



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**



**FARKLI KENAR SONLANMA GEOMETRİSİ İLE
PREPARE EDİLEN DİŞLERE KONVANSİYONEL VE
DİJİTAL YÖNTEMLERLE HAZIRLANAN GEÇİCİ
RESTORASYONLARININ UYUM VE DİRENÇ
ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Semih HACIOĞLU

**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Mehmet Ali KILIÇARSLAN

Ankara

2023

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**FARKLI KENAR SONLANMA GEOMETRİSİ İLE
PREPARE EDİLEN DİŞLERE KONVANSİYONEL VE
DİJİTAL YÖNTEMLERLE HAZIRLANAN GEÇİCİ
RESTORASYONLARININ UYUM VE DİRENÇ
ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Semih HACIOĞLU

**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Mehmet Ali Kılıçarslan

Ankara

2023

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Diş hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na

Uzmanlık tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Farklı Kenar Sonlanma Geometrisi ile Prepare Edilen Dişlere Konvansiyonel ve Dijital Yöntemlerle Hazırlanan Geçici Restorasyonlarının Uyum ve Direnç Özelliklerinin Değerlendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışmalar tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler ve yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Uzmanlık Öğrencisinin

Adı Soyadı : Semih Hacıoğlu

Tarih : 29.08.2023

İmza :

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda Semih HACIOĞLU tarafından hazırlanan “Farklı Kenar Sonlanma Geometrisi ile Prepare Edilen Dişlere Konvansiyonel ve Dijital Yöntemlerle Hazırlanan Geçici Restorasyonlarının Uyum ve Direnç Özelliklerinin Değerlendirilmesi” isimli tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri tarafından UZMANLIK TEZİ olarak OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile kabul / ret edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: **29/08/2023**

Prof. Dr. Yasemin Keskin

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Mehmet Ali Kılıçarslan

Ankara Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Üye

Doç. Dr. Ahmet Kürşad Çulhaoğlu

Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Üye

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	ii
KABUL VE ONAY	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÖNSÖZ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER	x
ÇİZELGELER	xii
1.GİRİŞ	1
1.1. Geçici Protez Çeşitleri	2
1.1.1. Kullanım Süresine Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması	4
1.1.1.1. Kısa Süreli Kullanılan Geçici Restorasyonlar	4
1.1.1.2. Uzun Süreli Kullanılan Geçici (Geçiş) Restorasyonlar	4
1.1.2. Üretim Sırasında Kullanılan Materyale Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması	7
1.1.2.1. Rezin Bazlı Geçici Restorasyon Materyalleri	7
1.1.2.1.1. Polimetilmetakrilat (PMMA)	7
1.1.2.1.2. Polietilmetakrilat (PEMA)	9
1.1.2.1.3. Bis-akril Kompozitler	10
1.1.2.1.4. Işıkla Sertleşen Kompozit Rezinler	11
1.1.2.1.5. Polikarbonat	12
1.1.2.1.6. Selüloz Asetat	12
1.1.2.2. Metal Bazlı Geçici Restorasyonlar	12
1.1.3. Fabrikasyon Metoduna Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması	14
1.1.3.1. Prefabrike (Hazır) Geçici Restorasyonlar	14
1.1.3.2. Kişiyeye Özel Hazırlanan Geçici Restorasyonlar	14
1.1.3.2.1. Direkt Üretim Tekniği	15
1.1.3.2.2. İndirekt Üretim Tekniği	17
1.1.3.2.2.1. Konvansiyonel Üretim Teknikleri	17
1.1.3.2.2.2. Dijital Üretim Teknikleri	18
1.1.3.2.2.2.1. CAD-CAM Kazıyıcılar Kullanılarak Yapılan Üretimler (Eksiltmeli Üretim Tekniği)	21
1.1.3.2.2.2.2. Üç Boyutlu Yazıcılar Kullanılarak Yapılan Üretimler (Eklemeli Üretim Tekniği)	23
1.1.3.2.3. İndirekt-Direkt Üretim Tekniği	25

1.2. Sabit Protezlerde Uygulanan Geçici Restorasyonların Taşınması Gereken Özellikler	26
1.2.1. Geçici Restorasyonlarda Kenar Uyumları	28
1.2.1.1. Restorasyon Kenar Konumu	30
1.2.1.2. Kenar Bitim Geometrilere	32
1.2.1.2.1. Horizontal (Yatay) Kenar Sonlanmaları	33
1.2.1.2.1.1. Chamfer Kenar Sonlanmaları	33
1.2.1.2.1.2. Shoulder Kenar Sonlanmaları	34
1.2.1.2.2. Vertikal (Dikey) Kenar Sonlanmaları	35
1.2.1.2.2.1. Shoulder-less Preparasyonlar	36
1.2.1.2.2.2. Edge-less preparasyonlar (Biyolojik Oryante Preparasyon Tekniğı- BOPT)	38
1.2.1.3. Geçici Restorasyonların Kenar Uyumlarını İnceleme Yöntemleri	39
1.2.1.3.1. Kesite Ayırma Yöntemi	40
1.2.1.3.2. Üçlü Tarama Yöntemi	40
1.2.1.3.3. Optikale Koherans Tomografisi	41
1.2.1.3.4. Silikon Replika Tekniğı	41
1.2.1.3.5. Mikro Bilgisayarlı Tomografi; Mikro-BT	41
1.2.1.3.6. Ağırlık Ölçüm Tekniğı	43
1.2.2. Geçici Restorasyonların Direnç Özellikleri	44
1.2.2.1. Geçici Restorasyonların Dirençlerini Geliştirme Yöntemleri	45
1.2.2.2. Geçici Restorasyonların Direnç Ölçümünde Kullanılan Yöntemler	46
1.2.2.2.1. Bükülme Mukavemeti (Flexural Strength)	46
1.2.2.2.2. Kırılma Tokluğu (Fracture Toughness)	46
1.2.2.2.3. Kompresif Yükler	47
1.3. Amaç ve Hipotez	47
2. GEREÇ VE YÖNTEMLER	48
2.1. Çalışma Modellerinin Hazırlanması ve Çalışma Gruplarının Belirlenmesi	48
2.2. Dişlerin Prepare Edilmesi ve Restorasyonların Tasarımının Gerçekleştirilmesi	50
2.3. Restorasyonların Üretilmesi	54
2.4. Restorasyonların Uyum Değerlendirmelerinin Yapılması	55
2.4.1. Silikon Replika Tekniğı ile Örneklerin Marjinal ve İç Uyumlarının İncelenmesi	55
2.4.2. Mikro-BT Cihazında Yapılan Ölçümler	57
2.4.2.1. Hacimsel Ölçümler	58
2.4.3. Restorasyon İç Boşluklarının Ağırlık Cinsinden Karşılaştırılması	59

2.5. Restorasyonların Kırılma Dayanıklılıklarının Ölçülmesi	60
2.6. İstatistiksel Analiz	61
3. BULGULAR	62
3.1. Mikroskop Sonuçları Üzerinde Yapılan İstatistik Hesaplamalar	62
3.2. Mikro-BT Sonuçları Üzerinde Yapılan İstatistik Hesaplamalar	66
3.3. Ağırlık Sonuçları Üzerinde Yapılan İstatistik Hesaplamalar	67
3.4. Kırılma Testi Sonuçları Üzerinde Yapılan İstatistik Hesaplamalar	69
4. TARTIŞMA	71
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	88
ÖZET	90
SUMMARY	92
KAYNAKLAR	94
ÖZGEÇMİŞ	110

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca klinik ve teorik olarak hiçbir zaman yardımını esirgemeyen, tez sürecim boyunca bana sürekli yol gösteren değerli hocam **Sayın Prof. Dr. Mehmet Ali KILIÇARSLAN'** a,

Tez jürimin değerli üyeleri **Sayın Prof. Dr. Yasemin KESKİN'e** ve **Sayın Doç. Dr. Ahmet Kürşad ÇULHAOĞLU'na**,

Tez örneklerimin incelenmesi sürecinde mikro-BT ölçümlerinde desteklerini esirgemeyen **Sayın Dr. Mert OCAK'a**,

Çalışmamın istatistiksel analizlerinde yardımcı olan değerli hocam **Sayın Prof. Dr. Ensar BAŞPINAR'a**,

Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen **Sayın Mustafa YEŞİL'e**,

Uzmanlık eğitimim boyunca yanımda olan değerli arkadaşım **Mert Hamit BIKMAZ'a** ve diğer tüm asistan arkadaşlarıma,

Desteğini sürekli yanımda hissettiğim, attığım her adımı destekleyen, hayatımın her alanında olduğu gibi tez çalışmamı hazırlarken de sürekli yanımda olan sevgili eşim **Samra Cemre HACIOĞLU'na**,

Son olarak tüm hayatım boyunca yanımda olan, bu günlere gelmemi sağlayan, haklarını asla ödeyemeyeceğim annem **Sevinç HACIOĞLU'na**, babam **İrfan HACIOĞLU'na** ve kardeşim **Melih HACIOĞLU'na**

Sevgi ve saygılarımla teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
3B	Üç Boyutlu
Bis-GMA:	Bisfenol-A Glisidil Metakrilat
BOPT:	Biologically Oriented Preparation Technique
CAD-CAM:	Computer Aided Design (CAD)- Computer Aided Manufacturing (CAM)
CEREC	Charside Economical Restoration of Esthetic Ceramics
CST	Cross Section Method
g	Gram
IBMA	Iso-Buthyl Methacrylate
Mikro-BT	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
Mini-BT	Mini Bilgisayarlı Tomografi
mm	Milimetre
mm/dk	Milimetre/dakika
mm ³	Milimetre küp
N	Newton
Nano-BT	Nano Bilgisayarlı Tomografi
nBMA	n-Buthyl Methacrylate
OCT	Optikal Koherans Tomografi
PEMA	Polyethylmethacrylate
PMMA	Polymethylmethacrylate

ROI	Region of Interest
SRT	Silikon Replika Tekniği
stl	Standart Triangle Language
TSM	Triple Scanning Method
VOI	Volume of Interest
WT	Weight technique
µm	Mikrometre



ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Sırasıyla diş eti seviyesinin üstünde (supragingival), diş eti seviyesinde (equigingival) ve diş eti seviyesi altına (subgingival) uzanan basamaklar	32
Şekil 1.2. Sırasıyla yatay (chamfer ve shoulder) ve dikey (feather edge) preparasyon teknikleri	32
Şekil 2.1. Model taramalarında kullanılan inEos x5 cihazı (Dentsply Sirona, Amerika)	49
Şekil 2.2. Üç boyutlu modellerin elde edildiği 3B yazıcı cihazı (Nexdent 5100, Nextdent, Hollanda)	50
Şekil 2.3. Henüz preparasyon işlemi gerçekleştirilmemiş dişin üç boyutlu yazıcıdan elde edilen modeli.	50
Şekil 2.4. Basamaklı diş preparasyonunda kullanılan frez seti (Perfect Tooth Preperation II Extended Set, Intensiv, İsviçre)	51
Şekil 2.5. Prepare edilen dişlerin görüntüleri	51
Şekil 2.6. Preparasyonu gerçekleştirilen dişin üç boyutlu yazıcıdan elde edilen modeli	52
Şekil 2.7. Yazılım üzerinde biocopy modelinin ve prepare edilen dişin üst üste çakıştırılması işlemi	52
Şekil 2.8. Kopyalanmak istenilen bölgenin yazılım üzerinde çizilmesinin ardından (A) yazılım tarafından verilen restorasyon tasarımı (B)	53
Şekil 2.9. Tasarım aşamasında kullanılan parametreler	54
Şekil 2.10. inLab MC X5 kazıma cihazı (A), restorasyonların yazılım üzerinde PMMA diskteki konumlandırılması (B), kazınması tamamlanan PMMA disk (C)	54
Şekil 2.11. Silikon replika tekniğinde incelenen aralıklar; a: Bukkal basamak, b: Bukkal sırt, c: Oklüzal aralık, d: Palatinal sırt, e: Palatinal basamak	56
Şekil 2.12. Soldan sağa sırasıyla: Bukkal basamak, bukkal sırt, oklüzal, palatinal sırt ve palatinal basamak görüntüleri	57
Şekil 2.13. Silikon replika üzerinde ölçümlerin yapıldığı stereo mikroskop (Leica MZ-12, Leica, Almanya)	57

Şekil 2.14. Görüntülemelerin yapıldığı mikro-BT cihazı (Skyscan 1275, Belçika)	57
Şekil 2.15. Restorasyonların frontal, sagittal ve koronal kesitlerde incelenmesi	58
Şekil 2.16. Restorasyon ve dişlerin yazılımdaki görüntüsü	59
Şekil 2.17. Restorasyonların mikro-BT yazılımındaki görüntüleri	59
Şekil 2.18. Ağırlık ölçümlerinin yapıldığı dijital tartı (RADWAG Wagi Elektroniczne, Polonya)	60
Şekil 2.19. Direnç testlerinde kullanılan universal test cihazı (LLOYD LRX, Lloyn Instruments, İngiltere)	60



ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Silikon replika tekniğinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarında oklüzal ölçüm değerlerinin tanıtıcı istatistikleri	62
Çizelge 3.2. Silikon replika tekniğinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarında basamak değerlerinin tanıtıcı istatistikleri	63
Çizelge 3.3. Silikon replika tekniğinde üretim tekniği gruplarında basamak değerlerinin tanıtıcı istatistikleri	64
Çizelge 3.4. Silikon replika tekniğinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarında sırt değerlerinin tanıtıcı istatistikleri	64
Çizelge 3.5. Silikon replika tekniğinde basamak tipi gruplarında sırt değerlerinin tanıtıcı istatistikleri	65
Çizelge 3.6. Silikon replika tekniğinde üretim tekniği gruplarında sırt değerlerinin tanıtıcı istatistikleri	66
Çizelge 3.7. Mikro-BT ölçümlerinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarında hacim değerlerinin tanıtıcı istatistikleri	66
Çizelge 3.8. Ağırlık ölçümlerinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarında ağırlık değerlerinin tanıtıcı istatistikleri	68
Çizelge 3.9. Kırılma testinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarının tanıtıcı istatistikleri	69

1.GİRİŞ

Protetik amaçla yapılan tam kron preparasyonlarında genellikle mine dokusu tamamen kaldırılmakta ve mine tabakasının altında yer alan dentin tabakası açığa çıkmaktadır. Dentin tabakası yoğun bir şekilde dentin tübüllerinden oluşmaktadır. Diş preparasyonunun ardından yaklaşık 1 ilâ 2 milyon (mm^2 'de 30.000-40.000 arasında) dentin tübülü açığa çıkmaktadır (Richardson ve ark., 1991). Preparasyon sırasında frezlerin mekanik sürtünmesi sonucu açığa çıkan ısı, geride kalan dentin dokusunun miktarının azlığı, dentin dokusunun geçirgenliği, geçici restorasyonların üretiminde kullanılan teknik, restorasyonları yapıştırmada kullanılan simanın türü gibi çeşitli değişkenlere bağlı olarak pulpa dokusunda dentin tübülleri aracılığıyla hasar gerçekleşebilmektedir. Dentin tübüllerinin uzun süre açık kalması diş dokusunda hassasiyete sebep olmakla birlikte, bakteriler için pulpaya doğru bir giriş yolu oluşturmakta ve pulpada strese yol açmaktadır (Abou-Rass, 1982 ve Yadav ve ark., 2014).

Protetik terimler sözlüğünde geçici restorasyonlar: “Sabit, hareketli veya maksillofasiyal protez olarak, estetiği, stabilizasyonu veya fonksiyonu belirli bir süre geliştirmek amacıyla kullanılan ardından kalıcı dental veya maksillofasiyal protezi ile değiştirilen protez türü” olarak tanımlanmaktadır (The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition, 2017). Kron preparasyonu sonucu oluşabilecek pulpal hasarı engellemek amacıyla geçici restorasyonlar kullanılmaktadır. Geçici restorasyonlar pulpal sağlığı korumanın yanında dişin pozisyonel stabilitesini korumak, oklüzal fonksiyonu sağlamak, estetik görüntüyü geliştirmek, çiğneme kuvvetlerine karşı koyabilmek, diyagnostik olarak yardımcı olmak gibi birçok fonksiyonu yerine getirmektedir. Bu gibi sebeplerle ideal bir geçici restorasyonun üretilmesi diş ve diş eti sağlığı açısından oldukça önemlidir. Geçici restorasyonun düzgün bir şekilde yapılmasının hastaya olan faydalarının yanı sıra hastanın hekime olan güvenini de artıracak unutulmamalıdır (Rubio ve ark., 2018).

Günümüzde geçici restorasyonlar sabit protetik tedavilerin vazgeçilemez bir parçası haline gelmiştir. Geçici restorasyonlarla fonksiyon, renk, şekil, oklüzyon, yumuşak doku cevabı gibi birçok faktöre müdahale edilebilmektedir. Geçici restorasyonlar her ne kadar diş kesimi ve kalıcı restorasyonun takılacağı seanslar arasında kullanılsa da özellikle endodontik, periodontal tedavi gibi uzun süre tedavi gerektiren hastaların bu tedavi süreci boyunca dişlerine zarar gelmemesi amacıyla uzun süreli kullanılabilirler. Gereğinden uzun süreli kullanımlarda muhtemel pulpa hasarı ve diş hassasiyeti oluşabileceği de unutulmamalıdır (Burns ve ark., 2003 ve Davis ve O'Connell, 2004).

Geçici restorasyonların tedavi boyunca oluşabilecek mekanik komplikasyonların önüne geçebilmesi amacıyla yeterli marjinal ve iç uyumu sağlamalarının yanı sıra yeterli dayanıklılığa da sahip olmaları gerekmektedir. Uyumu kötü olan geçici restorasyonlar dişte hassasiyete, plak tutulumuna ve simanların çözülmesi sonucu restorasyonun desimantasyonuna sebep olacaktır. Kuvvetlere karşı direnci düşük olan bir geçici restorasyonda ise kuvvetler karşısında kırıklar meydana gelecek, restorasyonun bütünlüğü bozulacaktır. Restorasyonlarda oluşan kırıklar sonucu dayanak dişte benzer komplikasyonlar oluşacaktır. Restorasyonda oluşan kırıklar geçici restorasyonların en çok başarısızlığa uğrama sebebi olarak görülmektedir. Geçici restorasyonların başarısızlığa uğraması sonucu dişte oluşabilecek komplikasyonların yanı sıra hastanın günlük yaşantısında da sorunlar oluşabilmektedir. Bu gibi sebeplerle restorasyonların uyum ve dayanıklılıklarının uygun bir şekilde sağlanması, klinik başarının artması için oldukça önemli bir faktördür (Dureja ve ark., 2018).

1.1. Geçici Protez Çeşitleri

Günümüzde geçici restorasyonlar farklı birçok geçici restorasyon materyali ve çeşitli üretim yöntemleri kullanılarak üretilmektedir. Restorasyonlar ağız içerisinde direkt olarak, laboratuvar ortamında indirekt olarak ve bu iki yöntemin kombinasyonu ile üretilmektedir. Farklı üretim tekniklerinin farklı restorasyon

materyalleri ile kombinasyonu sonucu çok fazla sayıda üretim seçeneği ortaya çıkmaktadır (Burns ve ark., 2003).

Diş hekimliğinin çoğu alanında olduğu gibi geçici restorasyon üretimi de doğru materyal seçimi yapılarak, ihtiyaca göre ve kullanılması gereken materyalin özellikleri bilinerek yapılmalıdır. Özellikle ön bölgede kullanılmak amacıyla üretilen köprülerde estetik önemlidir. Bu sebeple bu bölgedeki restorasyonların yüksek cilalanabilirlik, yüksek estetik gibi özelliklere sahip geçici materyallerinden üretilmesi tercih edilmelidir. Arka bölgede bulunan restorasyonların görünürlüğü daha azdır bu sebeple bu restorasyonlarda estetik ikinci plandadır. Arka bölgede bulunan geçici restorasyonların ağız içi oklüzal kuvvetlere karşı dayanıklılık göstermeleri ve dolayısıyla kırılmaya karşı olan dirençlerinin daha yüksek olması önem taşımaktadır. Ön bölgede yapılan geçici restorasyonlarda, estetik açıdan oldukça iyi olması sebebiyle kompozit içerikli rezinler tercih edilebilirken arka bölgede bu tarz bir restoratif materyalin seçilmesi özellikle restorasyonun ince kaldığı durumlarda başarısızlığa yol açabilmektedir. Uzun süre ağızda durması planlanan geçici restorasyonlarda ise aşınma direnci, dayanıklılık, sızdırmazlık gibi durumlar önemli olduğundan bu hususlara dikkat edilerek materyal seçimi yapılmalıdır (Burns ve ark., 2003).

Geçici restorasyon materyallerinin polimerizasyon şekillerine göre sınıflandırılması:

1. Kimyasal olarak aktive olan otopolimerizan akrilik rezinler
2. Isı ile aktive olan akrilik rezinler
3. Işık ile aktive olan akrilik rezinler
4. Hem ısı hem ışık ile aktive olan akrilik rezinler (Sharma ve ark., 2013 ve Vahidi, 1987)

Geçici restorasyonlar genel olarak aşağıdaki yöntemlere göre sınıflandırılabilir:

1. Kullanım Süresine Göre
2. Üretim Sırasında Kullanılan Materyalin Türüne Göre
3. Fabrikasyon Metodu
4. Fabrikasyonda Kullanılan Tekniğe Göre (Gandhimathi ve ark., 2019)

1.1.1. Kullanım Süresine Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması

1.1.1.1. Kısa Süreli Kullanılan Geçici Restorasyonlar

Geçici restorasyonların kullanım gerekliliği biyolojik, mekanik, estetik ve psikolojik unsurlara dayanmaktadır (Prasad ve ark., 2012). Pulpayı korumakta ve dişe geri dönüşümsüz zararlar gelmesini engellemektedir. Dişlerin boşluklara doğru uzamasına engel olarak mekanik stabiliteyi sağlamaktadır (Shillingburg ve ark., 1997, s: 223). Estetik bir görüntü sağlar ve hastanın tedavi süresince tedaviye olan motivasyonunu artırarak psikolojik destek sağlamaktadırlar (Walter ve Goodacre, 2017).

1.1.1.2. Uzun Süreli Kullanılan Geçici (Geçiş) Restorasyonlar

Sabit bölümlü protezlerde kullanılan geçici restorasyonlar, isminin de çağrıştırdığı üzere, kısa süreli kullanıma sahip protezler olarak bilinmektedirler. Her ne kadar genel bakış açısı bu şekilde olsa da geçici restorasyonların, özellikle kompleks vakalarda, tedaviye çeşitli faydalar sağladıkları bilinmekle beraber, bazen de tedaviye yön vermeleri sebebiyle uzun süre kullanıldığı durumlar da mevcut olmaktadır. Uzun süre kullanılan geçici restorasyonlar “ara” veya “geçiş” restorasyonları olarak da adlandırılmaktadırlar. Geçiş restorasyonlarının ağız içerisinde uzun bir süre kalacağı konusu da göz önünde bulundurulduğunda bu restorasyonların daha özenli bir şekilde yapılmaları, dayanıklılıkları, sızdırmazlıkları gibi birçok diğer konu da oldukça önem kazanmaktadır. Bu sebeple geçici

restorasyonlar yapıldıkları materyal haricinde kalan her açıdan kalıcı restorasyonlara benzemelidirler (Patras ve ark., 2012).

Günümüzde geçiş restorasyonlarının hastaya ve hekime sağladığı çok sayıda fayda bulunmaktadır. Uzun süreli multidisipliner tedavi gerektiren hastalar geçiş restorasyonlarına ihtiyaç duymaktadırlar. Geçici restorasyonlar, hastaların periodontal, cerrahi, endodontik alanlarda tedavileri yapılırken uzun süreler boyunca dişleri korumalı ve stabiliteyi sağlamalıdır (Lui ve ark., 1986). Bu tarz hastalarda geçici restorasyonlar, diş ve çevre dokular üzerindeki biyolojik faydaların yanında hastaya psikolojik olarak da olumlu etkiler sağlamaktadır. Hastanın tedaviye olan güveni ve motivasyonu artmaktadır (Conny ve ark., 1985).

İmplant tedavisi planlanan veya implantları yeni yapılan hastalarda da geçici restorasyonlar uzun süreli kullanılabilir. Diş çekimini takip eden günlerde veya diş çekiminden hemen sonra diş eti konturunu korumak amacıyla geçici restorasyonların kullanılması da mümkündür. Yang ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada diş çekiminden sonra yapılan, ovat pontiğe sahip geçici restorasyonların yumuşak dokuyu koruması sayesinde ilgili bölgedeki kemiğin şeklini devam ettirdiğini, horizontal seviyede kemik kaybı miktarını azalttığını gözlemlemişlerdir. Orsini ve ark., (2006) yaptıkları çalışmada ovat gövde tasarımına sahip geçici restorasyonların diş çekiminden sonra soket iyileşmesine katkıda bulunabileceğini savunmuşlardır.

Geçici restorasyonların, hastalara uzun süre kullanılması estetik açıdan da fayda sağlamaktadır. Kaybedilmiş interdental papillayı yerine geri koymak zor bir işlemdir (Urban ve ark., 2016). Uzun dişsiz boşluklara sahip hastalarda geçici restorasyonların gövde altına yapılan müdahaleler sonucunda düzgün dişeti şekillenmesi ve yalancı bir interdental papilla oluşması mümkündür. Buradaki diş eti şekillenmesi kalıcı restorasyonun estetik görüntüsüne katkıda bulunacaktır (Yang ve ark., 2019). Geçici restorasyonların özellikle hareketli olarak kullanıldığı vakalarda istenilen bölgelere akrilik ilavesi, restorasyonun bu bölgede şekillendirilmesi ve tekrar cilalanması gibi durumlar mümkün olmaktadır. Bu sebeple estetiğe istenilen zamanda

müdahale edilebilir ve hastanın istediği doğrultuda estetik sağlanabilmektedir (Güth ve ark., 2012).

Geçici restorasyonlarının uzun süreli kullanım amaçlarından bir tanesi de oklüzal fonksiyonun devam ettirilebilirliğinin ve protetik tedavinin başarısının öngörülebilirliğinin kontrol edilmesidir. Kompleks vakalarda kullanılan geçici restorasyonlar, hastaya yapılması planlanan kalıcı restorasyonların fonksiyonel olarak herhangi bir problem olmadan kullanabileceğinden ve hasta tarafından tolere edileceğinden emin olunmasını ve gerekli ağız içi uyumlamaların yapılıp kalıcı restorasyonların buna göre üretilmesini sağlar. Ayrıca yapılan geçici restorasyonlardan alınan ölçüler sonucu, artikülatör üzerinde dişlerin konturları, klinik kron boyları ve çene ilişkileri hakkında hekim ve teknisyen bilgi sahibi olabilir ve gerekli düzenlemeler buna göre yapılabilir. Teknisyen ve hekim bu bilgileri kullanarak anterior rehberlik gibi çeşitli oklüzal faktörlere müdahale edebilir (Alpert, 1996).

Geçici restorasyonların uzun süre kullanılması çeşitli komplikasyonlara da sebep olduğu görülmüştür. Kullanılan materyaller sebebiyle restorasyonlarda kırıklar oluşabilmektedir. Ayrıca kullanılan materyale göre marjinal uyumsuzluk sonucu sızdırma problemi, restorasyonlarda boyanma, devamlı oklüzal kuvvetler sonucu aşınma gibi problemler söz konusu olmaktadır. Oluşan bu tarz komplikasyonlar sonucu hastalarda oluşan estetik kaygının yanı sıra dişlerde hassasiyet ve çevre periodontal dokularda enflamasyon problemleri olduğu izlenmiştir (Patras ve ark., 2012). Uzun süreli kullanımlarda restorasyonlarda oluşan kırıklara bağlı komplikasyonları engellemek amacıyla geçici restorasyonlar çeşitli yöntemlerle güçlendirilebilmektedir (Galindo ve ark., 1998). Boyanmaya bağlı oluşan renklenmenin önlenmesi için özenli bir cila yapılmalıdır (Tom ve ark., 2016). Sızdırmazlık sonucu oluşacak komplikasyonları önleme amacıyla da uygun üretim tekniklerinin kullanılmasına dikkat edilmelidir (Wu ve ark., 2021).

