek maksadıyla geliştirilmişlerdir. Kompozit malzemenin klinik şartlarda dahi iyi cilalanabilmesi ve esnekliği, seramiğin estetik açıdan üstün başarısı bu bloklarda bir arada çalışabilmesi amaçlanmıştır. Düşük translusens (LT) ve yüksek translusensi olarak iki farklı geçirgenlik ve sekiz farklı renk skalasında çalışılabilir. Aynı zamanda firmaya ait restorasyona boyama yapabilmek amacıyla piyasaya sunulan malzemelerle estetik açıdan tatmin edici kişiselleştirmeler yapılabilmektedir. Tek üye kuron, inley, onley ve lamina protezlerinde endikasyonu vardır. Ağız içerisinde ışıkla sertleşen kompozitler kullanılarak gerekli durumlarda düzenlemeler yapılmasına imkan vermektedir (Şen ve Tuncelli, 2017).

Cerasmart bloklar da kompozit içerik Lava Ultimate ile kıyaslandığında daha fazladır. Bu durum da malzemenin esnekliğini arttırmaktadır. Bu blokların yapısında %30luk kısım kompozit %70lik kısım Seramik yapıdan meydana gelmektedir. Bu bloklar ile onley, inley, tek üye kuron ve lamina protezleri yapılabilmektedir. Ağız içinde ışıkla serleşen kompozitlerle düzenleme yapılabilmesi, okluzal düzenleme sonrası hasta auzında kolaylıkla cilalanabilir olması çalışırkrn kolaylaştırıcı özellikleridir. Bu firma da boyama ve estetik özellikleri yansıtılabilmek için uygun malzemeyi piyasaya sunmuştur.iki farklı geçirgenliğe sahip ve toplamda 10 farklı renkte bloklar kullanılarak restorasyon üretilebilmektedir ( GC Ürün tanıtım kataloğu)



Şekil 5 Nanoseramik Bloklar

## 5. Hibrit Seramikler

CAD/CAM sistemlerinde kullanılan hibrit seramikler polimer ağ ve seramiğin birleşimiyle meydana gelirler. Bu malzemenin cam seramiklere göre stresi daha iyi kompanse etmesi ve çatlağın ilerlemesine engel olan polimer örgü yapısı ve dentine benzer elastisiteye sahip olması kullanım avantajı sunmaktadır. Bu blokların içeriğinde %75 seramik ve %25 polimer yapı bulunmaktadır.

Bu blokların üretim safhasında öncelikle Seramik tozu blokların içerisine yerleştirilüp presslenerek sinterlenir ve mikroskopik olarak boşluklu yapıda bir seramik blok elde edilmiş olur. İkinci aşama olarak polimer ağ yapısı bağlayıcı ajan ile birlikte bu boşluklu seramik yapı içerisine infiltre edilir (Raigrodski, 2004).



Şekil 6 Hibrit Seramik Blok

Vita firması tarafından piyasaya sunulan VitaEnamic buloklara örnektir. Ve İnley, onley, tek üye kuronlar ve laminate veneer restorasyonların yapımında kullanılabilir.

## 6. Zirkonya ile Güçlendirilmiş Seramikler

Zirkonya ile güçlendirilmiş CAD/CAM bloklar lityum silikat ile güçlendirilmiş malzemelerin mekanik özelliklerini iyileştirmek amacıyla üretilmektedirler. Lityum silikat ile güçlendirilmiş seramiğe %10 zirkonyum oksitin katılmasıyla üretilirler (Elsaka and Elnaghy, 2016).

Vita firması tarafından üretilen Vita suprinity ve Dentsply firması tarafında üretilen Celtra Duo zirkonyum oksit ile güçlendirilmiş lityum disilikat (ZLS) bloklardır.

Celtra duo bloklar; tam sinterize bloklar olup %10 oranında zirkonya ile güçlendirilmiştir. Zirkonya cam yapı içerisinde moleküler düzeyde bütünüyle çözülmüştür Lityum silikat kristalleride 500-700 nm boyutlarındadır. Bu lityum disilikat ile güçlendirilmiş bloklardaki kristal boyutundan 4-8 kat dah küçüktür. Bu yapısal düzen malzemenin estetik ve optik özelliklerini arttırmaktadır.





Şekil 7 Zirkonya ile Güçlendirilmiş Seramik Bloklar

Vita Suprinity bloklar; %8-12 zirkonya, %56-64 silikon dioksit, % 15-21 lityum dioksit, %3-8 potasyum oksit ve pigmentlerden oluşmaktadır. Bu bloklar freze işlemi sonrasında ısıl işleme ihtiyaç duymaktadır. Bloklar ısıl işlem öncesi şeffaf görünümündedir (American Dental Association, 1971).

## 7. Kompozitler

CAD/CAM sistemlerinde kullanılabilecek kompozit bloklar geçici ve daimi restorasyonların üretimi için uygundur. 3M ESPE firmasının ürettiği Paradigm MZ100 daimi restorasyon yapımında kullanılabilen kompozit bloktur. Bu blokların içeriğinde %85 Bis-GMA ve TEGDMA bulunan organik polimer matriks ve %15 oranında inorganik yapı vardır. İnorganik yapı; pigment, silika, zirkonyum silikat gibi yapılardan oluşmaktadır. Bu bloklarla lamina protezler, onley restorasyonlar, inley restorasyonlar, ön ve arka bölgede kuron restorasyonları yapılabilmektedir (Gracis et al., 2015).



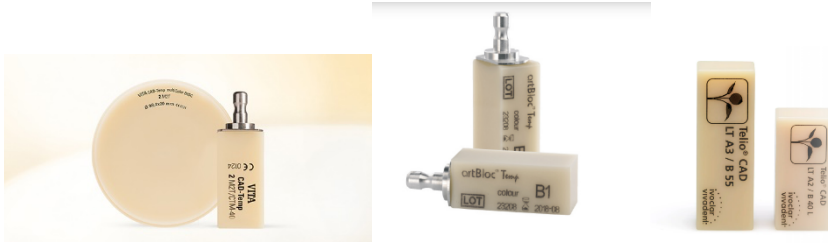
Şekil 8 Kompozit Bloklar

## 8. Polimerler

CAD/CAM sistemlerinde kullanılabilecek polimer esaslı bloklar ile geçici protetik restorasyonlar üretilebilmektedir. Bu malzemelerin mekanik dayanımları düşüktür. Bu blokların içeriğinde esas olarak akrilik rezin bulunmaktadır. Bu bloklardan geçici kullanım için üretim yapılabileceği gibi döküm işleminde

kullanılacak mum modelaj yerine alt yapı dijital olarak tasarlanarak bu bloklardan freze edilebilir (Lauvahutanon et al., 2014).

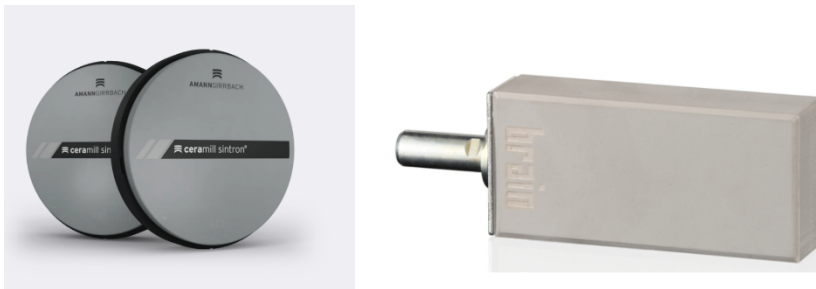
Ivoclar firması tarafından piyasaya sunulan Telio CAD, Merz dental firması tarafından piyasaya sunulan ArtBlokTemp, Vita firması tarafından piyasaya sunulan Vita CAD temp, Wieland dental tarafından piyasaya sunulan Zeno PMMA bloklar polimer bloklara örnektir. Vita firmasının piyasaya sunduğu Vita CAD-Temp polimer esaslı bloklar bir seneye kadar kullanılabilir geçiciler üretebilmek için uygundur.



Şekil 9 PMMA Bloklar

## 9. Metaller

CAD/CAM sisteminde kullanılan metal bloklar protetik restorasyonların alt yapılarının yapımında kullanılmaktadır. Bu bloklar yapı olarak; kobalt-krom ve titanyum malzemelerden üretilmektedir. Bu malzemeler tam sinterlendiğinde oldukça serttir ve freze edilmesi uzun sürebilir ve milleme ünitesinde deformasyona neden olabilir. Daha kolay ve daha hızlı işlenebilmesi amacıyla yarı sinterize metal bloklar üretilmiştir. Tam sinterize bloklarla alt yapı üretildiği zaman istenilen boyutta üretim yapılmaktadır, yarı sinterize bloklarla üretim yapıldığında ise elde edilmek istenilen boyuttan %10-15 civarında daha büyük bir milleme yapıldıktan sonra argon gazı altında ısıl işleme tabi tutularak sinterlenir. Ve bu sinterleme işlemi esnasında üretilen alt yapıda büzülme gerçekleşir (Mai et al., 2018).



Şekil 10 Metal Bloklar

Amann Girrbach firması tarafından piyasaya sunulan Ceramill Sintron (Amann Girrbach, Almanya) ve Dentsply firmasının piyasaya sunulan Crypton (Dentsply, Almanya) blokları yaygın olarak kullanılan yarı sinterize CAD/CAM metal bloklardır. Crypton blokların millenmesi esnasında metal partiküllerinin havaya yayılmasını önlemek amacıyla kapalı devrede yağ ve su soğutmalı olarak frezelenmektedir. Ceramill Sintron bloklar ise kuru olarak freze edilmektedir. ( GC Ürün tanıtım kataloğu )

## **10. Zirkonya Bloklar**

Zirkonya bloklar cam içermeyen polikristalin yapıda bloklardır. Zirkonya; monoklinik, tetragonal ve kübik olmak üzere üç farklı fazda bulunabilen bir materyaldir. Bu faz değişimleri ısı değişimleri ile birlikte olmaktadır. Oda sıcaklığından 1170 dereceye kadar monoklinik faz, 1170-2370 derece arasında tetragonal faz, 2370 derece üzerinde kübik fazda bulunmaktadır. Malzemenin mekanik özelliklerini geliştirmek için yitrium oksit (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yapıya eklenerek zirkonyanın oda sıcaklığında tetragonal fazda kalmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte fazın stabilizasyonunun sağlanması için magnezyum oksit, seryum oksit ve kasiyum oksit de ilave edilmektedir.)

Zirkonyanın bükülme dayanımı 900-1200M MPadır, çatlak oluşumuna karşı daha dirençli yapıdadır. Kuron, köprü protezler, braketler, implant abutmentlerinde, implantüstü protezlerde zirkonya materyal kullanılmaktadır (Piconi and Maccauro, 1999).

Zirkonya bloklar sinterlenmemiş, yarı sinterize ve tam sinterlenmiş zirkonya dioksit bloklar olarak üç farklı şekilde üretilmektedirler. Sinterlenmemiş ve yarı sinterlenmiş blokların frezelenmesi daha kolaydır ve daha kısa süredetamamlanmaktadır ve freze cihazının yıpranmasına neden olmamaktadırlar. Bu bloklarda elde edilen alt yapılar sinterleme sonrası oluşacak büzülmeyle kompanse edebilmek için %20-25 oranında büyük kaazınmaktadır. Tam sinterize bloklarda ise malzeme oldukça serttir ve uzun sürede freze edilir (Beuer et al., 2008).

## **I. Sabit Protetik Restorasyonlarda Ölçü**

Protetik restorasyonların yapılabilmesi için diş ve çevre dokular ölçü alma işlemiyle ağız dışına aktarılabilir. Ölçünün tanımı Protetik Diş Tedavisi

Terimler Sözlüğüne göre; bir nesnenin yüzeyinin tersindeki negatif benzerlik ya da kopya ve restorasyon yapımında kullanılmak için dişlerinve çevresindeki yapıların negatif izdüşümüdür.

Güncel diş hekimliğinde protetik restorasyon üretiminde geleneksel ve dijital yöntemle ölçü alınabilmektedir. Kullanılan ölçü yöntemlerini şu şekilde sınıflandırabiliriz;

1. Konvansiyonel ölçü yöntemi
  - Tek aşamalı (çift karıştırma) ölçü tekniği
  - İki aşamalı (tek karıştırma) ölçü tekniği
2. Dijital ölçü yöntemi
  - Direk Teknik (İntraoral dijital ölçü)
  - İndirek Teknik (Ekstraoral dijital ölçü)

## **1. Konvansiyonel Ölçü Yöntemleri**

Ölçü almak için üretilmiş ölçü kaşıkları ve ölçü maddeleri ile hasta ağızından alınan ölçüler geleneksel ölçü alma yöntemidir.

### **a. Tek aşamalı (çift karıştırma) ölçü tekniği**

Bu teknikte koyu kıvamlı ve akışkan kıvamlı ölçü maddeleri ölçü kaşığına aynı anda yerleştirilir ve hasta ağızında iki ölçü maddesi de polimerizasyonunu tamamladıktan sonra ölçü ağızdan çıkarılır. Koyu kıvamlı ölçü maddesi kaşığın tabanına akışkan kıvamlı ölçü maddesi de üstüne yerleştirilir. Bu ölçü tekniğine sandwich tekniği adı da verilmektedir.

### **b. İki aşamalı (tek karıştırma) ölçü tekniği**

Bu teknikte önce koyu kıvamlı ölçü, malzemesi kaşığa yerleştirilerek hasta ağızında polimerize olana kadar beklenir. Bu ölçü hasta ağızından çıkarıldıktan sonra içerisine akıcı kıvamlı ölçü malzemesi yerleştirilerek tekrar hasta ağızına uygulanır. Burada koyu kıvamlı ölçü ile alınan ilk ölçü bir nevi kaşık görevi görür. İki farklı kıvamdaki ölçü maddesinin tek tek karıştırılarak iki aşamada uygulandığı bu ölçü tekniğine putty wash ölçü tekniği adı da verilir.

## 2. Dijital Ölçü Yöntemleri

Konvansiyonel ölçü yöntemlerine alternatif olan dijital ölçü yöntemleri; ölçü malzemesinde oluşabilecek boyutsal değişiklikler, deformasyonlar, düşük hasta konforu, çapraz enfeksiyon riski gibi pek çok etmeni elimine etmektedir. Teknolojik gelişmelerin diş hekimliğine etkisiyle dijital iş akışı konsepti değerlendirilmeye başlanmıştır. Protetik restorasyonların dijital ortamda tasarımının yapıldığı ve üretildiği CAD/CAM teknolojilerinde dataların toplanarak kaydedilmesi ve bu datalar üzerinden çalışılması esastır. Bu dataların toplanması işlemi sistemlere göre farklılık göstermektedir. İlk dönemlerde kamera çözünürlüklerinin yetersizliği nedeniyle net ölçüler kaydedilmesinde zorluklar olsa da güncel tarayıcılarla bu sorun ortadan kalkmıştır (Boeddinghaus et al., 2015; Ender and Mehl, 2015; Miyazaki et al., 2013).

### a. Direk dijital ölçü tekniği

Bu teknikte ağız içi tarayıcılar vasıtasıyla hasta ağzından ölçü alınır ve alınan bu datalar üzerinden sanal model elde edilir. Bu uygulamada geleneksel ölçü işlemi tamamen elimine edilmiştir. Ölçü kaşığı, ölçü maddesi ve alçının yerini ağız içi kamera, yazılım ve sanal model almıştır. Ağız içi tarayıcılar sanal model elde edebilmek için çok sayıda fotoğraf veya video kaydı alırlar ve yüzey özelliklerinin detaylı ölçüsü elde edilir (Güth et al., 2013; Shembesh et al, 2017).

Direk dijital ölçünün hem konvansiyonel hem de dijital indirek ölçüye göre avantajlı olduğu hususlar şunlardır;

- Geleneksel ölçülere göre daha hızlıdır, zaman tasarrufu sağlar.
- Hasta konforu daha iyi seviyededir.
- Ölçü alınırken prepare edilen dişlerdeki andırkatlar ve karşıt dişlerle oklüzal mesafe hekim tarafından değerlendirilebilir ve preparasyonda gerekli düzeltmeleri yapmaya olanak sunar.
- Ölçünün tamamının yenilenmesine gerek olmadan problemler alanların yeniden taranmasıyla ölçü tamamlanabilmektedir.
- Hasta kaydı tutmak, renk kaydı almak için daha elverişlidir.
- Çapraz kontaminasyon, labratuara ölçü ulaştırılabilmesi esnasında kaybedilen zaman ve ölçünün deformasyon riski gibi konular ortadan kalkmaktadır.

- Teknisyen hekim iş birliğini arttırmakta aynı anda aynı model üzerinden farklı mekanlarda konuşabilmeye imkan sunmaktadır.
- Direk dijital ölçü yöntemlerinin bunun gibi pek çok olumlu tarafının yanında bazı dezavantajlı hususları da mevcuttur. Bu dezavantajlar şunlardır;
- Referans noktalarını birleştirerek sanal model oluşturduğu için geniş dişsiz alanları taramak zordur.
- Pahalı ekipmanlar ve sürekli güncelleme gerektiren bir yöntemdir.
- Diş hekiminin tarayıcı kullanma tecrübesi ve öğrenme süresine ihtiyaç vardır.
- Subgingival alanlar, kan, tükürük vb mevcut olduğu durumlarda ya da anatomik zorlukların varlığında ölçü alma işlemi zorlaşmaktadır.

## **b. İndirek ölçü**

Bu teknikte geleneksel ölçü yöntemi hala tedavi basamakları içerisinde yer almaktadır. Hem dijital hem de geleneksel yöntemlerin birlikte yürüdüğü hibrit bir iş akışı mevcuttur. İlk olarak hekim hasta ağızından geleneksel bir ölçü alır ve alınan ölçü veya alınan ölçüden elde edilen model bir laboratuvar tipi tarayıcı ile taranarak sanal ortama aktarılır (Malaguti et al., 2016; Memari et al., 2019; Shembesh et al., 2017).

## **J. Diş Preperasyonunun Biyomekanik İlkeleri**

Bir dişin protetik kuron için prepare edilmesi; mekanik, biyolojik ve estetik ilkeler dikkate alınarak yapılır. Bu biyomekanik prensipler kavramı G.V. Black ile ortaya çıkmış ve pek çok araştırmacının önemli katkılarıyla yapılanmıştır. Bu ilkeler belirlenirken temel amaç ağız içerisinde fonksiyon esnasında oluşabilecek kuvvetlere mukavemet edecek protetik restorasyonların uygulanabilmesini sağlamaktır. Diş yapısının korunması, marjinal bütünlük, tutuculuk ve direnç, periodonsiyumun korunması ve restorasyonun yapısal sağlamlığı diş kesiminin biyomekanik ilkeleridir.

### **1. Diş Yapısının Korunması**

Diş kesimi esnasında diş dokusundaki fazla madde kaybı tutuculuk ve dirence olumsuz tesir etmektedir. Çünkü fazla madde kaybı sonucunda kuron boyu gereğinden fazla kısalabilir, kesilmiş dişin taper açısı artar aynı zamanda pulpa odasına yaklaşılabileceği için hassasiyet artışı hatta enflamasyon ve pulpal nekroz riski artabilir.

Bu nedenle diş kesimi esnasında diş yapısının korunması ve yeterli preperasyon yapılması amaçlanmaktadır.

## **2. Marjinal Bütünlük**

Sabit protetik restorasyonların performansında önemli oranda rol oynayan etkenlerden biri marjinal bütünlüktür. Marjinal bütünlüğün yetersizliği; sekonder çürüklerin oluşmasına, periodontal hastalıklara, simanın çözünmesine, plak birikimine zemin hazırlamaktadır. Restorasyonun adaptasyonunun iyi olabilmesi ve hassas uyum için marjin hazırlanırken titizlikle çalışılması gerekmektedir. Kesilmiş dişin bitiş hattındaki tasarım restorasyon materyalinin marjin hattındaki şeklini ve miktarını belirler. Aynı zamanda marjin hattı protetik restorasyonun adaptasyonuna ve oturmasına tesir eder.

Marjinal bitiş hattı tasarımı 3 ana tipte sınıflandırılabilir.

1. Künt basamak tasarımı (shoulder ve bizotajlı shoulder)
2. Oluk biçimli basamak tasarımı (chamfer ve bizotajlı chamfer)
3. Bıçak sırtı marjinal sınır (knife edge)

### **a. Künt basamak tasarımı (shoulder)**

Shoulder basamak tasarımı dişin uzun aksına dik olarak hazırlanır. Bu tasarımda okluzal kuvvetler köke dik olarak iletilir. Tam seramik restorasyonlar için tercih edilen bu marjin sınırıyla restorasyonun konturları ve yeterli estetik elde edebilmek için alan sağlanır. Restorasyonun maruz kalacağı kuvvetlere karşı direnç sağlayarak porselen kırıklarına sebep olabilecek stresleri azaltır, mekanik dayanıklılığını artırır. Bu tasarımda 90derece iç açığa sahip keskin bir basamak oluşturulur. Bizotajlı shoulder tasarımda ise preperasyonun serbest dişeti kenarından dişeti cebine doğru açılı bir eğim oluşturulur. Bu eğimin açısal değeri 40-70 derece değerleri içerisinde dir.

### **b. Oluklu basamak tasarımı (chamfer)**

Chamfer basamak tasarımında geniş bir iç açığa sahip oluk biçimli bir basamak hazırlanmaktadır. Bu basamak tasarımında dişeti kenarında da geniş açıyla sonlanmaktadır.

### **c. Bıçak sırtı tasarım (knifedge)**

Bu bitiş tasarımı basamaksız bir bitim şeklidir. Bu tasarımda hazırlanacak protetik restorasyonun bitim kenarında dar açı oluşmasına ve mumlama, döküm esnasında detaylı bir şekilde hazırlanamamasına neden olur. Diğer basamak tiplerindeki okluzal kuvvetlere direnç bu bitim tasarımında sağlanamadığı için kuvvetler karşısında ince kenarlarda kırılma olasılığı yükselir. Yeterli direnci oluşturabilmek için dişin konturları kalınlaştırılırsa fazla kontürlü restorasyonlar elde edilmiş olur. Dişlerin devrildiği durumlarda devrilen taraftaki yüzeyde, alt çene posterior dişlerin lingual yüzeylerinde bu bitim tasarımı tercih edilebilir.

### **3. Tutuculuk ve Direnç**

Tutuculuk; protetik restorasyonun çıkarıcı kuvvetlere karşı koymak için prepare edilmiş dişin uzun aksı boyunca yerinden çıkarıcı kuvvetlere karşı gösterdiği karşı kuvvettir.

Direnç ise oblik, horizontal ve apikal yönlerde etki eden kuvvetlere karşı protetik restorasyonun yerinden çıkmasını önlemek için prepare edilmiş dişin gösterdiği karşı kuvvettir. Tutuculuk ve direnç için preparasyon duvarları mümkün olduğunca paralel hazırlanmalıdır.

### **4. Restorasyonun Yapısal Sağlamlığı**

Yapılan protetik restorasyonun sağlamlığını sağlayabilmek için yeterli malzeme kalınlığında protetik restorasyon elde etmek gerekmektedir. Yetersiz veya fazla diş preparasyonu malzeme kalınlığının optimum düzeyde olmasına olanak vermediğinden yapısal olarak sağlam bir protetik restorasyon elde edilemez.

