

SELİN Ş.YILBAŞ AKÇAKAYA

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.

DOKTORA TEZİ

İSTANBUL-2020



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

(DOKTORA TEZİ)

**FARKLI YÖNTEMLERLE ALINMIŞ ÖLÇÜLERLE
ÜRETİLEN, GÜNCEL MONOLİTİK BLOKLARIN
MARJİNAL UYUMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

SELİN ŞEBNEM YILBAŞ AKÇAKAYA

**DANIŞMAN
PROF. DR. İ. BÜLENT ŞERMET**

**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ PROGRAMI**

İSTANBUL-2020

TEZ ONAYI

DOKTORA TEZİ ONAYI

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü . Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Protetik Diş Tedavisi Programında Doktora öğrencisi S, Şebnem YILBAŞ AKÇAKAYA tarafından Prof. Dr. İ. Bülent ŞERMET' in danışmanlığında "Farklı Yöntemlerle Alınmış Ölçülerle Üretilen Güncel Monolitik Blokların Marjinal Uyumlarının Karşılaştırılması" başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 06/01/2020 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavında başarılı bulunmuş ve Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.


Jüri Başkanı
Danışman

Prof. Dr. İ. Bülent ŞERMET
İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı


Jüri

Prof. Dr. Bülge Gökçen RÖHLİĞ
İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Jüri

Doç. Dr. Değer ÖNGÜL
İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı



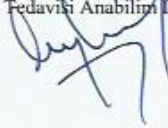
Jüri

Doç. Dr. Buket EVREN
Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı



Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Ceyhan CANPOLAT
Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı



BEYAN

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

SELİN ŞEBNEM YILBAŞ AKÇAKAYA



İTHAF

Beni bu meslekle tanıştıran babama, Dt. Aykut Yılbaş'a ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimime başladığım ilk günden itibaren her zaman yanımda olan, değerli bilimsel ve mesleki tecrübelerini benimle paylaşan, aile sıcaklığında çalışma ortamı yaratan çok değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. İ. Bülent Şermet'e,

Doktora eğitimim süresince yalnızca akademik olarak değil, hayatın her anlamında yol göstericim olan, doktora çalışmamı değerli katkılarıyla destekleyen, Doç. Dr. Değer Öngül'e,

Tez çalışmam süresince değerli zamanını ve bilgilerini benimle paylaşan, tez izleme komitesindeki hocam Yrd. Doç. Dr. Ceyhun Canpolat'a,

Doktora eğitimim boyunca katkılarından dolayı Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nın tüm değerli öğretim üyelerine, asistanlarına ve tüm çalışanlarına,

Deney materyallerimin temini ve deney örneklerimin hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen Dr. Burçin Karataşlı, GC Europe, Zirkonzahn Asya Diş Laboratuvarı ve Yaren Dental'e,

Birlikte başladığımız diş hekimliği yolculuğuna, doktora eğitimi ile devam ettiğimiz, varlıklarıyla bu yolcuğumu tamamlamamı sağlayan, Dt. Lebriz Yalçın ve Dt. Hande Sarıcan'a,

Birlikte çalışma ve ekip olma şansını yakaladığım değerli çalışma arkadaşlarım Dt. Erkin Özcan ve Dt. Alper Mohammedi'ye,

Hayatım boyunca olduğu gibi, doktora eğitimim sürecinde de ilgilerini, sevgilerini, desteklerini, bana olan güvenlerini hep arkamda hissettiğim sevgili aileme,

Bu süreçte en büyük fedakarlıkları yapan, desteğini ve motivasyonunu benden hiç esirgemeyen sevgili eşim, Erdem Akçakaya'ya,

Çok teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 29535

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	iii
BEYAN.....	iv
İTHAF.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvii
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	xx
ÖZET	xxi
ABSTRACT.....	xxii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	23
2. GENEL BİLGİLER	25
2.1. Tam Seramik Sistemler.....	25
2.1.1. Seramik ve Seramik Benzeri Restoratif Materyaller İçin Yeni Sınıflandırma Sistemi.....	25
2.1.2. Seramik Restoratif Materyallerin Sınıflandırılması.....	28
2.1.2.1. Cam-Matris Seramikler :.....	28
2.1.2.2. Polikristalin Seramikler :.....	30
2.1.2.3. Reçine-Matris Seramikler	32
2.2. CAD / CAM Sistemler.....	34
2.2.1. CAD/CAM Sistemleri Tarihsel Gelişimi.....	34
2.2.2. CAD/CAM Sistemlerin Avantajları.....	34
2.2.3. CAD/CAM Sistemlerin Dezavantajları	35
2.2.4. CAD/CAM Sistemleri Sınıflaması.....	35
2.2.5. CAD/CAM Sistemleri Çalışma Prensibi.....	35
2.2.6. CAD/CAM Sistemi Komponentleri :.....	36
2.2.6.1. Tarayıcı (Scanner).....	36
2.2.6.2. Yazılım (Software).....	37
2.2.6.3. Donanım (Hardware)	37
2.3. Ölçü Materyalleri ve Teknikleri.....	37

2.3.1. Ölçü Materyalleri Tarihsel Gelişimi	37
2.3.2. Ölçü Materyallerinin Sınıflandırılması	38
2.3.2.1. Geri Dönüşümlü Olmayan Hidrokolloidler (Aljinat).....	39
2.3.2.2. Polieterler	39
2.3.2.3. Polivinil Siloksanlar (PVS)	39
2.3.2.4. Vinil Siloksaneter (Vinil Polieter Siloksan).....	40
2.3.2.5. Hidrofilik Polivil Siloksan	40
2.3.2.6. Hızlı Sertleşen Elastomerik Materyaller	41
2.3.2.7. Aljinat Benzeri Materyaller.....	41
2.3.3. Kaşık Seçimi	41
2.3.3.1. Kişisel ve Prefabrike Kaşıklar.....	41
2.3.4. Double Ark Ölçü Tekniği :	42
2.4. Dijital Ölçü Yöntemleri	43
2.4.1. İntraoral Tarayıcılar İçin Güncel Değerlendirme.....	44
2.4.2. Bilgisayar destekli tasarım / bilgisayar destekli üretim diş hekimliğinde kullanılan terimler	44
2.4.3. İntraoral Taramanın Avantajları.....	45
2.4.4. İntraoral Taramanın Dezavantajları :	46
2.5. Adeziv Reçine Simanlar	46
2.5.1. Adeziv Reçine Simanların Aktivasyon (Polimerizasyon) Tipine Göre Sınıflandırılması.....	47
2.5.1.1. Kimyasal Olarak Polimerize Olan Adeziv Reçine Simanlar: (Self – Cure Reçine Simanlar).....	47
2.5.1.2. Işık ile Polimerize Olan Adeziv Reçine Simanlar (Light-Cure Reçine Simanlar).....	47
2.5.1.3. Kimyasal ve Işık ile Polimerize Olan Adeziv Reçine Simanlar (Dual-cure Reçine Simanlar).....	48
2.6. Marjinal ve İnternal Uyum.....	48
2.6.1. Marjinal ve İnternal Uyuma Etki Eden Faktörler	48
2.6.2. Marjinal ve İnternal Uyum İnceleme Yöntemleri.....	49
2.6.2.1. Direkt GÜDÜK Üzerinden Ölçüm Yöntemi	49
2.6.2.2. Silikon Replika Yöntemi.....	49
2.6.2.3. Reçine Replika Yöntemi	50

2.6.2.4. Kesit Alarak Ölçüm Yöntemi.....	50
2.6.2.5. Mikro-CT Yöntemi	50
2.6.2.6. Üç Boyutlu Yüzey Tarama İle Ölçüm Yöntemi	50
2.7. Araştırmada Kullanılan Cihazlar	52
2.7.1. GC Aadva IOS (Intra-Oral Scanning System, GC Europe NV. Leuven)	52
2.7.2. AAadva Lab Scan (GC Europe NV. Leuven).....	52
2.7.3. M1 Wet Heavy Metal Milling Unit (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy)	54
2.7.4. Solutionix C500 3D Scanner (Solutionix, Seoul, Korea)	54
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	56
3.1. Çalışma Örneklerinin Hazırlanması	56
3.2. Çalışma Gruplarının Adlandırılması.....	58
3.3. Geleneksel ve Dijital Ölçü Yöntemleri ile Ölçülerin Alınması.....	60
3.3.1. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçülerin Alınması.....	60
3.3.2. Dijital Ölçü Yöntemi İle Ölçülerin Alınması	65
3.4. Kuron Protezlerinin Hazırlanması	65
3.5. Örneklerin simantasyonu :	67
3.5.1. Örneklerin dual-cured siman ile simantasyonu :	68
3.5.2. Örneklerin light-cured siman ile simantasyonu :	70
3.6. Marjinal ve İnternal Aralık Ölçümü :	71
4. BULGULAR.....	75
4.1. Çalışma Gruplarına Ait Marjinal Aralık Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	75
4.1.1. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Cerasmart Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi.....	75
4.1.2. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Initial Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi	76
4.1.3. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Prettau Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi	77
4.1.4. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Zirkon Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi	78
4.1.5. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Cerasmart Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi.....	78

4.1.6. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Initial Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi.....	79
4.1.7. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Prettau Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi.....	80
4.1.8. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Zirkon Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi.....	81
4.2. Çalışma Gruplarına Ait İnternal Aralık (Hacim) Sonuçlarının Değerlendirilmesi	81
4.2.1. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Cerasmart Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi.....	81
4.2.2. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Initial Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi .	82
4.2.3. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Prettau Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi .	83
4.2.4. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Zirkon Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi .	83
4.2.5. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Cerasmart Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi.....	84
4.2.6. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Initial Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi.....	85
4.2.7. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Prettau Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi.....	85
4.2.8. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Zirkon Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi.....	86
4.3. Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular.....	87
4.3.1. Dijital ve Geleneksel Ölçü Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	87
4.3.2. Materyal Türüne Göre Ölçü Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	87

4.3.3. Siman Türüne Göre Materyal ve Ölçü Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	88
4.3.4. Materyal Türüne Göre Siman Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	89
4.3.5. Siman Türlerine Göre Ölçü Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	90
4.3.6. Ölçü Türüne Göre Siman Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular.....	91
4.3.7. Materyallerin Birbiri ile Karşılaştırılarak (Materyaller Arası) Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	91
4.3.8. Materyallerin Ölçü Yöntemlerinden Bağımsız Olarak Marjinal Aralıklarının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	93
4.4. İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	94
4.4.1. Dijital ve Geleneksel Ölçü Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular.....	94
4.4.2. Materyal Türüne Göre Ölçü Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	95
4.4.3. Siman Türüne Göre Materyal ve Ölçü Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	95
4.4.4. Materyal Türüne Göre Siman Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	96
4.4.5. Siman Türüne Göre Ölçü Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular.....	97
4.4.6. Ölçü Yöntemine Göre Siman Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	97
4.4.7. Materyallerin Birbiri ile Karşılaştırılarak (Materyaller Arası) İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	98
4.4.8. Materyallerin Ölçü Yöntemlerinden Bağımsız Olarak İnternal Aralıklarının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	100
4.5. Yüzeyle Göre (Bukkal, Palatinal, Mezial, Distal) Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	101
4.5.1. Genel Olarak Yüzeylelerin Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	101
4.5.2. Genel Olarak Ölçü Gruplarının Yüzeylelere Göre Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	101

4.5.3. Dijital ve Geleneksel Ölçü Gruplarında ayrı ayrı Yüzeylere Göre Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	102
4.5.4. Her Bir Yüzeyde Materyal Türüne Göre Geleneksel ve Dijital Ölçü Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular.....	103
4.5.5. Yüzeylerin Materyal Türü, Siman Türü ve Ölçü Gruplarına Göre Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular	104
4.6. Çalışma Gruplarına Ait Örnek Görüntüler	108
4.6.1. Dijital Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.C.6.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-1).....	108
4.6.2. Dijital Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.C.8.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-2).....	109
4.6.3. Dijital Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.I.3.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-3).....	110
4.6.4. Dijital Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.I.5.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-4).....	111
4.6.5. Dijital Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.P.1.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-5).....	112
4.6.6. Dijital Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.P.5.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-6).....	113
4.6.7. Dijital Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.Z.3.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-7).....	114
4.6.8. Dijital Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.Z.7.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-8).....	115
4.6.9. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.C.5.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-9)	116

4.6.10. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.C.2.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-10)	117
4.6.11. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.I.8.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-11)	118
4.6.12. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.I.4.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-12)	119
4.6.13. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.P.1.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-13).....	120
4.6.14. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.P.3.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-14).....	121
4.6.15. Geleneksel Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.Z.2.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-15)	122
4.6.16. Geleneksel Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.Z.4.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-16)	123
5. TARTIŞMA	124
KAYNAKLAR	149
HAM VERİLER	160
FORMLAR	161
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	162
ÖZGEÇMİŞ	163

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3-1: Çalışmada kullanılan materyaller.....	59
Tablo 3-2: Çalışmada kullanılan cihazlar	60
Tablo 4-1: Dijital ölçü grubu – Cerasmart blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri.....	76
Tablo 4-2: Dijital ölçü grubu – Initial blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri	76
Tablo 4-3: Dijital ölçü grubu – Prettau blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri	77
Tablo 4-4: Dijital ölçü grubu – Zirkon blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri	78
Tablo 4-5: Geleneksel ölçü grubu – Cerasmart blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri.....	78
Tablo 4-6: Geleneksel ölçü grubu – Initial blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri.....	79
Tablo 4-7: Geleneksel ölçü grubu – Prettau blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri.....	80
Tablo 4-8: Geleneksel ölçü grubu – Zirkon blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri.....	81
Tablo 4-9: Dijital ölçü grubu – Cerasmart blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri.....	81
Tablo 4-10: Dijital ölçü grubu – Initial blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri.....	82
Tablo 4-11: Dijital ölçü grubu – Prettau blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri.....	83
Tablo 4-12: Dijital ölçü grubu – Zirkon blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri.....	83
Tablo 4-13: Geleneksel ölçü grubu – Cerasmart blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri.....	84
Tablo 4-14: Geleneksel ölçü grubu – Initial blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri.....	85

Tablo 4-15: Geleneksel ölçü grubu – Prettau blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri.....	85
Tablo 4-16: Geleneksel ölçü grubu – Zirkon blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri.....	86
Tablo 4-17: Dijital ve geleneksel ölçü gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi	87
Tablo 4-18: Materyal türüne göre ölçü gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi	87
Tablo 4-19: Siman türüne göre materyal ve ölçü gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi	88
Tablo 4-20: Materyal türüne göre siman gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi	89
Tablo 4-21: Siman türlerine göre ölçü gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi	90
Tablo 4-22: Ölçü türüne göre siman gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi.	91
Tablo 4-23: Materyaller arası marjinal aralığının değerlendirilmesi.....	91
Tablo 4-24: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi.....	92
Tablo 4-25: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi.....	93
Tablo 4-26: Materyallerin ölçü yöntemlerinden bağımsız olarak marjinal aralıklarının değerlendirilmesi	93
Tablo 4-27: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi.....	94
Tablo 4-28: Dijital ve geleneksel ölçü gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi	94
Tablo 4-29: Materyal türüne göre ölçü gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi	95
Tablo 4-30: Siman türüne göre materyal ve ölçü gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi	95
Tablo 4-31: Materyal türüne göre siman gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi	96
Tablo 4-32: Siman türüne göre ölçü gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi..	97
Tablo 4-33: Ölçü yöntemine göre siman gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi	97
Tablo 4-34: Materyaller arası internal aralığın değerlendirilmesi	98

Tablo 4-35: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi.....	99
Tablo 4-36: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi.....	99
Tablo 4-37: Materyallerin ölçü yöntemlerinden bağımsız olarak internal aralıklarının değerlendirilmesi	100
Tablo 4-38: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi.....	100
Tablo 4-39: Yüzeylerin marjinal aralığının değerlendirilmesi	101
Tablo 4-40: Ölçü gruplarının yüzeylere göre marjinal aralığının değerlendirilmesi....	101
Tablo 4-41: Dijital ve geleneksel ölçü gruplarında, yüzeylere göre marjinal aralığın değerlendirilmesi	102
Tablo 4-42: Yüzeylerde materyal türüne göre geleneksel ve dijital ölçü gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi.....	103
Tablo 4-43: Yüzeylerin materyal, siman ve ölçü gruplarına göre marjinal aralığının değerlendirilmesi	104

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1:Seramik ve seramik benzeri restoratif materyaller için yeni sınıflandırma sistemi.....	27
Şekil 2-2: Ölçü Materyallerinin Sınıflandırılması	38
Şekil 2-3: GC Aadva IOS (Intra-Oral Scanning System, GC Europe NV. Leuven)	52
Şekil 2-4: AAadva Lab Scan (GC Europe NV. Leuven).....	53
Şekil 2-5: M1 Wet Heavy Metal Milling Unit (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy).	54
Şekil 2-6: Solutionix C500 3D Scanner (Solutionix, Seoul, Korea)	55
Şekil 3-1: Maksiller birinci büyük azı fantom diş (Frasaco GmbH, Almanya).....	56
Şekil 3-2: Prepare edilmiş akrilik fantom diş	56
Şekil 3-3: Scanner S600 ARTI	57
Şekil 3-4: 160 Adet analog	57
Şekil 3-5: Çalışma örneklerinin 10'arlı gruplara ayrılması	58
Şekil 3-6: Çalışma gruplarının adlandırılması	58
Şekil 3-7: 80 adet akriliğe gömülmüş analog	61
Şekil 3-8: 80 adet akriliğe gömülmüş analog	61
Şekil 3-9: Geleneksel ölçü alınması için hazırlanan metal döküm silindir kalıplar	61
Şekil 3-10: Polivinil siloksan ölçü maddesi.....	62
Şekil 3-11: Polivinil siloksan ölçü maddesi ile çift karıştırma tekniği ile ölçüsü alınan analoglar.....	62
Şekil 3-12: Ölçülerin yüzey özelliklerinin kontrol edilmesi.....	63
Şekil 3-13: Alınan ölçülere Tip IV dental sert alçı dökülmesi	63
Şekil 3-14: Alçı modeller.....	63
Şekil 3-15: AAadva Lab Scan (GC Europe NV. Leuven) ile alçı modellerin taranması	64
Şekil 3-16: AAadva Lab Scan (GC Europe NV. Leuven).....	64
Şekil 3-17: Taranan ölçülerin STL formatında kaydedilmesi	64
Şekil 3-18: GC Aadva Intra Oral 3D Scanner (GC Europe NV. Leuven).....	65
Şekil 3-19: Cerasmart (GC, Leuven, Belçika), Initial LRF Block (GC, Leuven, Belçika), Zirconia Prettau (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy), ICE Zircon (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy) blok grupları	65
Şekil 3-20: Restorasyonların üç boyutlu tasarımının yapılması	66

Şekil 3-21: M1 Wet Heavy Metal Milling Unit (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy) frezeleme ünitesi	66
Şekil 3-22: Örneklere ait kuron restorasyonlarının hazırlanması	67
Şekil 3-23: Dual-cure siman seti (G-Cem Link Force, Dual-cure Adhesive Luting Cement, GC, Leuven, Belçika)	68
Şekil 3-24: G-Multi Primer (GC, Leuven, Belçika) silan uygulanması	69
Şekil 3-25: G-Premio Bond (GC, Leuven, Belçika) ve DCA (GC, Leuven, Belçika) 1:1 oranlarında karıştırılarak analog üzerine uygulanması	69
Şekil 3-26: G-CEM Link Force (GC, Leuven, Belçika) simanın otomatik şırıngası ile restorasyonun içine uygulanması	69
Şekil 3-27: 50 N ($\approx$ 5 kg) statik kuvvet uygulayan ağırlık düzeneği	70
Şekil 3-28: Kuron protezinin tüm yüzeylerine 20'ser saniye ışık uygulanması	70
Şekil 3-29: Light-cured G-aenial Universal Flow (GC, Leuven, Belçika) simanın otomatik şırıngası ile restorasyonun içine uygulanması	71
Şekil 3-30: Solutionix C500 3D Scanner (Solutionix, Seoul, Korea)	72
Şekil 3-31: 5 megapikselliik çift kameralı, üç boyutlu tarama başlığı	72
Şekil 3-32:Marjinal aralık ölçümlerine örnek görüntü	73
Şekil 3-33: İnternal aralık ölçümlerine örnek görüntü.....	73
Şekil 4-1: D.C.6.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri.....	108
Şekil 4-2: D.C.8.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri	109
Şekil 4-3: D.I.3.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri	110
Şekil 4-4: D.I.5.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri.....	111
Şekil 4-5: D.P.1.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri	112
Şekil 4-6: D.P.5.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri.....	113
Şekil 4-7: D.Z.3.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri.....	114
Şekil 4-8: D.Z.7.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri	115
Şekil 4-9: G.C.6.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri.....	116
Şekil 4-10: G.C.2.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri	117
Şekil 4-11: G.I.8.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri	118
Şekil 4-12: G.I.4.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri.....	119
Şekil 4-13: G.P.1.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri	120
Şekil 4-14: G.P.3.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri.....	121
Şekil 4-15: G.Z.2.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri	122

Şekil 4-16: G.Z.4.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri 123



SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

3D : 3 Dimentional (3 Boyutlu)

CAD : Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)

CAM : Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli Üretim)

CEREC : Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics

mm : Milimetre

μm : Mikrometre

N : Newton

PVS : Poli Vinil Siloksan

PMMA : Poli Metil Metakrilat

SEM: Scanning Electron Microscope (Tarayıcı Elektron Mikroskobu)

STL : Standard Tessellation Language (Standart Mozaikleme Dili)

FSZ : Tamamen Stabilize Zirkonya

PSZ : Parsiyel Stabilize Zirkonya

TZP : Tetragonal Zirkonya Polikristalleri

Y_2O_3 : Yittrium Oksit

Y-TZP : Yitrium İle Stabilize Tetragonal Zirkonya Polikristali

ÖZET

Yılbaş Akçakaya, S.Ş. Farklı Yöntemlerle Alınmış Ölçülerle Üretilen, Güncel Monolitik Blokların Marjinal Uyumlarının Karşılaştırılması

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi ABD. Doktora Tezi. İstanbul. 2020.

Bu doktora tezi çalışmasında, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleriyle alınmış ölçülerle üretilen, farklı kimyasal içeriğe sahip güncel monolitik blokların, farklı polimerizasyon tiplerine sahip reçine simanlar ile simantasyonu sonrası marjinal ve internal uyumu in-vitro olarak incelendi.

Çalışmada, üst birinci büyük azı akrilik diş modelinin tam seramik kuron restorasyonu için anatomik preparasyonu yapıldı. Hazırlanan örnekten, polimetil metakrilat bazlı materyalden 160 adet analog model hazırlandı. Dijital (D) ve geleneksel (G) ölçü yöntemleri ile ölçüleri alındı. 4 farklı monolitik bloktan, kuron restorasyonları elde edildi. Tüm gruplardaki restorasyonlar dual-cure ve light-cure simanlarla simante edildi. (n=10). Restorasyonlar ve analogların simantasyon öncesi ve sonrası görüntüleri 3 boyutlu optik tarayıcıda tarandı. Geomagic Control X yazılımında, görüntü çakıştırması yapıldı. Veriler SPSS 25.0 programı kullanılarak analiz edildi, Kolmogorov-Smirnov, Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis testleri ile değerlendirildi. $p<0,05$ olması durumunda aradaki fark anlamlı kabul edildi. (D) grubunun marjinal aralığı(111 μm) ile (G) grubu(78 μm) arasında anlamlı fark bulunmuştur($p<0,05$). (D) grubunda dual-cure siman grubunun marjinal aralığı(121 μm) ile light-cure siman grubu(102 μm) arasında anlamlı fark bulunmuştur($p<0,05$). Prettau-Cerasmart ($p=0,000$), Zirkon-Cerasmart ($p=0,001$) ve Initial-Cerasmart ($p=0,043$) materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Cerasmart materyalinin marjinal aralığı(113 μm) diğer materyallere göre daha yüksektir. (D) grubunun internal hacmi(26 mm^3) ile (G) grubu(21 mm^3) arasında anlamlı fark bulunmuştur($p<0,05$).

Çalışmanın sonuçlarına göre, dijital ölçü yönteminin marjinal ve internal aralığı, geleneksel ölçü yöntemine göre daha yüksek bulunmuştur. Dual-cure siman grubunun marjinal ve internal aralık değeri, light-cure siman grubuna göre yüksek bulunmuştur. Farklı materyallerin marjinal ve internal uyumları arasında fark vardır fakat hepsi klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde.

Anahtar Kelimeler : Monolitik, zirkonya, hibrit seramik, marjinal uyum, dijital ölçü

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 29535.

ABSTRACT

Yılbaş Akçakaya, S.Ş. Comparison of marginal adaptation of monolithic crowns produced with different impression methods.

İstanbul University, Institute of Health Science, Department of Prosthodontics. PhD Project. İstanbul. 2020.

In this study, the marginal and internal adaptation of the monolithic blocks which were produced by digital and conventional impression methods, cemented with different polymerization types of resin cements, were examined.

In the study, anatomical preparation of the molar acrylic tooth for full ceramic crown restoration was prepared, 160 analogue models were created. Impressions were taken by digital(D) and conventional(G) methods. Crown restorations were obtained from 4 different monolithic blocks. All restorations were cemented with dual-cured and light-cured cements(n=10). The restorations and analogs were scanned before and after cementation by 3D optical scanner. In Geomagic Control X software, image overlap performed. The data analyzed using SPSS 25.0 programme. The difference was considered significant if $p<0.05$. There was a significant difference between the marginal range of group(D)(111 μm) and group(G)(78 μm) ($p<0.05$). In group(D), a significant difference was found between the marginal range of the dual-cure group(121 μm) and the light-cure group(102 μm) ($p<0.05$). A significant difference was found between Prettau-Cerasmart ($p=0.000$), Zircon-Cerasmart ($p=0.001$) and Initial-Cerasmart ($p=0.043$). There was a significant difference between the internal volume value of group (D)(26 mm^3) and group (G)(21 mm^3) ($p<0.05$).

According to the results of the study, it is found that the conventional impression method had showed better results in marginal and internal adaptation than the digital impression method. The marginal adaptation of light-cure cement was better than the dual-cure cement. There is a difference between marginal and internal adaptation of different materials, but they are all within clinically acceptable limits.

Key Words: Monolithic, zirconia, hybrid ceramic, marginal adaptation, digital impression

The present work was supported by the Research Fund of Istanbul University. Project No: 29535

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Yüksek biyouyumluluk göstermeleri ve estetik beklentileri karşılamaları sebebiyle, tam seramik restorasyonların kullanım alanları artmıştır¹. Tam seramik sistemler arasında, yüksek yapısal dayanıklılık, yüksek kırılma dayanımı, kimyasal ve boyutsal stabilite göstermesi, korozyona dirençli olması, düşük plak tutunumu, düşük ısı ve elektrik iletkenliği göstermesi gibi özellikleriyle, zirkonya ön plana çıkmıştır².

Zirkonyanın avantajları yanında, kullanımını kısıtlayan dezavantajları da vardır. Dezavantajlarından birkaçı; zirkonya materyalinin yapısını oluşturan yoğun kristalin faz nedeniyle opak görünümlü olması ve doğal dişe yakın translusentlik göstermemesidir. Bu nedenle zirkonyum oksit destekli restorasyonlar ideal estetiğin yakalanabilmesi için uygun translüsensliğe sahip veneer seramikler ile kaplanmaktadır. Zirkonya dental altyapı materyali olarak güçlü özellikler göstermesine karşın, üstyapının porselen ile restore edilmesi aşamasında, çeşitli problemler ortaya çıkmaktadır³. Zirkonya altyapılı restorasyonlarda en sık görülen komplikasyonlar; üstyapı seramiğinin altyapıdan tabaka halinde veya kırılarak ayrılması olduğu bildirilmiştir⁴. Zirkonya altyapıların, feldspatik porselenlerle veneerlenmesi sonucu ortaya çıkan bu problemleri ortadan kaldırmak için, veneer porselene ihtiyaç duyulmayan, yalnızca tek bir materyalden üretilen monolitik kuronlar geliştirilmiştir^{5,6}. Monolitik zirkonyaların görünümleri doğala yakın olduğu için, estetiği sağlamak amacıyla seramiklerle veneerlenmeleri gerekmemektedir. Özel boyama solüsyonları ile boyanarak doğal diş rengi elde edilebilmektedir. Bu özelliğinin en büyük avantajı veneer porselen ile zirkonyum alt yapı arasında görülen tabaka halinde veya kırılarak ayrılma komplikasyonlarıyla karşılaşılmasındadır⁷.

Marjinal ve internal uyum, hazırlanacak restorasyonun kalitesini ve doğruluğunu belirleyen en önemli özelliklerindendir⁸. Restorasyonun marjinal ve internal uyumuna etki eden çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bunlar; preparasyonun servikal bitim çizgisi, preparasyon açısı, okluzal yüzey preparasyonu, preparasyon bitim çizgisi kurvatürü, ölçü teknikleri, ölçü materyalleri, materyallerin üretim aşamaları, simantasyon aşamaları, fırınlama aşamaları gibi faktörlerdir.

Sabit protetik diş tedavilerinde prepare edilen bölgenin negatifini en doğru şekilde elde etmek yapılacak restorasyonun başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle preparasyon hassasiyeti kadar, kullanılan ölçü maddesi ve l tekniğinin detayları kaydedebilmesi de önemlidir. l maddeleri ile ilgili yıllar içerisinde yapılan çalışmalarda boyutsal stabiliteleri, yırtılma dirençleri, biyouyumlulukları gibi birçok fiziksel ve kimyasal özellikleri iyileştirilmeye çalışılmıştır. Dijital l yöntemleri; geleneksel l tekniklerinin istenmeyen özelliklerini ortadan kaldırmaktadır. Hem hekim, hem de hasta için pratik bir l alma işlemine olanak saęlamaktadır⁹.

Tam seramiklerin simantasyon işlemi için kullanılan reçine simanların bir kısmı kimyasal (self-cure), bir kısmı ışık ile (light-cure), bir kısmı ise hem kimyasal hem de ışık ile (dual-cure) polimerize olurlar. Çalışmada farklı reçine simanların marjinal ve internal uyuma etkisini incelemek amacıyla, tüm gruptaki örnekler iki alt gruba ayrılarak light-cure ve dual-cure simanlarla simante edilecektir¹⁰.

Bu in-vitro tez çalışmasının amacı, geleneksel ve dijital l yöntemleriyle üretilen, farklı monolitik kuronların, iki farklı siman ile simante edilerek, marjinal ve internal uyumlarının karşılaştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tam Seramik Sistemler

2.1.1. Seramik ve Seramik Benzeri Restoratif Materyaller İçin Yeni Sınıflandırma Sistemi

Tam seramik materyaller için sınıflandırma sistemleri, yeni materyallerin dahil edilmesiyle, sürekli güncelleme gerektirir. 2015 yılında yapılan çalışmada, seramik ve seramik benzeri restoratif materyaller için yeni bir sınıflandırma sistemi yapılmıştır¹¹. Bu yeni sınıflandırma sistemi, seramik restoratif materyalleri üç gruba ayırır: (1) cam-matriks seramik, (2) polikristalin seramik ve (3) reçine-matriks seramik. Her grupta, kompozisyon içerikleri açıklanan alt gruplar vardır. Bu sistem sayesinde, yeni geliştirilen materyaller, mevcut ana gruplara veya alt gruplara yerleştirilir. Seramik materyallerin sınıflamasında kullanılan kriterler, kimyasal bileşimlerinde bulunan fazlara dayanmaktadır. Bu nedenle, tam seramik bir materyal, cam-matris fazının mevcut olup olmadığına göre veya seramik parçacıkları ile doldurulmuş bir organik matris içerip içermemesine göre sınıflandırılır¹¹.

Seramik, 100 yılı aşkın bir süredir estetik diş hekimliğinin temelini oluşturmaktadır. Orjinalinde doğal olarak feldspatik formda ortaya çıkan seramikler, ön dişler için jaket kuronlar, parsiyel kuronlar ve tam kuronlar olarak kullanıldı. 1960'ların ortalarında, John McLean, alumina içerikli porseleni tanıtmıştır. Bununla birlikte, klinisyenler için dayanıklılık, estetik ve üretim yöntemleri arasında seçim yapabilecekleri ürün çeşitliliği sunulmuştur¹².

İdeal bir sınıflandırma sistemi; materyalin hangi bölgede kullanılacağı (posterior bölge - anterior bölge), restorasyonun türü (parsiyel kuron - tam kuron, geçici restorasyon – kalıcı restorasyon) ve simantasyon türü (adeziv simantasyon - geleneksel simantasyon) seçeneklerini kapsayacak nitelikte olmalıdır. Klinik endikasyon, bileşim, simantasyon türü, üretim yöntemi, fırınlanma ısısı, mikro yapı, translusentlik ve kırılma direnci baz alınarak oluşturulan farklı sınıflandırma sistemleri mevcuttur^{13, 14}. Fakat bu sınıflandırma sistemleri yetersizdir ve yeni restoratif materyallerin sınıflandırmaya kolayca dahil edilmesine izin vermezler. Seramiklerin bileşimlerine göre

sınıflandırılması, hem teknisyen hem de klinisyen açısından kapsamlı ve kullanışlı bir sınıflandırma türüdür¹¹.

Örneğin, Kelly ve Benetti tarafından sıklıkla kullanılan bir sınıflandırma sistemi, seramik materyalleri cam içeriğine göre sınıflandırır. Ağırlıklı olarak camsı materyaller, partikülle doldurulmuş camlar ve polikristalin seramikler olarak üç gruba ayrılır¹⁵. Bu sınıflandırma sistemindeki eksiklik, seramiğin camsı materyaller veya partikülle doldurulmuş camlar grubuna dahil olması için gereken cam fazı miktarının belirtilmemesidir. Bu eksiklik, klinisyen açısından karışıklığa neden olabilir. Ayrıca bu sınıflandırma sisteminde, cam miktarı ile restorasyonun estetik ve mukavemet özellikleri arasında doğrudan bir ilişki olduğu önerilmiştir. Bu korelasyon, ağırlıklı olarak camsı seramiklerin oldukça estetik olduğunu, polikristalin seramiklerin ise çok daha az estetik olduğunu ve sadece altyapı materyali olarak kullanılması gerektiğini belirtir. Bu durum, seramik bileşimi ile endikasyonlar arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, polikristalin seramiğin mikro-yapısındaki mevcut gelişmeler bu ilişkiyi değiştirmiştir. Estetik kavramı, daha fazla translusent zirkonyalar ve daha yüksek kırılma dayanımlı, daha opak cam seramiklerin gündeme gelmesiyle, daha az problem olmaya başlamıştır. Böylece, daha translusent ve estetik zirkonyanın kullanımı, eskiden önerildiği gibi yalnızca altyapı materyali olarak değil, aynı zamanda monolitik restorasyon materyali olarak da kullanılmasına olanak sağlamıştır^{16, 17}.

Aynı durum, partikülle doldurulmuş cam-seramiklerin uygulanma alanları için de geçerlidir. Daha önceleri yalnızca altyapı materyali olarak kullanım endikasyonu vardı. Günümüzde, yüksek düzeyde estetik sonuçlar elde eden monolitik materyaller olarak kullanılması da popülerlik kazanmaktadır (örneğin, lityum disilikat). Bu nedenle, kullanım alanları ve endikasyonlarına göre materyallerin sınıflandırılması karışıklığa neden olabilmektedir¹¹.

Ek olarak, seramik materyallerin mevcut sınıflandırmaları; yüksek oranda seramikle doldurulmuş reçine-matris materyalleri içermez. Bu materyaller günümüzde çeşitli klinik endikasyonlar için estetik alternatifler olarak önerilmektedir. Bu materyaller son zamanlarda Amerikan Diş Hekimliği Birliği (ADA) tarafından “seramik” olarak adlandırılmıştır¹⁸. Bu düşünceler ışığında, araştırmacılar seramik

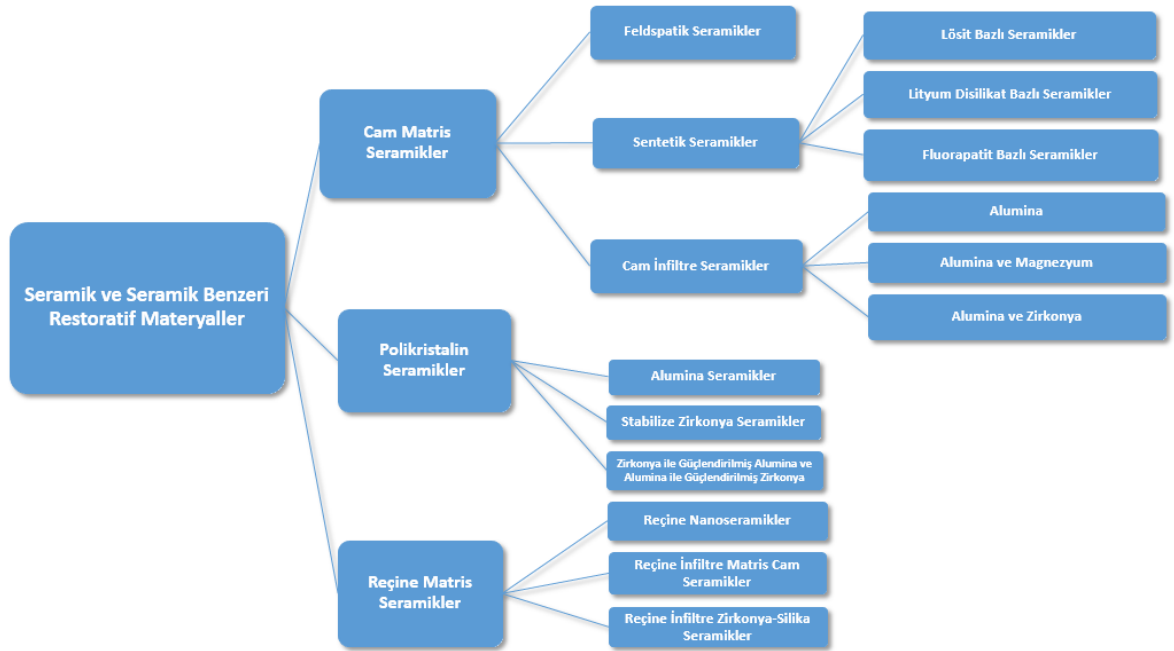
restoratif materyalleri, bileşimlerindeki spesifik özelliklere dayanarak, üç grupta sınıflandırmışlardır:

1. Cam-matris seramikler: Cam faz içeren metalik olmayan inorganik seramik materyaller
2. Polikristalin seramikler: Cam faz içermeyen metalik olmayan inorganik seramik materyaller
3. Reçine-matris seramikler: Porselen, cam, seramik ve cam seramik içerebilen baskın olarak inorganik refrakter bileşikler içeren polimer matrisleri

Cam-matris seramik grubu ayrıca üç alt gruba ayrılır; doğal olarak oluşan feldspatik seramikler, sentetik seramikler ve cam infiltre seramikler.

Polikristalin seramikler dört alt gruba ayrılır; alumina, stabilize zirkonya, zirkonya ile güçlendirilmiş alumina ve alumina ile güçlendirilmiş zirkonya.

Üçüncü grup olan reçine matris seramikler, kompozisyonlarına göre birkaç alt gruba ayrılırlar¹¹ (Şekil 2-1).



Şekil 2-1:Seramik ve seramik benzeri restoratif materyaller için yeni sınıflandırma sistemi

2.1.2. Seramik Restoratif Materyallerin Sınıflandırılması

2.1.2.1. Cam-Matris Seramikler :

2.1.2.1.1. Feldspatik Seramikler:

(Örneğin; IPS Empress Esthetic, IPS Empress CAD, IPS Classic, Ivoclar Vivadent; Vitadur, Vita VMK 68, Vitablocs, Vident)

Bu geleneksel seramik grubu, kil/kaolin (hidrate aluminosilikat), kuartz (silika) ve doğal olarak oluşan feldspardan (potasyum ve sodyum aluminosilikatların karışımı) oluşan üçlü bir materyal sistemine dayanmaktadır. Potasyum feldspar ($K_2Al_2Si_6O_{16}$) lösit kristalleri oluşturur. Potasyum feldspar miktarına bağlı olarak, restorasyonun iç kuvvetini artırır, aynı zamanda bu porseleni, metal alt yapıları veneerlemek için uygun hale getirir. Bu materyaller metal alaşımı ve seramik altyapılarda, veneerleme materyali olarak kullanılmaktadır¹⁹.

2.1.2.1.2. Sentetik Seramikler:

2.1.2.1.2.1. Lösit bazlı seramikler

(Örneğin; IPS d.Sign, Ivoclar Vivadent; Vita VM7, VM9, VM13, Vident; Noritake EX-3, Cerabien, Cerabien ZR, Noritake; Initial LRF Block, GC Dental Products)

2.1.2.1.2.2. Lityum disilikat bazlı seramikler

(Örneğin; 3G HS, Pentron Ceramics; IPS e.max CAD, IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent; Obsidian, Glidewell Laboratories; Suprinity, Vita; Celtra Duo, Dentsply);

2.1.2.1.2.3. Fluorapatit bazlı seramikler

(Örneğin; IPS e.max Ceram, ZirPress, Ivoclar Vivadent)

Doğal hammadde kaynaklarına daha az bağlı olmak için, seramik endüstrisi sentetik materyaller kullanmaya başlamıştır. Bileşim oranları, üreticiler arasında değişiklik göstermektedir, ancak yaygın olarak silikon dioksit (SiO_2), potasyum oksit (K_2O), sodyum oksit (Na_2O), ve alüminyum oksit (Al_2O_3) içerir. Metalle ısıl genleşme uyumu ve daha fazla dayanıklılık için; cam fazları, lösite ek olarak apatit kristalleri ile birleştirilebilir. Tam seramik altyapılarda veneerleme materyali olarak kullanıldığında,

bu materyaller kendi altyapılarının ısı genleşme katsayısına uyacak şekilde değiştirilir¹¹.

Gelişmiş mekanik özellikler ve alt yapı materyali olarak kullanımı için, kristal faz ile güçlendirilmiş feldspatik porselenler mevcuttur. Bunlar; SiO_2 (%63), Al_2O_3 (%17), K_2O (%11,2), Na_2O (%4,6), cerik oksit (CeO_2 ; %1,6), bor trioksit (B_2O_3), kalsiyum oksit (CaO), baryum oksit (BaO), titanyum dioksit (TiO_2) (<%1) veya yaklaşık %70 lityum disilikat (SiO_2 (%57 - %80), Al_2O_3 (%0 - %5), lantan oksit (La_2O_3 ; %0,1 - %6), magnezyum oksit (MgO ; %0 - %5), çinko oksit (ZnO ; %0 - %8), K_2O (%0 - %13), lityum oksit (Li_2O ; %11 - %19), fosfor pentoksit (P_2O_5 ; %0 - %11).