1.1.2. Üretim Sırasında Kullanılan Materyale Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması

Geçici restorasyonlar üretildikleri materyallere göre genel olarak rezin bazlı ve metal bazlı olarak 2 ana grupta sınıflandırılmaktadırlar (Gandhimathi ve ark., 2019).

Rezin bazlı geçici restorasyon materyalleri:

1. Polimetilmetakrilat (PMMA)
2. Polietilmetakrilat (PEMA)
3. Bis-akril kompozitler
4. Işıkla sertleşen kompozit rezinler
5. Polikarbonat
6. Selüloz Asetat

Metal bazlı geçici restorasyon materyalleri:

1. Alüminyum
2. Paslanmaz Çelik
3. Nikel-krom (Burns ve ark., 2003; Garg ve ark., 2021 ve Vahidi, 1987)

1.1.2.1. Rezin Bazlı Geçici Restorasyon Materyalleri

1.1.2.1.1. Polimetilmetakrilat (PMMA)

Polimetilmetakrilat (PMMA) en çok kullanılan geçici restorasyon materyallerinden birisidir. Isı ile sertleşen bir materyal olarak 1936 yılında piyasaya sürülmüş ardından 1940'lı yılların başlarında oda sıcaklığında polimerize olabilen bir materyal olarak üretimi devam etmiştir. İlerleyen zamanlarda kendi kendine sertleşebilen, protetik ve restoratif rezinler olarak üzerlerinde birçok geliştirmeler

yapılmış ve diş hekimliği alanında kullanılmaya devam edilmiştir (Singh ve Garg, 2016).

PMMA genellikle toz ve likit halinde bulunur. Toz ve likit karıştırıldıktan sonra işlenebilir bir kütle elde edilir. Toz mikro boyutlardaki küreler halinde bulunan PMMA rezininden oluşurken likit ise di-metakrilat veya tri-metakrilat çapraz bağ ajanları, metilmetakrilat monomerleri ve başlatıcıdan oluşmaktadır (Anusavice ve ark., 2013, Bölüm:19).

PMMA materyalinin diğer materyallere kıyasla farklı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. En temel avantajlarından birisi uygulama kolaylığıdır. Diğer rezin materyallerine kıyasla daha yüksek kırılma direncine sahiptir. Metakrilat grupları içerisinde de PEMA'ya kıyasla daha yüksek kırılma dayanımına sahiptir. Geçici restorasyonun üretilmesi amacıyla kullanılan materyaller arasında en sert materyaldir ve knoop sertlik değerleri 18'e kadar çıkmaktadır (Uçar ve ark., 2012). Direnci iyi olduğu için uzun dişsiz boşluklarda da geçici köprülerin yapılmasında kullanılmaktadır. Renk stabilitesi iyidir. Cilalanabilirliği yüksek ve yüzeyine karakterizasyon özelliklerini vermek kolaydır. Tamir edilebilirliği kolay olup aynı zamanda ucuz bir materyaldir (Rubio ve ark., 2018).

Avantajlarının yanında PMMA materyalinin birçok dezavantajı da mevcuttur. Polimerizasyon reaksiyonunun yüksek derecede ekzotermik olduğu gösterilmiştir. Plant ve ark., (1974) yaptıkları bir çalışmada metilmetakrilat içeren restorasyonların polimerizasyonu sırasında intrapulpal (pulpa dokusu içerisinde) olarak oluşturdukları ısı değişiminin, yüksek sıcaklıkta bir içecek içildiğinde oluşan ısı değişiminden 5 kat daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Polimerizasyon sonucunda oluşan ısı derecesi materyalin hacmine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Driscoll ve ark., 1991). Bu gibi sebeplerle PMMA materyalinin indirekt üretim yöntemlerinde kullanılması daha doğru olup direkt üretim yöntemi kullanılarak üretilen restorasyonlarda farklı geçici materyallerine yönelmek gerekmektedir. Polimerizasyon büzülmesi oldukça yüksektir ve polimerizasyon sonucu açığa çıkan artık monomerler pulpaya ve yumuşak dokulara toksiktirler. Materyalin kokusu çoğu hasta tarafından ayırt

edilebilmektedir. Ağız içerisinde bulunduğu sürede imbibasyona uğramaktadır. Bunun sonucunda restorasyon yüzeyinde renklenme ve restorasyonda yumuşama oluşmaktadır (Anusavice ve ark., 2013 ve Christensen, 2003).

1.1.2.1.2. Polietilmetakrilat (PEMA)

Etilmetakrilatlar 1960'lı yıllarda tanıtılmıştır. PEMA içerikli geçici restoratif materyallerin çoğu monomer olarak izobütil metakrilat (IBMA) veya n-bütil metakrilat (nBMA) içermektedir. Bütil metakrilat içerikli PEMA materyali göstermiş olduğu düşük su absorpsiyonu, düşük ekzotermik reaksiyon ve dokulara karşı düşük toksisitesi sebebiyle yeni bir restoratif materyal olarak tanıtılmıştır. İzobütil metakrilat içerikli materyallerin yapısında manipülasyon özelliklerini geliştirmek ve sertleşme süresini düşürmek amaçlı plastizör ajan (di-bütil ftalat) eklenmiştir (Rubio ve ark., 2018).

PEMA materyalinin PMMA materyaline kıyasla birçok avantaj ve dezavantajı bulunmaktadır. Polimerizasyonu sırasında daha düşük ekzotermik reaksiyonlar göstermekte olup aynı zamanda polimerizasyon sonrası gerçekleşen büzülme miktarı daha düşük seviyelerdedir. Bu sebeple direkt yöntemle yapılacak üretimlerde PMMA'ya kıyasla tercih edilmekte olup aynı zamanda indirekt olarak da uygulanabilmektedir. PMMA materyaline bağlanabilir. Bu sebeple laboratuvarında indirekt yöntemle yapılan PMMA geçicilerinin ağız içerisinde besleme yapılarak uyumlandırılmasında kullanılabilirler. Ucuzdur ve tamiri kolaydır. Dayanıklılığı, direnci ve sertliği düşük seviyelerdedir. Bu sebeple kısa süreli olarak kullanılması daha uygundur (Christensen, 2003). Renk stabiliteleri düşüktür. Bu sebeple posterior bölgede kullanılması önerilmektedir. Genel olarak direncinin düşük olduğu söylenece de yapılan bir araştırmada PMMA ve bis-akril materyallerine kıyasla daha yüksek dirence sahip olduğu da izlenmiştir (Burns ve ark., 2003).

1.1.2.1.3. Bis-akril Kompozitler

Bis-akril içerikli kompozit rezinler 1990'lı yılların sonlarına doğru geçici restorasyonlarda kullanılmak üzere dental markette yerlerini almaya başlamışlardır. Bu rezinler genelde birden fazla materyalin kombine edilmesiyle oluşturulmuşlardır. Genellikle rezin olarak bis-GMA'ya (Bisfenol-A Glisidil Metakrilat) benzer özellikleri olan bis-akril kullanılmaktadır ve bu madde inorganik, radyo opak doldurucular ile kombine edildiği zaman kompozit restoratif materyallerine benzerlikte olan bir geçici materyali ortaya çıkmaktadır. Bis-akril kompozitler bifonksiyonel substratlardan meydana gelmektedirler. Bu substratlar birbirleriyle çapraz bağlar yaparak bir monomer zinciri oluştururlar ve sonuç olarak dayanıklılık ve sertliğin artmasını sağlarlar (Burns ve ark., 2003; Schwantz ve ark., 2017 ve Singh ve Garg, 2016).

Geçici amaçlı kullanılan kompozit rezinler genellikle otopolimerizan, dual-cure (ısı ve ışıkla sertleşen) ve ışıkla polimerize olmak üzere 3 farklı formda bulunmaktadır. Günümüzde bu materyallerin çoğu polivinil siloksanlara benzer şekilde otomatik karıştırma yapan transfer aygıtlarıyla uygulanmaktadırlar. Bu sayede materyalin uygulanması kolay ve hızlı bir hal almaktadır (Schwantz ve ark., 2017). Aynı zamanda karıştırmanın homojen bir şekilde yapılması ve finalde ortaya çıkan karışımda hava kabarcığı kalmaması sağlanmaktadır. Bu sistemin dezavantajı ise otomatik karıştırma aparatlarının maliyeti artırmasıdır. Kullanım alanları inley-onleyler, kronlar ve uzun gövdeli sabit bölümlü protezlerdir (Burns ve ark., 2003 ve Singh ve Garg, 2016).

Piyasaya çıkartılma amacı, metakrilat içerikli geçici materyallerinin olumsuz özelliklerini aşmak olan kompozit içerikli rezinlerin PMMA materyaline kıyasla bazı avantajları bulunmaktadır. PMMA materyali polimerizasyonu sırasında ısı açığa çıkarmakta olup pulpa irritasyonuna sebep olmaktadır. Kompozit esaslı geçici materyalleri ise içerdiği divinil metakrilat monomeri ve doldurucular sayesinde azalmış polimerizasyon büzülmesi oluşturmakta ve polimerizasyon sırasında daha az miktarda ısı açığa çıkartmaktadır (Balkenhol ve ark., 2007). Cilalanabilirlikleri daha yüksektir ve renk stabiliteleri daha iyidir. Artık monomer içermemektedir. Kenar uyumları iyi ve manipülasyonları kolaydır. Bu avantajlarının yanında bazı

dezavantajları da bulunmaktadır. Diğer materyallere kıyasla daha pahalıdır. Tamiri genellikle zordur. İnce kaldıkları bölgelerde oldukça kırılındırlar. Estetik olarak kabul edilebilir olmalarının yanı sıra polimerizasyonları sonrasında dış yüzeylerinde polimerizasyonu tamamlanmamış bir tabaka kalabilmektedir. Bu tabakanın alkol ile silinip ardından cilalanması gerekmektedir. Bu sayede bitmiş restorasyonun ağız içerisinde boyanmaya karşı direnci artacaktır (Gordon J Christensen., 2003 ve Tom ve ark., 2016).

1.1.2.1.4. Işıkla Sertleşen Kompozit Rezinler

Işıkla polimerize olan rezinler ilk olarak 1980’li yıllarda tanıtılmıştır. İçerik olarak görünür ışık ile polimerizasyon işleminde katalizör görevi alan retardimetakrilat ve foto başlatıcı olarak komforokinon bulunmaktadır. Polimerizasyon büzülmesini azaltmak amacıyla yapılarında mikro doldurucu ajanlar bulunmaktadır. Polimerizasyon büzülmesinin az olması sayesinde marjinal uyumları da yüksektir. Polimerizasyon sonrası artık monomer oluşmamaktadır. Bu sebeple doku ve pulpa toksisitesi düşük seviyededir. Bu da ışıkla polimerize olan rezinleri metakrilat rezinlerden ayıran önemli özelliklerden birisidir. Renk stabiliteeleri oldukça iyidir ve geniş renk skalası arasından renk seçimi yapılabilmektedir. Bu özelliği sayesinde estetiğin önemli olduğu vakalarda kullanımı tercih edilmektedir. Işıkla polimerize oldukları için çalışma süresi uzundur ve hekime kolaylık sağlamaktadır. Aşınma dayanımları, yüzey sertlikleri oldukça iyidir. Boyanmaya karşı olan dirençleri düşüktür ve pahalıdırlar (Burns ve ark., 2003; Niveditha ve Prithviraj, 2006 ve Tom ve ark., 2016).

Işıkla polimerize olan rezin materyali kullanılarak yapılacak olan geçici restorasyonlarda vakum plak fabrikasyon yöntemi tercih edilebilir. Görünür ışık opak maddelerden tam olarak geçememekte bu da materyalin polimerizasyonunu olumsuz etkilemektedir. Bu yöntemde ışık, şeffaf plaktan herhangi bir engel olmadan geçeceği için polimerizasyonun gerçekleşmesinde sorun yaşanmayacaktır (Shillingburg ve ark., 1997, s:223-253).

1.1.2.1.5. Polikarbonat

Genellikle prefabrik kronlarda kullanılan bir materyaldir. Polikarbon plastik materyali ile mikro cam lifleri birleştirilerek oluşturulur. Yüzey sertliği, aşınmaya karşı olan direnci ve dayanıklılığı iyidir (King ve ark., 1973). Günümüzde estetik özellikleri sebebiyle pediyatrik alanda süt dişlerinde de kullanılmaktadır (Venkataraghavan ve ark., 2014).

1.1.2.1.6. Selüloz Asetat

İnce bir selüloz asetat kabuğu kullanılarak selüloit bazlı kronlar elde edilmektedir. Bu materyal kullanılarak üretilen kronlar hem ön hem arka dişler için uygun kullanıma sahiptir. Elde edilen selüloz bazlı kronlar geçici diş üzerine gelecek restoratif materyali için bir kabuk görevi görmektedir. Genellikle elde edilen final restorasyonun içerisinde hava kabarcığı kalmaması ve homojen bir yapı elde edilmesi amaçlandığı için kabuk üzerinde bir delik açılarak kullanılacak geçici restoratif materyali bu delik içerisinden gönderilmektedir. Ayrıca dişe düzgün bir uyumun sağlanması için bir makas yardımıyla kenarlarının uyumlanması gerekmektedir (Strassler, 2009).

1.1.2.2. Metal Bazlı Geçici Restorasyonlar

Metal bazlı prefabrike geçici restorasyonlar alüminyum, paslanmaz çelik, nikel-krom kullanılarak üretilmektedir. Estetiklerinin kötü olması sebebiyle genellikle sadece posterior bölgede kullanılmaktadırlar. Premolar ve molar dişleri için farklı boyutlarda ve şekillerde üretilmektedirler. Diş eti bölgesindeki uyumu sağlamak için makasla restorasyonu uyumlama veya metali dişin şekline göre bükerek şeklini değiştirme yöntemi kullanılır. Daha yumuşak metal içerikli geçici restorasyonlar (alüminyum) kullanıldığında oklüzyondaki yüksekliğin giderilmesi için hastadan ısıtarak restorasyonun şeklinin karşıt dişe göre uyumlandırılması sağlanır. Daha sert alaşımlar kullanıldığı zaman ağız dışında aşındırma yöntemi kullanılmaktadır. Metal

içerikli geçici restorasyonlar ağız dışında yukarıda bahsedilen yöntemler ile uyumlandırıldıktan sonra ağız içerisinde rezin içerikli bir akrilik kullanılarak besleme yapılarak kenar ve iç uyumu artırılabilir (Burns ve ark., 2003 ve Lui ve ark.,1986).

Alüminyum kronlar geçmişte uzun yıllar boyunca kullanılmıştır. Bu tarz kronlar eğer düzgün bir şekilde uyumlanıp, bir akrilik materyal ile besleme yapıp uygun bir simanla yapıştırılırsa başarılı sonuçlar vermektedirler. Rutinde kullanımı uygun değildir. İnce alüminyum tabakası çok iyi uyumlandırıldığı zamanlarda bile yeterince stabil değildir. Fazla oklüzal kuvvetlere maruz kaldığında perforasyonu söz konusu olabilmektedir. Ayrıca materyal kaynaklı hoşnut olmayan bir tat olduğu hastalar tarafından bildirilmiştir. Düzgün oklüzyonu elde etmek, dişin arktaki konumunu korumak, uygun proksimal kontakları sağlamak mümkün değildir. Nikel-krom içerikli geçici restorasyonlar, uyumlu geçici restorasyonların özelliklerini sağlayabilmektedir. Fakat uyumlarken geçen süreç, estetik özelliklerin kötü olması ve nikel-krom alerjisi gibi durumlar bu materyalin kullanılmasını kısıtlamaktadır (Burns ve ark., 2003 ve Christensen. 1996).

Paslanmaz çelik kronlar ilk başlarda aşırı çürüğe sahip süt dişlerinin veya molarların restorasyonu amacıyla üretilmiştir. Genellikle süt dişlerinde kullanılmalarına rağmen doğru bir şekilde uygulandıklarında yetişkinlerde de uzun süreli geçici restorasyonlar olarak kullanılabilirler. Yeni süren molar dişlerdeki pulpa odasının hacimce büyük olması sebebiyle bu dişlerin kron endikasyonlarında paslanmaz çelik kronların minimum preparasyonda bile dayanıklı olmaları sebebiyle kullanılabilirler (Adulroj ve ark., 2023). Yapısı gereği, uygun aletlerle şekli uyumlandırılmak üzere yeterince biçimlendirilebilir bir materyaldir ve diğer geçici restorasyon materyalleri arasında abrazyona karşı en dirençli materyaldir. Discepolo ve Sultan (2017) paslanmaz çelik kronların ortalama 45 ay süreye kadar geçici restorasyon olarak kullanılabildiklerini gözlemlemişlerdir. Dayanıklılıkları ve korozyona karşı olan dirençlerinin oldukça yüksek olması sebebiyle uzun süreli geçici restorasyon olarak kullanımları uygundur. Paslanmaz çelik ve nikel-krom restorasyonları dişe uyumlandırmak alüminyum restorasyonlara göre daha zordur (Lui ve ark., 1986).

1.1.3. Fabrikasyon Metoduna Göre Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması

Geçici restorasyonlar fabrikasyon metotlarına göre önceden hazır olan (prefabrike) geçici restorasyonlar ve kişiye özel hazırlanan geçici restorasyonlar olarak iki sınıfta incelenirler.

1.1.3.1. Prefabrike (Hazır) Geçici Restorasyonlar

Genellikle plastik, selüloz ve metal alaşımı şeklindedirler. Hazır bir şekilde gelmeleri avantajlarıdır ve piyasada çeşitli boyutlarda bulunmaktadır. Hekim tarafından dişin anatomisine en uygun boyutta olanı seçilerek uygulanır (Christensen, 1996). Çoğu zaman ağız içerisinde besleme yapılarak preparasyonu tamamlanmış diş uyumlu hale getirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun dışında oklüzal ve proksimal uyumlamalar da gerekmektedir (Tom ve ark., 2016). Besleme yapılırken kendi kendine polimerize olan rezinler, dual polimerize rezinler, ışıkla polimerize rezinler ve bis-GMA rezinler kullanılmaktadır (Garg ve ark., 2021). Yapılan bir çalışmaya göre ağız içerisinde besleme yapılarak uygulanan prefabrike geçici restorasyonların en iyi marjinal uyumu gösterdiği gözlemlenmiştir (Moulding ve ark., 1994). Plastik ve metal halde bulunan geçici restorasyonlar gerekli oklüzal ve proksimal uyumlamalar yapıldıktan sonra besleme yapılmadan güçlü bir yapıştırıcı ajan kullanılarak ilgili diş uygulanabilirler. Kişiye özel hazırlanan geçici restorasyon yöntemiyle kıyaslandığında prefabrike olarak üretilmiş geçici restorasyonların daha kötü uyuma, kontur ve oklüzuya sahip olduğu izlenmiştir (Lui ve ark., 1986). Uzun dişsiz boşlukları restore ederken uyum sorunu yaşanması sebebiyle genellikle tek kronların geçici restorasyonunda kullanılmaktadırlar (Garg ve ark., 2021).

1.1.3.2. Kişiye Özel Hazırlanan Geçici Restorasyonlar

Kişiye özel hazırlanan geçici restorasyonlar prepare edilen dişlere özel üretilirler. Hazır geçici restorasyonlarla karşılaştırıldıklarında diş daha iyi uyum sağlamaları sebebiyle kullanılması en uygun geçici restorasyonlardır. Kenar

uyumunun sağlanması, oklüzal ayarlamalar, renk değişiklikleri yapmak gibi çeşitli uygulamalara izin vermeleri de avantajlarındandır (Gordon J Christensen., 1996).

Geçici restorasyon üretiminde kullanılacak materyal seçilirken materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Geçici restorasyonların kişiye özel üretilebilirliği, uygun endikasyonda, uygun materyali kullanmayı gerektirmektedir. Her vakada aynı materyal veya aynı üretim tekniği kullanılmamalıdır (Burns ve ark., 2003). Klinik olarak gözetilmesi gereken koşullar arasında tamir edilebilirlik, sağlamlık, polimerizasyon sırasında oluşacak ekzotermik reaksiyon sonucu ortaya çıkacak olan ısının miktarı ve ardından gerçekleşecek olan polimerizasyon büzülmesi, kenar uyumu ve renk stabilitesidir. Henüz hiçbir materyal bu alanların her birinde liderliği ele alamamış durumda değildir. Dolayısıyla her bir materyalin kendince avantajı ve dezavantajı mevcuttur (Singh ve Garg, 2016).

Aynı temel rezin grubuna bağlı olan birçok sayıda farklı geçici restorasyon materyali bulunmaktadır. Geçici materyalinin sahip olduğu özellikler doldurucu parçacıkların ve polimer matriksinin tipi, miktarı ve geometrisine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Klinisyenler piyasada bulunmakta olan geçici restorasyon materyallerine ve bunların mekanik, fiziksel özelliklerine aşina olmalıdır. Bu sayede spesifik vakalarda hangi materyalin kullanılması gerektiğine karar verirken zorluk yaşanmayacaktır (Wang ve ark., 1989).

1.1.3.2.1. Direkt Üretim Tekniği

Direkt üretim yöntemi kullanılarak (doğrudan) üretilen geçici restorasyonlarda laboratuvar aşamaları ortadan kaldırılır ve restorasyon ağız içerisinde üretilir. Bu yöntemde prepare edilmiş diş ve periodontal dokular restorasyonun üretilmesi için direkt bir doku yüzeyi oluşturmaktadır. Genellikle geçici restorasyonların üretilmesi amacıyla ilk tercih edilen yöntemlerden biri değildir. Bu yöntem uygun laboratuvar koşullarına ulaşamadığında ve teknik yardımcı personel eğitiminin yetersiz olduğu durumlarda tercih edilebilir (Regish ve ark., 2011).

Direkt üretim yönteminin bazı dezavantajları mevcuttur. Akrilik rezin polimerize olurken rezinin çevre dokulara hasar verme ihtimali bulunmaktadır. Direkt üretim yöntemi kullanılarak üretilen restorasyonların, indirekt üretim yöntemleri kullanılarak üretilen restorasyonlara göre daha düşük marjinal uyuma sahip olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu durumun genel sebebinin geçici restorasyonun üretiminin yapıldığı ortam olduğu düşünülmektedir. Model üzerinde çalışırken diş ve çevre yapıları her açıdan görüntüleme imkânı bulunmaktadır. İndirekt üretim tekniklerinde dişe ulaşım daha kolaydır ve fabrikasyon sürecinde herhangi bir kanama veya tükürük engelleriyle karşılaşılmemaktadır. Bu gibi sebeplerle direkt üretim ile üretilen restorasyonlarda daha başarısız uyumlar izlenebilmektedir (Blasi ve ark., 2017).

Konvansiyonel direkt üretim tekniğinde materyal direkt olarak ağız içerisindeki nemli ortamla ve tükürükle temas içerisinde. Bu sebeple materyalin yapısına bakılmaksızın, polimerizasyon sonrası direkt olarak oksijenle temas gerçekleşmektedir ve bu da polimerizasyonun inhibisyonuna sebep olabilmektedir. Bunun sonucunda uzun dönemde restorasyonun mekanik özellikleri ve renk stabilitesi azalmaktadır (Akova ve ark., 2006).

Bu yöntem uygulanırken dişler prepare edilmeden önce bir ölçü alınır ve ardından diş preparasyonu gerçekleştirilir. Diş eksikliği olan vakalarda eksikliğin olduğu bölgeye akrilik bir diş yerleştirilir ve ölçü bu şekilde alınır. Preparasyonun ardından diş ve çevre periodontal dokular vazelin ile izole edildikten sonra önceden alınan ölçünün içerisine geçici materyali yerleştirilerek ölçü tekrardan prepare edilen dişe uygulanır ve materyal sertleşene kadar ağızdan çıkartılıp kontrol edilip tekrardan prepare edilmiş dişe uygulanır. Materyal sertleştikten sonra marjinal uyum kontrol edilir, cilalanır ve simantasyon gerçekleştirilir (Regish ve ark., 2011).

Başka bir alternatif direkt üretim tekniği ise akrilik blok tekniğidir. Bu teknikte dişler prepare edilmeden önce herhangi bir ölçü alınmaz. Dişlerin prepare edilmesinin ardından dişler ve çevre doku vazelinle izole edilir ve otopolimerizan bir akrilik, hamur kıvamına gelene kadar karıştırılır. Akrilik istenilen kıvama geldikten sonra

prepare edilen bölgeye uygulanır ve materyal sertleşene kadar ağızdan takıp çıkartılarak sertleşme kontrol edilir ve sertleşirken oluşan fazla ısının dişe zarar vermesi engellenir. Sertleşme tamamlandıktan sonra dişin morfolojisinin ve konturlarının uygun frezler kullanılarak işlenmesi gerekmektedir (Regish ve ark., 2011).

Direkt üretim metodunda preparasyonu tamamlanan dişler direkt olarak geçici restorasyon ile temas halindedir. Zach ve Cohen (1965) maymunların üzerinde yaptıkları bir deneyde 5,5°C, 11,1°C, 11,1°C ve üzeri olmak üzere 3 farklı intrapulpal ısı değişiminin sırasıyla %15, %60 ve %100'e yakın pulpa hasarına sebep olduğunu gözlemlemişlerdir. Geçici restoratif materyallerin polimerizasyonu sırasında ısı açığa çıkardığı ve fazla ısının da pulpaya zararlı olduğu bilinmektedir (Plant ve ark., 1974). Bu bilgiler göz önüne alındığında direkt üretim metodunda polimerizasyon sırasında az miktarda ısı açığa çıkartan bir materyal seçimi daha uygun olacaktır (Burns ve ark., 2003).

1.1.3.2.2. İndirekt Üretim Tekniği

1.1.3.2.2.1. Konvansiyonel Üretim Teknikleri

Bu üretim yönteminde geçici restorasyon ağız dışarısında ve bir model üzerinde üretilmektedir. Bu üretim yönteminde geçici restorasyonun fabrikasyonu sırasında direkt teknikte oluşan problemlerin çoğu elimine edilmekte ve işin yardımcı personele devri sağlanmaktadır. Direkt üretim tekniğine kıyasla birçok avantajı bulunmaktadır. Serbest monomerin prepare edilen dişle ve diş etiyle teması söz konusu olmadığı için alerjik reaksiyonlar ve muhtemel doku hasarı engellenmektedir. Materyal polimerize olurken ortaya çıkan ısı dişe iletilmeyeceği için pulpal reaksiyonların oluşması engellenecektir. Ortaya çıkan restorasyonlar daha düzgün marjinal uyuma ve konturlara sahip olmaktadır. Restorasyon laboratuvar ortamında üretildiği için diş hekimine ve hastaya boş zaman yaratmaktadır. Bu yöntemin dezavantajı ise işin teknisyen ve hekim arasında gidip gelmesinin gerektirdiği ara basamaklar ve

restorasyonun üretilmesi aşaması için gereken zamanın fazlalığıdır. Bu yöntem yetersiz asistan veya teknisyenlerin varlığında uygulanması zor bir yöntem haline gelmektedir. Ayrıca restorasyonlar üretilirken modellere geri dönüşümü olmayan zararlar gelebilmektedir (Prasad ve ark., 2012 ve Regish ve ark., 2011).

Bu yöntemde diyagnostik ölçülerden elde edilen alçı modelde ilk olarak bir silikon indeks hazırlanır. Dişlerin prepare edildiği model üzerinde dayanak dişler izole edilir. Ardından kullanılacak akrilik materyali silikon indeksin içine yerleştirilerek dişlere uygulanır. Polimerizasyon işleminin gerçekleşmesinin ardından restorasyon model üzerinde uyumlanır ve kontroller gerçekleştirilip ağız içi uyumlamalar yapıldıktan sonra simantasyon gerçekleştirilir (Prasad ve ark., 2012).