### **5. Periodonsiyumun Korunması**

Periodonsiyumun korunması tedavi başarısı için belirleyici bir etkidir. Burada iki tip bitiş sınırı vardır; dişeti üzerinde sonlanan marjinal hat yani supragingival marjin ve dişeti seviyesinin altında sonlanan marjinal hat yani subgingival marjin. Protetik restorasyon için oluşturulacak marjin sınırı mümkün olduğunca dişeti seviyesi üzerinde olmalıdır. Supragingival marjin hastaya rahat temizleyebilme imkanı sağlar. Preparasyonun bitim sınırı dişeti altında konumlanırsa periodontal dokulara olumsuz etki oluşturabilir. Aynı zamanda bitiş hattı mineden sementte taşınmış olur ve bu da diş

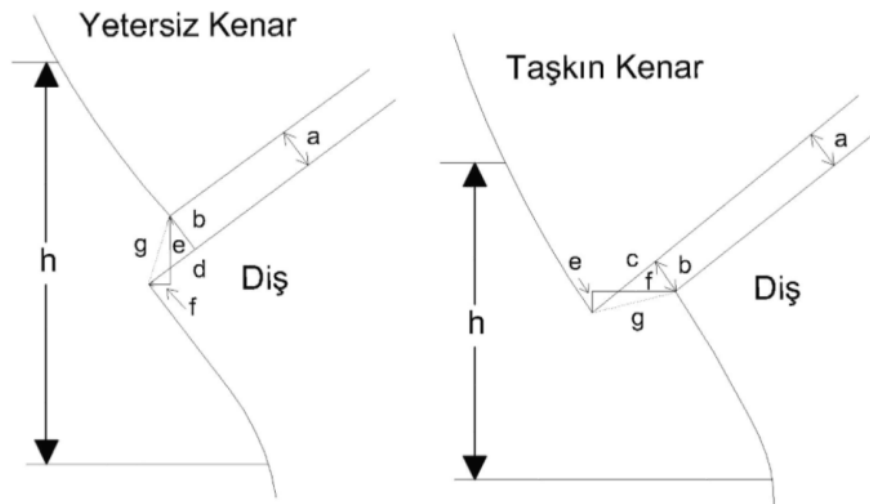


yapısının korunamamsına neden olur. Protetik restorasyonun simante edilmesi sonrası subgingival marjinde hekimin de bölgeye ulaşması zor olduğu için burada kalabilecek siman artıkları da periodontal hastalıklara neden olabilir. Yine hastanın bölgeyi rahat temizleyememesi de periodontal dokuların sağlığı açısından bir risktir. Ancak kuron boyu yetersizliği, subgingival bölgeye uzanan çürük ve erozyon durumu, estetik açıdan sorun oluşturabilecek renklenme varlığı gibi bazı durumlarda subgingival marjin tercih edilebilmektedir.

## K. Marjinal ve İnternal Uyum

Protetik restorasyonlarda uyumu yorumlamak ve tespit etmek için çeşitli araştırmacılar farklı metotlar kullanmaktadır. Uyum; preparasyon yüzeyi ile restorasyon iç yüzeyi arasında çeşitli noktaların ölçülmesi ile tanımlanır (Mehulic et al., 2005). Prepare edilmiş diş yüzeyinden kuron iç yüzeyine yapılan ölçümlerle internal uyum değerlendirilirken, prepare edilmiş dişin marjin hattından restorasyonun iç yüzeyine yapılan dik ölçümle de marjinal uyum değerlendirilir.

Çeşitli araştırmalarda marjinal uyum belirlenirken değerlendirilen noktaların tespit edilmesi ve uyum tanımı araştırmacılara bağlı olarak değişebilmektedir. Bu konudaki kafa karışıklığını ortadan kaldırabilmek amacıyla Holmes ve arkadaşları bir uyumsuzluk terminolojisi ortaya koymuşlardır. (Holmes et al., 1989).



Şekil 11 Holmes'un Uyumsuzluk Terminolojisi

- a harfi ile gösterilen kısım internal aralık
- b harfi ile gösterilen kısım marjinal aralık

- c harfi ile gösterilen kısım taşkın kenar
- d harfi ile gösterilen kısım eksik kenar
- e harfi ile gösterilen kısım vertical marjinal açıklık
- f harfi ile gösterilen kısım horizontal marjinal uyumsuzluk
- g harfi ile gösterilen kısım mutlak marjinal uyumsuzluk
- h harfi ile gösterilen kısım oturma uyumsuzluğu

Bu terminolojiye göre; protetik restorasyon iç yüzeyinden prepare dış üzerine dik olacak şekilde ölçüm yapılırsa bu değer internal aralık değeri şeklinde kabul edilir. Bu ölçüm protetik restorasyonun marjinal kenarında yapılırsa marjinal aralık değerini belirler. Vertikal marjinal uyumsuzluk, restorasyon kenarından dışın prepare edilmiş yüzeyinin sınırına çizilen paralel çizgisinin değeri ile ölçümlenir. Bu ölçüm bize vertical yöndeki marjinal açıklık değerini verir. Horizontal yönde marjinal uyumsuzluk, preparasyon kenarından kuron kenarının izdüşümüne çizilen çizginin ölçülmesiyle belirlenir ve horizontal marjinal açıklık değerini belirler. Bununla birlikte kuron kenarı yetersiz ve taşkın da olabilmektedir.. “Taşkın kenar”, marjinal aralıktan kuron bitim sınırına çizilen dik çizginin ölçümünün sayısal değeridir. “Yetersiz kenar” ise, marjinal aralıktan dışın basamak ile prepare edilen destek dış duvarı arasındaki açığa çizilen dik mesafedir. Marjinal aralık ve taşkınlık veya yetersizlik miktarının açısız kombinasyonu, mutlak marjinal açıklıktır. Diğer bir ifadeyle marjinal aralık ile taşkın/yetersiz kenarın hipotenüsüdür. Vertikal marjinal açıklık ile horizontal marjinal açıklığın açısız kombinasyonu da aynı şekilde mutlak marjinal açıklığı vermektedir. Bu iki kenar da aynı hipotenüse aittir. Mutlak marjinal açıklık, kuron kenarı ile preparasyonun basamak ile prepare edilen destek dış duvarı arasındaki açı arasından ölçülür. Kuron kenarında, hiçbir taşkınlık ya da yetersizlik olmadığında marjinal aralıkla mutlak marjinal açıklık aynıdır. Marjinal açıklığın hiç tespit edilmediği durumda, mutlak marjinal açıklık kuronun taşkınlık ölçümüne veya yetersizlik ölçümüne eşit olur. Kuronun prepare edilmiş dış istenilen şekilde yerleşmemesi durumunda, kuronun dış yüzeyi ve prepare dış üzerinde aynı doğrultuda tespit edilen iki nokta arasındaki mesafenin, bu belirlenen noktaların kuron kenarına olan uzaklıkları toplamından farkı “oturma uyumsuzluğu” olarak isimlendirilir (Holmes et al., 1989).

Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; klinik olarak kabul edilen marjinal aralığın 60-120um olduğu belirtilmiştir. Yine kabul edilebilecek siman

aralığının; 25-100um olduğu belirtilmiştir (Akbar et al., 2006; An et al., 2014; Song et al., 2013; Syrek et al., 2010). Tercih edilen preparasyon tasarımı, kullanılan restorasyon malzemesi, alınan ölçünün niteliği, restorasyonun tasarlanması ve üretim aşamaları gibi pek çok etmen marjinal ve internal uyumu etkilemektedir. Protetik restorasyon için kullanılacak restoratif materyalin mekanik özellikleri malzemenin işlenebilirliğini etkilediği için uyum üzerinde etkilidir. Preparasyonun dizaynı konusunda ise; keskin kenarların elimine edilmesi ve yuvarlatılmış yumuşak geçiş bölgelerinin sağlanması gerekmektedir. Düz yüzeylerde uyum andırkatlı yüzeylere göre daha başarılıdır. Protetik restorasyon için alınan ölçünün; geleneksel yöntemle alınacaksa hassas ve detaylı olması, ölçü malzemesinin çalışma prensipleri doğrultusunda kullanılması gerekmektedir. Dijital yöntemle ölçü alınacaksa; cihazın kalibrasyonu, uygun çalışma yöntemi ve teknik detaylar dikkate alınarak ölçü alınması önemlidir (Goujat et al., 2019).

#### **L. Marjinal ve İnternal Uyum Değerlendirme Yöntemleri**

Protetik restorasyonların marjinal ve internal uyumlarının tespit edilmesinde farklı yöntemler kullanılabilir. Bu değerlendirmeler in-vivo ve in-vitro olarak yapılabilir. Sond ile kontrol etme, radyografi ile kontrol gibi sayısal bir sonuç elde edilmeyen niteliksel özellikte değerlendirmeler yapılabildiği gibi, sayısal sonuçlar elde edilebilen niceliksel değerlendirmeler de yapılmaktadır.

Kullanılan marjinal ve internal uyum tespit yöntemleri şunlardır;

- Dokunma hissi
- Direk gözlem
- Radyografi
- Direk güdük üzerinden ölçmek (Boening et al., 2000; Christensen, 1966; Luthardt et al., 2004; Mou et al., 2002; Souza et al., 2012; Strating et al., 1981)
- Rezin replika tekniği
- Silikon replika- siman aralığı
- Kesit olarak ölçüm tekniği (Boening et al., 2000; Christensen, 1966; Luthardt et al., 2004; Mou et al., 2002; Souza et al., 2012; Strating et al., 1981)

- Bilgisayarlı mikrotomografi yöntemi (Dunn, 2001; Rhodes et al., 1999; Yeri, 2015)
- Üçlü tarama yöntemi(Dunn, 2001; Rhodes et al., 1999; Yeri, 2015)
- Bilgisayar destekli uzamsal analiz (Dunn, 2001; Rhodes et al., 1999; Yeri, 2015)

### **1. Dokunma Hissi**

Horizontal yöndeki uyumsuzlukları belirlemekte daha başarılıdır. El aletleri ve el duyarlılığı ile yapıldığından tekniğin hassasiyeti sınırlıdır. Pasif uyumun belirlenmesi konusunda limitlidir (Hayashi et al., 2005; Rappold and Ripps, 1992).

### **2. Direk Gözlem**

Bu metodla yapılan tespitler de öznelidir. Diş hekiminin tecrübesi, görme netliği, protetik restorasyonun marjinal hattının konumundan etkilenmektedir (Hayashi et al., 2005).

### **3. Radyografiler**

Bu yöntemde protetik restorasyonlar ağza geçici veya daimi simante edildikten sonra hastadan röntgen alınır. Bite-wing veya periapikal röntgenler tercih edilir ve değerlendirmeler bu radyografiler üzerinden yapılır. Protetik restorasyonların marjinal kısımlarındaki yetersizlikler ve taşkınlıklar alınan radyograflarda değerlendirilir. Ancak bu yöntemde radyografi alınırken uygun açılendirma yapılması ve anatomik yapıların radyograf üzerine süperpoze olmamasına dikkat edilmelidir. Aynı zamanda bu yöntemde internal uyumu değerlendirmeye imkan vermemektedir (Kan et al., 1999).

### **4. Direk Güdük Üzerinden Ölçüm**

Bu tespit yöntemi non-invaziv olması, uygulama kolaylığı, hızlı uygulanabilmesi gibi avantajlarından dolayı marjinal uyumun değerlendirilmesinde çokca tercih edilen bir yöntemdir. Protetik restorasyon güdük üzerine yerleştirilerek mikroskop yardımıyla marjinal bölgenin fotoğrafı çekilir. Burada ışın veya elektron mikroskoplarıyla fotoğraf çekimleri yapılabilir. Elektron mikroskopu odaklama derinliğinin daha iyi olması nedeniyle ışık mikroskopuna göre daha hassas sonuçlar elde edilmesine imkan sağlar. Elde edilen fotoğraflardan elle veya yazılım aracılığıyla

ölçüm yapılır. Bu yöntemde protetik restorasyonun çok defa dayanak üzerine yerleştirilmesi nedeniyle güdük üzerinde aşınmalar olabilir aynı zamanda her defasında protetik restorasyon modele tam olarak oturmayabilir ve bu sebeplerle elde edilen sonuçlarda sapmalar görülebilir. Bu teknikte iç uyum tespiti yapılamamaktadır. İnternal uyumun tespit edilebilmesi için diğer tekniklerle birlikte kullanılması gerekmektedir (Giordano, 1996; Lang et al., 1995; Ural, 2006; Vahidi et al., 1991).

## **5. Rezin Replika Tekniği**

Bu teknikte protetik restorasyonun marjinal bölgesinin ölçüsü alınarak alınan bu silikon kalıbın içerisine patern rezin yerleştirilerek restorasyonun marjinal bölgesinin rezin malzemeden bir kopyası elde edilmiş olur. Böylelikle direk güdük üzerinden yapıldığı gibi ölçüm yapılabilmesine imkan sağlanır. Ağız içerisinde net ölçümler yapabilecek görüntü elde etmek zordur. Mikroskobun yerleştirilmesi ve netliğin sağlanması in-vivo çalışmayı zorlaştıran etmenlerdendir ve bu teknikle hem bu etmenlerin elimine edilmesiyle hem de prepare edilmiş dişin bir replikası elde edildiğinden internal uyum da değerlendirilebilmektedir. Bu yöntemin limitli tarafı ise; kullanılan rezin malzemenin dublikasyon esnasında boyutsal değişikliğe uğraması ve bunun da detay azalması meydana getirerek sapma oluşturabilmesidir (Stappert et al., 2004).

## **6. Silikon Replika Tekniği**

Bu yöntem protetik restorasyonların marjinal ve internal uyumlarının değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yöntem Karlsson ve Molin tarafından ortaya koyulmuştur (Molin and Karlsson, 1993). Teknik; akıcı, orta akıcı ve katı kıvamlı silikon esaslı ölçü maddeleri kullanılarak siman aralığı ve prepare edilmiş dişin modellenmesi ve ölçümlerin bunun üzerinden gerçekleştirmesini esas almaktadır. Uygulama basamakları şu şekildedir; protetik restorasyonun iç kısmına akıcı kıvamlı silikon ölçü yerleştirilir ve kuron dayanağın üzerine kuvvet tatbik edilerek yerleştirilerek sertleşme süresince beklenir. Ardından ölçü malzemesi protetik restorasyonun içerisinde kalacak şekilde protetik restorasyon dayanağın üzerinden uzaklaştırılır ve restorasyonun iç kısmına akıcı silikona destek sağlamak amacıyla orta kıvamlı ölçü malzemesi yerleştirilir. Son basamakda akıcı ve orta kıvamlı silikon malzeme ile hazırlanmış yapı katı kıvamlı silikon ölçü malzemesi içerisine gömülür. Bu katı kıvamlı ölçü malzemesi tüm yapıya desteklik sağlar ve deforme olmasını önler.

Elde ettiğimiz yapıda akışkan silikon materyal kalınlığı siman aralığını ölçme ve internal uyum değerlendirilebilme imkanı verir. Orta kıvamlı ölçü maddesi kesilmiş dişi temsil eder. Bu yöntemde elde edilen yapıdan alınan kesitler mikroskop altında değerlendirilerek ölçümler yapılmaktadır. Tekrarlanan ölçümlerin yapılabilmesi de bu yöntemin avantajıdır. Ölçü malzemelerinin boyutsal değişime uğramasının ölçümlerde sapmaya neden olabileceği olması ve ilk aşamada ölçü malzemesi yerleştiren kuronun dayanağın üzerine tam yerleştirilebilmesindeki zorluklar bu yöntemin dezavantajıdır (Molin and Karlsson, 1993).

## **7. Kesit Alarak Ölçü Tekniği**

Bu yöntemde protetik restorasyon simante edilmeden önce boyayıcı bir madde ile boyanır ve bu boyar maddenin kuron ile diş arasını tamamen kaplaması sağlanır. Sonrasında yapı rezin malzemenin içerisine gömülür ve bu sayede kesit alınması ve istenilen kısımdan ölçüm yapılması sağlanmaktadır. Elde edilen yapıdan istenilen bölgeden kesitler alınarak ölçümler bu kesitler üzerinden yapılmaktadır. Bu yöntemin dezavantajı invaziv bir yöntem olması ve protetik restorasyonun tahrip olmasıdır (Alani and Toh, 1997; Christensen, 1966; Alkumru et al., 1988; Strating et al., 1981).

## **8. Bilgisayarlı Mikro Tomografi Yöntemi**

Güncel diş hekimliğinde kullanılan görüntüleme yöntemlerinden biri olan mikro-ct doğru üç boyutlu görüntüler elde edilmesine imkan sağlayan yüksek çözünürlüklü bir sistemdir. Pek çok farklı yapının görüntüsünü alma imkanı verir (Abiram et al., 2020; Gulati, 2020). Temel çalışma ilkesi; numuneden geçen x-ışınlarının belirlenmesidir. Geleneksel radyografide iki boyutlu görüntüler elde edilebilirken tomografiyle üç boyutlu görüntüler elde edilmektedir. Özellikle in-vivo çalışmalarda tercih edilebilmektedir. Mikro-ct adeziv restorasyonlarda marjinal ve internal uyum, kök kanal yapısının analizi, implant ve çevre dokuların incelenmesi, diş sert dokularının incelenmesi gibi in-vivo ve in-vitro çalışmalarda kullanılmaktadır. Aynı zamanda mikro-ct geleneksel kesit alma metodlarına iyi bir seçenek olarak sunulmaktadır. Yüksek dozda radyasyon, dataları saklamak için büyük alana ihtiyaç olması ve veri aktarımının zor olması gibi dezavantajları mevcuttur (Bergmans et al., 2001; Bjørndal et al., 1999; Yeri, 2015).

## **9. Üçlü Tarama Yöntemi**

Bu yöntemde protetik restorasyon ve prepare edilen diş üç boyutlu datalar elde edilmek üzere taranır. Datalardan elde edilen üç boyutlu görüntüler yazılım üzerinde çakıştırılarak marjinal ve internal uyum ölçümlenir. Bu yöntemin non-invaziv olması, elde edilen görüntüler üzerinden istenilen zamanda ölçüm yapılabilmesi ve ölçümlerin tekrarlanabilmesi tekniğin avantajlarıdır. Tarama esnasında ve yazılımda oluşabilecek hatalar nedeniyle ölçümlerde sapmaların meydana gelmesi bu yöntemin sınırlılığıdır.

## **10. Bilgisayar Destekli Uzamsal Analiz**

Bu yöntemde sanal ortamda yazılım ile yapılabilmektedir. Yine non-invaziv olması ve ölçümlerin tekrarlanabilirliği bir avantajdır. Bu uygulamada siman tabakasını taklit eden bir malzemenin taranması veya silikon replikaların taranması, elde edilen datalarda görüntü oluşturularak yazılım üzerinde ölçüm yapılır. Total hacim değişikliği ve dağılımı da belirlenebilir (Lee, 2016; Mai et al., 2017).

## **M. Çalışmada Kullanılan Cihazlar**

Çalışmamızda; primescan intraoral tarayıcı, inEos x5 laboratuvar tarayıcısı, MCXL kazıyıcı ünite, Programat EP3010 porselen fırını, Motic SMZ 168 stereomikroskop kullanılmıştır.

### **1. PrimeScan İnteraoral Tarayıcı**

Primescan intraoral tarayıcı Dentsply Sirona firması tarafından 2019 yılında piyasaya sunulmuştur. Akıllı piksel sensor teknolojisi ile saniyede bir milyondan fazla noktayı üç boyutlu olarak taramaktadır. Bu özellik cihazın yüksek hızlı tarama yapmasını sağlar. Bir arkın taranması ortalama olarak 3 dakika sürmektedir bu omnicaam tarayıcı da 12 dakikalık bir işlem süresi gerektirmeydi.

Cihaz dinamik derin tarama prensibiyle çalışmaktadır. Bunun avantajı olarak 20mm derinliğe kadar hassas tarama sağlayabilir. Bu özellik subgingival alanların taranmasını sağlamaktadır.

Primescan opaklaştırıcı toz kullanılmasına gerek olmadan tarama işlemi yapılabilmektedir. Tarama yaparken gerektiği durumlarda tarama durdurulabilir ve tekrar kalınan yerden devam edilebilir. Görüntü elde edilirken kendini ısıtma özelliği sayesinde fog önlenmektedir. Primescan de görüş alanı arttırılmış olduğundan

daha az tarayıcı hareket ettirilerek hem ulaşılması zor bölgelerde hekime kolaylık sağlamakta hem de daha fazla alanın görüntüsü elde edilebilmektedir.

Tarama yapılırken hastanın görüntüye girmemesi gereken dokuları otomatik olarak çıkartılır bu da yazılımın hızı arttıran bir özelliğidir. Dijital ortamda kapanış ilişkisi ile birlikte üç boyutlu model görüntülenebilir ve hekimin ölçüyü hızlı bir şekilde değerlendirmesine imkan vermektedir.

Kendi yazılımını kullanmayan bir laboratuvara verilerin açık stl dosyası olarak aktarımı mümkündür ve bu işlem hızlı olarak yapılabilmektedir (Skramstad, 2019; URL-5; URL-6).



Şekil 12 PrimeScan Ağız İçi Tarayıcı

## 2. InEos X5 Laboratuvar Tarayıcısı

Beş akslı Laboratuvar tipi tarayıcı olan InEos X5 robot kolunun hareketleri yardımıyla farklı açılardan görüntü alarak tarama yapabilmektedir. Tüm alçı modelleri ve ölçü maddelerini tarayarak sanal model elde edilmesine imkan vermektedir. Ancak yüksek oranda ışığı absorbe eden malzemelerde , yansıtıcı ve saydam malzemelerde pudralama gereklidir. Otomatik odaklama yapabilen cihazda bir çeneyi tamamen taraması 10 saniye sürmekte yani hızlı görüntü almaya olanak sağlamaktadır. Ayrıca stl data transferi sağlar ve farklı yazılımlarla uyumlu açık sistem özelliğine sahiptir (Skramstad, 2019; URL-5; URL-6).





Şekil 13 InEos X5 Tarayıcı

### 3. MCXL Kazıyıcı Ünite

Hızlı ve hassas üretim özellikleriyle tanıtılan ıslak frezeleme ünitesidir. Seramik, polimer, metal gibi birçok materyal ile çalışabilme özelliğine sahiptir. Aynı anda çalışan, 4 eksenli blok işleyebilme kapasitesine sahiptir. Bir seramik tam kyonu 10-12 dakika gibi bir sürede hazırlar. STL ve XML formatında dışarıdan gelen verilerin içe aktarımına açıktır.

Restorasyon üretimi için; öncelikle uygun frezler yerleştirilir ve seçilen blok MCXL'in içindeki metal kısma konular ve cihazı başlatmak için kapağı kapatılır. MCXL sulu ortamda elmas frezler ile bloktan tasarlanan restorasyon elde edilmesi için gelen datalara göre aşındırma yapar. Cihazın su deposu alt bölmede yer alır ve takıp çıkarılabilir şekildedir. Aynı zamanda atıkları biriktirmek için de cihazda bir filtreleme sistemi mevcuttur. Cihazın çalışması tamamlandığında restorasyon bazen bloktan ayrılarak aşındırma yapılan bölmenin içerisine düşer bazen ise zayıf bir bağlantı ile blokla birlikte kalabilmektedir.