Lityum disilikat sistemindeki gelişmeler; inley, onlay, kuron protezi ve ön bölgede üç üyeli sabit protetik restorasyonların kullanımı için geliştirilmiş mekanik özellikler göstermektedir. Ek olarak, lityum silikat ($\text{Li}_2\text{O}_3\text{Si}$) ile güçlendirilmiş seramiklerin, zirkonya ile zenginleştirilmesi tanıtılmıştır. (Suprinity; Celtra Duo; bileşimi ağırlıkça; SiO_2 (%56 - %64), Li_2O (%15 - %21), K_2O (%1 - %4), P_2O_5 (%3 - %8), Al_2O_3 (%1 - %4), ZrO_2 (%8 - %12) ve CeO_2 (%0 - %4)).

2.1.2.1.3. Cam İnfiltrasyon Seramikleri:

2.1.2.1.3.1. Alumina

(Örneğin; In-Ceram Alumina, Vita);

2.1.2.1.3.2. Alumina ve magnezyum

(Örneğin; In-Ceram Spinell, Vita);

2.1.2.1.3.3. Alumina ve zirkonya

(Örneğin; In-Ceram Zirconia, Vita)

1989 yılında piyasaya sunulan ilk cam infiltrasyon materyali olan In-Ceram Alumina, slip-casting tekniği kullanılarak imal edilmiştir. Opak yapısı nedeniyle, porselen ile veneerlenmesi gerekir. Bileşimi; Al_2O_3 (%82), La_2O_3 (%12), SiO_2 (%4,5), CaO (%0,8) ve diğer oksitlerdir (%0,7).

1994 yılında tanıtılan In-Ceram Spinell, benzer şekilde işlenir. Farklı olarak, cam, sentetik olarak üretilen gözenekli magnezyum aluminat (MgAl_2O_4) çekirdeğine

sızar. In-Ceram Zirconia, seramiklerin güçlendirilmesi için Al_2O_3 'ün bileşimine kısmen stabilize edilmiş zirkonya oksidin ilave edildiği, In-Ceram Alumina'nın bir modifikasyonudur. Bileşimi, Al_2O_3 (%62), ZnO (%20), La_2O_3 (%12), SiO_2 (%4,5), CaO (%0,8) ve diğer oksitlerdir (%0,7).

Bu materyal sınıfının kullanımı, özellikle CAD/CAM üretimi için lityum disilikat ve zirkonya kullanımının artması nedeniyle azalır.

2.1.2.2. Polikristalin Seramikler :

Polikristalin grubunda sınıflandırılan seramiklerin temel özelliği; sertlik ve kırılma dayanımı sağlayan, translusentliği azaltma eğiliminde olan, ince tanecikli bir kristal yapıya sahip olmasıdır. Ek olarak, cam fazın olmaması, polikristalin seramiklerinin hidroflorik asit ile pürüzlendirilmesini zorlaştırır. Pürüzlendirme için uzun aşındırma süresi veya yüksek sıcaklık gereklidir²⁰.

2.1.2.2.1. Alumina Seramikler

(Örneğin; Procera AllCeram, Nobel Biocare; In-Ceram AL)

Bu materyal yüksek saflıkta Al_2O_3 'ten (%99,5'e kadar) oluşur. İlk kez 1990'ların ortalarında, Nobel Biocare tarafından CAD/CAM ile üretim için temel bir materyal olarak tanıtıldı. Yüksek sertliğe (17 - 20 GPa) sahiptir. Dental seramikler arasında en yüksek elastik modüle ($E = 300$ GPa) sahip olması, kütleli kırıklar oluşmasına sebep olmaktadır. Transformasyon sertleşmesi gibi mekanik özelliklere sahip materyallerin (zirkonya) tanıtılması ve alüminanın kırılma eğilimi, alumina materyalinin kullanımının azalmasına neden olmuştur²¹.

2.1.2.2.2. Stabilize Zirkonya Seramikler

(Örneğin; NobelProcera Zirconia, Nobel Biocare; Lava/Lava Plus, 3M ESPE; In-Ceram YZ, Vita; Zirkon, DCS; Katana Zirconia ML, Noritake; Cercon ht, Dentsply; Prettau Zirconia, ICE Zirkon, Zirkonzahn; IPS e.max ZirCAD, Ivoclar Vivadent; Zenostar, Wieland)

Saf zirkonya üç allotropik formda bulunur. $1.170^\circ C$ 'ye kadar stabil olan monoklinik form, $1.170^\circ C$ 'de tetragonal forma dönüşür, daha sonra sıcaklık $2.370^\circ C$ 'yi aştığında kübik forma geçer. Tetragonal formdan monoklinik forma geçişe,

makaslama gerilimi ve %4'lük hacim artışı eşlik eder. Bu hacim artışı, çatlamları kapatarak materyalin kırılma tokluğunda büyük artışlara yol açar. Pratikte bu transformasyon sertleşmesinin kullanılması, tetragonal ya da kübik fazların oda sıcaklığında, saf zirkonyumun oksitlerle alaşımlanmasıyla sabitlenmesini gerektirir. Bunlar; itriyum, magnezyum, kalsiyum ve seryum gibi oksitlerdir. Bu elementler, bu fazlardan herhangi birini tamamen veya kısmen stabilize ederler²². Zirkonya seramik sınıflandırmaları; mikroyapılarına göre, tamamen stabilize edilmiş zirkonya (FSZ), kısmen stabilize edilmiş zirkonya (PSZ) ve tetragonal zirkonya polikristalleri (TZP) olmak üzere üçe ayrılır. FSZ'de zirkonya kübik formdadır ve %8'den fazla itriyum oksit (Y_2O_3) içerir. PSZ, kübik bir matristeki nano boyutlu tetragonal veya monoklinik partiküller tarafından oluşturulur. TZP'ler, en yaygın olarak yttria veya ceria ile stabilize edilmiş tetragonal fazda monolitik materyallerdir. Dental zirkonyalar TZP formundadır, en yaygın olarak Y-TZP formunda bulunurlar. Bu form, kazıma ve sinterleme işleminden sonra en yüksek sertlik ve kırılma dayanımına sahiptir²³.

Zirkonya seramik, tarihsel olarak seramikle veneerlenecek protez için altyapı materyali olarak kullanılmıştır. Güncel olarak, monolitik restorasyonlar üretmek için de kullanılmaktadır. Monokromatik uniform bir materyaldir, gerektiğinde boyama solüsyonları ile renklendirilebilir. Rengin dentinden mineye değişimini taklit etmek için üretilen polikromatik CAD/CAM blok ve disklerin kullanımı artmaktadır (Örneğin; Katana Zirconia ML, Kuraray). Ek olarak, bu materyaller artan translusentliklerde üretilmektedir (Örneğin; Lava Plus; Cercon ht; NexxZr T; Zenostar Full Contour Zirconia; Zirlux FC2).

2.1.2.2.3. Zirkonya İle Güçlendirilmiş Alumina ve Alumina İle Güçlendirilmiş

Zirkonya

Zirkonya genel olarak tetragonal fazda kısmen stabilize kaldığından ve alumina ortalama derecede tokluk gösterdiğinden, zirkonya ile güçlendirilmiş alumina (ZTA) ve alumina ile güçlendirilmiş zirkonya (ATZ) bileşiklerinin gelişimi yönünde eğilim vardır²⁴. 1976'da Claussen, ilk önce aluminaya stabilize olmayan zirkonya ilavesinin, aluminanın kırılma tokluğunu arttırdığını açıkladı. Bileşik içindeki zirkonya veya alumina yüzdesi talebe göre ayarlanabilir veya üreticilerin manipülasyonuna göre değiştirilebilir. Araştırmacılara göre, sınıflandırma amacıyla, ZTA ağırlıkça %50'den fazla Al'a, ATZ ağırlıkça %50'den fazla Zr'a sahip olmalıdır. Bir ZTA örneği, %67,9

ZrO₂, %21,5 Al₂O₃, %10,6 CeO₂, %0,06 MgO, %0,03 TiO₂ bileşiminden oluşmaktadır (NANOZR, Panasonic Electric Works). En güncel teknoloji, sinterlemeden önce alumina mikropartiküllerine zirkonya nanoparçacıklarını uygulama yöntemleri ile ilgilidir²⁵. Bu kompozit materyallerin Y-TZP'ye kıyasla avantajları; düşük ısı bozunmasına dayanımları, daha yüksek sertlik ve kırılma dayanımı ve Y-TZP'nin sıklık yorulma kuvvetinin iki katından daha fazla dirençli olmasıdır²⁶.

2.1.2.3. Reçine-Matris Seramikler

Reçine matris seramikler grubu, seramik parçacıklarla yüksek oranda infiltre edilmiş organik matris içeren materyalleri kapsar. ADA Dental Prosedürler ve Adlandırma Yasası 2013 versiyonu; porselen / seramik terimini “porselenler, camlar, seramikler ve cam seramikler de dahil olmak üzere ağırlıklı olarak inorganik refrakter bileşikler içeren preslenmiş, fırınlanmış, cilalanmış veya kazınmış materyaller” olarak tanımlar¹⁸. “Yüksek sıcaklıklarda (600 ° C / 1.112 ° F ve üzeri) işlenmiş, preslenmiş, cilalanmış veya kazınmış; porselen, cam ve cam seramikler de dahil olmak üzere metal olmayan, reçine olmayan inorganik refrakter bileşikler” olarak porselen / seramik tanımlamasını yapan 2012 eski versiyonuna göre oldukça değişmiştir.

Bu nedenle, daha az baskın organik faz bulunup bulunmadığına bakılmaksızın, ağırlıklı olarak %50'den fazla refrakter inorganik bileşiklerden oluşan materyaller, bu grupta yer alırlar. Üreticiler, bu seramik benzeri materyaller için, restoratif diş hekimliğinde geniş alanlarda endikasyonlar önermektedir.

Tanımla ilgili tartışmalara rağmen, üreticilerin reçine-matris seramik materyalleri geliştirme sebepleri;

- (1) geleneksel seramiklere kıyasla, elastikiyet modülü dentine daha yakın bir materyal elde etmek,
- (2) cam-matris seramiklerinden veya polikristalin seramiklerden daha kolay kazınan ve uyumlanan bir materyal elde etmek,
- (3) kompozit reçine ile onarımı yapılabilen bir materyal elde etmektir.

Reçine-matriks seramik bileşim oranları büyük ölçüde değişebilir, ancak bunlar CAD/CAM için özel olarak formüle edilir¹¹.

Reçine matriks seramik materyalleri, inorganik bileşimlerine göre, birkaç alt familyaya bölünebilir. Bunlar;

2.1.2.3.1. Reçine Nanoseraamikler

(Örneğin; Lava Ultimate, 3M ESPE; Cerasmart, GC Dental Products)

Ağırlıkça yaklaşık %80 oranında nano-seramik parçacıklarla güçlendirilmiş reçine matrisinden oluşur. Silika nanoparçacıkları (20 nm çap), zirkonya nanopartikülleri (4 - 11 nm çap) ve zirkonya-silika nano-klusterleri kombinasyonundan oluşur. Bu yüksek nano-seramik içeriği sağlayan dolgu maddesi parçacıkları, dokular arasındaki aralığa azaltır¹¹.

2.1.2.3.2. Reçine İnfiltr Matris Cam Seramikler

(Örneğin; Enamic; VITA Zahnfabrik)

Bu grup, tipik olarak bir ikili ağdan oluşur; bir feldspatik seramik ağ (ağırlıkça %86 / hacimce %75) ve bir polimer ağ (ağırlıkça %14 / hacimce %25). Seramik ağ bileşimi; %58 - %63 SiO₂, %20 - %23 Al₂O₃, %9 - %11 Na₂O, %4 - %6 K₂O, %0,5 - %2 B₂O₃, %1'den az Zr₂O ve CaO'den oluşur. Polimer ağ bileşimi; üretan dimetakrilat (UDMA) ve trietilen glikol dimetakrilattan (TEGDMA) oluşur. Üretici firmalar bunu hibrit seramik olarak adlandırır¹¹.

2.1.2.3.3. Reçine İnfiltr Zirkonya-Silika Seramikler

Bu seramik grubunda; seramik ağırlık yüzdesindeki değişimin yanı sıra, silika tozu, zirkonyum silikat, UDMA, TEGDMA, pigmentler gibi farklı organik matrislerle de içerik değiştirilmiştir. (Örneğin; Shofu Block HC, Shofu) İnorganik içerik, ağırlıkça %60'dan fazladır. Başka bir örnek; bisfenol A glisidil metakrilat (bisGMA), TEGDMA ve patentli bir üçlü başlatıcı sistemi olan bir polimer matrisine gömülmüş, %85 ultra ince zirkonya-silika seramik parçacıklarından oluşan bileşiktir¹¹. (MZ100 Blok, Paradigm MZ-100 Blok, 3M ESPE)

Estetik dental restorasyonlar için tanıtılacak yeni materyallerin reçine-matris seramik kategorisine dahil edilmesi muhtemeldir.

2.2. CAD/CAM Sistemler

Estetik ve biyoyumlu olmaları nedeniyle, tam seramik restorasyonların tercihinde, önemli bir artış meydana gelmiştir. Seramik materyallerin çeşitliliği ve kullanım alanları, fiziksel ve mekanik özelliklerinin ilerleyen teknoloji ile geliştirilmesiyle, daha da genişlemiştir²⁷⁻²⁸. Geliştirilen yeni materyallerin geleneksel yöntemlerle tam uyumlu olmamaları nedeniyle, beraberlerinde yeni üretim teknolojileri ve sistemleri de geliştirilmiştir. Bu teknolojilerden birisi de bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretimdir²⁹. CAD (Computer Aided Design – Bilgisayar Destekli Tasarım); bilgisayar desteği ile bir cismin tasarımının yapılmasıdır. CAM (Computer Aided Manufacturing – Bilgisayar Destekli Üretim); ölçülen ve tasarlanan verilerin kullanılarak bilgisayar destekli üretimin yapılmasıdır³⁰.

Teknolojideki gelişmelere bağlı olarak diş hekimliğinde CAD/CAM teknolojisi her geçen gün gelişmeye devam etmektedir ve geleneksel yöntemlere alternatif bir tedavi yöntemi sunmaktadır.

CAD/CAM teknolojisi, yüksek kalitede ve hatasız restorasyonlar yapmayı mümkün kılar. Diğer tekniklere göre daha az laboratuvar aşaması ve daha az maliyet gerektirir²⁸.

2.2.1. CAD/CAM Sistemlerin Tarihsel Gelişimi

1971 yılında, CAD/CAM sisteminin kurucusu olarak kabul edilen Francois DURET tarafından restorasyonların yapımında optik ölçü kullanımının çalışmalarını başlatılmıştır. 1979 yılında Heitlinger ve Rodder, 1980’de Moermann ve Brandestini CAD/CAM sistemleriyle ilgili çalışmalar yapmışlardır. İlk dental CAD/CAM sistemi 1983 yılında Fransa’da Garanciere konferansında tanıtılmıştır. 1985 yılında tüm aşamalarıyla klinik ortamında hazırlanan ve ağızda uygulanan ilk kuron protezi yapılmıştır^{31, 32, 33}.

2.2.2. CAD/CAM Sistemlerin Avantajları

- CAD/CAM sistemleri, güncel materyallerin kullanılabilmesine olanak sağlar.
- Dental laboratuvar işlemleri açısından, çalışma süreçlerini basitleştirir.
- Daha kısa sürede daha yüksek kalitede restorasyon üretimi sağlar.
- Teknik hataları minimuma indirir.

- Geleneksel indirekt restorasyon üretimindeki, çapraz kontaminasyon, enfeksiyon gibi riskleri azaltır²⁹.

2.2.3. CAD/CAM Sistemlerin Dezavantajları

- Bu sistemlerinin maliyetleri yüksektir.
- İyi kalitede restorasyon üretiminde finansal kapasite gerektirir³⁴.

2.2.4. CAD/CAM Sistemleri Sınıflaması

CAD/CAM sistemleri ile ilgili yapılan bir sınıflama; bilgisayar destekli üretimin klinikte veya laboratuvarda gerçekleştirilmesine bağlı olarak ikiye ayrılır. Restorasyon klinikte direkt olarak tek seansta üretilirse, bu “chair-side” olarak adlandırılır. Direkt yöntemin avantajı tüm işlemin tek seansta tamamlanması, dolayısıyla zamandan tasarruf edilmesidir. Eğer restorasyonun tamamlanması için laboratuvar işlemi gerekiyorsa bu “lab-side” olarak adlandırılır. Laboratuvarda kullanılan sistemin avantajı, bu cihazların laboratuvarda farklı işlemlerde de kullanılabilmesidir^{31, 32}.

2.2.5. CAD/CAM Sistemleri Çalışma Prensibi

CAD/CAM sisteminde, prepare edilen dişin görüntüsü intraoral veya ekstraoral olarak taranır. Taranan veri bilgisayar ortamına aktarılır, sisteme uygun yazılım programında restorasyonun tasarımı tamamlanır. Tasarlanan restorasyon, yazılım programı ile uyumlu çalışan bir frezeleme makinesinde seramik blokların frezelenmesiyle elde edilir^{35, 36}.

Alumina ve zirkonya esaslı seramikler gibi yüksek dirence sahip seramikler sadece CAD/CAM sistemleri ile üretilmektedir. Bu da sistemlere olan ilgiyi arttırmıştır. CAD/CAM sistemlerin kullanıldığı bir başka tam seramik grubu da Y-TZP tam seramik restorasyonların üretimidir. Titanyum alaşımları gibi farklı alaşımlar da CAD/CAM sistemleri ile kullanılabilir³⁷.

İlk kullanılan CAD/CAM sistemlerinde, blok kazınırken aşındırma iki eksenle yapılmaktaydı. Bu nedenle diş ile restorasyon arasında iyi bir uyum sağlanamamaktaydı. Yapılan çalışmalar sonucu, günümüzde altı eksenle aşındırma yapabilen kazıma sistemleri geliştirilmiştir³⁸.

CAD/CAM teknolojisi ile zirkonya alt yapı restorasyonlarının üretiminde, iki teknik kullanılmaktadır. Birincisi, yüksek yoğunlukta sinterlenmiş hazır bloklardan, nihai boyutta alt yapı restorasyonlarının oluşturulmasıdır. Önceden sinterlenen bu blokların frezelenmesi oldukça fazla zaman almaktadır. Ayrıca frezeleme cihazının frezlerinde aşınmaya neden olmaktadır. Bununla birlikte, materyalin mikro yapısında çatlak oluşumuna yol açmaktadır²⁹.

CAD/CAM teknolojisi kullanılarak, zirkonya alt yapı restorasyonlarının üretimindeki ikinci teknikte, restorasyon genellikle sinterlenmemiş veya önceden yarı sinterlenmiş blokların freze edilmesiyle oluşturulmaktadır. Freze edilen alt yapılar daha sonra sinterlenmektedir. Bu şekilde, istenen nihai restorasyon boyutuna büzülerek ulaşmaktadır³⁹.

2.2.6. CAD/CAM Sistemi Komponentleri :

Tüm CAD/CAM sistemleri 3 komponentten oluşmaktadır:

2.2.6.1. Tarayıcı (Scanner)

Sistemin ilk basamağıdır, bilgi toplayan parçadır. Diş hekiminin yaptığı diş preparasyonunu, komşu dişleri, okluzyondaki dişleri tarar³⁶.

İki farklı tarama seçeneği vardır:

a) Optik tarayıcı

Triangulasyon prosedürü adı verilen, yapıların üç boyutlu görüntüsünün elde edilmesi prensibiyle çalışır. Beyaz ışık, renkli ışık ya da lazer projeksiyon kullanarak, güdük üzerinden optik tarama yapılır. Optik tarayıcıların çoğu harekete duyarlı olduğu için, veri toplanırken hasta kaynaklı hareketler, hatalı veri kaydedilmesine neden olabilmektedir. Optik tarayıcıların en büyük avantajı, hızlı ve yüksek çözünürlükte verilerin elde edilmesidir. Tarayıcı çoğunlukla CAD/CAM sisteminin bir parçasıdır, yalnızca uygun CAD yazılımıyla çalışmaktadır⁴⁰.

b) Mekanik tarayıcı

İğne ucu, küre ya da pin kullanarak güdük üzerinden mekanik tarama yapılır. Bu tarama sisteminde, ana modelin mekanik olarak üç boyutlu ölçümü yapılır²⁹.

2.2.6.2. Yazılım (Software)

Yapılan taramalar, uygun yazılım programı kullanılarak, elektronik olarak incelenir. Üç boyutlu CAD yazılımı ile restorasyon tasarımı yapılır²⁸. Kişiye özgü adapte edilmiş restorasyonun dizayn ve üretim aşamalarının yapılmasını kapsayan bir çok yazılım programı geliştirilmiştir. Kullanıcı CAD yazılımında bulunan şablonları direkt kullanabilir ya da kendi tasarımını yapabilir. Her yazılım programı genellikle bir CAD/CAM sistemine özgüdür, diğer sistemlerle uyumluluk göstermemektedir. Restorasyonun tasarımı tamamlandığında, sanal model yazılım üzerinden farklı bir formata dönüştürülerek, CAM ünitesinin üretime geçmesi sağlanmaktadır⁴⁰.

2.2.6.3. Donanım (Hardware)

Bilgisayar ve CAD/CAM yazılım sistemi kontrolünde olan frezeleme makinelerini ifade eder. Modelin oluşturulmasından sonra, yapılacak protezin boyutuna göre seçilen, kullanılacak materyal blok, cihazın kesici bölümüne yerleştirilir ve frezelenerek restorasyon elde edilir. CAM üretiminden sonra; cilalanmalar, renklendirmeler ve porselen uygulamaları gibi bazı manuel düzeltmeler diş teknisyeni tarafından yapılır^{36, 40}.

2.3. Ölçü Materyalleri ve Teknikleri

Ölçü alınması; çalışma analoglarını oluşturmak için alçı veya diğer döküm materyallerinin işlenebileceği, diş ve çevre dokuların negatifini oluşturmanın ilk aşamasıdır. Ölçü materyalleri, tanıdan tedaviye kadar hasta yönetiminin ayrılmaz bir parçasıdır. Geleneksel ölçü teknikleri hala birçok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir yandan, dijital diş hekimliği hızla gelişmektedir ve diş hekimleri bu gelişmeleri günlük pratiklerine adapte etmektedirler⁴¹.

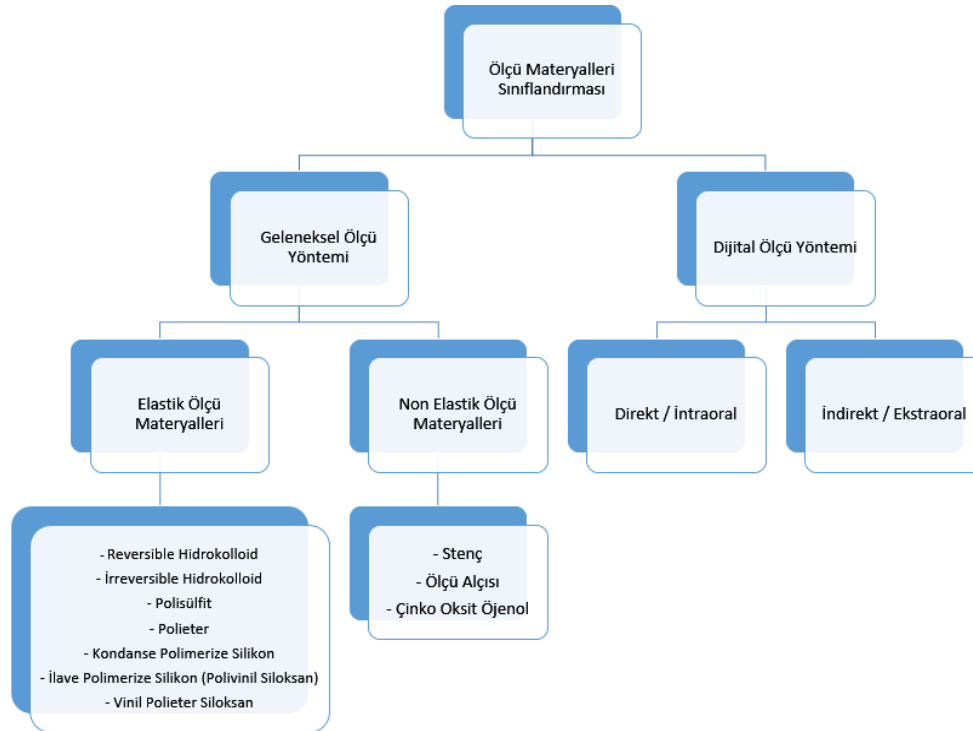
2.3.1. Ölçü Materyalleri Tarihsel Gelişimi

Ölçü almaya yönelik ilk çalışmalar, on yedinci yüzyılın ortalarında, askeri cerrah olan Gottfried Purman tarafından, çene ve diş izlerinin balmumuna kaydedilmesi şeklinde yapılmıştır. Daha sonra, on sekizinci yüzyılda, bir renklendirme maddesiyle boyanmış oral dokular üzerine bir parça kemik veya fildişi bastırılması ile ölçü tekniklerini geliştirilmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. 1756'da Philip Pfaff, 2 parça

mum ile dişsiz çene ölçüsü alan ve Paris alçısıyla bu ölçünün modelini yapan ilk kişi oldu⁴². Kullanılan diğer bir ölçü materyali, çinko oksit öjenol ölçü pastası ve bileşiydi. Bu ölçü materyalinin andırkatlardan geçerken distorsiyona uğramaması veya kırılması nedeniyle uygulama alanı sınırlı kalmıştır⁴³. 1925'te geri dönüşümlü hidrokolloidler tanıtıldı, ardından 1941'de geri dönüşümsüz hidrokolloidler piyasaya sürüldü⁴⁴. Hidrokolloidlerin dezavantajı, su kaybının neden olduğu büzülme sonucu, ölçüde hataya sebep olmasıdır. 1953'te, polisülfid, kondansasyon silikonları ile birlikte ölçü materyali olarak kullanılmaya başlandı. Ancak her ikisi de düşük moleküler ağırlıklı yan ürünlerin buharlaşmasından dolayı, birkaç saatlik bir süre boyunca önemli miktarda büzülme göstermektedir. 1960'ların sonlarında, polieter ölçü materyali gelişmiş mekanik özellikleri ve düşük büzülmesinden dolayı alternatif bir polimer olarak önerildi. 1970'lerde, polivinil siloksan (PVS) piyasaya sürüldü ve yüksek boyutsal stabilitesi nedeniyle çok tercih edilen ve sık kullanılan bir ölçü materyali oldu⁴⁵.

2.3.2. Ölçü Materyallerinin Sınıflandırılması

Ölçü materyalleri, bileşimlerine, sertleşme reaksiyonlarına ve sertleşme özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Yaygın olarak kullanılan sistem, materyal sertleştikten sonraki özelliklere dayanır (Şekil 2-2).



Şekil 2-2: Ölçü Materyallerinin Sınıflandırılması

Günümüzde, hareketli, sabit ve implantüstü protezleri için en sık kullanılan ölçü materyalleri; geri dönüşümlü olmayan hidrokolloidler, polieterler ve polivinil siloksanlardır.

2.3.2.1. Geri Dönüşümlü Olmayan Hidrokolloidler (Aljinat)

Aljinat ölçü materyalleri, düşük maliyetli olmaları ve iyi ıslanabilme özellikleri nedeniyle tam ark ölçü alınması için kullanılır⁴³. Teşhis modellerini elde etmek için sıklıkla tercih edilen bir materyaldir. Parsiyel hareketli diş protezleri, immediyat/geçici tam veya parsiyel protezlerin üretimi için de kullanılabilirler. Materyalin hidrofilik yapısı, tükürük ve kan varlığında da ayrıntıları kaydederek kullanılmasına izin verir. Su kaybı nedeniyle, düşük boyutsal stabiliteye sahiptir. Bu nedenle, 10 dakika içinde alçı dökülmezse, bozulma ve büzölmeye neden olur. Bozulma ve düşük yırtılma dayanımı nedeni ile yalnızca bir kez dökülebilir. Diğer akışkan materyallerle karşılaştırıldığında esnektir, andırkatlı alanların altına girdiğinde ağızdan çıkarılması kolay olur. Ağız boşluğuna taşınması ve yerleştirilmesi için yeterli çalışma süresi ile kullanımı kolaydır⁴⁶.

2.3.2.2. Polieterler

Polieterler 1960'ların sonunda tanıtıldı. Bu materyalin sertleşme reaksiyonu, katyonik polimerizasyon yoluyla gerçekleşir. Polimerizasyon, reaktif etilen imin terminal halkalarının, yan ürün oluşumu olmayan molekülleri birleştirmek üzere açılmasıyla gerçekleşir⁴¹. Bu materyaller hidrofiliktir, nemli ortamda da kullanılabilirler. İyi ıslanabilme özellikleri, alçı modellerin daha kolay yapılmasını sağlar. Yeni nesil polieter ölçü materyalleri daha esnektir ve ağızdan çıkarılması daha kolaydır. Materyalin hidrofilik doğası gereği, distorsiyona yol açabileceği için, materyal bir süre suya batırılmamalıdır. Bu materyaller düşük, orta ve yüksek viskozitede bulunurlar. Tek fazlı bir materyal olarak veya kaşık-kartuş tekniğiyle kullanılabilirler. Bu materyali kullanmanın en yaygın yöntemi, otomatik bir karıştırma ünitesidir.

2.3.2.3. Polivinil Siloksanlar (PVS)

PVS için kimyasal reaksiyon; hidrosilan uçlu molekülleri içeren baz ile vinil uç gruplarına sahip siloksan oligomerleri içeren hızlandırıcının reaksiyonu ile gerçekleşir.

Hiçbir yan ürün oluşmamasına rağmen, çoğunlukla, siloksan molekülünün oligomerizasyon reaksiyonundan hidrojeni serbest bırakabilen ikincil bir reaksiyon vardır. Bu nedenle, bazı üreticilerin derhal dökülebileceğini iddia etmelerine rağmen, bir PVS ölçünün dökülmeden önce en az 60 dakika beklenmesi önerilir⁴⁷. PVS ölçü materyali, farklı viskozite seçenekleri olması ve uygulama kolaylığı nedeniyle diş hekimliğinde en çok tercih edilen ölçü materyallerinden biridir. PVS ölçü materyalinden yapılan dökümlerin ayrıntı hassasiyeti yüksektir. Yüksek yırtılma dayanımı ve yüksek elastikliği nedeniyle birçok kez dökülebilir. Materyalin polimerleşmesini engelleyen sülfür veya sülfür bileşiği bırakabilen, lateks izolasyon materyaller veya lateks eldivenlerle temas etmemelidir. Ayrıca, dişeti retraksiyonu için kullanılan sülfür içeren retraksiyon ipleri de polimerleşmenin engellenmesine neden olabilir⁴⁸.

2.3.2.4. Vinil Siloksaneter (Vinil Polieter Siloksan)

Polieter ve PVS özelliklerini birleştiren yeni bir ölçü materyali, 2009 yılında dental pazarda tanıtıldı. Bu materyal; PVS'in ağızdan kolay çıkarılabilmesi ve polieterin hidrofilikliği özelliklerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Böylece, derin diş eti olukları gibi nem kontrolü sağlanmasının zor olduğu durumlarda kullanılabilen bir materyal olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, bu yeni materyalin güvenilirliği hakkındaki literatürler henüz yetersizdir⁴⁹.

2.3.2.5. Hidrofilik Polivil Siloksan

Geleneksel olarak, PVS hidrofobik bir materyaldir ve klinik olarak kabul edilebilir bir ölçü elde etmek için uygun nem kontrolü çok önemlidir. Birçok yeni PVS ölçü materyali nemli veya ıslak koşullarda yeterli performans gösterebilecekleri öne sürülerek, hidrofilik olarak ilan edilmiştir. Bu ürünler ıslanabilirliklerini arttıran ve alçı materyalleriyle dökme işlemini kolaylaştıran özgün maddeler içerir. Bununla birlikte, hidrofilik olarak adlandırılan PVS, henüz sıvı halde ve polimerize edilmemiş durumda iken ve ıslanma kabiliyetleri nemin varlığında tehlikeye girdiğinde hidrofobik kalmaktadır. Sonuç olarak, nem kontrolü sağlanamadığında yüzey ayrıntılarının kaydedilmesi yetersizdir⁵⁰.

2.3.2.6. Hızlı Sertleşen Elastomerik Materyaller

Hızlı sertleşen elastomerik materyaller; öğürme refleksi olan hastaların tedavisinde kullanılmak, hasta başında geçirilen süreyi azaltmak ve ölçü sürecini kolaylaştırmak için önerilmiştir. Bu materyallerin güvenilirliği ile ilgili literatür sınırlıdır. Yapılan bir çalışma, hızlı sertleşen polieterin hızlı sertleşen PVS'den daha doğru sonuç verdiğini göstermiştir, ancak her iki materyalin de döküm modelleri karşılaştırıldığında boyutlarda göz ardı edilebilecek derecede farklılıklar olduğu, bu nedenle her ikisinin de klinik olarak kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada, hızlı sertleşen PVS materyallerinin, yüzey detaylarının aktarılabilmesi ve daha iyi marjinal uyum sağlamak için, yüksek genleşme katsayısına sahip alçı ile dökülmesi gerektiği belirtilmiştir⁵¹. Bu yöntem hızlı sertleşen polieter materyaller için gerekli değildir.

2.3.2.7. Aljinat Benzeri Materyaller

1980'lerde dental pazarda tanıtılan aljinat yerine geçen materyaller, geleneksel aljinattan daha iyi mekanik özelliklere sahip, düşük maliyetli, orta derecede viskozitede PVS materyalleridir. Bu materyaller geleneksel PVS'den daha ucuz, aljinattan daha pahalıdır. Özel bir ölçü kaşığı ve ölçü prosedürünü kolaylaştıran, homojen bir karışım sağlayan, sertleşme süresinin ayarlandığı otomatik karıştırıcı sistemi ile birlikte kullanılması gerekir.

Aljinat benzeri materyallerin, gelişmiş yüzey ayrıntısı, yüksek yırtılma dayanımı ve yüksek boyutsal stabilite sundukları bildirilmiştir. Bu materyalin kullanılmasının bir başka avantajı, dijital kayıtlar oluşturmak için ölçülerin laboratuvara gönderilip dijitalleştirilebilmesidir. Üreticiler, geleneksel aljinatların en büyük dezavantajlarının; hemen dökülme ihtiyacı ve birden fazla döküm yapılamaması olduğunu belirtmişlerdir⁵².

2.3.3. Kaşık Seçimi

2.3.3.1. Kişisel ve Prefabrike Kaşıklar

Kişisel kaşıklar distorsiyon ve materyal israfını en aza indirerek, homojen kalınlıkta ölçü materyali kullanımına imkan sağlar. Hastalar açısından da kullanımı

daha rahattır. Kişisel kaşıkların, prefabrike kaşıklara göre daha yüksek doğrulukta ölçü alınmasını sağladığı gösterilmiştir. Bununla birlikte, tek üye ölçülerin alınmasında, yeni PVS materyalleri, rijit olmayan prefabrike kaşıklarla kullanıldığında yüksek doğruluk sağlayabilmektedir. Kişisel kaşıkların kullanımı, birden fazla dişin restore edildiği vakalarda, ark formu ve genişliğinin prefabrike kaşıkların kullanımına izin vermediği durumlarda endikedir.

Rijit olmayan plastik kaşıkların kullanılması, ölçü prosedürü sırasında kaşığın yan duvarlarının deformasyonuna neden olabilir. Daha sonra ağızdan çıkarıldığında formun geriye dönmesi yanlış model dökülmesine ve restorasyon uyumsuzluğuna neden olur. Buna karşılık, rijit (metal) prefabrike kaşıkların kullanılması, bitişik dişlerde veya materyalin akabileceği mevcut andırat bölgelerinde kullanılırken, daha fazla özen gösterilmesini gerektirir. Klinisyenler bu önlemleri almayı ihmal ettiklerinde, güncel ölçü materyallerinin sertliği, metal kaşığın ağızdan çıkarılamadığı rahatsız edici bir klinik durum oluşturabilir⁴¹.

2.3.4. Double Ark Ölçü Tekniği

Double-ark ölçü yöntemi 1980'lerin sonunda popüler olmaya başlamıştır. Diş hekimlerinin preparasyon kaydını, karşıt dişleri ve okluzal kaydı tek adımlı bir prosedürle almalarını sağlayan kapalı ağız bir ölçü tekniğidir. Bu teknik hastalar açısından da daha konforludur, daha az zaman ve materyal gerektirir. Tüm bunlar, bu tekniği diş hekimleri arasında popüler bir teknik haline getirmektedir. 2008 yılında yapılan bir çalışmada; 3 aylık bir süre içinde, sabit indirekt restorasyonların üretilmesi için bir diş laboratuvarına gönderilen 1403 ölçü, kaşık seçimi, prepare edilen dişler ve genel ölçü kalitesi ile ilgili veriler açısından incelenmiştir. Çalışma, ölçülerin %73,1'inin double-ark ölçü yöntemi kullanılarak yapıldığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, araştırmacılar bu yöntemin kullanımıyla ilgili tavsiyelerin vakaların büyük bir bölümünde uygulanmadığını belirtmişlerdir⁵³.

Double-ark ölçü yöntemi, tek üyeli protezler veya 3 üyeye kadar kısa süreli sabit protezler için kullanılmalıdır. Hem bitişik dişler hem de hazırlanan preparasyonun antagonisti sağlam olmalıdır. Bu tekniği kullanırken optimal sonuçlar için gerekli

okluzal gereksinimler; maksimum interküs pal kapanış, kanin rehberliği veya diğer tipte posterior disklüzyon, Angle Sınıf I kapanış ve tam dişli kapanıştır(Brale sınıfı I)⁵⁴.

Double-ark ölçü tekniği kullanılırken materyal seçimi ile ilgili olarak yapılan çalışmalar, PVS'nin polieter ile karşılaştırıldığında daha az yüzey defekti ve boşluk/kabarcık açısından daha iyi sonuçlar sağladığını göstermiştir. Double-ark ölçü tekniğini kullanırken klinisyenler, sert bir ölçü materyali seçmelidir, çünkü double-ark ölçü yöntemi için kullanılan kaşıklar tarafından sağlanan destek, geleneksel ölçü kaşıklarına kıyasla sınırlıdır. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) tarafından belirlenen, tip 0 (putty) veya tip 1 (heavy body) materyaller kaşık için kullanılmalı ve tip 3 (light - extralight body) materyaller sadece prepare edilen dişlerin ölçüsünün alınmasında kullanılmalıdır.

Double-ark ölçü yönteminin doğruluğunun araştırıldığı çalışmalar, geleneksel tam ark ölçü tekniğine kıyasla daha azdır. Bu konuda yayınlanan sınırlı sayıda çalışma, bu tekniğin geleneksel tam ark ölçü tekniğine alternatif bir doğruluğa sahip olduğunu göstermektedir⁵⁵.

2.4. Dijital Ölçü Yöntemleri

Yirminci yüzyılın ortalarında dijital teknolojide, dünya çapındaki farklı endüstrilerde, orduda, havacılıkta, sağlık alanında hızlı bir ilerleme görüldü. Modern diş hekimliğinin büyük bir kısmını dijital diş hekimliği oluşturmaktadır ve çoğu uygulayıcı dijital diş hekimliğini kliniklerinde kullanmaktadır. Elektronik sağlık kayıtlarından, dijital görüntülemeye, klinikte veya laboratuvarlarda seramik kuron imalatına kadar her şey dijital arayüz aracılığıyla kullanımdadır. Fransa'dan Dr. Francois Duret, 1971'de optik ölçülerin kullanımına öncülük etmiştir. 1980'lerin başında İsviçre'den Profesör Mormann, ilk nesil Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics (CEREC) olan intraoral tarayıcıyı patentleyen ve tasarlayan ilk kişi oldu. Dijital sistemlerin ilk itibarı, geleneksel yöntemlerden daha azdı, çünkü marjinlerin kaydı, dijitalleştirilmesi ve yüksek doğruluk seviyesine sahip olması zordu⁵⁶.

Bilgisayar destekli tasarım (CAD) / bilgisayar destekli üretim (CAM) teknolojileri hızla ilerlemektedir; birkaç yılda bir piyasaya yeni yazılım ve donanım sunulmaktadır.

2.4.1. İntraoral Tarayıcılar İçin Güncel Değerlendirme

Tek üye restorasyonlar ve yarım çene arkındaki restorasyonlar için intraoral tarayıcıların, geleneksel ölçü yöntemlerinden daha doğru sonuç verdiği iddia edilmektedir. Literatürde tam ark taramalar hakkında veriler yetersizdir. Yapılan bir çalışmada, tam ark ölçü alınması için geleneksel ölçü yöntemlerinin, dijital sistemlerden daha kesin olduğunu bildirilmiştir⁵⁷. Başka bir çalışmada, tek bir kuron veya kısmi sabit diş protezi için bir fark olmamasına rağmen, tüm ark geleneksel modelinin, dijital ölçü ile üretilen modelden anlamlı olarak daha iyi olduğu bildirilmiştir⁵⁸.

Dijital ölçü teknikleri için öğrenme süreci bazı dişhekimleri için daha zorlu olabilir; ancak dişhekimliği öğrencileri tarafından tercih edilen bir teknik olduğunu bildiren çalışmalar vardır. Yapılan bir in vitro çalışmada, dijital ölçü alınmasının geleneksel ölçü yönteminden daha az zaman alıcı olduğu ve hastaların da bu yöntemi tercih ettiği bildirilmiştir⁵⁹.

CAD/CAM diş hekimliğinin daha iyi anlaşılması ve doğru iletişimin sağlanabilmesi için, kullanılan terimlere hakim olmak önemlidir.

2.4.2. Bilgisayar Destekli Tasarım / Bilgisayar Destekli Üretim Diş Hekimliğinde Kullanılan Terimler

Üç boyutlu (3D) dosya formatları: 3D veri dosyalarını oluşturmak ve saklamak için dosya formatları kullanılır. STL dosya formatı birçok açık platform dental tarama ve tasarım sistemleri için yaygın olarak kullanılır.

3D scanner: Şekil, renk veya doku gibi özellikler hakkında veri toplamak için bir nesneyi analiz eden cihaz.

CAD/CAM : Kuron, veneer, inley, onlay, sabit protezler, implant restorasyonları da dahil olmak üzere farklı diş restorasyonlarının bilgisayar teknolojileri ile tasarımı ve üretimi.

DICOM: Tıbbi görüntülemede bilgilerin taşınması, saklanması, basılması ve iletilmesi için standart dosya.

Image capture: Tarayıcı ve nesne arasındaki mesafeyi ölçmek için bir lazer ya da ışık kullanan ekipman ile, bir nesnenin şekli hakkındaki dijital bilgileri kaydetmek için 3D tarama işlemi.

Impression wand : İntraoral dijital tarama için kullanılan el cihazı.