1.1.3.2.2.2. Dijital Üretim Teknikleri

CAD-CAM (Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim) teknolojisi ilk olarak 1960'lı yıllarda hava ve otomotiv sanayisinde kullanılmak amacıyla geliştirilmiştir. Ardından geçen 10 yıl içerisinde diş hekimliği alanında da kullanılmaya başlanmıştır (Davidowitz ve Kotick, 2011). CAD-CAM teknolojisinin kullanımı son yıllarda belirgin bir şekilde artmıştır ve bu teknoloji günümüzde rutin bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır (Srinivasan ve ark., 2017). CAD-CAM teknolojisinin diş hekimliği alanında kullanılması tedavi planlarının oluşturulma süreçlerini ve planlanan protezlerin üretim metotlarını değiştirmiştir (Suganna ve ark., 2022).

CAD-CAM teknolojisinin diş hekimliği alanında kullanımının amaçlanması genel olarak 3 farklı talebi yerine getirmek amacıyla olmuştur. Bunlar; üretilen restorasyonların dayanıklı olması, restorasyonlarda doğal bir görüntünün elde edilebilmesi ve restorasyonların daha hızlı bir şekilde bitirilebilmesi olarak sıralanabilir (Davidowitz ve Kotick, 2011). CAD-CAM teknolojisi kullanılarak restorasyonlar çok kısa sürelerde üretilmekte ve aynı gün içerisinde hastaya teslim

edilebilmektedir. Ayrıca kullanılan materyaller tatmin edici estetik sağlamaktadır (Baroudi ve Ibraheem, 2015).

Diş hekimliğinde dijital iş akışı 3 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla veri toplama, tasarım ve üretim aşamalarıdır. Veri toplama aşamasında dental arkların ve prepare edilen dişlerin ölçüsü dijital tarayıcılar kullanılarak alınmaktadır. Tarama aşamasında dijital tarayıcılar yüzey noktaları üzerinde ölçümler yaparak genel bir yüzey topografisi elde ederler (Koch ve ark., 2016 ve Vlaar ve van der Zel, 2006). Ağız içi ve ağız dışı tarama olmak üzere 2 farklı tarama yöntemi mevcuttur (Tamim ve ark., 2014). Ağız içi tarama yönteminde hasta başında dental arkların taraması gerçekleştirilir ve dijital ortamdan teknisyene aktarım gerçekleştirilir. Bu ölçü yönteminde herhangi bir konvansiyonel ölçü materyaline, alçıya ihtiyaç yoktur ve dayanak dişlerin ölçüsü yazılıma aktarılır. Ağız dışı tarama yönteminde, laboratuvar ortamında, hastadan alınan konvansiyonel ölçülerden elde edilen modellerin taraması gerçekleştirilmektedir. Her iki yöntemde de tasarım için kullanılan bir yazılım üzerinde ağız ortamının dijital modeli çıkartılmaktadır (Patzelt ve ark., 2013 ve Villaumbrosia ve ark., 2016).

Birçok araştırmacı konvansiyonel ve ağız içi tarama ile alınan (optik) ölçüleri karşılaştırmakta, hangi yöntemin daha doğru ve daha uyumlu bir restorasyon ortaya çıkaracağını anlamak amacıyla çalışmalar yapmaktadır (Flugge ve ark., 2018). Araştırmacılar ağız içi tarama yöntemiyle alınan ölçülerin hasta ve hekim için hem zaman kazandırdığını hem de daha başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Ayrıca özellikle tek üyelerde ve kısa dişsiz boşluklara sahip hastalarda sabit bölümlü protezlerin fabrikasyonunda 120 mikronun altında kenar uyumsuzluğuna sahip, uyumu başarılı restorasyonların ortaya çıktığı izlenmiştir (Kumar ve ark., 2020).

Ölçü aşamasının ardından tasarım aşamasına geçilmektedir. Tasarım, kullanılan CAD-CAM sisteminin sağladığı yazılım üzerinde gerçekleştirilmektedir. Bu yazılımlar üzerinde tam anatomik kronlar, inley, onley, endokron, laminat veneerler, implant üstü restorasyonlar, maksillofasiyal protezler, hareketli bölümlü protezler, ortodontik apareyler, hibrit protezler, splintler ve cerrahi sırasında kullanılmak üzere

plaklar gibi birçok yapı tasarlanabilmektedir (Davidowitz ve Kotick, 2011 ve Zheng ve ark., 2021).

Tasarım aşamasının ardından üretim aşamasına geçilmektedir. CAD-CAM desteği kullanılarak üretilen restorasyonlar eksiltmeli ve eklemeli yöntem olmak üzere 2 farklı prensibe dayanarak üretilmektedirler. Eksiltmeli üretim yönteminde makina desteği ile kalıp halindeki rezin blokları kazınarak restorasyonlar elde edilmektedir. Eklemeli yöntemde ise üç boyutlu modeller tabakalar halindeki materyal üst üste eklenerek üç boyutlu yazıcı desteği ile üretim gerçekleştirilmektedir. Üç boyutlu yazıcı ile yapılan üretimler kazıma yöntemine kıyasla daha kompleks restorasyonların üretilmesine izin vermektedir. Ayrıca sadece ihtiyaç olan kadar materyal kullanılması sebebiyle daha ekonomiktir (Jeong ve Kim, 2019).

CAD-CAM teknolojisinin diş hekimliğinde gelişmesi birçok yeni kullanılabilir materyali beraberinde getirmiştir (Dennis J. Fasbinder., 2006). Bu geliştirilen materyaller ile sabit bölümlü restorasyonların yapılması da günümüzde popülerlik kazanmıştır (Alt ve ark., 2011 ve Hansel ve ark., 2021). Bu teknoloji günümüzde geçici restorasyonların üretilmesinde de kullanılmaktadır ve bu üretim işlemini hızlı bir şekilde gerçekleştirmenin yanı sıra hassaslıkla da yapmaktadır (Giannetti ve ark., 2022).

Günümüzde dijital üretim yöntemleri her ne kadar sıklıkla kullanıyor olsa da üretilen restorasyonların uyum, kontur ve estetik özelliklerine üretim sonrası genellikle müdahale edilmesi gerekmektedir. Bu da beraberinde fiziksel bir çalışma modeli ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Konvansiyonel ölçülere dental alçı dökülerek elde edilen modeller geçmişte altın standart olarak kabul edilse de bu modellerin elde edilmesi laboratuvar aşamalarını araya sokmaktadır ve zaman alıcıdır (Sidhom ve ark., 2022). Günümüzde çalışma modelleri dijital üretim yöntemleri kullanılarak da üretilmektedir. Shahidi ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada üç boyutlu yazıcılar ile üretilen dental modellerin özelliklerini araştırmış ve kullanılan üç boyutlu yazıcı tipi dikkate alınmaksızın, yüksek doğrulukta ve düşük hata oranına sahip modellerin ortaya çıktığını gözlemlemiştir. Dijital üretim yöntemleri kullanılarak üretilen çalışma

modellerinin arasında ortaya çıkarttıkları restorasyonlar açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Sidhom ve ark., (2022) kazıma yöntemi ve üç boyutlu üretim tekniği yöntemleriyle üretilen PMMA çalışma modellerinin uyum farklılıklarını karşılaştırmış ve her iki grup arasında anlamsal bir farklılık bulamamıştır.

1.1.3.2.2.2.1. CAD-CAM Kazıyıcılar Kullanılarak Yapılan Üretimler (Eksiltmeli Üretim Tekniği)

Eksiltmeli üretim tekniği veya CAD-CAM kazıma ile üretim tekniği, daha önceden polimerize edilmiş bir bloğun, kazıma cihazına yerleştirilen frezler aracılığıyla yapılan kazıması sonucu tasarlanan restorasyon haline dönüştürülmesine olanak sağlar. Bu teknikte önceden polimerize edilmiş bloklar kullanılması sebebiyle hatalar minimize edilmektedir (Al Hamad ve ark., 2022 ve Ellakany ve ark., 2022).

CAD-CAM kazıyıcılar ile en uygun üretim koşulları altında hazırlanmış olan PMMA blokları veya diskleri kazınarak geçici restorasyonlar elde edilebilmektedir. Bu bloklar yüksek sıcaklık derecelerinde ve uzun süreler boyunca polimerizasyon gerçekleştirilerek elde edilir. Bu materyalin yüksek basınç altında üretilmesi, doldurucu parçacıkların boşluklara dolmasını kolaylaştırır ve bu şekilde olabildiğince kusursuz ve her bölgesinde aynı yapıyı gösteren (homojen) bir materyalin elde edilmesini sağlamaktadır. Bu sebeplerle PMMA bloklarının polimerizasyonu direkt üretim tekniğinde kullanılan materyallerin polimerizasyonuna oranla daha fazla olmaktadır ve bu da restorasyonun mekanik özelliklerini geliştirmektedir (Alt ve ark., 2011). Ayrıca materyale tutunan biyofilm formasyonu azalmakta ve biyoyumlulukları artmaktadır (Ionescu ve ark., 2020).

Bazı yazarlara göre CAD-CAM kazıma yöntemi kullanılarak üretilen restorasyonlar konvansiyonel yöntemler kullanılarak üretilen geçici restorasyonlara kıyasla daha iyi klinik başarı göstermektedir (Falanchai ve ark., 2022). Yapılan bir çalışmada prefabrike olarak üretilmiş kompozit bazlı CAD-CAM geçici materyallerinin geleneksel PMMA'ya kıyasla mekanik avantajlar gösterdiği

gözlemlenmiştir (Alt ve ark., 2011). Rayyan ve ark., (2015) CAD-CAM PMMA blokları kullanılarak üretilen ve geleneksel PMMA kullanılarak üretilen geçici restorasyonları karşılaştırmış ve CAD-CAM restorasyonlarının daha yüksek renk stabilitesine, aşınma direncine, yüzey sertliğine, kırılma dayanıklılığına, daha düşük su absorpsiyonuna sahip olduğunu gözlemlemiştir. Benzer şekilde Başaran ve ark., (2013) fiberle güçlendirilmiş kompozit içerikli CAD-CAM kompozit bloklarının yüksek direnç gösterdiklerini bildirmişlerdir. Marchesi ve ark., (2022) PMMA bloklarından üretilen geçici restorasyonların ve üç boyutlu yazıcıda üretilen geçici restorasyonların yorulma dirençlerini kıyaslamış ve PMMA bloklarını daha başarılı bulmuştur. Abdullah ve ark., (2016) CAD-CAM yöntemiyle üretilen PMMA geçici restorasyonlarını direkt yöntemle uygulanan geçici restorasyonlarla karşılaştırmış ve kenar ve iç uyum açısından CAD-CAM kazıma yöntemiyle üretilen geçicileri daha başarılı bulmuşlardır. Yapılan birçok çalışmadaki bulunan sonuçlara göre önceden polimerizasyonu sağlanmış PMMA bloklardan kazıma yöntemiyle üretilen geçici restorasyonların, uzun dönem kullanım için uygun olduğu gözlemlenmektedir (Abad-Coronel ve ark., 2021).

Kazıma yöntemiyle üretilen geçici restorasyonlarda otopolimerizan PMMA'da karşılaşılan polimerizasyon büzülmesi ve polimerizasyon sonucu oluşan fazla ısı gibi problemlerle karşılaşılmasa bile, yüzey detaylarının işlenmesinin kullanılan freze göre değişiklik göstermesi, kesme işlemini gerçekleştiren frezlerin hareket kapasitesinin sınırlı olması sebebiyle restorasyonun özellikle kurvatürlü olduğu bölgelerde materyalin gereğinden fazla harcanması (Strub ve ark., 2006), kullanılan frezlerin zaman içerisinde görülen istenmeyen aşınması, kazıma yapılırken mikro düzeyde çatlakların oluşması (Zandinejad ve ark., 2019) gibi sorunlar bu yöntemin problemleri arasında sayılmaktadır. Bu gibi problemler sebebiyle restorasyonların üretiminde üç boyutlu yazıcıların tercih edilmesi eskiye oranla artmıştır (Koch ve ark., 2016 ve Methani ve ark., 2020 ve Wu ve ark., 2021)

1.1.3.2.2.2. Üç Boyutlu Yazıcılar Kullanılarak Yapılan Üretimler (Eklemeli Üretim Tekniği)

Ekleme yöntemi kullanılarak yapılan üretim Amerikan Test ve Materyal Enstitüsü tarafından “Üç boyutlu model verisi kullanılarak, genellikle tabaka üzerine tabaka koyularak, yeni bir obje yapma amacıyla eksiltmeli üretim tekniklerinin tam tersine, materyalleri birleştirme işlemi” olarak tanımlanmaktadır (American Society of Testing and Materials, 2009). Dijital teknolojiye kullanılan eklemeli üretim tekniği, kazıma yöntemine kıyasla daha yeni bir üretim tekniği olup, karmaşık geometrileri üretebilme ve çeşitliliği sebebiyle son zamanlarda kullanımı oldukça artmıştır (Methani ve ark., 2020).

Günümüzde çeşitli önemli üç boyutlu üretim metotlarını koruyan patentlerin süresi dolmaya başlamıştır. Bunun sonucunda piyasada çok fazla rekabet oluşmuş ve çeşitli materyaller ile yazıcıların aniden ortaya çıkmaya başladığı izlenmiştir. Bu durum da günümüzde aktif olarak kullanılan 3 boyutlu yazıcı yöntemlerini sınıflandırmayı oldukça zorlaştırmaktadır (Tahayeri ve ark., 2018). Günümüzde kullanılan üç boyutlu üretim sistemlerini üretim metotlarına göre basit bir şekilde sınıflandırabiliriz:

1. Ekstrüzyon baskı
2. İnkjet baskı
3. Lazer eritme/sinterleme
4. Litografi (Tahayeri ve ark., 2018)

Ekstrüzyon baskı yönteminde bilgisayar desteğiyle kontrol edilen 3 akslı bir sistem yardımıyla bir uçtan materyal dağıtılarak yapı elde edilir. İnkjet baskı yönteminde sıvılar veya hidrojel gibi düşük viskoziteye sahip mürekkepler çeşitli yöntemlerle önceden belirlenen bölgelere tahliye edilir. Bu işlem sırasında akustik, termal ve elektromanyetik kuvvetler kullanılabilir. Devamlı inkjet baskı yönteminde küçük bir açıklıktan sıvılar geçerek yazıcı ucuna ulaşır ve bu da sıvıları küçük damlacıklara parçalar. DOD (Drop-on-demand) inkjet baskı yönteminde 20-50

mikron çapındaki mürekkep damlları kısa basınçlar uygulanarak dağıtılır (Saunders ve ark., 2008). Lazer eritme ve sinterleme yönteminde bir u yardımıyla materyal dağıtılarak istenilen yapı elde edilmez. Bu sistemler genellikle üç yapıdan oluğmaktadır: Devamlı bir lazer kaynağı, ığığı geçiren bir cam ve alıcı substrat. Bu sistemde lazer ığığı yukarı ve ağağı hareket eden bir toz kümesindeki belirli bölgeleri sinterler ve üç boyutlu yapıyı oluğturur (Ayyıldız, 2015). Litografi baskı yönteminde fotopolimerler Z aksı üzerindeki örnek tutucu haznenin içinde bulunmaktadır. Bu hazne ağağı ve yukarı hareket ettikçe fotopolimerler ığığa maruz kalarak üç boyutlu yapıyı oluğtururlar (van Noort, 2012).

Günümüzde polimer bazlı materyaller 3 boyutlu yazıcı kullanılarak yapılan üretimlerde kullanılan materyallerin büyük çoğunluğunu oluğturmaktadır. Yapılan bazı alığmalarda arağtırmacılar üç boyutlu yazıcı ve kazıma yöntemi ile üretilen geçici restorasyonların uyumunu karėılaėtırdıklarında üç boyutlu yazıcı kullanarak üretilen restorasyonlarda kenar uyumunun ve restorasyonun i boğluğunun kazıma grubuna kıyasla daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir (Alharbi ve ark., 2018).

Eklemeli retim tekniğiyle (3B yazıcı) retilen geçici restorasyonlar aşınmaya karėı dirençlidir. Park ve ark., (2018)  boyutlu yazıcı, kazıma yöntemi ve konvansiyonel yöntemler kullanılarak üretilen geçici restorasyonların karėı çenedeki zirkonya restorasyonların karėısındaki aşınma direncini incelemiş ve aşınma miktarlarını birbirlerine benzer bulmuğtur. Kessler ve ark., (2019) aynı gruplar arasında yaptıkları karėılaėtırmada yine benzer aşınma sonuçları bulmuşlardır. Kullanılan reçine tipinin aşınma davranığını değiğtirebileceği ve doldurucu parçacıkların artmasının aşınmayı azaltıcı yönde etki edeceğini belirtmişlerdir. Myagmar ve ark., (2021) yine aynı gruplar arasında yaptıkları karėılaėtırmada üç boyutlu yazıcı grubunun en az aşınmaya sahip olduğunu belirtmişlerdir. Mayer ve ark., (2021) kazıyıcı ve üç boyutlu yazıcı kullanılarak üretilen geçici restorasyonların temizleme ajanlarına bağlı aşınma direncini incelemiş ve üç boyutlu yazıcı grubunda daha az seviyede aşınma gözlemlemişlerdir.

1.1.3.2.3. İndirekt-Direkt Üretim Tekniği

Bu üretim tekniği, geçici restorasyonun dişlerin kesilmeden önceki seansta üretilmesine olanak sağlar. Dişler prepare edilmeden önce hastadan alınan diyagnostik ölçülere alçılar dökülür ve alçılar artikülatöre alınır. Yapılacak restorasyon bölgesinde model üzerinde bir silikon indeks hazırlanır. Silikon indeks hazırlanmadan önce diş konturlarını düzeltmek veya estetik geliştirilmek isteniyorsa ince bir mum modelaj örnek üretilir. Ardından diyagnostik modeller üzerinde diş preparasyonu yapılır ve önceden hazırlanan silikon indeks içerisine kullanılacak akrilik materyali yerleştirilerek model üzerine tekrardan oturtulur. Bu sayede geçici restorasyon, model üzerinde henüz hasta ağzında preparasyon işlemi yapılmadan hazırlanmış olur. Hazırlanan geçici restorasyon hasta ağzında preparasyon işlemi yapıldıktan sonra dişler üzerinde denir. Fakat model üzerinde yapılan preparasyonlar daha konservatif olması sebebiyle önceden hazırlanmış restorasyonlara ağız içerisinde besleme yapılması gerekmektedir. Ağızda besleme işlemi yapıldıktan sonra kenar uyumu kontrol edilir, düzeltmeler yapılır ve simantasyon gerçekleştirilir (Regish ve ark., 2011 ve Bennani, 2000).

Bu üretim metodu kullanılırken dikkat edilmesi gereken bazı unsurlar vardır. Model üzerinde yapılan diş preparasyonu ağızdaki diş preparasyonuna kıyasla daha konservatif olmalıdır. Silikon indeks hazırlandıktan sonra gingival bölgelerde fazladan restorasyon kalınlığı sağlanması amacıyla silikondan kazınma yapılmalıdır. Restoratif materyal alçı üzerine yerleştirilmeden önce model vazelinle izole edilmelidir (Regish ve ark., 2011 ve Bennani, 2000).

Bu yöntemin diğer üretim metotlarına göre bazı avantajları bulunmaktadır. Restorasyon ağız içinde preparasyonlar yapılmadan önce hazırlandığı için hasta başında harcanan zaman azalır. Besleme yapılırken az miktarda akrilik kullanılacağı için azalmış polimerizasyon büzülmesi, polimerizasyon gerçekleşirken az miktarda ısı açığa çıkması ve dişlerin daha az miktarda kimyasala maruziyeti söz konusu olmaktadır. Bir diğer avantaj ise monomer ve yumuşak dokular arasında az miktarda temas olması sebebiyle alerji reaksiyonu oluşma ihtimali azalacaktır. Renk seçimi

önceden yapıldığı için renk uyumu daha iyi olacaktır. Diyagnostik amaçlı wax up işlemi yapıldığı zamanlarda konturlar istenilen şekilde düzeltildiği için estetik geliştirilmiş olacaktır. Bu yöntemin dezavantajları arasında laboratuvar işlemlerine ayrılan sürenin artması ve önceden yapılan restorasyonun hasta ağzında prepare edilen dişlere oturtulması için birkaç uyumlama gerektirebilmesi sayılabilir (Dumbrigue, 2003; Regish ve ark., 2011 ve Bennani, 2000).

1.2. Sabit Protezlerde Uygulanan Geçici Restorasyonların Taşınması Gereken Özellikler

Geçici restorasyonlar kalıcı protezler üretilene kadar kullanılan ara restorasyon türleridir. Her ne kadar geçici amaçla kullanılsalar da periodontal dokunun ve dişin sağlığını korumak amacıyla son derece önemlidirler. Geçici restorasyonlar diş ve çevresindeki yumuşak dokuyu fiziksel olarak korumasının yanı sıra hastanın ve hekimin tedavi sonucunda ortaya çıkacak restorasyonun kabul edilebilirliğinin karşılıklı olarak görülmesini sağlar. Ayrıca hastanın beklentilerinin psikolojik olarak yönetilmesine olanak sağlamaktadır (Burns ve ark., 2003).

İdeal hazırlanmış bir geçici restorasyonun taşınması gereken özellikler aşağıdaki gibidir:

1. Pulpanın korunması: Restorasyon dişe iyi bir şekilde uyum sağlamalı, sızıntıyı engellemeli ve pulpayı aşırı ısıdan korumalıdır.
2. Doğru kron-diş eti uyumu: Hazırlanan geçici restorasyonun diş etini ittirmemesi gerekmektedir. Bu şekilde hazırlanmayan geçici restorasyonlar sonucunda yumuşak dokuda oluşan enflamasyon sonucunda diş eti kendini geri çekebilir, büyüyebilir veya kanamaya meyilli hale gelebilmektedir. Bu gibi durumlar sonucu üretilen final restorasyon başarısızlığa uğrayabilmektedir.
3. Temizlenebilirlik: Kullanılan materyal ve restorasyon konturları uygun temizlenmeye izin vermelidir

4. Doğru oklüzyon: Eklem sağlığı, çiğneme fonksiyonu ve dişin supra erüpsiyonunun ve diğer ortodontik hareketlerin engellenmesi amaçlı düzgün bir oklüzyon sağlamalıdır.
5. Retansiyon ve rezistans özelliği: Restorasyonun dirençli bir materyalden üretilmesi ve çıkartıcı kuvvetlere karşı koyabilmesi gerekmektedir.
6. Estetik: Özellikle görünürlüğü fazla olan anterior bölgede yüksek estetik özelliklere sahip olmalıdır
7. Ekonomik: Maliyeti fazla olmamalıdır.
8. Prognoz desteği: Tedavi devam ederken prognozu şüpheli görülen dişlerin durumunun saptanmasına yardımcı olmalıdır.
9. Diagnostik özelliği: Daimî protetik restorasyonlar yapılmadan önce fonasyon, vertikal boyut, oklüzal ilişkinin saptanmasına yardımcı olmalıdır (Kaiser ve Cavazos, 1985; Shillingburg ve ark., 1997, s:223 ve Vahidi, 1987).

Diş preparasyonu sonrası ara seanslarda kullanılması amaçlı yapılan geçici restorasyonların, hastalara sağladığı çok sayıda fayda bulunmaktadır. Bu sebeple kullanılacak restorasyon materyallerinin de buna katkı sağlaması gerekmektedir. Diş hekimliğinin her alanında olduğu gibi her türlü durumda kullanılabilecek tek bir tür restorasyon materyalinden bahsetmek mümkün değildir (Burns ve ark., 2003).

İdeal bir geçici restorasyon materyalinin özellikleri aşağıdaki gibi olmalıdır:

1. Periodontal dokular ve diş dokuları ile biyouyumlu olmalıdır,
2. Pulpaya ve diğer dokulara karşı irrite edici bir özelliği bulunmamalıdır,
3. Güçlü ve dayanıklı olmalıdır,
4. Poroz bir yapıya sahip olmamalıdır,
5. Uygun yüzey sertliği sahip olmalıdır,
6. Boyutsal stabilitesi iyi olmalıdır,
7. Aşınmaya karşı direnci yüksek olmalıdır,
8. Marjinal uyumu iyi olmalıdır,
9. Karıştırması kolay olmalıdır,
10. Uygulanması kolay olmalıdır,

11. Sertleşme süresi kısa olmalıdır,
12. Tamiri kolay olmalıdır,
13. Renk seçenekleri geniş olmalıdır,
14. Cilalanabilirliği yüksek olmalıdır,
15. Aşınma süresi boyunca kabul edilebilir estetiğe sahip olmalıdır,
16. Renk stabilitesi yüksek olmalıdır,
17. Boyanmaya karşı dirençli olmalıdır,
18. Polimerizasyon sırasında düşük ekzotermik özellik göstermelidir,
19. Polimerizasyon büzülmesi düşük olmalıdır,
20. Düşük artık monomer içermelidir,
21. Pahalı olmamalıdır,
22. Geçici simanlarla uyumlu olmalıdır,
23. Rahatsız edici bir kokuya sahip olmamalıdır (Davis ve O'Connell, 2004 ve Rosenstiel ve ark., 2015, s:401-439).

1.2.1. Geçici Restorasyonlarda Kenar Uyumu

Protetik restorasyonlarda restorasyonun diş ile olan marjinal uyumu, restorasyonun ömrü ve ilgili dişlerin sağlığı açısından oldukça önemli bir faktördür. (Amin ve ark., 2015 ve Larson, 2012). Klinik olarak restorasyonun kenar ve iç uyumunun, restorasyonun ağızda kalma süresini doğrudan etkilediği bilinmektedir. Kötü kenar uyumuna sahip restorasyonların plak retansiyonu artmakta, bölgedeki artan plak miktarı ilerleyen dönemlerde diş etindeki mikroflorayı değiştirmekte ve periodontal hastalığa yol açmaktadır (Felton ve ark., 1991). Marjinal uyumu kötü olan restorasyonlarda sekonder çürük oluşma ihtimali de artmaktadır (Walton ve ark., 1986).

Yapılan çalışmalarda restorasyon ve diş arasındaki vertikal marjinal açıklık değerinin maksimum 120 µm'yi geçmemesi gerektiği önerilmektedir (May ve ark., 1998 ve McLean ve von Fraunhofer, 1971). Her ne kadar 80 mikronluk bir açıklığın klinik olarak gözle tespiti oldukça zor olsa da bazı yazalar 50-75 µm (Hung ve ark., 1990) bazı yazarlar ise 70 µm'lik (Weaver ve ark., 1991) marjinal açıklığın klinik

olarak kabul edilebilir limit olarak belirlemişlerdir. Restorasyonun iç uyumu da benzer şekilde restorasyonun ağızda kalma süresi ile doğrudan etkilidir. Yapılan bir çalışmada 70 µm üzerindeki siman aralıklarının restorasyonların kırılma direncini azalttığını göstermiştir (Tuntiprawon ve Wilson., 1995).

Restorasyonların üretiminde kullanılan materyallerin ve bu restorasyonlar üretilirken kullanılan tekniğin marjinal uyum açısından farklılıklar oluşturduğu bilinmektedir (Jain ve ark., 2022). Geçici restorasyonları üretirken en çok kullanılan materyallerden bir tanesi PMMA materyalidir. Bu materyalin en büyük problemlerinden bir tanesi polimerizasyon büzülmesidir. PMMA materyali için ortalama hacimsel polimerizasyon büzülme miktarının %4 ilâ %6 arasında olduğu bildirilmiştir (Lepe ve ark., 1999). Uzun köprülerde, kullanılan materyal miktarı arttığı için materyalin büzülme miktarı daha fazla olmakta ve dayanak dişlerle restorasyon arasındaki uyum kötü yönde etkilenmektedir. Dolayısıyla materyal miktarı artıkça marjinal ve iç uyum bozulacaktır (Barghi ve Simmons, 1976).