Şekil 14 Mcxl Milleme Ünitesi

#### 4. Programat EP 3010

Programat Ep 3010 (Ivoclar Vivadent, Schan Liectensan) press fırını İvoclar Vivadent firmasının press tipi seramik materyalleri ile başarılı şekilde çalışabilecek şekilde dizayn edilmiş bir cihazdır. Fırın içinde homojen ısı dağılımını sağlamak amacıyla SiC taban yansıtıcısına sahip QTK2 ısı rezistansı kullanılmıştır. Bu da dengeli bir ön ısıtma sağladığı için revetman manşetine yerleştirilen preslenmesi zor olan, örneğin çok ince marjinal bölgelere ya da ince detaylara sahip olan modelajların presslenebilmesinde kolaylık sağlar. Çatlak tespit sistemi ile manşet içerisindeki revetmanda çatlakları tespit eder ve işlemi durdurarak hatalı restorasyon üretiminin önüne geçer. Pres mekanizmasının güç sensörü olduğu için basınçlı hava gelmesine bağlı olmaksızın kaliteli press neticeleri elde edilir. Cihazın tam otomatik press fonksiyonu yanında manuel olarak ayarlanabilecek geniş press ve pişirme seçenekleri mevcuttur. Dokunmatik ekranı ve membran kaplı klavyesi ile kullanım kolaylığı sağlayan bir press fırınıdır.



Şekil 15 Programat EP3010 Press Fırını

#### 5. Motic Stereomikroskop

Motic SMZ 168 serisi biyolojik ve malzeme araştırmalarında kullanılabilen çok yönlü bir stereomikroskoptur. Bu mikroskobun optik kalitesiyle rutin kullanım ve araştırmalardaki çeşitli örnekler ve endüstriyel kalite kontrolü dahil olmak üzere tatmin edici görüntüler elde edilebilmektedir. Cihazda greenough optik sistemi 6.7:1 yakınlaştırma oranı ile 113 mm çalışma mesafesi ve 7,5X-50X büyütme ile çalışılabilmektedir.



Şekil 16 Motic 168 Serisi Stereo Mikroskop



### III. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma İstanbul Aydın Üniversitesi Teknoloji ve Araştırma Laboratuvarları ve Dentsply Sirona Türkiye Ofisinde yapılmıştır.

Çalışmamızda lösitle güçlendirilmiş seramik bloklar ve ingotlar kullanılmış, altı farklı iş akışı takip edilerek tam seramik kuronlar üretilmiştir. Farklı iş akışlarıyla üretilen bu kuronların marjinal ve internal uyumları silikon replika yöntemi kullanılarak stereomikroskop altında incelenmiştir. Farklı iş akışlarını modelleyecek şekilde 6 farklı grup oluşturulmuş ve her grup için 12 adet örnek hazırlanmıştır. Tam seramik kuronlar IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), ve IPS Empress Esthetic (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtensein) ile hazırlanmıştır. Bu malzemeler kullanılarak 12 adet press yöntemiyle ve 60 adet kazıma yöntemiyle olmak üzere toplam 72 adet tam seramik kuron yapılmıştır. Geleneksel ölçüler A tipi silikon Elite HD+ (Zhermack SpA, İtalya) ve dijital iş akışında kullanılmak üzere geliştirilmiş A tipi silikon ölçü malzemesi Hydrorise Implant (Zhermack SpA, İtalya) kullanılarak alınmıştır. Dijital ölçüler Cerec PrimeScan (Sirona GmbH, Almanya) ağız içi dijital tarayıcı ve Cerec InEos X5 (Sirona GmbH, Almanya) model tarayıcı kullanılarak alınmıştır. Sprey uygulaması Cerec Optispray (Sirona GmbH, Almanya) ile yapılmıştır. Alçı modeller Tip4 geliştirilmiş sert alçı Elite Rock Dental Stone (Zhermack SpA, İtalya) ve dijital iş akışı için üretilen ve sprej uygulaması gerektirmeyen tip4geliştirilmiş sert alçı Elite Master (Zhermack SpA, Almanya) kullanılarak elde edilmiştir. Kazıyıcı ünite olarak Cerec MCXL (Sirona GmbH, Almanya) kullanılmıştır.

Çizelge 1 Çalışmada Kullanılan Malzemeler ve Firma Bilgileri

Ürün Adı	Üretici Firma
Elite HD+ A tipi silikon	Zhermack SpA, İtalya
Hydrorise Implant A tipi silikon	Zhermack SpA, İtalya
Elite Rock Dental Stone	Zhermack SpA, İtalya
Elite Master Dental Stone	Zhermack SpA, İtalya
Cerec Optispray	Sirona GmbH, Bensheim, Almanya
IPS Empress CAD A3 Blok	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtensein Sirona GmbH, Bensheim, Almanya n
IPS Empress Esthetic İngot	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtensein
Labor Die Spacer	Scheftner GmbH, Mainz, Almanya

## Çizelge 2 Çalışmada Kullanılan Cihazlar ve Firma Bilgileri

Cihaz adı	Üretici firma
PrimeScan Intraoral Scanner	Sirona GmbH, Bensheim, Almanya
MCXL Kazıyıcı Ünite	Sirona GmbH, Bensheim, Almanya
InEos X5 Scanner	Sirona GmbH, Bensheim, Almanya
Programat EP3010 Press Fırını	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtensein
Motic SMZ 168 Stereomikroskop	Motic Medical, Çin

### A. Grupların Belirlenmesi

Çalışmamızda konvansiyonel iş akışı, dijital iş akışı ve her iki yönteminde beraber kullanıldığı hibrit iş akışlarının değerlendirildiği 6 grup oluşturulmuştur.

Kontrol grubu için; geleneksel ölçü, alçı model elde elde edilmesi, mum modelaj ve press yöntemiyle tam seramik kuronların elde edilmesi basamakları takip edilmiştir.

Tam dijital grup için; dijital tarayıcı ile ölçü alınması, sanal model üzerinden tasarım ve seramik bloklardan kazıyıcı ünite ile tam seramik kuronların elde edilmesi basamakları takip edilmiştir.

Spreyli ölçüden tarama grubu için; geleneksel ölçü, ölçüye sprey uygulama, ölçüden model tarayıcı ile tarama, sanal model üzerinden tasarım ve kazıyıcı ünite ile seramik bloklardan tam seramik kuronların elde edilmesi basamakları takip edilmiştir.

Ölçüden tarama grubu için; dijital iş akışları için özel olarak geliştirilmiş ölçü malzemesi ile geleneksel ölçü, model tarayıcı ile ölçüden tarama, sanal model üzerinden tasarım ve kazıyıcı ünite ile tam seramik bloklardan tam seramik restorasyonların elde edilmesi basamakları takip edilmiştir.

Spreyli model tarama grubu için; geleneksel ölçü, alçı model elde edilmesi, model tarayıcı ile modelden tarama, sanal model üzerinde tasarım ve kazıyıcı ünite ile tam seramik bloklardan tam seramik restorasyonların elde edilmesi basamakları takip edilmiştir.

Model tarama grubu için; geleneksel ölçü, dijital iş akışları için özel olarak geliştirilmiş alçı ile model oluşturulması, model tarayıcı vasıtasıyla modelden tarama, sanal model üzerinde tasarım ve kazıyıcı ünite ile tam seramik bloklardan tam seramik restorasyonların üretilmesi basamakları takip edilmiştir.

Bu gruplar için iş akışları şu şekilde planlanmıştır;

1. Grup Kontrol Grubu: tamamen konvansiyonel iş akışı ile tam seramik kuronlar üretilmiştir.
2. Grup Tam Dijital Grup: tamamen dijital iş akışı ile tam seramik kuronlar üretilmiştir
3. Grup Spreyli Ölçüden Tarama: hibrit iş akışı ile tam seramik kuronlar üretilmiştir.
4. Grup Ölçüden Tarama: hibrit iş akışı ile tam seramik kuronlar üretilmiştir.
5. Grup Spreyli Model Tarama: hibrit iş akışı ile tam seramik kuronlar üretilmiştir.
6. Grup Model Tarama: hibrit iş akışı ile tam seramik kuronlar üretilmiştir.

Çizelge 3 Çalışma Gruplarının İş Akış Basamakları

Kontrol	Tam Dijital	Ölçüden Tarama	Spreyli Ölçüden Tarama	Model Tarama	Spreyli Model Tarama
<b>Geleneksel ölçü</b>	Dijital ölçü	Geleneksel ölçü	Geleneksel ölçü	Geleneksel ölçü	Geleneksel ölçü
<b>Alçı Model</b>	Dijital model	Ölçü tarama	Sprey uygulama	Alçı model	Alçı model
<b>Mum modelaj</b>	Milling seramik	Dijital model	Ölçü tarama	Model tarama	Sprey uygulama
<b>Press seramik</b>		Milling seramik	Dijital model	Dijital model	Model tarama
			Milling seramik	Milling seramik	Milling seramik

## B. Örneklerin Hazırlanması

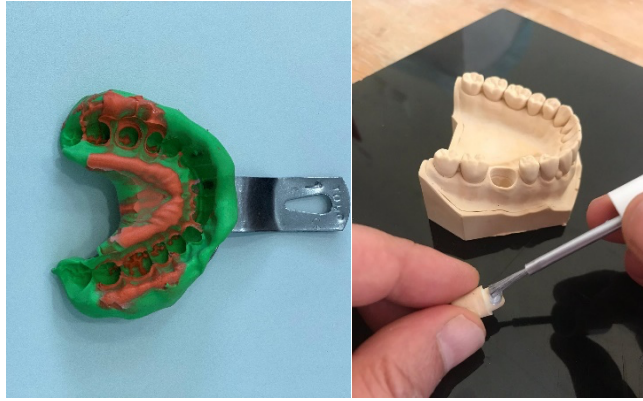
Çalışmamızda fantom çalışma modeli (ANA4, Frasco GmbH, Tettnang, Almanya) kullanılmıştır. Bu model üzerinde mandibuler birinci molar fantom diş tam seramik kuron yapımı için uygun formda prepare edilmiştir. Standardizasyonun sağlanabilmesi amacıyla tüm ölçüler ve taramalar bu diş üzerinden gerçekleştirilmiştir.



Şekil 17 Prepare edilen diş ve fantom model

## 1. Kontrol Grubunun Hazırlanması

Preperasyonunu yaptığımız mandibuler 1. molar dişin bulunduğu fantom modelden metal kaşıklar ile Atipi silikon Elite HD+ ( Zchermack SpA, İtalya) kullanılarak 12 ayrı ölçü alınmıştır. Alınan ölçülerden Tip4 geliştirilmiş sert alçı Elite Rock Dental Stone ( Zchermack SpA, İtalya) ile alçı modeller elde edilmiştir. Elde edilen alçı modeller üzerinden güdüklü çalışılmıştır. Güdükler üzerine dijital tasarlanan kuronlarla aynı siman aralığı oluşturabilmek için şeffaf ve gümüş grisi Die Spacer ( S&S Scheftner GmbH, Almanya) uygulanmıştır. Her uygulama sonrası die spacerin tamamen kuruması için üretici tavsiyesine göre 1 dakika beklenmiştir. Mum modelajlar teknisyen tarafından yapıldıktan sonra IPS Empress Esthetic Speed (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) malzemesi ile revetmana alınmıştır. Restorasyonlar lösitle güçlendirilmiş seramik IPS Emax Esthetic (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtensein) ingotlardan, press firmı Programat EP 3010 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtensein) kullanılarak üretilmiştir Restorasyonların üretimi Ivoclar firmasının tavsiye ettiği uygulama esaslarına hakim tecrübeli bir teknisyen tarafından yapılmıştır.



a)

b)

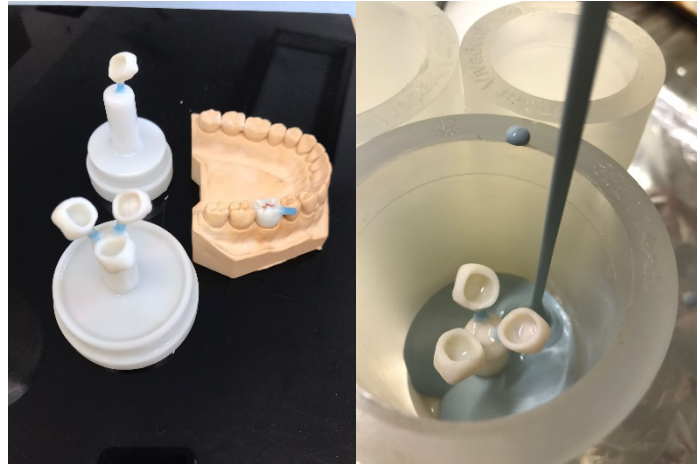


c)

d)

e)





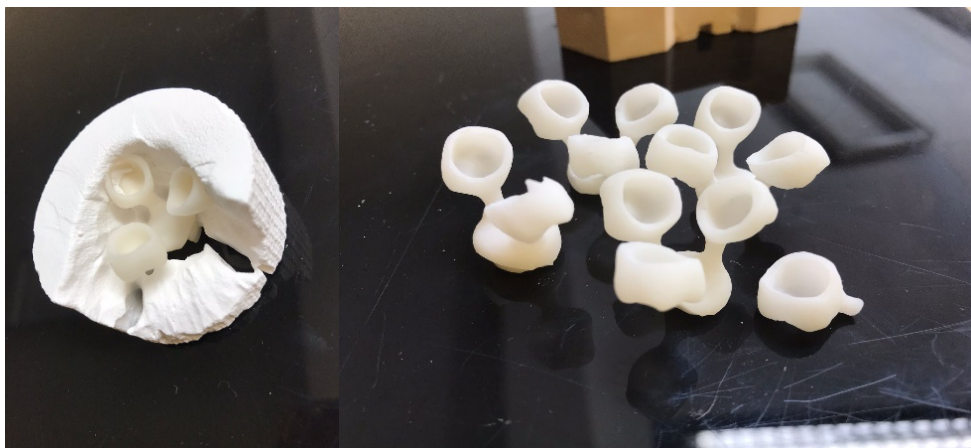
f)

g)



h)

i)



i)

j)

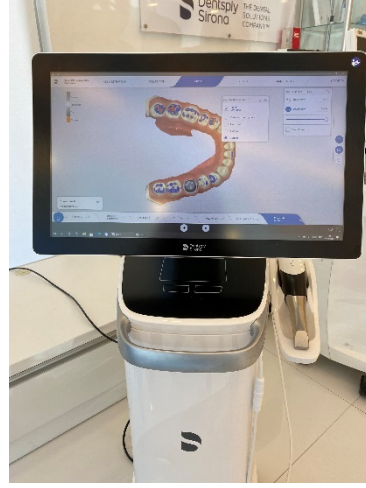


k)

Şekil 18 a) A Tipi Silikon ile Alınan Ölçü b) Alçı Model ve Spacer Uygulaması Die c) Die Spacer Uygulanan Model d) Kullanılan Revetman Tozu e) Kullanılan Revetman Likiti f) Modelaj ve Tijlerin Hazırlanması g) Modelajların Revetmana Alınması h)Mumun Eritilmesi ı) Manşetlerin Press Fırınına Alınması i)Revetmandan İçerisindeki Kuronlar j)Revetmandan Çıkan Kuronlar k) Kuronun Model Üzerindeki Görüntüsü

## 2. Dijital Grubun Hazırlanması

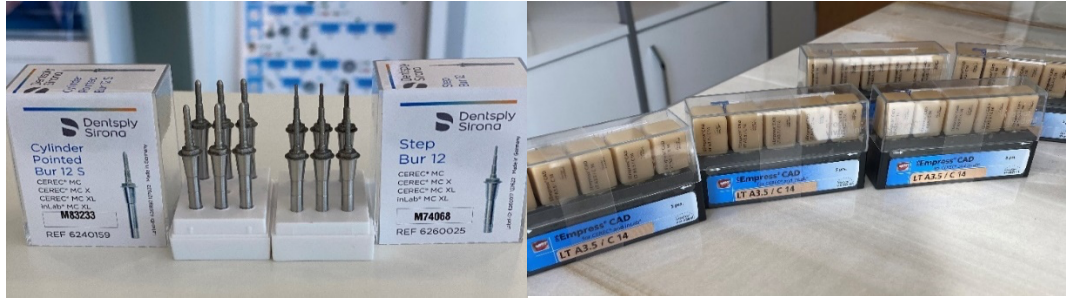
Prepare edilmiş mandibuler birinci molar dişin bulunduğu ANA4 Fantom modelden (Frasaco GmbH, Almanya) Cerec PrimeScan (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) ağız içi tarayıcı kullanılarak dijital ölçü alınmıştır. Cerec SW 5.1.3 yazılımı kullanılarak dijital modeller elde edilmiştir. Oluşturulan bu modeller üzerinden marjin hattı belirlenmiş, kapanış da dikkate alınarak kuron tasarımı yapılmıştır. Sanal olarak tasarlanan bu restorasyonlar kazıma tipi lösitle güçlendirilmiş seramik bloklar IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtensein) ile Cerec MCXL (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) kazıyıcı ünite ile üretilmiştir. Her örnek için dijital ölçü ve tasarım yapıldıktan sonra üretim basamağına geçilmiştir. Kazıyıcı ünitenin frezleri altı kazıma sonrası değiştirilerek yeni frezlerle çalışılmış ve frezlerin deformasyonuna bağlı üretim hassasiyetinde oluşabilecek değişikliklerin önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Bu yöntemle 12 adet restorasyon üretilmiştir.



a)

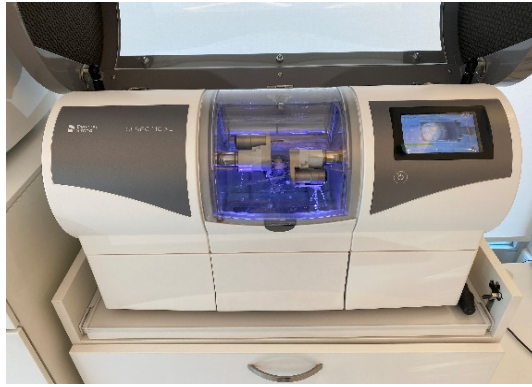


b)



c)

d)



e)



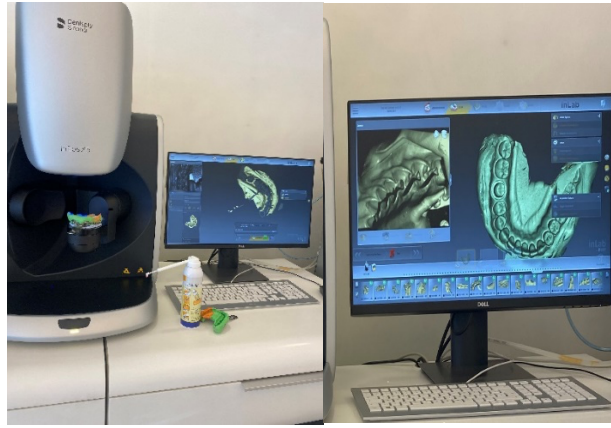
f)

Şekil 19 a) Primescan Tarama ile Elde Edilen Dijital Model b) Dijital Olarak Tasarlanan Kuron c) Kazıma İşlemi İçin Kullanılan Frezler d) Kullanılan CAD/CAM Bloklar e) MCXL Kazıcıyla Kuron Üretimi f) Tamamen Dijital İş Akışıyla Üretilen Kuronlar

### 3. Spreyli Ölçüden Tarama Grubunun Hazırlanması

Bu gruptaki örnekleri elde etmek için prepare edilmiş birinci mandibuler dişin bulunduğu ANA4 fantom modelden (Frasaco GmbH, Almanya), metal kaşıklar ve A tipi silikon esaslı ölçü malzemesi Elite HD+ (Zchermack SpA, İtalya) kullanılarak geleneksel ölçü alınmıştır. Ölçünün taranabilmesi için model tarayıcıya yerleştirmeden

önce opaklaştırıcı materyal olarak Cerec Optispray (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) uygulanmıştır. Opaklaştırıcı materyal uygulanan ölçü model tarayıcı Cerec Ineos X5 (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) taşıyıcı tablasına yerleştirilerek taranmıştır. Elde edilen dotalar ile Cerec inLAB 19.0 yazılımında sanal model elde edilmiştir. Bu model üzerinden marjinal hat belirlenmiş ve kuron tasarımı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu sanal tasarım kazıma tipi lösitle güçlendirilmiş seramik bloklar IPS Empress CAD ( Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenshein) malzemesinden Cerec MCXL (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) kazıyıcı ünite ile üretilmiştir. Bu üretim basamakları her bir örnek için; geleneksel ölçü, sprey uygulanması, ölçünün taranması, sanal model oluşturulması, sanal tasarım yapılması ve kazıyıcı üniteye bu dotaların aktarılması sıralamasıyla tekrarlanmıştır. Bu grubu oluştururken kazıyıcı ünite de kullanılan frezler ile altı adet kazıma yapılmıştır. Frez deformasyonuna bağlı oluşabilecek değişikliklerin etkisini minimuma indirmek amaçlanmıştır. Bu yöntemle 12 adet restorasyon üretilmiştir.



a)

b)



c)

d)

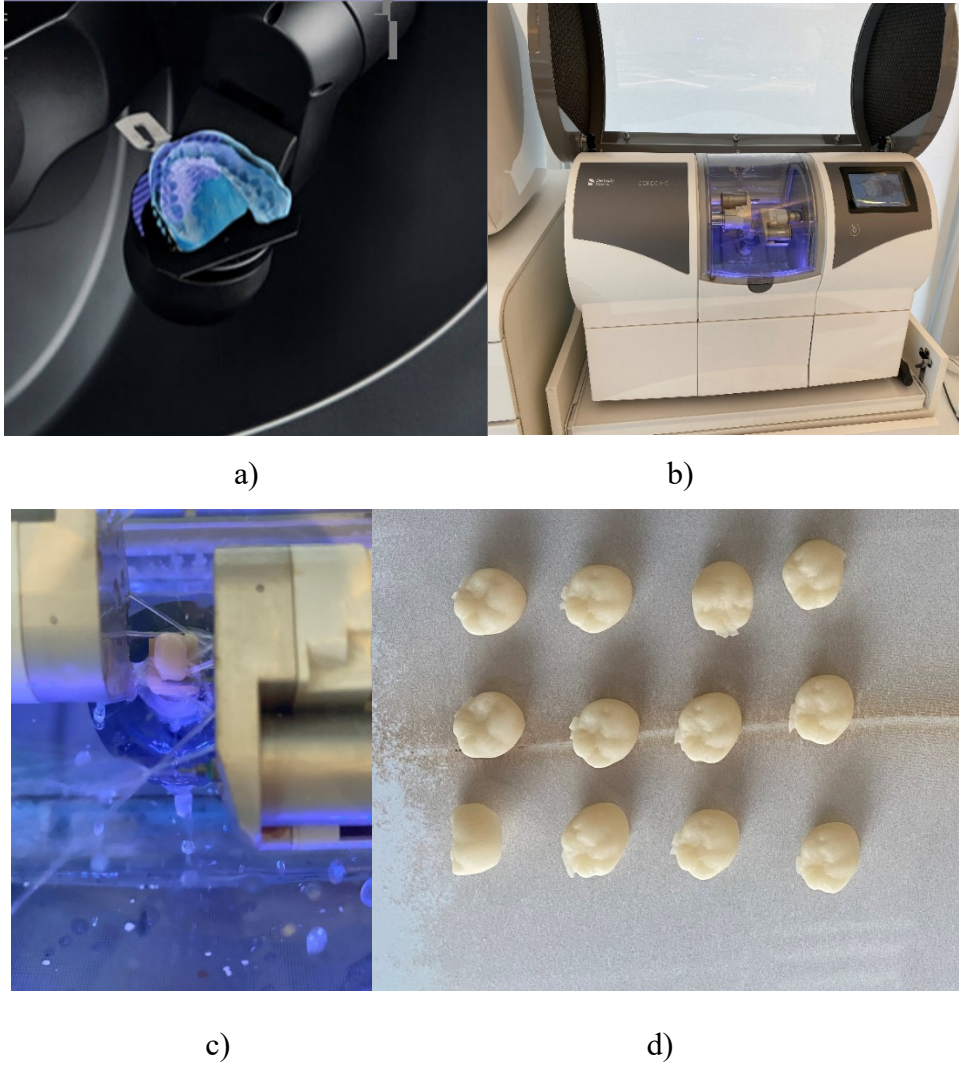
Şekil 20 a) InEosX5 te Spreyli Ölçü Tarama b) Digital Model Elde Edilmesi

c) Tasarımın Kazınması d) Spreyli Ölçü Grubunda Üretilen Kuronlar

#### 4. Ölçüden Tarama Grubunun Hazırlanması

Bu gruptaki örnekleri elde etmek için prepare edilmiş birinci mandibuler dişin bulunduğu ANA4 fantom modelden (Frasaco GmbH, Almanya), metal kaşıklar ve dijital iş akışları için özel olarak üretilmiş A tipi silikon esaslı ölçü malzemesi Hydrorise Implant (Zchermack SpA, İtalya) kullanılarak geleneksel ölçü alınmıştır.