Intraoral scanning : STL gibi dijital bir dosya formatına çevrilmek üzere intraoral boşluğu tarama işlemi.

Closed architecture: Belirli bir şirketin dijital ekipmanı veya dijital iş akışıyla sınırlı yazılım veya donanım.

Open architecture : Çeşitli dijital platformlarda gerçekleştirilebilen dijital bir işlem veya iş akışı. Bu iş akışları yalnızca belirli bir platformda gerçekleştirilebilir. (Örneğin; STL)

Optical scanners: Bir nesnenin 3D dijital kopyasını elde etmek için ışık projeksiyonu veya lazer ışınları kullanan cihazlar.

STL: 3D sistemler tarafından oluşturulan sayısal modeli, fiziksel model haline çevirmek için kullanılan, CAD yazılımına özgü dosya formatı⁶⁰.

2.4.3. İntraoral Taramanın Avantajları

- Görüntüleri düzeltmek, değiştirmek veya yeniden taramak kolaylığı sağlar.
- Dijital olarak arşivlenir, dolayısıyla modellerin saklamasına gerek kalmaz.
- Hiçbir ölçü materyali kaybı yoktur ve bu nedenle çevre dostudur.
- Ölçü kaşığı, yapıştırıcı veya alçı kullanılmadığı için ekonomiktir.
- Laboratuvara bilgi göndermeden önce dezenfekte etmeye gerek yoktur.
- Alçı modeller zarar görmez, aşınmaz ve yıpranmaz.
- Laboratuvar ile internet üzerinden hızlı iletişim sağlanır.
- Dış preparasyonları için öz değerlendirme yapma olanağı sağlar.

- Sadece ilgili bölgenin görüntüsünü alma imkanı sağlar.
- Gelişmiş yazılımları kullanarak DICOM (Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim) görüntüleri gibi diğer dosyalarla birleştirmek için dosya aktarma özelliği vardır.
- Hasta memnuniyeti yüksektir.
- Bazı sistemlerde renkli tarama, renk seçimi ve fotoğraf çekim özellikleri vardır.

2.4.4. İntraoral Taramanın Dezavantajları

- Ekipman ve yazılım ücretleri yüksektir.
- Klinisyenler için öğrenme süreci zor ve uzun olabilir.
- İmplant sistemleri için, tasarım yazılımıyla uyumlu tarama gövdeleri gereklidir.
- Karmaşık protetik tedaviler için oklüzyon kaydının aktarılması zordur.
- Kapalı sistemler STL dosyalarının aktarılması seçeneklerini kısıtlar.
- Kan veya tükürük varlığında, subgingival alanları tarayamaz.
- Dişsiz çenelerde ideal şekilde görüntü yakalayamaz.
- Tarama süreci her üretici firmanın kendi önerileri doğrultusunda tamamlanmalıdır⁶¹.

2.5. Adeziv Reçine Simanlar

Günümüzde kullanılan restoratif materyallerin çeşitliliği, etkili ve dayanıklı bir simantasyon elde etmek için özel simanlar ve simantasyon sistemleri gerektirmektedir. İndirekt restorasyonların adeziv simantasyonu, mevcut restoratif tedavilerin temel bir parçasıdır. Metal altyapılı veya metal altyapısız kuronlar, inleyler, onleyler, veneerler, postlar günlük rutinde kliniklerde uygulanan tedavilerdir. Bu restoratif tedaviler fonkiyon, estetik ve uzun süreli simantasyon kalıcılığı sağlayarak, dişlere simante edilebilme yeteneğine sahiplerdir. Bu özelliklerin bir kısmı simanların, özellikle de reçine kompozit simanların içerikleri ile sağlanmaktadır. Kompozit simanlar; organik bir matristeki (Bis-GMA, TEGMA, UDMA) polimerize edilebilir metakrilat, dimetakrilat ve polimetakrilat monomerlerinin karışımlarıdır. Self-adeziv reçine simanlar için, karışıma yüksek oranda asit monomerleri, çok fonksiyonlu monometakrilatlar ve metakrilatlar eklenir. Metallere yapışma kuvvetini arttırmak için 4-MET gibi katkı maddeleri ilave edilebilir⁶². Kompozit reçine simanlar, kompozit

restoratif materyallere ve silanize porselene kimyasal olarak bağlanır. Yüksek adezyon güçlerine rağmen, bu simanlar çok hassas uygulama tekniğine sahiptir. Simantasyon başarısının %50'sinin klinisyenin çalışma hassasiyetine bağlı olduğu belirtilmiştir⁶³. Bükülme dayanımları, cam iyonomer siman, çinko fosfat siman, reçine modifiye cam iyonomer siman gibi diğer simanlardan daha büyüktür. Elastiklik modülü çinko fosfatından daha küçüktür, fakat cam iyonomer siman ve reçine ile güçlendirilmiş cam iyonomer simandan daha büyüktür. Radyopaklığı, diş minesine benzer, çinko fosfattan çok daha düşüktür. Siman artıklarının temizlenmesi, konvansiyonel simanlardan daha zordur⁶⁴.

1980'lerin başında, cam iyonomer simanlar ile kompozit reçinenin birleşimi olan, reçine modifiye cam iyonomer siman tanıtıldı. Bu materyal çinko fosfat ve bazı geleneksel cam iyonomer simanlara kıyasla çok iyi mekanik özelliklere sahipti. Reçine ile modifiye edilmiş cam iyonomer simanlar, reçineler ve cam iyonomer simanlar arasında bir ara grup olarak yer alırlar⁶².

Reçineli simanların sınıflandırılması; parçacıklarının büyüklüğüne, adezyon gücüne ve aktivasyon tipine göre yapılabilir.

2.5.1. Adeziv Reçine Simanların Aktivasyon (Polimerizasyon) Tipine Göre Sınıflandırılması

2.5.1.1. Kimyasal Olarak Polimerize Olan Adeziv Reçine Simanlar (Self – Cure Reçine Simanlar)

Baz macun ve katalizörün karışımı ile başlayan peroksit-amin reaksiyonuna sahiptirler. Metal kuron veya endodontik postlar gibi ışıkla sertleşen simanların kullanımına izin vermeyen restorasyonların simantasyonunda kullanılırlar. Bu simanlar dual-cure simanlardan %25 daha az sertliğe sahiptir. Bu materyaller genellikle estetik özellikler göstermezler. Çoğu opak beyaz görünümüne sahiptir ve az renk seçeneği mevcuttur. Kimyasal olarak aktive edilen reçine simanlar, yeterli çalışma süresine izin vermezler⁶⁴.

2.5.1.2. Işık ile Polimerize Olan Adeziv Reçine Simanlar (Light-Cure Reçine Simanlar)

470 nanometre civarında dalga boyunda ışık varlığında aktive edilen kamforokinon, materyalinin polimerizasyonunu tetikler. Diğer siman türlerine göre daha uzun çalışma

süresine sahiptir. Renk stabilitesi kimyasal veya dual-cure simanlara göre daha yüksektir. Simanı polimerize etmek için restorasyona yeterli ışık iletimi uygulanmalıdır. Örneğin, bir porselen veneer, üzerine yayılan ışığın %40 - 50'sini absorbe eder ve 0,7 mm'den daha fazla kalınlıkta ölçüm yapılırsa %100'lük bir polimerizasyon elde edilemez⁶⁵.

2.5.1.3. Kimyasal ve Işık ile Polimerize Olan Adeziv Reçine Simanlar (Dual-cure Reçine Simanlar)

Bu siman grubu hem kendiliğinden sertleşen bir başlatıcı (benzoil peroksit) hem de ışıkla sertleşen bir başlatıcı (kamforokinon) içerir. Hem ışıkla hem de kimyasal reaksiyon ile polimerize olduklarından, dual adı verilir. İlk sertleşme, genellikle diş eti marjinalarını öncelikle kapatmak için ışıkla sertleştirme ile elde edilir. Kendiliğinden sertleşen bileşen, simanın ışığın geçmesine izin vermeyecek kadar kalın olduğu veya çok opak olan restorasyonların altında sertleşmesini sağlar. Dual-cure reçine simanlar, kimyasal reaksiyona girmelerine rağmen, yüksek derecede polimerizasyon elde etmek için ışıkla sertleştirilmeyi de gerektirir. Restorasyon simantasyonunda restorasyonun kalınlığı, kimyasal polimerizasyonu etkilemese de fotopolimerizasyonu etkiler. Bazı firmalar bu simanlar için simantasyon aşamasından önce bir test olarak kullanılabilecek çözünebilir bir macun olan (try-in) deneme sistemi sunarlar.

Simantasyon aşamasıyla ilgili çeşitli faktörler, polimerizasyon derinliğini ve polimerleşme derecesini etkiler. Restorasyonla ilgili faktörler; restorasyon kalınlığı ve opaklığıdır. Reçine simanla ilgili faktörler; polimerizasyon türü, simanın opaklığı, film kalınlığı, doldurucu partikül boyutudur. Işık kaynağıyla ilgili faktörler; mesafe, uygulama süresi, ışık yoğunluğu ve dalga boyunu içerir⁶⁶.

2.6. Marjinal ve İnternal Uyum

2.6.1. Marjinal ve İnternal Uyuma Etki Eden Faktörler

Marjinal ve internal uyum, hazırlanacak restorasyonun kalitesini ve kullanım ömrünü belirleyen en önemli özelliklerindendir. Restorasyonun marjinal ve internal uyumuna etki eden çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bunlar; preparasyonun servikal bitim çizgisi, internal uyumlama, preparasyon açısı, okluzal yüzey preparasyonu, preparasyon bitim çizgisi kurvatürü, ölçü teknikleri, ölçü materyalleri, materyallerin

üretim aşamaları, kullanılan siman türü, simantasyon aşamaları, fırınlama aşamaları gibi faktörlerdir.

Marjinal uyumsuzluk, biyofilm birikimi, mikro sızıntı, tekrarlayan çürükler, periodontal hastalıklar ve kemik kaybına neden olabilir⁶⁷. Siman materyalinin türünden bağımsız olarak, artmış marjinal uyumsuzluklar simanın aşınmasını artırır⁶⁸.

Bir kuronun temas yüzeyi (internal uyum), retansiyon ve stabilite için kritiktir. Daha iyi adapte edilmiş bir kuronun başarısı ve ömrü bundan olumlu etkilenecektir. Düzensiz bir temas yüzeyi kuronun tamamen adaptasyonunu engelleyebilir ve böylece marjinal uyumsuzlukla sonuçlanabilir. Bu nedenle marjinal adaptasyon değerlendirmelerinde; marjinal uyumun yanı sıra internal uyum da değerlendirmeye katılmalıdır.

2.6.2. Marjinal ve İnternal Uyum İnceleme Yöntemleri

2.6.2.1. Direkt Güdük Üzerinden Ölçüm Yöntemi

Direkt güdük üzerinden ölçüm yönteminde, restorasyon prepare edilen diş üzerine yerleştirilir. Stereomikroskop ya da elektron mikroskobuyla restorasyon ve prepare edilen diş arasındaki marjinal aralığın fotoğrafı alınır. Fotoğraflar üzerinde manuel ölçümler ya da bilgisayar programları aracılığıyla detaylı ölçümler yapılabilir. Bu yöntemde ölçüm direkt olarak yapılır, dublikasyon ya da ara madde gerektirmez. Yöntemin avantajları, non invaziv bir yöntemdir, restorasyon zarar görmez. Simantasyon öncesi ya da sonrası ölçümlerinde kullanılabilir. Uygulaması kolaydır ve sıklıkla tercih edilir. Yöntemin dezavantajı, sadece marjinal aralığın ölçülebilmesidir, internal aralık ölçülemez⁶⁹.

2.6.2.2. Silikon Replika Yöntemi

Silikon replika yönteminde, kuronun iç yüzeyine düşük viskoziteli silikon materyali uygulanarak, belirli bir kuvvet altında, prepare edilmiş diş modeline yerleştirilir. Silikon sertleştiğinde, restorasyon silikon içinde kalacak şekilde, diş modelinden uzaklaştırılır. Restorasyonun içine orta viskoziteli silikon materyali enjekte edilir. Daha sonra hepsi katı kıvamlı silikon materyalinin içine gömülür. Düşük viskoziteli silikon tabakası kesitlendirilerek, farklı noktalardan ölçümler yapılır. Bu silikon tabakası siman aralığını/internal uyumu gösterir. Silikon tabakasından alınan kesitler mikroskop altında incelenir. Yöntemin avantajları, non invaziv olması ve

restorasyonların marjinal ve internal uyumlarının ölçümünde kullanılmasıdır. Yöntemin dezavantajı, restorasyon ve diş modelinin silikon materyalinin oluşturduğu hidrostatik basınç nedeniyle tam adapte edilememe ihtimalidir^{70, 71}.

2.6.2.3. Reçine Replika Yöntemi

Reçine replika yönteminde, restorasyonun marjin bölgesinin ölçüsü alınır. Alınan bu dairesel silikon ölçünün içerisine, patern reçine uygulanır. Böylece restorasyonun marjin bölgesi, reçineden dublike edilir. Epoksi reçine model üzerinden ışık mikroskobu ya da SEM (Scanning Electron Microscope) ile ölçümler yapılabilir. Yöntemin avantajı, silindir formuna benzer replika sayesinde mikroskop altında kolaylıkla ölçüm yapılabilir. Yöntemin dezavantajı, dublikasyon esnasında kullanılan reçinede meydana gelebilecek boyutsal değişiklik sebebiyle, hata payı oluşabilmesidir^{72, 73}.

2.6.2.4. Kesit Alarak Ölçüm Yöntemi

Kesit alarak ölçüm tekniğinde, prepare edilmiş diş ve kuron simante edilmeden önce veya simante edildikten sonra, radyoaktif ya da kimyasal olarak boyanan maddelere batırılır. Bu boyayıcı maddelerin, prepare edilmiş diş ve kuron arasına sızması sağlanır. Reçineye gömülen bu yapıdan gerekli miktarda kesit alınarak ölçüm yapılır. Yöntemin avantajı, uygulama kolaylığıdır. Yöntemin dezavantajı invaziv bir yöntem olmasıdır^{74, 75}.

2.6.2.5. Mikro-CT Yöntemi

Mikro bilgisayarlı tomografi, 1 mm'den daha küçük kesitler elde ederek hassas tarama yapabilmektedir. Bu yöntemde model taranır, yüzey detaylandırması yapılır, görüntüler TIFF (Tagged Image File Format) kesitlerinden uygun yazılım programı vasıtasıyla STL (StereoLithography) veriye dönüştürülür. Yöntemin avantajı, hassas çalışma imkanı sunmasıdır. Yöntemin dezavantajı, teknik açıdan zor olmasıdır⁷².

2.6.2.6. Üç Boyutlu Yüzey Tarama İle Ölçüm Yöntemi

Dijital diş hekimliğinin gelişmesiyle birlikte, üç boyutlu yüzey tarama teknolojisi de gelişmeye devam etmektedir.

Kesitsel ölçümlerin yapıldığı, replika yöntemi gibi marjinal aralık ölçüm yöntemlerinde, yöntemin uygulanması, kesitlerin alınma şekli, materyallerin polimerizasyonu gibi pek çok etkene bağlıdır. Bu yöntemlerde, yüzeylere materyal yapışması gibi sorunların yanı sıra, bir kesitin yüzeylere dik değil, eğik alınması, yanlış değerlerle sonuçlanmasına neden olabilmektedir. Diğer bir yöntem olan ışık mikroskopi, verilerin kalitesi elde edilirken göz önünde bulundurulması gereken 15 μ m'ye kadar sisteme özgü yanlışlıklar vermektedir. Kupon restorasyonları vertikal veya horizontal olarak fazla taşkın ya da kısa kalmış olabilir, 2 boyutlu mikroskop ölçümlerinde bu durum değerlendirilemez. İnternal ve marjinal aralığın değerlendirilmesinde bu sorunların üstesinden gelebilmek için, Holst tarafından, üçlü tarama protokolü tanımlanmıştır⁷⁶. Bu yöntem mevcut 2 boyutlu yaklaşımların sınırlandırmalarını ortadan kaldırmaktadır. Üçlü tarama protokolü ve kayıt yöntemi, bir kuronun ve dayanak dişin tekrarlanabilir sanal hizalanmasına izin verir. Sonuçlar, üçlü kayıt protokolünün, ölçümlerin tekrarlanabilirliği açısından sağlamlığı kanıtlanmıştır. Kayıt işlemlerinde yapılan dönüştürme hataları 3 μ m'nin altındadır.

Marjinal ve internal aralık ölçümleri için uygulanan üçlü tarama protokolünde 3D bir optik tarayıcı ile; (1) prepare edilmiş dayanak (diş, implant) yüzeyinin taranması, (2) restorasyonun taranması, (3) dayanak ve restorasyonun taranması olmak üzere 3 ayrı tarama yapılır. Taranan yüzeylerin nokta kümelerinden STL formatında bir veri kaydedilir. İlk olarak, dayanak STL dosyası, daha sonra restorasyon STL dosyası ve dayanak ile restorasyonun bir arada olduğu STL dosyası kaydedilir. Görüntü çakıştırması yazılımı kullanılarak, siman boşluğu, marjinal aralık ve internal aralık değerleri elde edilir.

Sunulan tekniğin diş hekimliğinde kullanımı, tek üye restorasyonlarla sınırlı değildir, çok üyeli diş ve implant destekli restorasyonların değerlendirilmesi açısından da kullanımı uygundur. Yöntemin avantajları, hem marjinal hem internal aralığın ölçülmesinde, restorasyona zarar vermeden simantasyondan önce ve sonra yapılabilmesi, invaziv olmaması, kesit sayısında sınırlandırması bulunmaması ve gerektiğinde tekrarlanabilmesidir. Yöntemin dezavantajı, kullanılan sistemlerin pahalı olmasıdır^{77, 76}.

2.7. Araştırmada Kullanılan Cihazlar

2.7.1. GC Aadva IOS (Intra-Oral Scanning System, GC Europe NV. Leuven)

Kolay görselleştirme için %100 gerçek zamanlı tarama imkanı sunar. Toz sprey kullanımını gerekmez. Şarj ünitesindeki dahili buğu önleme işlevi sayesinde buğulanma olmaz. Pürüzsüz yüzeyler sayesinde kolayca dezenfekte edilir. İnovatif tarama başlığı 70 gr ağırlığındadır. Ağız boşluğunda kullanımı kolaydır. Kalibrasyon gerektirmez.

Tarama başlığı, tarama kolunun ayarlanabilir eğimi ile ergonomik bir kullanım olanağı sunar. Hem döner ekran hem de kolun ayarlanabilir eğimi, diş hekiminin en ergonomik saat pozisyonunda çalışmasını sağlar. Tarama hekimin kontrolünde istendiği zaman başlatılır, duraklatılır, kontrol edilir, yeniden başlatılır ve durdurulur. ‘Trolley’ adı verilen tarama ünitesi kolay taşınma ve kolay kilitlenme özelliklerine sahiptir. Dosyaları saklamak ve aktarmak için alternatif olarak iki USB 3.0 ve bir flash kart yuvası bulunur⁷⁸ (Şekil 2-3).



Şekil 2-3: GC Aadva IOS (Intra-Oral Scanning System, GC Europe NV. Leuven)

2.7.2. AAdva Lab Scan (GC Europe NV. Leuven)

GC Aadva Lab Scan, güncel projeksiyon ve ölçüm teknolojisini kullanan tam otomatik bir laboratuvar tarayıcıdır. Dental protezlerin tasarımında ve üretiminde

kullanılabilecek dental modelleri tarayarak, dijital 3D modeller oluşturmak için yapılandırılmıştır. Bu laboratuvar tarayıcısı ihtiyaç ve tercihlere göre uyarlanabilecek 'tarama-tasarım-paylaşma' yaklaşımıyla çalışmaktadır (Şekil 2-4).

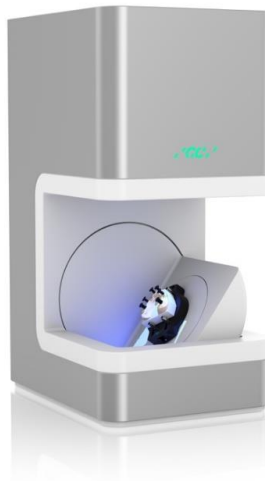
Aadva Lab Scan, mavi LED ışığa sahip üst düzey çift kamera sistemi kullanan tam otomatik bir laboratuvar tarayıcısıdır. Yüksek doğruluk ve hızlı tarama sağlar. 980 milisaniyelik tarama süresine sahiptir, bu da mevcut dental tarayıcılar arasında en hızlılarından biri olmasını sağlar. 2 megapiksel çözünürlüğe, 6 mikrometre hassasiyetinde netliğe sahiptir.

Tarayıcının tasarımı, pürüzsüz yüzeylere sahiptir. Az köşeli ve açılı olarak tasarlanmıştır ve geniş açıklığı kolay erişim sağlar.

Exocad tarafından desteklenen açık sistem yazılımı ile birlikte verilir. Ekteki yazılım, kullanıcının CAD/CAM işleme ve üretim için düzenlenmiş 3D modelleri doğrudan yüklemesine izin verir. Standart Aadva Dental CAD Yazılım Paketi, tüm kuron, köprü ve bar tiplerinin yanı sıra implant ve abutment tasarımları da yapabilmek için gerekli tüm modülleri içerir.

Exocad tarafından desteklenen yazılımın sağladığı imkanlar;

- Kuron tasarımı önerileri ile çeşitli tasarım özellikleri,
- Otomatikleştirilmiş sanal artikülasyon aracı,
- Gelişmiş model oluşturucu,
- Geniş implant bar kütüphanesine sahip olmasıdır⁷⁸.



Şekil 2-4: Aadva Lab Scan (GC Europe NV. Leuven)

2.7.3. M1 Wet Heavy Metal Milling Unit (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy)

M1 Wet Heavy Metal Frezeleme Ünitesi, dört rulman üzerine kurulu yörüngesi ve entegre ıslak işleme fonksiyonu ile sert metallerin frezelemesi için idealdir. Zirkonya, reçine, cam seramikler, kompozitler, sinterlenmiş metal, krom-kobalt, titanyum, abutment, mum, tahta gibi materyallerin frezelenmesinde kullanılır (Şekil 2-5).

Bilgisayar kontrollü 5 + 1 eksenli eş zamanlı freze ünitesine sahiptir. Islak işleme yapabilmektedir. CAM yazılımına sahiptir. ‘Zirkonzahn Modellie’ adı verilen temel modelleme yazılımı mevcuttur⁷⁹.



Şekil 2-5: M1 Wet Heavy Metal Milling Unit (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy)

2.7.4. Solutionix C500 3D Scanner (Solutionix, Seoul, Korea)

Solutionix C500, 3D tarama verilerinin kalitesini en üst düzeye çıkaran 2 adet 5 Mpx yüksek çözünürlüklü kameradan oluşur. Taranacak nesnenin boyutunun getirdiği kısıtlamanın üstesinden gelmek için, kullanıcıya 3 farklı tarama alanı (90 ~ 350 mm) sunar. Tüm seviyedeki kullanıcıların kolay ve verimli çalışmasını sağlayan, 3 eksenli döner tabla içerir. Solutionix'in 3 eksenli döner tablası (TA300 +) küçük ve orta büyüklükteki nesnelerin otomatik taranması için optimize edilmiştir. 10 kg ağırlığa ve 380 mm X 320 mm boyutuna kadar nesneleri tarayabilir.

Dönme (taban) eksenleri;

1 Dönme Eksen: $\pm 180^\circ$ hareket sağlar.

2 Dönme Eksen: $\pm 180^\circ$ hareket sağlar.

3 Dönme Eksen: $\pm 40^\circ$ hareket sağlar.

Solutionix C500, 3D veri toplamada hızlı ölçüm süresine sahiptir. “ezScan 2017” yazılımı kullanılır. Ayrıntılı tarama verilerini elde etmesini sağlayan Mavi Işık Teknolojisi’ne sahiptir. Yerleşik bir denetleyiciye sahip olmasına rağmen C500’ün tasarımı kompakttır, minimum yer kaplar (Şekil 2-6).

Kalibrasyon paneli kurulduktan sonra, otomatik kalibrasyon işlemine rehberlik edecek kalibrasyon sihirbazı tanımlanır. Kullanıcı tek bir tıklamayla otomatik kalibrasyonu devreye sokabilir. Tarama işlemi için hedeflere gerek duyulmaz. Eksen kalibrasyonu önceden hesaplanmış bilgiyi kullanarak, hedef veya manuel kayıt gerekmeden doğru hizalama gerçekleştirilir.

3D tarama verilerini kullanarak, görüntü çakıştırması gerçekleştirilebilir. Sistem veya ürün sanal bir ortamda modellenir. Ölçümler sanal CAD modeliyle karşılaştırılır ve 3D hataların renk kodlu sapma haritaları oluşturulur.

Solutionix C500 tarama cihazıyla;

- 3B düzeltme ve iyileştirme
- Süreç optimizasyonu ve otomasyonu
- Sanal ve gerçek karşılaştırma (CAD)
- Geometrik boyutlandırma yapılmaktadır⁸⁰.



Şekil 2-6: Solutionix C500 3D Scanner (Solutionix, Seoul, Korea)

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda dijital ve geleneksel ölçü yöntemleriyle alınmış ölçülerle üretilen, farklı kimyasal içeriğe sahip güncel monolitik blokların marjinal uyumlarının değerlendirilmesinin yanı sıra, farklı polimerizasyon tiplerine sahip reçine simanların marjinal uyuma etkisi de in- vitro olarak değerlendirilmiştir.

3.1. Çalışma Örneklerinin Hazırlanması

Çalışma örneklerinin hazırlanması için, akrilik fantom diş kullanıldı (Şekil 3-1). Üretici firma tarafından, tam seramik kuron restorasyonu için anatomik preparasyonu yapılmış, 1.2 mm derinliğinde basamak bitimi iç açısı yuvarlatılmış 90 derece olan, okluzal yüzeyi 1.5-2 mm derinliğinde okluzal redüksiyonu yapılmış, 1-1.5 mm derinliğinde aksiyel preparasyonu yapılmış, 10 derecelik taper açısına sahip, akrilik maksiller birinci büyük azı fantom diş kullanıldı (Frasaco GmbH, Almanya) (Şekil 3-2).



Şekil 3-1: Maksiller birinci büyük azı fantom diş (Frasaco GmbH, Almanya)



Şekil 3-2: Prepare edilmiş akrilik fantom diş

Standardizasyonun sağlanabilmesi için örnek akrilik fantom diş Scanner S600 ARTI (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy) ile tarandı (Şekil 3-3).



Şekil 3-3: Scanner S600 ARTI

Taranan akrilik diş modelinden, M1 Wet Heavy Metal Milling Unit (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy) frezeleme ünitesinde polimetil metakrilat (PMMA) bazlı materyalden 160 adet analog hazırlandı (Şekil 3-4).



Şekil 3-4: 160 Adet analog

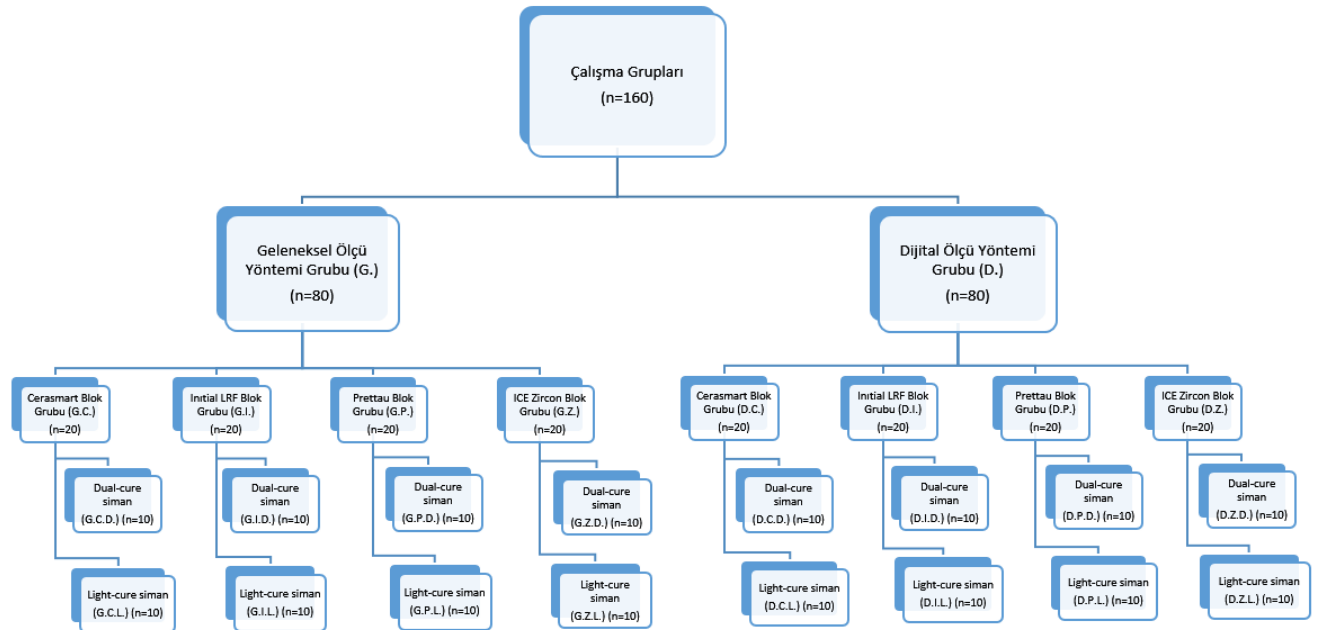
3.2. Çalışma Gruplarının Adlandırılması

Çalışma gruplarının oluşturulması amacıyla; uygulanacak ölçü yöntemi, kullanılacak restorasyon materyali ve kullanılacak siman tipine göre 160 adet örnek rastgele 10'arlı gruplara ayrıldı (n=10) (Şekil 3-5).



Şekil 3-5: Çalışma örneklerinin 10'arlı gruplara ayrılması

Gruplar; ölçü yöntemi, kullanılan materyal ve siman türüne göre gruplara ayrılıp, isimlendirildi. (Şekil 3-6)



Şekil 3-6: Çalışma gruplarının adlandırılması

Gruplar;

1. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Light Cure Siman (G.C.L.)
2. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Dual Cure Siman (G.C.D.)
3. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Light Cure Siman (G.I.L.)
4. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Dual Cure Siman (G.I.D.)
5. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Light Cure Siman (G.P.L.)
6. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Dual Cure Siman (G.P.D.)
7. Geleneksel Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Light Cure Siman (G.Z.L.)
8. Geleneksel Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Dual Cure Siman (G.Z.D.)
9. Dijital Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Light Cure Siman (D.C.L.)
10. Dijital Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Dual Cure Siman (D.C.D.)
11. Dijital Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Light Cure Siman (D.I.L.)
12. Dijital Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Dual Cure Siman (D.I.D.)
13. Dijital Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Light Cure Siman (D.P.L.)
14. Dijital Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Dual Cure Siman (D.P.D.)
15. Dijital Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Light Cure Siman (D.Z.L.)
16. Dijital Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Dual Cure Siman (D.Z.D.)

Çalışmada kullanılan materyaller (Tablo 3-1) ve cihazlar (Tablo 3-2) tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3-1: Çalışmada kullanılan materyaller

Materyal	Üretici Firma	Materyal Tipi	İçerik
<u>Cerasmart Blok</u>	GC Europe	<u>Hibrit reçine seramik</u>	Seramik ağ %71 Reçine matris %29
<u>Initial LRF Blok</u>	GC Europe	<u>Lösit ile güçlendirilmiş cam seramik</u>	<u>Feldspar</u> seramik
<u>Zirconia Prettau Blok</u>	<u>Zirkonzahn, Gais / South Tyrol, Italy</u>	<u>Monolitik zirkonya</u>	ZrO_2 %96 Y_2O_3 %4
<u>ICE Zirconia Blok</u>	<u>Zirkonzahn, Gais / South Tyrol, Italy</u>	<u>Zirkonya</u>	ZrO_2 %96 Y_2O_3 %4
<u>G-Cem Link Force</u>	GC, <u>Leuven, Belçika</u>	<u>Dual-cure adeziv siman</u>	<u>bis-GMA, bis-MEPP, UDMA, dimetakrilat</u>
<u>G-aenial Universal Flow</u>	GC, <u>Leuven, Belçika</u>	<u>Light-cure adeziv siman</u>	<u>bis-EMA, UDMA, dimetakrilat, UV light absorber</u>

Tablo 3-2: Çalışmada kullanılan cihazlar

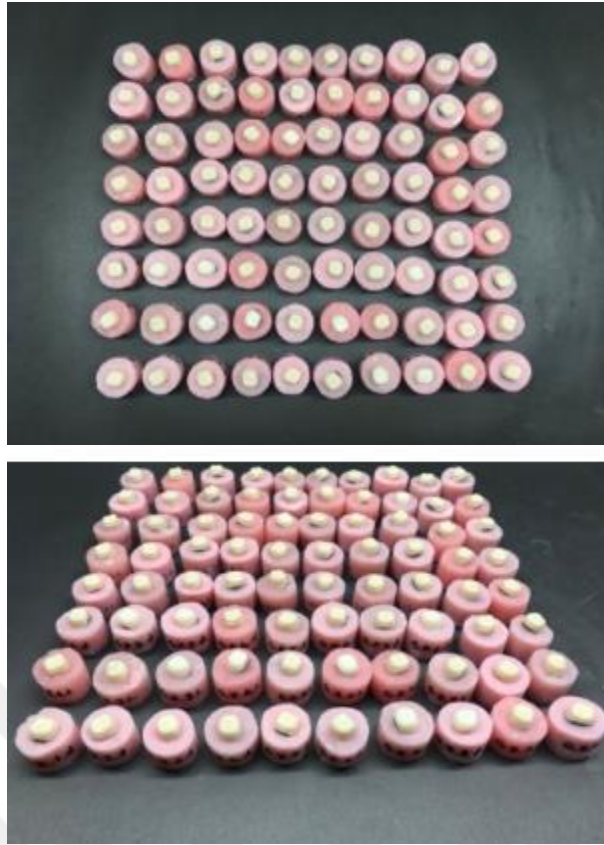
Cihaz adı	Üretici Firma	Cihaz Tipi
GC Aadvia IOS	GC Europe NV. Leuven	İntraoral tarayıcı
AAdvia Lab Scan	GC Europe NV. Leuven	Ekstraoral tarayıcı
M1 Wet Heavy Metal Milling Unit	Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy	Frezeleme ünitesi
Solutionix C500 3D Scanner	Solutionix, Seoul, Korea	3 Boyutlu optik tarayıcı
Scanner S600 ARTI	Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy	Ekstraoral tarayıcı
Elipar TM S10	3M ESPE GmbH, Seefeld, Germany	LED ışık cihazı

3.3. Geleneksel ve Dijital Ölçü Yöntemleri ile Ölçülerin Alınması

Geleneksel ve dijital ölçü yöntemlerinin marjinal uyuma etkisinin karşılaştırıldığı çalışmamızda örnekler iki alt gruba ayrıldı. 80 adet analogun ölçüsü geleneksel ölçü yöntemi ile, 80 adet analogun ölçüsü dijital ölçü yöntemi ile alındı.

3.3.1. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçülerin Alınması

Geleneksel ölçü yöntemiyle ölçüsü alınan ilk grup için 80 adet analog uzun eksenleri yer düzlemine dik olacak şekilde, 20 mm yükseklik, 25 mm çapa sahip metal döküm silindir bir kalıp içerisinde basamak sınırının 2 mm apikal kısmına kadar otopolimerizan soğuk akrilik (SC, Imicryl, Türkiye) içerisine gömüldü (Şekil 3-7 ve Şekil 3-8).



Şekil 3-7: 80 adet akriliğe gömülmüş analog

Şekil 3-8: 80 adet akriliğe gömülmüş analog

Akriliğe gömülü analogların geleneksel ölçü yöntemi ile ölçülerinin alınabilmesi için, 40 mm yükseklik, 35 mm çapa sahip metal döküm silindir kalıplar hazırlandı (Şekil 3-9).



Şekil 3-9: Geleneksel ölçü alınması için hazırlanan metal döküm silindir kalıplar

Akriliğe gömülü analogların ölçüsünün alınmasında, polivinil siloksan ölçü maddesi ile (Betasil Vario Putty/Light, Müller-Omicron, Germany) maddesi kullanıldı (Şekil 3-10). 80 adet analogun ölçüsü tek aşama-çift karıştırma ölçü tekniği ile alındı (Şekil 3-11). Ölçülerin yüzey özellikleri kontrol edildi ve gerekli görülen ölçüler tekrarlandı (Şekil 3-12).



Şekil 3-10: Polivinil siloksan ölçü maddesi



Şekil 3-11: Polivinil siloksan ölçü maddesi ile çift karıştırma tekniği ile ölçüsü alınan analoglar



Şekil 3-12: Ölçülerin yüzey özelliklerinin kontrol edilmesi

Alınan ölçülere Tip IV dental sert alçı (Begostone Plus, Bego, Germany) dökülerek güdükler elde edildi (Şekil 3-13). Alçı materyali, hava kabarcıksız karıştırma imkanı veren elektronik vakum kontrollü alçı ve revetman karıştırıcıda (Twister, Renfert, Germany) hazırlandı. Alçı modellerde hava kabarcığı veya düzensizlik olmamasına dikkat edildi (Şekil 3-14).



Şekil 3-13: Alınan ölçülere Tip IV dental sert alçı dökülmesi



Şekil 3-14: Alçı modeller

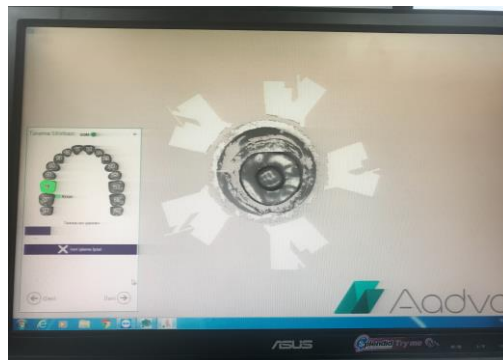
Elde edilen alçı modeller AAdva Lab Scan (GC Europe NV. Leuven) ile tarandı (Şekil 3-15 ve Şekil 3-16), modellerin ölçüleri STL formatında kaydedildi (Şekil 3-17).



Şekil 3-15: AAdva Lab Scan (GC Europe NV. Leuven) ile alçı modellerin taranması



Şekil 3-16: AAdva Lab Scan (GC Europe NV. Leuven)



Şekil 3-17: Taranan ölçülerin STL formatında kaydedilmesi

3.3.2. Dijital Ölçü Yöntemi İle Ölçülerin Alınması

Dijital ölçü yöntemiyle ölçüsü alınan ikinci grupta 80 adet analogun ölçüsü GC Aadva Intra Oral 3D Scanner (GC Europe NV. Leuven) ile dijital olarak alındı (Şekil 3-18). Analogların ölçüleri STL formatında kaydedildi.



Şekil 3-18: GC Aadva Intra Oral 3D Scanner (GC Europe NV. Leuven)

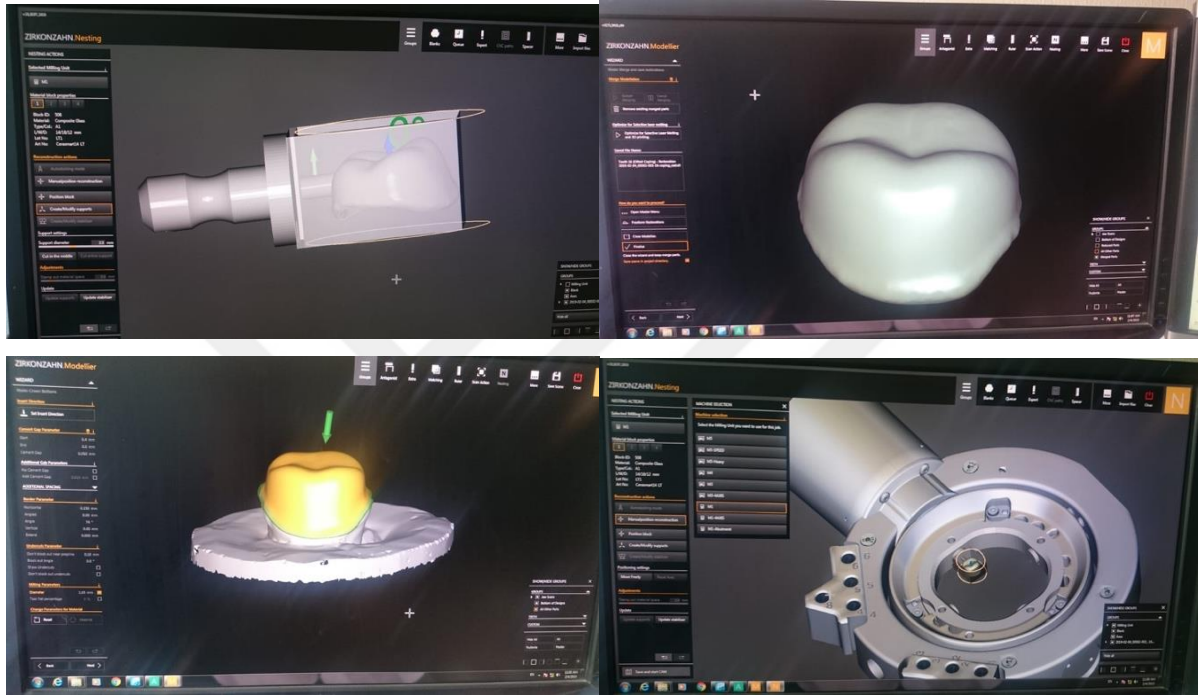
3.4. Kuron Protezlerinin Hazırlanması

Çalışmada geleneksel ölçü yöntemi ve dijital ölçü yöntemi ile ölçüsü alınan her iki grupta da, farklı monolitik blokların marjinal uyumunu karşılaştırmak amacıyla dört farklı monolitik blok grubu kullanılmıştır. Bunlar; hibrit seramik – Cerasmart (A2 LT size 14, GC, Leuven, Belçika), lösit ile güçlendirilmiş cam seramik - Initial LRF Block (A2 HT size 14, GC, Leuven, Belçika), tam anatomik işlenebilen ya da tabaklama yapılabilen zirkonya - Zirconia Prettau (blank size 95H14, Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy) ve tabakalama yapılabilen zirkonya - ICE Zircon (blank size 95H14, Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy) blok gruplarıdır (Şekil 3-19) .



Şekil 3-19: Cerasmart (GC, Leuven, Belçika), Initial LRF Block (GC, Leuven, Belçika), Zirconia Prettau (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy), ICE Zircon (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy) blok grupları

STL formatında dijital olarak kaydedilen tüm örnekler için Zirkonzahn CAD/CAM Sistemine ait yazılım programında (Zirkonzahn Archiv, Zirkonzahn, Steger, Ahrntal, Italy), dijital olarak restorasyonun üç boyutlu anatomik altyapı tasarımı yapıldı. Anatomik altyapının okluzal kalınlığı 1,5 mm, aksiyel duvar kalınlıkları 1 mm, siman aralığı 0,05 mm olacak şekilde hazırlandı. Restorasyonun tasarımı tamamlandığında, CAD yazılımı, dijital modeli CAM ünitesinin üretime geçmesini sağlayacak formata dönüştürüldü (Şekil 3-20).