Yapılan bir çalışmada PMMA materyalinin açık havada ve suyun içerisindeki polimerizasyon büzülmesi sonucu oluşan vertikal marjinal uyumsuzluklar değerlendirilmiş ve polimerizasyonunu 20 °C'deki suyun içerisinde tamamlayan restorasyonların normal bir şekilde polimerizasyonunu tamamlayan gruba göre daha düşük marjinal uyumsuzluk gösterdiği izlenmiştir. Ayrıca polimerizasyon sonrası besleme yapılan restorasyonların diğer gruplara göre en yüksek marjinal uyuma sahip olduğunu izlemişlerdir (Khandelwal ve ark., 2016). Ramkumar ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada benzer şekilde 20 °C ve 30 °C'de polimerize olan ve indirekt teknikte üretilen restorasyonların yaklaşık 3 kat daha düşük marjinal uyumsuzluk gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Bu gibi sebeplerle PMMA materyali kullanılarak üretilen geçicilerde maksimum marjinal uyumu yakalayabilmek amacıyla polimerizasyonun suda tamamlanması ve indirekt yöntem kullanılması tercih edilmelidir (Khandelwal ve ark., 2016 ve Ramkumar ve ark., 2012).

Metakrilat gruplarının içerisinde bulunan etilmetakrilat ve metilmetakrilat materyallerinin marjinal uyum karşılaştırmalarında iki materyalin de marjinal uyum

açısından diğer geçici materyallerine göre daha iyi sonuçlar verdiğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Bazı çalışmalarda etilmetakrilat grupları diğer çalışmalarda ise metilmetakrilat grupları daha iyi sonuçlar vermiştir (Givens ve ark., 2008; Koumjian ve Holmes, 1990 ve Nejatidanesh ve ark., 2006). Nejatidanesh ve ark., (2006) yaptıkları çalışmada etilmetakrilat gruplarının üretici firmalardaki farklılıklara göre kötü performans gösterdiklerini gözlemlemişlerdir.

Geçici restorasyonun ağızda uzun süre neme ve sıcaklık değişikliklerine maruz kalmasının marjinal uyumu olumsuz etkilediği gösterilmiştir (Ehrenberg ve ark., 2006). Ogawa ve ark., (1999) sıcağa maruz kalan restorasyonlardaki marjinal uyumsuzluğun soğuğa maruz kalan örneklerle göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Marjinal uyumsuzluğu zamanla artıran unsurlardan biri de restorasyonların ara seanslarda çıkartılıp takılması sırasında geçici siman temizlenirken restorasyonun içinden istenmeden kazınması sonucu oluşmaktadır. Bu tarz bir sorunun oluşmaması için restorasyon içi besleme yapılması önerilmektedir (Patras ve ark., 2012).

1.2.1.1. Restorasyon Kenar Konumu

Restorasyonların marjini konum olarak: Diş eti seviyesinin üstünde, diş eti seviyesinde veya diş eti seviyesinin altında olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilir (Nugala ve ark., 2012).

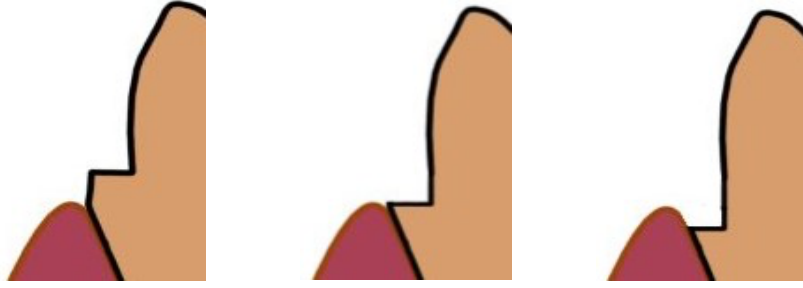
Restorasyon sınırını diş etinin üzerinde hazırlamak daha kolay bir plak kontrolüne ve operatör hekim açısından daha kolay bir preparasyona olanak sağlamaktadır. Supragingival (diş eti seviyesi üzerinde) basamak türü diş eti üzerinde en az negatif etkiye sahip marjin konum türüdür. Diş ve restorasyon arasındaki geçiş hattındaki oluşabilecek renk farklılıklarının estetik olarak güzel bir görüntü oluşturmadığı düşünülmektedir. Bu sebeple kullanım yeri başlıca posterior bölgedeki dişlerdir. Bu dezavantajının yanında birçok avantaja sahiptir. Preparasyon hattını oluşturmak ve ölçüde göstermek diğer marjin hatlarına göre çok daha kolaydır. Hazırlanan restorasyonun uyumu genellikle daha iyidir. Restorasyon yapıştırıldıktan

sonra fazla simanın temizlenmesi daha kolaydır. Restorasyonun basamaklara olan uyumunu izlemek daha kolaydır. Periodontal dokulara olan irritasyon en az seviyededir (Moretti ve ark., 2011 ve Nugala ve ark., 2012).

Diş eti seviyesinde hazırlanmış marjinlerin kullanımı en ufak bir diş eti çekilmesi sonucu geçiş hattının belirgin olacağı veya supragingival marjin lokasyonlarına göre daha çok inflamasyona sebep olduğu düşüncesiyle çok tercih edilmemekteydi. Günümüzde geliştirilen yüksek estetiğe sahip restorasyon türleri ve yine preparasyonun bu marjin hattında daha kolay bitirilebilmesi sebebiyle sıklıkla tercih edilmektedir. Bu marjin türü de diş eti üzerinde bitirilmiş marjin konumuyla birlikte periodontal açıdan başarılı bulunmaktadır (Nugala ve ark., 2012).

Estetik nedenlerle marjin hattının çoğu kez diş etinin altında konumlanması gerekebilmektedir. Fakat biyolojik genişlik ihlal edildiği zaman periodontal açıdan birçok sorun ortaya çıkabilmektedir. Restorasyon kenarı diş eti marjininin çok altında konumlandığı zaman diş eti ataşmanına zarar verecek ve hastanın ilgili bölgeyi temizleyememesi bölgedeki periodontal sağlığı daha kötü bir hale getirecektir (Nugala ve ark., 2012).

Marjin konumunun diş eti sağlığı ile yakından bir ilgisi bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmaya göre diş eti altında konumlandırılmış marjinlerde saptanan gingival indeks diş eti üstünde ve diş eti hizasında hazırlanmış marjin lokasyonuna sahip restorasyonlara göre daha yüksek olduğu, aynı şekilde diş eti hizasında hazırlanmış marjin konumları da diş eti seviyesi üzerinde hazırlanan marjin konumlarına sahip restorasyonlara göre daha yüksek gingival indeks skorlarına sahip olduğu izlenmiştir. Marjin lokasyonu derinleştikçe diş eti oluşu sıvısının, diş eti içerisinde bulunan enflamatuvar ajanların arttığı da izlenmiştir. Bunların sonucunda restorasyon marjinlerinin diş eti altı hizasında yerleştirildiği zaman periodontal sağlığa zarar verebileceği ve supragingival restorasyon marjininin periodontal açıdan daha sağlıklı olduğu izlenmiştir (Moretti ve ark., 2011).

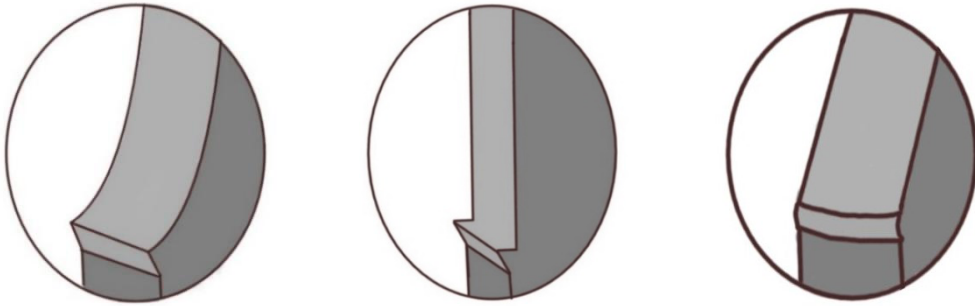


Şekil 1.1. Sırasıyla diş eti seviyesinin üstünde (supragingival), diş eti seviyesinde (equigingival) ve diş eti seviyesi altına (subgingival) uzanan basamaklar

1.2.1.2. Kenar Bitim Geometrileri

Geçmişten günümüze kadar başarılı bir protetik restorasyonun üretilmesi için dişler üzerinde çeşitli preparasyon yöntemleri önerilmiştir. Bu preparasyonlar sonucu oluşacak çeşitli marjinlerin her birinin avantajı ve dezavantajları mevcuttur. Hekim avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurarak uygun endikasyon göre oluşturulacak marjin türünü seçmelidir. Protetik restorasyonlar için kullanılan preparasyon teknikleri genel olarak 2 sınıfta incelenebilir (Labno ve Drobnik, 2020).

1. Horizontal Kenar Sonlanmaları
2. Vertikal kenar sonlanmaları



Şekil 1.2. Sırasıyla yatay (chamfer ve shoulder) ve dikey (feather edge) preparasyon teknikleri

1.2.1.2.1. Horizontal (Yatay) Kenar Sonlanmaları

Yatay bitiş hattına sahip preparasyonlarda belirgin bir basamak mevcuttur. Bu tarz preparasyonlar diş etinin sağlıklı olduğu vakalarda ve anatomik kron ile klinik kron boyutunun birbirlerine yakın olduğu durumlarda kullanılması önerilmektedir. Horizontal preparasyon tekniklerinin vertikal preparasyon tekniklerine oranla daha agresif olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple horizontal preparasyonlar fazla kök açıklığının mevcut olduğu vakalarda önerilmemektedir. Bu tarz preparasyonların, restorasyonların daha uyumlu bir şekilde üretilmesine olanak sağladığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Horizontal preparasyon teknikleri iki ana grupta sınıflandırılmaktadır (Daniel, 2022).

1. Chamfer (Oluk Şeklinde) Kenar Sonlanmaları
2. Shoulder (Omuz Şeklinde) Kenar Sonlanmalar

1.2.1.2.1.1. Chamfer Kenar Sonlanmaları

Chamfer basamak tipinin çeşitli endikasyonları bulunmaktadır. Metal destekli porselen uygulanacak dişlerin lingual veya palatinal kenarları, tam metal kronlar, presslenebilir tam seramik kronlar, döküm veya kazıma yoluyla üretilen CAD-CAM restorasyonlar bu endikasyonlar arasında gösterilmektedir (Labno ve Drobnik, 2020). Preparasyonda kullanılan frez yuvarlak uçlu bir elmas frezdir ve preparasyon sonucunda oluşan marjin hattı genişliği ile kullanılan frezin yarıçapı birbirlerine eşit olmalıdır. Frez yarı kalınlıktan daha fazla kullanıldığı zaman preparasyonun sonunda diş üzerinde desteksiz mine kenarları kalabilmektedir. Bu durumda gelen oklüzal kuvvetler sonucunda basamak hattında mine kırıkları veya restorasyon kırıkları oluşabilmektedir (Shillingburg ve ark., 1997, Bölüm: 9).

Chamfer basamak tipi, shoulder basamak tipine göre daha az invaziv bir basamak türüdür. Dişten daha az doku kaldırılması, pulpal sağlık açısından faydalı olsa da estetik açıdan sakıncalıdır. Özellikle metal destekli porselenlerde dişlerin bukkal

bölgesinde chamfer bitiş hattı tercih edilmemektedir. Kaldırılan doku miktarının az olması sebebiyle metal yansıması gerçekleşebilmektedir. Bu da görüntüyü olumsuz etkilemektedir (Rosenstiel ve ark., 2015, Bölüm: 7).

Kullanılan preparasyon tekniğine bağlı olarak restorasyon ile diş arasında bulunan siman aralığının ağız sıvıları tarafından etkilenmesi farklılık göstermektedir. Chamfer bitiş hattı kullanıldığında shoulder bitiş hattına kıyasla (basamak hattının açısı sebebiyle) kole bölgesinde daha az simanın açığa çıkmasını sağlamaktadır. Ayrıca bölgedeki siman ağız sıvılarından daha az etkilenmektedir (Gavelis ve ark., 1981).

Jalalian ve Aleteha (2011) chamfer ve shoulder basamakları ile hazırlanmış modeller üzerinde tam seramik restorasyonların kırılma dirençlerini test etmiş ve chamfer preparasyonu ile hazırlanmış modellerin üzerinde fabrike edilen restorasyonların, shoulder preparasyonlar üzerinde hazırlanan restorasyonlara göre daha yüksek kırılma direncine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde Habib ve ark., (2017) shoulder ve chamfer basamaklar üzerinde hazırlanan zirkonya kopinglerinin kırılma dirençlerini test etmiş ve chamfer basamak tipinin üzerinde hazırlanan restorasyonların daha yüksek kırılma direncine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Cho ve ark., (2004) chamfer bitiş hattının (0.9 ve 1.2 mm) sağladığı kırılma dayanımının, 1.2 mm kalınlığında hazırlanan yuvarlatılmış shoulder ve shoulder basamaklarına göre daha başarılı olduğunu bulmuştur.

1.2.1.2.1.2. Shoulder Kenar Sonlanmaları

Shoulder preparasyonda oluşturulan basamak dişin aksiyal duvarlarıyla 90 derece açı yapmaktadır. Bu bitim çizgisi, basamağın genişliği sebebiyle oklüzal yönden gelen kuvvetlere karşı dirençlidir ve materyale kırılma direncini artıracak bir kalınlık sağlamaktadır. Aynı zamanda estetik için yeterli alan kazandırır. Genellikle estetiğin oldukça önemli olduğu anterior dişlerde tercih edilmektedir. Tam seramik restorasyonlarda restorasyonun dayanıklılığını artırmak amacıyla kullanılmaktadır.

Metal destekli porselenlerde dişlerin bukkal yüzeylerinde yansıyan metal görüntüsünü elimine etmek amacıyla kullanılmaktadır (Rosenstiel ve ark., 2015, Bölüm: 7).

Bu bitim çizgisi beraberinde bazı dezavantajları da getirir. Bunların en önemlisi diş yapısı için konservatif olmamasıdır. Ayrıca dişteki gerilimi arttırarak kron kırıklarına sebep olabilir. Düzgün hazırlanamamış, açısı verilememiş bir shoulder basamak porselen kırığına sebep olabilir (Rosenstiel ve ark., 2015, Bölüm: 7 ve Shillingburg ve ark., 1997, Bölüm: 9).

Shoulder basamak tipi restorasyona yapısal sağlamlık kazandırmaktadır. Monolitik zirkonyanın kırılma direncinin, shoulder ve feather edge basamak preparasyonu ile hazırlanan modeller üzerinde test edildiği bir çalışmada, shoulder basamak tipinin, feather edge basamak tipi kullanılarak üretilen restorasyonlardan daha yüksek kırılma direncine sahip olduğunu gözlemlenmiştir (Findakly ve Jasim, 2019).

1.2.1.2.2. Vertikal (Dikey) Kenar Sonlanmaları

Vertikal preparasyonlar iki ana grupta sınıflandırılabilir.

1. Shoulder-less preparasyonlar
 - 1.1. Knife edge
 - 1.2. Feather edge
 - 1.3. Chisel edge
2. Edgeless preparasyonlar (Biyolojik Oryante Preparasyon Tekniği: BOPT)
(Lawand ve ark., s: 175-194, 2021)

Yapılan çalışmalara göre shoulder-less preparasyonlar diş için her ne kadar konservatif olsa da birçok kusuru barındırması sebebiyle bu preparasyon türünün kullanımından uzaklaşmaya başlanılmıştır. Bunun yerine yeni bir vertikal preparasyon

türü olan BOPT (Biyolojik Oryante Preparasyon Tekniği) tekniğinin kullanılmasını öneren çalışmalar mevcuttur (Lawand ve ark., 2021, s:175-194).

1.2.1.2.2.1. Shoulder-less Preparasyonlar

Geçmişte uzun yıllar boyunca vertikal bitiş hattına sahip preparasyon şekli kullanılmıştır. Metal döküm tekniğinin protetik diş tedavisi alanında uygulanmaya başlanmasıyla birlikte shoulder-less preparasyonlar terk edilip horizontal bitiş hattına sahip preparasyon teknikleri uygulanmaya başlanmış ve yapılan çalışmalarla her iki preparasyon yönteminin avantaj ve dezavantajları incelenebilmiştir (Labno ve Drobnik, 2020).

Bıçak sırtı basamak şeklinde bitim geometrisine sahip vertikal preparasyon şekli diş için daha konservatif bir seçenek olsa da bu preparasyon türünün kullanımını uygun endikasyonuna göre tercih etmek gerekmektedir. Kullanım endikasyonu sınırlı olan bir preparasyon şeklidir. Mandibular posterior dişlerin lingualinde, aşırı devrilmiş dişlerin preparasyonunda veya aşırı dış bükey olan dişlerin preparasyonu sırasında fazla doku kaldırmamak amacıyla tercih edilebilmektedir. Bu preparasyon türü minenin korunması gereken porselen laminat veneer preparasyonlarda endikedir. Oluşturulan marjin hattının temizlenebilmesi amaçlı ulaşımı hasta açısından daha kolay olduğu için tam kronların aksine çevresinde plak oluşumu da az olacaktır (Rosenstiel ve ark., 2015, Bölüm: 7 ve Shillingburg ve ark., 1997, Bölüm: 9).

Feather edge preparasyon tekniği fazladan retansiyona ihtiyaç duyulan vakalarda kullanılabilir. Restorasyonun subgingival alana uzatılacağı durumlarda preparasyon sırasında diş etinin içerisinden de diş dokusu kaldırılması sebebiyle tutuculuk artmaktadır. Bu preparasyon tekniğinde az doku kaldırılması sebebiyle genellikle operasyon sonrası komplikasyon (ağrı, hipersensitivite, pulpal enflamasyon, endodontik tedavi gereksinimi) miktarı azalmaktadır. Preparasyon tekniği diğer preparasyon tekniklerine göre daha kolaydır (Labno ve Drobnik, 2020).

Feather-edge basamak tipi kullanılarak prepare edilen dişlerin üzerine üretilen restorasyonlarda çeşitli sorunlar oluşabilmektedir. Çoğu freze edilmiş restorasyon türü minimum 1 mm restorasyon kalınlığına ihtiyaç duymaktadır fakat shoulder-less preparasyon türleri buna izin vermemektedir. Bu preparasyon geometrisi metalin dar açı oluşturarak bitmesine sebep olmaktadır. Genellikle yetersiz diş dokusu kaldırılması sebebiyle bitim aşamasında gelen restorasyon, yeterli kütlenin sağlanabilmesi amacıyla aşırı konturlu yapılmaktadır. Ayrıca restorasyonlara gelen oklüzal kuvvetler sonucu ince bir şekilde oluşturulmuş restorasyon bitim hatlarının deforme olma (chipping) ihtimali bulunmaktadır (Rossenstiel ve ark., 2015, s:169-208). Üretilen restorasyonlar genellikle estetik olmamaktadır. Kule bölgesinde diş etine ve biyolojik genişliğe zarar vermeyen bir restorasyonun üretilmesi amacıyla az miktarda porselen veya opaker kullanılmak zorunda kalınmaktadır. Zaman zaman üretim sonucu eşit seviyede olmayan kenarlar veya olması gerekenden uzun kenarların olduğu izlenebilmektedir. Döküm aşamasında marjin hattı ince ve hassas bir şekilde oluşturulamaz bu da bitim kenarının istenilen yerde belirlenememesine sebebiyet verebilir. Bu da teknisyen ve hekim arasında restorasyonun bitim hattını kararlaştırmak amacıyla fazladan bir aşama ortaya çıkartmaktadır. Preparasyonu yaparken dişetinin içerisindeki epitelyal ataşmana zarar vermek ve biyolojik genişliğin tehlikeye atılması zaman zaman gerçekleşebilmektedir. Marjinal uyumun kontrolü zorlaşmaktadır. Doku iyileşmesinin öngörülebilmesi ve taşan fazla simanın temizlenememesi gibi dezavantajları mevcuttur (Labno ve Drobnik., 2020).

Güncel literatürde feather edge tekniği kullanılarak yapılan preparasyonlarda birçok komplikasyon oluşabildiği söylenece de yapılan çalışmalarda diğer marjinal bitiş hatlarıyla arasında çok büyük farklar izlenmediği görülmüştür. Cagidacio ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada feather edge ve chamfer bitiş hatları üzerinde hazırlanmış restorasyonları 4 yıl süreyle ağız içerisinde incelemişler ve klinik başarı açısından istatistiksel bir farklılık bulamamışlardır. Yapılan başka bir çalışmada feather edge basamak üzerinde hazırlanan monolitik zirkonya restorasyonların ağız içerisinde 12 yıla kadar klinik başarıları incelenmiş ve literatürde gösterilen diğer basamak türlerine benzer başarı oranlarının ortaya çıktığını gözlemlemişlerdir (Schmitz ve ark., 2017).

Mirkovic ve ark., (2012) zirkonya restorasyonlarının farklı basamak türleri üzerindeki kırılma dayanımlarını araştırmak amacıyla yuvarlatılmış shoulder ve feather edge preparasyonları ile hazırlanmış örnekler üzerinde yaptıkları çalışmada feather edge tekniği ile prepare edilmiş dişlerde hazırlanan restorasyonların daha yüksek kırılma dayanımı gösterdiğini izlemişlerdir.

1.2.1.2.2.2. Edge-less preparasyonlar (Biyolojik Oryante Preparasyon Tekniği-BOPT)

BOPT tekniği (biyolojik oryante preparasyon tekniği) prepare edilen dişin çevresindeki periodontal dokuların kısa ve uzun süreli olarak korunmasına olanak sağlayan bir teknik olarak 2008 yılında tanıtılmıştır. Bu teknik dişin ve çevresindeki periodontal dokunun vertikal preparasyonunun ardından, kısa bir süre içerisinde prepare edilen dişe geçici restorasyon yerleştirilerek dokunun bu restorasyon etrafında düzgün bir biçimde şekillenmesine olanak sağlar (Abad-Coronel ve ark., 2022).

BOPT uygulanırken aeratöre bağlı olan alev uçlu frez, diş ve çevresindeki periodontal ataşmanın epitelyal veya bağ dokusu bölümüne temas eder ve bu bölgedeki diş ve periodontal doku frez yardımıyla düzenlenir. Periodontal dokuya frezin temas etmesi reaktif bir kanamaya sebep olmaktadır. Bu da iyileşme döneminde yeni bir suprakrestal dokunun oluşmasına olanak sağlar ve bu doku geçici olarak yerleştirilen kronun marjinal bölgesine temas eden alanda oluşur. Bu teknikte kullanılan geçici restorasyon hasar verilen dokunun iyileşmesini, kalınlaşmasını ve yeniden bağlantı yapmasına olanak sağlamaktadır. Bu da protezi çevreleyen dokunun proteze göre şekillenmesine izin vermektedir (Abad-Coronel ve ark., 2022).

BOPT üzerine yapılan çalışmalarda restorasyonun yerleştirilmesini takiben gingival marjinin kalınlaştığını veya gingival dokunun proteze uyumlu bir biçimde şekillendiğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Agustin-Panadero ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada restorasyonların yerleştirilmesinin ardından gingival fenotipte ortalama 0.41 mm kalınlaşma olduğunu gözlemlemişlerdir. Yapılan farklı bir

çalışmada konvansiyonel preparasyon teknikleri ile BOPT karşılaştırılmış ve BOPT tekniği ile prepare edilen dişlerdeki gingival indeks skorlarının daha düşük, çevresindeki gingival marjinin daha stabil olduğu izlenmiştir (Agustin-Panadero ve ark., 2021).

Bu tekniğin birçok avantajı bulunmaktadır. Diş yapısına yatay preparasyon teknikleri kadar zarar verilmemekte olup diş yapısı için konservatif bir tekniktir. Bitiş çizgisi restorasyonun diş ile olan uyumu bozulmadan diş eti içerisinde istenilen bölgede hazırlanabilir. Diş eti seviyeleri herhangi bir cerrahi gereksinim olmadan seviyelenebilmektedir. Ölçü alınırken herhangi belirgin bir bitiş hattı olmaması sebebiyle kolaylık sağlamaktadır. İleri periodontal hasara sahip dişler için kullanılabilecek en uygun tekniklerden birisidir (Daniel, 2022).

BOPT uygulanması klinik tecrübe gerektiren zor bir tekniktir. Uygulanma alanı olarak özellikle zirkonya bazlı restorasyonlarda tercih edilmektedir. Diş etine verilen zarar sonucu kalıcı ölçü alınmadan önce en az 2 hafta boyunca diş etinin iyileşmesinin beklenmesi tavsiye edilmektedir. Yeni bir teknik olması sebebiyle teknik üzerinde yapılmış az sayıda klinik çalışma mevcuttur. Bu dezavantajlarının yanında vertikal bir preparasyon çeşidi olmasının getirdiği dezavantajlar da mevcuttur. Taşan simanı temizlemek restorasyon sınırlarının diş eti altında konumlanması sebebiyle zordur. İlgili bölgenin izolasyonu mümkün olmadığı için rezin simantasyon yapılması zordur. Protetik marjini diş etinin içerisinde uygun bir şekilde konumlandırmak zordur. Restorasyonun gereğinden fazla uzatıldığı durumlarda biyolojik aralığa zarar verme ihtimali artar. Herhangi bir basamak olmaması sebebiyle restorasyonun tam olarak oturduğunu anlamak mümkün değildir (Daniel, 2022 ve Labno ve Drobnik, 2020).

1.2.1.3. Geçici Restorasyonların Kenar Uyumlarını İnceleme Yöntemleri

Protetik restorasyonlarının uyumlarının değerlendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Kesite ayırma yöntemi (cross-section method; CSM), silikon replika tekniği (SRT), üçlü tarama metodu (TSM), mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-BT),

optikal koherans tomografisi (OCT), ağırlık tekniği (WT) gibi birçok yöntem sayılabilmektedir. Yapılan bir çalışmada marjinal, aksiyal ve oklüzal siman aralıkları ölçülmüş ve uyum değerlendirme yöntemleriyle yapılan ölçümlerde farklılıklar çıktığı ve her bir analiz yönteminin kendine ait avantaj ve dezavantajları bulunduğu belirtilmiştir (Colpani ve ark., 2013 ve Son ve ark., 2019).

1.2.1.3.1. Kesite Ayırma Yöntemi

Kesite ayırma yöntemi ile restorasyon istenilen bölgeden kesilerek ölçümler yapılır ve bu ölçümlerin değerlendirilmesi yazılımlar üzerinde yapılır. Protez önce parmak basıncıyla, prepare edilen dişlere oturtulur ardından bir cihaz yardımıyla kesit alma işlemi yapılır. Kesit alınırken örneklerle zarar gelmemesi amacıyla örneklerin akrilik rezin içerisine gömülmesi önerilmektedir. Protez kesilerek incelendiği için iç ve marjinal uyumlar doğru bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Marjinal veya iç uyumların incelenmesi optik veya elektron mikroskobu ile gerçekleştirilmektedir. Uyumlar incelenirken protezin kendisi kesilerek incelemeler gerçekleştirildiği için ortaya çıkan değerlerin daha hassas olacağı düşünülmektedir. Kesite ayırma yönteminin dezavantajı olarak örneklerle geri dönüşümsüz olarak zarar verilmesi ve örneklerin tekrardan kullanılmaması gösterilmektedir (Sachs ve ark., 2014 ve Son ve ark., 2019).