Alınan ölçü model tarayıcı Cerec Ineos X5 (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) taşıyıcı tablasına yerleştirilerek taranmıştır. Ölçüden elde edilen data ile Cerec inLAB 19.0 yazılımında sanal model elde edilmiştir. Bu model üzerinden marjinal hat belirlenmiş ve kuron tasarımı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu sanal tasarım kazıma tipi lösitle güçlendirilmiş seramik bloklar IPS Empress CAD ( Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenshein) malzemesinden Cerec MCXL (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) kazıyıcı ünite ile üretilmiştir. Üretim basamakları; geleneksel ölçü, ölçünün model tarayıcı ile taranması, sanal model, sanal model üzerinde kuron tasarımı ve bu datanın kazıyıcı üniteye aktarılması olarak her bir restorasyon için tekrarlanmıştır. Bu grubu oluştururken kazıyıcı ünite de kullanılan frezler ile altı adet kazıma yapılmıştır. Frez deformasyonuna bağlı oluşabilecek değişikliklerin etkisini minimuma indirmek amaçlanmıştır. Bu yöntemle 12 adet restorasyon üretilmiştir.

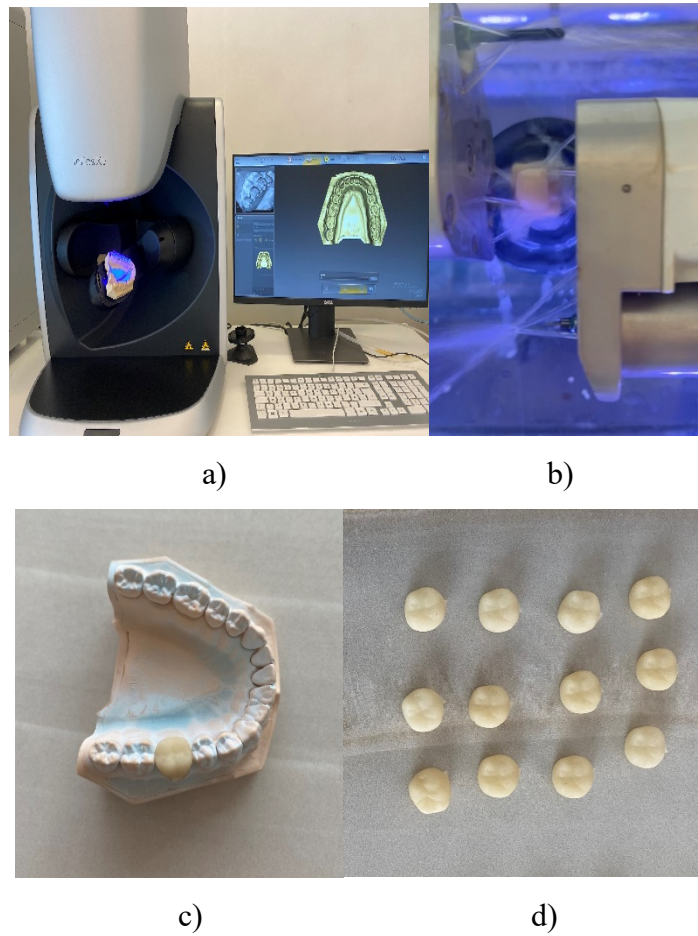


Şekil 21 a) Ölçüden Tarama İşlemi b) Tasarımın MCXL Transferi ve Üretimin Başlaması c) Kuronun Kazınması d) Ölçü Grubundan Elde Edilen Kuronlar

## 5. Spreyli Model Tarama Grubunun Hazırlanması

Bu gruptaki örnekleri elde etmek için prepare edilmiş birinci mandibuler dişin bulunduğu ANA4 fantom modelden (Frasaco GmbH, Almanya), metal kaşıklar ve A tipi silikon esaslı ölçü malzemesi Elite HD+ (Zchermack SpA, İtalya) kullanılarak geleneksel ölçü alınmıştır. Bu ölçüden Tip 4 geliştirilmiş sert alçı Elite Rock Dental Stone (Zchermack SpA, İtalya) ile çalışma modeli üretilmiştir. Modelin taranabilmesi amacıyla model tarayıcıya yerleştirmeden önce opaklaştırıcı materyal olarak Cerec Optispray (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) uygulanmıştır. Opaklaştırıcı materyal uygulanan model, model tarayıcı Cerec Ineos X5 (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) taşıyıcı tablasına yerleştirilerek taranmıştır. Elde edilen veriler ile Cerec inLAB 19.0 yazılımında sanal model elde edilmiştir. Bu model üzerinden marjinal hat belirlenmiş ve kuron tasarımı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu sanal tasarım kazıma tipi lösitle

güçlendirilmiş seramik bloklar IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenshein) malzemesinden Cerec MCXL (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) kazıyıcı ünite ile üretilmiştir. Bu üretim basamakları her bir örnek için; geleneksel ölçü, model elde edilmesi, sprey uygulanması, modelin taranması, sanal model oluşturulması, sanal tasarım yapılması ve kazıyıcı üniteye bu dataların aktarılması sıralamasıyla tekrarlanmıştır. Bu grubu oluştururken kazıyıcı üniteye kullanılan frezler ile altı adet kazıma yapılmıştır ve bununla frez deformasyonuna bağlı oluşabilecek değişikliklerin etkisini minimuma indirmek amaçlanmıştır. Bu yöntemle 12 adet restorasyon üretilmiştir.



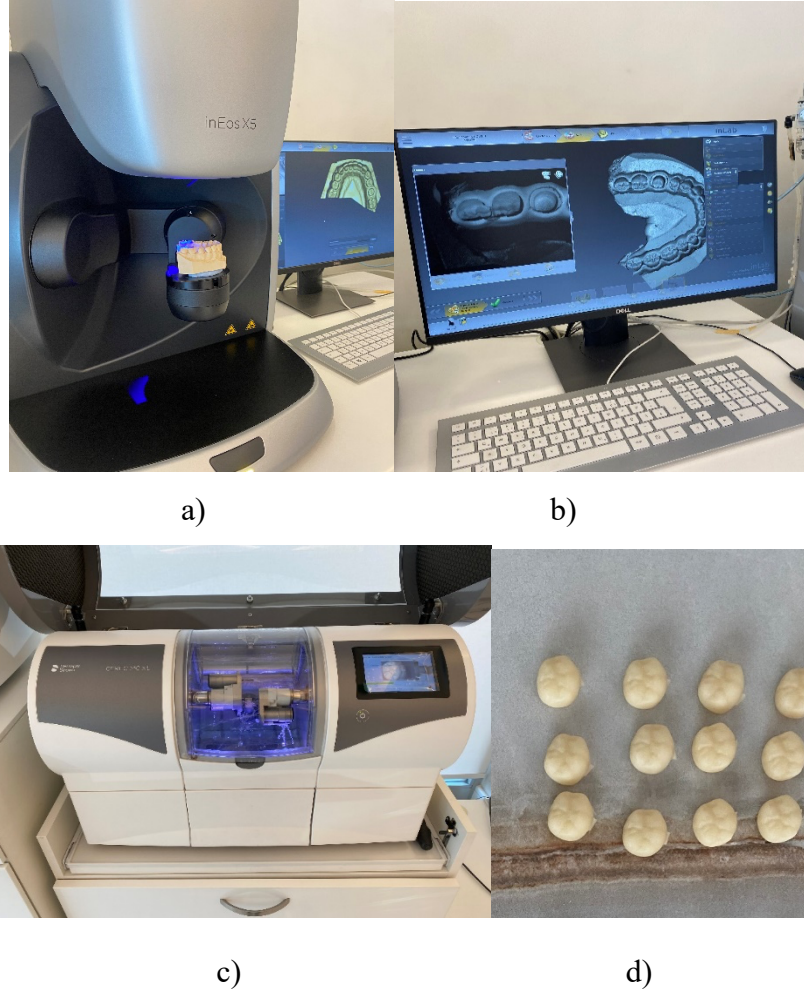
Şekil 22 a) Spreyli Modelin Taranması b) Tasarlanan Kuronun Üretilmesi  
c) Kuronun Modele Uyumunun Değerlendirilmesi d) Spreyli Model Taranmasıyla  
Üretilen Kuronlar

## 6. Model Tarama Grubunun Hazırlanması

Bu gruptaki örnekleri elde etmek için prepare edilmiş birinci mandibuler dişin bulunduğu ANA4 fantom modelden (Frasaco GmbH, Almanya), metal kaşıklar ve A tipi silikon esaslı ölçü malzemesi Elite HD+ (Zchermack SpA, İtalya) kullanılarak

geleneksel ölçü alınmıştır. Bu ölçüden dijital iş akışına özel olarak üretilmiş Tip 4 geliştirilmiş sert alçı Elite Master Dental Stone (Zchermack SpA, İtalya) ile çalışma modeli üretilmiştir. Modelin elde edildiği alçı maddesi modelin spreyci uygulanmasına gerek kalmadan model tarayıcı da taranmasına imkan verdiği için oluşturulan çalışma modeli, model tarayıcı Cerec Ineos X5 (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) taşıyıcı tablasına yerleştirilerek taranmıştır. Elde edilen veriler ile Cerec inLAB 19.0 yazılımında sanal model elde edilmiştir. Bu model üzerinden marjinal hat belirlenmiş ve kuron tasarımı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu sanal tasarım kazıma tipi lösitle güçlendirilmiş seramik bloklar IPS Empress CAD ( Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenshein) malzemesinden Cerec MCXL (Sirona GmbH, Bensheim, Almanya) kazıyıcı ünite ile üretilmiştir. Bu üretim basamakları her bir örnek için; geleneksel ölçü, model elde edilmesi, modelin taranması, sanal model oluşturulması, sanal tasarım yapılması ve kazıyıcı üniteye bu dataların aktarılması sıralamasıyla tekrarlanmıştır. Bu grubu oluştururken kazıyıcı üniteye kullanılan frezler ile altı adet kazıma yapılmıştır ve bununla frez deformasyonuna bağlı oluşabilecek değişikliklerin etkisini minimuma indirmek amaçlanmıştır. Bu yöntemle 12 adet restorasyon üretilmiştir.





Şekil 23 a) Modelin Model Tarayıcı ile Taranması b) Kuronun in Lab Yazılımında Tasarlanması c) Tasarlanan Kuronun Üretimi d) Model Tarama Grubunun Üretilen Kuronları

### C. Silikon Replikaların Hazırlanması

Elde edilen örneklerden silikon replikalar oluşturmak amacıyla akıcı, çok akıcı kıvamlı ve koyu kıvamlı A tipi silikon ölçü maddeleri kullanıldı. Hazırlanan örneklerin iç yüzeyine çok akışkan kıvamlı A tipi silikon ölçü malzemesi Elite HD Super Light Body (Zhermack, SpA, İtalya) uygulandı ve model üzerine yerleştirildi. Restorasyonun iç yüzeyine uygulanan çok akıcı kıvamlı ölçü maddesinin sertleşme süresinde okluzal bölgeden parmak basıncı uygulandı. Modelin kapanışı kontrol edilerek ölçü malzemesinin oluşturabileceği hidrostatik basınç nedeniyle kuron restorasyonunun preparasyon üzerine oturmasında bir sorun olup olmadığı tespit edildi. Sertleşmesi tamamlanan çok akıcı kıvamlı A tipi silikon ölçü maddesi restorasyonun iç yüzeyinde kalacak şekilde kuron model üzerinden çıkarıldı. Bu kuron ve içinde çok ince kıvamlı silikon malzeme bulunan yapının iç kısmı ölçüm

aşamasında ayırt edebilmek için farklı renkte akıcı kıvamlı bir A tipi silikon ölçü maddesi Elite HD Light Body (Zhermack SpA, İtalya) ile doldurularak desteklendi. Bu silikon ölçü maddesinin sertleşmesinin ardından oluşturulan replika bir bütün halinde restorasyondan ayrıldı.



a)

b)



c)

d)

Şekil 24 a) Silikon Replikaların Hazırlanması b) Parmak Basıncı ile Modele Yerleştirilmesi c) Silikon Replika Kesiti d) Elde Edilen Kuronlar ve Silikon Replikaları

#### **D. Silikon Replikaların Mikroskop ile Değerlendirilmesi**

Elde edilen silikon replikalardan mesiodistal yönden kesilerek kesit elde edildi. Ve bu kesitin; mezial ve distal tarafındaki marjinal bölgelerden 1adet, mezial ve distal tarafındaki aksiyal duvarlardan 2 adet, mezial ve distal taraftaki aksiyo-okluzal açığı bölgesinden 1 adet ve okluzalden 2 adet olmak üzere toplamda on farklı nokta belirlendi. Ve bu noktalarda en sağlıklı ölçümleri elde edebilmek için her noktanın yakınındaki 2 nokta ile birlikte toplamda 3 noktadan ölçüm yapıldı ve bir noktanın

aralık değerini elde edebilmek için bu 3 noktadan yapılan ölçümün basit ortalaması alındı. Her örnek için toplamda 30 adet ölçüm yapılmıştır.

Çalışmamızda elde edilen silikon replika kesitleri üzerinde ölçümler stereomikroskop Motic SMZ168 serisi (Motic Medical, Çin) ile 50x büyütme altında ve tecrübeli bir teknisyen ile birlikte yapılmıştır.



Şekil 25 İnternal ve Marjinal Aralığın Mikroskop Altında Ölçümü

#### **E. İstatistiksel Analizler**

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans, Oran, Minimum, Maksimum) yanı sıra verilerin dağılımı Shapiro-Wilk Testi ile değerlendirilmiştir. Niceliksel verilerin üç ve üzeri grubun karşılaştırmasında Kruskal-Wallis testi; iki grup karşılaştırmasında Mann-Whitney U Testi kullanıldı. Anlamlılık  $p < 0.01$  ve  $p < 0.05$  düzeylerinde değerlendirildi.



## IV. BULGULAR

### A. Ölçüm Ortalamaları

Mesial marjinal değeri 66,25 ile 131,63 arasında değişmekte olup ortalama  $93,54 \pm 11,92$  bulunmuştur.

Distal marjinal değeri 68,95 ile 129,83 arasında değişmekte olup ortalama  $96,9 \pm 11,91$  bulunmuştur.

Mesial axial-1 değeri 63,14 ile 128,32 arasında değişmekte olup ortalama  $93,58 \pm 13,33$  bulunmuştur.

Mesial axial-2 değeri 71,65 ile 139,17 arasında değişmekte olup ortalama  $96,23 \pm 14,3$  bulunmuştur.

Distal axial-1 değeri 68,14 ile 136,16 arasında değişmekte olup ortalama  $96,48 \pm 14,73$  bulunmuştur.

Distal axial-2 değeri 61,13 ile 141,75 arasında değişmekte olup ortalama  $97,5 \pm 15,95$  bulunmuştur.

Oklüzal-1 değeri 77,97 ile 312,31 arasında değişmekte olup ortalama  $140,4 \pm 47,98$  bulunmuştur.

Oklüzal-2 değeri 80,65 ile 296,23 arasında değişmekte olup ortalama  $140,05 \pm 41,53$  bulunmuştur.

Mesial köşe değeri 86,15 ile 202,07 arasında değişmekte olup ortalama  $140,94 \pm 35,86$  bulunmuştur.

Distal köşe değeri 69,48 ile 210,79 arasında değişmekte olup ortalama  $141,22 \pm 37,59$  bulunmuştur.

Çizelge 4 Ölçüm Ortalamaları

	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>
<i>Mesial Marjinal</i>	93,54±11,92	66,25-131,63 (91,8)
<i>Distal Marjinal</i>	96,9±11,91	68,95-129,83 (97,17)
<i>Mesial Axial-1</i>	93,58±13,33	63,14-128,32 (91,45)
<i>Mesial Axial-2</i>	96,23±14,3	71,65-139,17 (92,72)
<i>Distal Axial-1</i>	96,48±14,73	68,14-136,16 (97,72)
<i>Distal Axial-2</i>	97,5±15,95	61,13-141,75 (97,67)
<i>Oklüzal-1</i>	140,4±47,98	77,97-312,31 (129,15)
<i>Oklüzal-2</i>	140,05±41,53	80,65-296,23 (137,9)
<i>Mesial Köşe</i>	140,94±35,86	86,15-202,07 (142,09)
<i>Distal Köşe</i>	141,22±37,59	69,48-210,79 (143,63)

## B. Gruplara Göre Mesial Marjinal Ölçümlerin Karşılaştırılması

Gruplara göre mesial marjinal değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial marjinal değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial marjinal değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial marjinal değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Çizelge 5 Gruplara Göre Mesial Marjinal Ölçümlerin Karşılaştırılması

		<i>n</i>	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>	<i>P</i>
<i>Mesial Marjinal</i>	<i>Kontrol</i>	12	85,59±10	66,25-98,13 (88,07)	
	<i>Tam dijital</i>	12	88,56±12,75	73,15-117,13 (87,74)	
	<i>Spreyli ölçüden tarama</i>	12	93,7±8,88	80,13-113,65 (92,33)	
	<i>Ölçüden tarama</i>	12	94,18±11,42	78,67-117,12 (91,42)	<b>0,001**</b>
	<i>Spreyli model tarama</i>	12	97,55±11,1	79,84-119,69 (97,21)	
	<i>Model tarama</i>	12	101,65±11,64	88,33-131,63 (100,44)	

### C. Gruplara Göre Distal Marjinal Ölçümlerin Karşılaştırılması

Gruplara göre distal marjinal değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal marjinal değerinin, spreyli ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal marjinal değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal marjinal değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal marjinal değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal marjinal değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal marjinal değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Çizelge 6 Gruplara Göre Distal Marjinal Ölçümlerin Karşılaştırılması

		<i>n</i>	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>	<i>P</i>
<b>Distal Marjinal</b>	<i>Kontrol</i>	12	87±10,73	68,95-101,27 (87,35)	<b>0,001**</b>
	<i>Tam dijital</i>	12	91,1±9,72	79,45-109,78 (90,44)	
	<i>Spreyli ölçüden tarama</i>	12	99,4±10,59	81,65-117,55 (99,92)	
	<i>Ölçüden tarama</i>	12	97,96±10,28	83,75-121,37 (96,47)	
	<i>Spreyli model tarama</i>	12	103,38±10,42	87,65-118,69 (101,15)	
	<i>Model tarama</i>	12	102,54±12,13	90,4-129,83 (98,41)	

### D. Gruplara Göre Mesial Aksiyal-1 Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Gruplara göre mesial axial-1 değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial axial-1 değerinin, spreyli ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial axial-1 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial axial-1 değerinin, spreylili model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial axial-1 değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial axial-1 değerinin, spreylili ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial axial-1 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial axial-1 değerinin, spreylili model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial axial-1 değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Çizelge 7 Gruplara Göre Mesial Aksiyal-1 Ölçümlerin Karşılaştırılması

		<i>n</i>	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>	<i>P</i>
<i>Mesial</i>	<i>Kontrol</i>	12	83,39±9,25	63,14-94,45 (83,68)	
<i>Aksiyal-1</i>	<i>Tam dijital</i>	12	81,71±8,31	70,37-97,16 (81,34)	
	<i>Spreylili ölçüden tarama</i>	12	97,51±12,65	79,33-117,74 (98,87)	
	<i>Ölçüden tarama</i>	12	97,36±14,03	76,72-121,47 (99,49)	<b>0,001**</b>
	<i>Spreylili model tarama</i>	12	97,63±8,57	87,24-113,44 (94,78)	
	<i>Model tarama</i>	12	103,89±11,37	91,23-128,32 (101,32)	

### E. Gruplara Göre Mesial Aksiyal-2 Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Gruplara göre mesial axial-2 değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial axial-2 değerinin, spreylili ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial axial-2 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).