Şekil 3-20: Restorasyonların üç boyutlu tasarımının yapılması

Dijital tasarımları yapılan restorasyonlar, M1 Wet Heavy Metal Milling Unit (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy) frezeleme ünitesinde (Şekil 3-21) dört farklı monolitik bloktan 20'ser adet frezelenerek elde edildi (Şekil 3-22).



Şekil 3-21: M1 Wet Heavy Metal Milling Unit (Zirkonzahn, Gais/South Tyrol, Italy) frezeleme ünitesi



Şekil 3-22: Örneklere ait kuron restorasyonlarının hazırlanması

3.5. Örneklerin simantasyonu :

Çalışmamızın araştırma konularından bir diğeri de, monolitik kuronların simantasyonunda kullanılan, farklı polimerizasyon tiplerine sahip reçine simanların, marjinal uyuma etkisini incelenmesidir. Bu amaçla light-cured ve dual-cured simanların marjinal uyuma etkisini karşılaştırmak amacıyla, tüm gruplardaki restorasyonlar iki alt gruba ayrılarak light-cured G- aenial Universal Flow (GC, Leuven, Belçika) ve dual-cured G-CEM Link Force (GC, Leuven, Belçika) simanlarla simante edildi. (n=10)

3.5.1. Örneklerin dual-cured siman ile simantasyonu :

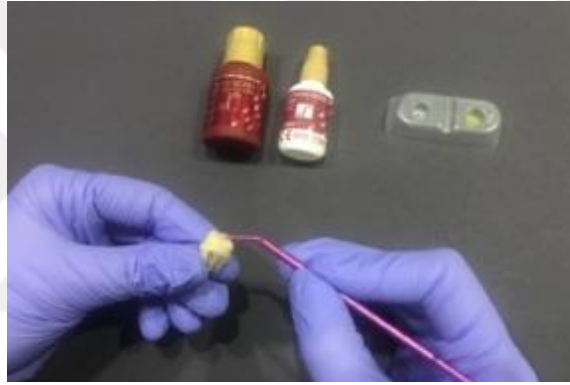
Simantasyon için dual-cured siman seti (G-Cem Link Force, Dual-cure Adhesive Luting Cement, GC, Leuven, Belçika) kullanıldı (Şekil 3-23). Örneklerin simantasyon aşamaları üretici firmanın talimatları doğrultusunda gerçekleştirildi. Kuron protezlerinin iç yüzeyinin kumlanması Dune İkili Kalem Kumlama Cihazı (Star Dental, Türkiye) kullanıldı. İşlem sırasında tüm örneklere, 50 µm çapında Al_2O_3 partikülleri ile 2 bar basınç altında, 3'er saniye kumlama işlemi uygulandı. Kumlama işlemi sonrasında, örneklerin iç yüzeyleri 15 saniye boyunca yıkandı, basınçlı hava ile kurutuldu. Kuron protezinin iç yüzeyine, G-Multi Primer (GC, Leuven, Belçika) silan mikrofırça ile uygulandı (Şekil 3-24). 5 sn boyunca hava basıncı ile seyreltildi. G-Premio Bond (GC, Leuven, Belçika) ve DCA (GC, Leuven, Belçika) 1:1 oranlarında karıştırılarak adeziv mikrofırça ile analog üzerine 20 sn süre ile uygulandı (Şekil 3-25). 5 sn boyunca hava basıncı ile seyreltildi. G- CEM Link Force (GC, Leuven, Belçika) siman otomatik şırıngası ile restorasyonun içine uygulandı (Şekil 3-26). Örneklere simantasyon aşamasında sabit kuvvet uygulanması için 50 N (≈ 5 kg) statik kuvvet uygulayan ağırlık düzeneği kullanıldı (Şekil 3-27). İç yüzeyine siman uygulanmış kuron protezi ve analog, ağırlık düzeneğinde sabitlendi. Üretici firma talimatları doğrultusunda 1 - 2 sn süreli ışık polimerizasyonu uygulanıp, taşan simanlar temizlendi. Simante edilen kuron protezinin tüm yüzeylerine 430 - 480 nm dalga boyunda, 1200 mW/cm² yoğunluğunda, ışık veren LED ışık cihazı (EliparTM S10, 3M ESPE GmbH, Seefeld, Germany) ile 20'şer saniye ışık uygulandı (Şekil 3-28). Ağırlık düzeneğinde sabitlenmiş kuron restorasyonuna toplamda 4 dakika boyunca polimerizasyon süreci uygulandı.



Şekil 3-23: Dual-cure siman seti (G-Cem Link Force, Dual-cure Adhesive Luting Cement, GC, Leuven, Belçika)



Şekil 3-24: G-Multi Primer (GC, Leuven, Belçika) silan uygulanması

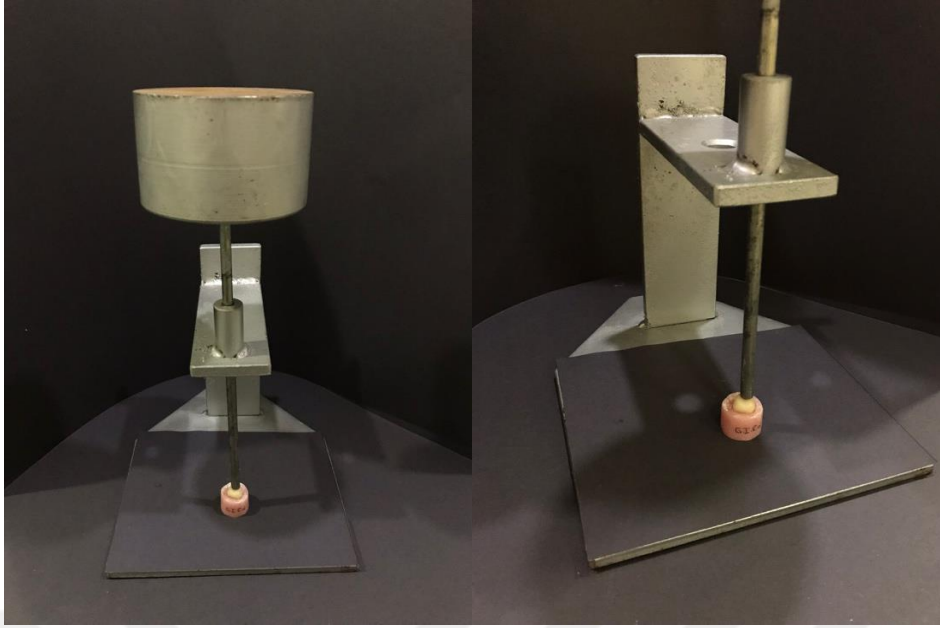


Şekil 3-25: G-Premio Bond (GC, Leuven, Belçika) ve DCA (GC, Leuven, Belçika)

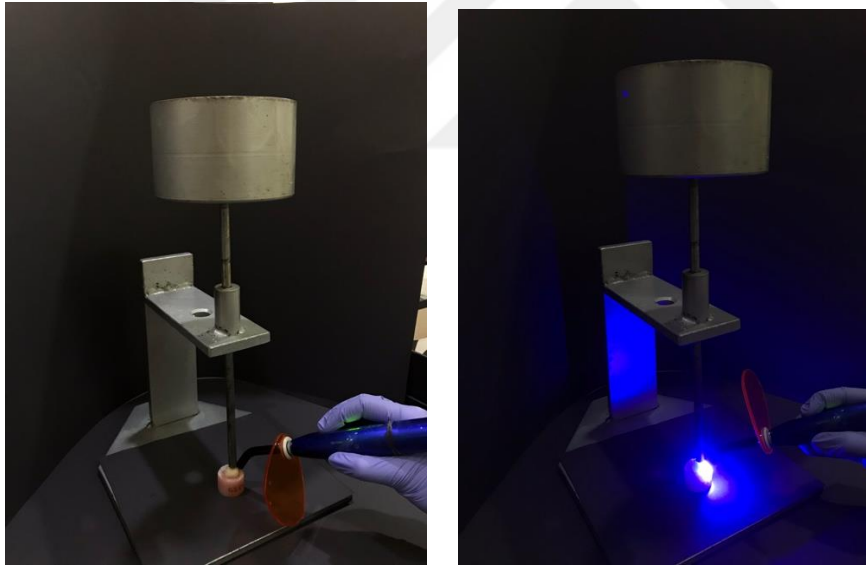
1:1 oranlarında karıştırılarak analog üzerine uygulanması



Şekil 3-26: G-CEM Link Force (GC, Leuven, Belçika) simanın otomatik şıngası ile restorasyonun içine uygulanması



Şekil 3-27: 50 N (≈ 5 kg) statik kuvvet uygulayan ağırlık düzeneği



Şekil 3-28: Kuron protezinin tüm yüzeylerine 20'şer saniye ışık uygulanması

3.5.2. Örneklerin light-cured siman ile simantasyonu :

Örneklerin simantasyon aşamaları üretici firmanın talimatları doğrultusunda gerçekleştirildi. Kuron protezlerinin iç yüzeyinin kumlanması Dune İkili Kalem Kumlama Cihazı (Star Dental, Türkiye) kullanıldı. İşlem sırasında tüm örneklere, 50 μm çapında Al_2O_3 partikülleri ile 2 bar basınç altında, 3'er saniye kumlama işlemi uygulandı.

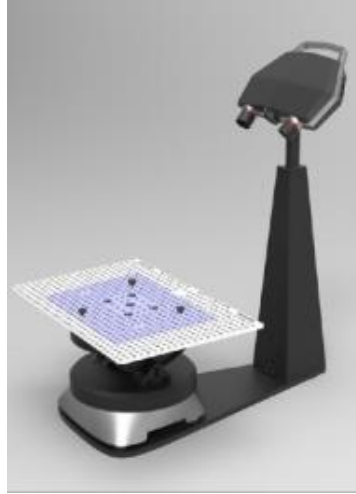
Kumlama işlemi sonrasında, örneklerin iç yüzeyleri 15 saniye boyunca yıkandı, basınçlı hava ile kurutuldu. Kuron protezinin iç yüzeyine, G-Multi Primer (GC, Leuven, Belçika) silan mikrofırça ile uygulandı (Şekil 3-24). 5 sn boyunca hava basıncı ile seyreltilti. G-Premio Bond (GC, Leuven, Belçika) 10 sn süre boyunca mikrofırça ile uygulandı. 5 sn boyunca hava basıncı ile seyreltilti. 430 - 480 nm dalga boyunda, 1200 mW/cm² yoğunluğunda, ışık veren LED ışık cihazı (Elipar™ S10, 3M ESPE GmbH, Seefeld, Germany) ile 10 saniye ışık uygulandı. Light-cured G-aenial Universal Flow (GC, Leuven, Belçika) siman otomatik şırıngası ile restorasyonun içine uygulandı (Şekil 3-29). Örnekler simantasyon aşamasında sabit kuvvet uygulanması için 50 N ($\approx$ 5 kg) statik kuvvet uygulayan ağırlık düzeneği kullanıldı (Şekil 3-27). İç yüzeyine siman uygulanmış kuron protezi ve analog, ağırlık düzeneğinde sabitlendi. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda 1 - 3 sn süreli ışık polimerizasyonu uygulanıp, taşan simanlar temizlendi. Simante edilen kuron protezinin tüm yüzeylerine 430 - 480 nm dalga boyunda, 1200 mW/cm² yoğunluğunda, ışık veren LED ışık cihazı (Elipar™ S10, 3M ESPE GmbH, Seefeld, Germany) ile 30'ar saniye ışık uygulandı (Şekil 3-28).



Şekil 3-29: Light-cured G-aenial Universal Flow (GC, Leuven, Belçika) simanın otomatik şırıngası ile restorasyonun içine uygulanması

3.6. Marjinal ve İnternal Aralık Ölçümü :

Üretilen kuron restorasyonlarının ve analogların simantasyon öncesi ve simantasyon sonrası görüntüleri, 5 megapikselliik çift kameralı, üç boyutlu tarama yapabilen Solutionix C500 3D Scanner (Solutionix, Seoul, Korea) cihazında tarandı (Şekil 3-30 ve Şekil 3-31).



Şekil 3-30: Solutionix C500 3D Scanner (Solutionix, Seoul, Korea)



Şekil 3-31: 5 megapikselliik çift kameralı, üç boyutlu tarama başlığı

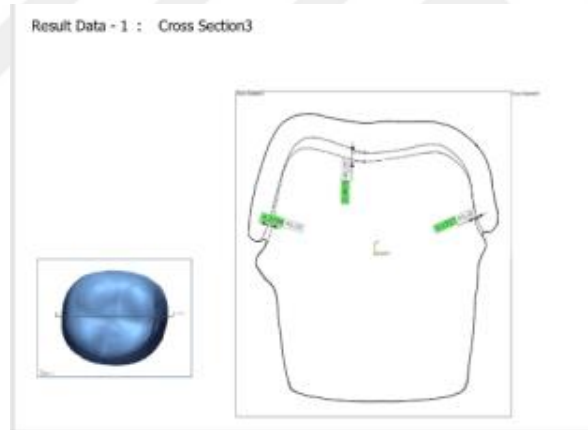
Analoglar ve kuronların yüzeyleri, $\pm 3\text{-}5$ mikrometre tarama hassasiyetine sahip 3D tarama cihazı Solutionix C500, FOV90 ölçek (Solutionix, Seoul, Korea) ile taranarak dijital kayıtları STL formatında oluşturuldu.

Marjinal ve internal aralık ölçümleri için, üçlü tarama protokolü uygulandı. Her bir örnek için üç tarama yapıldı. Bunlar; (1) Prepare edilmiş dış formundaki analogun taranması, (2) monolitik bloklardan üretilen kuronun taranması, (3) analog ve kuronun simantasyondan sonra taranmasıdır.

Simantasyon öncesi ve sonrasına ait veriler, Geomagic Control X (3D Systems, NC, USA) ve Autodesk Powershape yazılımları kullanılarak, 3 boyutlu görüntü karşılaştırması yapıldı. Geomagic Control X yazılımı (3D Systems, NC, USA) ile taranan her örnek için, örneğin nokta kümelerinden STL formatında bir veri üretildi. Analog STL

dosyası, kuron STL dosyası ve kuron ile analogun simante edildiği STL dosyası kaydedildi. Görüntü karşılaştırması aşamasında, kuron ile analogun simante edildiği görüntüden, analog ve kuron görüntüleri ayrı ayrı çıkarılarak, marjinal aralık değerleri mikrometre, internal aralık değerleri mm^3 olarak elde edildi. Marjinal aralığın değerlendirilmesinde, “dikey marjinal uyumsuzluk” ölçümleri, her bir örnek için 12 farklı noktadan ölçülmüştür. Bu ölçümlerin 3 noktası bukkal, 3 noktası palatinal, 3 noktası mezial, 3 noktası distal yüzeyden yapılmıştır (Şekil 3-32). İnternal aralığın değerlendirilmesinde, analog ile kuron arasında kalan boşluğun hacim değeri mm^3 cinsinden elde edilmiştir (Şekil 3-33).

Görüntü karşılaştırmasında, taranan parçaların ortak nokta kümeleri devreye girerek karşılaştırma işlemi gerçekleştirilir. Yazılım programlarının daha önceki versiyonları, karşılaştırma esnasında taranan nokta kümelerinin seçilen alanlarının %20-30’unu kullanırken, Geomagic Control X yazılım programı (3D Systems, NC, USA) taranan nokta kümelerinin %100’ünü kullanarak görüntü karşılaştırma prosedürünü uygulamaktadır.



Şekil 3-32:Marjinal aralık ölçümlerine örnek görüntü



Şekil 3-33: İnternal aralık ölçümlerine örnek görüntü



4. BULGULAR

Geleneksel ve dijital ölçü yöntemleri ile ölçüleri alınıp üretilen, 4 farklı monolitik blok grubunun, iki farklı siman ile simante edilmesi sonucu, marjinal ve internal uyumlarının karşılaştırıldığı çalışmamızda, simantasyon sonrası elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildi. Çalışma grupları kendi aralarında ve birbirleri ile karşılaştırıldı. Marjinal aralığın değerlendirilmesinde, “dikey marjinal uyumsuzluk” ölçümleri her bir örnek için, 3 noktası bukkal, 3 noktası palatinal, 3 noktası mezial, 3 noktası distal yüzeyden olmak üzere 12 farklı noktadan ölçüm yapılmıştır. Her bir örnek için 12 ölçüm noktasının ortalama değeri hesaplanmıştır (Tablo 4-1, Tablo 4-2, Tablo 4-3, Tablo 4-4, Tablo 4-5, Tablo 4-6, Tablo 4-7, Tablo 4-8). Tablolardaki değerler mikrometre (μm) ölçü birimindedir. İnternal aralığın değerlendirilmesinde, analog ile kuron arasında kalan boşluğun hacim değeri mm^3 cinsinden ölçülmüştür (Tablo 4-9, Tablo 4-10, Tablo 4-11, Tablo 4-12, Tablo 4-13, Tablo 4-14, Tablo 4-15, Tablo 4-16). Tablolardaki değerler mm^3 ölçü birimindedir.

Veriler SPSS 25.0 (Statistical Packages of Social Sciences) programı kullanılarak analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Açıklayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama $\pm$ standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değer şeklinde gösterildi. İki bağımsız grubun normal dağılıma uymayan değişkenlerinin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U test kullanıldı. İki'den fazla grubun normal dağılıma uymayan değişkenlerin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi, istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenlerin ikili karşılaştırılmasında post-hoc testi olan Mann-Whitney U testi uygulandı. Sonuçlar Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandı. $p < 0,05$ olması durumunda aradaki fark anlamlı kabul edildi.

4.1. Çalışma Gruplarına Ait Marjinal Aralık Sonuçlarının Değerlendirilmesi

4.1.1. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Cerasmart Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-1: Dijital ölçü grubu – Cerasmart blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri

DİJİTAL ÖLÇÜ GRUBU CERASMART BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
D.C.1.	138 μm	112 μm
D.C.2.	136 μm	120 μm
D.C.3.	137 μm	155 μm
D.C.4.	131 μm	112 μm
D.C.5.	138 μm	84 μm
D.C.6.	136 μm	85 μm
D.C.7.	132 μm	97 μm
D.C.8.	132 μm	82 μm
D.C.9.	137 μm	86 μm
D.C.10.	131 μm	98 μm

4.1.2. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Initial Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-2: Dijital ölçü grubu – Initial blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri

DİJİTAL ÖLÇÜ GRUBU INITIAL BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
D.I.1.	121 μm	90 μm
D.I.2.	105 μm	129 μm
D.I.3.	92 μm	91 μm

D.I.4.	106 μm	105 μm
D.I.5.	121 μm	61 μm
D.I.6.	131 μm	111 μm
D.I.7.	107 μm	131 μm
D.I.8.	91 μm	90 μm
D.I.9.	104 μm	104 μm
D.I.10.	122 μm	111 μm

4.1.3. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Prettau Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-3: Dijital ölçü grubu – Prettau blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri

DİJİTAL ÖLÇÜ GRUBU PRETTAU BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
D.P.1.	148 μm	88 μm
D.P.2.	96 μm	91 μm
D.P.3.	84 μm	88 μm
D.P.4.	88 μm	76 μm
D.P.5.	117 μm	90 μm
D.P.6.	86 μm	95 μm
D.P.7.	119 μm	62 μm
D.P.8.	115 μm	99 μm
D.P.9.	120 μm	88 μm
D.P.10.	114 μm	90 μm

4.1.4. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Zirkon Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-4: Dijital ölçü grubu – Zirkon blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri

DİJİTAL ÖLÇÜ GRUBU ZİRKON BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
D.Z.1.	138 µm	146 µm
D.Z.2.	124 µm	86 µm
D.Z.3.	153 µm	90 µm
D.Z.4.	138 µm	146 µm
D.Z.5.	101 µm	119 µm
D.Z.6.	120 µm	124 µm
D.Z.7.	129 µm	86 µm
D.Z.8.	168 µm	150 µm
D.Z.9.	101 µm	119 µm
D.Z.10.	116 µm	86 µm

4.1.5. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Cerasmart Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-5: Geleneksel ölçü grubu – Cerasmart blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri

GELENEKSEL ÖLÇÜ GRUBU CERASMART BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
G.C.1.	93 µm	129 µm
G.C.2.	109 µm	130 µm
G.C.3.	119 µm	99 µm

G.C.4.	113 µm	105 µm
G.C.5.	114 µm	119 µm
G.C.6.	86 µm	118 µm
G.C.7.	72 µm	103 µm
G.C.8.	110 µm	92 µm
G.C.9.	113 µm	129 µm
G.C.10.	110 µm	92 µm

4.1.6. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Initial Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-6: Geleneksel ölçü grubu – Initial blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri

GELENEKSEL ÖLÇÜ GRUBU INITIAL BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
G.I.1.	108 µm	76 µm
G.I.2.	69 µm	86 µm
G.I.3.	75 µm	83 µm
G.I.4.	65 µm	90 µm
G.I.5.	108 µm	95 µm
G.I.6.	100 µm	64 µm
G.I.7.	111 µm	79 µm
G.I.8.	64 µm	112 µm
G.I.9.	66 µm	76 µm
G.I.10.	100 µm	86 µm

4.1.7. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Prettau Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-7: Geleneksel ölçü grubu – Prettau blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri

GELENEKSEL ÖLÇÜ GRUBU PRETTAU BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
G.P.1.	91 μm	57 μm
G.P.2.	67 μm	72 μm
G.P.3.	49 μm	67 μm
G.P.4.	104 μm	45 μm
G.P.5.	51 μm	56 μm
G.P.6.	54 μm	53 μm
G.P.7.	47 μm	57 μm
G.P.8.	68 μm	55 μm
G.P.9.	104 μm	72 μm
G.P.10.	49 μm	56 μm

4.1.8. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Zirkon Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu Marjinal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-8: Geleneksel ölçü grubu – Zirkon blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu marjinal aralık değerleri

GELENEKSEL ÖLÇÜ GRUBU ZİRKON BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
G.Z.1.	65 µm	54 µm
G.Z.2.	43 µm	65 µm
G.Z.3.	55 µm	91 µm
G.Z.4.	62 µm	54 µm
G.Z.5.	53 µm	42 µm
G.Z.6.	53 µm	56 µm
G.Z.7.	42 µm	42 µm
G.Z.8.	54 µm	44 µm
G.Z.9.	65 µm	65 µm
G.Z.10.	54 µm	56 µm

4.2. Çalışma Gruplarına Ait İnternal Aralık (Hacim) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

4.2.1. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Cerasmart Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-9: Dijital ölçü grubu – Cerasmart blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri

DİJİTAL ÖLÇÜ GRUBU CERASMART BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
D.C.1.	39 mm ³	27 mm ³
D.C.2.	38 mm ³	26 mm ³
D.C.3.	30 mm ³	28 mm ³

D.C.4.	30 mm ³	27 mm ³
D.C.5.	39 mm ³	18 mm ³
D.C.6.	38 mm ³	21 mm ³
D.C.7.	31 mm ³	26 mm ³
D.C.8.	33 mm ³	18 mm ³
D.C.9.	30 mm ³	21 mm ³
D.C.10.	30 mm ³	26 mm ³

4.2.2. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Initial Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-10: Dijital ölçü grubu – Initial blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri

DİJİTAL ÖLÇÜ GRUBU INITIAL BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
D.I.1.	28 mm ³	31 mm ³
D.I.2.	25 mm ³	28 mm ³
D.I.3.	19 mm ³	23 mm ³
D.I.4.	26 mm ³	20 mm ³
D.I.5.	28 mm ³	20 mm ³
D.I.6.	36 mm ³	23 mm ³
D.I.7.	34 mm ³	28 mm ³
D.I.8.	20 mm ³	23 mm ³
D.I.9.	26 mm ³	20 mm ³
D.I.10.	28 mm ³	23 mm ³

4.2.3. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Prettau Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-11: Dijital ölçü grubu – Prettau blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri

DİJİTAL ÖLÇÜ GRUBU PRETTAU BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
D.P.1.	32 mm ³	19 mm ³
D.P.2.	24 mm ³	29 mm ³
D.P.3.	22 mm ³	20 mm ³
D.P.4.	20 mm ³	18 mm ³
D.P.5.	28 mm ³	21 mm ³
D.P.6.	20 mm ³	24 mm ³
D.P.7.	29 mm ³	10 mm ³
D.P.8.	27 mm ³	21 mm ³
D.P.9.	29 mm ³	19 mm ³
D.P.10.	27 mm ³	21 mm ³

4.2.4. Dijital Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Zirkon Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-12: Dijital ölçü grubu – Zirkon blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri

DİJİTAL ÖLÇÜ GRUBU ZİRKON BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
D.Z.1.	29 mm ³	29 mm ³
D.Z.2.	30 mm ³	23 mm ³
D.Z.3.	36 mm ³	25 mm ³
D.Z.4.	28 mm ³	29 mm ³

D.Z.5.	27 mm ³	24 mm ³
D.Z.6.	24 mm ³	24 mm ³
D.Z.7.	30 mm ³	23 mm ³
D.Z.8.	35 mm ³	35 mm ³
D.Z.9.	25 mm ³	28 mm ³
D.Z.10.	32 mm ³	23 mm ³

4.2.5. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Cerasmart Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-13: Geleneksel ölçü grubu – Cerasmart blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri

GELENEKSEL ÖLÇÜ GRUBU CERASMART BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
G.C.1.	20 mm ³	22 mm ³
G.C.2.	22 mm ³	31 mm ³
G.C.3.	26 mm ³	31 mm ³
G.C.4.	20 mm ³	18 mm ³
G.C.5.	20 mm ³	21 mm ³
G.C.6.	15 mm ³	24 mm ³
G.C.7.	28 mm ³	25 mm ³
G.C.8.	22 mm ³	28 mm ³
G.C.9.	20 mm ³	22 mm ³
G.C.10.	22 mm ³	28 mm ³

4.2.6. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Initial Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-14: Geleneksel ölçü grubu – Initial blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri

GELENEKSEL ÖLÇÜ GRUBU INITIAL BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
G.I.1.	21 mm ³	27 mm ³
G.I.2.	13 mm ³	22 mm ³
G.I.3.	39 mm ³	34 mm ³
G.I.4.	22 mm ³	17 mm ³
G.I.5.	21 mm ³	19 mm ³
G.I.6.	27 mm ³	14 mm ³
G.I.7.	13 mm ³	31 mm ³
G.I.8.	22 mm ³	27 mm ³
G.I.9.	22 mm ³	27 mm ³
G.I.10.	27 mm ³	22 mm ³

4.2.7. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Prettau Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-15: Geleneksel ölçü grubu – Prettau blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri

GELENEKSEL ÖLÇÜ GRUBU PRETTAU BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
G.P.1.	29 mm ³	20 mm ³
G.P.2.	25 mm ³	19 mm ³
G.P.3.	13 mm ³	14 mm ³
G.P.4.	37 mm ³	10 mm ³

G.P.5.	14 mm ³	18 mm ³
G.P.6.	16 mm ³	23 mm ³
G.P.7.	13 mm ³	20 mm ³
G.P.8.	14 mm ³	22 mm ³
G.P.9.	37 mm ³	19 mm ³
G.P.10.	14 mm ³	18 mm ³

4.2.8. Geleneksel Ölçü Yöntemi ile Ölçüsü Alınan Zirkon Blok Grubunun Dual ve Light Cure Simanlar ile Simante Edilmesi Sonucu İnternal Aralığının Değerlendirilmesi

Tablo 4-16: Geleneksel ölçü grubu – Zirkon blok grubunun dual-cure ve light-cure simanlar ile simante edilmesi sonucu internal aralık değerleri

GELENEKSEL ÖLÇÜ GRUBU ZİRKON BLOK GRUBU	DUAL CURE SİMAN	LIGHT CURE SİMAN
G.Z.1.	15 mm ³	22 mm ³
G.Z.2.	19 mm ³	20 mm ³
G.Z.3.	13 mm ³	34 mm ³
G.Z.4.	17 mm ³	22 mm ³
G.Z.5.	16 mm ³	17 mm ³
G.Z.6.	23 mm ³	19 mm ³
G.Z.7.	17 mm ³	15 mm ³
G.Z.8.	19 mm ³	12 mm ³
G.Z.9.	15 mm ³	20 mm ³
G.Z.10.	19 mm ³	19 mm ³

4.3. Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

4.3.1. Dijital ve Geleneksel Ölçü Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-17: Dijital ve geleneksel ölçü gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık							
Grup	N	Mean	Std. Dev.	Median	Minimum	Maximum	P değeri
Dijital	80	,1116	,0228	,1118	,0618	,1683	0,000*
Geleneksel	80	,0786	,0253	,0727	,0420	,1304	
Total	160	,0951	,0292	,0933	,0420	,1683	

Mann-Whitney U testi p değeri,* $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. ($p < 0,05$). Dijital ölçü yöntemi grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-17’de gösterilmiştir.

4.3.2. Materyal Türüne Göre Ölçü Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-18: Materyal türüne göre ölçü gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık								
Materyal	Grup	N	Mean	Std. Dev.	Median	Minimum	Maximum	P değeri
Pret-tau	Dijital	20	,0981	,0192	,0910	,0625	,1486	0,000*
	Gele-neksel	20	,0640	,0175	,0567	,0458	,1040	
	Total	40	,0810	,0250	,0854	,0458	,1486	
Cera-smart	Dijital	20	,1195	,0225	,1310	,0849	,1553	0,049*
	Gele-neksel	20	,1082	,0151	,1107	,0726	,1304	
	Total	40	,1138	,0198	,1132	,0726	,1553	
Initial	Dijital	20	,1066	,0168	,1062	,0618	,1310	0,001*
	Gele-neksel	20	,0860	,0165	,0849	,0644	,1123	
	Total	40	,0963	,0195	,0978	,0618	,1310	
Zirkon	Dijital	20	,1224	,0246	,1222	,0863	,1683	0,000*
	Gele-neksel	20	,0562	,0115	,0549	,0420	,0916	
	Total	40	,0893	,0385	,0863	,0420	,1683	

Mann-Whitney U testi p değeri,* $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Tüm materyallerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu materyallerde dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-18’de gösterilmiştir.

4.3.3. Siman Türüne Göre Materyal ve Ölçü Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-19: Siman türüne göre materyal ve ölçü gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık									P değeri
Dual vs light	Mal-zeme	Grup	N	Mean	Std. Dev.	Med.	Min.	Max.	
Dual	Pret-tau	Dijital	10	,1091	,0199	,1152	,0840	,1486	0,002*
		Geleneksel	10	,0686	,0230	,0609	,0490	,1040	
		Total	20	,0888	,0295	,0900	,0490	,1486	
	Cera-smart	Dijital	10	,1354	,0031	,1365	,1310	,1388	0,000*
		Geleneksel	10	,1045	,0150	,1107	,0726	,1192	
		Total	20	,1199	,0190	,1251	,0726	,1388	
	Ini-tial	Dijital	10	,1105	,0128	,1069	,0928	,1310	0,035*
		Geleneksel	10	,0869	,0202	,0878	,0653	,1113	
		Total	20	,0987	,0204	,1052	,0653	,1310	
	Zir-kon	Dijital	10	,1292	,0213	,1267	,1016	,1683	0,000*
		Geleneksel	10	,0550	,0080	,0546	,0426	,0654	
		Total	20	,0921	,0411	,0835	,0426	,1683	
Light	Pret-tau	Dijital	10	,0870	,0103	,0892	,0625	,0992	0,000*
		Geleneksel	10	,0595	,0087	,0567	,0458	,0728	
		Total	20	,0732	,0169	,0728	,0458	,0992	
	Cera-smart	Dijital	10	,1035	,0224	,0970	,0849	,1553	0,165
		Geleneksel	10	,1119	,0150	,1119	,0924	,1304	
		Total	20	,1077	,0190	,1048	,0849	,1553	
	Ini-tial	Dijital	10	,1027	,0200	,1053	,0618	,1290	0,029*
		Geleneksel	10	,0851	,0129	,0849	,0644	,1123	
		Total	20	,0939	,0187	,0912	,0618	,1290	
	Zir-kon	Dijital	10	,1157	,0269	,1196	,0863	,1506	0,000*
		Geleneksel	10	,0575	,0145	,0557	,0420	,0916	
		Total	20	,0866	,0365	,0863	,0420	,1506	

Mann-Whitney U testi p değeri,* $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Dual-cure siman grubunda, tüm materyallerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Bu materyallerde dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Light-cure siman grubunda, Cerasmart materyali dışında diğer tüm materyallerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Bu materyallerde dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-19'da gösterilmiştir.

4.3.4. Materyal Türüne Göre Siman Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-20: Materyal türüne göre siman gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık									
Ma- teryal	Grup	Sima n	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min.	Max.	P değeri
Pret- tau	Dijital	Dual	10	,1091	,0199	,1152	,0840	,1486	0,035 *
		Light	10	,0870	,0103	,0892	,0625	,0992	
		Total	20	,0981	,0192	,0910	,0625	,1486	
	Gele- neksel	Dual	10	,0686	,0230	,0609	,0490	,1040	0,002 *
		Light	10	,0595	,0087	,0567	,0458	,0728	
		Total	20	,0640	,0175	,0567	,0458	,1040	
Cera- smart	Dijital	Dual	10	,1354	,0031	,1365	,1310	,1388	0,315
		Light	10	,1035	,0224	,0970	,0849	,1553	
		Total	20	,1195	,0225	,1310	,0849	,1553	
	Gele- neksel	Dual	10	,1045	,0150	,1107	,0726	,1192	0,247
		Light	10	,1119	,0150	,1119	,0924	,1304	
		Total	20	,1082	,0151	,1107	,0726	,1304	
Initial	Dijital	Dual	10	,1105	,0128	,1069	,0928	,1310	0,912
		Light	10	,1027	,0200	,1053	,0618	,1290	
		Total	20	,1066	,0168	,1062	,0618	,1310	
	Gele- neksel	Dual	10	,0869	,0202	,0878	,0653	,1113	0,436
		Light	10	,0851	,0129	,0849	,0644	,1123	
		Total	20	,0860	,0165	,0849	,0644	,1123	
Zir- kon	Dijital	Dual	10	,1292	,0213	,1267	,1016	,1683	1.000
		Light	10	,1157	,0269	,1196	,0863	,1506	
		Total	20	,1224	,0246	,1222	,0863	,1683	
	Gele- neksel	Dual	10	,0550	,0080	,0546	,0426	,0654	0,739
		Light	10	,0575	,0145	,0557	,0420	,0916	
		Total	20	,0562	,0115	,0549	,0420	,0916	

Mann-Whitney U testi * $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Prettau grubunda, dijital ve geleneksel ölçü gruplarında ayrı ayrı dual-cure ve light-cure siman grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Dijital ve geleneksel ölçü gruplarında dual-cure siman grubunun marjinal aralık ortalaması light-cure siman grubuna göre daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-20’de gösterilmiştir.

4.3.5. Siman Türlerine Göre Ölçü Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-21: Siman türlerine göre ölçü gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık								
Siman	Grup	N	Mean	Std. Dev.	Median	Minimum	Maximum	P değeri
Dual	Dijital	40	,1210	,0192	,1213	,0840	,1683	0,000*
	Geleneksel	40	,0787	,0253	,0689	,0426	,1192	
	Total	80	,0999	,0308	,1062	,0426	,1683	
Light	Dijital	40	,1022	,0225	,0935	,0618	,1553	0,000*
	Geleneksel	40	,0785	,0257	,0745	,0420	,1304	
	Total	80	,0904	,0268	,0902	,0420	,1553	

Mann-Whitney U testi p değeri,* $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Dual-cure siman grubunda, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Light-cure siman grubunda, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-21’de gösterilmiştir.

4.3.6. Ölçü Türüne Göre Siman Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-22: Ölçü türüne göre siman gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık								
Grup	Siman	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min.	Max.	P değeri
Dijital	Dual	40	,1210	,0192	,1213	,0840	,1683	0,000 *
	Light	40	,1022	,0225	,0935	,0618	,1553	
	Total	80	,1116	,0228	,1118	,0618	,1683	
Gele-neksel	Dual	40	,0787	,0253	,0689	,0426	,1192	1,000
	Light	40	,0785	,0257	,0745	,0420	,1304	
	Total	80	,0786	,0253	,0727	,0420	,1304	

Mann-Whitney U testi $*p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Dijital ölçü grubunda dual-cure siman grubunun marjinal aralığı light-cure siman grubuna göre istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). Dual-cure siman grubunun marjinal aralığı light-cure siman grubuna göre daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-22’de gösterilmiştir.

4.3.7. Materyallerin Birbiri ile Karşılaştırılarak (Materyaller Arası) Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-23: Materyaller arası marjinal aralığının değerlendirilmesi

Grup	Materyal	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min.	Max.	P değeri
Dijital	Prettau	20	,0981	,0192	,0910	,0625	,1486	0,003 *
	Cerasmart	20	,1195	,0225	,1310	,0849	,1553	
	Initial	20	,1066	,0168	,1062	,0618	,1310	
	Zirkon	20	,1224	,0246	,1222	,0863	,1683	
	Total	80	,1116	,0228	,1118	,0618	,1683	
Gele-neksel	Prettau	20	,0640	,0175	,0567	,0458	,1040	0,000 *
	Cerasmart	20	,1082	,0151	,1107	,0726	,1304	
	Initial	20	,0860	,0165	,0849	,0644	,1123	
	Zirkon	20	,0562	,0115	,0549	,0420	,0916	
	Total	80	,0786	,0253	,0727	,0420	,1304	

Kruskal Wallis testi $*p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Dijital ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Değerlendirme sonuçları Tablo 4-23'te gösterilmiştir. Bu farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için materyaller arası ikili karşılaştırma testi Mann-Whitney u testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlanmıştır. Buna göre; Prettau-Cerasmart ($p=0,016$) ve Prettau-Zirkon ($p=0,006$) materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Prettau materyalinin marjinal aralığı Zirkon ve Cerasmart'a göre düşüktür. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-24'te gösterilmiştir.

Tablo 4-24: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
Prettau-Intial	-11,000	7,347	-1,497	,134	,806
Prettau-cerosmart	-22,100	7,347	-3,008	,003	,016
Prettau-Zirkon	-24,100	7,347	-3,280	,001	,006
Intial-cerosmart	11,100	7,347	1,511	,131	,785
Intial-Zirkon	-13,100	7,347	-1,783	,075	,448
cerosmart-Zirkon	-2,000	7,347	-,272	,785	1,000

Geleneksel ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Değerlendirme sonuçları Tablo 4-23'te gösterilmiştir. Bu farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için materyaller arası ikili karşılaştırma testi Mann-Whitney U testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlanmıştır. Buna göre; Initial-Zirkon ($p=0,000$), Cerasmart-Zirkon ($p=0,000$), Prettau-Cerasmart ($p=0,000$) ve Prettau-Initial ($p=0,019$) materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Zirkon materyalinin marjinal aralığı Initial ve Cerasmart'a göre düşüktür. Prettau materyalinin marjinal aralığı Initial ve Cerasmart'a göre daha düşüktür. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-25'te gösterilmiştir.

Tablo 4-25: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
Zircon-Prettau	8,600	7,348	1,170	,242	1,000
Zircon-Intial	30,250	7,348	4,117	,000	,000
Zircon-cerosmart	47,350	7,348	6,444	,000	,000
Prettau-Intial	-21,650	7,348	-2,947	,003	,019
Prettau-cerosmart	-38,750	7,348	-5,274	,000	,000
Intial-cerosmart	17,100	7,348	2,327	,020	,120

4.3.8. Materyallerin Ölçü Yöntemlerinden Bağımsız Olarak Marjinal Aralıklarının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-26: Materyallerin ölçü yöntemlerinden bağımsız olarak marjinal aralıklarının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık							P değeri
Materyal	N	Mean	Std. Deviation	Median	Minimum	Maximum	
Prettau	40	,0810	,0250	,0854	,0458	,1486	0,000*
Cerasmart	40	,1138	,0198	,1132	,0726	,1553	
Initial	40	,0963	,0195	,0978	,0618	,1310	
Zirkon	40	,0893	,0385	,0863	,0420	,1683	
Total	160	,0951	,0292	,0933	,0420	,1683	

Kruskal Wallis testi, $*p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0,05$). Değerlendirme sonuçları Tablo 4-26’da gösterilmiştir. Bu farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için materyaller arası ikili karşılaştırma testi Mann-Whitney u testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlanmıştır. Buna göre; Prettau-Cerasmart ($p=0,000$), Zirkon-Cerasmart ($p=0,001$) ve Initial-Cerasmart ($p=0,043$) materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Cerasmart materyalinin marjinal aralığı diğer materyallere göre daha yüksektir. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-27’de gösterilmiştir.

Tablo 4-27: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
Prettau-Zircon	-12,800	10,360	-1,236	,217	1,000
Prettau-Intial	-25,075	10,360	-2,420	,016	,093
Prettau-cerosmart	-52,925	10,360	-5,109	,000	,000
Zircon-Intial	12,275	10,360	1,185	,236	1,000
Zircon-cerosmart	40,125	10,360	3,873	,000	,001
Intial-cerosmart	27,850	10,360	2,688	,007	,043

4.4. İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

4.4.1. Dijital ve Geleneksel Ölçü Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-28: Dijital ve geleneksel ölçü gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi

İnternal Aralık							P değeri
Grup	N	Mean	Std. Dev.	Median	Minimum	Maximum	
Dijital	80	26,8235	5,6614	27,0294	10,0075	39,9212	0,000*
Geleneksel	80	21,7389	6,2332	20,7415	10,5766	39,8386	
Total	160	24,2812	6,4601	23,2431	10,0075	39,9212	

Mann-Whitney U testi p değeri,* $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun internal hacim değeri geleneksel ölçü yöntemine göre daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-28’de gösterilmiştir.

4.4.2. Materyal Türüne Göre Ölçü Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-29: Materyal türüne göre ölçü gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi

İnternal Aralık								
Materyal	Grup	N	Mean	Std. Dev.	Median	Minimum	Maximum	P değeri
Prettau	Dijital	20	23,395	5,218	22,053	10,007	32,843	0,033*
	Geleneksel	20	20,279	7,578	18,767	10,576	37,921	
	Total	40	21,837	6,613	20,718	10,007	37,921	
Cerasmart	Dijital	20	29,469	6,600	29,776	18,516	39,921	0,007*
	Geleneksel	20	23,607	4,381	22,161	15,063	31,580	
	Total	40	26,538	6,275	26,793	15,063	39,921	
Initial	Dijital	20	26,052	4,765	26,046	19,699	36,522	0,192
	Geleneksel	20	23,915	6,675	22,951	13,716	39,838	
	Total	40	24,985	5,825	23,869	13,716	39,838	
Zirkon	Dijital	20	28,377	4,105	28,461	23,243	36,464	0,000*
	Geleneksel	20	19,149	4,729	19,282	12,332	34,895	
	Total	40	23,763	6,398	23,243	12,332	36,464	

Mann-Whitney U testi p değeri, * $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Initial materyali dışında diğer tüm materyallerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu materyallerde dijital ölçü grubunun hacim değeri geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-29’da gösterilmiştir.