1.2.1.3.2. Üçlü Tarama Yöntemi

Üçlü tarama yöntemi kullanılarak protezin, prepare edilen dişin ve prepare edilen dişin üzerine yerleştirilen protezin iç ve dış yüzeyleri birbirinden ayrı bir şekilde taranır ve bu taramalar yazılımda üst üste çakıştırılarak üç boyutlu görüntüler elde edilir. Görüntülerden elde edilen kesitlerde marjinal ve iç uyumlar değerlendirilebilmektedir. Restorasyona zarar vermeyen ve radyoaktif olmayan, tekrarlanabilir bir ölçüm metodudur. Taranan verinin muhtemel yanlışlığı ve üst üste çakıştırma işlemi sırasında teknik hataların oluşabilmesi yanlış ölçümler yapılmasına

sebebiyet verebilmektedir. Bu yöntem kullanılarak 2 boyutlu ve 3 boyutlu analizler yapılabilir (Schaefer ve ark., 2013 ve Son ve ark., 2019).

1.2.1.3.3. Optik Koherans Tomografisi

Optik koherans tomografisi yöntemiyle koherent bir ışık kaynağı kullanılarak 2 boyutlu ve 3 boyutlu görüntülerin analizi sağlanır. Restorasyona zarar vermeyen, radyolojik olmayan bir ölçüm metodudur. Görüntülerin eş zamanlı olarak yüksek kalitede kaydedilmesini sağlar. Bu sebeple genellikle in-vivo çalışmalarda kullanılmaktadır (Pahlevaninezhad ve ark., 2018). Kalın ve optiğe opak materyallerde kullanımı mümkün olmamaktadır (Monteiro ve ark., 2011).

1.2.1.3.4. Silikon Replika Tekniği

Silikon replika tekniğinde kontrast veya farklı renklerde iki farklı akışkan silikon materyali örnek içerisine enjekte edilerek siman boşluğunun ve marjinal boşlukların duplikasyonu elde edilir. Restorasyonun içerisine yerleştirilen silikon materyali donmasının ardından restorasyonun içerisinden çıkartılır ve bir bistüri yardımıyla kesilir veya kesit almak amacıyla özel oluşturulmuş rehberler yardımıyla istenilen şekilde kesitler alınır (Son ve ark., 2021). Basit ve ucuz bir yöntem olması sebebiyle sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemin dezavantajları olarak silikonların örnek içerisinden çıkartılırken deformasyona uğrayabileceği, silikonun hacimsel değişim göstermesi ve örneklerin kesilirken distorsiyona uğrama ihtimalleri olduğu belirtilmiştir. Ayrıca replika tekniği kullanılarak sadece iki boyutlu analizler gerçekleştirilebilmektedir. Bu yöntem kullanılarak yapılan incelemelerde restorasyona zarar verilmemekte ve tekrarlanabilir ölçümler yapılabilmektedir (Han ve ark., 2016).

1.2.1.3.5. Mikro Bilgisayarlı Tomografi; Mikro-BT

Allan Cormack ve Godfrey Hounsfield tarafından 1970 yılında bilgisayarlı tomografi icat edilmiş ve tanıtılmıştır. İlerleyen yıllarda tomografi kullanımı oldukça

yaygınlaşmaya başlamış ve günümüze kadar bu alanda birçok geliştirme yapılmıştır. Bilgisayarlı tomografi 3 boyutlu görüntülemeye imkân veren bir röntgen sistemidir. Görüntüleme 2 boyutlu projeksiyonların birleştirilerek 3 boyutlu imajlar elde edilerek sağlanır. Objeden çok farklı açılardan geçen x ışınları ile çok sayıda görüntü elde edilir. Ardından tomografik yapılandırma algoritması uygulanarak çok sayıda devamlı bir şekilde trans aksiyal görüntü dilimleri elde edilir. Transaksiyal görüntüler voksel adı verilen yapılardan oluşur (Ghavami-Lahiji ve ark., 2021).

Mikro bilgisayarlı tomografi yüksek çözünürlüğe sahip bir bilgisayarlı tomografi çeşitidir. Lee Feldkamp 1980’li yıllarda ilk mikro-BT cihazını seramik materyallerindeki defektleri incelemek amacıyla geliştirmiştir (Ghavami-Lahiji ve ark., 2021). Temel olarak mini-BT, mikro-BT, nano-BT olmak üzere 3 farklı tip mikro-BT cihazı bulunmaktadır. Genellikle tüm türler için “mikro-BT” terimi kullanılmaktadır (Ritman, 2011).

Mikro-BT cihazları yapı olarak bilgisayarlı tomografi cihazlarına benzemektedir. Bu cihazlar arasında temel olarak 2 fark bulunmaktadır. Bilgisayarlı tomografi cihazlarında x-ray kaynağı ve dedektör hastanın etrafında dönmekte ve mekanik vibrasyon oluşturmaktadır. Mikro-BT cihazlarında ise x-ray kaynağı ve dedektör genellikle sabit bir pozisyonda durmakta ve yerleştirilen obje kendi aksı etrafında dönmektedir. Böylece mekanik vibrasyon azalmakta ve görüntü kalitesi artmaktadır. Bu cihazlar arasındaki ikinci fark ise bilgisayarlı tomografi cihazlarında X-ray kaynağı 1 mm boyutundayken, mikro-BT cihazlarındaki X-ray kaynağı 5-50 μm boyutlarındadır. X-ray kaynağının boyutu küçüldükçe projeksiyon mesafesi uzamakta ve görüntü daha kaliteli bir şekilde değerlendirilebilmektedir (Kızılırmak ve Tamam, 2023).

Bilgisayarlı tomografi ile elde edilen görüntülerde voksel boyutları 1 mm³ boyutlarındayken, mikro-BT cihazı ile 1 milyon kat daha düşük boyutlarda vokseller elde edilebilmektedir (Feldkamp ve ark., 1989). Ögelerden daha fazla sayıda kesit alınabilmekte ve görüntü kalitesinde herhangi bir azalma olmadığı için daha detaylı analizler yapılabilir (Elliot ve Dover, 1982). Mikro-BT cihazı hem yumuşak

dokunun hem de sert dokunun görüntülenebilmesine olanak vermektedir. Bu avantajlarıyla birlikte taramanın ve rekonstrüksiyonun uzun zaman alması, analizin ve kullanımının uzmanlık gerektirmesi, pahalı olması ve kullanımı sırasında yüksek radyasyon dozlarının açığa çıkması kullanımını kısıtlamaktadır (Erpaçal ve ark., 2019).

Mikro-BT cihazı diş hekimliğinde ve tıpta birçok alanda kullanılmaktadır. Diş anatomisini ve kanal morfolojisini incelemeye (fazladan bulunan kanallar, kanal kurvatürleri, kalsifikasyonların tespiti), kraniyofasiyal iskeletsel gelişimin incelenmesinde, doku mühendisliğinde, dişin mineral yoğunluğunun ölçülmesinde, CAD-CAM diş hekimliğinde (restorasyonun iç uyumunun, marjinal uyumunun, kronlardaki stres dağılımının incelenmesinde) ve implantoloji alanı gibi birçok kullanım alanı bulunmaktadır (Prasaanth ve ark., 2021).

Mikro-BT yöntemi kullanılarak protetik restorasyonların marjinal ve iç uyumları detaylı bir şekilde ölçülebilmektedir. Restorasyonların diş ile olan uyumları 250x ve üzeri büyütmelede detaylı bir şekilde ölçülebilmektedir (Pak ve ark., 2010). Restorasyon uyumlarının 2 veya 3 boyutlu şekilde incelenebilmesi de yöntemin avantajları arasındadır. Ölçümler yapılırken restorasyonlara zarar verilmemekte ve tekrarlanabilir ölçümler yapılabilir (Attia ve ark., 2023 ve Contepois ve ark., 2013).

1.2.1.3.6. Ağırlık Ölçüm Tekniği

Bu ölçüm yönteminde restorasyonların içerisine akışkan bir ölçü materyal yerleştirilmesinin ardından restorasyonlar dişlere yerleştirilir. Ölçü materyalinin donmasının ardından taşan fazla ölçü materyali temizlenir. Siman aralığını taklit eden ölçü materyali restorasyonun içerisinden çıkartılır ve hassas bir tartı yardımıyla ağırlığı ölçülür. Restorasyon ile diş arasında kalan siman aralığı; ağırlık değerinin (g), ölçü materyalinin özkütlesi ve preparasyon alanı ile çarpımına bölünmesi ile elde edilir (Colpani ve ark., 2013).

1.2.2. Geçici Restorasyonların Direnç Özellikleri

Diş hekimliğinde kullanılan geçici restorasyonlar kalıcı restoratif materyallere kıyasla daha kırılğan yapıdadırlar. Zarar görmüş veya kırılmış bir restorasyonun tamiri veya yenilenmesi artan maliyet ve zaman kaybı gibi sebeplerle hem hekim hem de hasta için istenmeyen bir durumdur. (Gegauff ve Wilkerson, 1995).

Geçici restorasyonlar ısırma kuvvetinde oluşan ani basınç artışı, sıcaklıktaki değişiklikler ve sürekli oluşan oklüzal kuvvetlere dayanabilmelidirler. Bu koşullar restorasyonun kırılğanlığının belirlenmesinde önemli faktörlerdir. Geçici restorasyonlarda oluşan kırıklar genellikle önceden oluşan bir çatlağın ilerlemesiyle aniden meydana gelmektedir. Bu sebeple oluşabilecek bir kırığın önlenmesinde ilk olarak çatlak oluşumunun engellenmesi oldukça önemlidir (Patras ve ark., 2012).

Geçici restorasyon kırıklarında fonksiyonel ve parafonksiyonel kuvvet faktörleri oldukça büyük rol oynamaktadır. Bu kuvvetlerin özellikle uzun sabit bölümlü protezlerde konnektör alanının ince bırakıldığı alanlara olan etkisi restorasyon kırıklarına sebep olmaktadır. Yetersiz yapılan bir diş preparasyonu üretilen geçici restorasyonun ince olmasına sebep olacaktır ve bu durum da restorasyonun kırılğanlığını artıracaktır (Patras ve ark., 2012).

Restorasyonlarda oluşan kırıklar diş eti konturunda değişikliklere, diş yapısında mekanik ve biyolojik komplikasyonlara sebep olmasının yanı sıra hastaya da rahatsızlık verecektir. Bu gibi komplikasyonların önlenmesi için kullanılan materyalin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Kompozit içerikli akrilik rezinlerin arka dişlerde uzun köprüler olarak kullanılmasından kaçınılmalıdır (Christensen., 2003). CAD-CAM kazıma yöntemiyle PMMA bloklarından veya disklerinden üretilen geçici restorasyonları bu materyallerin önceden polimerize edilmiş olmaları sebebiyle daha yüksek dayanıklılık değerlerine sahiptir (Reepomaha ve ark., 2020). Restorasyon kırıklarını önlemek için önerilen yöntemlerden biri de geçici restorasyonları çeşitli yöntemlerle güçlendirmektir (Burns ve ark., 2003).

1.2.2.1. Geçici Restorasyonların Dirençlerini Geliştirme Yöntemleri

Geçici restorasyonların dirençlerini geliştirmek amacıyla çeşitli yöntemler önerilmiştir. Isı ile polimerize edilen akriliklerin kullanılması restorasyonların direncini artırmaktadır. Akrilik rezinin daha yüksek yoğunlukta, aşınmaya dirençli, renk stabilitesi yüksek bir hale gelmesini sağlamaktadır. Bu şekilde üretilen geçici restorasyonların otopolimerizan akriliklere göre daha dirençli olduğu gösterilmiştir (Galindo ve ark., 1998).

Fiberle güçlendirme yöntemi diş hekimliğinde birçok alanda kullanılmaktadır (Goldberg ve Burstone, 1992). Bu güçlendirme yönteminin kullanıldığı alanlardan biri de geçici restorasyonlardır. Cam, polietilen, karbon ve aramit olmak üzere çeşitli fiberler restorasyonları güçlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Psarri ve Kourtis (2020) yaptıkları çalışmada fiberle güçlendirilen restorasyonların konvansiyonel geçici restorasyonlara kıyasla kırılma dayanımlarını incelemiş ve fiberle güçlendirilen restorasyonların daha dayanıklı olduklarını gözlemlemişlerdir. Natarajan ve Thulasingam (2013) yaptıkları çalışmada bis-akril ve otopolimerizan akrilik rezinlerin cam ve polietilen fiber ile güçlendirilmiş ve güçlendirilmemiş formların kırılma dirençlerini incelemiştir. Kullanılan materyalden bağımsız olarak herhangi bir güçlendirme kullanılan örneklerin güçlendirme kullanılmayan örneklerle göre kırılmaya daha dirençli olduğunu gözlemlemişlerdir. Jivanescu ve ark., (2016) cam fiberle güçlendirilmiş geçici restorasyonları ve herhangi bir fiberle güçlendirilmemiş restorasyonların dayanıklılığını karşılaştırmıştır. Güçlendirilmemiş restorasyonların kırıldığı yüklerde, cam fiberle güçlendirilmiş restorasyonlarda herhangi bir deformasyon olmadığını veya sadece çatlak başlangıcı olduğunu gözlemlemişlerdir.

Metal ile güçlendirme yöntemi de geçici restorasyonları güçlendirmede kullanılan yöntemlerden biridir. Geçici restorasyonların lingualinde kullanılan döküm metal, paslanmaz çelik tel, ortodontik bantlar kullanılan yöntemlerden bazılarıdır. Bluche ve ark., (1997) geçici restorasyonların palatinalinde kullanılan ince bir döküm metalin restorasyonun direncini geliştirmede faydalı olacağını belirtmişlerdir. Minami ve ark., (2005) 1.2 mm kalınlığındaki krom-kobalt veya paslanmaz çelik tellerin

güçlendirme amaçlı kullanılmasının kırılmaya karşı direnci artıracağını belirtmişlerdir. Hazelton ve Brudvik (1995) güçlendirme yöntemi olarak ortodontik bant kullanılmasını önermişlerdir. Prepare edilip ölçüsü alınan dişlerin model üzerinde etrafını ortodontik bantlar ile çevreleyip geçici restorasyonu bu şekilde hazırlamanın kırılma direncini artıracağını belirtmişlerdir.

1.2.2.2. Geçici Restorasyonların Direnç Ölçümünde Kullanılan Yöntemler

1.2.2.2.1. Bükülme Mukavemeti (Flexural Strength)

Bükülmeye karşı olan mukavemet, bar şeklindeki bir yapının iki ucundan desteklenerek statik yük altında gösterdiği direncin ölçülmesiyle elde edilir. Transvers güç olarak da bilinmektedir (Hazelton ve ark., 2002). Bükülme mukavemeti biaksiyal, üç nokta eğilme testi veya dört nokta eğilme testi yöntemleriyle ölçülebilmektedir. Bükülme mukavemetleri çekme ve kompresif güç testlerinin kombinasyonudur (Yanıkoglu ve Sakarya, 2020).

Bükülme mukavemeti özellikle uzun dişsiz boşluğa ve kısa konnektör, pontik boyutlarına sahip hastalara uygulanan geçici köprü protezlerin dayanıklılığında oldukça önemli bir faktördür. Özellikle bruksizm benzeri parafonksiyonel alışkanlıklarına sahip hastalarda protezin dayanıklılığı daha önemli bir faktör haline gelmektedir (Mehrpour ve ark., 2016 ve Nejatidanesh ve ark., 2009).

1.2.2.2.2. Kırılma Tokluğu (Fracture Toughness)

Kırılma tokluğu, çatlak içeren bir materyalin kırılmaya karşı olan dayanıklılığını ifade eder. Bir başka ifadeyle kırılma materyallerin kusurlarının ilerleyip kırığa dönüşmesine karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Kusur ne kadar büyükse kırığın oluşması için gereken kuvvet miktarı o kadar düşüktür ve bu kusurun kırığa dönüşmesi materyalin kırılma tokluğuna bağlı olarak değişmektedir. Kırılma tokluğu plastik deformasyonda harcanan enerji miktarı ile doğru orantılıdır. Dental

materyallerin en önemli mekanik özelliklerinden bir tanesidir (Vaidya ve Pathak, 2019).

1.2.2.2.3. Kompresif Yükler

Kompresif testler amalgam, porselen gibi kırılğan ve çekme kuvvetlerine karşı direnci düşük olan materyallerde kullanılan bir test metodudur (Yanıkoglu ve Sakarya, 2020). Restorasyonlara uygulanan kuvvet sonucunda kırılmanın gerçekleştiği andaki kuvvet miktarı restorasyonun kırılma direnci olarak kabul edilir (Samadzadeh ve ark., 1997).

1.3. Amaç ve Hipotez

Bu tez çalışmasının amacı; farklı üretim teknikleri ile üretilen geçici-geçiş restorasyonlarının uyum ve direnç özelliklerini çeşitli değerlendirme yöntemleri kullanılarak karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirilmesidir.

Bu tez çalışmasının hipotezi aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1. Hipotez: Diş preparasyonlarında kullanılan basamak tipinin geçici restorasyonların uyumu üzerinde etkisi vardır.

2. Hipotez: Diş preparasyonlarında kullanılan basamak tipinin geçici restorasyonların dayanımına etkisi yoktur.

3. Hipotez: Geçici restorasyonların üretiminde kullanılan tekniklerin geçici restorasyonların hem uyumu hem de direnci üzerine etkisi vardır.

2. GEREÇ VE YÖNTEMLER

2.1. Çalışma Modellerinin Hazırlanması ve Çalışma Gruplarının Belirlenmesi

Diş destekli sabit protezlerde, en yaygın kullanılan basamak tipleriyle prepare edilen dişlere uygulanan geçici restorasyonlarının uyum ve direnç özelliklerini araştırmak amacıyla, çekilmiş insan premolar dişlerine preparasyon yapılması planlandı. Bu amaçla ortodontik veya periodontal amaçla çekilmiş dişlerin kullanılması kararlaştırıldı. Çalışmada kullanılacak diş sayısı, güç analizi yapılarak tespit edildi ve 30 adet diş kullanılmasına karar verildi. Bu doğrultuda Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu'ndan (Sayı:36290600, 36/2022, Tarih: 18.04.2022) izin alındı.

Bu çalışma için PMMA soğuk akrilik kaide materyali (Imicryl S.C., Imident, Türkiye) karıştırılarak plastik silindirik kalıpların içerisine döküldü. Ardından karışım hamur kıvamını almaya başladıktan sonra dişler ilgili kalıplara merkezi bir şekilde yerleştirildi. Dişlerin konumlandırılmasının ardından polimerizasyonu gerçekleştiren akrilik blokları silindirik kalıplardan çıkartıldı. Akrilik blokların içerisine gömülmüş bir şekilde hazır halde olan 30 adet diş, her bir grup 10'ar adet diş içerecek şekilde; chamfer, feather edge, shoulder basamak grupları olarak toplam 3 gruba ayrıldı ve ilgili dişler 1'den 10'a kadar numaralandırıldı. Gruplarda bulunmakta olan her bir dişe dört farklı üretim tekniği kullanılarak restorasyonların üretilmesi planlandı. Bu üretim teknikleri sırasıyla: CAD-CAM kazıma (eksiltmeli üretim) yöntemi kullanılarak üretilen restorasyonlar, üç boyutlu yazıcı (eklemeli üretim) kullanılarak üretilen restorasyonlar, direkt üretim tekniği ile hazırlanan restorasyonlar ve tecrübeli bir teknisyen tarafından hazırlanan indirekt geçici restorasyonlardır. Bu çalışmadaki örnek grupları aşağıdaki gibidir:

1. Chamfer basamak, CAD-CAM kazıyıcı ile (eksiltmeli) üretim
2. Chamfer basamak, 3B Yazıcı ile (eklemeli) üretim
3. Chamfer basamak, Teknisyen (laboratuvarda elde) üretim
4. Chamfer basamak, Direkt yöntem ile (diş üzerinde doğrudan) üretim

5. Feather edge basamak, CAD-CAM kazıyıcı ile (eksiltmeli) üretim
6. Feather edge basamak, 3B Yazıcı ile (eklemeli) üretim
7. Feather edge basamak, Teknisyen (laboratuvarda elde) üretim
8. Feather edge basamak, Direkt yöntem ile (diş üzerinde doğrudan) üretim
9. Shoulder basamak, CAD-CAM kazıyıcı ile (eksiltmeli) üretim
10. Shoulder basamak, 3B Yazıcı ile (eklemeli) üretim
11. Shoulder basamak, Teknisyen (laboratuvarda elde) üretim
12. Shoulder basamak, Direkt yöntem ile (diş üzerinde doğrudan) üretim

Çalışmada üretilecek olan restorasyon grupları arasında standardizasyonun sağlanması amacıyla yazılımda (inLab CAD, Dentsply Sirona, Amerika) bulunan biocopy özelliği kullanılmıştır. Modellerin numaralandırılmasının ardından dişler üzerinde preparasyon işlemi yapılmadan önce, direkt üretim restorasyon grubunda daha sonradan kullanılması amacıyla, dişlerin prepare edilmemiş şekillerinin modelleri üç boyutlu yazıcı kullanılarak elde edilmiştir. Bunu gerçekleştirmek amacıyla üzerlerinde henüz herhangi bir işlem yapılmamış olan akrilik bloklar içerisinde gömülü haldeki dişler birer birer model tarayıcıya (inEos x5, Dentsply Sirona, Amerika) yerleştirildi ve sırasıyla model taramaları yapıldı.



Şekil 2.1. Model taramalarında kullanılan inEos x5 cihazı (Dentsply Sirona, Amerika)

Yazılımdan elde edilen model taramalarını içeren .stl dosyaları kaydedildi ve üç boyutlu yazıcı (Nexdent 5100, Nextdent, Hollanda) cihazının yazılımına aktarıldı. Dişlerin prepare edilmemiş şekilleri model reçinesi (Nextdent Model 2.0, Nextdent, Hollanda) kullanılarak üç boyutlu yazıcıdan bastırıldı. Toplamda 30 adet model elde edildi.



Şekil 2.2. Üç boyutlu modellerin elde edildiği 3B yazıcı cihazı (Nexdent 5100, Nextdent, Hollanda)



Şekil 2.3. Henüz preparasyon işlemi gerçekleştirilmemiş dişin üç boyutlu yazıcıdan elde edilen modeli.

2.2. Dişlerin Prepare Edilmesi ve Restorasyonların Tasarımının Gerçekleştirilmesi

Dişlerin preparasyonu yapılırken chamfer, feather edge ve shoulder basamak türleri kullanıldı. Chamfer ve shoulder gruplarındaki basamak kalınlıkları 1.0 mm'yi geçmeyecek şekilde hazırlandı. Hazırlanan basamak, mine-sement hattının 0.5 mm üzerinde konumlandırılmaya gayret edildi. Feather edge grubunda ise belirgin bir basamak

bırakılmadan preparasyon tamamlandı. Aynı şekilde bitiş hattı mine-sement hududunun 0.5 mm koronali olarak tespit edildi. Her bir grupta fonksiyonel tüberkülden 2 mm, non-fonksiyonel tüberkülden 1.5 mm ve santral fossa seviyesinden 1.5 mm redüksiyon yapıldı. Preparasyonlar 4.0x büyütme altında (Zeiss Eyemag Pro F, Carl Zeiss, Almanya) tek uygulayıcı tarafından gerçekleştirildi.



Şekil 2.4. Basamaklı diş preparasyonunda kullanılan frez seti (Perfect Tooth Preparation II Extended Set, Intensiv, İsviçre)



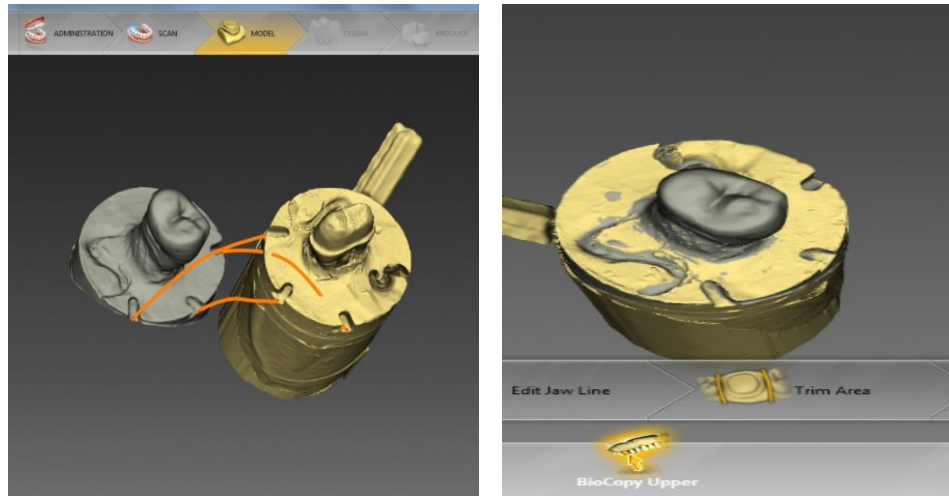
Şekil 2.5. Prepare edilen dişlerin görüntüleri

Preparasyonların tamamlanmasının ardından dişler tekrardan model tarayıcısı (inEos x5, Dentsply Sirona, Amerika) kullanılarak taratıldı ve .stl uzantılı olarak kopyaları alındı. Ardından .stl dosyaları üç boyutlu yazıcı cihazının (Nexdent 5100, Nextdent, Hollanda) yazılımına aktarılıp tekrardan model reçinesi (Nextdent Model 2.0, Nextdent, Hollanda) kullanılarak prepare edilen dişlerin modelleri elde edildi.



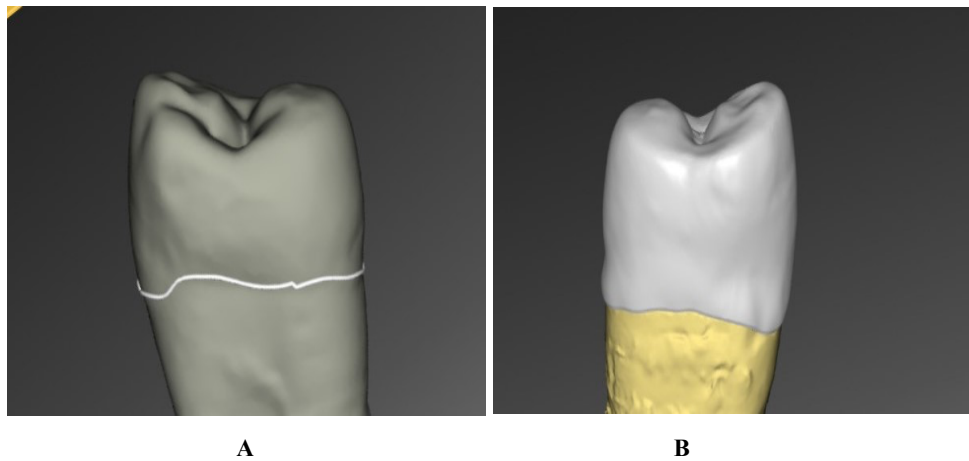
Şekil 2.6. Preparasyonu gerçekleştirilen dişin üç boyutlu yazıcıdan elde edilen modeli

Prepare edilen dişlerin her biri daha önceden dijital kaydı alınmış olan, aynı dişlerin prepare edilmemiş versiyonlarıyla dijital yazılım (inLab CAD, Dentsply Sirona, Amerika) üzerinde ilgili yazılımın biocopy fonksiyonu kullanılarak görüntüleri üst üste çakıştırılmak amacıyla yazılıma yüklendi. Biocopy versiyonları ve prepare edilmiş dişler üst üste çakıştırılırken yazılım tarafından her iki modelde 3 nokta üzerinde birleştirilme yapılması istenildi. Bu üç noktanın çakıştırılması amacıyla her bir model üzerinde diş preparasyonları yapılmadan önce belirli noktalarda toplam 3'er adet rehber oluk açılmıştır. Açılan bu oluklar ile yazılım üzerinde prepare edilmemiş ve prepare edilmiş modeller üzerinde aynı noktadan işaretlenerek üst üste çakıştırma sağlandı. Yazılımın, kesilmiş dişlerin bulunduğu modeli ve biocopy modelini üst üste doğru bir şekilde konumlandırıldığı görsel olarak onaylandıktan sonra devam sekmesine tıklanarak işleme devam edildi.