Kontrol grubunun mesial axial-2 değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial axial-2 değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial axial-2 değerinin, spreyli ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial axial-2 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial axial-2 değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial axial-2 değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Çizelge 8 Gruplara Göre Mesial Aksiyal-2 Ölçümlerin Karşılaştırılması

		<i>n</i>	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>	<i>P</i>
<i>Mesial</i>	<i>Kontrol</i>	12	82,52±5,25	74,46-90,71 (81,91)	
<i>Axial-2</i>	<i>Tam dijital</i>	12	84,45±6,19	74,23-93,76 (86,12)	
	<i>Spreyli ölçüden tarama</i>	12	100,78±16,52	71,65-126,65 (98,2)	
	<i>Ölçüden tarama</i>	12	102,65±16,04	81,32-139,17 (98,71)	<b>0,001**</b>
	<i>Spreyli model tarama</i>	12	101,42±8,92	87,64-119,13 (100)	
	<i>Model tarama</i>	12	105,57±9,84	90,24-125,71 (105,89)	

#### F. Gruplara Göre Distal Aksiyal-1 Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Gruplara göre distal axial-1 değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal axial-1 değerinin, spreyli ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal axial-1 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal axial-1 değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal axial-1 değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal axial-1 değerinin, spreylı ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal axial-1 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal axial-1 değerinin, spreylı model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal axial-1 değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Çizelge 9 Gruplara Göre Distal Aksiyal-1 lmlerin Karşılaştırılması

		<i>n</i>	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>	<i>P</i>
<i>Distal</i>	<i>Kontrol</i>	12	79,76±8,35	68,14-98,64 (79,37)	
<i>Axial-1</i>	<i>Tam dijital</i>	12	87,41±9,75	72,27-103,23 (85,48)	
	<i>Spreylı ölçüden tarama</i>	12	100,8±13,56	78,2-126,38 (102,25)	
	<i>lden tarama</i>	12	102,22±13,46	79,92-133,54 (100,71)	<b>0,001**</b>
	<i>Spreylı model tarama</i>	12	104,1±9,67	93,46-128,26 (100,18)	
	<i>Model tarama</i>	12	104,57±13,82	83,19-136,16 (100,16)	

### G. Gruplara Göre Distal Aksiyal-2 lmlerinin Karşılaştırılması

Gruplara göre distal axial-2 değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p=0,001<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal axial-2 değerinin, spreylı ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal axial-2 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal axial-2 değerinin, spreylı model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal axial-2 değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal axial-2 değerinin, spreylı ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal axial-2 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal axial-2 değerinin, spreylili model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal axial-2 değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Çizelge 10 Gruplara Göre Distal Aksiyal-2 Ölçümlerin Karşılaştırılması

		<i>n</i>	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>	<i>P</i>
<i>Distal</i>	<i>Kontrol</i>	12	81,27±10,05	61,13-97,28 (81,81)	
<i>Axial-2</i>	<i>Tam dijital</i>	12	84,36±8,46	73,28-102,39 (83,31)	
	<i>Spreylili ölçüden tarama</i>	12	103,33±18,91	83,31-141,75 (97,29)	
	<i>Ölçüden tarama</i>	12	104,59±14,48	83,25-140,21 (100,68)	<i>0,001**</i>
	<i>Spreylili model tarama</i>	12	107,97±8,99	99,13-127,93 (105,99)	
	<i>Model tarama</i>	12	103,48±9,75	88,03-120,62 (102,37)	

#### H. Gruplara Göre Oklüzal-1 Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Gruplara göre oklüzal-1 değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun oklüzal-1 değerinin, spreylili ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun oklüzal-1 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun oklüzal-1 değerinin, spreylili model tarama grubuna göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun oklüzal-1 değerinin, spreylili ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun oklüzal-1 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun oklüzal-1 değerinin, spreylili model tarama grubuna göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Çizelge 11 Gruplara Göre Distal Oklüzal-1 Ölçümlerin Karşılaştırılması

		<i>n</i>	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>	<i>P</i>
<b>Oklüzal-1</b>	<i>Kontrol</i>	12	92,72±6,77	77,97-100,43 (95,4)	
	<i>Tam dijital</i>	12	96,27±7,46	81,41-107,13 (98,19)	
	<i>Spreyli ölçüden tarama</i>	12	149,03±28,66	101,32-197,13 (147,79)	
	<i>Ölçüden tarama</i>	12	177,3±57,31	99,76-312,31 (181,03)	<b>0,001**</b>
	<i>Spreyli model tarama</i>	12	163,5±31,66	119,75-201,26 (172,26)	
	<i>Model tarama</i>	12	169,7±46,2	116,84-204,13 (173,15)	

### I. Gruplara Göre Oklüzal-2 Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Gruplara göre oklüzal-2 değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun oklüzal-2 değerinin, spreyli ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun oklüzal-2 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun oklüzal-2 değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun oklüzal-2 değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun oklüzal-2 değerinin, spreyli ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun oklüzal-2 değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun oklüzal-2 değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun oklüzal-2 değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Çizelge 12 Gruplara Göre Distal Oklüzal-2 Ölçümlerin Karşılaştırılması

		<i>n</i>	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>	<i>P</i>
<b>Oklüzal-2</b>	<i>Kontrol</i>	12	95,97±9,91	80,65-116,75 (97,51)	
	<i>Tam dijital</i>	12	100,02±7,34	84,49-108,97 (100,35)	
	<i>Spreyli ölçüden tarama</i>	12	155,11±28,4	100,97-207,03 (155,13)	
	<i>Ölçüden tarama</i>	12	174,93±52,64	105,7-296,23 (180,51)	<b>0,001**</b>
	<i>Spreyli model tarama</i>	12	163,58±48,09	112,25-276,46 (143,56)	
	<i>Model tarama</i>	12	158,29±27,79	119,84-210,83 (152,5)	

#### J. Gruplara Göre Mesial Köşe Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Gruplara göre mesial köşe değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial köşe değerinin, spreyli ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial köşe değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial köşe değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun mesial köşe değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial köşe değerinin, spreyli ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial köşe değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial köşe değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun mesial köşe değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Çizelge 13 Gruplara Göre Mesial Köşe Ölçümlerin Karşılaştırılması

		<i>n</i>	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>	<i>P</i>
<b>Mesial</b>	<i>Kontrol</i>	12	99,01±5,96	86,15-108,98 (99,22)	
<b>Köşe</b>	<i>Tam dijital</i>	12	102,59±6,23	89,63-113,36 (102,47)	
	<i>Spreyli ölçüden tarama</i>	12	164,64±27,51	117,65-202,07 (160,37)	
	<i>Ölçüden tarama</i>	12	156,24±31,04	116,34-201,47 (150,61)	<b>0,001**</b>
	<i>Spreyli model tarama</i>	12	155,95±23,49	105,67-197,19 (160,43)	
	<i>Model tarama</i>	12	169,31±24,24	125,35-201,25 (165,11)	

### K. Gruplara Göre Distal Köşe Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Gruplara göre distal köşe değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal köşe değerinin, spreyli ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal köşe değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal köşe değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Kontrol grubunun distal köşe değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal köşe değerinin, spreyli ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal köşe değerinin, ölçüden tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal köşe değerinin, spreyli model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Tam dijital grubunun distal köşe değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Spreyli model tarama grubunun distal köşe değerinin, model tarama olanlara göre düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ).

Çizelge 14 Gruplara Göre Distal Köşe Ölçümlerin Karşılaştırılması

		<i>n</i>	<i>Ort±Ss</i>	<i>Min-Max (Median)</i>	<i>P</i>
<b>Distal Köşe</b>	<i>Kontrol</i>	12	97,41±11,29	69,48-109,75 (98,8)	
	<i>Tam dijital</i>	12	106,22±10,42	87,16-119,45 (104,05)	
	<i>Spreyli ölçüden tarama</i>	12	166,91±20,39	129,65-198,87 (166,71)	
	<i>Ölçüden tarama</i>	12	158,07±24,06	127,63-199,11 (159,19)	<b>0,001**</b>
	<i>Spreyli model tarama</i>	12	153,88±21,57	113,73-195,37 (157,07)	
	<i>Model tarama</i>	12	177,49±21,25	152,47-210,79 (176,36)	





## V. TARTIŞMA

Tam seramik restorasyonlarla estetik, fonksiyon ve biyolojik uyumu tesis ederek kaybolan diş dokusunu yeniden kazandırmak ve bununla berebar ağız içerisinde uzun dönem kullanım amaçlanmaktadır. Bu amaca ulaşırken marjinal ve internal uyum önemli bir faktördür. Bir protetik restorasyonun marjinal ve internal uyumu; dişin preperasyonu, ölçü tekniği, ölçü materyali, restorasyon üretim metodu, restoratif malzemenin türü gibi faktörlerden dijital akışta da bunlara ek olarak tarayıcının hassasiyeti, kullanılan yazılımın güncelliği, freze cihazın hassasiyeti gibi faktörlerden etkilenmektedir. Özellikle tam seramik restorasyonların marjinalindeki uyumsuzluklar ağız sıvılarının diş ile kuron ara yüzeyine sürekli geçişine sebep olmaktadır, mikro sızıntı olarak adlandırılan bu durum da simanın çözülmesine, mikroorganizmaların tutulmasına, sekonder çürük oluşumuna, pulpa iltihabı, pulpa nekrozu, bölgedeki enfeksiyona bağlı olarak kemik yıkımına neden olabilmektedir (Gladys et al., 2001). Protetik restorasyonun marjinal bölgedeki uyumu kadar internal bölgedeki uyumu da restorasyonun başarısı için önemlidir. İnternal aralığın uyumlu olması protezin dayanıklılığını ve retansiyonunu sağlar ve restorasyonun her bölgede eşit kalınlıkta olmasına imkan sağlar.

İnternal ve marjinal uyumun tespit edilmesinde in-vivo ve in-vitro olarak çok sayıda çalışma mevcuttur. In-vivo çalışmalarda tükürük, sulkus kanaması, hasta uyumu gibi çevresel faktörler ve görme ve erişebilme zorluğu gibi durumlar çalışma planlamasında ve ölçümde zorluklara neden olabilmektedir. Çalışmada çevresel faktörlerin etkisini en aza indirmek ve uygun koşullarda ölçüm yapabilmek ve kliniğe kılavuz olabilecek veriler elde edebilmek amacıyla in vitro çalışmalar tasarlanmaktadır (Boening et al., 2000; Gassino et al., 2004; Gemalmaz et al., 2001; Syrek et al., 2010). Bu nedenleri göz önünde bulundurarak bu çalışma in-vitro koşullarda yapılmıştır.

In-vitro olarak yaptığımız bu tez çalışmasında protetik restorasyonun başarısını etkileyen marjinal ve internal uyum; geleneksel iş akışı, tam dijital iş akışı ve geleneksel ve dijital iş akışının beraber yürüdüğü hibrit iş akışı ile restorasyonlar üreterek bu restorasyonlar üzerinden değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızın elde edilen sonuçlarına göre; internal ve marjinal uyum için ölçülen değerler bölgelere göre farklılık göstermekle birlikte gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunduğu için sıfır hipotezimiz reddedilmiştir.

Marjinal ve internal aralık değeri için literatürde tam bir fikir birliği bulunmamaktadır. Amerikan diş hekimleri birliği (ADA) 8 nolu tanımlamasında siman aralığının en fazla 40 um olması gerektiğini açıklamıştır (American Dental Association, 1971). Ancak literatürde klinik olarak bu değerlere ulaşmak çok mümkün değildir. Mclean ve arkadaşlarının 1971 de yayınladığı çalışmada 1000 sabit restorasyonun 5 yıllık dönemde siman aralığını incelemişler ve 80um nin altında siman aralığının klinik şartlarda tesbitinin zor olduğunu ve 120 um ye kadar olan marjinal aralığın kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir (McLean, 1971).

Sanchez ve arkadaşlarının 2023 de yapmış olduğu in-vivo çalışmada molar dişlere yapılan tam seramik kuronlar üzerinden marjinal ve internal uyum değerlendirilmiştir. Çalışmada molar bölgede 22 tek kuron uygulaması yapılmıştır. Diş preperasyonu standardize edilmiş protokole bağlı olarak aynı dişhekimisi tarafından yapılmıştır. Preperasyon sonrası dört grup oluşturulmuş; ilk gruptan geleneksel ölçü ve preslenebilir lityum disilikat malzemedden tam kuronlar elde edilmiştir, diğer gruplar için üç farklı ağız içi tarayıcı ile dijital ölçüler alınmıştır ve bu ölçülerden kazıma yöntemiyle lityum disilikat malzemedden tam kuronlar elde edilmiştir Üretilen kuronlar üzerinden internal ve marjinal aralık ölçümleri yapılmıştır. Marjinal aralık değeri tüm gruplar için 100um den daha düşük elde edilirken, internal aralık değerleri tüm gruplar için 120 um den daha büyük elde edilmiştir. Geleneksel ölçü ve press seramik ile üretilen grubun internal aralık değerleri diğer gruplara göre düşük bulunmuştur (Sanchez et al., 2023).

Patel ve arkadaşlarının 2022 de yapmış olduğu derleme çalışmasında 2014 ve 2021 yılları arasında yayınlanan 17 çalışma incelenmiş ve bu çalışmalarda; en küçük marjinal aralık değeri 26,8um en büyük marjinal açıklık değeri 207,8 um olarak, internal aralık değeri ise en küçük 80um en büyük internal aralık değeri ise 285,2 um olarak rapor edilmiştir (Patel et al., 2022). Björn ve arkadaşları klinik olarak kabul edilebilir marjinal aralık değerinin 200um olabileceğini belirtmişlerdir (Björn et al., 1970).

Rizonaki ve arkadaşlarının 2022 yılında yapmış oldukları in-vitro çalışmada üç farklı basamak dizaynı ile preperasyon yapılarak örnek sayısı 10 olan 3 grup oluşturulmuştur ve her grup için aynı ağız içi tarayıcı ile dijital ölçü alınarak CAD-CAM ile lityum disilikat bloklardan tam seramik kuronlar üretilmiştir. Üretilen kuronların marjinal ve internal uyumları mikro CT yöntemiyle değerlendirilmiştir. Tüm gruplar için marjinal aralık değerleri 120um den küçük olarak ölçülmüştür. İnternal aralık değerleri ise sadece bir grup için 120um den düşük ölçülmüş olup diğer iki grupta 120 um den büyük internal aralık değerleri elde edilmiş ancak aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Dolev ve arkadaşlarının 2019 yılında yayınlanan çalışmalarında; dijital iş akışıyla ve milledme yöntemi ile üretilen lityum disilikat kuronlar ile geleneksel iş akışıyla ve press yöntemiyle üretilen lityum disilikat kuronların marjinal uyumları değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen kuronlar simante edildikten sonra kesit elde edilmiş ve ışık mikroskobu altında ölçümler yapılmıştır. CAD-CAM ile üretilen kuronlar için ortalama marjinal aralık değeri 115um, press yöntemi ile üretilen kuronlar için marjinal aralık değeri 130um olarak bulunmuştur. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Dolev et al., 2019)

Nawafleh ve arkadaşlarının 2013 yılında yapmış oldukları derlemede güncel seramik sistemleri için marjinal ve internal aralık değerlerini 7,5um ile 206,3um arasında geniş bir aralıkta belirtmişlerdir (Nawafleh et al., 2013). Bu geniş aralıkta tespitlerin nedeni uygulanan test türüne, uyum belirleme metodlarının farklılıklarına, seramik malzemenin türüne, ölçüm noktalarının belirlenmesine dayandırılabilir.

Koçak yapmış olduğu tez çalışmasında; silikon replika tekniği ile ışık mikroskobu kullanarak internal aralık ölçümü yapmış ve molar dişlerde internal aralığı  $142.70 \pm 47.81$ um olarak tespit etmiştir (Koçak A., 2006).

Boening ve arkadaşları 2000 yılında yapmış oldukları çalışmada tam seramik kuronların kenar uyumlarını değerlendirmiş ve kabul edilebilir klinik değerlerin 90um ile 145um arasında olması gerektiğini belirtmişlerdir (Boening et al., 2000).

Bu in vitro çalışmada da bulunan ortalama marjinal ve internal aralık değerleri yapılan çalışmalarla uyum göstermiştir. Bizim çalışmamızda da ortalama marjinal aralık değerleri 96 um olup klinik olarak kabul edilebilir değerdedir. İnternal uyum değerleri bölgelere göre farklılık göstermekle birlikte okluzalde ölçülen değer ve

mezial ve distal açılanma bölgesinde ölçülen değerler tüm grupların ortalamalarına bakıldığında 140 umdir, literatürdeki çalışmalarla paralel olarak 120 um üzerinde değerler ölçülmüştür.

Tam seramik kuronların metal destekli kuronlara göre daha kırılğan olmaları internal uyumun önemini arttırmaktadır. Kuron dış arasında mümkün olduğunca eşit kalınlıkta bir siman aralığı bulunması protezin retansiyon ve rezistansı için önemlidir. Tuntiprawon ve arkadaşlarının yayınladığı çalışmada tam seramik kuronların baskı dayanımları için en iyi siman aralığı mesafesinin 73um olduğunu bildirmişlerdir. Bu aralık 122 um ye kadar arttığında dayanıklılığın düştüğünü bildirmişlerdir (Tuntiprawon and Wilson, 1995).

Nakamura ve arkadaşlarının yayınladığı çalışmada koniklik açısı ve siman aralığı seçiminin tam seramik kuronların internal ve marjinal uyumuna etkisi incelenmiştir. Ve kuron dizaynı esnasında seçilen siman aralığının internal aralığı etkilediği bulunmuştur. Siman aralığı arttıkça internal aralık da yükselmiştir (Nakamura et al., 2003). Literatürde ideal siman aralığının 50 um olduğu bildirilmiştir. Başka bir araştırmada 40um den düşük siman aralığının marjinal aralığı arttırdığı kuronun fitini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Wilson, 1994). Dar planlanmış bir siman aralığı restorasyonun dişe erken temasın neden olabilir ve bu özellikle marjinal bölgede marjinal aralığı arttırabilir (Hmaidoucha et al., 2011). Çalışmamızda CAD/CAM ile üretilen kuronların siman aralığı firma tavsiyesi ile 80um olarak belirlenmiştir. Daha düşük siman aralıklarında deneme amaçlı örnek üretildiğinde elde edilen kuronun ana model üzerine yerleştirilebilmesi için düzenleme gerekliliği doğmuştur bu nedenle tüm örnekler 80 um lik siman aralığı ile tasarlanmıştır.

Marjinal ve internal aralık tespit ederken farklı araştırmacılar farklı yöntemler kullanmaktadır. Bu tespit yöntemleri direk ve indirek olabilir ancak indirek yöntemler ile objektif değerler elde edilmesi avantajdır. Literatürde çok farklı uyum değerlendiren çalışmalar olmasına rağmen yayınlanan çalışmalarda silikon replika yönteminin sıkça kullanıldığı görülmektedir (Akcin et al., 2018; Bayramoglu et al., 2015; Homsy, 2018; Tamac et al., 2014). Silikon replika yönteminin hem in-vivo hem de in-vitro çalışmalarda kullanılabilmesi, uygulamasının nispeten kolay olması, örneğe zarar vermemesi, tekrarlanabilir olması, diğer yöntemlere göre daha ekonomik olması gibi avantajları nedeniyle marjinal ve internal uyum çalışmalarında sıklıkla tercih edilmektedir (Akcin et al., 2018; Bayramoglu et al., 2015). Segerström ve

arkadaşlarının 2018 de yayınlanan çalışmasında replika tekniği değerlendirilmiş ve bu ölçüm yönteminin güvenilir olmakla beraber %2-11 oranında marjinal ve internal aralığı daha büyük gösterebileceği bildirilmiştir (Segeström et al., 2018). Tsitrou ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada silikon replika tekniği ve direk kesit alınarak ölçüm tekniği incelenmiştir. Ölçümler mikroskop ile aynı büyütmede yapılmıştır. Öncelikle silikon replikası elde edilen örnekler daha sonra prepare edilen diş üzerine simante edilmiş ve kesit alınmıştır. Elde edilen ölçümlere göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tsitrou et al., 2007). Bu bilgilerin ışığında çalışmamızda tek bir ana model üzerinden hazırlanan restorasyonların silikon replikaları elde edilerek bu replikalar üzerinden ölçümler gerçekleştirilmiştir

Silikon replikalar elde edilirken aynı araştırmacı tarafından parmak basıncı uygulanarak simantasyonun taklit edilmesi normal şartlarda protetik restorasyonun ağıza yerleştirilmesi de bu şekilde olduğu için çalışmalarda uygun bir yöntem olarak değerlendirilmiştir (Almeida e Silva et al., 2014; Kokubo et al., 2005; Ucar et al., 2009). Weaver ve arkadaşlarının 1991 yılında yayınlanan çalışmasında seramik kuronların marjinal adaptasyonları değerlendirmişler ve standardize bir parmak baskısı uygulanmasa bile bunun silikon kalınlığına anlamlı bir etki yapmayacağını belirtmişlerdir (Weaver et al., 1991). Çalışmamızda standardizasyonu sağlayabilmek için çok akışkan kıvamlı ölçü malzemesi restorasyonun iç yüzeyine yerleştirildikten sonra sertleşme süresince parmak basıncı uygulanmıştır. Bu siman tabakasını taklit eden ölçü maddesini sabitlemek amacıyla farklı renkte akışkan kıvamlı ölçü malzemesi restorasyonun içine uygulanmıştır.

Silikon replika yöntemiyle marjinal ve internal adaptasyonun tespit edildiği çalışmalarda araştırmacılar farklı mikroskop türleri ve farklı büyütmelemler kullanarak örnekleri değerlendirmişlerdir. Stereo mikroskop, optik mikroskop ve ışık mikroskopu literatürde kullanıldığı belirtilen mikroskop türleridir.

Souza ve arkadaşları 2012 de yaptıkları çalışmada marjinal ve internal aralık ölçümünü optik mikroskop kullanarak ve 250 kat büyütme altında yaptıklarını bildirmişlerdir (Souza et al., 2012).

Su ve Sun'ın 2016'da yayınlanan çalışmasında üç üyeli köprülerin dijital ve konvansiyonel ölçü ile üretilmesinin ardından marjinal ve internal fitlerini silikon

replika yöntemi ile optik mikroskop altında ve 50 kat büyütme kullanarak incelediklerini belirtmişlerdir (Su and Sun, 2016).

Keles ve arkadaşları 2019 da yayınlanan çalışmalarında marjinal ve internal aralıkları tespit için stereo mikroskop kullanmış ve 48 kat büyütme altında sonuçları değerlendirdiklerini bildirmişlerdir (Keles and Turker, 2019). Zeng ve arkadaşları da marjinal ve internal aralık ölçümlerini stereomikroskop altında 100 kat büyütme ile yaptıklarını bildirmişlerdir (Zeng et al., 2015).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde marjinal ve internal aralık ölçümü için standardize edilmiş bir mikroskop türü ve büyütme oranı yoktur. Çalışmamızda pek çok literatürde de kullanılan stereomikroskop kullanılmıştır (Abdel-Azim et al., 2015; Arezoobakhsh et al., 2020; Daou and Baba, 2020; Emad and Hany, 2020; Kokubo et al., 2005; Laurent et al., 2008; Nazari et al., 2006). Bizim çalışmamızda örnekler stereomikroskop altında 50 kat büyütme ile incelenmiştir.

Marjinal ve internal aralığın tespit edilmesinde çalışmalar arasında farklı sonuçların çıkmasına neden olan bir diğer konu da ölçüm yapılan noktalarla ve ölçüm sayılarıyla ilgili olarak literatürde fikir birliği bulunmamasıdır (Contrepolis et al., 2013). Holmes ve arkadaşları birçok araştırmacının referans aldığı internal ve marjinal aralık parametrelerini tanımlayan bir terminoloji oluşturmuşlardır. Mevcut çalışmamızda bu terminolojiye dayanarak ölçüm noktaları belirlenmiştir (Holmes et al., 1989).

Abbate ve arkadaşları 1989 yılında yaptıkları çalışmada ölçüm esnasında oluşabilecek hataları en aza indirebilmek için marjin kenarından itibaren 100 um aralıklarla ölçüm yaptıklarını bildirmişlerdir (Abbate et al., 1989).

Contrepolis ve arkadaşlarının 2013 de yayınladığı derleme çalışmasında kuron adaptasyonunun belirlenmesi için yapılan ölçümlerde ölçüm noktalarının belirlenmesi konusunda bir fikir birliği olmadığı bildirilmiştir (Contrepolis et al., 2013; Alkumru et al., 1988).

Colpani ve arkadaşları 2013 de yayınladıkları çalışmalarında tek seramik kuronun internal ve marjinal uyumunu incelemek üzere silikon replika tekniğiyle oluşturdukları replika üzerinde oklüzal bölge, oklüzo-aksiyal açı bölgeleri, aksiyal duvarlar, basamak bölgesi ve marjinal sınır olarak 10 farklı noktadan ölçüm yapmışlardır (Colpani et al., 2013).

Borba ve arkadaşlarının 2011 de yayınlanan çalışmalarında üç üyeli köprü restorasyonlarının internal uyumlarını tesbit ederken ölçümlerini yine aynı noktaları referans alarak yapmaktadırlar (Borba et al., 2011).

Çalışmamızda her bir silikon replikadan meziodistal yönde bir kesit alınarak bu kesit üzerinde 10 adet nokta belirlendi. Bu noktalar; oklüzal, aksiyal, marjinal ve oklüzo-aksiyal açı bölgelerinde belirlenmiştir. Bir noktanın değerini bulmak için o noktaya çok yakın 3 noktanın ölçümü yapılarak ortalaması alınmıştır. Yani her silikon replikadan 30 adet her gruptan 360 adet ölçüm yapılmıştır.