4.4.3. Siman Türüne Göre Materyal ve Ölçü Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-30: Siman türüne göre materyal ve ölçü gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi

İnternal Aralık									
	Materyal	Grup	N	Mean	Std.Dev	Median	Min.	Max.	P değeri
D u a l	Prettau	Dijital	10	26,094	4,113	27,265	20,171	32,843	0,218
		Gele- neksel	10	21,883	10,095	15,885	13,183	37,921	
		Total	20	23,989	7,807	25,051	13,183	37,921	
	Cera- smart	Dijital	10	34,602	4,208	32,745	30,558	39,921	0,000*
		Gele- neksel	10	21,833	3,633	21,377	15,063	28,079	
		Total	20	28,218	7,585	29,318	15,063	39,921	
	Initial	Dijital	10	27,634	5,188	27,769	19,699	36,522	0,143
		Gele- neksel	10	23,518	7,446	22,951	13,716	39,838	
		Total	20	25,576	6,593	26,046	13,716	39,838	
	Zirkon	Dijital	10	30,019	3,810	29,730	24,440	36,464	0,000*
		Gele- neksel	10	17,896	2,831	17,629	13,028	23,482	
		Total	20	23,958	7,024	23,961	13,028	36,464	

L i g h t	Prettau	Dijital	10	20,696	4,938	20,686	10,007	29,796	0,247
		Gele- neksel	10	18,676	3,690	19,401	10,576	23,097	
		Total	20	19,686	4,367	19,884	10,007	29,79	
	Cerasmar t	Dijital	10	24,336	3,964	26,402	18,516	28,994	0,549
		Gele- neksel	10	25,381	4,509	24,777	18,123	31,580	
		Total	20	24,858	4,166	25,672	18,123	31,580	
	Initial	Dijital	10	24,469	3,931	23,795	20,034	31,663	0,796
		Gele- neksel	10	24,318	6,186	24,783	14,329	34,071	
		Total	20	24,394	5,045	23,795	14,329	34,071	
	Zirkon	Dijital	10	26,735	3,882	25,270	23,243	35,381	0,001*
		Gele- neksel	10	20,402	5,976	19,690	12,332	34,895	
		Total	20	23,569	5,883	23,243	12,332	35,381	

Mann-Whitney U testi p değeri, * $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Dual-cure siman grubunda, Initial ve Prettau materyalleri dışında diğer tüm materyallerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu materyallerde dijital ölçü grubunun hacim değeri geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Light-cure siman grubunda, yalnızca Zirkon materyalinde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu materyalde dijital ölçü grubunun hacim değeri geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-30'da gösterilmiştir.

4.4.4. Materyal Türüne Göre Siman Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-31: Materyal türüne göre siman gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi

İnternal Aralık								
Materyal	Dual/ Light	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min.	Max.	P değeri
Prettau	Dual	20	23,989	7,807	25,051	13,183	37,921	0,076
	Light	20	19,686	4,367	19,884	10,007	29,796	
	Total	40	21,837	6,613	20,718	10,007	37,921	
Cerasmart	Dual	20	28,218	7,585	29,318	15,063	39,921	0,149
	Light	20	24,858	4,166	25,672	18,123	31,580	
	Total	40	26,538	6,275	26,793	15,063	39,921	
Initial	Dual	20	25,576	6,593	26,046	13,716	39,838	0,640
	Light	20	24,394	5,045	23,795	14,329	34,071	
	Total	40	24,985	5,825	23,869	13,716	39,838	
Zirkon	Dual	20	23,958	7,024	23,961	13,028	36,464	0,904
	Light	20	23,569	5,883	23,243	12,332	35,381	
	Total	40	23,763	6,398	23,243	12,332	36,464	

Mann-Whitney U testi p değeri, * $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Materyal türüne göre dual-cure, light-cure siman grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0,05$). Değerlendirme sonuçları Tablo 4-31’de gösterilmiştir.

4.4.5. Siman Türüne Göre Ölçü Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-32: Siman türüne göre ölçü gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi

İnternal Aralık								
Dual vs Light	Grup	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min.	Max.	P değeri
Dual	Dijital	40	29,5875	5,3061	29,000	19,699	39,921	0,000*
	Geleneksel	40	21,2833	6,7534	20,519	13,028	39,838	
	Total	80	25,4354	7,3398	25,686	13,028	39,921	
Light	Dijital	40	24,0594	4,5934	23,795	10,007	35,381	0,039*
	Geleneksel	40	22,1945	5,7156	21,964	10,576	34,895	
	Total	80	23,1270	5,2368	22,530	10,007	35,381	

Mann-Whitney U testi p değeri,* $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Dual-cure siman grubunda, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun hacmi geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Light-cure siman grubunda, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun hacmi geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-32’de gösterilmiştir.

4.4.6. Ölçü Yöntemine Göre Siman Gruplarının İnternal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-33: Ölçü yöntemine göre siman gruplarının internal aralığının değerlendirilmesi

İnternal Aralık								
Grup	Dual vs Light	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min.	Max.	P değeri
Dijital	Dual	40	29,587	5,306	29,000	19,699	39,921	0,000*
	Light	40	24,059	4,593	23,795	10,007	35,381	
	Total	80	26,823	5,661	27,029	10,007	39,921	
Geleneksel	Dual	40	21,283	6,753	20,519	13,028	39,838	0,312
	Light	40	22,194	5,715	21,964	10,576	34,895	
	Total	80	21,738	6,233	20,741	10,576	39,838	

Mann-Whitney U testi $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Sadece dijital ölçü grubunda dual-cure ve light-cure siman grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Dual-cure grupta hacim daha yüksektir. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-33'te gösterilmiştir.

4.4.7. Materyallerin Birbiri ile Karşılaştırılarak (Materyaller Arası) İnternal Aralığın Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-34: Materyaller arası internal aralığın değerlendirilmesi

Grup	Materyal	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min.	Max.	P değeri
Dijital	Prettau	20	23,395	5,218	22,053	10,007	32,843	0,006*
	Cerasmart	20	29,469	6,600	29,776	18,516	39,921	
	Initial	20	26,052	4,765	26,046	19,699	36,522	
	Zirkon	20	28,377	4,105	28,461	23,243	36,464	
	Total	80	26,823	5,661	27,029	10,007	39,921	
Geleneksel	Prettau	20	20,279	7,578	18,767	10,576	37,921	0,004*
	Cerasmart	20	23,607	4,381	22,161	15,063	31,580	
	Initial	20	23,918	6,675	22,951	13,716	39,838	
	Zirkon	20	19,149	4,729	19,282	12,332	34,895	
	Total	80	21,738	6,233	20,741	10,576	39,838	

Kruskal Wallis testi, $*p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Dijital ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Değerlendirme sonuçları Tablo 4-34'te gösterilmiştir. Bu farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için materyaller arası ikili karşılaştırma testi Mann-Whitney u testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltilmesi yapılarak yorumlanmıştır. Buna göre; Prettau-Cerasmart ($p=0,011$) ve Prettau-Zirkon ($p=0,033$) materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Prettau materyalinin hacim değeri Zirkon ve Cerasmart'a göre düşüktür. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-35'te gösterilmiştir.

Tablo 4-35: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
Prettau-Intial	-9,000	7,347	-1,225	,221	1,000
Prettau-Zircon	-20,400	7,347	-2,777	,005	,033
Prettau-cerosmart	-22,800	7,347	-3,103	,002	,011
Intial-Zircon	-11,400	7,347	-1,552	,121	,725
Intial-cerosmart	13,800	7,347	1,878	,060	,362
Zircon-cerosmart	2,400	7,347	,327	,744	1,000

Geleneksel ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0,05$). Değerlendirme sonuçları Tablo 4-34’te gösterilmiştir. Bu farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için materyaller arası ikili karşılaştırma testi Mann-Whitney U testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlanmıştır. Buna göre; Initial-Zirkon ($p=0,043$) ve Cerasmart-Zirkon ($p=0,025$) materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Zirkon materyalinin hacim değeri Initial ve Cerasmart’a göre düşüktür. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-36’da gösterilmiştir.

Tablo 4-36: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
Zircon-Prettau	3,200	7,348	,436	,663	1,000
Zircon-Intial	19,750	7,348	2,688	,007	,043
Zircon-cerosmart	21,050	7,348	2,865	,004	,025
Prettau-Intial	-16,550	7,348	-2,252	,024	,146
Prettau-cerosmart	-17,850	7,348	-2,429	,015	,091
Intial-cerosmart	1,300	7,348	,177	,860	1,000

4.4.8. Materyallerin Ölçü Yöntemlerinden Bağımsız Olarak İnternal Aralıklarının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-37: Materyallerin ölçü yöntemlerinden bağımsız olarak internal aralıklarının değerlendirilmesi

Hacim							P değeri
Materyal	N	Mean	Std. Dev.	Median	Minimum	Maximum	
Prettau	40	21,837	6,613	20,718	10,007	37,921	0,011*
Cerasmart	40	26,538	6,275	26,793	15,063	39,921	
Initial	40	24,985	5,825	23,869	13,716	39,838	
Zirkon	40	23,763	6,398	23,243	12,332	36,464	
Total	160	24,281	6,460	23,243	10,007	39,921	

Kruskal Wallis testi, $*p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Değerlendirme sonuçları Tablo 4-37’de gösterilmiştir. Bu farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için materyaller arası ikili karşılaştırma testi Mann-Whitney U testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlanmıştır. Buna göre; sadece Prettau-Cerasmart ($p=0,009$) materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Prettau materyalinin hacim değeri Cerasmart materyalinden daha küçüktür. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-38’de gösterilmiştir.

Tablo 4-38: Materyaller arası ikili karşılaştırma testi

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
Prettau-Zirkon	-14,250	10,360	-1,376	,169	1,000
Prettau-Intial	-24,050	10,360	-2,321	,020	,122
Prettau-cerosmart	-32,900	10,360	-3,176	,001	,009
Zirkon-Intial	9,800	10,360	,946	,344	1,000
Zirkon-cerosmart	18,650	10,360	1,800	,072	,431
Intial-cerosmart	8,850	10,360	,854	,393	1,000

4.5. Yüzeylere Göre (Bukkal, Palatinal, Mezial, Distal) Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

4.5.1. Genel Olarak Yüzeylerin Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-39: Yüzeylerin marjinal aralığının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık							
Yüzey	N	Mean	Std. Dev.	Median	Minimum	Maximum	P değeri
Bukkal	160	,0960	,0366	,0997	,0221	,2074	0,252
Mezial	160	,0915	,0346	,0907	,0354	,2084	
Palatinal	160	,0942	,0389	,0844	,0308	,2192	
Distal	160	,0989	,0368	,0946	,0311	,2413	
Total	640	,0952	,0368	,0923	,0221	,2413	

Kruskal Wallis testi, $*p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0,05$). Değerlendirme sonuçları Tablo 4-39'da gösterilmiştir.

4.5.2. Genel Olarak Ölçü Gruplarının Yüzeylere Göre Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-40: Ölçü gruplarının yüzeylere göre marjinal aralığının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık								
Yüzey	Grup	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min.	Max.	P değeri
Bukkal	Dijital	80	,111	,032	,115	,026	,207	0,000 *
	Geleneksel	80	,080	,033	,075	,022	,164	
	Total	160	,096	,036	,099	,022	,207	
Mezial	Dijital	80	,109	,034	,104	,042	,208	0,000 *
	Geleneksel	80	,074	,025	,068	,035	,140	
	Total	160	,091	,034	,090	,035	,208	
Palatinal	Dijital	80	,109	,036	,105	,046	,219	0,000 *
	Geleneksel	80	,079	,035	,071	,030	,166	
	Total	160	,094	,038	,084	,030	,219	
Distal	Dijital	80	,116	,032	,110	,059	,241	0,000 *
	Geleneksel	80	,081	,031	,075	,031	,151	
	Total	160	,098	,036	,094	,031	,241	

Mann-Whitney U testi p değeri, * $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Tüm yüzeylerde ayrı ayrı bakıldığında; tüm yüzeylerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-40'da gösterilmiştir.

4.5.3. Dijital ve Geleneksel Ölçü Gruplarında ayrı ayrı Yüzeylere Göre Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-41: Dijital ve geleneksel ölçü gruplarında, yüzeylere göre marjinal aralığın değerlendirilmesi

Marjinal Aralık								P değeri
Grup	Yüzey	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min.	Max.	
Dijital	Bukkal	80	,111	,032	,115	,026	,2074	0,427
	Mezial	80	,109	,034	,104	,042	,2084	
	Palatinal	80	,109	,036	,105	,046	,2192	
	Distal	80	,116	,032	,110	,059	,2413	
	Total	320	,111	,034	,109	,026	,2413	
Geleneksel	Bukkal	80	,080	,033	,075	,022	,1640	0,688
	Mezial	80	,074	,025	,068	,035	,1402	
	Palatinal	80	,079	,035	,071	,030	,1669	
	Distal	80	,081	,031	,075	,031	,1511	
	Total	320	,078	,031	,071	,022	,1669	

Kruskal Wallis testi, * $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Dijital ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$). Geleneksel ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$). Değerlendirme sonuçları Tablo 4-41'de gösterilmiştir.

4.5.4. Her Bir Yüzeyde Materyal Türüne Göre Geleneksel ve Dijital Ölçü Gruplarının Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-42: Yüzeylerde materyal türüne göre geleneksel ve dijital ölçü gruplarının marjinal aralığının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık									
Materyal	Yüzey	Grup	N	Mean	Std. Dev.	Median	Min.	Max.	P değ.
Prettau	Bukkal	Dijital	20	,105	,020	,104	,068	,1420	0,000*
		Geleneksel	20	,053	,013	,054	,030	,0765	
		Total	40	,079	,031	,074	,030	,1420	
	Mezial	Dijital	20	,086	,026	,084	,042	,155	0,017*
		Geleneksel	20	,068	,024	,056	,044	,119	
		Total	40	,077	,026	,071	,042	,155	
	Palatinal	Dijital	20	,093	,027	,083	,056	,158	0,000*
		Geleneksel	20	,069	,026	,065	,041	,140	
		Total	40	,081	,029	,073	,041	,158	
	Distal	Dijital	20	,106	,030	,104	,059	,162	0,000*
		Geleneksel	20	,064	,021	,059	,040	,124	
		Total	40	,085	,033	,080	,040	,162	
Cerasmart	Bukkal	Dijital	20	,129	,022	,131	,090	,167	0,102
		Geleneksel	20	,113	,029	,119	,059	,164	
		Total	40	,121	,027	,122	,059	,167	
	Mezial	Dijital	20	,115	,029	,117	,058	,184	0,007*
		Geleneksel	20	,089	,024	,092	,052	,140	
		Total	40	,102	,029	,100	,052	,184	
	Palatinal	Dijital	20	,113	,026	,113	,069	,159	0,738
		Geleneksel	20	,111	,033	,093	,064	,166	
		Total	40	,112	,029	,107	,064	,166	
	Distal	Dijital	20	,120	,026	,128	,078	,161	0,678
		Geleneksel	20	,118	,023	,125	,062	,151	
		Total	40	,119	,024	,128	,062	,161	
Initial	Bukkal	Dijital	20	,103	,038	,108	,026	,142	0,602
		Geleneksel	20	,100	,014	,101	,064	,121	
		Total	40	,101	,028	,101	,026	,142	
	Mezial	Dijital	20	,112	,028	,101	,064	,159	0,009*
		Geleneksel	20	,079	,027	,085	,035	,113	
		Total	40	,095	,032	,096	,035	,159	
	Palatinal	Dijital	20	,108	,036	,115	,046	,151	0,014*
		Geleneksel	20	,077	,035	,071	,035	,139	
		Total	40	,092	,039	,096	,035	,151	
	Distal	Dijital	20	,102	,022	,097	,067	,158	0,040*
		Geleneksel	20	,086	,019	,087	,048	,122	
		Total	40	,094	,022	,090	,048	,158	
Zirkon	Bukkal	Dijital	20	,109	,040	,108	,055	,207	0,000*
		Geleneksel	20	,053	,016	,049	,022	,077	
		Total	40	,081	,041	,070	,022	,207	
	Mezial	Dijital	20	,122	,040	,106	,074	,208	0,000*
		Geleneksel	20	,058	,011	,056	,036	,079	
		Total	40	,090	,043	,075	,036	,208	
	Palatinal	Dijital	20	,121	,049	,132	,059	,219	0,000*
		Geleneksel	20	,059	,019	,057	,030	,104	
		Total	40	,090	,048	,067	,030	,219	
	Distal	Dijital	20	,137	,039	,127	,086	,241	0,000*
		Geleneksel	20	,054	,017	,053	,031	,107	
		Total	40	,095	,051	,089	,031	,241	

Mann-Whitney U testi p değeri, * $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Yüzeylerde ayrı ayrı, her bir materyalde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri karşılaştırıldığında; bukkal yüzeyde tüm materyallerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel yöntemle göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Mezial yüzeyde yalnızca Cerasmart materyalinde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Palatinal yüzeyde Prettau materyali dışında diğer tüm materyallerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Distal yüzeyde tüm materyallerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-42'de gösterilmiştir.

4.5.5. Yüzeylerin Materyal Türü, Siman Türü ve Ölçü Gruplarına Göre Marjinal Aralığının Değerlendirilmesine Ait Bulgular

Tablo 4-43: Yüzeylerin materyal, siman ve ölçü gruplarına göre marjinal aralığının değerlendirilmesi

Marjinal Aralık										
Materyal	Yüzey	Siman	Grup	N	Mean	Std. Dev	Median	Min.	Max.	P değ.
Prettau	Bukkal	Dual	Dijital	10	,119	,016	,116	,098	,142	0,000*
			Geleneksel	10	,059	,013	,061	,043	,076	
			Total	20	,089	,033	,087	,043	,142	
		Light	Dijital	10	,091	,014	,089	,068	,109	0,000*
			Geleneksel	10	,048	,012	,049	,030	,068	
			Total	20	,069	,026	,068	,030	,109	
	Mezial	Dual	Dijital	10	,101	,026	,105	,062	,153	0,011*
			Geleneksel	10	,075	,026	,068	,051	,119	
			Total	20	,088	,028	,086	,051	,155	
		Light	Dijital	10	,072	,018	,072	,042	,097	0,739
			Geleneksel	10	,060	,020	,052	,044	,098	
			Total	20	,066	,020	,060	,042	,098	
	Palatinal	Dual	Dijital	10	,091	,026	,086	,056	,150	0,739
			Geleneksel	10	,073	,036	,058	,048	,140	
			Total	20	,082	,032	,073	,048	,150	
		Light	Dijital	10	,095	,029	,078	,070	,158	0,353
			Geleneksel	10	,064	,012	,067	,041	,076	
			Total	20	,080	,026	,073	,041	,158	
	Distal	Dual	Dijital	10	,124	,027	,127	,081	,162	0,000*
			Geleneksel	10	,065	,026	,053	,040	,124	
			Total	20	,095	,040	,090	,040	,162	
		Light	Dijital	10	,088	,021	,085	,059	,124	0,063
			Geleneksel	10	,064	,017	,060	,040	,094	
			Total	20	,076	,022	,071	,040	,124	
Cerasmart	Bukkal	Dual	Dijital	10	,140	,012	,139	,118	,153	0,075
			Geleneksel	10	,112	,029	,115	,059	,164	

Cerasmart	Bukkal	Light	Total	20	,126	,026	,131	,059	,164	0,218
			Dijital	10	,118	,025	,119	,090	,167	
			Geleneksel	10	,114	,030	,122	,064	,155	
		Dual	Total	20	,116	,027	,119	,064	,167	0,000*
			Dijital	10	,130	,010	,133	,110	,142	
			Geleneksel	10	,086	,012	,088	,064	,100	
	Mezial	Dual	Total	20	,108	,025	,105	,064	,142	0,912
			Dijital	10	,100	,035	,095	,058	,184	
			Geleneksel	10	,092	,032	,108	,052	,140	
		Light	Total	20	,096	,033	,096	,052	,184	0,043*
			Dijital	10	,130	,011	,129	,113	,149	
			Geleneksel	10	,101	,029	,093	,064	,148	
	Palatinal	Dual	Total	20	,116	,026	,121	,064	,149	0,105
			Dijital	10	,096	,025	,099	,069	,159	
			Geleneksel	10	,121	,035	,118	,083	,166	
		Light	Total	20	,109	,032	,099	,069	,166	0,000*
			Dijital	10	,142	,010	,139	,129	,161	
			Geleneksel	10	,118	,026	,130	,062	,151	
Initial	Bukkal	Dual	Total	20	,130	,023	,134	,062	,161	0,000*
			Dijital	10	,099	,018	,101	,078	,126	
			Geleneksel	10	,118	,021	,119	,086	,148	
	Mezial	Dual	Total	20	,108	,021	,110	,078	,148	0,000*
			Dijital	10	,097	,033	,088	,048	,142	
			Geleneksel	10	,103	,011	,104	,084	,118	
	Palatinal	Dual	Total	20	,100	,024	,100	,048	,142	0,023*
			Dijital	10	,109	,043	,140	,026	,142	
			Geleneksel	10	,097	,016	,100	,064	,121	
	Distal	Dual	Total	20	,103	,032	,103	,026	,142	0,218
			Dijital	10	,118	,027	,109	,089	,153	
			Geleneksel	10	,076	,033	,085	,035	,110	
Zirkon	Bukkal	Dual	Total	20	,097	,036	,101	,035	,153	0,105
			Dijital	10	,106	,030	,099	,064	,159	
			Geleneksel	10	,082	,021	,085	,047	,113	
	Mezial	Dual	Total	20	,094	,028	,093	,047	,159	0,143
			Dijital	10	,114	,032	,115	,058	,151	
			Geleneksel	10	,079	,039	,071	,035	,136	
	Palatinal	Dual	Total	20	,096	,039	,105	,035	,151	0,002*
			Dijital	10	,101	,040	,111	,046	,141	
			Geleneksel	10	,075	,034	,069	,036	,139	
	Distal	Dual	Total	20	,088	,038	,083	,036	,141	0,002*
			Dijital	10	,112	,026	,105	,084	,158	
			Geleneksel	10	,088	,015	,089	,055	,110	
Zirkon	Bukkal	Dual	Total	20	,100	,024	,092	,055	,158	0,002*
			Dijital	10	,093	,012	,094	,067	,106	
			Geleneksel	10	,084	,023	,081	,048	,122	
	Mezial	Dual	Total	20	,089	,018	,088	,048	,122	0,000*
			Dijital	10	,127	,045	,124	,055	,207	
			Geleneksel	10	,046	,009	,045	,031	,064	
	Palatinal	Dual	Total	20	,087	,052	,061	,031	,207	0,007*
			Dijital	10	,091	,024	,082	,069	,135	
			Geleneksel	10	,059	,018	,064	,022	,077	
	Distal	Dual	Total	20	,075	,026	,071	,022	,135	0,009*
			Dijital	10	,124	,051	,111	,074	,208	
			Geleneksel	10	,057	,013	,063	,036	,075	
Zirkon	Bukkal	Dual	Total	20	,090	,050	,074	,036	,208	0,052
			Dijital	10	,119	,028	,106	,090	,164	
			Geleneksel	10	,059	,009	,056	,050	,079	
	Mezial	Dual	Total	20	,089	,036	,084	,050	,164	0,035*
			Dijital	10	,126	,053	,119	,063	,219	
			Geleneksel	10	,061	,018	,059	,032	,087	
	Palatinal	Dual	Total	20	,094	,051	,079	,032	,219	0,353
			Dijital	10	,116	,047	,132	,059	,171	
			Geleneksel	10	,057	,019	,055	,030	,104	
	Distal	Dual	Total	20	,086	,046	,062	,030	,171	0,000*
			Dijital	10	,138	,045	,127	,086	,241	
			Geleneksel	10	,055	,011	,055	,031	,066	
	Mezial	Dual	Total	20	,096	,053	,076	,031	,241	0,000*
			Dijital	10	,136	,035	,124	,093	,184	
			Geleneksel	10	,053	,021	,046	,035	,107	
	Palatinal	Dual	Total	20	,094	,051	,100	,035	,184	0,000*
			Dijital	10	,127	,045	,124	,055	,207	
			Geleneksel	10	,046	,009	,045	,031	,064	
	Distal	Dual	Total	20	,087	,052	,061	,031	,207	0,007*
			Dijital	10	,091	,024	,082	,069	,135	
			Geleneksel	10	,059	,018	,064	,022	,077	
	Mezial	Dual	Total	20	,075	,026	,071	,022	,135	0,009*
			Dijital	10	,124	,051	,111	,074	,208	
			Geleneksel	10	,057	,013	,063	,036	,075	
	Palatinal	Dual	Total	20	,090	,050	,074	,036	,208	0,052
			Dijital	10	,119	,028	,106	,090	,164	
			Geleneksel	10	,059	,009	,056	,050	,079	
	Distal	Dual	Total	20	,089	,036	,084	,050	,164	0,035*
			Dijital	10	,126	,053	,119	,063	,219	
			Geleneksel	10	,061	,018	,059	,032	,087	
	Mezial	Dual	Total	20	,094	,051	,079	,032	,219	0,353
			Dijital	10	,116	,047	,132	,059	,171	
			Geleneksel	10	,057	,019	,055	,030	,104	
	Palatinal	Dual	Total	20	,086	,046	,062	,030	,171	0,000*
			Dijital	10	,138	,045	,127	,086	,241	
			Geleneksel	10	,055	,011	,055	,031	,066	
	Distal	Dual	Total	20	,096	,053	,076	,031	,241	0,000*
			Dijital	10	,136	,035	,124	,093	,184	
			Geleneksel	10	,053	,021	,046	,035	,107	
	Mezial	Dual	Total	20	,094	,051	,100	,035	,184	0,000*
			Dijital	10	,127	,045	,124	,055	,207	
			Geleneksel	10	,046	,009	,045	,031	,064	
	Palatinal	Dual	Total	20	,087	,052	,061	,031	,207	0,007*
			Dijital	10	,091	,024	,082	,069	,135	
			Geleneksel	10	,059	,018	,064	,022	,077	
	Distal	Dual	Total	20	,075	,026	,071	,022	,135	0,009*
			Dijital	10	,124	,051	,111	,074	,208	
			Geleneksel	10	,057	,013	,063	,036	,075	
	Mezial	Dual	Total	20	,090	,050	,074	,036	,208	0,052
			Dijital	10	,119	,028	,106	,090	,164	
			Geleneksel	10	,059	,009	,056	,050	,079	
	Palatinal	Dual	Total	20	,089	,036	,084	,050	,164	0,035*
			Dijital	10	,126	,053	,119	,063	,219	
			Geleneksel	10	,061	,018	,059	,032	,087	
	Distal	Dual	Total	20	,094	,051	,079	,032	,219	0,353
			Dijital	10	,116	,047	,132	,059	,171	
			Geleneksel	10	,057	,019	,055	,030	,104	
	Mezial	Dual	Total	20	,086	,046	,062	,030	,171	0,000*
			Dijital	10	,138	,045	,127	,086	,241	
			Geleneksel	10	,055	,011	,055	,031	,066	
	Palatinal	Dual	Total	20	,096	,053	,076	,031	,241	0,000*
			Dijital	10	,136	,035	,124	,093	,184	
			Geleneksel	10	,053	,021	,046	,035	,107	
	Distal	Dual	Total	20	,094	,051	,100	,035	,184	0,000*
			Dijital	10	,127	,045	,124	,055	,207	
			Geleneksel	10	,046	,009	,045	,031	,064	

Mann-Whitney U testi p değeri, * $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlıdır. Yüzeylerde ayrı ayrı, her bir materyalde ve her bir siman türünde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri karşılaştırıldığında; bukkal yüzeyde Prettau materyalinde tüm siman türlerinde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Bukkal yüzeyde Cerasmart materyalinde yalnızca dual-cure siman türlerinde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Bukkal yüzeyde Initial materyalinde hiçbir siman türünde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0,05$). Bukkal yüzeyde Zirkon materyalinde dual-cure siman türünde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Mezial yüzeyde Prettau materyalinde hiçbir siman türünde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0,05$).

Mezial yüzeyde Cerasmart materyalinde dual-cure siman türünde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Mezial yüzeyde Initial materyalinde hiçbir siman türünde dijital ve geleneksel yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0,05$).

Mezial yüzeyde Zirkon materyalinde tüm siman türlerinde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Palatinal yüzeyde Prettau materyalinde tüm siman türlerinde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Palatinal yüzeyde Cerasmart materyalinde sadece dual-cure siman türünde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$).

Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Palatinal yüzeyde Initial materyalinde sadece dual-cure siman türünde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Palatinal yüzeyde Zirkon materyalinde tüm siman türlerinde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Distal yüzeyde Prettau materyalinde tüm siman türlerinde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

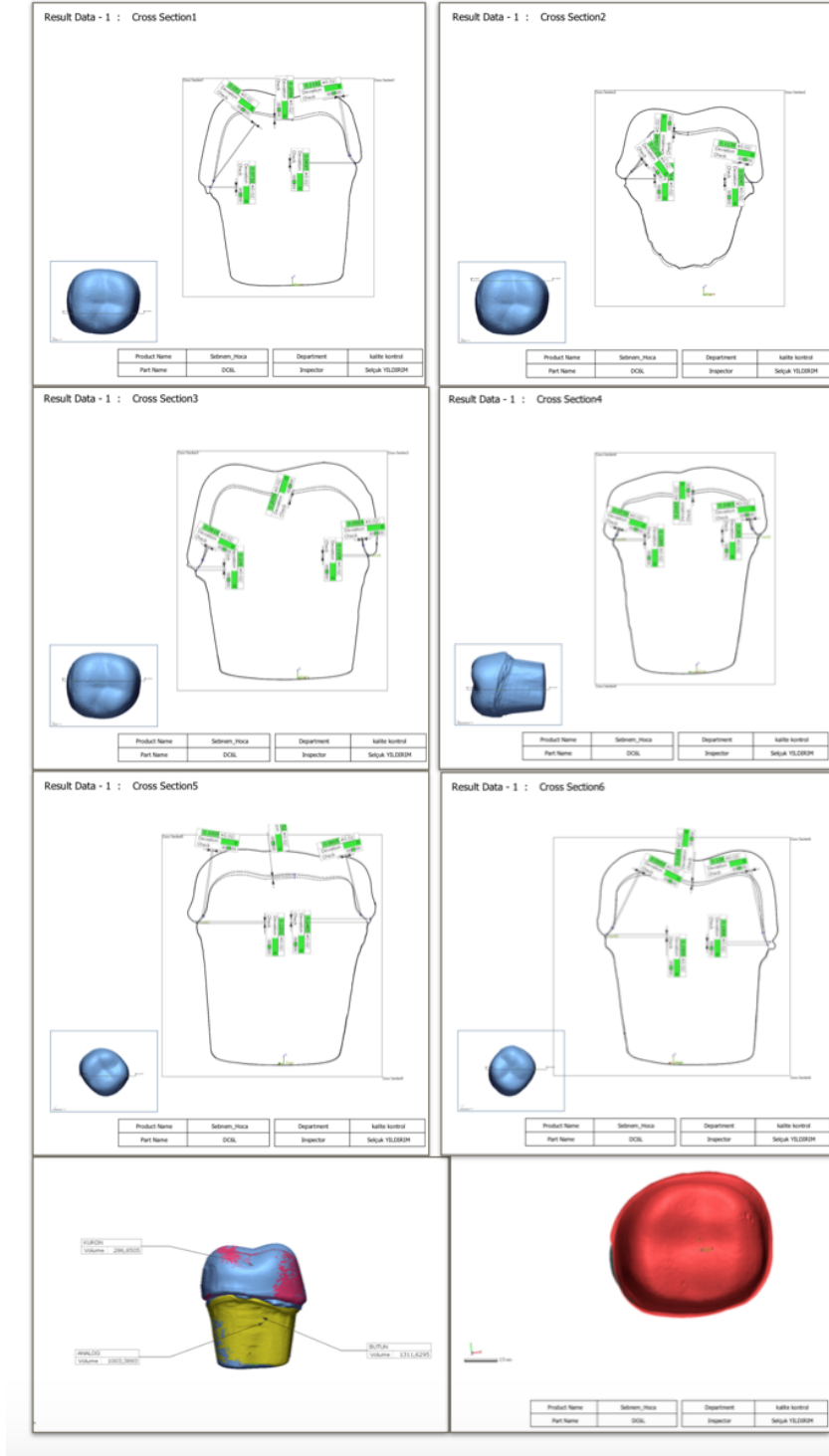
Distal yüzeyde Cerasmart materyalinde sadece dual-cure siman türünde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Distal yüzeyde Initial materyalinde sadece dual-cure siman türünde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Distal yüzeyde Zirkon materyalinde tüm siman türlerinde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Değerlendirme sonuçları Tablo 4-43'te gösterilmiştir.

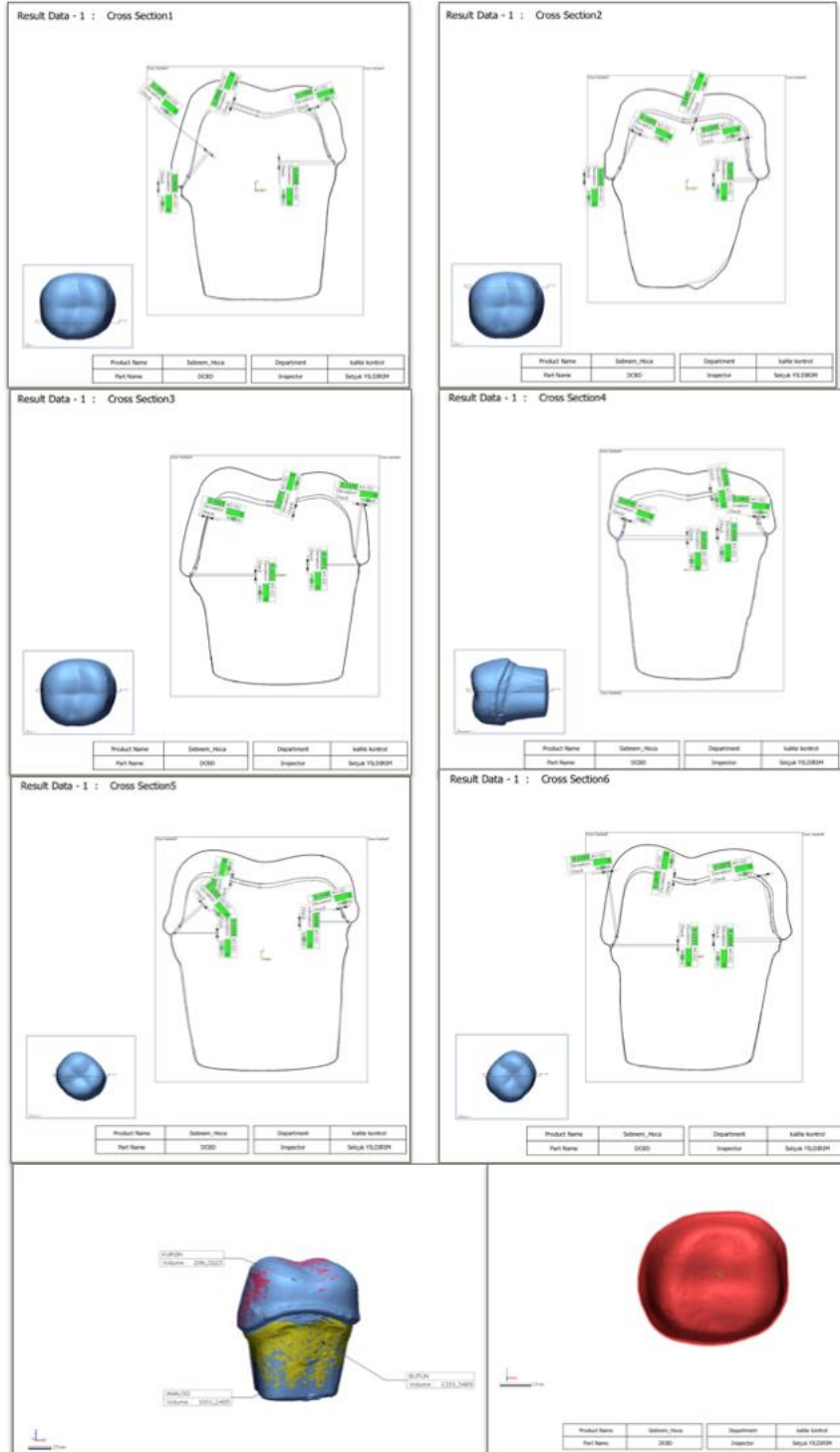
4.6. Çalışma Gruplarına Ait Örnek Görüntüler

4.6.1. Dijital Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.C.6.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-1)



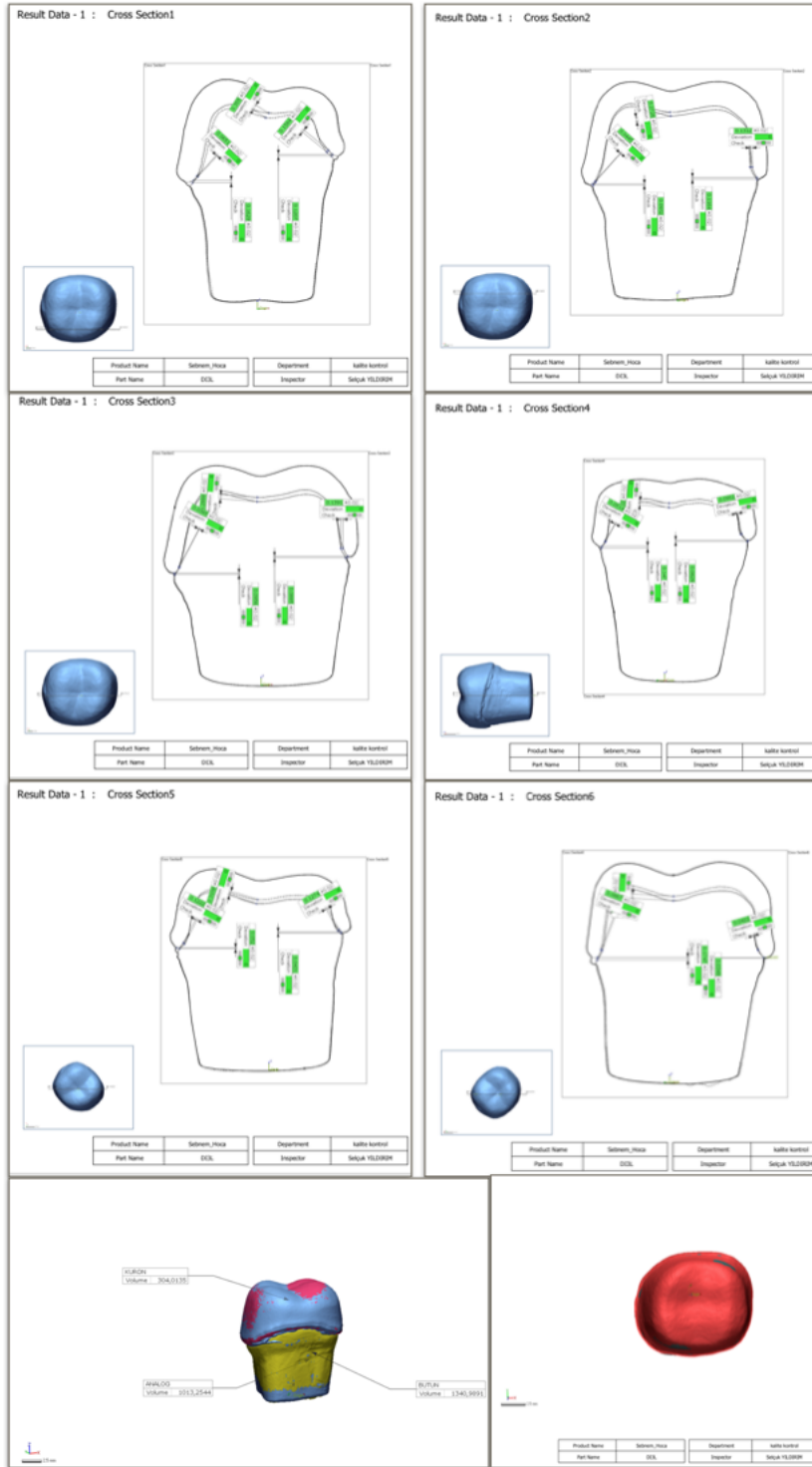
Şekil 4-1: D.C.6.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.2. Dijital Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.C.8.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-2)



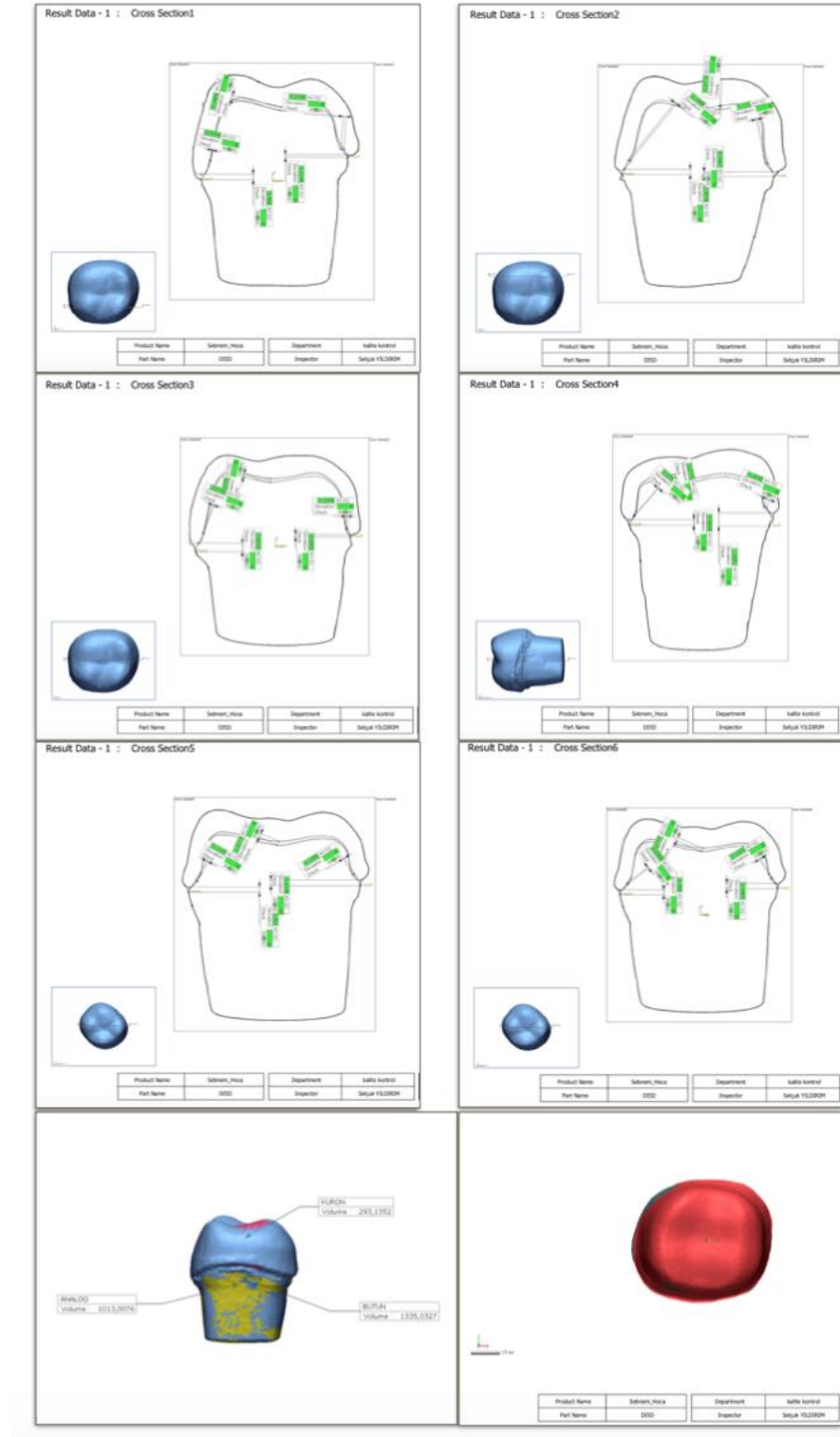
Şekil 4-2: D.C.8.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.3. Dijital Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.I.3.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-3)