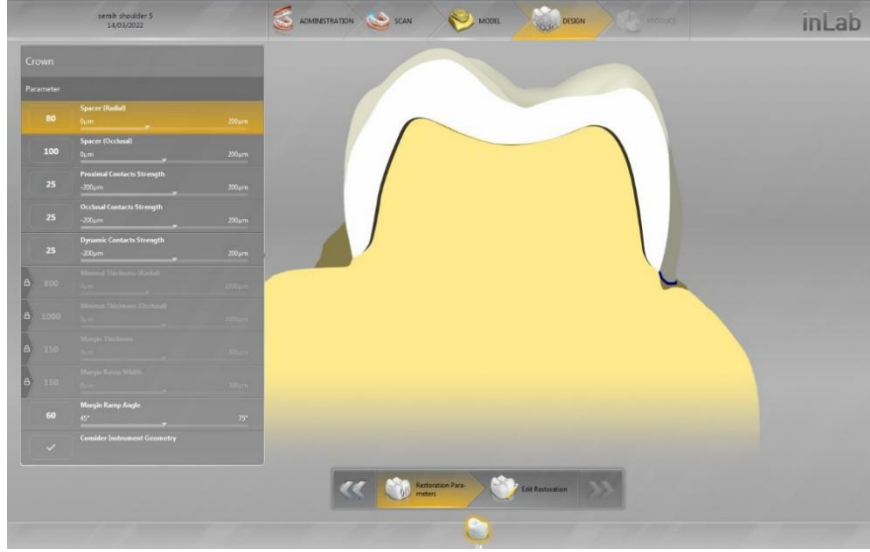


Şekil 2.7. Yazılım üzerinde biocopy modelinin ve prepare edilen dişin üst üste çakıştırılması işlemi

Yazılım tarafından istenilen gerekli model düzenleme (fazla olan model alanlarının kesilmesi vb.) işlemleri yapıldıktan sonra restorasyonun giriş aksı preparasyonun aksiyal duvarlarına paralel olacak şekilde tayin edildi. Bu işlemlerin ardından yazılım tarafından preparasyon hattı üzerinde marjın bitiş hatlarının çizilmesi istenildi. Chamfer ve shoulder tipi preparasyonlarda basamak net bir şekilde çizilirken feather edge grubunda mine-sement sınırının 0.5 mm yukarısı göz önünde bulundurularak ve görsel tespit yapılarak restorasyon marjinal sınırlarının çizimi gerçekleştirildi. Ardından devam sekmesine tıklanılarak biocopy modeli üzerinde (preparasyon gerçekleştirilmeden önce elde edilen model) hangi bölgelerin tasarlanacak restorasyona aktarılacağına seçilmesi istenildi. Kopyası alınacak bölge tayin edilirken yazılım tarafından model üzerinde kopyalanacak bölgelerin sınırlarının çizilmesi istenildi. Bu aşamada, preparasyon yapılırken oluşturulan kenar hattının konumu göz önünde bulundurularak biocopy modeli üzerinde çizim yapıldı. Bu işlemin de ardından yazılım üzerinde üretilecek olan restorasyona ait konfigürasyonlar girildi. Standardizasyon amacıyla oklüzal siman aralığı 100 µm, radyal siman aralığı 80 µm olarak belirlenmiştir. Bu işlemlerin ardından devam sağlandıktan sonra yazılım bir restorasyon önerisi vermiş olup yazılım tarafından önerilen restorasyon tasarımında herhangi bir problem olup olmadığı görsel olarak kontrol edilmiştir. Görsel olarak onaylamanın ardından restorasyonun kopyası tekrardan .stl uzantılı olarak sonradan kullanılmak üzere kaydedilmiştir.



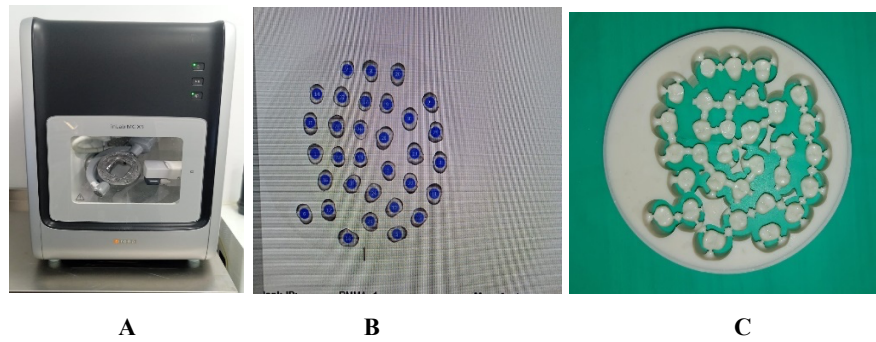
Şekil 2.8. Kopyalanmak istenilen bölgenin yazılım üzerinde çizilmesinin ardından (A) yazılım tarafından verilen restorasyon tasarımı (B)



Şekil 2.9. Tasarım aşamasında kullanılan parametreler

2.3. Restorasyonların Üretilmesi

Geçici restorasyonlar daha önce de bahsedildiği üzere 4 farklı üretim tekniği kullanılarak üretilmiştir. Her bir restorasyonun tasarımının elde edilmesinin ardından ilk üretim tekniği olarak CAD-CAM kazıma yöntemi ile üretilmek üzere .stl dosyaları yazılıma (inLab CAM SW, Dentsply Sirona, Amerika) aktarılmıştır. Ardından restorasyonlar kazıma cihazında (inLab MC X5, Dentsply Sirona, USA) 98,5x16 mm ebatlarında PMMA (Tempo-CAD, on dent, Türkiye) diski kazıtılarak üretilmiştir. Üretimin ardından restorasyonlar bağlı oldukları tijlerden piyasamden (Strong 210, Saeshin, Kore) ve uygun frezler (138K, Frank Dental Almanya) yardımıyla ayrıştırılmıştır.



Şekil 2.10. inLab MC X5 kazıma cihazı (A), restorasyonların yazılım üzerinde PMMA diskteki konumlandırılması (B), kazınması tamamlanan PMMA diski (C)

İkinci üretim tekniği olarak üç boyutlu yazıcı (Form 3B+, Formlabs, Amerika) aracılığıyla geçici reçinesi (Temporary CB, Formlabs, Amerika) kullanılarak üretim sağlanmıştır. Üçüncü üretim tekniği olarak, direkt üretim tekniğinde dişler kesilmeden önceki elde edilen reçinelerden silikonla (Zetaplus, Zhermack, İtalya) ölçüler alınmış olup bu ölçülerin içerisine bis-akril (Hexa-temp, Spident, Kore) geçici materyali yerleştirilmiştir. Yerleştirilen akrilikler prepare edilmiş dişlerin reçine modellerin üzerine yerleştirilmiştir. Taşan akrilik fazlalıkları temizlenmiş ve polimerizasyon gerçekleşene kadar beklenmiştir. Silikonların içerisindeki geçicinin kimyasal olarak sertleşmesi beklendikten sonra silikonlar dişlerden ayrıştırılmış ve ışıkla polimerizasyon sağlanmıştır. Polimerizasyonun ardından restorasyonlar tek tek çıkartılıp uyumları ve hava kabarcığı varlığı kontrol edilmiştir. Dördüncü ve son üretim tekniğinde tecrübeli bir teknisyen tarafından, kesilmiş dişlerin reçinelerinin üzerinde indirekt olarak PMMA (Imicryl, Imident, Türkiye) materyali kullanılarak geçici restorasyonlar hazırlanmıştır.

2.4. Restorasyonların Uyum Değerlendirmelerinin Yapılması

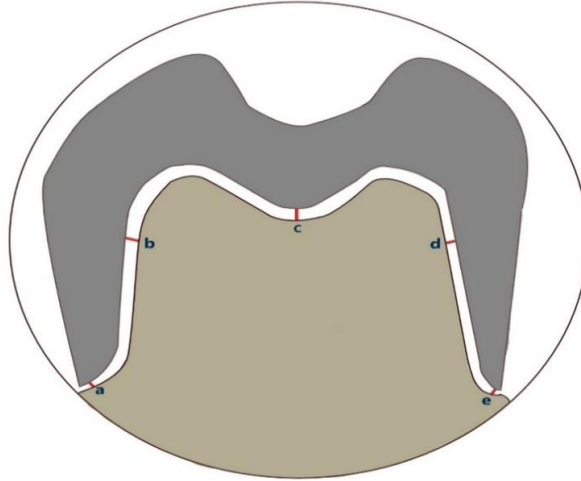
Restorasyonların uyumlarının değerlendirilmesi amacıyla silikon replika tekniği, mikro-BT analizi ve ağırlık ölçüm teknikleri kullanılmıştır.

2.4.1. Silikon Replika Tekniği ile Örneklerin Marjinal ve İç Uyumlarının İncelenmesi

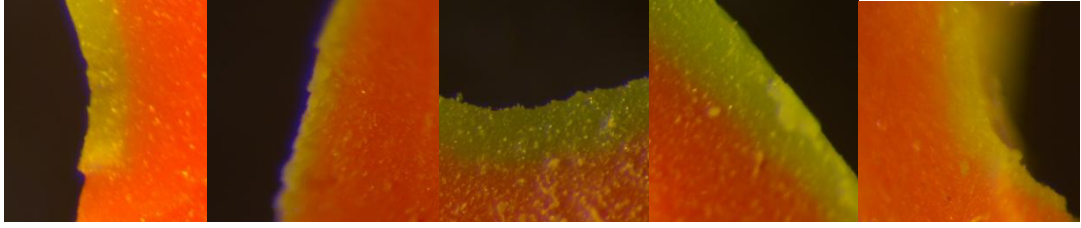
Restorasyonların marjinal ve iç uyumlarının incelenmesi amacıyla diğer bir yöntem olarak silikon replika tekniği kullanılmıştır. Hazırlanan restorasyonların içerisine ilk olarak akışkan kıvamlı polivinil siloksan light-body (Zhermack elite HD+, Zhermack, İtalya) ölçü materyali yerleştirilmiş ve sonrasında ölçü materyali sertleşmeden, restorasyonlar, prepare edilmiş dişlerin üzerine yerleştirilmiş ve taşan fazlalıklar temizlenmiştir. Ölçü materyali donduktan sonra restorasyonlar dişlerden ayrıştırılmış ve light body materyalinin restorasyonların içerisinde kalması sağlanmıştır. Ardından farklı renkte akışkan kıvamlı bir polivinil siloksan light-body

(Zhermack elite HD+, Zhermack, İtalya) ölçü materyali tekrardan restorasyonların içine yerleştirilmiştir. Son yerleştirilen akışkan kıvamlı ölçü materyalinin restorasyonun içerisinde sertleştiğinin gözlemlenmesinin ardından ölçü materyalleri restorasyonun içerisinden dikkatli bir şekilde tek parça şeklinde çıkartılmıştır.

Restorasyonların içerisinden tek parça halinde çıkartılan ölçüler keskin bir bisturi (No:15 Bistüri, Plasmed, Çin) yardımıyla düz bir cam yüzey üzerinde bukko-palatinal olarak merkezlerinden kesilerek ikiye ayrıştırılmıştır. Elde edilen kesitte bulunan renklerden biri (turuncu) prepare edilmiş dişi, diğeri ise (yeşil) prepare edilen diş ile restorasyon arasında bulunan siman boşluğunu taklit etmektedir. Alınan bu kesitlerde bukkal basamak, bukkal sırt orta noktası, santral fossa, palatinal sırt orta noktası, palatinal basamak olmak üzere her bir örnekten 5 bölgeden ölçüm yapılmıştır. Ölçümler stereo mikroskop (Leica MZ-12, Leica, Almanya) üzerinde 50x büyütme altında gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerin yapılmasının ardından her bir restorasyon için, bukkal ve palatinal basamak ortalaması, bukkal ve palatinal sırt değerlerinin ortalaması alınarak ve oklüzal değerler ile istatistiksel analiz yapılarak karşılaştırılmıştır.



Şekil 2.11. Silikon replika tekniğinde incelenen aralıklar; a: Bukkal basamak, b: Bukkal sırt, c: Oklüzal aralık, d: Palatinal sırt, e: Palatinal basamak



Şekil 2.12. Soldan sağa sırasıyla: Bukkal basamak, bukkal sırt, oklüzal, palatinal sırt ve palatinal basamak görüntüleri



Şekil 2.13. Silikon replika üzerinde ölçümlerin yapıldığı stereo mikroskop (Leica MZ-12, Leica, Almanya)

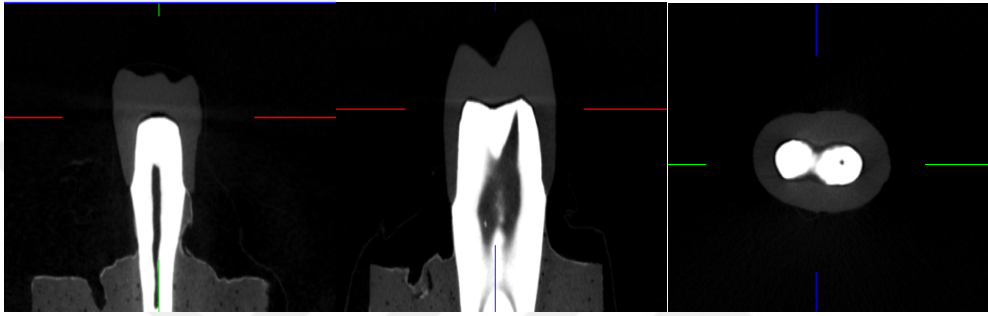
2.4.2. Mikro-BT Cihazında Yapılan Ölçümler

Mikro-BT taramaları için Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi mikro-BT laboratuvarında yüksek çözünürlükte tarama kapasitesine sahip Skyscan 1275 (Skyscan, Kontich, Belçika) cihazı kullanıldı. Her bir diş için özel olarak tasarlan kronlar radyolusent parafın bant ile alt yapılarına oturtuldu ve sabitlendi. Tarama parametreleri için 125 kvp, 80 mA ve 24 um/piksel boyutta rotasyon basamağı 0,2 olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.14. Görüntülemelerin yapıldığı mikro-BT cihazı (Skyscan 1275, Belçika)

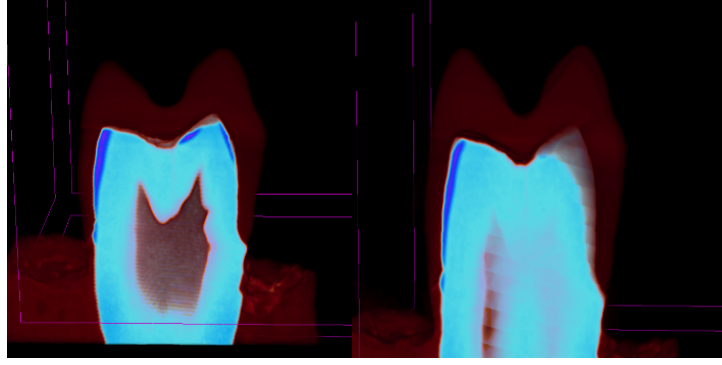
Çekimler sırasında oluşabilecek radyolojik artefaktları engellemek için 1 mm kalınlığında alüminyum filtre kullanıldı. Daha sonra NRecon (versiyon 1.6.4.8 Skycan, Kontich, Belçika) yazılımı kullanılarak tarandı. Her bir numunenin ayrı ayrı rekonstrüksiyonu yapıldı. Bu esnada çekim sırasında ortaya çıkabilecek başka radyolojik artefaktlar bu yazılım sayesinde giderildi. Rekonstrüksiyon numunelerinin aksiyal projeksiyonları elde edildi.



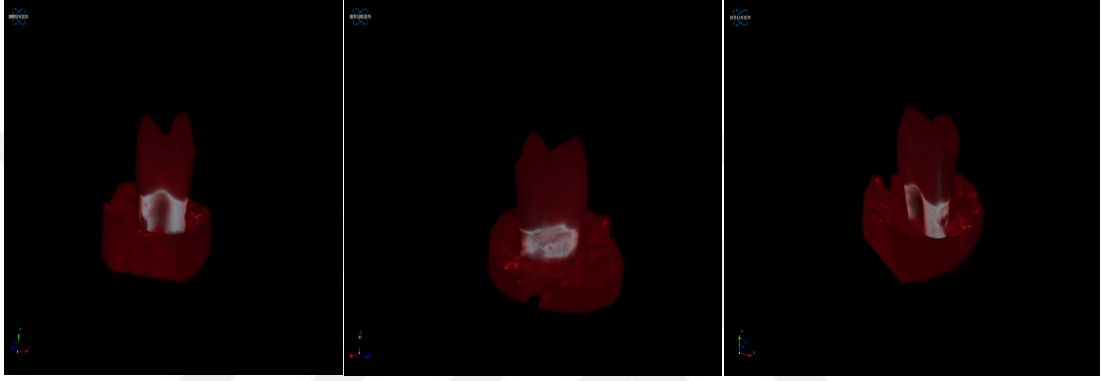
Şekil 2.15. Restorasyonların frontal, sagittal ve koronal kesitlerde incelenmesi

2.4.2.1. Hacimsel Ölçümler

Her bir numunenin kron restorasyonları ile temas ettiği alt yapı kısımları adaptif interpolizasyon (interpolarided) uygulanarak Region of Interest (ROI) (ilgilenilen alan) içerisine alınacak gri renk değerleri ile madde hacimleri belirlendi. ROI'ler içerisindeki madde miktarı numunenin katı hacmini, yine ROI içerisindeki boşluk miktarı aradaki boşluğu ortaya koydu. Çalışmamızda sadece marjinal hacim bakılacağı için kronların başlangıcındaki marjinal aralıklar hacimsel olarak seçildi ve yüzük şekilli üç boyutlu ROI (VOI=volume of interest) oluşturuldu. Daha sonra ROI'lerin boşluk değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Örneklerden CTvox ve CTvol programları kullanılarak renkli ve üç boyutlu görseller elde edildi.



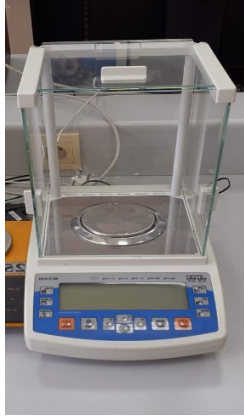
Şekil 2.16. Restorasyon ve dişlerin yazılımdaki görüntüsü



Şekil 2.17. Restorasyonların mikro-BT yazılımındaki görüntüleri

2.4.3. Restorasyon İç Boşluklarının Ağırlık Cinsinden Karşılaştırılması

Restorasyonların iç hacimlerinde oluşan boşlukların ağırlık cinsinden değerlendirilip restorasyonların iç uyumu hakkında fikir verebilmesi açısından her bir restorasyonun içerisine akışkan kıvamlı polivinil siloksan light-body (Zhermack elite HD+, Zhermack, İtalya) ölçü materyali yerleştirildi ve restorasyonlar ait oldukları ilgili prepare edilen dişlerin üzerine konumlandırıldı. Ölçü materyalinin donması beklenmeden restorasyonun içerisinden taşan ölçü materyali pamuk yardımıyla temizlendi. Restorasyonların içerisinde bulunan ölçüler donduktan sonra restorasyonlar dişlerden ayrıştırılmış ve restorasyonların içerisinde kalan silikonlar tek parça şeklinde dikkatli bir şekilde restorasyonlardan ayrıştırılmıştır. Ardından silikonların ağırlığı RADWAG (RADWAG Wagi Elektroniczne, Polonya) hassas dijital terazisi altında ölçülmüş ve çıkan sonuçlar sonradan karşılaştırmak amacıyla kaydedilmiştir.



Şekil 2.18. Ağırlık ölçümlerinin yapıldığı dijital tartı (RADWAG Wagi Elektroniczne, Polonya)

2.5. Restorasyonların Kırılma Dayanıklılıklarının Ölçülmesi

Restorasyonların dayanıklılığını ölçmek amacıyla üniversal test cihazı (LLOYD LRX, Lloyn Instruments, İngiltere) kullanılmıştır. Restorasyonlar prepare edilmiş dişlerin üzerinde ojenol içermeyen bir siman (Cavex Temporary Cement, Cavex, Hollanda) yardımıyla sabitlendikten sonra restorasyonlara kompresif yük uygulanmıştır. Kuvvet santral fossa hizasından 1 mm/dk hızla gelecek şekilde restorasyona oklüzalden uygulanmıştır. Restorasyonların kırıldığı kuvvet miktarları kaydedilmiştir.



Şekil 2.19. Direnç testlerinde kullanılan üniversal test cihazı (LLOYD LRX, Lloyn Instruments, İngiltere)

2.6. İstatistiksel Analiz

Çalışmada I. Tip Hata Olasılığı $\alpha = 0,05$ olarak alındı. Veriler İki Faktörlü (Basamak Tipi ve Üretim Tekniği) Faktöriyel Varyans Analizi (Factorial ANOVA) ile analiz edildi. Farklı grupların belirlenmesinde ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testinden yararlanıldı. Bu istatistik hesaplamalar için açık kaynaklı (open source) bir istatistik yazılım olan R İstatistik Yazılımı (Anonymous, 2011) kullanıldı.



3. BULGULAR

3.1. Mikroskop Sonuçları Üzerinde Yapılan İstatistik Hesaplamalar

Silikon replika tekniği ile elde edilen kesitler stereo mikroskop altında incelenerek basamak (bukkal ve palatinal), sırt (bukkal ve palatinal) ve oklüzal bölgelerden ölçümler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar üzerinde istatistiksel analizler yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Silikon replika tekniğinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarında oklüzal ölçüm değerlerinin tanıtıcı istatistikleri

Basamak Tipi	Üretim Tekniği	Oklüzal					
		N	Ortalama ¹⁾	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Küçük	En Büyük
Chamfer	CAD-CAM Kazıma	10	99,52 ^A	83,49	26,40	1,00	232,00
	CAD-CAM 3B Baskı	10	85,44 ^A	40,56	12,83	5,30	147,20
	Teknisyen	10	101,10 ^A	54,55	17,25	33,20	202,28
	Direkt Üretim	10	62,49 ^A	38,03	12,03	18,25	149,10
Feather	CAD-CAM Kazıma	10	195,65 ^A	32,99	10,43	154,98	231,29
	CAD-CAM 3B Baskı	10	175,79 ^{AB}	67,89	21,47	51,67	270,60
	Teknisyen	10	114,03 ^C	65,09	20,58	59,42	252,30
	Direkt Üretim	10	127,23 ^{BC}	60,41	19,10	54,40	234,40
Shoulder	CAD-CAM Kazıma	10	73,27 ^A	35,09	11,10	30,72	149,03
	CAD-CAM 3B Baskı	10	98,49 ^A	49,38	15,62	34,40	194,22
	Teknisyen	10	165,01 ^B	101,36	32,05	35,60	360,00
	Direkt Üretim	10	125,56 ^{AB}	71,53	22,62	20,70	241,90

*Aynı basamak tipi x üretim tekniği alt grubunda FARKLI harfle gösterilen iki ortalama arasındaki fark istatistik olarak ÖNEMLİDİR (P<0.05)

Oklüzal yüzeyden yapılan mikroskop ölçümleri arasında chamfer basamak tipinde üretim teknikleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. En düşük oklüzal aralık değeri ortalaması direkt üretim tekniğinde 62,49 µm, en yüksek oklüzal aralık değeri ortalaması teknisyen üretim tekniğinde 101,10 µm olarak tespit edilmiştir.

Feather edge basamak tipinde CAD-CAM kazıma ve CAD-CAM 3B baskı üretim teknikleri arasında istatistiksel açıdan bir fark izlenmezken, bu iki teknik ve teknisyen üretim tekniği arasında istatistiksel açıdan fark bulunmaktadır. CAD-CAM 3B baskı ve direkt üretim teknikleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamaktadır. Direkt üretim tekniği ve teknisyen üretim tekniği arasında istatistiksel bir fark bulunmamaktadır. En düşük oklüzal aralık ortalama değeri teknisyen üretim tekniğinde 114,03 μm olarak, en yüksek oklüzal aralık ortalama değeri CAD-CAM kazıma tekniğinde 195,65 μm olarak tespit edilmiştir

Shoulder basamak tipinde CAD-CAM kazıma, CAD-CAM 3B baskı ve direkt üretim teknikleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. CAD-CAM kazıma ve CAD-CAM 3B baskı teknikleri ile teknisyen üretim tekniği arasında istatistiksel açıdan fark bulunmaktadır. En düşük oklüzal aralık CAD-CAM kazıma tekniğinde 73,27 μm olarak, en yüksek oklüzal aralık teknisyen üretim tekniğinde 165,01 μm olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.2. Silikon replika tekniğinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarında basamak değerlerinin tanıttıcı istatistikleri

Basamak Tipi	Üretim Tekniği	Basamak (Bukkal ve Palatinal Basamak Ölçümlerinin Ortalaması)					
		N	Ortalama ¹⁾	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Küçük	En Büyük
Chamfer	CAD-CAM Kazıma	10	33,36	22,02	6,96	7,15	72,32
	CAD-CAM 3B Baskı	10	31,30	22,11	6,99	12,82	82,35
	Teknisyen	10	72,20	23,11	7,31	37,10	113,38
	Direkt Üretim	10	48,33	13,83	4,37	34,17	72,50
Feather	CAD-CAM Kazıma	10	22,86	9,99	3,16	13,84	43,38
	CAD-CAM 3B Baskı	10	24,22	6,94	2,20	12,92	38,61
	Teknisyen	10	87,32	70,98	22,45	24,86	270,50
	Direkt Üretim	10	34,93	15,52	4,91	15,71	58,85
Shoulder	CAD-CAM Kazıma	10	28,38	16,73	5,29	11,05	63,07
	CAD-CAM 3B Baskı	10	42,16	41,12	13,00	7,45	121,51
	Teknisyen	10	80,83	32,07	10,14	23,86	126,00
	Direkt Üretim	10	43,94	17,84	5,64	23,58	70,05

Chamfer basamak tipinde en düşük basamak aralığını ortalama 31,30 μm ile CAD-CAM 3B baskı tekniği göstermişken en yüksek basamak aralığını 72,20 μm ile teknisyen üretim tekniği göstermiştir. Feather edge basamak tipinde en düşük basamak aralığını 22,86 μm ile CAD-CAM kazıma, en yüksek basamak aralığını 87,32 μm ile teknisyen üretim teknikleri göstermiştir. Shoulder basamak tipinde en düşük basamak aralığını 28,38 μm ile CAD-CAM kazıma, en yüksek basamak aralığını 80,83 μm ile teknisyen üretim tekniği göstermiştir. Basamak tipleri arasında istatistiksel bir farklılık izlenmemiştir.