Bu ölçümler simantasyon öncesi yapılabileceği gibi simantasyon sonrası da yapılabilmektedir. Ancak simantasyon sonrası yapılan ölçümler örneklerde kalıcı deformasyona sebep olması ve klinik çalışmalarda kullanılamaması gibi olumsuz yanlara sahiptir. Çalışmamızda kullanılan silikon replika yöntemi ile örneklerde kalıcı hasar oluşturulmaksızın simantasyon prosedürünün bir kopyası tasarlanmaktadır.

Yine marjinal ve internal uyum çalışmalarında; alt yapıların üretim tekniği ve üretim sonrası alt yapının üzerine porselen çalışılması marjinal ve internal aralık değeri üzerinde değişiklikler meydana getirebilmektedir (Grenade et al., 2011; Kohorst et al., 2010; Torabi et al., 2015). Abdulhameed ve arkadaşlarının 2017 de yayınlanan çalışmasında tam seramik kuronların marjinal ve internal uyumlarına fırınlamanın olumsuz etkisi olduğu bildirilmiştir (Abdulhameed et al., 2017). Çalışmamızda bu durumun sonuçlara etkisini bertaraf etmek amacıyla lösitle güçlendirilmiş tam seramik blok ve ingotlar kullanılmıştır. CAD-CAM ile üretilen restorasyonlar fırınlama işlemine tabi tutulmamıştır. BURAYA KOYY FIRINLAMA SONRASI DEĞİŞSEN

Marjinal uyuma etki eden önemli etkenlerden biri basamağın dizaynidir. Kenar bitim şekli restorative materyalin marjinal alandaki hacmini belirleyerek protetik restorasyonun marjinal uyumunu etkilemektedir (Shillingburg et al., 1997; Wilson, 1994). Bu konuda yapılan çeşitli çalışmalar mevcuttur. Souza ve arkadaşlarının 2012 yılında yayınlanan çalışmalarında farklı marjin tasarımına sahip CAD/CAM ile üretilmiş seramik kuronların marjinal ve internal uyumları değerlendirilmiştir. Çalışmada chamfer ve iç açısı yuvarlatılmış shoulder tipi basamak dizaynları üzerine üretilen kuronların marjinal uyum değerleri istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde farklı bulunmuştur. İç açısı yuvarlatılmış shoulder basamak tipinde de marjinal aralık değerleri anlamlı derecede düşük bulunmuştur (Souza et al., 2012).

Subasi ve arkadaşlarının 2012 de yapmış oldukları çalışmada 2 farklı basamak dizaynına sahip tam seramik restorasyonların marjinal uyumları değerlendirilmiştir. Basamak tipi olarak chamfer ve iç açısı yuvarlatılmış shoulder tipi basamak dizayn edilmiştir. Bu çalışma sonucuna göre de iç açısı yuvarlatılmış shoulder tarzı basamak marjinal adaptasyon bakımından daha başarılı bulunmuştur (Subasi et al., 2012). Euan ve arkadaşlarının yapmış olduğu 2014 de yayınlanan çalışmada basamak dizaynının iki farklı CAD/CAM sistemiyle üretilen zirkonya alt yapıların marginal uyumuna etkisi değerlendirilmiştir. Chamfer ve iç açıları yuvarlatılmış shoulder preperasyonları üzerinden yapılan bu çalışmada da her iki CAD/CAM sisteminde de iç açısı yuvarlatılmış shoulder basamağın daha uyumlu olduğu belirtilmiştir (Euán et al., 2014).

Bu çalışmada da literatürler doğrultusunda basamak dizaynı olarak iç açısı yuvarlatılmış shoulder basamak tipi tasarlanmıştır.

Marjinal ve internal uyumu etkileyen bir diğer preperasyon parametresi taper açısıdır (Iwai et al., 2008; Mou et al., 2002; Oyagüe et al., 2010). Taper açısı prepare edilen dişin karşılıklı duvarları arasındaki açısaldır (Shillingburg et al., 2012). Literatürde ideal taper açısının değerlendirildiği çok sayıda çalışma mevcuttur.

Chan ve arkadaşlarının 2004 yılında yayınlanan çalışmalarında taper açısının protetik restorasyonun retansiyonuna ve oturma uyumuna etkisi incelenmiştir. 0 dereceden 70 dereceye kadar geniş bir aralıkta değerlendirme yapılmış ve en ideal kenar adaptasyonunun 2 ila 20 derece arasındaki değerlerde olduğu sonucuna varılmıştır (Chan et al., 2004). Goodacre ve arkadaşlarının 2001 yılında yayınlanan çalışmasında diş preperasyonunun prensipleri üretilen tam seramik kuronların uyumlarına etkisi üzerinden son 50 yıldaki literatürler incelenmiş ve en ideal taper açısı 10 ila 20 derece arasında bulunmuştur (Goodacre et al., 2001)

Bu çalışmada da literatürlerin ışığında marjinal ve internal uyumu optimum sağlayabilecek bir taper açılındırması yapılmıştır. Çalışmada preperasyon 6-10 derecelik bir koniklik açısı ile yapılmıştır.

Literatürde konvansiyonel ve dijital ölçü yöntemiyle elde edilen protetik restorasyonların marjinal ve internal uyumunu inceleyen çalışmalar mevcuttur. Bu ölçü yöntemlerinden hangisinin daha hassas olduğu konusunda fikir birliğine varılmamıştır (Moörmann, 2006). Dijital ölçü yöntemi hasta konforu, hız, arşiv imkanı



sunması, dataların labratuvara hızlı aktarılmasına imkan vermesi gibi olumlu özelliklere sahiptir (Galhano et al., 2012). Yuzbasıoğlu ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada geleneksel ve dijital ölçü yöntemi hasta konforu açısından değerlendirilmiş ve hastaların dijital ölçü yöntemini daha konforlu bulduğunu belirtmiştir (Yuzbasioglu et al., 2014).

Tsirogiannis ve arkadaşlarının 2016 da yayınladıkları derleme çalışmasında dijital ve geleneksel ölçü yöntemiyle üretilmiş tam seramik tek ye kuronların marjinal uyumlarını inceleyen çalışmalar gözden geçirilmiştir. Bu yayında 63 çalışma değerlendirilmiş ve bu değerlendirilen çalışmalardan 12 tanesi meta analiz içerisine alınmiştır. Bu meta analiz sonucunda; dijital ölçü yöntemlerinin klinik kabul edilebilirlik sınırlar içerisinde olduğu ve geleneksel ölçü yöntemine yakın sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Dijital ve geleneksel ölçülerden üretilen tek ye seramik restorasyonların marjinal uyumları açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Dijital iş akışı da geleneksel iş akışı da tek ye seramik restorasyon üretiminde kabul edilebilir marjinal uyumda üretim sağlamaktadır (Tsirogiannis et al., 2016). Bizim alışmamızda bu sonuçlarla benzer bulgular elde edilmiş olup dijital ve konvansiyonel ölçü ile elde edilen grupların marjinal uyumları benzer ve klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer almaktadır.

Kim ve arkadaşları tarafından 2016 da yayınlanan çalışmada konvansiyonel ve dijital ölçü yöntemleri kullanılmış ve lityum disilikat kuronlar üretilmiştir. 2 farklı dijital intraoral tarayıcı, bir ekstraoral tarayıcı kullanılarak CAD/CAM le üretilen 3 grup ve kontrol grubu olarak da konvansiyonel ölçü alınan ve sıcak press yöntemiyle kuron üretilen 4 grup tasarlanmıştır. Bu çalışmada ekstraoral dijital tarayıcıdan üretilen kuronlar ve press yöntemiyle üretilen kuronlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. 2 intraoral tarayıcı kullanılarak üretilen gruplarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Kim et al., 2016). Bu alışma sonucunun bizim çalışmamızdan farklı olmasının nedenleri olarak; ölçü yönteminin Micro CT olması bizim kullandığımız yöntemden farklı olması ve kuron restorasyon materyalinin lityum disikat ile güçlendirilmiş seramik olması bizim çalışmamızda lösitle güçlendirilmiş seramik kullanılması nedeniyle olduğu dşnlmektedir.

Zarauz ve arkadaşlarının 2016 da yayınladıkları çalışmalarında direk dijital ve konvansiyonel ölçü yöntemleriyle elde edilen tam seramik kuronların marjinal ve internal uyumları karşılaştırıldığında direk dijital yöntemle elde edilen kuronların

istatistiksel olarak daha düşük değerler gösterdiği belirtilmiştir (Zarauz et al., 2016). Bizim alışmamızda direk dijital ve konvansiyonel ölçü ile hazırlanan grupların uyumları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bu farklılığın çalışmamızın in-vitro olması ve geleneksel ölçü alınırken ağız ortamında netliği etkileyebilecek tükürük kanama gibi faktörlerin bulunmamasından kaynaklandığı düşünölmektedir.

Vennerstrom ve arkadaşlarının 2014 de yayınlanan çalışmasında dört farklı intraoral tarayıcı ve kontrol grubu olarak konvansiyonel ölçü alınan bir grup oluşturulmuş. Bu grupların internal ve marjinal uyumları kesit alınarak incelenmiştir. Ve bu çalışmada geleneksel ölçü ile üretilen grup diğer dijital gruplarla karşılaştırıldığında internal ve marjinal olarak benzer uyumlulukta bulunmuştur (Vennerstrom et al., 2014).

Liang ve arkadaşlarının 2018 de yayınladıkları çalışmalarında konvansiyonel ve dijital olarak üretilen tam seramik kuronların marjinal adaptasyonları değerlendirilmiştir. Konvansiyonel lü ile üretilen seramik kuronlarla , dijital ölçü ile üretilen seramik kuronların marjinal uyumlarının benzer olduğu, her iki grubunda kabul edilebilir marjinal uyuma sahip olduğunu belirtmişlerdir (Liang et al., 2018).

Çalışmamızda da bu çalışmalara benzer şekilde marjinal ve internal uyum bakımından konvansiyonel grup ile dijital grup arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre direk dijital ölçü grubunda tespit edilen marjinal aralık değerleri, indirek dijital ölçü gruplarında tespit edilen değerlere göre daha düşöktür. Bunun nedeni kullanılan iş akışındaki aşamaların artması ve buna bağlı olarak hata olasılığının yükselmesi ve kullanılan konvansiyonel ölçü maddelerinin distorsiyona uğraması veya model elde edilen alçının boyutsal değişimine bağlı olabileceği düşünölmektedir.

Al Hamad ve arkadaşlarının 2018 de yayınlanan çalışmasında; geleneksel ölçü, ağız içi tarayıcı kullanılarak dijital ölçü ve alçı modelden ağız içi tarayıcı ile ve model tarayıcı ile dijitalize edilken ölçülerden 4 grup oluşturulmuştur. Geleneksel lü alınan grup için presslenebilir seramik ile tam kuron üretilmiş, diğer gruplar için kazıma tipi bloklardan tam seramik kuronlar üretilmiştir. Silikon replika tekniği ve stereo mikroskop kullanılarak internal ve marjinal uyumları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en düşük internal aralık değeri aksiyel alanda lölürken en yüksek

internal aralık değeri oklüzal bölgede ölçülmüştür. Marjinal aralık değerleri 125um ve 135um arasında tespit edilmiş olup bütün gruplarda 120um den fazladır. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır( Al Hamad et al., 2019)

Ahn ve arkadaşlarının 2022 yılında yayınladıkları çalışmada; üç farklı CAD-CAM sistemi ve aynı restorasyon malzemesi ile tam seramik kuronlar üretmiş, bunlar üzerinden silikon replika yöntemi ile internal ve marjinal uyumu değerlendirmişlerdir. Çalışmada tamamen dijital iş akışı uygulanmıştır. Çalışma in-vivo bir çalışma olup ölçümü yapılan kuronlar sonrasında hasta ağzına simante edilmiştir. Simantasyon sonrası plak indeksi ve kanama indeksi kontrolü için 6 ay sonraya randevu verilmiştir. Marjinal uyumsuzluktan kaynaklanacak dişeti problemlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada marjinal, aksiyel ve oklüzal bölgedeki aralıklar değerlendirilmiştir . Tüm gruplarda klinik olarak kabul edilebilir değerlerde olmakla beraber en küçük değerler aksiyel kenarlarda en büyük aralık değerleri de oklüzal bölgede ölçülmüştür. Tüm grupların 6 ay sonra klinik muayenelerinde kanama indeksi ve plak indeksi bakımından değerlendirildiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Ahn et al.,2022)

Bizim çalışmamızda da oklüzal bölge ve özellikle mezial ve distale dönen aksiyo-oklüzal açılanma bölgelerinde bu çalışmalar ile benzer olarak en yüksek internal aralık değerleri elde edilmiştir.

Seelbach ve arkadaşlarının 2013 yılında yapmış oldukları çalışmada dijital ve indirek dijitalize edilmiş ölçüler iş akışları ile birlikte incelenmiştir ve üç ağız içi tarayıcı ve bir laboratuvar tarayıcı kullanılmıştır. Üretilen kuronların marjinal uyumları incelendiğinde direk dijitalize edilen ölçülerin daha uyumlu marjinal açıklık gösterdiği sonucuna varılmıştır (Seelbach et al., 2013).

Arezoobakhsh ve arkadaşlarının 2020 yılında yayınlanan çalışmalarında; direk dijital ölçü ile üretilen ve indirek dijital ölçü ile üretilen 3 üyeli zirkonya alt yapıların marjinal ve internal uyumları değerlendirilmiştir.Çalışmada iki farklı ağız içi tarayıcı kullanılarak 2 dijital ölçü grubu oluşturulmuştur. Konvansiyonel ölçü alınarak bunun labratuvar tipi tarayıcıyla taranmasıyla ve alınan konvansiyonel ölçüden alçı model elde edilerek bu modelin labratuvar tipi tarayıcı ile taranmasıyla da indirek dijital ölçü grupları oluşturulmuştur. Bu gruplar için zirkonya alt yapılar üretilmiş ve bunlar üzerinden silikon replika tekniği ile internal ve marjinal aralık ölçümü yapılmıştır.

Direk dijital yöntemle elde edilen restorasyonların istatistiksel olarak anlamlı olarak daha düşük marjinal ve internal aralığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte en yüksek internal aralık okluzal bölgede ve aksiy-okluzal bölgelerde ölçülmüştür(Arezoobakhsh et al., 2020). Bizim çalışmamızda da benzer olarak direk dijital iş akışıyla üretilen restorasyonlar indirek dijital iş akışıyla ilerleyen restorasyonlara göre daha uyumludur ve en yüksek aralık değerleri okluzal bölgede ve aksiy-okluzal açılanma bölgesinde tespit edilmiştir.

Rodiger ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptıkları in vivo çalışmada direk dijital ve indirek dijital ölçü yöntemleriyle elde edilen kuronların marjinal ve internal uyumu bakımından istatistiksel bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda direk dijital yöntemle üretilen kuronlar hibrit akışlarla üretilen kuronlara göre internal ve marjinal açıdan daha uyumludur (Rödiger et al., 2017). Bu çalışma sonuçları ile farklı sonuçlar elde edilmesinin, bahsedilen çalışmanın klinik çalışma olması ve ağız içi tarayıcıların çevresel faktörlerin etkisiyle hassasiyetlerinin azalabilme olasılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Abdel Azim ve arkadaşlarının 2015'te yaptığı çalışmalarında direk dijital ölçü ve indirek dijital ölçü yöntemi ile yöntemi ile üretilen tam seramik kuronların internal ve marjinal uyumları değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre direk dijital ölçü metodu ile indirek dijital ölçü metodunun marjinal ve internal uyumda istatistiksel olarak bir fark oluşturmadığı belirtilmiştir. Burada çalışma sonuçlarındaki farklılığın ağız içinden direk taranan grup için de daylar oluşturularak bunların labratuvar tarayıcısında taranmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Abdel-Azim et al., 2015).

Shembesh ve arkadaşlarının 2015 yılında yayınlanan çalışmalarında geleneksel ölçü yöntemi, intraoral ve ekstraoral ölçü yöntemleri ile elde edilen zirkonya alt yapıların iç ve kenar uyumları karşılaştırılmıştır. Burada zirkonya üretim metodu sabit olarak belirlenmiş ve konvansiyonel ölçü üzerinden tarama, çalışma modeli taranması ve iki farklı intraoral tarayıcı ile alınan ölçülerden üretim yapılmıştır. Tüm gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Bununla beraber elde edilen değerlerin klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Shembesh et al., 2015). Çalışmamızda da benzer şekilde gruplar arasında istatistiksel olarak farklar bulunmasına rağmen değerler klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde dir.

Bohner ve arkadaşlarının 2017 de yayımlanan çalışmasında intraoral ve ekstraoral tarayıcılardan elde edilen ölçülerin bilgisayar yazılımıyla değerlendirilmesi yapılmıştır. Uygun formda prepare edilmiş 10 adet örnek endüstriyel bilgisayarlı tomografi ile taranmıştır. Ardından 2 intraoral ve 2 ekstra oral tarayıcı ile ölçü alınmış ve bunların doğruluğu değerlendirilmiştir. Çalışma sonucuna göre intraoral ve ekstraoral tarayıcılar benzer doğruluk göstermiştir. Çalışmada yapılan sapma analizine göre en fazla okluzal sonra servikal sonra da aksiyal bölgede sapma görülmüştür (Bohner et al., 2017). Bizim çalışmamızda benzer olarak en fazla aralık okluzal yüzeylerde en küçük aralık ise aksiyal yüzeylerde bulunmuştur.

Oh ve arkadaşlarının 2022 de yayınlanan çalışmasında; opaklaştırıcı malzemelerin ağız içi tarayıcı ile alınan ölçülerin hassasiyet ve doğruluğuna olan etkisi incelenmiştir. Üç grup oluşturulmuş ve bir likit, iki toz opaklaştırıcı malzeme kullanılmıştır. Ölçümler yazılım üzerinden yapılmıştır. Likit opaklaştırıcı malzeme hassasiyet ve doğruluk açısından istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha iyi bulunmuştur. Araştırmacılar likit malzeme uygulayıcı tarafından homojen bir şekilde yayılabilirken, toz spreyin uygulama esnasında miktarının ayarlanamamasının ölçü hassasiyet ve doğruluğunu etkilediğini bildirmişlerdir ( Oh et al., 2022)

Prudente ve arkadaşlarının 2018 de yayınlanan çalışmasında opaklaştırıcı sprey kullanımının CAD-CAM ile üretilen kuronların uyumlarına etkisi incelenmiştir. Opaklaştırıcı sprey uygulamasının kuronların marjinal uyumlarını olumsuz etkilediği sonucuna varılmıştır (Prudente et al., 2018).

Nedelcu ve arkadaşlarının 2014'te yayınlanan çalışmasında 4 farklı intraoral tarayıcının hassasiyetini ve doğruluğunu değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada uygulanan opaklaştırıcı spreyin de tarama hassasiyetine olan etkisi de incelenmiştir. Endüstriyel bir tarayıcı ile 3 farklı malzemeden ürettikleri örnekleri tarayarak endüstriyel tarayıcı görüntülerini referans alarak değerlendirme yapmışlardır. Hazırlanan örnekler sprey uygulaması öncesi ve sonrası ağız içi tarayıcılar ile taranmıştır. Elde edilen verilere göre sprey uygulaması malzemeye özgü sapmaların düşmesini sağlamaktadır. Aşırı optik sprey kaplama etkisi önemsiz bulunmuştur. Optik sprey kaplama ve kaplama öncesi ölçümler arasında tarayıcıların görüntü alma teknolojisine bağlı olarak anlamlı farklar bulunmuştur (Nedelcu and Persson, 2014). Bizim çalışmamızda ise optik toz püskürtülmesinin her durumda istatistiksel farklılık oluşturmadığı sonucuna varılmıştır.

Hasanzade ve arkadaşlarının 2021 de yayınlanan derleme ve metanaliz çalışmasında; dijital ve konvensiyonel iş akışlarıyla üretilen kuronların marjinal ve internal uyumları değerlendirilmiştir. Çalışmada in vivo ve in vitro çalışmalar değerlendirilmiştir. İn vivo çalışmalarda internal uyum bakımından tamamen dijital iş akışıyla üretilen grupların internal uyum değeri geleneksel ölçü alınarak ölçüden veya alçı modelden dijital ölçü alınan gruplara göre daha iyidir ancak marjinal uyum bakımından gruplar benzer değerler göstermiştir. İn vitro çalışmalarda tamamen dijital ve tamamen geleneksel iş akışları ve bazı üretim basamakların geleneksel, bazı üretim basamakların dijital gerçekleştirildiği grupların marjinal uyumları benzerdir (Hasanzade et al.,2021). Bizim çalışmamız da in vitro bir çalışmadır ve marjinal uyum açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Pedroche ve arkadaşlarının 2016 da yayınlanan çalışmasında farklı dijital akışlarla elde edilen zirkonya alt yapıların kenar ve iç uyumları değerlendirilmiştir. Çalışmada bir gruptan direk dijital yöntemle ölçü alınmış, diğer bir grup alçı modelden ekstraoral tarama yapılarak ölçü alınmış ve ölçü üzerinden ekstraoral taryıcı ile ölçü elde edilmiştir. Bu üç farklı dijital ölçü ile elde edilen zirkonya alt yapılar üretilerek ölçümler yapılmıştır. Elde edilen verilere göre alçı modelin taranması ile elde edilen örneklerin marjinal aralığı direk dijital ölçü grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Yine aksiyo okluzal duvarlar ve okluzal duvarın internal aralığı indirek dijital ölçü alınan gruplarda direk dijital ölçü grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Pedroche et al.,2016). Bu tez çalışmasında da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

## VI. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu in-vitro çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi neticesinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır;

- Tamamen geleneksel iş akışı ve tamamen dijital iş akışı ile ilerleyen gruplar diğer gruplara göre her bölgeden yapılan ölçümlerde en uyumlu değerleri göstermiştir.
- Marjinal aralık değeri tüm gruplar için 120 um den düşük ölçülerek kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer almaktadır.
- Yapılan ölçümlere göre bölgesel olarak değerlendirme yapıldığında tüm gruplarda en büyük aralığın oklüzal bölgede ve okluzo mezial ve distal açılanmalarda yer aldığı görülmüştür.
- Ölçüden tarama, spreyli ölçüden tarama, modelden tarama ve spreyli modelden tarama gruplarının oklüzal bölgeleri ve mezial ve distaldeki açılı bölgeleri 120 um den daha büyük internal aralık değerine sahiptir.
- Tüm grupların mesial ve distal aksiyal kenarlarındaki internal aralık 120um den düşük ve klinik olarak kabul edilebilir değerlere sahiptir.