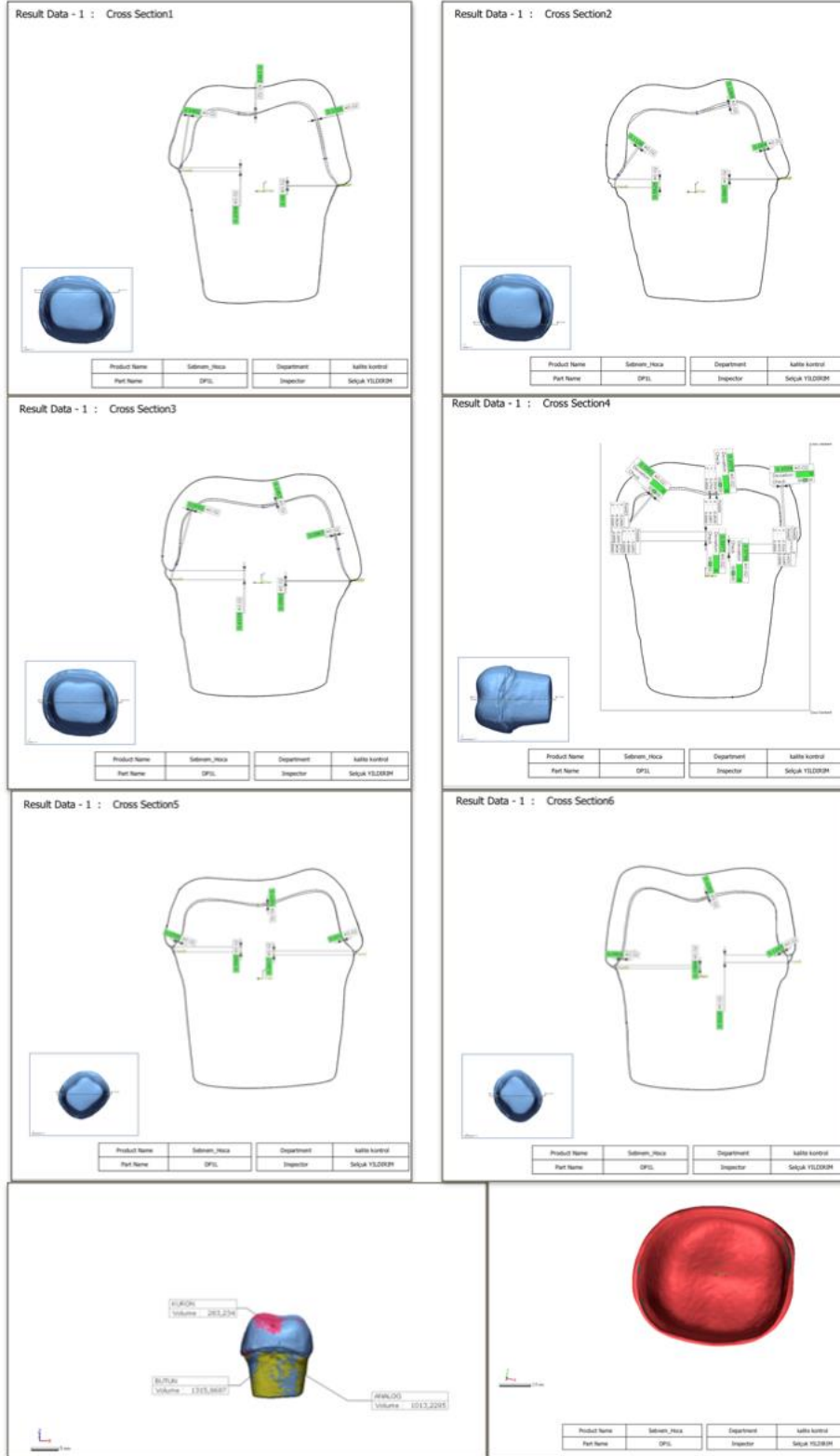
Şekil 4-3: D.I.3.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.4. Dijital Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.I.5.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-4)



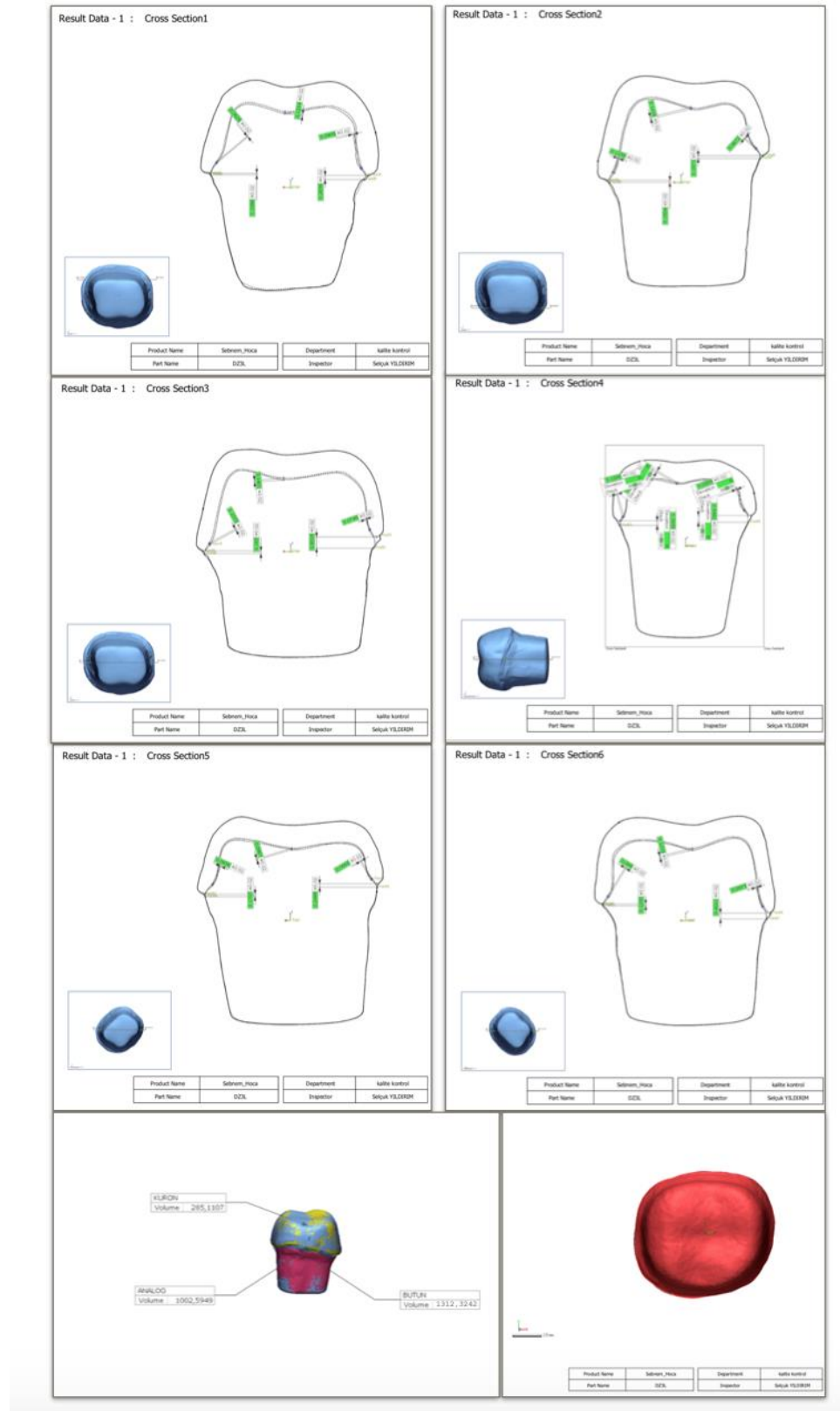
Şekil 4-4: D.I.5.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.5. Dijital Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.P.1.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-5)



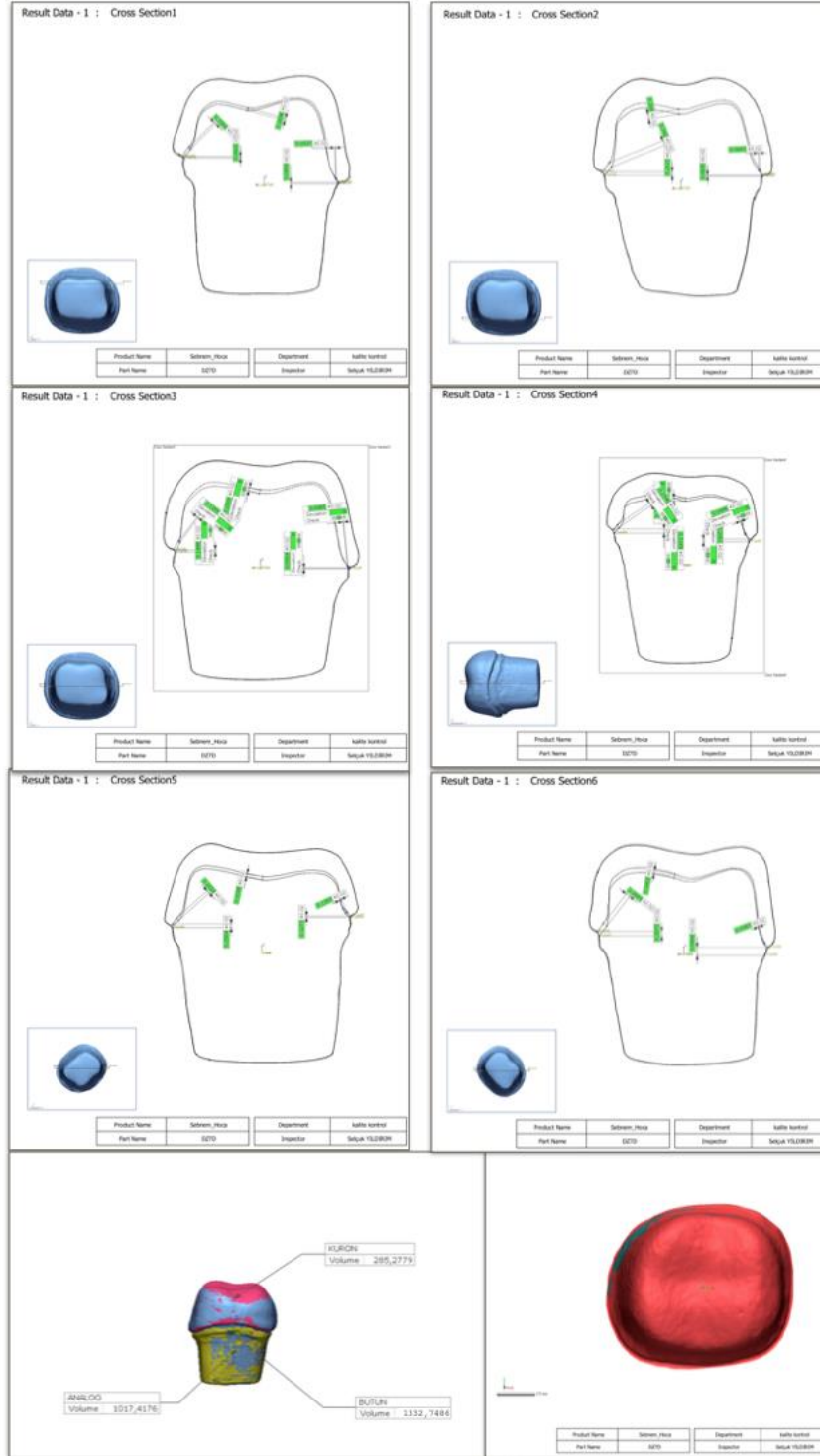
Şekil 4-5: D.P.1.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.7. Dijital Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.Z.3.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-7)



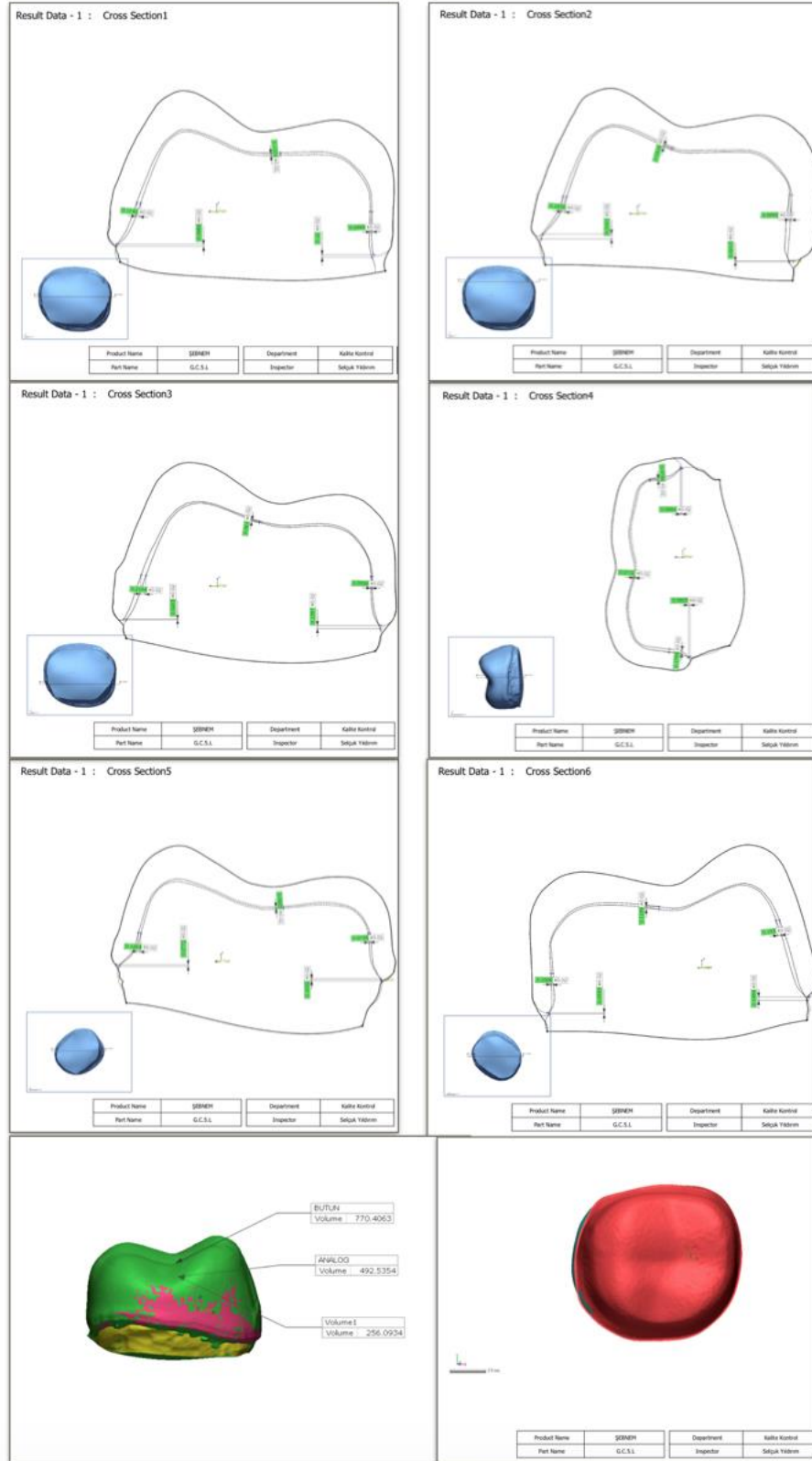
Şekil 4-7: D.Z.3.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.8. Dijital Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (D.Z.7.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-8)



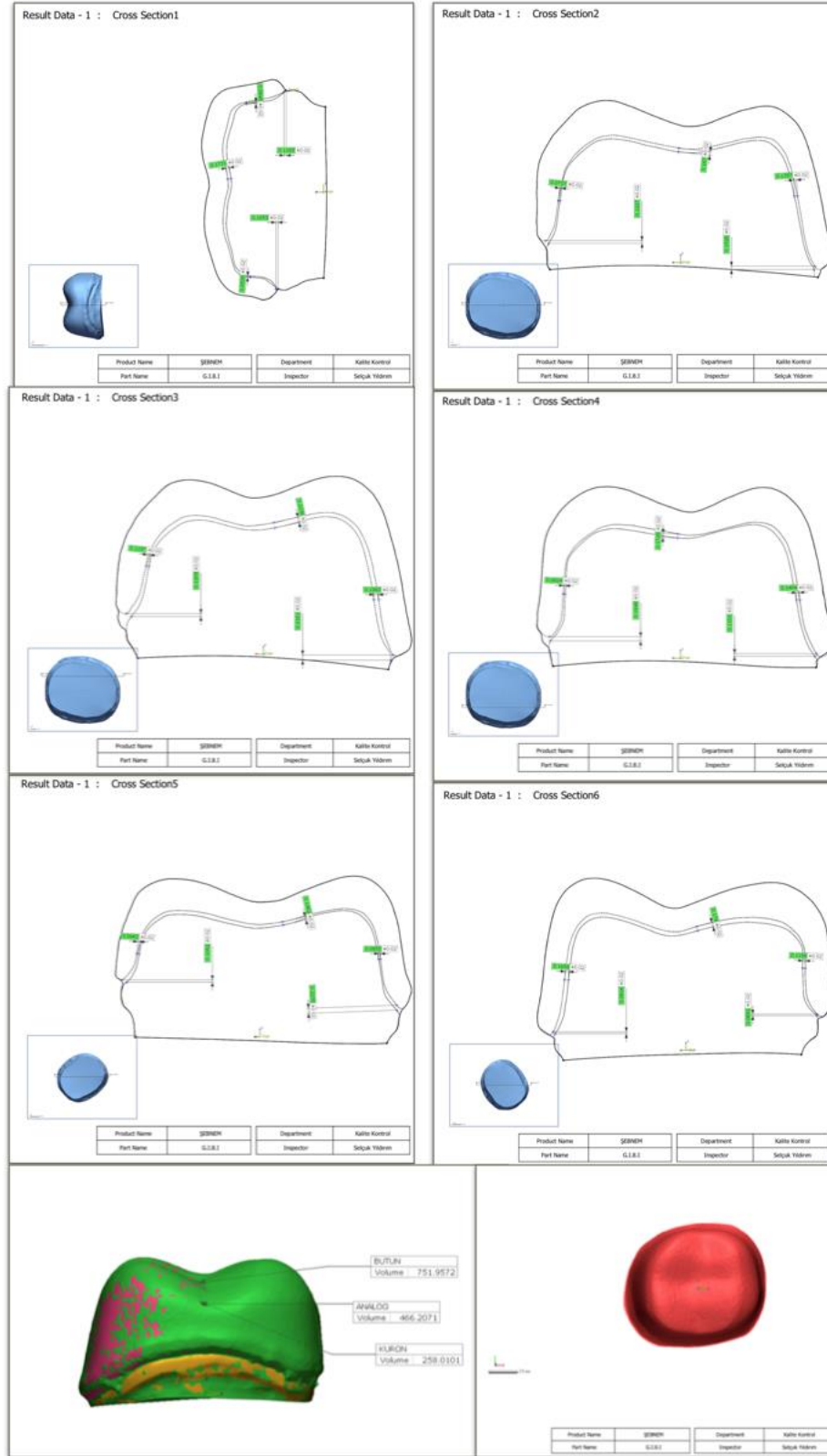
Şekil 4-8: D.Z.7.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.9. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Cerasmart Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.C.5.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-9)



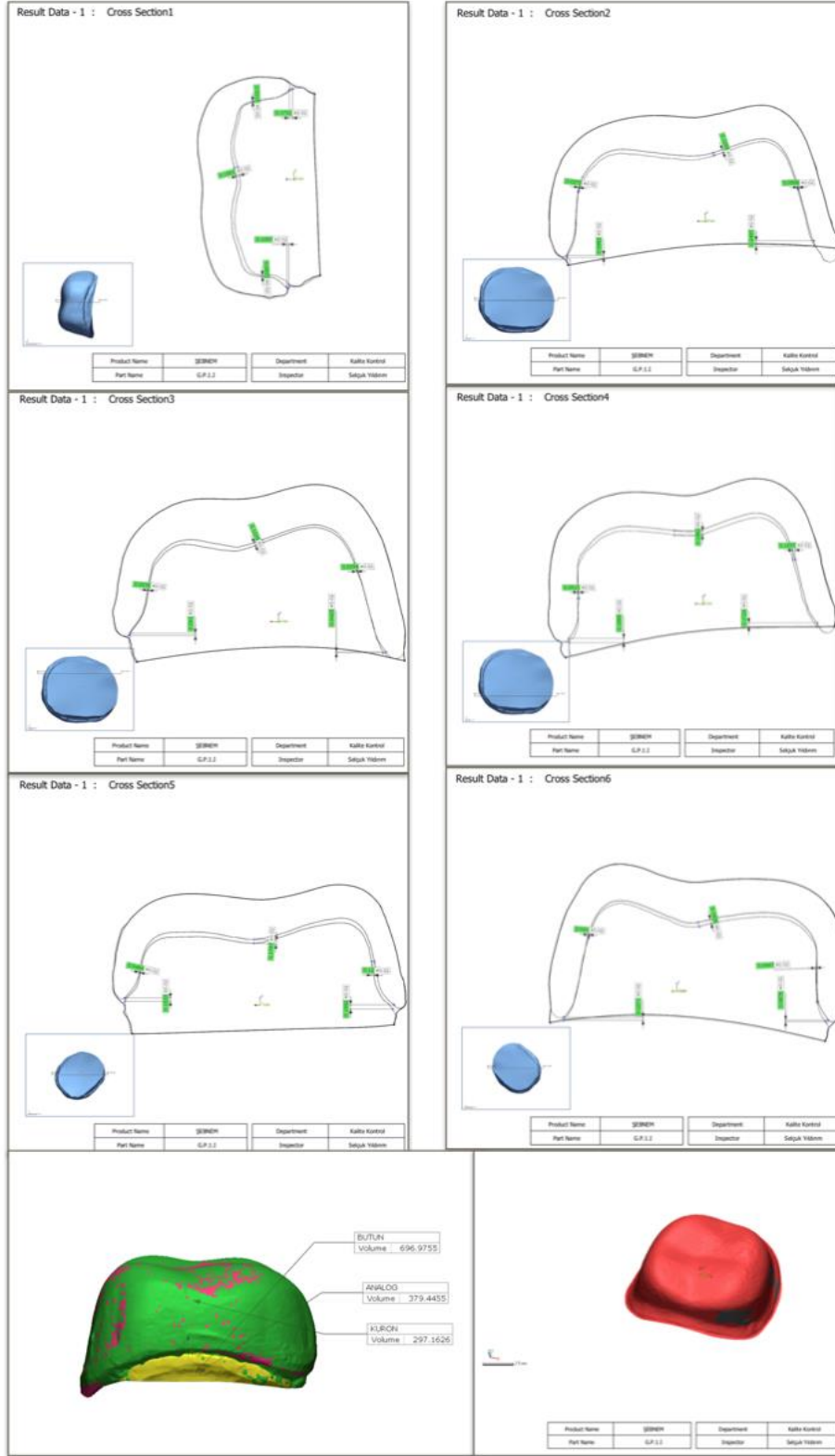
Şekil 4-9: G.C.5.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.11. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Initial LRF Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.I.8.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-11)



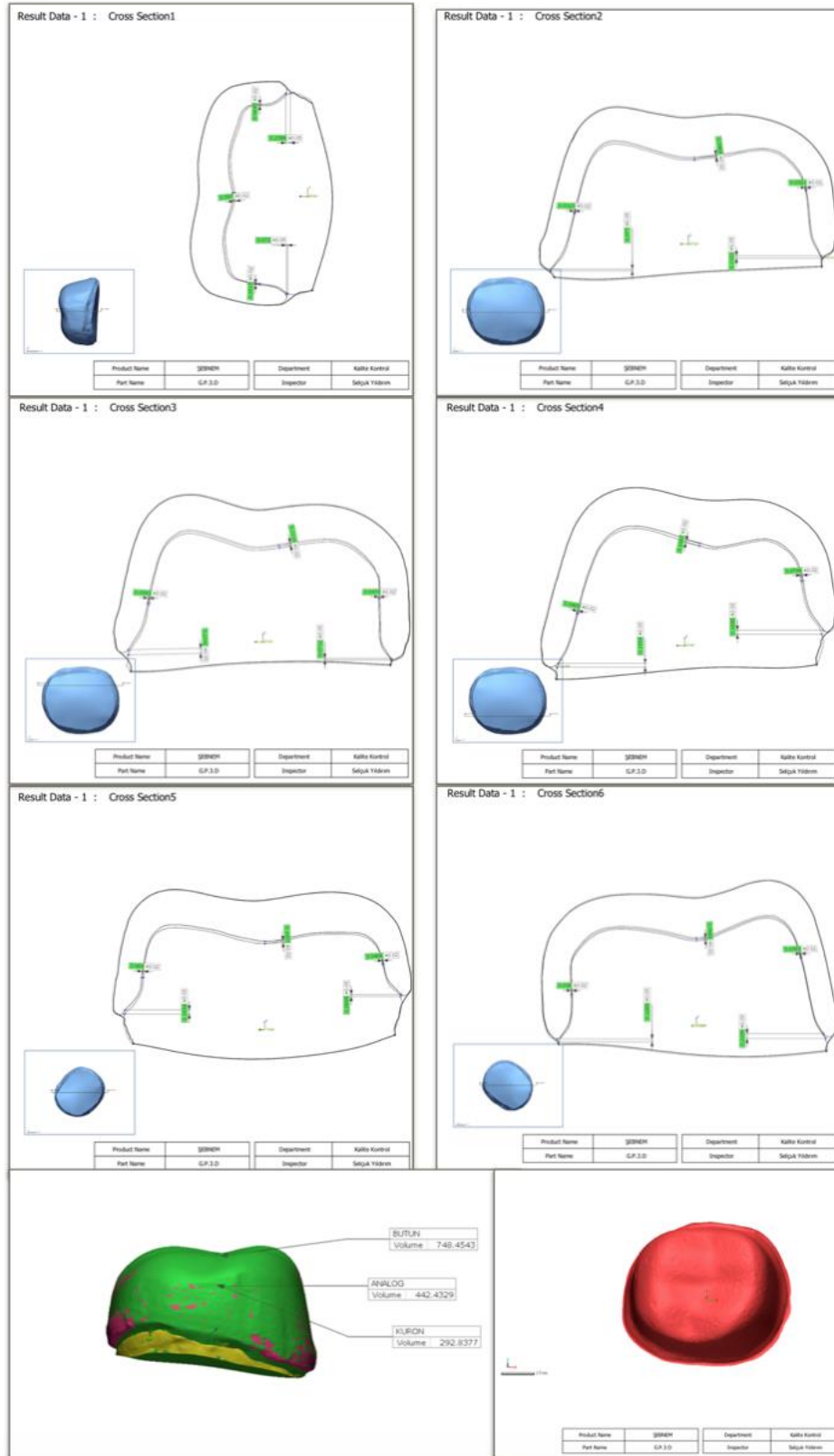
Şekil 4-11: G.I.8.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.13. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.P.1.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-13)



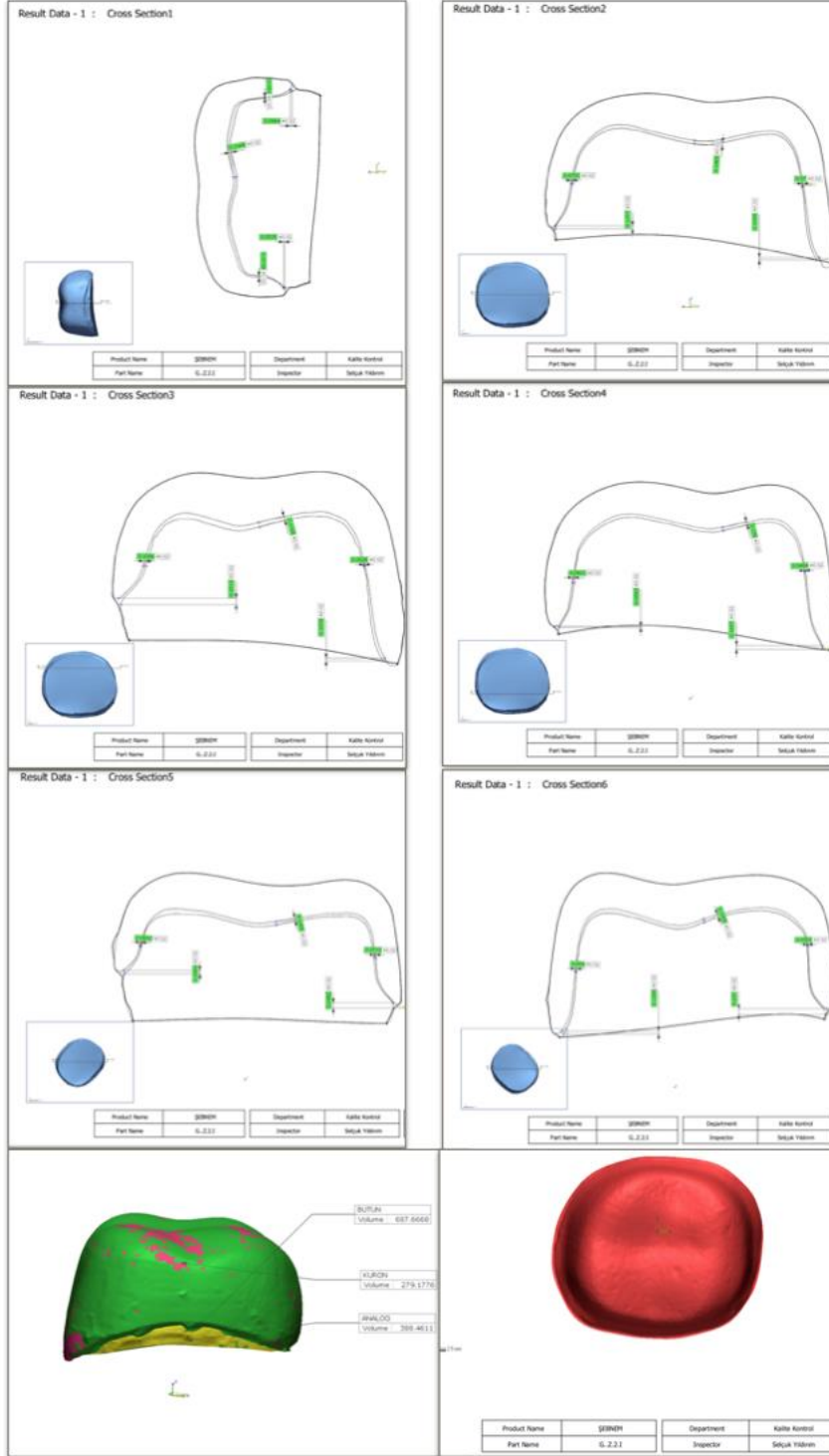
Şekil 4-13: G.P.1.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.14. Geleneksel Ölçü Yöntemi - Prettau Blok Grubu - Dual Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.P.3.D.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-14)



Şekil 4-14: G.P.3.D. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

4.6.15. Geleneksel Ölçü Yöntemi - ICE Zircon Blok Grubu - Light Cure Siman Grubuna Ait Bir Örneğin (G.Z.2.L.) Geomagic Control X Programında Marjinal ve İnternal Aralık Ölçüm Görüntüleri (Şekil 4-15)



Şekil 4-15: G.Z.2.L. Örneğine ait marjinal ve internal aralık ölçüm görüntüleri

5. TARTIŞMA

Dijital teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, dental tedaviler de dijital yöntemlere doğru ilerlemektedir. Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) teknolojisinin dişhekimleri tarafından kullanımı günümüzde artmıştır. CAD-CAM sistemi 3 aşamadan oluşur; veri toplama, elde edilen verilerin işlenmesi ve restorasyonların tasarlanması (CAD) ve restorasyonların üretilmesi (CAM). Bu aşamaların gerçekleştirilebilmesi için CAD-CAM sistemlerinin sahip olması gerekenler; tarayıcı, tasarım yazılımı ve restorasyonları üretmek için gerekli olan cihazlardır^{81, 82}.

CAD-CAM sistemlerinin kullanımının artmasıyla birlikte, dijital ölçü teknikleri, geleneksel ölçü yöntemlerine bir alternatif olarak gelişmiştir. Önceki çalışmalar, dijital ölçü cihazların hassasiyetini değerlendirmiştir. Çalışmalardan bazıları geleneksel ölçü yöntemlerinde kullanılan polivinil siloksan (PVS) veya polieter ölçü materyaliyle benzer veya daha iyi hassasiyet sağlanabileceğini bulsa da, diğerleri, dijital ölçü yöntemlerinin geleneksel ölçü yöntemlerinden daha az hassasiyet/netlik gösterdiğini bildirmiştir^{83, 84, 85}.

Dijital ölçü yöntemleri, görüntüleri doğrudan hastanın ağzından elde etmeye izin vererek, zamandan tasarruf sağlar, hastanın ölçü materyalinden rahatsız olmasını önler, ölçü maddesine bağlı değişkenleri ortadan kaldırır. Bununla birlikte, intraoral dijital tarayıcılardan elde edilen görüntülerin kalitesi; operatörün deneyimine, preparasyon tasarımının karmaşıklığına, dişlerin pozisyonuna, gingival sınırlara ve hastanın uyumuna bağlıdır^{40, 86}.

CAD-CAM sistemlerindeki gelişmelere rağmen, marjinal adaptasyon, restorasyonların klinik başarısında önemli bir faktör olduğu için araştırmaların hedefi olmaya devam etmektedir. Marjinal adaptasyon ve sekonder çürükler arasında bir ilişki olduğuna dair kesin bir kanıt bulunmamasıyla birlikte, yanlış uyumlandırmalar biyofilm birikimine neden olarak, diş eti iltihabı ve tekrarlayan çürük olasılığını arttırmaktadır. Kramer ve arkadaşlarına göre, 100 µm'nin altında marjinal aralığı olan restorasyonlar klinik olarak kabul edilebilir bulunmuştur⁸⁷.

Bununla birlikte, geleneksel veya dijital ölçü yönteminin, üretilen kuronların marjinal uyumu açısından en doğru sonuçları üretmesi hala tartışmalıdır. Geleneksel ölçü yöntemi ile üretilen kuronlar için 1 ila 161 μm arasındaki marjinal aralık bildirilirken, dijital ölçü yöntemi ile üretilen seramik kuronlar için tespit edilen marjinal aralık 17 ila 118 μm arasındadır^{88, 89, 90}.

Marjinal aralık için klinik olarak kabul edilebilir değer literatürde 39 ila 120 μm arasında değişen değerlerle tartışılmıştır⁹¹. Teorik olarak, simante edilmiş kuron restorasyonları için kabul edilebilir marjinal aralık 25 ila 40 μm arasındadır. Bununla birlikte, yapılan in vitro çalışmalarda, CAD / CAM sistemleri tarafından üretilen tam seramik kuron restorasyonlarda 64-83 μm 'lik ortalama marjinal boşlukları bildirmiştir. Geleneksel seramik kuronların internal aralığın 123 ila 154 μm arasında olduğu bildirilmiştir. May ve arkadaşları, Procera CAD / CAM sisteminin marjinal aralığının 54 ila 64 μm arasında, internal aralığının 49 ila 63 μm aralığında olduğu bildirilmiştir^{92, 93}.

Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) sistemlerinin diş hekimliğine getirilmesi, üretim verimliliğinin artmasına ve zirkonya gibi yeni restoratif materyallerin kullanılmasına neden olmuştur. Zirkonya, üstün mekanik özellikleri nedeniyle, posterior sabit parsiyel protezler için geleneksel olarak kullanılan metal altyapılı protezlere uygun bir alternatiftir^{94, 95}.

Tam seramik kuronların gelişimi, hastaların yüksek estetik talepleri için tatmin edici olmuştur. Zirkonyanın tanıtımı, yüksek bükülme dayanımı ve kırılma dayanımı arasındaki uyumlu kombinasyonu nedeniyle seramik restorasyonların geliştirilmesinde önemli rol oynamıştır. Cam ve yoğun polikristalin mikro yapısı bulunmaz. Bununla birlikte, bu kuronlar özellikle fırınlama gibi üretim işlemleri sırasında, marjinal adaptasyonları olumsuz yönde etkilenebilecek şekilde distorsiyona uğrayabilirler. Bu zorlukların üstesinden gelmek için, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) sistemleri için polimer infiltre seramik (PICN) materyalleri geliştirilmiştir. Hibrid seramik ve reçine nano seramik materyalleri seramik, polimer ve zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramik kombinasyonundan oluşur. Bu materyallerin elastiklik modülleri (30 GPa), mine (<94 GPa) ve dentin (<25 GPa) arasındadır. CAD-CAM sistemleri ile birlikte uygulanması, tek seansta üretilebilecek daha dayanıklı restorasyonlara olanak sağlar^{96, 97, 98}.

Restorasyonların marjinal ve internal adaptasyonu in vitro değerlendirme teknikleri, silikon replikasyonu, reçine replikasyonu ve bir numunenin doğrudan kesilmesiyle marjinal aralık ölçümlerini içerir. İn vivo olarak değerlendirmek için stereomikroskopi, taramalı elektron mikroskobu (SEM), optik mikroskopi, optik karşılaştırmacı ekran ve mikro bilgisayarlı tomografi (m-CT) dahil olmak üzere farklı yöntemler mevcuttur. m-CT invaziv olmayan, herhangi bir açıdan 2 boyutlu veya 3D yüksek kaliteli görüntüler sağlar, ince kesitler yakın mesafeden güvenle görüntülenebilir. Bu yöntemin en büyük dezavantajı, siman boşluğu hacminin değerlendirilmesi sırasında farklı materyaller arasındaki radyasyon absorpsiyon katsayıları farklılıklarından kaynaklanan radyasyon artefaktlarının oluşmasıdır^{99,100}.

Marjinal adaptasyonu ölçmek için kullanılan yöntemler biri de 3 boyutlu görüntü karşılaştırması yöntemidir. Bu çalışmamızda, bir 3 boyutlu görüntü karşılaştırma yazılım programı (Geomagic Control 2015; 3D Systems) kullanılarak, marjinal ve internal aralığın ölçülmesi planlanmıştır.

Çalışmamızın birinci hipotezi, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri ile üretilen kuronlar arasında marjinal ve internal uyum açısından bir fark yoktur. İkinci hipotezi, dört farklı monolitik blok grubunun marjinal ve internal uyumu arasında bir fark yoktur. Diğer bir hipotez ise, dual-cure ve light cure reçine simanlar ile simante edilen kuronların marjinal ve internal uyumları arasında bir fark yoktur.

Hamza ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, 30 monolitik zirkonya kuronu, prepare edilmiş premolar diş formunda hazırlanan bir paslanmaz çelik analog üzerinde imal edilmiştir. Kullanılan monolitik zirkonya kuron tipine ve kullanılan CAD-CAM sistemi frezeleme cihazına göre örnekler 5 gruba ayrılmıştır. Bu gruplar; MCXL frezeleme cihazı ile kazınmış Incoris TZI zirkonya TZ grubu; Ceramil Motion frezeleme cihazı ile kazınmış Ceramill Zolid zirkonya CZ grubu; Wieland frezeleme cihazı ile kazınmış Zenostar zirkonya ZZ grubu, Zirkonzahn M1 frezeleme cihazı ile kazınmış Prettau zirkonya PZ grubu, S1 frezeleme cihazı ile kazınmış Bruxzir zirkonya BZ grubu. Marjinal uyum, 100x orjinal büyütmede binoküler mikroskop ile ölçülmüştür. En yüksek marjinal aralık TZI grubunda ölçülmüştür ($39.3 \pm 2.3 \mu\text{m}$). En düşük marjinal aralık BZ grubunda ölçülmüştür ($22.8 \pm 8.9 \mu\text{m}$). TZI grubunun sonuçları istatistiksel anlamlı olarak diğer gruplardan yüksek çıkmıştır ($p < 0.05$). PZ, BZ, ZZ, CZ grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$) TZI grubunun frezelendiği MXCL frezeleme cihazı 4 eksenli olup, çalışmada kullanılan diğer tüm cihazlar 5 eksenlidir. Bu sonuçlar, 5 eksenli bir CAD-CAM freze

makinesinin bir restorasyonu yapmak için 4 eksenli bir freze makinesinden daha fazla zaman almasına rağmen, marjinal adaptasyon açısından daha doğru restorasyonlar ürettiğini göstermektedir. Bu çalışmanın bir önemli bir limitasyonu, farklı CAD-CAM sistemleri ile farklı materyaller kullanılmasıdır. Tarama ünitesi standardize edilmiş olsa da, freze üniteleri arasındaki farklar, karşılaştırılan materyaller arasındaki marjinal adaptasyonun tespit edilmesinde karışıklığa sebep olmuştur. Bunun önüne geçmek için bizim çalışmamızda, tek bir frezeleme cihazı kullanılarak, frezeleme cihazlarına bağlı değişkenleri ortadan kaldırarak, yalnızca materyaller arasındaki marjinal adaptasyon farkının değerlendirilmesi sağlanmıştır¹⁰¹.