Çizelge 3.3. Silikon replika tekniğinde üretim tekniği gruplarında basamak değerlerinin tanıttıcı istatistikleri

Üretim Tekniği	Basamak (Bukkal ve Palatinal Basamak Ölçümlerinin Ortalaması)					
	N	Ortalama ¹⁾	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Küçük	En Büyük
CAD-CAM Kazıma	30	28,20 ^A	16,95	3,09	7,15	72,32
CAD-CAM 3B Baskı	30	32,56 ^A	27,34	4,99	7,45	121,51
Teknisyen	30	80,12 ^B	45,70	8,34	23,86	270,50
Direkt Üretim	30	42,40 ^A	16,28	2,97	15,71	72,50

****Aynı sütunda FARKLI harfle gösterilen iki ortalama arasındaki fark istatistik olarak ÖNEMLİDİR (P<0.05)**

Üretim teknikleri arasında yapılan basamak değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucu, teknisyen üretim grubu ve diğer üretim grupları arasında istatistiksel açıdan fark gözlenmiş olup, teknisyen üretim grubu dışındaki diğer grupların kendi arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Ortalama olarak en düşük 28,20 μm ile CAD-CAM kazıma grubunda, en yüksek 80,12 μm olarak teknisyen üretim grubunda izlenmiştir

Çizelge 3.4. Silikon replika tekniğinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarında sırt değerlerinin tanıttıcı istatistikleri

Basamak Tipi	Üretim Tekniği	Sırt (Bukkal ve Palatinal Sırt Ölçümlerinin Ortalaması)					
		N	Ortalama	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Küçük	En Büyük
Chamfer	CAD-CAM Kazıma	10	36,20	17,81	5,63	20,70	76,33
	CAD-CAM 3B Baskı	10	29,34	13,61	4,30	16,20	65,57

	Teknisyen	10	55,82	11,37	3,60	39,87	71,73
	Direkt Üretim	10	38,27	17,39	5,50	15,25	68,35
Feather	CAD-CAM Kazıma	10	62,23	17,59	5,56	40,47	85,10
	CAD-CAM 3B Baskı	10	61,74	23,64	7,48	23,46	100,61
	Teknisyen	10	58,97	27,83	8,80	33,75	130,20
	Direkt Üretim	10	45,00	26,10	8,25	16,48	90,87
Shoulder	CAD-CAM Kazıma	10	35,08	15,49	4,90	22,14	72,94
	CAD-CAM 3B Baskı	10	24,01	10,63	3,36	11,12	41,29
	Teknisyen	10	46,33	20,79	6,57	19,65	83,24
	Direkt Üretim	10	38,86	22,27	7,04	19,95	84,01

Bukkal ve palatinal sırtlardan yapılan ölçümlerde chamfer basamak tipinde en düşük ortalama CAD-CAM 3B baskı üretim tekniğinde 29,34 μm olarak, en yüksek ortalama teknisyen üretim tekniğinde 55,82 μm olarak gözlemlenmiştir. Feather edge basamak tipinde en düşük ortalama 45,00 μm olarak direkt üretim tekniğinde, en yüksek ortalama CAD-CAM kazıma tekniğinde 62,23 μm olarak gözlemlenmiştir. Shoulder basamak tipinde en düşük ortalama 24,01 μm olarak CAD-CAM 3B baskı üretim tekniğinde, en yüksek ortalama 46,33 μm olarak teknisyen üretim tekniğinde gözlemlenmiştir.

Çizelge 3.5. Silikon replika tekniğinde basamak tipi gruplarında sırt değerlerinin tanıttıcı istatistikleri

Basamak Tipi	Sırt (Bukkal ve Palatinal Sırt Ölçümlerinin Ortalaması)					
	N	Ortalama ¹⁾	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Küçük	En Büyük
Chamfer	40	39,90 ^A	17,70	2,80	15,25	76,33
Shoulder	40	36,07 ^A	19,03	3,01	11,12	84,01
Feather	40	56,98 ^B	24,23	3,83	16,48	130,20

** Aynı sütunda FARKLI harfle gösterilen iki ortalama arasındaki fark istatistik olarak ÖNEMLİDİR (P<0.05)

Basamak tiplerine göre yapılan sırt ölçüm karşılaştırmalarında chamfer ve shoulder basamak tipleri arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Feather edge basamak ile chamfer ve shoulder basamak tipleri arasında istatistiksel fark izlenmiştir. Sırtlardan yapılan ölçümlerin ortalamasında en düşük ortalama shoulder basamak tipinde 36,07 μm olarak, en yüksek ortalama ise feather basamak tipinde 56,98 μm olarak izlenmiştir.

Çizelge 3.6. Silikon replika tekniğinde üretim tekniği gruplarında sırt değerlerinin tanıtıcı istatistikleri

Üretim Tekniği	Sırt (Bukkal ve Palatinal Sırt Ölçümlerinin Ortalaması)					
	N	Ortalama ¹⁾	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Küçük	En Büyük
CAD-CAM Kazıma	30	44,50 ^{AB}	20,78	3,79	20,70	85,10
CAD-CAM 3B Baskı	30	38,37 ^A	23,52	4,30	11,12	100,61
Teknisyen	30	53,70 ^B	21,08	3,85	19,65	130,20
Direkt Üretim	30	40,71 ^A	21,65	3,95	15,25	90,87

**Aynı sütunda FARKLI harfle gösterilen iki ortalama arasındaki fark istatistik olarak ÖNEMLİDİR (P<0.05)

Üretim tekniklerine göre yapılan karşılaştırmada CAD-CAM kazıma, CAD-CAM 3B baskı ve direkt üretim teknikleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. CAD-CAM 3B baskı ve direkt üretim teknikleri ile teknisyen üretim tekniği arasında istatistiksel fark gözlemlenmiştir. CAD-CAM Kazıma ve teknisyen üretim teknikleri arasında istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir. En düşük ortalama 38,37 µm olarak CAD-CAM 3B baskı tekniğinde, en yüksek ortalama 53,70 µm olarak teknisyen üretim tekniğinde gözlemlenmiştir.

3.2. Mikro-BT Sonuçları Üzerinde Yapılan İstatistik Hesaplamalar

Restorasyonların kenar uyumları mikro-BT cihazı ile hacimsel olarak ölçülmüş, elde edilen değerler üzerinde istatistiksel analizler yapılmıştır.

Çizelge 3.7. Mikro-BT ölçümlerinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarında hacim değerlerinin tanıtıcı istatistikleri

Basamak Tipi	Üretim Tekniği	Hacim					
		N	Ortalama ¹⁾	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Küçük	En Büyük
Chamfer	CAD-CAM Kazıma	10	7,73 ^A	9,94	3,14	0,10	26,80
	CAD-CAM 3B Baskı	10	31,99 ^B	24,81	7,85	9,86	78,76
	Teknisyen	10	34,56 ^B	14,62	4,62	17,18	52,94
	Direkt Üretim	10	19,44 ^B	11,10	3,51	0,01	36,56
Feather	CAD-CAM Kazıma	10	23,97 ^A	15,82	5,00	5,33	45,32
	CAD-CAM 3B Baskı	10	20,29 ^A	8,53	2,70	8,13	37,21
	Teknisyen	10	56,53 ^B	13,93	4,41	32,62	83,96

	Direkt Üretim	10	30,99 ^A	12,72	4,02	11,34	46,52
Shoulder	CAD-CAM Kazıma	10	20,49 ^A	33,99	10,75	4,04	116,19
	CAD-CAM 3B Baskı	10	20,82 ^A	3,43	1,08	14,36	26,30
	Teknisyen	10	50,84 ^B	1,53	0,48	48,51	54,10
	Direkt Üretim	10	33,32 ^A	11,70	3,70	16,62	62,51

****Aynı Basamak Tipi x Üretim Tekniği Alt Grubunda FARKLI harfle gösterilen iki ortalama arasındaki fark istatistik olarak ÖNEMLİDİR (P<0.05)**

Hacim değerleri açısından yapılan ölçümlerde chamfer basamak tipinde CAD-CAM 3B baskı, teknisyen ve direkt üretim teknikleri arasında istatistiksel açıdan fark bulunmazken, bu grupların CAD-CAM kazıma tekniğiyle aralarında istatistiksel fark gözlemlenmiştir. En düşük hacim değeri ortalama 7,73 mm³ olarak CAD-CAM kazıma tekniğinde gözlemlenirken, en yüksek 34,56 mm³ olarak teknisyen üretim tekniğinde izlenmiştir.

Feather edge basamak tipinde CAD-CAM kazıma, CAD-CAM 3B baskı ve direkt üretim tekniği arasında istatistiksel açıdan fark gözlenmezken teknisyen üretim grubuyla aralarında fark izlenmiştir. En düşük ortalama değer 20,29 mm³ olarak CAD-CAM 3B baskı tekniğinde, en yüksek ortalama değer ise 56,53 mm³ olarak teknisyen üretim tekniğinde gözlemlenmiştir.

Shoulder basamak tipinde CAD-CAM kazıma, CAD-CAM 3B baskı ve direkt üretim grupları arasında istatistiksel olarak bir fark izlenmezken teknisyen üretim grubuyla aralarında istatistiksel olarak fark izlenmiştir. En düşük değer 20,49 mm³ olarak CAD-CAM kazıma tekniğinde, en yüksek değer 50,84 mm³ olarak teknisyen üretim tekniğinde gözlemlenmiştir.

3.3. Ağırlık Sonuçları Üzerinde Yapılan İstatistik Hesaplamalar

Siman aralığını taklit etmesi amacıyla restorasyonun içerisine yerleştirilen akışkan kıvamlı ölçüler dijital hassas tartı kullanılarak tartılmış ve elde edilen değerler ile istatistiksel analizler yapılmıştır.

Çizelge 3.8. Ağırlık ölçümlerinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarında ağırlık değerlerinin tanıtıcı istatistikleri

Basamak Tipi	Üretim Tekniği	Ağırlık					
		N	Ortalama ¹⁾	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Küçük	En Büyük
Chamfer	CAD-CAM Kazıma	10	0,025 ^A	0,0055	0,0017	0,018	0,038
	CAD-CAM 3B Baskı	10	0,024 ^A	0,0072	0,0023	0,014	0,042
	Teknisyen	10	0,029 ^A	0,0066	0,0021	0,018	0,042
	Direkt Üretim	10	0,024 ^A	0,0042	0,0013	0,017	0,032
Feather	CAD-CAM Kazıma	10	0,032 ^A	0,0051	0,0016	0,025	0,041
	CAD-CAM 3B Baskı	10	0,030 ^A	0,0039	0,0012	0,024	0,037
	Teknisyen	10	0,030 ^A	0,0039	0,0012	0,025	0,037
	Direkt Üretim	10	0,025 ^B	0,0047	0,0015	0,020	0,035
Shoulder	CAD-CAM Kazıma	10	0,020 ^A	0,0055	0,0017	0,014	0,032
	CAD-CAM 3B Baskı	10	0,022 ^A	0,0055	0,0017	0,015	0,034
	Teknisyen	10	0,029 ^B	0,0055	0,0018	0,021	0,041
	Direkt Üretim	10	0,027 ^B	0,0056	0,0018	0,020	0,040

*Aynı Basamak Tipi x Üretim Tekniği Alt Grubunda FARKLI harfle gösterilen iki ortalama arasındaki fark istatistik olarak ÖNEMLİDİR (P<0.05)

Restorasyon ile diş arasındaki boşluğun ağırlık cinsinden karşılaştırması amacıyla yapılan ağırlık deneylerinin sonucunda chamfer basamak tipinde üretim teknikleri arasında istatistiksel açıdan bir fark gözlemlenmemiştir. En düşük ortalama değer 0,024 g olarak direkt üretim tekniğinde en yüksek ortalama değer 0,029 g olarak teknisyen üretim tekniğinde gözlemlenmiştir.

Feather edge basamak tipinde direkt üretim tekniği dışındaki diğer teknikler arasında istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir. En düşük ortalama değeri 0,025 g olarak direkt üretim tekniği gösterirken en yüksek değer 0,032 g olarak CAD-CAM kazıma tekniğinde gözlemlenmiştir

Shoulder basamak tipinde CAD-CAM kazıma ve CAD-CAM 3B baskı teknikleri arasında istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir. Benzer şekilde teknisyen ve direkt üretim tekniği arasında istatistiksel fark izlenmezken teknisyen ve direkt üretim tekniği ile CAD-CAM kazıma ve CAD-CAM 3B baskı teknikleri arasında

istatistiksel fark izlenmiştir. En düşük ortalama ağırlık değeri 0,020 g olarak CAD-CAM kazıma tekniğinde izlenirken, en yüksek ortalama ağırlık değeri 0,029 g olarak teknisyen üretim tekniğinde gözlemlenmiştir.

3.4. Kırılma Testi Sonuçları Üzerinde Yapılan İstatistik Hesaplamalar

Restorasyonlara üniversal test cihazı kullanılarak kompresif yükler uygulanmış ve kırılmanın gerçekleştiği kuvvet değerleri kaydedilmiştir. Elde edilen değerler üzerinde istatistiksel hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 3.9. Kırılma testinde üretim tekniği x basamak tipi alt gruplarının tanıtıcı istatistikleri

Basamak Tipi	Üretim Tekniği	Maximum Load (N)					
		N	Ortalama ¹⁾	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	En Düşük	En Yüksek
Chamfer	CAD-CAM Kazıma	10	616,28 ^B	271,29	85,79	336,15	1062,22
	CAD-CAM 3B Baskı	10	650,47 ^B	232,63	73,56	298,43	993,56
	Teknisyen	10	425,87 ^{AB}	173,12	54,75	159,16	734,40
	Direkt Üretim	10	329,90 ^A	257,13	81,31	73,82	783,56
Feather	CAD-CAM Kazıma	10	350,96 ^A	201,98	63,87	87,97	634,82
	CAD-CAM 3B Baskı	10	516,34 ^{AB}	259,57	82,08	238,84	917,13
	Teknisyen	10	446,69 ^{AB}	159,16	50,33	214,66	664,13
	Direkt Üretim	10	719,23 ^C	270,68	85,60	334,27	1175,18
Shoulder	CAD-CAM Kazıma	10	490,68 ^A	190,60	60,27	183,19	798,88
	CAD-CAM 3B Baskı	10	743,11 ^B	183,45	58,01	442,22	936,99
	Teknisyen	10	494,45 ^A	176,05	55,67	276,88	899,92
	Direkt Üretim	10	545,92 ^{AB}	405,24	128,15	132,91	1357,69

^{**} Aynı Basamak Tipi x Üretim Tekniği Alt Grubunda FARKLI harfle gösterilen iki ortalama arasındaki fark istatistik olarak ÖNEMLİDİR (P<0.05)

Yapılan kırılma testi analizlerinde chamfer basamak tipinde, CAD-CAM kazıma ve CAD-CAM 3B baskı tekniği arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Direkt üretim tekniği ile CAD-CAM kazıma ve CAD-CAM 3B baskı tekniği arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır. Teknisyen üretim tekniği ile diğer üretim

teknikleri arasında da istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır. Ortalama olarak en düşük kırılma direncini direkt üretim tekniği 329,90 N olarak göstermiştir. En yüksek kırılma direncini ise CAD-CAM 3B baskı tekniği 650,47 N olarak göstermiştir.

Feather edge basamak tipinde, direkt üretim tekniği ile diğer üretim teknikleri arasında istatistiksel açıdan fark bulunmaktadır. CAD-CAM Kazıma, CAD-CAM 3B baskı ve teknisyen üretim teknikleri arasında istatistiksel açıdan herhangi bir fark bulunmamıştır. En düşük kırılma direncini CAD-CAM kazıma tekniği 350,96 ile gösterirken en yüksek kırılma direncini direkt üretim tekniği 719,23 N ile göstermiştir.

Shoulder basamak tipinde ise CAD-CAM kazıma, teknisyen ve direkt üretim teknikleri arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamaktadır. CAD-CAM 3B baskı ve direkt üretim teknikleri arasında ise istatistiksel açıdan bir fark bulunmazken, CAD-CAM 3B baskı tekniğinin, CAD-CAM kazıma ve teknisyen üretim teknikleri ile arasında istatistiksel fark bulunmuştur. Shoulder basamak tipinde en düşük kırılma direncini CAD-CAM kazıma tekniği 490,68 ile gösterirken, en yüksek kırılma direncini CAD-CAM 3B baskı tekniği 743,11 olarak göstermiştir.

4. TARTIŞMA

Protetik bir restorasyonun başarılı kabul edilmesi için gerekli şartlardan bir tanesi, restorasyonun dişle iyi bir uyuma sahip olmasıdır. Bir restorasyonun uyumunun değerlendirilmesi genellikle marjinal, aksiyal ve oklüzal yüzeylerden yapılan ölçümler aracılığıyla yapılır. Özellikle kötü bir marjinal uyuma sahip restorasyonlar, simanın ağız sıvıları ile teması sebebiyle simanın çözülmesine, operasyon sonrası hassasiyete, mikro sızıntıya, ikincil dereceden çürüklere ve plak tutulumunu artırarak periodontal hastalığa sebep olmaktadır (Neppelenbroek., 2015). Ayrıca restorasyon ve diş arasındaki kötü uyum restorasyonun yerine doğru yerleşmemesine, bu nedenle kenar uyumunun bozuk görünmesine ve uyumsuz aralık miktarları restorasyonun oklüzal yükleri karşılayamayarak kırılmasına neden olabilmektedir. Restorasyonların üretildiği materyaller ve üretim teknikleri, başta direnç olmak üzere pek çok parametreyi etkilemektedir (Alt ve ark., 2011 ve Burns ve ark., 2003).

Protetik restorasyonların üretilmesi için çeşitli kenar bitim geometrileri önerilmektedir. Bunlar genel olarak vertikal ve horizontal bitiş hatları olarak sınıflandırılabilirler. Horizontal ve vertikal preparasyon türlerinin tercih edilmesi prepare edilecek dişe göre farklılık gösterebilmektedir. Tam seramik bir restorasyonun sadece horizontal preparasyon tekniği uygulanarak üretilmesi önerilirken, zirkonya restorasyonların hem vertikal hem horizontal teknikle prepare edilmiş dişlere uygulanabileceği bilinmektedir.

Protetik restorasyonların üretilmesi amacıyla kullanılan kenar bitim geometrileri restorasyonların uyumlarını etkilemektedir ve farklı preparasyon teknikleri arasındaki uyumlar değişkenlik gösterebilmektedir. Faruqi ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada chamfer ve shoulder kenar bitim hatlarını karşılaştırmış ve chamfer bitiş hattı kullanılarak üretilen restorasyonların daha başarılı uyuma sahip olduğunu gözlemlemiştir. Al-Zubaidi ve Al-Shamma (2015) cam seramikler ve zirkonyanın farklı preparasyon çeşitleri üzerindeki marjinal uyumunu karşılaştırmak amacıyla yaptıkları bir çalışmada derin chamfer basamağın daha başarılı olduğunu

gözlemlemişlerdir. Mugri ve ark., (2023) dijital yöntemlerle (CAD-CAM kazıyıcı ve üç boyutlu yazıcı) üretilmiş geçici restorasyonların marjinal uyumlarını chamfer ve shoulder basamak hattına sahip modeller üzerinde incelemiş ve shoulder basamağın en düşük marjinal uyumsuzluğa sahip olduğunu izlemişlerdir. Altan ve ark., (2023) yuvarlatılmış shoulder ve chamfer basamaklar arasında yaptığı kenar uyum çalışmasında yuvarlatılmış shoulder basamağın daha iyi kenar uyumuna sahip olduğunu gözlemlemiştir. Rizonaki ve ark., (2022) yaptıkları bir çalışmada CAD-CAM yöntemi kullanılarak yuvarlatılmış shoulder, feather edge, chamfer basamakları ile prepare edilen modellerin üzerinde fabrike edilmiş kronların marjinal uyumlarını mikro-BT yöntemi ile incelemiş ve en yüksek uyumsuzluğun feather edge preparasyon tipinde, en düşük uyumsuzluğun ise yuvarlatılmış shoulder basamak tipinde olduğunu izlemişlerdir. Ayrıca her bir basamak türündeki marjinal uyumun klinik olarak kabul edilebilir olduğunu gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde Elsherbini ve ark., (2023) chamfer ve feather edge basamak türleri üzerinde zirkonya ile güçlendirilmiş lityum disilikat bölümlü protezlerin marjinal uyumlarını incelemiş ve feather edge basamak türünde en yüksek uyumsuzluğu gözlemlemiştir. Literatürde gözlemlenen basamak tipleri arasındaki gözlemlenen uyum farklılıkları bu konuda daha çok çalışma yapılmasını gerektiğini düşündürmektedir.

Protetik bir restorasyonun marjinal ve iç uyumunu ölçmek amacıyla günümüzde standardize edilmiş bir yöntem bulunmamaktadır. Güncel literatürde, kesite ayırma metodu (cross-section method: CSM), silikon replika tekniği (SRT), üçlü tarama metodu (triple scanning method: TSM), mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) optikal koherans tomografisi (OCT) ve ağırlık ölçüm tekniği (weight technique: WT) gibi birçok yöntem kullanılmaktadır (Son ve ark., 2019 ve Colpani ve ark., 2013). Yapılan bir çalışmada değerlendirme yöntemlerinin bir kısmı verdikleri sonuçların doğruluğu açısından birbirleriyle karşılaştırılmış, CSM ile SRT tekniklerinin ve TSM ile OCT tekniklerinin birbirlerine benzer doğrulukta sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir. SRT ile mikro-BT teknikleri arasında marjinal ve aksiyal bölgelerde istatistiksel bir fark bulmamışlardır. Oklüzal bölgede SRT ile yapılan ölçümlerde daha yüksek değerler gözlemlemişlerdir. Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında silikon replika tekniği, mikro-BT yöntemine oranla daha ucuz olması ve

daha az tecrübe gerektirmesinin yanında mikro-BT yönteminde elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar ortaya çıkartmaktadır. (Son ve ark., 2019)

Silikon replika tekniği kullanılarak marjinal açıklıklar ve siman aralıkları güvenilir bir şekilde ölçülebilmektedir. Restorasyonun uyumunu değerlendirmek amacıyla kullanılan bu yöntem restorasyona ve dişe herhangi bir zarar vermemektedir. Replika tekniğinin önemli avantajlarından bir tanesi de tekniğin tekrarlanabilir olmasıdır. Alınan ölçüler sonucu elde edilen replika, istenilen kalitede ve homojenlikte elde edilemediği zamanlarda veya örneği ayırma sırasında deformasyonlar olduğu takdirde işlemi tekrarlayıp yeni bir replika elde etmek mümkündür. Bu gibi sebeplerle restorasyonların uyumunu değerlendirme amacıyla sıklıkla kullanılmakta olan bir yöntemdir (Al-Atyaa ve Majeed, 2018; Anunmana ve ark., 2014 ve Falk ve ark., 2015). Tekniğin dezavantajı olarak silikon örneklerin yırtılması veya deformasyon ihtimali olduğu gösterilmektedir. Elde edilen replikalarda zaman içerisinde boyut değişimi gerçekleşebilmektedir. Ayrıca bu teknik ile sadece 2 boyutlu ölçümler yapılabilmektedir (Son ve ark., 2019).

Silikon replika tekniğinde siman boşluklarının değerlendirilmesi için çeşitli büyütme kullanılmaktadır. Anunmana ve ark., (2014) ve Özsürmeli ve Türker (2021) yaptıkları çalışmaları 50x büyütme kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Kim ve ark., (2013) yaptıkları çalışmada 160x büyütme altında sonuçları incelemişlerdir. Elashkar ve ark., (2023) 45x büyütme altında örnekleri incelemiştir. Bu çalışmada örnekleri incelemek amacıyla 50x büyütme kullanılmıştır

Restorasyonların marjinal ve internal uyumu simante edilerek veya simante edilmeden değerlendirilebilmektedir. Simantasyon sonrası yapılan marjinal ölçümler, simantasyonun marjinal uyuma olan göreceli etkisi sonucu marjinal uyumu bağımsız bir şekilde değerlendirmeye izin vermemektedir. Simanlar üreticiye bağlı olarak çeşitli film kalınlıkları oluşturmakta, restorasyonun dişe adaptasyonunu etkileyebilmektedir. Ölçüm sırasında referans noktalarını bulanıklaştırmakta veya oryantasyon noktalarını gizleyebilmektedir. Simantasyon sonrası yapılan ölçümler hem restorasyonu hem de simantasyon sürecini ve simanı değerlendirmektedir (Groten

ve ark., 1997). Çalışmada marjinal ve internal ölçümler, simantasyon işleminin marjinal ve internal uyumun değerlendirilmesinin olumsuz yönde etkileyebileceği göz önünde bulundurularak simantasyon yapılmadan gerçekleştirilmiştir.

Silikon replika tekniği kullanılarak mikroskop altında ölçülen bukkal ve palatinal basamak değerlerinin ortalaması alındığında ve bu restorasyonlar basamak tiplerine göre değerlendirildiğinde chamfer, feather ve shoulder basamak tipleri arasında kenar uyumu açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bir restorasyonun klinik olarak kabul edilebilir olması amacıyla 120 µm değerinden daha az kenar açıklığı göstermesi gerekmektedir (May ve ark., 1998). Ortalamalar her grupta klinik olarak kabul edilebilir 120 µm değerinin altında izlenmiştir. Bu da çalışmada kullanılan her bir basamak türünün klinik açıdan başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Syu ve ark., (1993) yaptıkları çalışmada shoulder, bevel ile shoulder, chamfer basamak tiplerinin, restorasyonların marjinal uyumuna etkisini gözlemlemek amacıyla yaptıkları çalışmada basamak tipleri arasında bir fark görememişlerdir. Benzer başka bir çalışmada chamfer, shoulder ve yuvarlatılmış shoulder bitiş hatları ile hazırlanan daylar üzerinde zirkonya kopingler yapılmış ve marjinal uyumlar değerlendirildiğinde bitiş hatları arasında istatistiksel bir fark izlenmemiştir (Komine ve ark., 2007). Cho ve ark., (2004) fiberle güçlendirilmiş kompozit kronların chamfer, bevel ile shoulder ve shoulder bitiş çizgileri ile hazırlanan metal daylar üzerindeki marjinal uyumlarını incelemiş ve shoulder basamağa sahip restorasyonların daha iyi marjinal uyuma sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Habib ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada çekilmiş molar dişleri shoulder ve chamfer bitiş çizgileri ile prepare etmişlerdir. Prepare edilen dişlerin üzerine zirkonya kopingler üretilmiş ardından restorasyonların marjinal uyumlarını elektron mikroskopu altında incelemişlerdir ve chamfer ile shoulder marjinal bitim hatlarında istatistiksel bir fark bulamamışlardır. Çömlekoğlu ve ark., (2009) chamfer, mini-chamfer, feather edge ve shoulder bitim hatlarına sahip modellerin üzerine restorasyonları üretilip simante ettikten sonra marjinal açıklıkları değerlendirmiş ve feather edge grubunda en düşük değerleri bulmuşlardır. İlgili

konuda yapılan birçok çalışma mevcut ve birbirinden farklı sonuçların izlendiği de gözlenmektedir.

Basamak bölgelerindeki marjinal uyumlar üretim tekniklerine göre karşılaştırıldığında CAD-CAM kazıma ile üretim, 3B yazıcı ile üretim ve direk üretim grupları arasında istatistiksel bir fark bulunmazken teknisyen tarafından üretilen gerçekleştirilen restorasyonların en yüksek siman boşluğu aralığı değerlerini gösterdiği izlenmiştir. Üretim gerçekleştirilirken farkın izlenmediği grupların her birinin CEREC yazılımının biocopy özelliği kullanılarak üretilmesi sonucu ilgili bölgelerdeki marjinal uyumların birbirine yakın olabileceğini düşündürmektedir. Direkt üretim tekniği ile üretilen restorasyonlarda geçici restorasyonlar için herhangi bir siman boşluğunun bırakılmamış olması ve preparasyonlarda andırkat (under-cut) alanlarının minimal olması, kazıma ve baskı tekniğiyle üretilen restorasyonlara benzer sonuçlar açığa çıkartmalarının ana sebebi olduğu düşünülmektedir.

Teknisyen tarafından üretilen grupta üretimler üç boyutlu baskısı gerçekleştirilen, kesilmiş dişlerin modelleri üzerinde yapılmış ve restorasyonun kolay çıkabilmesi için her bir modele siman boşluğu yaratmak amacıyla boşluk bırakıcı ajan (die spacer) sürülmüştür. Bu sebeple restorasyonların marjin bölgelerindeki açıklıklarının daha fazla olması beklenen bir durumdur. Ayrıca teknisyen üretilen ile hazırlanan geçici restorasyonlarda toz-likit halinde PMMA materyali kullanılmış ve bu materyalin sertleşmesi oda sıcaklığı koşullarında sağlanmıştır. PMMA materyalinin polimerizasyonu oda sıcaklığı koşullarında gerçekleştirildiğinde polimerizasyon büzülmesi en üst seviyede olmaktadır. Polimerizasyon büzülmesinin minimum seviyede olabilmesi için polimerizasyon işleminin 20°C ve 30°C sıcaklığındaki su içerisinde gerçekleştirilmesi veya polimerizasyon tamamlandıktan sonra geçici restorasyona besleme yapılması gibi çeşitli yöntemler önerilmiştir (Khandelwal ve ark., 2016 ve Ramkumar ve ark., 2012). Ayrıca restorasyonlar yığma yöntemiyle serbest el ile yapılmış ve sonrasında tesviye ile uygun şekillere getirilmiştir. PMMA materyali kullanılırken materyal ne kadar fazla kullanılırsa polimerizasyon büzülmesinin o derece fazla olacağı belirtilmiştir (Barghi ve Simmons, 1976). Bu gibi

faktörler göz önüne alındığında teknisyen tarafından üretilen restorasyonların en yüksek marjinal uyumsuzluğa sahip olması beklenen bir sonuçtur.