Elde edilen istatistiksel analizler ile; geleneksel iş akışı ile elde edilen, direkt dijital iş akışı ile elde edilen ve ölçü ve çalışma modelleri kullanılarak hibrit iş akışlarıyla elde edilen lösitle güçlendirilmiş kuronların marjinal ve internal uyumlarının kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla beraber konvansiyonel iş akışı ile üretilen lösitle güçlendirilmiş tam seramik kuronlar ve tam dijital iş akışıyla üretilen tam seramik kuronlar, hibrit iş akışıyla üretilmiş diğer gruplarla karşılaştırıldığında marjinal ve internal olarak daha uyumludur. Çalışmamızda gelişen teknolojiye çalışma hayatında yer vermek isteyen klinisyenler ve teknisyenlere farklı iş akışlarını modelleyerek bir bakış açısı sunmak amaçlanmıştır. Elde edilen verilere göre teknolojinin labratuvar ve klinik işbirliği içinde iş akışına dahil edilebileceği gibi hibrit iş akışlarının da kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı görülmüştür ve hassas çalışılarak yapılan bir konvansiyonel üretimin dijital akışlara iyi bir alternatif olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın limitasyonu; bu çalışmanın tez

alışması olduğunu bilen ve internal ve marjinal ölçüm yapılacağı bilgisi verilen yetkin bir teknisyenle tek elden üretim yapılmış olmasının sonuçlar üzerindeki olası etkisi ve bu çalışmanın in-vitro oluşu sebebiyle klinik uygulamalarla bu sonuçların desteklenmesi ve uzun süreli klinik takiplerinin yapılması gerekmesi olarak değerlendirilmektedir.



## VII. KAYNAKÇA

### KİTAPLAR

CRAIG, R. G. ve POWERS, J. M. (2002). **Restorative Dental Materials**, 11th ed., St. Louis: Mosby, 348-370.

GULATI, V. (2020). **Implementation of Micro CT in CAD/CAM dentistry for image processing and soft computing: A review**. Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing.

SHILLINGBURG, H. T., HOBO, S., WHITSETT, L. D., JACOBI, R. ve BRACKETT, S. E. (2012). **Fundamentals of Fixed Prosthodontics**. Oklahoma.

SIRONA, D. (2017). **Celtra® Duo-Developed to Make a Difference brochure for the Dental Laboratory**. USA, Dentsply Sirona.

### MAKALELER

ABBATE, M. F., TJAN, A. H. ve FOX, W. M. (1989). "Comparison of the Marginal Fit of Various Ceramic Crown Systems", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 61, no.5, pp. 527-531.

ABDEL-AZIM, T., ROGERS, K., ELATHAMNA, E., ZANDINEJAD, A., METZ, M. ve MORTON, D. (2015). "Comparison of the Marginal Fit of Lithium Disilicate Crowns Fabricated with CAD/CAM Technology By Using Conventional Impressions and two Intraoral Digital Scanners", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 114, no. 4, pp. 554-559.

ABDULHAMEED, N., ROULET, J. F., CHEN, C., & HUSSEİN, H. (2017). A Measurement Protocol for the Marginal and Internal Fit of All-Ceramic Crowns. **The European journal of prosthodontics and restorative dentistry**, 25(4), 193–200.  
[https://doi.org/10.1922/EJPRD\\_01735Abdulhameed08](https://doi.org/10.1922/EJPRD_01735Abdulhameed08)

- ABIRAM, S., REDDY, T. V., REDDY, K., VENKATESH, K. ve SURESH, S. M. M. (2020). “Applications of Micro-Computed Tomography in Dentistry”, **International Journal of Pharmaceutical Research**, vol. 13, pp. 267-272
- AHN, J. J., BAE, E. B., LEE, J. J., CHOI, J. W., JEON, Y. C., JEONG, C. M., YUN, M. J., LEE, S. H., LEE, K. B., & HUH, J. B. (2022). Clinical evaluation of the fit of lithium disilicate crowns fabricated with three different CAD-CAM systems. **The Journal of prosthetic dentistry**, 127(2), 239–247. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.06.031>
- AKBAR, J. H., PETRIE, C. S., WALKER, M. P., WILLIAMS, K. ve EICK, J. D. (2006). “Marginal Adaptation of Cerec 3 CAD/CAM Composite Crowns Using Two Different Finish Line Preparation Designs”, **Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry**, vol. 15, no. 3, pp. 155-163.
- AKÇIN, E. T., GÜNCÜ, M. B., AKTAŞ, G. ve ASLAN, Y. (2018). “Effect of Manufacturing Techniques on the Marginal and Internal Fit of Cobalt-Chromium Implant-Supported Multiunit Frameworks”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 120, no. 5, pp. 715-720.
- ALBAKRY, M., GUAZZATO, M. ve VINCENT SWAIN, M. (2004). “Biaxial Flexural Strength and Microstructure Changes of Two Recycled Pressable Glass Ceramics”, **Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry**, vol. 13, no. 3, pp. 141-149.
- AL HAMAD, K. Q., AL RASHDAN, B. A., AL OMARI, W. M., & BABA, N. Z. (2019). Comparison of the Fit of Lithium Disilicate Crowns made from Conventional, Digital, or Conventional/Digital Techniques. **Journal of prosthodontics** : official journal of the American College of Prosthodontists, 28(2), e580–e586.
- ALKUMRU, H., HULLAH, W. R., MARQUIS, P. M. ve WILSON, H. J. (1988). “Factors Affecting the Fit of Porcelain Jacket Crowns”. **British Dental Journal**, vol.164, no. 2, pp. 39-43.

- ALMEIDA E SILVA, J. S., ERDELT, K., EDELHOFF, D., ARAÚJO, É., STIMMELMAYR, M., VIEIRA, L. C. C. ve GÜTH, J. F. (2014). “Marginal and Internal Fit of Four-Unit Zirconia Fixed Dental Prostheses Based on Digital and Conventional Impression Techniques”, **Clinical Oral Investigations**, vol.18, pp. 515-523.
- AN, S., KIM, S., CHOI, H., LEE, J. H. ve MOON, H. S. (2014). “Evaluating the Marginal Fit of Zirconia Copings with Digital Impressions with an Intraoral Digital Scanner”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 112, no. 5, pp. 1171-1175.
- ANUSAVICE, K. J. (2002). “Microstructure, Composition and Etching Topography of Dental Ceramics”, **Int J Prosthodont**, vol. 15, no. 2, pp. 159-167.
- AREZOUBAKHSH, A., SHAYEGH, S. S., GHOMI, A. J. ve HAKIMANEH, S. M. R. (2020). “Comparison of Marginal and Internal Fit of 3-Unit Zirconia Frameworks Fabricated with CAD-CAM Technology Using Direct and Indirect Digital Scans”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 123, no. 1, pp. 105-112.
- BAYRAMOĞLU, E., ÖZKAN, Y. K. ve YILDIZ, C. (2015). “Comparison of Marginal and Internal Fit of Press-on-Metal and Conventional Ceramic Systems for Three-and Four-Unit Implant-Supported Partial Fixed Dental Prostheses: An in Vitro Study”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 114, no. 1, pp. 52-58.
- BERGMANS, L., VAN CLEYNENBREUGEL, J., WEVERS, M. ve LAMBRECHTS, P. (2001). “A Methodology for Quantitative Evaluation of Root Canal Instrumentation Using Microcomputed Tomography”, **International Endodontic Journal**, vol. 34, no. 5, pp. 390-398.
- BEUER, F., SCHWEİGER, J. ve EDELHOFF, D. (2008). “Digital Dentistry: An Overview of Recent Developments for CAD/CAM Generated Restorations”, **British Dental Journal**, vol. 204, no. 9, pp. 505-511.
- BINDL, A., LÜTHY, H. ve MÖRMANN, W. H. (2006). “Strength and Fracture Pattern of Monolithic CAD/CAM-Generated Posterior Crowns”, **Dental Materials**, vol. 22, no. 1, pp. 29-36.

- BJØRNDAL, L., CARLSEN, O., THUESEN, G., DARVANN, T. ve KREIBORG, S. (1999). “External and Internal Macromorphology in 3D-Reconstructed Maxillary Molars Using Computerized X-Ray Microtomography”, **International Endodontic Journal**, vol. 32, no. 1, pp. 3-9.
- BJÖRN, A. L., BJÖRN, H. ve GRKOVIC, B. (1970). “Marginal Fit of Restorations and Its Relation to Periodontal Bone Level. II. Crowns”, **Odontologisk Revy**, vol. 21, pp. 337-346.
- BOEDDINGHAUS, M., BRELOER, E. S., REHMANN, P. ve WÖSTMANN, B. (2015). “Accuracy of Single-Tooth Restorations Based on Intraoral Digital and Conventional Impressions in Patients”, **Clinical Oral Investigations**, vol. 19, pp. 2027-2034.
- BOENING, K. W., WOLF, B. H., SCHMIDT, A. E., KÄSTNER, K. ve WALTER, M. H. (2000). “Clinical Fit of Procera AllCeram Crowns”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 84, no. 4, pp. 419-424.
- BOHNER, L. O. L., CANTO, G. D. L., MARCIÓ, B. S., LAGANÁ, D. C., SESMA, N. ve NETO, P. T. (2017). “Computer-Aided Analysis of Digital Dental Impressions Obtained from Intraoral and Extraoral Scanners”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 118, no. 5, pp. 617-623.
- BORBA, M., CESAR, P. F., GRIGGS, J. A. ve DELLA BONA, Á. (2011). “Adaptation of All-Ceramic Fixed Partial Dentures”, **Dental Materials**, vol. 27, no. 11, pp. 1119-1126.
- CHAN, D. C. N., WILSON J. R., A. H., BARBE, P., CRONIN JR, R. J., CHUNG, C. ve CHUNG, K. (2004). “Effect of Preparation Convergence on Retention and Seating Discrepancy of Complete Veneer Crowns”, **Journal of Oral Rehabilitation**, vol. 31, no. 10, pp. 1007-1013.
- CHEE, W. W. ve DONOVAN, T. E. (1989). “Fine Detail Reproduction of Very High Viscosity Poly (Vinyl Siloxane) Impression Materials”, **International Journal of Prosthodontics**, vol. 2, no. 4.

- CHOCHLIDAKIS, K. M., PAPASPYRIDAKOS, P., GEMINIANI, A., CHEN, C. J., FENG, I. J. ve ERCOLI, C. (2016). "Digital Versus Conventional Impressions for Fixed Prosthodontics: A Systematic Review and Meta-Analysis", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 116, no. 2, pp. 184-190.
- CHONG, K. H., CHAI, J., TAKAHASHI, Y. ve WOZNIAK, W. (2002). "Flexural Strength of InCeram Alumina and In-Ceram Zirconia Core Materials". **Int J Prosthodont**, vol. 15, no. 2, pp. 183-188.
- CHRISTENSEN, G. J. (1966). "Marginal Fit of Gold Inlay Castings", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 16, no. 2, pp. 297-305.
- COLPANI, J. T., BORBA, M. ve DELLA BONA, Á. (2013). "Evaluation of Marginal and Internal Fit of Ceramic Crown Copings", **Dental Materials**, vol. 29, no. 2, pp. 174-180.
- CONRAD, H. J., SEONG, W. J. ve PESUN, I. J. (2007). "Current Ceramic Materials and Systems with Clinical Recommendations: A Systematic Review", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 98, no. 5, pp. 389-404.
- CONTREPOÏS, M., SOENEN, A., BARTALA, M. ve LAVIOLE, O. (2013). "Marginal Adaptation of Ceramic Crowns: A Systematic Review", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 110, no. 6, pp. 447-454.
- DAOU, E. E. ve BABA, N. Z. (2020). "Evaluation of Marginal and Internal Fit of Presintered Co-Cr and Zirconia Three-Unit Fixed Dental Prosthesis Compared to Cast Co-Cr", **Journal of Prosthodontics**, vol. 29, no. 9, pp. 792-799.
- DENİZ, D., AKTAŞ, G., GÜNCÜ, M. B. ve CANAY, Ş. (2019). "CAD/CAM Yüksek Dayanımlı Cam Seramikler CAD/CAM High Strength Glass Ceramics", **Yeditepe J Dent**, cilt 15, sayı 2, ss. 224-230.
- DOLEV, E., BİTTERMAN, Y., & MEİROWİTZ, A. (2019). Comparison of marginal fit between CAD-CAM and hot-press lithium disilicate crowns. **The Journal of prosthetic dentistry**, 121(1), 124–128. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.03.035>

- DUNN, P. M. (2001). “Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923), the Discovery Ofx Rays and Perinatal Diagnosis”, **Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition**, vol. 84, no. 2, pp. 138-139.
- ELSAKA, S. E. ve ELNAGHY, A. M. (2016). “Mechanical Properties of Zirconia Reinforced Lithium Silicate Glass-Ceramic”, **Dental Materials**, vol. 32, no. 7, 908-914.
- ENDER, A. ve MEHL, A. (2015). “In-Vitro Evaluation of the Accuracy of Conventional and Digital Methods of Obtaining Full-Arch Dental Impressions”, **Quintessence International**, vol. 46, no. 1.
- EUÁN, R., FIGUERAS-ÁLVAREZ, O., CABRATOSA-TERMES, J. ve OLIVER-PARRA, R. (2014). “Marginal Adaptation of Zirconium Dioxide Copings: Influence of the CAD/CAM System and the Finish Line Design”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 112, no. 2, pp. 155-162.
- FASBINDER, D. J. (2002). “Restorative Material Options for CAD/CAM Restorations”. **Compendium**, vol. 23, no. 10, pp. 911-922.
- FASBINDER, D. J. (2010). “Materials for Chairside CAD/CAM Restorations”. **Compend Contin Educ Dent**, vol. 31, no. 9, pp. 702-4.
- FASBINDER, D. J. (2012). “Chairside CAD/CAM: an Overview of Restorative Material Options”, **Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)**, vol. 33, no. 1, pp. 50-52.
- FERRAIRO, B. M., PIRAS, F. F., LIMA, F. F., HONÓRIO, H. M., DUARTE, M. A. H., BORGES, A. F. S. ve RUBO, J. H. (2021). “Comparison of Marginal Adaptation and Internal Fit of Monolithic Lithium Disilicate Crowns Produced By 4 Different CAD/CAM Systems”, **Clinical Oral Investigations**, vol. 25, pp. 2029-2036.
- FRADEANI, M. ve REDEMAGNI, M. (2002). “An 11-Year Clinical Evaluation Of Leucite-Reinforced Glass-Ceramic Crowns: A Retrospective Study”, **Quintessence International-English Edition**, vol. 33, no. 7, pp. 503-510.

- GALHANO, G. Á. P., PELLIZZER, E. P. ve MAZARO, J. V. Q. (2012). “Optical Impression Systems for CAD-CAM Restorations”, **Journal of Craniofacial Surgery**, vol. 23, no. 6, pp. e575-e579.
- GASSINO, G., MONFRIN, S. B., SCANU, M., SPINA, G. ve PRETI, G. (2004). “Marginal Adaptation of Fixed Prosthodontics: A New in Vitro 360-Degree External Examination Procedure”, **International Journal of Prosthodontics**, vol. 17, no. 2.
- GIORDANO, R. A. (1996). Dental ceramic restorative systems. Compendium of continuing education in dentistry. **Jamesburg**, vol. 17, pp. 779-784.
- GLADYS, S., VAN MEERBEEK, B., LAMBRECHTS, P. ve VANHERLE, G. (2001). “Microleakage of Adhesive Restorative Materials”, **American Journal of Dentistry**, vol. 14, no. 3, pp. 170-176.
- GOODACRE CJ, CAMPAGNI WV, AQUILINO SA. “Tooth preparations for complete crowns: an art form based on scientific principles.” **J Prosthet Dent**. 2001 Apr;85(4):363-76
- GOUJAT, A., ABOUELLEIL, H., COLON, P., JEANNIN, C., PRADELLE, N., SEUX, D. ve GROSGOGEAT, B. (2019). “Marginal and Internal Fit of CAD-CAM Inlay/Onlay Restorations: A Systematic Review of in Vitro Studies”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 121, no. 4, pp. 590-597.
- GRACIS, S., THOMPSON, V. P., FERENCZ, J. L., SILVA, N. R. ve BONFANTE, E. A. (2015). “A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-Like Restorative Materials”, **International Journal of Prosthodontics**, vol. 28, no. 3.
- GRENADE, C., MAINJOT, A. ve VANHEUSDEN, A. (2011). “Fit of Single Tooth Zirconia Copings: Comparison Between Various Manufacturing Processes”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 105, no. 4, pp. 249-255.
- GRIGGS, J. A. (2007). “Recent Advances in Materials for All-Ceramic Restorations”, **Dental Clinics of North America**, vol. 51, no. 3, pp. 713-727.

- GUAZZATO, M., ALBAKRY, M., SWAIN, M. V. ve IRONSIDE, J. (2002). “Mechanical Properties of In-Ceram Alumina and In-Ceram Zirconia”, **International Journal of Prosthodontics**, vol. 15, no. 4.
- GUESS, P. C., KULIŠ, A., WITKOWSKI, S., WOLKEWITZ, M., ZHANG, Y. ve STRUB, J. R. (2008). “Shear Bond Strengths Between Different Zirconia Cores and Veneering Ceramics and Their Susceptibility to Thermocycling”, **Dental Materials**, vol. 24, no. 11, pp. 1556-1567.
- GUESS, P. C., ZAVANELLI, R. A., SILVA, N. R., BONFANTE, E. A., COELHO, P. G. ve THOMPSON, V. P. (2010). “Monolithic CAD/CAM Lithium Disilicate Versus Veneered Y-TZP Crowns: Comparison of Failure Modes and Reliability After Fatigue”, **International Journal of Prosthodontics**, no. 5.
- GÜTH, J. F., KEUL, C., STIMMELMAYR, M., BEUER, F. ve EDELHOFF, D. (2013). “Accuracy of Digital Models Obtained By Direct and Indirect Data Capturing”, **Clinical Oral Investigations**, vol. 17, pp. 1201-1208.
- HASANZADE, M., AMĪNĪKHAH, M., AFRASHTEHFAR, K. I., & ALĪKHAŠĪ, M. (2021). Marginal and internal adaptation of single crowns and fixed dental prostheses by using digital and conventional workflows: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of prosthetic dentistry*, 126(3), 360–368. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.07.007>
- HAYASHI, M., WILSON, N. H. F., EBISU, S. ve WATTS, D. C. (2005). “Influence of Explorer Tip Diameter in Identifying Restoration Margin Discrepancies”, **Journal of Dentistry**, vol. 33, no. 8, pp. 669-674.
- HMAIDOUCHA, R., NEUMANNB, P. ve MUELLERC, W. D. (2011). “Influence of Preparation Form, Luting Space Setting and Cement Type on the Marginal and Internal Fit of CAD/CAM Crown Copings Einfluss von Präparationsform, Zementspalteinstellung und-typ auf” **International Journal of Computerized Dentistry**, vol. 14, pp. 219-226.
- HOLMES, J. R., BAYNE, S. C., HOLLAND, G. A. ve SULIK, W. D. (1989). “Considerations in Measurement of Marginal Fit”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 62, no. 4, pp. 405-408.



- HOMSY, F. R., ÖZCAN, M., KHOURY, M. ve MAJZOUB, Z. A. (2018). “Marginal and Internal Fit of Pressed Lithium Disilicate Inlays Fabricated with Milling, 3d Printing, and Conventional Technologies”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 119, no.5, pp. 783-790.
- IDRIS, B., HOUSTON, F. ve CLAFFEY, N. (1995). “Comparison of the Dimensional Accuracy of One-and Two-Step Techniques with the Use of Putty/Wash Addition Silicone Impression Materials”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 74, no. 5, pp. 535-541.
- IWAÍ, T., KOMINE, F., KOBAYASHI, K., SAITO, A. ve MATSUMURA, H. (2008). “Influence of Convergence Angle and Cement Space on Adaptation of Zirconium Dioxide Ceramic Copings”, **Acta Odontologica Scandinavica**, vol. 66, no. 4, pp. 214-218.
- KAN, J. Y., RUNGCHARASSAENG, K., BOHSALI, K., GOODACRE, C. J. ve LANG, B. R. (1999). “Clinical Methods for Evaluating Implant Framework Fit”. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 81, no. 1, ss. 7-13.
- KELES, M. A. ve TURKER, S. B. (2019). “In Vitro Gap Changes After Porcelain Firing Cycles of Three and Four Unit of CAD/CAM Milling, Laser Sintering and Cast Metal Ceramic Restorations”, **Clinical and Experimental Health Sciences**, vol. 9, no. 3, pp. 271-277.
- KELLY, J. R., NISHIMURA, I. ve CAMPBELL, S. D. (1996). “Ceramics in Dentistry: Historical Roots and Current Perspectives”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 75, no. 1, pp. 18-32.
- KERN, F. ve PALMERO, P. (2013). “Microstructure and Mechanical Properties of Alumina 5 Vol% Zirconia Nanocomposites Prepared By Powder Coating and Powder Mixing Routes”, **Ceramics International**, vol. 39, no. 1, pp. 673-682.
- KEUL, C., STAWARCZYK, B., ERDELT, K. J., BEUER, F., EDELHOFF, D. ve GÜTH, J. F. (2014). Fit of 4-Unit FDPs Made of Zirconia and CoCr-Alloy After Chairside and Labside Digitalization—A Laboratory Study. **Dental Materials**, vol. 30, no. 4, pp. 400-407.

- KILINIÇ, H., TURGUT, S., AYAZ, E. A. ve BAĞIŞ, B. (2018). “Güncel Nanoseramik ve Hibrit CAD/CAM Materyalleri”, **Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi**, cilt 28, sayı 4, ss. 592-598.
- KIM, R. J. Y., PARK, J. M. ve SHIM, J. S. (2018). “Accuracy of 9 Intraoral Scanners for Complete-Arch Image Acquisition: A Qualitative and Quantitative Evaluation”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 120, no. 6, pp. 895-903.
- KIM, J., JEONG, J., CHO, H. (2016). “Fit of lithium disilicate crowns fabricated from conventional and digital impressions assessed with micro-CT” **Journal of Prosthet Dent**.
- KOÇAK, A. Cercon Zirconia Sistemi İle Yapılan Posterior Sabit Protezlerin Uzun Dönem Klinik Başarılarının İncelenmesi. M.Ü.Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2006 İstanbul, ,(Danışman: Prof.Dr. Atilla Sertgöz)
- KOHORST, P., BRINKMANN, H., DITTMER, M. P., BORCHERS, L. ve STIESCH, M. (2010). “Influence of the Veneering Process on the Marginal Fit of Zirconia Fixed Dental Prostheses”, **Journal of Oral Rehabilitation**, vol. 37, no. 4, pp. 283-291.
- KOKUBO, Y., NAGAYAMA, Y., TSUMİTA, M., OHKUBO, C., FUKUSHIMA, S. ve VON STEYERN, P. V. (2005). “Clinical Marginal and Internal Gaps of In-Ceram Crowns Fabricated Using the GN-I System”, **Journal of Oral Rehabilitation**, vol. 32, no. 10, pp. 753-758.
- KOKUBO, Y., OHKUBO, C., TSUMITA, M., MIYASHITA, A., VULT VON STEYERN, P. ve FUKUSHIMA, S. (2005). “Clinical Marginal and Internal Gaps of Procera AllCeram Crowns”, **Journal of Oral Rehabilitation**, vol. 32, no. 7, pp. 526-530.
- LANG, B. R., GEMALMAZ, D. ve ALKUMRU, H. N. (1995). “Marginal Fit Changes During Porcelain Firing Cycles”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 73, no. 1, pp. 49-54.