Suarez ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, iki farklı frezeleme sisteminden (CAD/CAM Cerec InLab Sirona® ve Zirkonzahn Zirkonzahn®) üretilen zirkonya kuronların marjinal uyumu karşılaştırılmıştır. Bir Cr-Co model güdük üretilip; üst premoların zirkonya kuron için preparasyonu yapılmıştır. Elit HD + polivinil siloksan (Zhermack®) ölçü materyali kullanılarak silikon replika tekniği ile marjinal aralık incelenmiştir. Marjinal aralık ölçümleri 50x büyütmede stereomikroskop kullanılarak yapılmıştır. İstatistiksel analiz IBM SPSS® yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen verilerin karşılaştırılması için t-testi çalışması yapılmıştır. Marjinal aralık değerleri Cerec InLab (Sirona®) CAD/CAM sistemi için 92.14 ± 38.59 ve 78.62 ± 31.33 μm , Zirkonzahn (Zirkonzahn®) CAD/CAM sistemi için 38.91 ± 13.56 μm 'dir. Metal kopyalardan yapılan kontrol grubunda, 44.11 ± 15.36 ve 43.74 ± 15.70 μm olarak bulunmuştur. Cerec InLab (Sirona®) ve Zirkonzahn (Zirkonzahn®) grupları arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.001$). Zirkonzahn (Zirkonzahn®) CAD/CAM sistemi ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.001$). Sonuç olarak, Zirkonzahn® CAD/CAM sisteminin hassasiyeti daha yüksek bulunmuştur. Bizim çalışmamızda, bu doğrultuda, daha hassas marjinal uyum değerleri gösteren Zirkonzahn frezeleme cihazı tek cihaz olarak kullanılmıştır. Çalışmamızda, tek frezeleme cihazında dört ayrı monolitik blok grubu kazınarak, blokların marjinal uyumları karşılaştırılmıştır. Ek olarak, yapılan çalışmanın limitasyonlarından biri olan marjinal uyum ölçüm yöntemi olarak silikon replika tekniğinin seçilmesi de bizim çalışmamızda uygulanmamıştır. Replikasyon tekniğinde kullanılan polivinil siloksan ölçü materyalinin büzülmesinden kaynaklanan marjinal aralık değerlerinin ölçümleri, gerçek ölçüm değerlerinden daha düşük sonuçlar gösterebilmektedir. Bunu önlemek için çalışmamızda, 3-5 mikrometre tarama hassasiyetine sahip 3D tarama cihazı Solutionix C500 (Solutionix, Seoul, Korea) ve taranan verilerin %100'ünün karşılaştırılarak sonuç elde edildiği, Geomagic Control X yazılımı kullanılmıştır¹⁰².

Quintas ve ark. tarafından yapılan çalışmada, 2 farklı basamak tipi ile prepare edilen mandibular molar diş formundaki 180 adet paslanmaz çelik modele, 3 farklı materyal ile kuron restorasyonu yapılmış ve 3 farklı siman ile simante edilmiştir. ($n = 10$). Kullanılan simanlar, çinko fosfat siman, reçine ile modifiye edilmiş cam iyonomer siman (Fuji Plus) ve reçine kompozit simanlardır (Panavia F). Simantasyondan önce ve simantasyondan sonra marjinal aralık değerleri ölçülmüştür. Siman türlerinden bağımsız olarak, Empress 2 grubu ($68/110 \mu\text{m}$) ve InCeram Alumina grubuna kıyasla ($57/117 \mu\text{m}$) kıyasla, Procera grubu ($25/44 \mu\text{m}$), simantasyondan önceki ve sonraki marjinal aralık değerlerinde en düşük ortalama değerleri sunmuştur ($p < 0,05$). Siman türü, tek başına anlamlı bir fark göstermemiştir. Çinkofosfat (ZP), reçine ile modifiye edilmiş cam iyonomer siman GI ve reçine kompozit simanlar (RC), simantasyondan önce ve sonra basamak tipi veya restorasyon materyalinden bağımsız olarak istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Bizim çalışmamızda dual-cure reçine simanlar ve light-cure reçine simanlar olmak üzere 2 ayrı reçine siman grubu kullanılmıştır. Bu gruplar arasında, çalışmanın diğer değişkenlerinden bağımsız olarak, dual-cure reçine simanlar ile simante edilen grubun marjinal aralığı, light-cure reçine simanlar ile simante edilen gruba göre daha fazladır¹⁰³.

Zeller ve ark. tarafından yapılan çalışmada, üç farklı dijital iş akışı değerlendirilmiştir. İlk grup dijital Atlantis (IDA) iş akışı, ikinci grup dijital Atlantis (FDA) iş akışı, üçüncü grup 3 Shape'in 'full digital split-file' (FDSF) iş akışı, olarak adlandırılmıştır. Tüm restorasyonlar, 2 boyutlu ölçümler için taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak standart ölçümlerle, 3D ölçümler için, değerlendirmeleri kolaylaştıran bir mühendislik yazılımı olan Geomagic Control kullanılarak standartlaştırılmış ölçümlerle değerlendirilmiştir. 3D dijital ölçüm prosedürleri, internal uyumu ölçmek için, bir kuronun iç yüzeyi ile dayanağı arasındaki mesafeyi dijital olarak ölçmek için ve dayanak ile kuronun iç yüzeyi arasındaki tüm sınır hattı boyunca uyumu değerlendirmek için kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın hipotezi, üç grup arasında internal uyum, marjinal boşluk ve marjinal aralık açısından bir fark bulunmayacağıdır. Sonuç olarak, 2 boyutlu SEM ölçümlerinde iki Atlantis iş akışı IDA ve FDA, FDSF'den istatistiksel olarak daha az marjinal aralık sonuçları göstermiştir ($p = 0.002$). 2 boyutlu SEM ölçümlerine göre FDA'nın diğer 2 gruba göre (IDA ($p = 0.002$) ve FDSF'den ($p = 0.002$)) istatistiksel olarak daha az bir marjinal boşluğu vardır. FDA'nın diğer 2 gruba göre (IDA ($p = 0.004$) ve FDSF'den ($p = 0.006$)) 3D Geomagic ölçümlerinde marjinal boşluğu istatistiksel olarak daha az bulunmuştur. 3D Geomagic ölçümlerinde FDSF, diğer 2 gruba (FDA ve IDA) göre istatistiksel olarak daha az internal

aralığa sahiptir (her ikisi de $p = 0.006$). Bu çalışmada değerlendirilen üç iş akışının tümü, 120 μm 'nin altındaki ortalama marjinal boşluk açısından klinik olarak kabul edilebilir sonuçlar göstermiştir. SEM ve Geomagic ölçümleri, FDA'nın ortalama marjinal boşluğunun IDA ve FDSF ortalama marjinal boşluklardan anlamlı derecede daha az olduğunu ortaya koymuştur. İnternal uyumun Geomagic ölçümleri tarafından değerlendirilmesi, FDSF'nin IDA ve FDA'dan anlamlı şekilde daha az olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmanın ikinci amacı, bir yazılım programı ile (Geomagic Control 2015; 3D Systems) internal uyum ve marjinal aralık ölçümlerinin dijital olarak değerlendirilmesiydi. Bu çalışmada tanımlandığı gibi, ortalama marjinal boşluğu ve ortalama internal uyumu ölçmek ve değerlendirmek için Geomagic'in kullanımı, istatistiksel doğrulama ile kabul edilebilir bir ölçüm şekli olduğu kanıtlanmıştır.

Bizim çalışmamızda da, doğruluğu ve güvenilirliği daha önce yapılmış çalışmalarda kanıtlanmış olan Geomagic Control programı kullanılarak, görüntü karşılaştırması yapılmıştır.

Mejia ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, 9 farklı taper açısına sahip maksiller sol santral model intraoral tarayıcı ile taranıp, STL formatında kaydedilmiştir. Her örnek için 5'er adet kopya üretildi. Toplam 45 adet analogun ölçüsü polivinil siloksan (PVS) ölçü maddesi ile alındı. Tip IV alçıyla döküldü ve masaüstü tarayıcı ile (KaVo Arctica Scan; KAV) taranıp, STL formatında kaydedilmiştir. Elde edilen STL dosyaları, referans modelinin orijinallliği ile (doğrulukla) ve her test grubu içinde (hassasiyet) karşılaştırıldı. Genel doğruluk değerleri 19.1 μm (intraoral tarayıcı grubu), 23.5 μm (masaüstü grubu) ve 26.2 μm (PVS grubu) idi; hassasiyet değerleri 11.9 μm (intraoral grubu), 18.0 μm (PVS grubu) ve 20.7 μm (masaüstü grubu) idi. Verilerin karşılaştırılması ve hesaplamaların yapılmasında Geomagic yazılımı (Geomagic Control 2014, 3D Sistemler) kullanılmıştır. Sonuç olarak, taper açısı 8 dereceden küçük olduğunda, intraoral tarayıcı, PVS ve masaüstü tarayıcı gruplarından doğruluğu, anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). İnteraoral tarayıcı grubunun, test edilen tüm taper açılarında homojen bir sapma paterni gösterdiğini ortaya çıkardı, oysa PVS ve masaüstü tarayıcı gruplarından gelen taramalar, andırkat mevcut olduğunda belirgin sapmalar göstermiştir¹⁰⁴.

Bizim çalışmamızda da dijital ve geleneksel ölçü gruplarının marjinal uyumlarının karşılaştırılmasında, bu çalışmada kullanılan yazılımın güncel versiyonu olan Geomagic Control X (3D Systems, NC, USA) kullanılmıştır¹⁰⁴.

Anadioti ve ark., tarafından yapılan bir çalışmada, tam seramik bir kuron için mandibular molar dişin preparasyonu yapılmıştır. Polivinil siloksan (PVS) ölçü materyali ile 30 adet ölçü alınıp, tip IV alçıdan modeller hazırlanmıştır. Lava Chairside Oral Scanner ile ölçü alınıp 30 adet reçine bazlı model üretilmiştir. 30 adet lityum disilikat kuron preslenerek üretilmiştir (IPS e.max Press). 30 adet lityum disilikat blok (IPS e.max CAD), E4D tarayıcı ve frezeleme cihazı kullanılarak kazınmıştır. Model ve kuronların iç yüzeyi ± 0.00898 mm hassasiyete sahip bir 3D lazer koordinat ölçüm cihazı kullanarak, üçlü tarama protokolü ile taranmıştır. Her örnek için Qualify 2012 yazılımında ayrı bir veri seti oluşturulmuştur. Yazılım programında, her örnek için dijital ana model ve kuronun dijital internal yüzeyi, birleştirilmiştir. Her bir örneğin 3D marjinal uyumu, o bölgedeki tüm 3D boşluk değerlerinin ortalamasıdır. 2 boyutlu ölçümler için marjinal aralık, okluzo-gingival yönde standartlaştırılmış 2 nokta arasından ve standartlaştırılmış fasiyal-lingual ve mezial-distal dijitalize bölümler arasından ölçülmüştür.

Tek yönlü ANOVA sonuçlarına göre, PVS ölçü materyali / IPS e.max Press grubunun marjinal aralığı ($0.048\text{mm} \pm 0.009$ ve $0.040\text{mm} \pm 0.009$), diğer üç gruptan anlamlı olarak daha azdır ($p < 0.0001$), ancak gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Diğer grupların marjinal aralık değerleri; PVS ölçü materyali / IPS e.max CAD grubu ($0.088 \text{ mm} \pm 0.024$ ve $0.076 \text{ mm} \pm 0.023$), dijital ölçü yöntemi / IPS e.max Press grubu ($0.089 \text{ mm} \pm 0.020$ ve $0.075 \text{ mm} \pm 0.015$), dijital ölçü yöntemi / IPS e.max CAD grubu ($0.084 \text{ mm} \pm 0.021$ ve $0.074 \text{ mm} \pm 0.026$). İki yönlü ANOVA sonuçları, hem 3D hem de 2 boyutlu ölçümler için, ölçü teknikleri ile kuron üretim yöntemleri arasında anlamlı bir etkileşim olduğunu ortaya koymuştur. PVS ölçü materyali ile geleneksel ölçü yöntemi ve presleme tekniği kombinasyonunun, 3D ve 2 boyutlu marjinal uyumlar açısından en doğru sonuçları verdiği bildirilmiştir¹⁰⁵.

Her örnek için, Geomagic Qualify 2012 yazılımı ile nokta bulutlarından STL formatında ayarlanmış ayrı bir veri üretilmiştir. İlk olarak, analog model STL dosyası ve kuron / analog model STL dosyası kaydedilmiştir. Daha sonra kuron STL dosyasını ve kuron / analog model STL dosyasını kaydetmek için aynı prosedür uygulanmıştır. Kuron / analog model STL veri setinden analog model ve kuron STL veri ayrı ayrı çıkarılarak uyum değerlendirmesi için STL veri elde edilmiştir. 3D ölçümlerde, Geomagic Studio 2012 yazılımı kullanılarak marjinal bitim sınırında okluzo-gingival yönde çevresel olarak $0,75 \text{ mm}$ genişliğine sahip bir alan tanımlanmıştır. Geomagic yazılımı tarafından elde edilen tüm değerlerin (25.000 ila 30.000) ortalaması alınmış ve karşılaştırmalar için ortalamalar kullanılmıştır¹⁰⁵. Bizim çalışmamızda da bu çalışmada kullanılan yazılım programının güncel

versiyonu olan Geomagic Control X (3D Systems, NC, USA) kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda da geleneksel ölçü yöntemi ile, PVS ölçü materyali ile ölçüsü alınan grubun 3D marjinal ve internal aralık ölçümleri, dijital ölçüsü alınan gruba göre anlamlı derecede az bulunmuştur. Çalışmamızın sonuçları bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Keban ve ark. tarafından yapılan çalışmada, 2 farklı yüzey işlemi uygulanmış (cilalanmış ve glazelenmiş yüzey) monolitik zirkonya materyalinde ve karşıt arkta kullanılan farklı materyaller arasında meydana gelen aşınma değerlendirilmiştir. Bunun için, 50 adet glazelenmiş, 40 adet cilalanmış LAVA monolitik zirkonya kullanılmıştır. Karşıt arkı temsil etmesi için, premolar diş, feldspatik porselen, lityum disilikat seramik (IPS e.max Press), kompozit (Herculite) ve monolitik zirkonya (Lava Monolithic) örnekler hazırlanmıştır. 3D lazer tarayıcı ile yüzey tarama işlemleri yapılmıştır. Tüm gruplar, çiğneme simülatöründe 1 yıl klinik kullanıma eşdeğer olmak üzere, çiğneme döngüsüne tabii tutulmuştur. Çiğneme simülasyonu sonrası tekrar 3D yüzey tarama işlemi yapılmıştır. Elde edilen aşınma öncesi ve aşınma sonrası veriler analiz için, yüzeylerin veri noktaları dönüşümünü gerçekleştiren, Geomagic Control (3D Systems Inc., Rock Hill, ABD) programına aktarılmıştır. Yazılım programına aktarılan veriler, aşınan yüzeyleri tespit edebilmek için, 2 görüntünün üst üste geldiği görüntü çakıştırma programı ile çakıştırılmıştır. Meydana gelen aşınma miktarları belirlenmiştir. Antagonist örneğin aşınması; cilalanmış zirkonya örneklerde ($0,071 \pm 0,061 \text{ mm}^3$), glazelenmiş zirkonya örneklerde ($0,109 \pm 0,084 \text{ mm}^3$) olmak üzere daha düşük bulunmuştur. Antagonist materyaller arasındaki aşınmalar değerlendirildiğinde; en az aşınma glazelenmiş zirkonya karşıtı olan cilalanmış zirkonya örneklerde ($0,015 \pm 0,015 \text{ mm}^3$), en fazla aşınma glazelenmiş zirkonya karşıtı olan mine örneklerinde ($0,097 \pm 0,075 \text{ mm}^3$) bulunmuştur¹⁰⁶.

Bizim çalışmamızda da Geomagic Control (3D Systems Inc., Rock Hill, ABD) yazılımının yüzey hacmi ölçebilme özelliği kullanılarak, kuronların internal uyumu değerlendirilmiş, ve mm^3 cinsinden sonuçlar elde edilmiştir.

Liang ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, Sağ maksiller santral diş, sağ maksiller ikinci premolar diş, sağ maksiller ikinci molar diş, sol mandibular lateral diş, sol mandibular birinci premolar diş ve sol mandibular birinci molar diş olmak üzere altı diş için standart preparasyonları yapılmıştır. Her bir diş için 10 geleneksel seramik kuron ve 10 CEREC kuron hazırlanmıştır. Preparasyonların ve seramik kuronların 3D verilerini elde etmek için bir tarayıcı (Activity 880; Smartoptics) kullanılmıştır. Kayıt modülü olarak, görüntü çakıştırma

yazılımı (Geomagic, Studio 2013) kullanılmıştır. Preparasyonun ilk pozisyonu etkileşimli olarak seçilip, seramik kuronun dış yüzeyinden elde edilen 3D verileri kaydedilmiştir. Son olarak, kuronun internal yüzeyleri ve kuronun dış yüzeylerinin sanal olarak yerleştirilmesinin 3D verileri elde edilmiştir. Marjinal uyumun nicel değerlendirmesi, seramik kuronların marjinal kenarı ile preparasyon arasındaki noktaların, 2 boyutlu enine kesit alınmasıyla elde edilmiştir. Geleneksel yöntemlerle üretilen seramik kuronların mutlak marjinal tutarsızlığı $115 \pm 15.2 \mu\text{m}$ ve dijital yöntemlerle üretilen seramik kuronların mutlak marjinal tutarsızlığı $110 \pm 14.3 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak iki yöntem arasında veya farklı dişler arasında anlamlı fark bulunmamıştır¹⁰⁷.

Bizim çalışmamızda da farklı ölçü yöntemlerinin ve farklı seramik materyallerin marjinal ve internal uyumunun değerlendirilmesinde, bu çalışmada kullanılan üçlü tarama yöntemi ve görüntü çakıştırması tekniği kullanılmıştır. Analog ve kuronların taranması ve ardından görüntü noktalarının çakıştırılması tekniği bizim çalışmamızda da kullanılmıştır. Geleneksel yöntemlerle üretilen kuronların marjinal aralık değerleri ($115 \pm 15.2 \mu\text{m}$), bizim çalışmamızdaki geleneksel ölçü yöntemi ile ölçüsü alınan grubun marjinal aralık değerlerine göre daha yüksektir ($78 \mu\text{m}$). Bunun sebebi, bu çalışmada geleneksel ölçü yöntemi ile ölçüsü alınan grubun daha sonra geleneksel yöntemler ile seramik kuronun imal edilmesi olarak gösterilebilir. Bizim çalışmamızda geleneksel ölçü yöntemi ile ölçüsü alınan grubun seramik kuronları frezeleme cihazından kazınarak elde edilmiştir. Dijital yöntemlerle üretilen kuronların marjinal aralık değerleri ($110 \pm 14.3 \mu\text{m}$), bizim çalışmamızdaki dijital ölçü yöntemi ile ölçüsü alınan grubun marjinal aralık değerlerine ($111 \mu\text{m}$) oldukça yakın sonuç göstermiştir. Dijital ölçü alınması, dijital üretim süreci, tarama ve çakıştırma aşamalarının benzer olması, bu sonucu desteklemektedir¹⁰⁷.

Yadav ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, metal bir analog üzerinde toplam 40 metal tam kuron üretilmiştir. Kuronlar, her grupta 10 adet olmak üzere, üretim yöntemlerine göre 4 ayrı gruba (Grup A, B, C ve D) ayrılmıştır. Restorasyonlar ile metal analog arasındaki dikey marjinal aralık, optik bir mikroskopla dört spesifik alanda (bukkal, distal, lingual, mezial) ölçülerek değerlendirilmiştir. İstatistiksel analiz ANOVA ve çoklu karşılaştırma t testi kullanılarak yapılmıştır. Sonuç olarak, A, B, C ve D grupları için ortalama dikey marjinal aralık sırasıyla $95\mu\text{m}$, $136\mu\text{m}$, $128\mu\text{m}$ ve $104\mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür. Her yüzeydeki dikey marjinal aralık dört grup arasında karşılaştırılmıştır. Her dört grupta da bukkal yüzeyde ($p < 0.0001$) ve distal yüzeyde ($p < 0.005$) dikey marjinal aralıkta anlamlı fark bulunmuştur. Lingual ve mezial yüzeylerde gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$)¹⁰⁸.

Bizim çalışmamızda, diğer değişkenlerden bağımsız olarak, sadece materyaller arası yüzeylerin karşılaştırmasına bakıldığında, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Ölçü yöntemlerine göre yüzeylerin birbiri ile karşılaştırılmasına bakıldığında, tüm yüzeylerde dijital ve geleneksel yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü yöntemi grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemi grubuna göre daha fazladır. Yüzeylerde ayrı ayrı, her bir materyalde dijital ve geleneksel ölçü yöntemi karşılaştırıldığında; bukkal ve distal yüzeylerde tüm materyallerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Mezial yüzeyde, Cerasmart materyalinde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır. Palatinal yüzeyde, Prettau materyali dışında diğer tüm materyallerde dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.

Suarez ve ark. tarafından yapılan çalışmanın amacı, posterior sabit protezlerde, monolitik ve zirkonya altyapılı seramikler ile metal-seramik restorasyonların marjinal uyumunu karşılaştırmaktır. Posterior sabit protezleri temsil etmesi için otuz adet çelik analog hazırlanmıştır. Örnekler, metal-seramik, zirkonya altyapılı ve monolitik zirkonya olmak üzere üç gruba ayrılarak, cam iyonomer siman ile simante edilmiştir. Marjinal aralık ölçümleri için 500x büyütülmeli bir taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmıştır. Her iki zirkonya grubu benzer dikey marjinal aralıklar göstermiştir ve gruplar arasında marjinal aralıkta anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p=0.661$)¹⁰⁹.

Bizim çalışmamızda polimetikmetakrilat (PMMA) bloklardan kazınan analoglar kullanılmıştır. PMMA materyali, başlangıçta seramik ve metal restorasyonlara alternatif olarak geliştirilmiş, günümüzde sıklıkla CAD / CAM geçici restoratif materyali olarak kullanılmaktadır. Homojen yapısı, dayanıklı olması, frezelemeden önce yüksek sıcaklık ve basınçta standart parametreler altında polimerize edilmesi, bu sebeple polimerizasyon büzülmemesine uğramaması avantajları arasındadır. Çalışmamızda analoglarda standardizasyonu sağlamak için, yapısal özelliklerindeki üstünlüklerinden dolayı PMMA materyali tercih edilmiştir¹¹⁰.

Dijital ölçü sistemleri hakkında birçok çalışma yapılmıştır, ancak sadece birkaçında GC Intraoral ve GC Aadvia Lab tarayıcı kullanılmıştır.

Geleneksel veya dijital olan ölçü materyali ve yönteminin, üretilen seramik kuronların marjinal uyumu açısından en doğru sonuçları üretmesi hala tartışmalıdır. Geleneksel ölçülerden üretilen seramik kuronlar için 1 - 161 μm arasında marjinal uyumsuzluk bildirilirken, dijital ölçülerden üretilen seramik kuronlar için tespit edilen marjinal uyumsuzluk 17 - 118 μm arasındadır. Bu değerler oldukça benzer ve mevcut yayınlarda belirtildiği şekilde kabul edilebilir aralıktadır. Farklı yazarlar 75, 100, 160 ve hatta 200 μm 'nin de kabul edilebilir aralıkta olacağını belirtse de, son zamanlarda, kabul edilebilir marjinal aralık değeri 120 μm 'ye kadar bir sınır olarak önerilmiştir. Yapılan bazı çalışmalar dijital iş akışının üstünlüğünü gösterirken, diğerleri geleneksel yöntemin dijital yöntemden daha iyi marjinal uyum sağladığını göstermektedir. Çelişkili bulguların bir nedeni, farklı dijital sistemlerin, marjinal uyum üzerinde farklılık göstermesi olabilir. Bu çalışmaların bulgularının genelleştirilebilirliği sınırlıdır ve mevcut yayınlarda geçerli ve anlamlı bilgiler sağlayabilecek in vivo çalışmalar sınırlıdır. Dahası, mevcut çalışmaların çoğunda örnek sayısı yetersizdir.

Panagiotis ve ark., tarafından yapılan bu çalışmanın amacı, mevcut yayınları sistematik olarak gözden geçirmek ve yapılan çalışmaların sonuçlarını, dijital veya geleneksel ölçü yöntemlerinden sonra yapılan seramik tek diş restorasyonlarının marjinal uyumu açısından değerlendirildiği bir meta-analizde bir araya getirmektir. 63 çalışmanın kayıtları taranarak, 12 çalışma bu meta-analize dahil edilmiştir. İn vitro çalışmalarda, geleneksel ölçülerden üretilen seramik restorasyonların marjinal uyumu ortalama değeri 58.9 μm iken, dijital ölçülerden üretilen seramik restorasyonların marjinal uyumu ortalama değeri 63.3 μm 'dir. İn vivo çalışmalarda, dijital ölçülerden üretilen seramik restorasyonların marjinal uyumu ortalama değeri 56.1 μm iken, geleneksel ölçülerden üretilen seramik restorasyonların marjinal uyumu ortalama değeri 79.2 μm 'dir. Bu sonuçlar, çalışmanın bulgularıyla birlikte, dijital iş akışının yalnızca klinik kabul edilebilirlik standartlarını aşmadığını, aynı zamanda geleneksel ölçü materyallerine yakın sonuçlar verdiğini göstermektedir. Mevcut analizlerin sonuçlarına göre, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri ile üretilen tek üye seramik restorasyonların marjinal uyumu açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Hem dijital iş akışı hem de geleneksel yöntem, tek üye seramik restorasyonların klinik olarak kabul edilebilir üretimini sağlamaktadır¹¹¹.

Sakornwimon ve ark., tarafından yapılan bir çalışmada, tek molar kuron endikasyonu olan on altı katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. Diş preparasyonunun hazırlanmasının ardından intraoral tarayıcı ile dijital ölçü, PVS ile geleneksel ölçü alınmıştır. Geleneksel ölçü, PVS ölçü materyali (Express XT Putty Soft, Express XT Light Body; 3M ESPE) ile tek aşamalı/çift karıştırma ölçü yöntemi ile alınmıştır. Alınan tüm ölçülerden, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim ile monolitik zirkonya kuronlar (Lava Plus High Translucency Zirconia; 3M ESPE) üretilmiştir. Kuronlar intraoral olarak değerlendirilip, stereomikroskopta silikon replikaların marjinal aralığı ölçülmüştür. PVS grubu ile dijital ölçü grubu arasında marjinal aralık açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$)¹¹². Bizim çalışmamızda da geleneksel ölçü yönteminde PVS ölçü materyali ile ölçüsü alınan örneklerde tek aşamalı/çift karıştırma ölçü yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışmada silikon replika tekniğinde kullanılan silikon ölçü materyalinin, boyutsal stabilitesinin değişikliğe uğraması sonucu, marjinal aralık ölçümleri üzerinde olumsuz etkileri olabilmektedir. Ayrıca, yazarları tarafından belirtildiği gibi, silikon replika tekniği, doğrudan marjinal aralık ölçüm tekniklerinin aksine, marjinal aralık ölçümlerinin sınırlı yerlerde yapılmasına izin verir. Yapılan bu çalışmada dijital ve geleneksel ölçü gruplarının marjinal aralık sonuçları arasında anlamlı fark bulunmamasının sebebi, ölçüm yöntemi olarak silikon replika tekniğinin hassasiyetinin 3 boyutlu karşılaştırma yöntemi kadar yüksek olmaması olarak gösterilebilir. 3 boyutlu karşılaştırma yöntemi ile marjinal aralık ölçümü yaptığımız çalışmamızda, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Dijital ölçü yöntemi grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre daha fazladır¹¹².

Tartuk ve ark. tarafından yapılan çalışmada, geleneksel ve dijital ölçü yöntemleri ile 3 farklı materyalden üretilen molar kuronların, internal uyumu karşılaştırılmıştır. Plastik maksiller birinci molar diş prepare edilerek, bu modelden dijital ve geleneksel ölçü tekniği ile ölçü alınmıştır. Zirkonyum, yüksek dirençli polimer, hibrit seramik olmak üzere 3 farklı materyalden kuronlar üretilmiştir. Marjinal aralık ölçümleri, silikon replika tekniği ile, ışık mikroskopunda yapılmıştır. Zirkonyum materyali ile üretilen grup için, geleneksel ölçü yöntemi ile üretilen kuronların internal aralık değerleri (GZ: 102,22 μm), dijital ölçü yöntemi ile üretilen kuronların internal aralık değerlerinden (DC: 98,65 μm) yüksek bulunmuştur. Dijital ve geleneksel ölçü yöntemlerinin, internal aralık değerleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır¹¹³.

Bizim çalışmamızda, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun internal hacim değeri geleneksel ölçü yöntemine göre daha fazladır. Bu farkın sebepleri arasında; bizim çalışmamızda kullanılan marjinal aralık ölçüm yönteminin, bu çalışmada kullanılan marjinal aralık ölçüm yönteminden daha hassas ölçümler yaparak sonuç vermesi, kullanılan zirkonyum ve hibrit materyallerin bu çalışmada kullanılan materyalden daha güncel ve henüz üzerinde yeterli çalışma yapılmamış materyaller olması, gösterilebilir¹¹³.

Çalışmamızda hibrit seramik – Cerasmart, lösit ile güçlendirilmiş cam seramik - Initial LRF Block, tam anatomik işlenebilen ya da tabakalama yapılabilen zirkonya - Zirconia Prettau ve tabakalama yapılabilen zirkonya - ICE Zircon bloklar kullanılmıştır.

Hibrit seramikler, seramiğin yüksek dayanıklılık avantajı ile kompozitin esneklik ve estetik avantajlarını birleştirmeyi hedeflemiştir. Hibrit seramiklerin dezavantajları, esnemeye karşı dirençleri zirkonya ve lityum disilikat seramiklerden daha düşüktür. Yeni geliştirilen materyaller oldukları için yeterli çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızın amaçlarından biri de konu ile ilgili yeterli olmayan çalışmaları desteklemek ve bu alandaki açığı kapatmaktır.

Hibrit seramikler arasında; elastiklik modülü, kırılma dayanıklılığı, Vickers sertlik derecesi gibi mekanik özellikleri en yüksek değerlerde olan CAD/CAM bloğu olması nedeniyle Cerasmart tercih edilmiştir¹¹⁴. Cerasmart (GC, Leuven, Belçika), nanoseramik matriks ve nanoseramik dolduruculardan oluşmuş, önceden sertleştirilmiş kompozit bloklardır. Ağırlıkça %71 silika ve baryum cam nanopartikülleri içerir¹¹⁵.

Cerasmart'ın diğer hibrit seramiklerden daha yüksek kırılma tokluğu değerleri, dolgu maddelerinin (zirkonyum-silikat) tipindeki farkla açıklanabilir, materyale daha fazla tokluk kazandırır ve çatlak ilerlemesine karşı daha dayanıklı hale getirir. Önceki çalışmalar materyallerin mekanik özelliklerini işlenebilirlik/kazınabilirlik ile ilişkilendirmektedir. Düşük sertlik ve elastiklik modülünün, kazınma sırasında daha fazla materyal çıkarılmasıyla sonuçlandığı gösterilmiştir. Bunun aksine, diğer çalışmalar daha az kırılğan materyallerin, daha düşük chipping/kenar atmasına ve daha iyi işlenebilirliğe sahip olduğunu bildirmiştir¹¹⁵.

Goujat ve ark. tarafından yapılan çalışmada, bir PICN materyali (Vita Enamic), 2 kompozit reçine nanoseramiği (Lava Ultimate; 3M ESPE ve Cerasmart; GC Dental) ve bir lityum disilikat cam seramik (IPS e.max CAD) materyallerinin mekanik özellikleri ve internal

uyumları değerlendirilmiştir. 60 adet çekilmiş mandibular dişte ($n = 15$) aynı kaviteler hazırlanmıştır. Kaviteler optik tarayıcı ile taranmış ve meziyokluzodistal inleyler, 4 farklı materyalden CEREC Inlab frezeleme cihazında kazınmıştır. Replika tekniği ve stereomikroskop (20X) kullanılarak, internal uyumunu ölçmek için 9 noktadan ölçüm yapılmıştır. İnternal aralık değerleri ortalamaları, Lava Ultimate ($186 \mu\text{m}$) için anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. IPS e.max CAD ($151 \mu\text{m}$), Cerasmart ($151 \mu\text{m}$), Vita Enamic ($165 \mu\text{m}$) olarak bulunmuştur¹¹⁵.

Bizim çalışmamızın sonuçlarını değerlendirdiğimizde; dijital ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Prettau-Cerasmart ve Prettau-Zirkon materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Prettau materyalinin marjinal aralığı (98nm) Zirkon ($122 \mu\text{m}$) ve Cerasmart'a ($119 \mu\text{m}$) göre düşüktür.

Hibrit materyallerde, plastik deformasyona aktarılan enerjinin diğer materyallerden (zirkonya) çok daha fazla olduğu gösterilmiştir. Kırılma enerjisini plastik deformasyonla absorbe etme kabiliyeti, bu materyallerin beklenmedik performansını açıklamak için kullanılmıştır. Bununla birlikte, bu yüksek deforme olma özelliğinin klinik uygulamalarda uzun vadede sorunlara neden olabilir. Anlamlı bir klinik veri henüz mevcut olmadığından bu soru cevapsız kalmıştır¹¹⁶.

Bizim çalışmamızın sonuçlarında, dijital ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Prettau-Cerasmart materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Prettau materyalinin marjinal aralığı ($98 \mu\text{m}$) Cerasmart'a ($119 \mu\text{m}$) göre düşüktür.

Geleneksel ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Initial-Zirkon, Cerasmart-Zirkon, Prettau-Cerasmart ve Prettau-Initial materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Zirkon materyalinin marjinal aralığı Initial ve Cerasmart'a göre düşüktür. Prettau materyalinin marjinal aralığı Initial ve Cerasmart'a göre daha düşüktür. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde zirkonya materyallerinin marjinal aralığı hibrit seramik ve lösitle güçlendirilmiş cam seramiklerden daha az bulunmuştur. Marjinal aralıktaki farklılığın sebebi, bu materyallerdeki plastik deformasyonun, zirkonyadan fazla olması, bunun da frezeleme cihazının frezeleme hassasiyetini etkilemesi olarak açıklanabilir.

Lawson ve ark. tarafından yapılan çalışmada, lityum disilikat (e.max CAD), lityum silikat/zirkonya (Celtra Duo) ve 3 rezin kompozit seramik (Cerasmart, Lava Ultimate, Paradigm MZ100), ve polimer infiltre seramik (Enamic) materyalin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Eğilme dayanımı testinin sonuçları, polimer-seramik hibrit materyallerin hiçbirinin lityum disilikat (e.max CAD) ile istatistiksel olarak karşılaştırılabilir bir mukavemet sağlayamadığını göstermiştir. Yeni hibrit materyallerin hiçbirinin, bu materyallerin posterior kuronlar için uygun olup olmadığını sorusunu ortaya çıkaran, ölçütün genel olarak bildirilen bükülme mukavemetine (e.max CAD) ulaşmadığı konusunda hemfikiridir¹¹⁷.

Bizim çalışmamızda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Bu farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için materyaller arası ikili karşılaştırma testi Mann-Whitney u testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlanmıştır. Buna göre; Prettau-Cerasmart ve Zirkon-Cerasmart materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Cerasmart materyalinin marjinal aralığı diğer materyallere göre daha yüksektir. Bu farklılığın sebebi, bu çalışmada materyallerin mekanik özelliklerinde belirtildiği gibi, zirkonya ile hibrit seramik arasındaki eğilme dayanımı değerlerinin farklılığı ile açıklanabilir.

Mikro-sertlik testi sonuçları, kompozit reçine materyallerinin, cam seramik materyallerden (örneğin, CAD ve Celtra Duo) daha yumuşak olduğunu göstermiştir. Materyallerin sertliği, frezeleme işleminin kolaylığına katkıda bulunur. Frezeleme esnasındaki frez aşınması, Enamic, Lava Ultimate ve porselen (Mark II, Vita) ile ölçülmüştür. Mark II'nin frezelenmesi, frezde Enamic ve Lava Ultimate'den daha fazla hasara yol açmıştır. Bu durum, klinisyenler ve teknisyenlerin bu yumuşak materyalleri kullanırken frezlerin daha uzun bir ömürlü kullanılabileceğini gösteriyor. Ek olarak, materyalin frezelenmesi daha az güç gerektiriyorsa, bilgisayar destekli frezeleme cihazları döngüleri hızlandırılabilir¹¹⁷.

Bizim çalışmamızda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Bu farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için materyaller arası ikili karşılaştırma testi Mann-Whitney u testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlanmıştır. Buna göre; Initial-Cerasmart materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Cerasmart materyalinin marjinal aralığı Initial'a göre daha yüksektir. Kompozit reçine materyallerin (Cerasmart) mikro-sertliği, cam seramik materyallerden (Initial) daha yumuşak olduğu, bunun da materyallerin frezelenme hassasiyeti etkileyerek, marjinal uyumu

etkilediği çalışmamızda gösterilmiştir. Çalışmamızın sonuçları, bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Stawarczyk ve ark., tarafından yapılan, güncel CAD/CAM bloklarının mekanik ve optik özelliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, CAD / CAM kompozitlerinin cam seramiklere kıyasla, düşük materyal aşınma direnci gösterdiği bulunmuştur. Bu nedenle, CAD / CAM kompozitlerinin ve cam seramiklerin aşınma direncinin benzer olduğu hipotezi, reddedilmiştir. Bununla birlikte, CAD / CAM kompozitleri arasındaki mekanik farkların, blokların polimerizasyon tipi ile açıklanabileceği belirtilmiştir. Üretici firmalar tarafından güncel CAD / CAM kompozitlerinin bileşimi ile ilgili verilen bilgilerin kısıtlı olması nedeniyle, konunun başka çalışmalar ile desteklenmesi gerektiği bildirilmiştir¹¹⁸.

Bizim çalışmamızda, Initial-Cerasmart materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Cerasmart materyalinin marjinal aralığı Initial'a göre daha yüksektir. Kompozit reçine materyallerin (Cerasmart) aşınma direnci, cam seramik materyallerden (Initial) daha düşük olduğundan, bu durum materyallerin frezelenme hassasiyeti etkileyerek, marjinal uyumu etkilediği çalışmamızda gösterilmiştir. Çalışmamızın sonuçları, bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Goujat ve ark., tarafından yapılan çalışmada, restoratif CAD-CAM materyali türü, restorasyonun marjinal ve internal adaptasyonunu üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Düşük sertlik ve elastiklik modülünün frezeleme sırasında daha fazla materyalin çıkarılmasıyla sonuçlandığı gösterilmiştir. Tersine, daha az kırılğan materyallerin daha düşük kenar kırılmalarına (chipping), daha iyi işlenebilirliğe ve daha iyi adaptasyona sahip olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur¹¹⁹. Frezeleme cihazının türü ve çalışma prensibinin, mikro yapıya ve materyalin bileşimine göre marjinal ve internal adaptasyona etkisi daha fazla araştırılmalıdır. Frezeleme cihazının türü, özellikle restorasyon karmaşık bir şekle, derin oluk bölgelerine ve iç açılara sahipse adaptasyon sonuçlarını etkileyebilmektedir. Aynı tarama sistemi ve aynı CAD yazılımıyla 2 farklı freze ünitesi karşılaştırıldığında, 4 eksenli freze üniteleri, 5 eksenli freze ünitelerine göre marjinal ve internal aralıkta daha düşük bir uyum sağlar. 5 eksenli bir ünite ile dik duvarlar, dar açılı preparasyonlar ve andırkatlar farklı yönlerden kazınabilir. Freze ünitesinin frez büyüklüğü ve şekli restorasyonun adaptasyonunu etkileyebilir¹¹⁹.

Çalışmamızda, ölçü yöntemleri ve siman türlerinden bağımsız olarak 4 farklı materyal birbiri ile karşılaştırıldığında, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Cerasmart materyalinin marjinal aralığı diğer materyallere göre daha yüksektir. Prettau-Cerasmart ($81 - 113 \mu\text{m}$), Zirkon-Cerasmart ($89 - 113 \mu\text{m}$) ve Initial-Cerasmart ($96 - 113 \mu\text{m}$) materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur.

Bu farklılığın sebebi olarak yapılan diğer çalışmalarda kullanılan frezeleme cihazlarının çoğunlukla CEREC Inlab olmak üzere, farklı frezeleme cihazları kullanılması, Zirkonzahn Milling Machine kullanılmamış olması gösterilebilir. Çalışmamızda tüm örnekler Zirkonzahn Milling Machine kullanılarak kazanmıştır. Prettau ve Zirkon gruplarının marjinal ve internal aralıklarının Initial ve Cerasmart gruplarına göre daha düşük bulunması, aynı üretici firmaya sahip frezeleme cihazında kazanması olarak açıklanabilir.

Dolev ve ark., tarafından yapılan çalışmada, 30 prefabrike akrilik diş 2 gruba ayrılmıştır. 15'i CEREC Omnicam intraoral tarayıcı ile taranıp, kuronlar IPS e.max CAD bloklarından CEREC MC XL frezeleme ünitesinde üretilmiştir. 15'i bir dental laboratuvarına gönderilerek, sıcak pres tekniği kullanılarak IPS e.max pres bloklardan lityum disilikat kuronlar üretilmiştir. Kuronlar self-adeziv reçine siman ile (Rely X U-200; 3M ESPE) simante edilmiştir. Simantasyon sırasında 3 dakika süre ile parmak basıncı uygulanmıştır. Simante edilen örnekler akrilik reçine içine gömülerek 4 kesit alınmıştır (Izomet Plus kesme cihazı; Buehler). Her kuron için alınan kesitler ışık mikroskobu ile ölçülmüştür. Sonuç olarak, intraoral tarayıcı ile taranıp frezeleme cihazında kazınan grubun marjinal aralık ölçümlerinin ortalama değerleri $115 \mu\text{m}$, sıcak pres tekniği kullanılan grup için $130 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. Tek yönlü ANOVA, marjinal uyumla, fabrikasyon yöntemleri arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur ($p > 0.05$). Monolitik lityum disilikat kuronlar üretmek için, hem CAD-CAM hem de sıcak presleme teknikleri, klinik olarak kabul edilebilir marjinal aralık içinde $120 \mu\text{m}$ 'den daha düşük sonuçlar göstermiştir¹²⁰.

Bizim çalışmamızda, üretim yöntemlerinin marjinal aralık sonuçları üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı bilgisi doğrultusunda, farklı monolitik kuron grupları farklı ölçü yöntemleriyle fakat tümü aynı üretim yöntemi ile üretilerek marjinal ve internal uyumları karşılaştırılmıştır. Çalışmamızda intraoral tarayıcı ile ölçüsü alınıp, frezeleme cihazından üretilen 'Dijital ölçü grubu' marjinal aralık sonuçlarımız ($111 \mu\text{m}$) bu çalışmanın dijital ölçü grubu marjinal aralık sonuçları ile ($115 \mu\text{m}$) paralellik göstermektedir.

Yapılan çalışmada tüm örnekler parmak basıncı ile simante edilmiştir. Çalışmamızda, bu çalışmanın simantasyon protokolü uygulamasına ek olarak, standardizasyonu sağlamak amacıyla, örnekler simantasyon aşamasında sabit kuvvet uygulanması için 50 N ($\approx$ 5 kg) statik kuvvet uygulayan ağırlık düzeneği kullanılmıştır. Tüm örnekler simantasyon aşamaları tamamlandıktan sonra bu düzeneğe konularak, toplamda 4 dakika olmak üzere LED ışık uygulanmıştır¹²⁰.

Syrek ve ark., tarafından yapılan çalışmada, intraoral dijital ölçülerden üretilen tam seramik kuronların, silikon ölçü materyallerinden üretilen tam seramik kuronlar ile marjinal uyumunun karşılaştırılması amaçlanmıştır. Yapılan klinik çalışmada, yirmi hastanın molar ve premolar dişlerine tam seramik kuron preparasyonu yapıldıktan sonra, 10 adet ölçü Lava Chairside Oral Scanner (Lava C.O.S.) ile diğer 10 adet ölçü iki aşamalı silikon ölçü ile alınarak, Lava bloklardan kuronlar üretilmiştir. Kuronların ağız içindeki marjinal uyumunu değerlendirmek için silikon replika tekniği kullanılmıştır. Silikon replika tekniğinden elde edilen kesitler stereomikroskopta değerlendirilmiştir. Geleneksel ölçü grubundaki marjinal aralık ortalama değeri 71 μ m, dijital ölçü grubundaki marjinal aralık ortalama değeri 49 μ m olarak bulunmuştur. Mann-Whitney testi gruplar arasında anlamlı bir fark göstermiştir ($p<0.05$). Yapılan çalışmada, 4 farklı yüzeyden (bukkal, lingual, mezial, distal) 3'er nokta olmak üzere toplamda 12 noktadan marjinal aralık ölçümü yapılmıştır. Bizim çalışmamızda da bu ölçüm noktaları kullanılmıştır¹²¹.

Ölçü materyali ve tekniğinin yanı sıra, ölçü kalitesini etkileyen birçok klinik faktör vardır, bunlar arasında; preparasyonun bitiş çizgisinin konumu, periodontal sağlık, ölçü alınırken sulkusta kanama olması, tükürük akış hızı ve hastanın uyumu gibi faktörler bulunmaktadır. Ek olarak, ölçü bir intraoral tarayıcı vasıtasıyla alınırsa, tarayıcı başlığının ağız içinde erişilebilirliği, ölçünün başarısı için kritik hale gelir. Erişilebilirlik, özellikle kısıtlı açıklığı olan hastaların retromolar bölgesinde veya mandibulada yükselen bir ramusta bulunan bir moların bukkal yüzeyinde sınırlı olabilir. Klinik çalışmada, kuronların marjinal uyumunun değerlendirilmesinin, in vitro bir çalışmaya kıyasla daha zor olması, bu çalışmanın dezavantajları arasındadır. Çalışmanın limitasyonlarından bir diğeri, çalışmanın ağız içinde yapılmasına bağlı olarak, silikon replika tekniği esnasında silikon ölçü alma işleminin, maksimum parmak basıncı ile yapılması, bu nedenle de standardizasyonun sağlanamamasıdır. Kısıtlı ağız açıklığı bulunan bölgelerde, silikon replika işleminin etkili uygulanması, ark üzerinde farklı bölgelerde bulunan kuronlara eşit parmak basıncı ile silikon replika

uygulaması yapılamamasıdır. Diğer bir limitasyonu, kullanılan silikon materyalinin polimerizasyon büzülmesinin, ölçüm sonuçlarını etkileyebilmesidir¹²¹.

Standardizasyonu sağlanamayan bu sebepler, ölçüm sonuçlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Yaptığımız in-vitro çalışmada tüm örnekler 50 N (≈ 5 kg) statik kuvvet uygulayan ağırlık düzeneğine yerleştirilmiş ve simantasyonları bu düzeneğin içindeyken tamamlanmıştır. Çalışmamızda ayrıca, polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak sonuçları etkileyebilecek silikon replika tekniği kullanılmamış, Geomagic Control X (3D Systems, NC, USA) ve Autodesk Powershape yazılımları kullanılarak, 3 boyutlu görüntü çakıştırması yapılmıştır.

Klinik olarak kabul edilebilir olan marjinal aralık değeri için herhangi bir fikir birliğine varılamamıştır. Bazı yazarlar marjinal aralık değerinin 100 μm 'den daha az olmasını önermişlerdir, ancak diğerleri 120 μm 'den daha düşük bir boşluğun uygun bir eşik değeri olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmaların çoğu, bu aralıktaki marjinal boşluk değerlerini bildirmişlerdir (<120 μm). İnternal aralık için, 70 μm ila 120 μm arasındaki değerler önerilmiştir. Çalışmalar, reçine siman için en uygun internal aralığın 50 μm ila 100 μm arasında olduğunu bildirmiştir. Marjinal / internal uyumu değerlendirmek için 2 boyutlu analizler yapılabilir, ancak 2 boyutlu analizler ile sınırlı sayıda ölçüm noktası ve kesit elde etmek mümkündür. Bu nedenle, sonuçlar restorasyonun tamamının uyumunu temsil etmeyebilir. Mikrobilgisayarlı tomografi ve üçlü tarama protokolü olarak 3D analizi, marjinal ve internal uyumu değerlendirmek için kullanılabilir. Bu 2 teknik, 2 boyutlu ölçümle elde edilemeyen çoklu nokta ölçümleri sağlar. Geçerliliği ve güvenilirliği yüksek olan üçlü tarama protokolü, son zamanlarda yapılan çalışmalarda sıklıkla tercih edilmektedir¹¹⁹.

Bizim çalışmamızda da son yıllarda yapılan marjinal ve internal aralık ölçümü çalışmalarında çoğunlukla tercih edilen üçlü tarama protokolü uygulanmıştır. Çalışmamızda 3D tarama cihazı olarak Solutionix C500 (Solutionix, Seoul, Korea) kullanılmıştır.

Demir ve ark., tarafından yapılan çalışmada, 2 farklı basamak tipine (shoulder ve chamfer) sahip premolar diş, 3 farklı tam seramik (Vitablocs Mark II, Vita In Ceram 2000 AL ve IPS e-Max Press) ile restore edilmiştir. Geleneksel ölçü yöntemi kullanılmıştır. Multilink Automix rezin ile simante edilen kuronların, internal ve marjinal uyumları, Mikro-BT tekniği ile ölçülerek hacim ve uzunluk değerleri elde edilmiştir¹²².

İnternal ve marjinal uyumların, hacim ve uzunluk açısından değerlendirilmesi için, simantasyondan önce ve simantasyondan sonra, Mikro-BT tekniği ile 4 farklı yönde (Sagittal Bukkal, Sagittal Lingual, Koronal Mezial, Koronal Distal) kesit alınarak 3 boyutlu olarak değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışmada, preparasyonun basamağının dişin proksimal yüzeyine doğru dönüş yaptığı en üst sınır ile restorasyonun internal okluzal en üst sınırı arasındaki çalışma aralığı internal aralık hacmi olarak belirlendi. Preparasyon basamağının alt sınırı ile preparasyonun basamağının dişin proksimal yüzeyine doğru dönüş yaptığı en üst sınır arasındaki çalışma aralığı, marjinal aralık hacmi olarak belirlendi. Bizim çalışmamızda marjinal aralık uzunluk olarak değerlendirilmiş olup, internal aralık hacmi için, bu çalışmada 2 ayrı hacim değeri olarak değerlendirilen internal alan tek bir hacim alanı olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle bu çalışma ile sonuçları karşılaştırırken, 2 ayrı hacim alanı olarak adlandırılan alanların toplamının alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Simantasyon öncesi internal ve marjinal hacim değerleri toplamı; shoulder basamak/Vitablocs Mark II için ($10,26 + 0,83 = 11,09 \text{ mm}^3$), shoulder basamak/Vita In Ceram 2000 AL için ($10,37 + 1,07 = 11,44 \text{ mm}^3$), shoulder basamak/IPS e-Max Press için, ($8,18 + 1,83 = 10,01 \text{ mm}^3$), chamfer basamak/Vitablocs Mark II için ($14,40 + 1,37 = 15,77 \text{ mm}^3$), chamfer basamak/Vita In Ceram 2000 AL için ($11,30 + 2,63 = 13,93 \text{ mm}^3$), chamfer basamak/IPS e-Max Press için, ($9,46 + 1,80 = 11,26 \text{ mm}^3$) şeklindedir. Simantasyon sonrası internal ve marjinal hacim değerleri toplamı; shoulder basamak/Vitablocs Mark II için ($10,32 + 2,20 = 12,52 \text{ mm}^3$), shoulder basamak/Vita In Ceram 2000 AL için ($11,89 + 2,99 = 14,88 \text{ mm}^3$), shoulder basamak/IPS e-Max Press için, ($11,31 + 3,81 = 15,12 \text{ mm}^3$), chamfer basamak/Vitablocs Mark II için ($13,28 + 3,02 = 16,3 \text{ mm}^3$), chamfer basamak/Vita In Ceram 2000 AL için ($12,17 + 3,52 = 15,69 \text{ mm}^3$), chamfer basamak/IPS e-Max Press için, ($10,06 + 3,95 = 14,01 \text{ mm}^3$) şeklindedir¹²².

Bizim çalışmamızda simantasyondan sonra ölçülen internal aralık hacim değerleri ortalamaları, Prettau grubu için $20,27 \text{ mm}^3$, Cerasmart grubu için $23,60 \text{ mm}^3$, Initial grubu için $23,91 \text{ mm}^3$, Zirkon grubu için $19,14 \text{ mm}^3$ olmak üzere, geleneksel ölçü grubu için ortalama $21,73 \text{ mm}^3$ şeklindedir. Yapılan çalışmanın sonuçlarının internal aralık hacim değerleri ile karşılaştırıldığında arasındaki fark; çalışmamızda daha önce değerlendirilmemiş güncel monolitik bloklar üzerinde araştırma yapılması olarak açıklanabilir. Güncel materyaller, bu konu ile ilgili daha çeşitli ve kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duymaktadır.

Kim ve ark. tarafından yapılan çalışmada, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri ile üretilen lityum disilikat kuronların marjinal ve internal uyumlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bir mandibular birinci molar diş lityum disilikat kuron restorasyonu için prepare edilmiştir. 20 adet polimetil metakrilat (PMMA) reçine blok frezeleme cihazında kazınarak analoglar hazırlanmıştır. CS3500 (Carestream Dental) intraoral dijital tarayıcı, Trios (3Shape) intraoral dijital tarayıcı, Ceramill Map400 (Amann Girrbach) ekstraoral dijital tarayıcı ve kontrol grubu olarak sıcak pres grubu olmak üzere 4 grup oluşturulmuştur. Tüm lityum disilikat kuronlar (IPS e.max CAD Ivoclar Vivadent AG) Ceramill Motion2 5 eksenli frezeleme cihazı ile kazınarak imal edilmiştir. Lityum disilikat kuronlar parmak basıncı altında çinko fosfat siman ile simante edilmiştir. Marjinal ve internal aralık değerleri mikro bilgisayarlı tomografi (SkyScan1172) kullanılarak ölçülmüştür. CS3500 grubu lityum disilikat kuronların ortalama marjinal aralıkları $129.6 \mu\text{m}$, Ceramill Map400 grubu $207.8 \mu\text{m}$, Trios grubu $200.9 \mu\text{m}$ ve sıcak pres grubu için $176.1 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür. CS3500 için internal aralık hacimleri 25.3 mm^3 , Trios için 40.7 mm^3 , Ceramill Map400 için 29.1 mm^3 ve sıcak pres tekniği için 31.4 mm^3 olarak ölçülmüştür. CS3500 grubu diğer 3 gruptan anlamlı olarak daha iyi bir marjinal uyum ve Trios grubundan daha az bir internal uyum göstermiştir ($p<0,05$). 2 intraoral dijital tarayıcı kullanılarak üretilen IPS e.max CAD kuronların arasında anlamlı farklar bulunurken, ekstraoral dijital tarayıcıdan üretilen IPS e.max CAD kuronları ve sıcak pres tekniği kullanılarak üretilen IPS e.max Press kuronları arasında anlamlı fark bulunmamıştır¹²³.

Yapılan çalışmanın bizim çalışmamız ile benzer olduğu alanlar, analog seçiminde PMMA materyalinin kullanılması, intraoral ve ekstraoral tarama cihazlarının tam seramik kuronların marjinal ve internal aralıklarının karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmanın bir limitasyonu, kuronların simantasyonu esnasında parmak basıncı uygulanmasıdır. Çalışmamızda, standardizasyonu sağlamak amacıyla, örneklerle simantasyon aşamasında sabit kuvvet uygulanması için 50 N ($\approx 5 \text{ kg}$) statik kuvvet uygulayan ağırlık düzeneği kullanılmıştır.

Çalışmamızda bulunan internal aralık hacim değerleri ortalamaları, Prettau grubu için $20,27 \text{ mm}^3$, Cerasmart grubu için $23,60 \text{ mm}^3$, Initial grubu için $23,91 \text{ mm}^3$, Zirkon grubu için $19,14 \text{ mm}^3$ olmak üzere, geleneksel ölçü grubu (ekstraoral dijital tarayıcı ile taranmış) için ortalama $21,73 \text{ mm}^3$ şeklindedir. Bu çalışmadaki, ekstraoral dijital tarayıcı grubu olan Ceramill Map400'ün internal aralık hacim değeri ortalaması (29.1 mm^3) ile yakın sonuçlar vermektedir.

Bizim çalışmamızda bulunan internal aralık hacim değerleri ortalamaları, Prettau grubu için 23,39 mm³, Cerasmart grubu için 29,46 mm³, Initial grubu için 26,05 mm³, Zirkon grubu için 28,37 mm³ olmak üzere, dijital ölçü grubu (intraoral dijital tarayıcı ile taranmış) için ortalama 26,82 mm³ şeklindedir. Bu çalışmadaki, intraoral dijital tarayıcı grubu olan CS3500'ün internal aralık hacim değeri ortalaması (25,3 mm³) ile yakın sonuçlar vermektedir. Bu çalışmadaki diğer bir intraoral dijital tarayıcı grubu olan Trios grubuna (40.7 mm³) daha düşük sonuçlar bulunmuştur. Çalışmadaki intraoral tarayıcı gruplarının farklı aralıkta sonuçlar vermesinin sebebi olarak, tarayıcıların çalışma prensipleri gösterilebilir. 3Shape tarafından 2011 yılında tanıtılan Trios, konfokal mikroskopi ile ultrafast optik tarama adı verilen bir teknoloji kullanmaktadır. Lens sistemi bir odak düzleminden diğerine taşınırken, zamana ve lokasyona bağlı aydınlatma düzeni dışlara yansıtılır. Bu çalışmada kullanılan diğer bir intraoral tarayıcı olan CS3500, 2013 yılında tanıtılmıştır. Triangulasyon ve yapılandırılmış ışık görüntüleme ile 3D sunumunu oluşturan temel teknolojiyi kullanmaktadır. CS3500 grubundan elde edilen marjinal uyum, diğer 3 gruptan daha iyi bulunmuştur¹²³.

Bizim çalışmamızda kullanılan intraoral tarayıcı GC Aadva IOS (GC Europe NV. Leuven) paralel konfokal görüntüleme teknolojisi kullanılmaktadır. Taranacak diş yüzeyleri pudra uygulamasına gerek duymaz, bu özelliği de sistemi daha hızlı ve kolay kullanılabilir kılar.

Anadioti ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, prepare edilmiş bir ana model diştten, 30 adet polivinil siloksan (PVS) ölçü ve Lava COS tarama cihazı ile 30 adet dijital ölçü alınmıştır. 30 adet lityum disilikatta (IPS e.max Press) kuron preslenerek, 30 adet lityum disilikat blok (IPS e.max CAD) E4D tarayıcı ve frezeleme cihazıyla frezelenerek üretilmiştir. Ana model ve kuronlar arasındaki internal aralığın ölçülmesi için, örnekler 3 boyutlu bir lazer koordinat ölçüm cihazı ile taranmıştır. STL formatında kaydedilen veriler, yazılım programında (Qualify 2012; Geomagic) karşılaştırılarak yüzeyler arasındaki internal aralık hesaplanmıştır. Sonuç olarak, Lava / pres grubunun internal aralığı (0.211 mm) diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p <0.001). PVS /pres grubu (0.111 mm), PVS / CAD CAM grubu (0.116 mm) ve Lava / CAD CAM grubu (0.145 mm) arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Dijital ölçü ve preslenmiş kuron kombinasyonu (Lava / pres) en düşük internal uyumu göstermiştir. Bizim çalışmamızda da, dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,05). Dijital ölçü grubunun internal hacim değeri (26,82 mm³) geleneksel ölçü yöntemine (21,73 mm³) göre daha fazladır. Yapılan bu çalışmanın limitasyonu, örneklere simantasyon aşamasının

uygulanmamasıdır. Örneklere simantasyon işlemi uygulandığında, simanın film kalınlığına bağlı olarak, marjinal ve internal aralık değerleri farklılık gösterebilmektedir. Bizim çalışmamızda, klinik uygulamalara da destek olması amacıyla, örnekler 2 farklı siman ile simante edilerek marjinal ve internal aralıkları değerlendirilmiştir¹²⁴.

Dijital ve geleneksel ölçü yöntemleriyle alınmış ölçülerle üretilen, farklı kimyasal içeriğe sahip güncel monolitik blokların, marjinal ve internal uyumlarının değerlendirilmesinin yanı sıra, farklı polimerizasyon tiplerine sahip reçine simanların da uyuma etkisinin incelendiği in- vitro çalışmamızdan elde edilen sonuçlar;

1. Kullanılan materyal ve siman türünden bağımsız olarak, dijital ölçü yöntemi grubunun marjinal ve internal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre daha fazladır. Dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$).
2. Her iki siman grubunda da (dual-cure ve light cure siman) dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazladır.
3. Dijital ölçü grubunda dual-cure siman grubunun marjinal aralığı light-cure siman grubuna göre istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Dual-cure siman grubunun marjinal aralığı ($121\ \mu\text{m}$) light-cure siman grubuna ($102\ \mu\text{m}$) göre daha fazladır.
4. Dijital ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Prettau-Cerasmart ($p=0,016$) ve Prettau-Zirkon ($p=0,006$) materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. En düşük marjinal aralık değeri Prettau materyalinde ($98\ \mu\text{m}$) bulunmuştur.
5. Geleneksel ölçü grubunda, materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Initial-Zirkon ($p=0,000$), Cerasmart-Zirkon ($p=0,000$), Prettau-Cerasmart ($p=0,000$) ve Prettau-Initial ($p=0,019$) materyalleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. En düşük marjinal aralık değeri Prettau materyalinde ($64\ \mu\text{m}$) bulunmuştur. En yüksek marjinal aralık değeri Cerasmart ($108\ \mu\text{m}$) materyalinde bulunmuştur.

6. Materyal türüne göre dual-cure, light-cure siman gruplarının internal aralık değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0,05$).
7. Ölçü yöntemine göre dual-cure ve light-cure siman grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunda light-cure siman grubunun internal hacmi (24 mm^3) dual-cure siman grubuna (29 mm^3) göre daha düşük bulunmuştur.
8. Marjinal aralığın yüzeylere göre (bukkal, palatinal, mezial, distal) değerlendirilmesi sonucu materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).
9. Tüm yüzeylerde ayrı ayrı bakıldığında; dijital ve geleneksel ölçü yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Dijital ölçü grubunun marjinal aralığı geleneksel ölçü yöntemine göre daha fazladır.

Çalışmamızın tüm sonuçları değerlendirildiğinde, geleneksel ölçü yönteminin, dijital ölçü yöntemine göre marjinal ve internal uyumda daha düşük sonuçlar verdiği bulunmuştur. Dual-cure siman grubunun marjinal ve internal aralık değeri, light-cure siman grubuna göre yüksek bulunmuştur. Farklı materyallerin marjinal ve internal uyumları arasında fark vardır. Çalışmamızda yer alan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olmasına rağmen, tüm grupların sonuçları klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.

Bu bilgiler doğrultusunda monolitik restorasyonlarda en düşük marjinal ve internal aralık değeri için; geleneksel ölçü yöntemi, zirkonya içerikli materyal ve light-cure siman kullanımı göz önünde bulundurulmalıdır.

Güncel seramik ve seramik benzeri materyallerin ve siman türlerinin değerlendirilmesi için, çalışmamızın sonuçları, uzun süreli klinik çalışmalarla desteklenmelidir.



KAYNAKLAR

1. Grohmann, P., Bindl, A., Hämmerle, C., Mehl, A., & Sailer, I. (2015). Three-unit posterior zirconia-ceramic fixed dental prostheses (FDPs) veneered with layered and milled (CAD-on) veneering ceramics: 1-year follow-up of a randomized controlled clinical t.
2. Al-Amleh, B., Lyons, K., & Swain, M. (2010). Clinical trials in zirconia: a systematic review. *Journal of oral rehabilitation*, 37(8), 641-652.
3. Mahmood, D. J. H., Linderöth, E. H., Wennerberg, A., & Von Steyern, P. V. (2016). Influence of core design, production technique, and material selection on fracture behavior of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal fixed dental prostheses prod.
4. Schmitter, M., Mueller, D., & Rues, S. (2012). Chipping behaviour of all-ceramic crowns with zirconia framework and CAD/CAM manufactured veneer. *Journal of dentistry*, 40(2), 154-162.
5. Zhang, Y., Lee, J. J. W., Srikanth, R., & Lawn, B. R. (2013). Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. *Dental materials*, 29(12), 1201-1208.
6. Triwatana, P., Nagaviroj, N., & Tulapornchai, C. (2012). Clinical performance and failures of zirconia-based fixed partial dentures: a review literature. *The journal of advanced prosthodontics*, 4(2), 76-83.
7. Batson, E. R., Cooper, L. F., Duqum, I., & Mendonça, G. (2014). Clinical outcomes of three different crown systems with CAD/CAM technology. *The Journal of prosthetic dentistry*, 112(4), 770-777.
8. Oden A, Andersson M, Krystek-Ondracek I, Magnusson D. (1998) Five-year clinical evaluation of Procera AllCeram crowns. *J Prosthet Dent*; 80: 450-456.
9. Çağlar, İ., Yeşil Duymuş, Z., Sabit, A. (2015). Diş hekimliğinde kullanılan ölçü sistemlerinde güncel yaklaşımlar: Dijital ölçü, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 135-140.
10. Hatrick, C.D., Eakle, W.S., Bird, W.F. (2003). *Dental Materials: Clinical Applications for Dental Assistants and Dental Hygienists*. Elsevier (USA).

11. Gracis, S., Thompson, V. P., Ferencz, J. L., Silva, N. R., & Bonfante, E. A. (2015). A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of prosthodontics*, 28(3).
12. McLean JW, Hughes TH. (1965) The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. *Brit Dent J*;119:251–267.
13. Helvey GA. (2014) Classifying dental ceramics: Numerous materials and formulations available for indirect restorations. *Compend Contin Educ Dent*;35:38–43.
14. Anusavice KJ, Shen C, Pawls HR. Phillips' (2012) *Science of Dental Materials*, ed 12. St Louis: Saunders.
15. Kelly JR, Benetti P. (2011) Ceramic materials in dentistry: Historical evolution and current practice. *Aust Dent*;56(suppl 1): 84–96.
16. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. (2013) Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res*; 57:236–261.
17. Rinke S, Fischer C. Range of indications for translucent zirconia modifications: Clinical and technical aspects. *Quintessence Int* 2013;44:557–566.
18. American Dental Association. CDT: Code on dental procedures and nomenclature. <http://www.ada.org/en/publications/cdt/>. Accessed March 17, 2015.
19. Sakaguchi RL, Powers JM (eds). Craig's (2012) *Restorative Dental Materials*, ed 13. Philadelphia: Mosby.
20. Sriamporn T, Thamrongananskul N, Busabok C, Poolthong S, Uo M, Tagami J. (2014) Dental zirconia can be etched by hydrofluoric acid. *Dent Mater J*;33:79–85.
21. Scherrer SS, Quinn GD, Quinn JB. (2008) Fractographic failure analysis of a Procera AllCeram crown using stereo and scanning electron microscopy. *Dent Mater*;24:1107–1113.
22. Piconi C, Maccauro G. (1999) Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*;20:1–25.
23. Chevalier J, Gremillard L, Virkar AV, Clarke DR. (2009) The tetragonal- monoclinic transformation in zirconia: Lessons learned and future trends. *J Am Ceram Soc*;92:1901–1920.

24. Chevalier J, Grandjean S, Kuntz M, Pezzotti G. (2009) On the kinetics and impact of tetragonal to monoclinic transformation in an alumina/zirconia composite for arthroplasty applications. *Biomaterials*;30:5279–5282.
25. Kern F, Palmero P. (2013) Microstructure and mechanical properties of alumina 5 vol% zirconia nanocomposites prepared by powder coating and powder mixing routes. *Ceram Int*;39:673–682.
26. Takano T, Tasaka A, Yoshinari M, Sakurai K. (2012) Fatigue strength of Ce-TZP/Al₂O₃ nanocomposite with different surfaces. *J Dent Res*;91:800–804.
27. Zhang Y, Sun MJ, Zhang D. (2012) Designing functionally graded materials with superior load-bearing properties. *Acta Biomater*;8:1101–1108.
28. Yöndem İ, Aykent F. (2008) Bilgisayar Desteği İle Hazırlanan Dental Seramikler (CAD/CAM), *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi Cilt: 32, Sayı: 3, Sayfa: 79-86*.
29. Kalaycı B, Bayındır F. (2015) Güncel Dental Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Üretim Sistemleri, *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 25.
30. Jedrakiewicz N, Martin N. (2001) Cerec science, research and clinical application. *Compend Contin Educ Dent*;22:7-13.
31. Hickel R, Dasch W, Mehl A, Kremers L. (1997) CAD/CAM fillings of the future. *Int Dent J*;47:247-58.
32. Mehl A, Hickel R. (1999) Current state of development and perspectives of machine-based production methods for dental restorations. *Int J Comput Dent*;2:9-35.
33. Duret F, Blouin JL, Duret B. (1988) CAD-CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc*;11:715-20.
34. Liu PR. A (2005) Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent*;507-8.
35. Raigrodski AJ. (2004) Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosthet Dent*;92:557-62.
36. Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S, Spiekermann H. (2004) Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. *Int J Comput Dent*;7:25-45.
37. Uzun İH, Bayındır F. (2010) Dental uygulamalarda titanyum ve özellikleri. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg*;20:213-20.

38. Mormann WH, Bindl A. (2002) All-ceramic, chair-side computer-aided design/computer-aided machining restorations. *Dent Clin North Am*;46:405-26.
39. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, et al. (2009) A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*;28(1):44–56.
40. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. (2006) Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc*;137:1289-96.
41. Punj, A., Bompolaki, D., & Garaicoa, J. (2017). Dental impression materials and techniques. *Dental Clinics*, 61(4), 779-796.
42. Ward G. (1961) Impression materials and impression taking: an historical survey. *Br Dent J*;110(4):118–9.
43. Rubel BS. (2007) Impression materials: a comparative review of impression materials most commonly used in restorative dentistry. *Dent Clin North Am*;51(3): 629–42, vi.
44. Schulein TM. (2005) Significant events in the history of operative dentistry. *J Hist Dent*;53(2):63–72.
45. Hamalian TA, Nasr E, Chidiac JJ. (2011) Impression materials in fixed prosthodontics: influence of choice on clinical procedure. *J Prosthodont*;20(2):153–60.
46. Donovan TE, Chee WW. (2004) A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin North Am*;48(2):vi–vii, 445-470.
47. Powers J, Wataha J. (2017) *Dental materials foundations and applications*. 11th edition. St. Louis (MO): Elsevier.
48. Boening KW, Walter MH, Schuette U. (1998) Clinical significance of surface activation of silicone impression materials. *J Dent*;26(5–6):447–52.
49. Stober T, Johnson GH, Schmitter M. (2010) Accuracy of the newly formulated vinyl silox- another elastomeric impression material. *J Prosthet Dent*;103(4):228–39.
50. Petrie CS, Walker MP, O'Mahony AM, et al. (2003) Dimensional accuracy and surface detail reproduction of two hydrophilic vinyl polysiloxane impression materials tested under dry, moist, and wet conditions. *J Prosthet Dent*;90(4): 365–72.
51. Wadhwani CP, Johnson GH, Lepe X, et al. (2005) Accuracy of newly formulated fast-setting elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*;93(6):530–9.

52. Nassar U, Hussein B, Oko A, et al. (2012) Dimensional accuracy of 2 irreversible hydro- colloid alternative impression materials with immediate and delayed pouring. *J Can Dent Assoc*;78:c2.
53. Mitchell ST, Ramp MH, Ramp LC, et al. (2009) A preliminary survey of impression trays used in the fabrication of fixed indirect restorations. *J Prosthodont*;18(7): 582–8.
54. Kaplowitz GJ. (1996) Trouble-shooting dual arch impressions. *J Am Dent Assoc*; 127(2):234–40.
55. Cayouette MJ, Burgess JO, Jones RE Jr, et al. (2003) Three-dimensional analysis of dual-arch impression trays. *Quintessence Int*;34(3):189–98.
56. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. (2009) A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*;28:44-56.
57. Ender A, Attin T, Mehl A. (2016) In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent*;115(3): 313–20.
58. Cox J. (2005) A clinical study comparing marginal and occlusal accuracy of crowns fabricated from double-arch and complete-arch impressions. *Aust Dent J*; 50(2):90–4.
59. Schepke U, Meijer HJ, Kerdijk W, et al. (2015) Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: operating time and patient preference. *J Prosthet Dent*;114(3):403–6.e1.
60. Grant GT, Campbell SD, Masri RM, et al. (2016) Glossary of digital dental terms: American College of Prosthodontists. *J Prosthodont*;25(S2):S2–9.
61. Zimmermann M, Mehl A, Mormann WH, et al. (2015) Intraoral scanning systems – a current overview. *Int J Comput Dent*;18(2):101–29.
62. Estrada M, Moradas. (2018). New Resin Cements Agents in Conservative Dentistry: Indications and Possible Risks. *Rev Literature. Journal of Materials Science and Nanotechnology*. 6. 10.15744/2348-9812.6.201.
63. Bruniera Anchietta R, Passos Rocha E, Oliveira de Almeida E, Freitas AC, Martinia A (2011) Bonding all ceramic restorations with two resins cement techniques. A clinical report of three-year follow up. *Eur J Dent* 5: 478-85.

64. Kim SH, Watts DC (2007) In vitro study of edge-strength of provisional polymer-based crown and fixed partial denture materials. *Dent Mater* 23: 1570-3.
65. Peumans M, Van Meerbeek BV, Lambrechts P, Vanherle G (2000) Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent* 28: 163-77.
66. Sunico-Segarra, M., & Segarra, A. (2015). Resin cements: factors affecting clinical performance. In *A Practical Clinical Guide to Resin Cements* (pp. 9-22). Springer, Berlin, Heidelberg.
67. Gassino, G., Monfrin, S. B., Scanu, M., Spina, G., & Preti, G. (2004). Marginal adaptation of fixed prosthodontics: a new in vitro 360-degree external examination procedure. *International Journal of Prosthodontics*, 17(2).
68. Guzman AF, Moore BK, Andres CJ. (1997) Wear resistance of four luting agents as a function of marginal gap distance, cement type, and restorative material. *International Journal of Prosthodontics*; 10(5):415–25.
69. Giordano RA. (1996) Dental ceramic restorative systems. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*.
70. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. (1989) Considerations in measurement of marginal fit. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 62: 405-408.
71. Mou SH, Chai T, Wang JS, Shiau YY. (2002) Influence of different convergence angles and tooth preparation heights on the internal adaptation of Cerec crowns. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 87: 248-255.
72. Nawafleh NA, Mack F, Evans J, Mackay J, Hatamleh MM. (2013) Accuracy and reliability of methods to measure marginal adaptation of crowns and FDPs: A literature review. *J Prosthodont*; 22:419-428.
73. Stappert CF, Dai M, Chitmongkolsuk S, Gerds T, Strub JR. (2004) Marginal adaptation of three-unit fixed partial dentures constructed from pressed ceramic systems. *British Dental Journal*, 196: 766-770.
74. Alkumru H, Hullah WR, Marquis PM, Wilson HJ. (1988) Factors affecting the fit of porcelain jacket crowns. *British Dental Journal*, 164: 39-43.
75. Alani AH, Toh CG. (1997) Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Operative Dentistry*, 22: 173-185.

76. Holst, S., Karl, M., Wichmann, M., & Matta, R. E. T. (2011). A new triple-scan protocol for 3D fit assessment of dental restorations. *Quintessence International*, 42(8).
77. Luthardt RG, Bornemann G, Lemelson S, Walter MH, Huls 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*, 17.
78. <https://www.gceurope.com/products/aadvaios/>.
79. <https://www.zirkonzahn.com/us/cad-cam-systems/milling-unit-m1/milling-unit-m1-wet-heavy-metal>.
80. <https://www.solutionix.com/c500>.
81. Tariq F, Alghazzawi. (2016) Advancements in CAD/CAM technology: options for practical implementation. *J Prosthodont Res*;60:72-84.
82. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. (2008) Digital dentistry: An overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J*;204: 505-11.
83. Euan R, Figueras-Alvarez O, Cabratosa-Termes J, Oliver-Parra R. (2014) Marginal adaptation of zirconium dioxide copings: influence of the CAD/CAM system and the finish line design. *J Prosthet Dent*;112:155-62.
84. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry IL, Thomas GW, et al. (2015) Internal fit of pressed and computer-aided design / computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthet Dent*;113:304-9.
85. An S, Kim S, Choi H, Lee JH, Moon HS. (2014) Evaluating the marginal fit of zirconia copings with digital impressions with an intraoral digital scanner. *J Prosthet Dent*;112:1171-5.
86. Ates SM, Yesilduymus Z. (2016) Influence of tooth preparation design on fitting accuracy of CAD-CAM based restorations: Marginal fit of CAD-CAM based restorations. *J Esthet Restor Dent*;28:238-46.
87. Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. (2000) Adhesive luting of indirect restorations, *American Journal of Dentistry*, 13(Spec No), 60D-76D.

88. Scotti, R., Cardelli, P., Baldissara, P., & Monaco, C. (2011). Clinical fitting of CAD/CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wavefront sampling, *Journal of Dentistry*
89. Nakamura T, Tanaka H, Kinuta S, Akao T, Okamoto K, Wakabayashi K, et al. (2005) In vitro study on marginal and internal fit of CAD/CAM all-ceramic crowns. *Dent Mater J*;24:456-9.
90. Nakamura T, Dei N, Kojima T, Wakabayashi K. (2003) Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont*;16: 244-8.
91. Tan PL, Gratton DG, Diaz-Arnold AM, Holmes DC. (2008) An in vitro comparison of vertical marginal gaps of CAD/CAM titanium and conventional cast restorations. *J Prosthodont*;17:378-83.
92. Grey NJ, Piddock V, Wilson MA. (1993) In vitro comparison of conventional crowns and a new all-ceramic system. *J Dent*;21:47-51.
93. Lee KB, Park CW, Kim KH, Kwon TY. (2008) Marginal and internal fit of all-ceramic crowns fabricated with two different CAD/ CAM systems. *Dent Mater J*;27:422-6.
94. Molin MK, Karlsson SL. (2008) Five-year clinical prospective evaluation of zirconia-based Denzir 3-unit FPDs. *Int J Prosthodont*;21:223-7.
95. Schmitt J, Holst S, Wichmann M, Reich S, Gollner M, Hamel J. (2009) Zirconia posterior fixed partial dentures: a prospective clinical 3-year follow-up. *Int J Prosthodont*;22:597-603.
96. Ng J, Ruse D, Wyatt C. (2014) A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *J Prosthet Dent*;112:555-60
97. Neves FD, et al. (2014) Micro-computed tomography evaluation of marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated by using chairside CAD-CAM systems or the heat-pressing technique. *J Prosthet Dent*;112:1134-40.
98. Rivara F, Lumetti S, Calciolari E, Toffoli A, Forlani G, Manfredi E. (2016) Photogrammetric method to measure the discrepancy between clinical and software-designed positions of implants. *J Prosthet Dent*;115: 703-11.
99. Demir N, Ozturk AN, Malkoc MA. (2014) Evaluation of the marginal fit of full ceramic crowns by the microcomputed tomography (micro-CT) technique. *Eur J Dent*;8:437-44.

100. Borba M, Cesar PF, Griggs JA, Della Bona Á. (2011) Adaptation of all-ceramic fixed partial dentures. *Dent Mater*;27:1119.
101. Hamza TA, Sherif RM. (2017) In vitro evaluation of marginal discrepancy of monolithic zirconia restorations fabricated with different CAD-CAM systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 117(6), 762-766.
102. Suárez M. J., Sandoval F., & Rodríguez E. A. (2015). Comparison of marginal fit of zirconia copings manufactured with the use of two CAD/CAM systems Cerec InLab (Sirona®) CAD/CAM Zirkonzahn (Zirkonzahn®) and Zirkograph 025 ECO pantographic system (manual milling system) (Zirkonzahn®). *Revista Odontológica Mexicana*, 19(4-ING)
103. Quintas A. F, Oliveira F, Bottino M. A. (2004). Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: an in vitro evaluation. *The Journal of prosthetic dentistry*, 92(3), 250-257.
104. Mejía J, Wakabayashi K, Nakamura T, Yatani H. (2017). Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions. *The Journal of prosthetic dentistry*, 118(3), 392-399.
105. Anadioti E, Aquilino S, Gratton D, Holloway J, Denry I, Thomas G, Qian F. (2014). 3D and 2D marginal fit of pressed and CAD/CAM lithium disilicate crowns made from digital and conventional impressions. *Journal of Prosthodontics*, 23(8), 610-617.
106. Keban S. (2018), Monolitik Zirkonyumun Farklı Dental Materyaller ve Mine Karşısında Meydana Getirdiği Aşınmanın Değerlendirilmesi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi
107. Liang S, Yuan F, Luo X, Yu Z, 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*, 120(4), 525-529.
108. Yadav R. (2009). Marginal accuracy of castings produced with different investment systems. *Medical Journal Armed Forces India*, 65(2), 146-149.
109. Lopez-Suarez C, Gonzalo E, Pelaez J. (2016). Marginal Vertical Discrepancies of Monolithic and Veneered Zirconia and Metal-Ceramic Three-Unit Posterior Fixed Dental Prostheses. *The International journal of prosthodontics*, 29(3), 256-258.

110. Khng K, Ettinger R, Armstrong S, Lindquist T, Gratton D. (2016). In vitro evaluation of the marginal integrity of CAD/CAM interim crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*, 115(5), 617-623.
111. Tsirogiannis P, Reissmann D, 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*, 116(3), 328-335.
112. Sakornwimon N, Leevailoj C. (2017). Clinical marginal fit of zirconia crowns and patients' preferences for impression techniques using intraoral digital scanner versus polyvinyl siloxane material. *The Journal of prosthetic dentistry*, 118(3), 386-391.
113. Tartuk B, (2016) Dijital ve Geleneksel Ölçü Yöntemleri ile Hazırlanan 3 Farklı Full Molar Kronun İnternal Uyumları ve Basma Dayanımlarının Karşılaştırılması, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Uzmanlık Tezi.
114. El Ghou W, Özcan M, Ounsi H, Tohme H. (2019). Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*.
115. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D. (2018). Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 119(3), 384-389.
116. Niem T, Youssef N, Wöstmann B. (2019). Energy dissipation capacities of CAD-CAM restorative materials: A comparative evaluation of resilience and toughness. *The Journal of prosthetic dentistry*, 121(1), 101-109.
117. Lawson N, Bansal R, Burgess J. (2016). Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dental Materials*, 32(11), e275-e283
118. Stawarczyk B, Liebermann A, Eichberger M, Güth J. (2016). Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 55, 1-11.
119. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C. (2019) Marginal and internal fit of CAD-CAM inlay / onlay restorations : A systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent*. 121(4):590-597.
120. Dolev E, Bitterman Y, Meirowitz A. (2019) Comparison of marginal fit between CAD-CAM and hot-press lithium disilicate crowns. *J Prosthet Dent*.:1-5.

121. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. (2010) Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling *J Dent*;38(7):553-559.
122. Demir N, (2014), Üç Farklı Tam Seramik Restorasyonun İnternal ve Marjinal Uyumunun Mikro-BT Tekniği ile Değerlendirilmesi ve Bağlanma Dayanımlarının Karşılaştırılması, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
123. Kim J, Jeong J, Lee J, Cho H. (2016) Fit of lithium disilicate crowns fabricated from conventional and digital impressions assessed with micro-CT. *J Prosthet Dent*.
124. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, et al. (2015) Internal fit of pressed and computer-aided design / computer-aided manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthet Dent*. 113(4):304-309.

HAM VERILER

FORMLAR

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

FARKLI YÖNTEMLERLE ALINMIŞ ÖLÇÜLERLE ÜRETİLEN,
GÜNCEL MONOLİTİK BLOKLARIN MARJİNAL UYUMLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI

ORJİNALLIK RAPORU

% 18	% 13	% 10	% 14
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	eprints.ucm.es	%1
	İnternet Kaynağı	
2	www.zubnistranky.cz	%1
	İnternet Kaynağı	
3	Submitted to Dicle University	%1
	Öğrenci Ödevi	
4	Submitted to TechKnowledge Turkey	%1
	Öğrenci Ödevi	
5	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080	%1
	İnternet Kaynağı	
6	e-dergi.atauni.edu.tr	%1
	İnternet Kaynağı	
7	dfd.atauni.edu.tr	%1
	İnternet Kaynağı	
8	Submitted to Istanbul University	%1
	Öğrenci Ödevi	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Selin Şebnem	Soyadı	Yılbaş Akçakaya
Doğ.Yeri	İstanbul	Doğ.Tar.	02.07.1991
Email	dt.sebnemyilbas@gmail.com	Uyruğu	T.C.

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora	İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi-Protetik Diş Tedavisi ABD	2020
Yük.Lis.	Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2015
Lisans	Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2015
Lise	Hüseyin Avni Sözen Anadolu Lisesi	2009

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.			-
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜD S Puanı	(Diğer) Puanı
İngilizce	Çok iyi	İyi	İyi		

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
LES Puanı			
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft Office Word	İyi
Microsoft Office Powerpoint	İyi
Microsoft Office Excel	İyi

Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri**Özel İlgi Alanları (Hobileri):**