- LAURENT, M., SCHEER, P., DEJOU, J. ve LABORDE, G. (2008). "Clinical Evaluation of the Marginal Fit of Cast Crowns–Validation of the Silicone Replica Method", **Journal of Oral Rehabilitation**, vol. 35, no. 2, pp. 116-122.
- LAUVAHUTANON, S., TAKAHASHI, H., SHIOZAWA, M., IWASAKI, N., ASAKAWA, Y., OKI, M., ... & ARKSORNNUKIT, M. (2014). "Mechanical Properties of Composite Resin Blocks for CAD/CAM", **Dental Materials Journal**, vol. 33, no. 5, pp. 705-710.
- LEE, D. H. (2016). "Digital Approach to Assessing the 3-Dimensional Misfit of Fixed Dental Prostheses", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 116, no. 6, pp. 836-839.
- LEE, J. H., SON, K. ve LEE, K. B. (2020). "Marginal and Internal Fit of Ceramic Restorations Fabricated Using Digital Scanning and Conventional Impressions: A Clinical Study", **Journal of Clinical Medicine**, vol. 9, no. 12, p. 4035.
- LI, R. W. K., CHOW, T. W. ve MATINLINNA, J. P. (2014). "Ceramic Dental Biomaterials and CAD/CAM Technology: State of the Art", **Journal of Prosthodontic Research**, vol. 58, no. 4, pp. 208-216.
- LIANG, S., YUAN, F., LUO, X., YU, Z. ve TANG, Z. (2018). "Digital Evaluation of Absolute Marginal Discrepancy: A Comparison of Ceramic Crowns Fabricated with Conventional and Digital Techniques", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 120, no. 4, pp. 525-529.
- LIU, P. R. (2005). "A Panorama of Dental CAD/CAM Restorative Systems". **Compendium**, vol. 26, no. 7, pp. 507-513.
- LUTHARDT, R. G., BORNEMANN, G., LEMELSON, S., WALTER, M. H. ve HÜLS, A. (2004). "An Innovative Method for Evaluation of the 3-D Internal Fit of CAD/CAM Crowns Fabricated After Direct Optical Versus Indirect Laser Scan Digitizing", **International Journal of Prosthodontics**, vol. 17, no. 6.

- MAI, H. N., KWON, T. Y., HONG, M. H. ve LEE, D. H. (2018). “Comparative Study of the Fit Accuracy of Full-Arch Bar Frameworks Fabricated with Different Presintered Cobalt-Chromium Alloys”, **Biomed Research International**, vol. 2018.
- MAI, H. N., LEE, K. E., LEE, K. B., JEONG, S. M., LEE, S. J., LEE, C. H., ... & LEE, D. H. (2017). “Verification of a Computer-Aided Replica Technique for Evaluating Prosthesis Adaptation Using Statistical Agreement Analysis”, **The Journal of Advanced Prosthodontics**, vol. 9, no. 5, pp. 358-363.
- MALAGUTI, G., ROSSI, R., MARZIALI, B., ESPOSITO, A., BRUNO, G., DARIOL, C. ve DI FIORE, A. (2016). “In Vitro Evaluation of Prosthodontic Impression on Natural Dentition: A Comparison Between Traditional and Digital Techniques”, **Oral & Implantology**, vol. 9, no. (Suppl 1), p. 21.
- MCLEAN, J. W. (1971). “The Estimation of Cement Film Thickness By an in Vivo Technique”, **British Dental Journal**, vol. 131, no. 3, pp. 107-111.
- MEHULIĆ, K., PRLIĆ, A., KOMAR, D. ve PRSKALO, K. (2005). “The Release of Metal Ions in the Gingival Fluid of Prosthodontic Patients”, **Acta Stomatologica Croatica: International Journal of Oral Sciences and Dental Medicine**, vol. 39, no. 1, pp. 39-46.
- MEMARI, Y., MOHAJERFAR, M., ARMIN, A., KAMALIAN, F., REZAYANI, V. ve BEYABANAKI, E. (2019). “Marginal Adaptation of CAD/CAM All-Ceramic Crowns Made By Different Impression Methods: A Literature Review”, **Journal of Prosthodontics**, vol. 28, no. 2, pp. e536-e544.
- MESHREKY, M., HALIM, C. ve KATAMISH, H. (2020). “Vertical Marginal Gap Distance of CAD/CAM Milled BioHPP PEEK Coping Veneered By HIPC Compared to Zirconia Coping Veneered By CAD-On Lithium Disilicate “In-Vitro Study”. **Advanced Dental Journal**, vol. 2, no. 2, pp. 43-50.
- MIYAZAKI, T., HOTTA, Y., KUNII, J., KURIYAMA, S. ve TAMAKI, Y. (2009). “A Review of Dental CAD/CAM: Current Status and Future Perspectives from 20 Years of Experience”, **Dental Materials Journal**, vol. 28, no. 1, pp. 44-56.

- MIYAZAKI, T., NAKAMURA, T., MATSUMURA, H., BAN, S. ve KOBAYASHI, T. (2013). "Current Status of Zirconia Restoration", **Journal of Prosthodontic Research**, vol. 57, no. 4, pp. 236-261.
- MOLIN, M. ve KARLSSON, S. (1993). "The fit of Gold Inlays and Three Ceramic Inlay Systems: A Clinical and in Vitro Study", **Acta Odontologica Scandinavica**, vol. 51, no. 4, pp. 201-206.
- MOÖRMANN, W. H. (2006). "The Evolution of the CEREC System", **The Journal of the American Dental Association**, vol. 137, pp. 7-13.
- MORGANO, S. M., MILOT, P., DUCHARME, P. ve ROSE, L. (1995). "Ability of Various Impression Materials to Produce Duplicate Dies from Successive Impressions", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 73, no. 4, pp. 333-340.
- MOU, S. H., CHAI, T., WANG, J. S. ve SHIAU, Y. Y. (2002). "Influence of Different Convergence Angles and Tooth Preparation Heights on the Internal Adaptation of Cerec crowns", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 87, no. 3, pp. 248-255.
- MÖRMANN, W. H. ve BINDL, A. (2002). "All-Ceramic, Chair-Side Computer-Aided Design/Computer-Aided Machining Restorations", **Dental Clinics**, vol. 46, no. 2, pp. 405-426.
- NAKAMURA, T., DEI, N., KOJIMA, T. ve WAKABAYASHI, K. (2003). "Marginal and Internal Fit of Cerec 3 CAD/CAM All-Ceramic Crowns", **International Journal of Prosthodontics**, vol. 16, no. 3.
- NAWAFLEH, N. A., MACK, F., EVANS, J., MACKAY, J. ve HATAMLEH, M. M. (2013). "Accuracy and Reliability of Methods to Measure Marginal Adaptation of Crowns and FDPs: A Literature Review", **Journal of Prosthodontics**, vol. 22, no. 5, pp. 419-428.
- NAZARI, V., GHODSI, S., ALIKHASI, M., SAHEBI, M. ve SHAMSHIRI, A. R. (2016). "Fracture Strength of Three-Unit Implant Supported Fixed Partial Dentures with Excessive Crown Height Fabricated from Different Materials". **Journal of Dentistry (Tehran, Iran)**, vol. 13, no. 6, p. 400.

- NEDELCO, R. G. ve PERSSON, A. S. (2014). "Scanning Accuracy and Precision in 4 Intraoral Scanners: An in Vitro Comparison Based on 3-Dimensional Analysis", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 112, no. 6, pp. 1461-1471.
- OH, H. S., LIM, Y. J., KIM, B., KIM, M. J., KWON, H. B., & BAEK, Y. W. (2022). Effect of scanning-aid agents on the scanning accuracy in specially designed metallic models: A laboratory study. **PloS one**, 17(5), e0267742. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267742>
- OYAGÜE, R. C., SÁNCHEZ-JORGE, M. I. ve TURRIÓN, A. S. (2010). "Evaluation of Fit of Zirconia Posterior Bridge Structures Constructed with Different Scanning Methods and Preparation Angles", **Odontology**, vol. 98, pp.170-172.
- PAPASPYRIDAKOS, P., CHEN, C. J., GALLUCCI, G. O., DOUKOUDAKIS, A., WEBER, H. P. ve CHRONOPOULOS, V. (2014). "Accuracy of Implant Impressions for Partially and Completely Edentulous Patients: A Systematic Review1", **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, vol. 29, no. 4.
- PATEL, T., NATHWANI, N., FINE, P., LEUNG, A. (2022). "A Scoping Review of Marginal and Internal Fit Accuracy of Lithium Disilicate Restorations", **Dentistry Journal** 2022, vol 10, no 236
- PEDROCHE, L. O., BERNARDES S. R., LEAO, P. M. , KINTOPP, C. A., CORRER, G.M., ORNAGHI, B.P., GONZAGA, C.C. (2016). "Marginal and internal fit of zirconia copings obtained using different digital scanning methods", **Braz Oral Res.** 2016 Oct vol.30, no. 10
- PENG, C. C., CHUNG, K. H. ve RAMOS JR, V. (2020). "Assessment of the Adaptation of Interim Crowns Using Different Measurement Techniques", **Journal of Prosthodontics**, vol. 29, no. 1, pp. 87-93.
- PERSSON, A. S., ODÉN, A., ANDERSSON, M. ve SANDBORGH-ENGLUND, G. (2009). "Digitization of simulated Clinical Dental Impressions: Virtual Three-Dimensional Analysis of Exactness", **Dental Materials**, vol. 25, no. 7, pp. 929-936.

- PICONI, C. ve MACCAURO, G. (1999). “Zirconia as a Ceramic Biomaterial”, **Biomaterials**, vol. 20, no. 1, pp. 1-25.
- PRUDENTE, M. S., DAVÍ, L. R., NABBOUT, K. O., PRADO, C. J., PEREIRA, L. M., ZANCOPE, K., & NEVES, F. D. (2018). Influence of scanner, powder application, and adjustments on CAD-CAM crown misfit. **The Journal of prosthetic dentistry**, 119(3), 377–383. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.03.024>
- RAIGRODSKI, A. J. (2004). “Contemporary All-Ceramic Fixed Partial Dentures: A Review”, **Dental Clinics**, vol. 48, no. 2, pp. 531-544.
- RAPPOLD, A. P., RIPPS, A. H. ve IRELAND, E. J. (1992). “Explorer Sharpness As Related to Margin Evaluations”, **Operative Dentistry**, vol. 17, no. 1, pp. 2-6.
- REICH, S. ve HORNBERGER, H. (2002). “The Effect of Multicolored Machinable Ceramics on the Esthetics of All-Ceramic Crowns”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 88, no. 1, pp. 44-49.
- REICH, S., FISCHER, S., SOBOTTA, B., KLAPPER, H. U. ve GOZDOWSKI, S. (2010). “A Preliminary Study on the Short-Term Efficacy of Chairside Computer-Aided Design/Computer-Assisted Manufacturing--Generated Posterior Lithium Disilicate Crowns”, **International Journal of Prosthodontics**, vol. 23, no. 3.
- RHODES, J. S., FORD, T. P., LYNCH, J. A., LIEPINS, P. J. ve CURTIS, R. V. (1999). “Micro-Computed Tomography: A New Tool for Experimental Endodontology”, **International Endodontic Journal**, vol. 32, no. 3, pp. 165-170.
- RICHERT, R., GOUJAT, A., VENET, L., VIGUIÉ, G., VIENNOT, S., ROBINSON, P., ... & DUCRET, M. (2017). “Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression”, **Journal of Healthcare Engineering**, vol. 2017.

- RIZONAKI, M., JACQUET, W., BOTTENBERG, P., DEPLA, L., BOONE, M., & DE COSTER, P. J. (2022). Evaluation of marginal and internal fit of lithium disilicate CAD-CAM crowns with different finish lines by using a micro-CT technique. **The Journal of prosthetic dentistry**, **127(6)**, 890–898.
- ROBLES-MEDINA, M., ROMEO-RUBIO, M., SALIDO, M. P. ve PRADIES, G. (2020). “Digital Intraoral Impression Methods: An Update on Accuracy”, **Current Oral Health Reports**, vol. 7, pp. 361-375.
- RÖDIGER, M., HEINITZ, A., BÜRGER, R. ve RINKE, S. (2017). “Fitting Accuracy of Zirconia Single Crowns Produced Via Digital and Conventional Impressions—A Clinical Comparative Study”, **Clinical Oral Investigations**, vol. 21, pp. 579-587.
- SANCHEZ LARA, A., Hosney, S., Lampraki, E., Conejo, J., Blatz, M. B., Barmak, A. B., Ercoli, C., & Chochlidakis, K. (2023). Evaluation of marginal and internal fit of single crowns manufactured with an analog workflow and three CAD-CAM systems: A prospective clinical study. **Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists**, 10.1111/jopr.13675
- SCHMITT, J. M. (1999). “Optical Coherence Tomography (OCT): A Review”, **IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics**, vol. 5, no. 4, pp. 1205-1215.
- SEELBACH, P., BRUECKEL, C. ve WÖSTMANN, B. (2013). “Accuracy of Digital and Conventional Impression Techniques and Workflow”, **Clinical Oral Investigations**, vol. 17, pp. 1759-1764.
- SEGERSTRÖM, S., WIKING-LIMA DE FARIA, J., BRAIAN, M., AMERI, A. ve AHLGREN, C. (2019). “A Validation Study of the Impression Replica Technique”, **Journal of Prosthodontics**, vol. 28, no. 2, pp. e609-e616.
- SEN, N. ve TUNCELLİ, B. (2017). “CAD/CAM Restorasyonlarının Üretimi İçin Kullanılan Materyaller”, **Türkiye Klinikleri. Dış Hekimliği Bilimleri Dergisi**, cilt 23, sayı 2, s. 109.



- SHEMBESH, M., ALI, A., FINKELMAN, M., WEBER, H. P. ve ZANDPARSA, R. (2017). "An in Vitro Comparison of the Marginal Adaptation Accuracy of CAD/CAM Restorations Using Different Impression Systems", **Journal of Prosthodontics**, vol. 26, no. 7, pp. 581-586.
- SKRAMSTAD, M. J. (2019). "Welcome to Cerec Primescan AC Willkommen Cerec Primescan AC", **International Journal of Computerized Dentistry**, vol. 22, no. 1, pp. 69-78.
- SONG, T. J., KWON, T. K., YANG, J. H., HAN, J. S., LEE, J. B., KIM, S. H. ve YEO, I. S. (2013). "Marginal Fit of Anterior 3-Unit Fixed Partial Zirconia Restorations Using Different CAD/CAM Systems", **The Journal of Advanced Prosthodontics**, vol. 5, no. 3, pp. 219-225.
- SOUZA, R. O. A., ÖZCAN, M., PAVANELLI, C. A., BUSO, L., LOMBARDO, G. H. L., MICHIDA, S. M. A., ... & BOTTINO, M. A. (2012). "Marginal and Internal Discrepancies Related to Margin Design of Ceramic Crowns Fabricated By a CAD/CAM System", **Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry**, vol. 21, no. 2, pp. 94-100.
- STAPPERT, C. F. J., DAI, M., CHITMONGKOLSUK, S., GERDS, T. ve STRUB, J. R. (2004). "Marginal Adaptation of Three-Unit Fixed Partial Dentures Constructed from Pressed Ceramic Systems", **British Dental Journal**, vol. 196, no. 12, pp. 766-770.
- STARTING, H., PAMEIJER, C. H. ve GILDENHUYS, R. R. (1981). "Evaluation of the Marginal Integrity of Ceramometal Restorations, Part I", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 46, no. 1, pp. 59-65.
- STUTES, R. D. (2006). "The History and Clinical Application of a Chairside CAD/CAM Dental Restoration System", **Shanghai Kou Qiang Yi Xue= Shanghai Journal of Stomatology**, vol. 15, no. 5, pp. 449-455.
- SU, T. S. ve SUN, J. (2016). "Comparison of Marginal and Internal Fit of 3-Unit Ceramic Fixed Dental Prosthesis Made with Either A Conventional or Digital Impression" **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 116, no. 3, pp. 362-367.

- SUÁREZ, M. J. J., VERNIMMEN, F. S. ve MERCHÁN, E. A. R. (2015). “Comparison of Marginal Fit of Zirconia Copings Manufactured with the Use of Two CAD/CAM Systems Cerec InLab (Sirona®) CAD/CAM Zirkozahn (Zirkozahn®) and Zirkograph 025 ECO Pantographic System (Manual Milling System) (Zirkozahn®)”, **Revista Odontológica Mexicana**, vol. 19, no. 4, pp. 240-245.
- SUBASI, G., OZTURK, N., OZGUR, I. ve BOZOGULLARI, N. (2012). “Evaluation of Marginal Fit of Two Allceramic Copings with Two Finish Lines”, **European Journal of Dentistry**, vol. 6, no. 2, pp. 163-168.
- SYREK, A., REICH, G., RANFTL, D., KLEIN, C., CERNY, B. ve BRODESSER, J. (2010). “Clinical Evaluation of All-Ceramic Crowns Fabricated from Intraoral Digital Impressions Based on the Principle of Active Wavefront Sampling”, **Journal of Dentistry**, vol. 38, no. 7, pp. 553-559.
- TAMAC, E., TOKSAVUL, S. ve TOMAN, M. (2014). “Clinical Marginal and Internal Adaptation of CAD/CAM Milling, Laser Sintering, and Cast Metal Ceramic Crowns”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 112, no. 4, pp. 909-913.
- TINSCHERT, J., ZWEZ, D., MARX, R. ve ANUSAVICE, K. J. (2000). “Structural Reliability of Alumina-, Feldspar-, Leucite-, Mica-and Zirconia-Based Ceramics”, **Journal of Dentistry**, vol. 28, no. 7, pp. 529-535.
- TORABI, K., VOJDANI, M., GITI, R., TAGHVA, M. ve PARDIS, S. (2015). “The Effect of Various Veneering Techniques on the Marginal Fit of Zirconia Copings”, **The Journal of Advanced Prosthodontics**, vol. 7, no. 3, pp. 233-239.
- TSIROGIANNIS, P., REISSMANN, D. R. ve HEYDECKE, G. (2016). “Evaluation of the Marginal Fit of Single-Unit, Complete-Coverage Ceramic Restorations Fabricated After Digital and Conventional Impressions: A Systematic Review and Meta-Analysis”., **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 116, no. 3, pp. 328-335.
- TSITROU, E. A., NORTHEAST, S. E. ve VAN NOORT, R. (2007). “Evaluation of the Marginal Fit of Three Margin Designs of Resin Composite Crowns Using CAD/CAM”, **Journal of Dentistry**, vol. 35, no. 1, pp. 68-73.

- TUNTIPRAWON, M. ve WILSON, P. R. (1995). "The Effect of Cement Thickness on the Fracture Strength of All-Ceramic Crowns", **Australian Dental Journal**, vol. 40, no. 1, pp. 17-21.
- UCAR, Y., AKOVA, T., AKYİL, M. S. ve BRANTLEY, W. A. (2009). "Internal Fit Evaluation of Crowns Prepared Using A New Dental Crown Fabrication Technique: Laser-Sintered Co-Cr Crowns", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 102, no. 4, pp. 253-259.
- URAL, Ç. (2006). Beş Farklı Seramik Restorasyon Yapım Yönteminde Marjinal Uyumların İn-Vitro Olarak Değerlendirilmesi.
- VAHİDİ, F., EGLOFF, E. T. ve PANNON, F. V. (1991). "Evaluation of Marginal Adaptation of All-Ceramic Crowns and Metal Ceramic Crowns", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 66, no. 4, pp. 426-431.
- VAN NOORT, R. (2012). "The Future of Dental Devices Is Digital". **Dental Materials**, vol. 28, no. 1, pp. 3-12.
- VENNERSTROM, M., FAKHARY, M. ve VON STEYERN, P. V. (2014). "The Fit of Crowns Produced Using Digital Impression Systems", **Swed Dent J**, vol. 38, no. 3, pp. 101-10.
- WEAVER, J. D., JOHNSON, G. H. ve BALES, D. J. (1991). "Marginal Adaptation of Castable Ceramic Crowns", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 66, no. 6, pp. 747-753.
- WILSON, P. R. (1994). "Effect of Increasing Cement Space on Cementation of Artificial Crowns", **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 71, no. 6, pp. 560-564.
- WU, J., XIE, H., SADR, A. ve CHUNG, K. H. (2021). "Evaluation of Internal Fit and Marginal Adaptation of Provisional Crowns Fabricated with Three Different Techniques". **Sensors**, vol. 21, no. 3, p. 740.
- YENİCE, N. ve BÜYÜKDERE, A. K. (t.y.). "CAD/CAM Sistemlerinde Kullanılan Tam Seramik Bloklar ve Endikasyonları", **Dental and Medical Journal-Review**, cilt 2, sayı 1, ss. 1-15.
- YERİ, E. A. (2015). "Mikro Bilgisayarlı Tomografi ve Endodontik Araştırmalardaki Yeri", **Türkiye Klinikleri J Endod-Special Topics**, cilt 1, sayı 3, ss. 32-9.

- YUZBASIOGLU, E., KURT, H., TURUNC, R. ve BILIR, H. (2014). “Comparison of Digital and Conventional Impression Techniques: Evaluation of Patients’ Perception, Treatment Comfort, Effectiveness and Clinical Outcomes”, **BMC Oral Health**, vol. 14, no. 1, pp. 1-7.
- ZARAUZ, C., VALVERDE, A., MARTINEZ-RUS, F., HASSAN, B. ve PRADIES, G. (2016). “Clinical Evaluation Comparing the Fit of All-Ceramic Crowns Obtained from Silicone and Digital Intraoral Impressions”, **Clinical Oral Investigations**, vol. 20, pp. 799-806.
- ZENG, L., ZHANG, Y., LIU, Z. ve WEI, B. (2015). “Effects of Repeated Firing on the Marginal Accuracy of Co-Cr Copings Fabricated By Selective Laser Melting”, **The Journal of Prosthetic Dentistry**, vol. 113, no. 2, pp. 135-139.
- ZIMMERMANN, M., MEHL, A., MÖRMANN, W. H. ve REICH, S. (2015). “Intraoral Scanning Systems-A Current Overview”, **International Journal of Computerized Dentistry**, vol. 18, no. 2, pp. 101-129.

## **ELEKTRONİK KAYNAKLAR**

- URL-1 “Instructions”, Kavo- Everest, <http://www.kavo-everest.com/Default.aspx?>, (Erişim Tarihi: 19 Ağustos 2010).
- URL-2 “Cercon Eye Brochure”, Cerconsmartceramics, [www.cerconsmartceramics.com](http://www.cerconsmartceramics.com), (Erişim Tarihi: 6 Haziran 2006).
- URL-3 “Homepage on the internet”, Sirona, <http://www.sirona.com>, (Erişim Tarihi: 11 Kasım 2013).
- URL-4 “Vita-All ceramics, In-ceram Zirconia broshure”, VITA, <http://www.vita-zahnfabrik.com>, (Erişim Tarihi: 11 Kasım 2013).
- URL-5 “CAD/CAM solutions for the dental lab”, Dentsplysirona, <https://www.dentsplysirona.com/en/explore/lab/cadcam-equipment-dental-lab/scan.html>, (Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2023).
- URL-6 “Primescan”, Dentsplysirona, <https://www.dentsplysirona.com/enap/explore/cerec/primescan.html>, (Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2023).

## **TEZLER**

DEMİR, N. (2004). “Üç Farklı Tam Seramik Restorasyonun İnternal ve Marjinal Uyumunun Mikro-Bt Tekniği ile Değerlendirilmesi ve Bağlanma Dayanımlarının Karşılaştırılması”. (Yayımlanmamış doktora tezi), Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi.

## **DİĞER KAYNAKLAR**

American Dental Association. (1971). **Dentistry in National Health Programs: Reports of the Special Committees**. American Dental Association.

## **ÖZGEÇMİŞ**