Penate ve ark., (2015) yaptıkları çalışmada konvansiyonel ve CAD-CAM üretim tekniklerine bağlı marjinal uyumları karşılaştırmış ve CAD-CAM üretim tekniği ile üretilen restorasyonların geleneksel üretime kıyasla daha iyi marjinal uyuma sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Khng ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada benzer bir şekilde CAD-CAM ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen geçici restorasyonların marjinal uyumlarını karşılaştırdığında, CAD-CAM restorasyonların daha uyumlu olduğunu gözlemlemişlerdir. Cheng ve ark., (2021) CAD-CAM teknolojisi ile üretilen restorasyonların daha iyi marjinal uyuma sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Al Deeb ve ark., (2019) kazıma, üç boyutlu baskı ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen geçici restorasyonların marjinal uyumunu mikro-BT yöntemi ile incelemiş ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen geçici restorasyonların uyumsuzluklarının daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Abdullah ve ark., (2018) çeşitli CAD-CAM PMMA diskleri ve geleneksel yöntem ile üretilen geçici restorasyonların marjinal uyumunu incelemiş ve benzer bir şekilde CAD-CAM materyallerinin daha yüksek marjinal uyuma sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Peng ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada kazıma yöntemi, üç boyutlu baskı yöntemi ve konvansiyonel yöntem kullanarak geçici restorasyonlar üretmişler ve restorasyonların marjinal uyumlarını silikon replika tekniği ile incelemişlerdir. Benzer şekilde dijital yöntemler kullanılarak üretilen restorasyonların daha başarılı marjinal uyuma sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Alharbi ve ark., (2018) kazıma yöntemi ve üç boyutlu baskı yöntemi kullanılarak farklı basamak tipleri ile prepare edilmiş örneklerin üzerine geçici restorasyonlar üretmiş ve bu restorasyonların marjinal uyumlarını mikro-BT yöntemiyle incelemişlerdir. Kazıma yöntemiyle üretilen restorasyonların, 3B baskı yöntemiyle üretilen restorasyonlara göre daha uyumsuz olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca bu çalışmaya benzer şekilde basamak tipinin üretim tekniğine kıyasla daha az fark yarattığını belirtmişlerdir.

Literatürde bulunan çalışmalar göz önüne alındığında genellikle dijital yöntemlerle üretilen restorasyonların konvansiyonel yöntemlerle üretilen

restorasyonlara kıyasla daha başarılı kenar uyumuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada silikon replika tekniği kullanılarak elde edilen sonuçlar literatürde gözlemlenen sonuçlar ile genel olarak benzerlik göstermektedir. Dijital iş akışı restorasyonların konvansiyonel yöntemlere kıyasla daha başarılı kenar uyumu ile üretilmelerine olanak sağlamıştır.

Oklüzal santral fossa hizasından yapılan ölçümlerde, kron-köprü protezlerin literatürde 75-215 μm arasında açıklıklar gösterdiğine rastlanmaktadır (Abduo ve ark., 2010). Bu çalışmada yapılan ölçümler göz önüne alındığında ortalama değerler literatürdeki verileri desteklemektedir. Ayrıca bu çalışmada en yüksek siman aralığı değerleri oklüzal alanda izlenmiş ve bu durum literatürdeki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Alharbi ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada knife edge, chamfer, yuvarlatılmış shoulder ve bevel ile yuvarlatılmış shoulder ile prepare edilen dişlerin restorasyonlara olan uyumlarını incelediklerinde en yüksek siman aralıklarının insizal bölgelerde olduğunu ve bu değerlerin 169-209 μm arasında olduğunu gözlemlemişlerdir. Park ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada benzer şekilde en yüksek aralık değerlerinin oklüzal bölgede ölçüldüğünü ve bu bölgedeki siman aralıklarının 167-197 μm değerleri arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Kokubo ve ark., (2005) yaptıkları çalışmada en yüksek siman aralığını benzer şekilde oklüzal alanda olduğunu gözlemlemişlerdir.

Çalışmada tasarım sırasında CEREC yazılımında oklüzal siman aralığı 100 μm olarak seçilmiştir. Ortalama değerler, seçilen siman aralığının 0.7-2.0x aralığında gözlemlenmiştir. Alharbi ve ark., (2018) yaptıkları çalışma sonucunda üretilen restorasyonların oklüzal aralığının girilen parametrenin 1.5-1.8x kat daha fazla olduğunu, Kokubo ve ark., (2005) girilen parametreye göre 3.0-4.0x daha yüksek oklüzal aralıkları olduğunu gözlemlemişlerdir. Başka çalışmalarda da girilen siman aralığı ile ortaya çıkan değerlerin arasında farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir (Shamseddine ve ark., 2016). Ortaya çıkan siman aralığının girilen siman aralığından daha fazla çıkmasının sebebi daha fazla araştırılması gereken bir konudur.

Bu çalışmada oklüzal santral fossa hizasından yapılan ölçümlerde chamfer bitiş hattına sahip restorasyonlarda üretim tekniklerine bağlı olarak örnekler arasında istatistiksel bir farklılık izlenmemiştir. Shoulder bitiş hattına sahip restorasyonlarda istatistiksel olarak teknisyen üretim grubunun en yüksek oklüzal aralığa sahip olması restorasyonların üretimi sırasında block-out yapılması sonucu olduğu düşünülmektedir. Feather edge preparasyon grubunda ise en yüksek oklüzal değerler CAD-CAM kazıma ve CAD-CAM 3B baskı grubunda izlenmiştir. Vertikal preparasyon tekniğinde horizontal preparasyon tekniklerine göre marjinal hatlarda daha az preparasyon yapılmaktadır. Bu da sonuç olarak üretilen restorasyonun daha kaba ve sarkıntılı marjinlere sahip olmasına sebep olmaktadır (Labno ve Drobnik., 2020). Restorasyonların üretimi sırasında yazılım tarafından dişin prepare edilmemiş orijinal şekli taklit edilmeye çalışırken restorasyonun oturması amacıyla marjinal bölgelerde ince, oklüzal bölgede ise kalın bir siman aralığının bırakılmasının ve bitiş hattının görsel olarak tespit edilmesi sonucu muhtemel andırkat alanların diğer preparasyon türlerine kıyasla daha fazla olabileceğinin bu duruma yol açtığı düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasında restorasyonların iç uyumlarını incelemek amacıyla restorasyon sırtlarından da ölçümler yapılmıştır. Bukkal ve palatinal sırtlarda yapılan ölçümlerde chamfer ve shoulder basamak tiplerinde birbirine yakın siman aralığı değerleri izlenmişken feather grubunda daha yüksek değerler izlenmiştir. Yapılan analizler sonucu ortalama siman aralığı değerlerinin 29 ile 62 µm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Teorik olarak 20-40 µm arasındaki siman aralığı restorasyonun oturması için yeterlidir (Martins ve ark., 2012).

Elsherbini ve ark., (2023) yaptıkları çalışmada feather edge basamak türüyle prepare edilen restorasyonlarda en yüksek internal uyumsuzluğu gözlemlemişlerdir. Rizonaki ve ark., (2022) yaptıkları çalışmada feather edge basamak türüyle prepare edilen dişlerin en yüksek marjinal uyumsuzluğa ve en düşük internal uyumsuzluğa sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Maaz ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada chamfer, deep chamfer ve shoulder basamak tiplerinin restorasyonun iç uyumunu etkilemediğini gözlemlemişlerdir. Bu tez çalışmasında replika tekniği ile yapılan iç

uyum değerlendirmelerinde chamfer ve shoulder basamaklarında en düşük siman aralığı değerleri, feather edge grubunda ise en yüksek siman aralığı değerleri izlenmiştir. Bunun sebebi olarak oklüzalden yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlara benzer bir şekilde feather edge basamak tipinde, basamak hattının görsel bir şekilde tespiti sonucu muhtemel andırkatların oluştuğu ve siman aralığının bu bölgelerde daha fazla izlenmesi olarak düşünülmektedir.

Üretim tekniğine göre bukkal ve palatinal bölgedeki sırt bölgesinden yapılan ölçümlerdeki ortalamalar dikkate alındığında, teknisyen üretimi ile elde edilen restorasyon grubunda ortalamalar daha yüksek gözlemlenmiştir. Diğer üretim gruplarının ortalamaları arasında istatistiksel bir fark yoktur. Her bir üretim tekniğinde gözlenen değerler klinik olarak kabul edilebilir değerlerdir. CAD-CAM kazıma, üç boyutlu baskı ve direkt üretim tekniklerinin her birinde biocopy temeline dayanarak üretimler sağlandığı için gözlemlenen sonuçlar beklenen sonuçlar ile örtüşmektedir. Teknisyen üretimi ile fabrike edilen restorasyonların istatistiksel olarak fark göstermesinin sebebi olarak teknisyen üretimi sırasında siman boşluğu sağlamak amacıyla sürülen die spacer'ın fazladan kalınlık yapmış olma ihtimali olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kullanılan PMMA materyalinin sergilediği yüksek polimerizasyon büzülmesinin de bu duruma sebep olduğu düşünülmektedir. Üretim tekniğine bağlı olarak sırt bölgesinde yapılan ölçümlerde ortaya çıkan farklılıklar, yine üretim tekniğine bağlı olarak basamak grubunda ortaya çıkan farklılıklara istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir.

Nazirkar ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada CAD-CAM ve konvansiyonel yöntemlerle üretilen geçici restorasyonların aksiyal ve marjinal uyumlarını incelemişler ve sonuç olarak CAD-CAM ile üretilen geçici restorasyonların daha başarılı aksiyal ve marjinal uyuma sahip olduğunu gözlemlemişlerdir (Nazirkar ve ark., 2021). Peng ve ark., (2020) mikro-BT ve silikon replika tekniği ile 3B baskı, CAD-CAM kazıma ve konvansiyonel olarak üretilen restorasyonların iç uyumlarını, OCT (optikal koherans tomografi) tekniği ile kenar uyumlarını incelemiştir. Kazıma ve 3B baskı yöntemi ile üretilen restorasyonların konvansiyonel metotla üretilen restorasyonlara kıyasla daha başarılı kenar ve iç uyum gösterdiğini izlemişlerdir.

Silikon replika tekniği ve mikro-BT tekniği arasında ise düşük korrelasyon tespit etmiştir.

Literatürde ve bu çalışmada yapılan analizler sonucu genellikle CAD-CAM ve 3B baskı yöntemiyle üretilen restorasyonların teknisyen tarafından üretilen restorasyonlara göre daha başarılı marjinal ve aksiyal uyuma sahip olmasının birden fazla sebebi olduğu düşünölmektedir. Kazıma yöntemiyle üretilen restorasyonlar prefabrike bir halde endüstriyel olarak polimerize edilmiş bloklar kullanılarak üretilmektedir. Bu bloklardaki polimerizasyon büzülmeleri konvansiyonel yöntemlere kıyasla daha azdır. Ayrıca kullanılan dijital ölçü tekniği ile restorasyonların basamakları yazılım üzerinde çizilebilmekte ve dolayısıyla daha uyumlu restorasyonlar üretilmektedir. Yazılım üzerinde under-cut alanlarının ilgili bölgelerde block-out uygulanarak düzenlenmesi yazılım tarafından otomatik bir şekilde yapılmakta, bu da restorasyonun daha uyumlu üretilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca bırakılması istenilen siman aralığı önceden belirlenebilmekte ve restorasyon buna göre üretilmektedir.

Silikon replika tekniği ile yapılan ölçümler, restorasyonların sadece iki boyutlu olarak değeriendirilmesine izin vermektedir. Restorasyonların uyumunun üç boyutlu ve daha yüksek büyötmeler altında izlenebilmesi için bu çalışmada mikro-BT yöntemi de kullanılmıştır. Silikon replika tekniği ile yapılan çalışmalarda silikonun zarar görmesi, yapılan ölçümlerin hassasiyeti ve ölçümlerin yapıldığı nokta sayısı gibi birçok farklı faktör ortaya çıkan sonucun değışmesine sebep olabilmektedir (Al Hamad ve ark., 2019).

Mikro-BT yöntemi invaziv olmayan, hassasiyeti ve doğruluğu yüksek olup restorasyonların uyumunu ölçmek amacıyla kullanılabilen oldukça güvenilir bir yöntemdir. Bu teknik sayesinde restorasyona ve dişe herhangi bir zarar vermeden yüksek kalitede görüntüler elde edilebilmektedir. Mikro-BT cihazında objeler projeksiyon alanında rotasyon yapar ve bu objelerin çoklu görüntölemeleri yapılır. Elde edilen kesitler, özel yazılımlar üzerinde yeniden yapılandırılır ve nesnenin iç yapısı kesintisiz ve eksiksiz bir şekilde görselleştirilir. Bu teknik kullanılarak her

açından oldukça yüksek kalitede üç boyutlu görüntüler elde edilmekte ve bu görüntüler çok yakından incelenebilmektedir. Yöntemin temel dezavantajı pahalı olması ve materyallerin radyasyon absorpsiyonları arasında farklılıklar olması sebebiyle artefaktların oluşma ihtimalinin bulunmasıdır (Swain ve Xue, 2009).

Mikro-BT ve silikon replika tekniğinin doğruluğu açısından yapılan karşılaştırmalarda herhangi bir fark izlenmediğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Son ve ark., 2019 ve Landrigan ve ark., 2010). Buna kıyasla mikro-BT tekniğinin replika tekniğine oranla daha düşük hata riskine sahip olduğunu belirten araştırmacılar mevcuttur (Carrera ve ark., 2015 ve Riccitiello ve ark., 2018). Bu sebeplerle restorasyonların basamak uyumları değerlendirilirken bu tez çalışmasında mikro-BT yöntemi kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında mikro-BT cihazı kullanılarak restorasyon marjinlerinin hacimsel ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler restorasyonların kenar uyumlarını hacimsel olarak üç boyutlu bir şekilde değerlendirme gereksinimi sonucu yapılmıştır. Replika tekniğinde sadece iki boyutlu ölçümler yapılabilmektedir. Bu sebeple replika tekniğinin bu limitasyonunu aşabilmek amacıyla üç boyutlu boşlukların ölçülebilmesi için mikro-BT yöntemi kullanılmıştır.

Yapılan ölçümler sonucu shoulder ve feather basamak gruplarında teknisyen tarafından üretilen restorasyonlar hacim açısından en yüksek değerleri göstermişlerdir. Her iki basamak grubunda da diğer üretim tekniklerinde kendi arasında istatistiksel bir fark izlenmemiştir. Chamfer basamak türü ile prepare edilen dişlere üretilen restorasyonlarda diğer iki basamak tipinden farklı olarak, teknisyen, direkt üretim ve 3B baskı üretim teknikleri kendi arasında istatistiksel açıdan fark göstermezken, kazıma tekniğiyle üretilen restorasyonlar en düşük hacimsel değerleri göstermişlerdir.

Replika tekniği ile karşılaştırılma yapıldığı zaman replika tekniğinde basamak ölçümlerinde teknisyen üretim teknikleri en yüksek değerleri göstermiştir. Mikro-BT tekniğinde bu değerler her bir basamak tipinde kendi aralarında karşılaştırma yapılarak analiz edilmiştir. Chamfer, shoulder ve feather edge basamak tiplerinde sonuçlar genel

olarak replika tekniği ile paralellik göstermektedirler. Farklı olarak chamfer basamak tipinde CAD-CAM kazıma tekniği kullanılarak üretilen restorasyonlar en düşük siman aralığı değerlerini göstermiş ve istatistiksel olarak diğer üretim tekniklerinden daha başarılı bulunmuştur. Bunun yanında sayısal olarak teknisyen üretim grupları yine en yüksek ortalama değeri göstermiştir ve bu açıdan replika tekniği ile benzerlik göstermiştir. Bu ölçüm yönteminde de genel olarak teknisyen grubundaki örneklerin yüksek değerler göstermesi daha önceden bahsedildiği üzere PMMA materyalinin özelliklerine ve üretim ortam koşullarına bağlanmaktadır.

Alsubaiy (2023) yaptığı çalışmada metal daylar üzerine 3B baskı ve CAD-CAM kazıma yöntemiyle üretilen geçici restorasyonlarının basamak uyumlarını mikro-BT cihazı altında incelemiş ve 3B baskı yöntemiyle üretilen geçici restorasyonlarının daha başarılı kenar uyumuna sahip olduğunu gözlemlemiştir. Alharbi ve ark., (2018) dört farklı preparasyon tekniği (Chamfer, yuvarlatılmış shoulder, bevel ile yuvarlatılmış shoulder, knife edge) ile prepare edilen modellerin üzerine 3B baskı ve CAD-CAM kazıma ile restorasyonlar üretmiş ve bunların kenar ve iç uyumlarını mikro-BT altında incelemiştir. Sonuç olarak restorasyon uyumunun, preparasyon tekniğine kıyasla, kullanılan üretim tekniğinden daha çok etkilendiğini gözlemlemiştir ve üç boyutlu yazıcı kullanılarak üretilen restorasyonların daha başarılı kenar uyumuna sahip olduğunu belirtmiştir. Aldahian ve ark., (2021) yine mikro-BT kullanarak yaptıkları bir çalışmada restorasyonların kenar uyumlarını incelemiş, konvansiyonel olarak üretilen restorasyonların en yüksek uyumsuzluğu, dijital olarak üretilen restorasyonların ise birbirlerine benzer ve konvansiyonel yönteme kıyasla daha başarılı kenar uyumuna sahip olduğunu gözlemlemiştir. Al Deeb ve ark., (2019) yaptıkları benzer çalışmada mikro-BT inceleme yöntemi kullanarak elde ettikleri sonuçlarda kazıma ve 3B baskı gruplarının benzer kenar ve iç uyumları sergilediğini fakat konvansiyonel PMMA kullanılarak üretilen örneklerin daha kötü uyuma sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

Güncel literatürde geçici restorasyonların uyumunu mikro-BT tekniği kullanılarak inceleyen sınırlı sayıda makale bulunmaktadır. Bu durumun mikro-BT tekniğinin, daha yeni, ulaşılmaması daha zor ve kullanımı teknik hassasiyet gerektiren bir

yöntem olması sebebiyle gerçekleştiği düşünülmektedir. Literatürdeki mikro-BT inceleme tekniği kullanılarak yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar incelendiğinde, üretim tekniklerinin restorasyonların uyumlarını etkilediği gözlemlenmiştir. Bu tez çalışmasında da mikro-BT yöntemi ile elde edilen sonuçlarda literatüre benzer bir şekilde dijital yöntemlerle üretilen restorasyonların, konvansiyonel yöntemlerle üretilen restorasyonlardan daha başarılı uyuma sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bu tez çalışmasında restorasyonların uyumlarını karşılaştırmak amacıyla kullanılan yöntemlerden bir tanesi de ağırlık ölçüm tekniğidir (Colpani ve ark., 2013 ve Lee ve ark., 2017). Bu tez çalışmasında ağırlık tekniği sadece karşılaştırma amaçlı kullanılacağı için herhangi bir matematiksel hesaplama yapılmadan direkt olarak gruplar arasındaki ağırlık ölçümleri karşılaştırılmıştır. Bu açıdan literatüre yeni bir uyum karşılaştırma yöntemi olarak sunulmuştur. Kullanılan yöntemin hassasiyeti, silikon replika tekniği ve mikro-BT yöntemiyle yapılan ölçümlerle karşılaştırma yapılarak tespit edilmiştir.

Ağırlık ölçüm testleri sonucunda her bir basamak tipinde CAD-CAM kazıma ve 3B baskı üretim teknikleri istatistiksel olarak benzer sonuçlar vermiştir. Bu sonuç replika tekniğinde yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlarla aynıdır. Mikro-BT tekniği kullanılarak yapılan ölçümlere büyük oranda benzerlik göstermektedir. Mikro-BT tekniği ile yapılan ölçümlerde ağırlık ve replika tekniğinden farklı olarak sadece chamfer basamak tipinde hacim ölçümlerinde CAD-CAM kazıma grubu istatistiksel olarak daha düşük aralık değerleri göstermiştir.

Ağırlık ölçüm testlerinde elde edilen sonuçlar üretim tekniklerine göre kıyaslandığında chamfer basamak grubunda tüm değerler istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. Bu açıdan replika ve mikro-BT inceleme tekniğine yakınlık göstermiştir. Replika tekniğinde chamfer basamak tipinde yapılan ölçümlerde restorasyonun iç uyumu bir bütün olarak değerlendirilmek istenirse basamak, sırt ve oklüzalden alınan ölçümlerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Basamak ve sırt ölçümlerinde teknisyen üretimi hariç diğer grupların hepsi istatistiksel olarak benzer sonuçlar

vermiştir. Oklüzal incelemelerde ise her bir üretim tekniği benzer sonuçlar göstermiştir. Bu sebeple chamfer preparasyonda oklüzalden yapılan ölçümlerin bukkal ve sırt bölgesinden yapılan ölçümleri dengeleyerek iç uyum açısından ağırlık ölçüm yöntemindeki sonuçlara benzer sonuçlar açığa çıkaracağı düşünülmektedir. Feather edge basamak tipinde direkt üretim tekniği, diğer tekniklere göre daha düşük ağırlık değerleri göstermiştir. Replika ve mikro-BT tekniğinden elde edilen ölçümlerde de feather edge basamak tipinde direkt üretim tekniği genel olarak düşük aralık değerleri göstermiştir. Shoulder basamak tipinde teknisyen üretim grubu kazıma ve 3B baskı tekniklerine göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. Bu sonuç replika tekniği ve mikro-BT de izlenen sonuçlara paralellik göstermiştir

Ağırlık tekniği ile yapılan ölçümler sonucu genel kanı diğer teknikleri destekler tarzda sonuçlar vermiştir. Fakat bazı küçük farklılıklar da izlenmektedir. Bu yöntemin limitasyonu olarak kullanılan ölçü materyalinin homojenitesinin farklılık gösterebileceği ve bu da genel olarak ağırlık ölçümlerini etkileyebileceği düşüncesidir. Bu sebeple mikro-BT ve replika tekniğinde yapılan ölçümlerin daha doğru olacağı düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasında 4 farklı materyalin laboratuvar koşullarındaki kırılmaya karşı dirençleri ölçülmüştür. Kırılma testleri laboratuvar ortamında yapıldığı için ağız koşullarını yansıtmamaktadır fakat restorasyonların gösterdiği dayanıklılık değerleri klinik olarak genel bir fikir vermektedir. Ojenol içermeyen az miktarda siman restorasyonların oklüzal bölgesine yerleştirilmiş ve restorasyonların dişlere sabitlenmesi sağlanmıştır.

Restorasyonların direnç değerleri, bükülmeye karşı olan mukavemetleri (Yao ve ark., 2014), restorasyonda çatlak oluşması için gereken stres miktarı ve esneme veya kırılmaya uğratan kuvvet değerleri ölçülerek değerlendirilir (Gegauff ve Pryor, 1987). Bu tez çalışmasında restorasyonlara kırılma anında uygulanan maksimum kuvvetler ölçülmüştür.

Yapılan kırılma testi sonucunda belirgin basamak hattına sahip restorasyonlarda (chamfer, shoulder) CAD-CAM kazıma ve 3B baskı yöntemi ile üretilen örnekler, belirgin basamak tipi olmayan restorasyonlara kıyasla daha başarılı kırılma direnci değeri göstermişlerdir. Belirgin basamak tipi olmayan restorasyonlarda ise direkt üretim tekniği en yüksek dayanıklılık değerleri göstermiştir. Bunun nedeni olarak basamak tipinin belirgin olduğu durumlarda dijital ortamda kenar bitiş çizgilerinin daha hassas bir şekilde seçilebilmesi ve dolayısıyla daha uyumlu restorasyonların üretilmesi olarak düşünülmektedir.

Herhangi bir kenar sonlanmasının olmadığı preparasyonlarda, dijital ortamda restorasyonun bitiş hatlarını kesin hatlarıyla aktarmak mümkün olmamaktadır. Bu da restorasyonun marjin hattının olması gerekenden kısa veya uzun olmasına sebep olabilmektedir. Dolayısıyla restorasyonun yapısının değişmesi sebebiyle restorasyonun direnç özellikleri de etkilenmektedir. Feather edge kenar sonlanmalarında dijital yöntemler kullanılarak üretilen restorasyonların kenarları ince bir şekilde sonlanmaktadır ve ince kalan kenarlar restorasyonun kırılma dayanıklılığını artırmaktadır. Direkt üretim tekniğinde restorasyonlar herhangi bir kenar çizimi gerçekleştirilmeden maksimum adaptasyon ile üretilmektedir. Bu da restorasyonların kenar sonlanmalarının dijital üretimdeki kadar ince kalmasına ve genel olarak restorasyon hacminin daha az olmasına engel olmaktadır. Bu koşulların feather edge basamak ile üretilen restorasyonların kırılma dayanıklılıklarını olumlu etkilediği düşünülmektedir.

Teknisyen tarafından konvansiyonel yöntemle üretilen restorasyonlarda basamak tipi fark etmeksizin benzer sonuçlar izlenmiştir. Shoulder basamağın kullanıldığı restorasyon gruplarında 3B baskı ile üretilen restorasyonlar daha yüksek kırılma dayanımı göstermiştir. Benzer şekilde feather edge basamak ile üretilen restorasyonlarda 3B baskı yöntemi kullanılarak üretilen restorasyonlar kazıma yöntemi kullanılarak üretilen restorasyonlara kıyasla daha dayanıklı bulunmuştur. Chamfer basamak grubunda 3B baskı ile üretilen restorasyonlar istatistiksel olarak benzer sonuçlar göstermiştir fakat rakamsal olarak daha yüksek değerler söz konusudur.

Suralık ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada konvansiyonel, CAD-CAM kazıma ve 3B baskı tekniği ile üretilen geçici restorasyonların kırılma dayanımlarını karşılaştırmış ve üç boyutlu yazıcılarla üretilen geçici restorasyonların kazıma yöntemiyle üretilen geçici restorasyonlara kıyasla kırılmaya karşı daha dayanıklı olduğunu gözlemlemişlerdir. Reepomaha ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada CAD-CAM kazıma, bis-akril kompozit ve konvansiyonel PMMA'nın kırılma dirençlerini incelemiş ve konvansiyonel üretimle üretilen geçici restorasyonların diğer türlere göre daha dayanıksız olduğunu gözlemlemişlerdir. Bhambhu ve ark., (2022) dijital üretim yöntemleri (eklemeli ve çıkartmalı üretim yöntemleri) ve konvansiyonel üretim yöntemleriyle üretilen geçici restorasyonların kırılma dayanıklılıklarını kıyaslamış ve dijital üretim ile üretilen geçici restorasyonların daha yüksek değerler gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Güncel literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde dijital üretim yöntemleri kullanılarak üretilen restorasyonların konvansiyonel yöntemler kullanılarak üretilen restorasyonlara kıyasla daha dayanıklı olduğu izlenmektedir. Üç boyutlu yazıcı ile üretilen restorasyonların daha yüksek dayanıklılık göstermesinin sebebi olarak bükülme mukavemetlerinin daha yüksek olması düşünülmektedir. Bükülme kuvvetinin artması restorasyonun kuvvetin uygulandığı anda bükülmesine ve kuvveti daha çok absorbe edip kırılma kuvvetinin artmasına sebep olmaktadır. Bu tez çalışmasında da dijital üretim teknikleri arasında 3B yazıcı kullanılarak üretilen geçici restorasyonlar daha iyi kırılma dirençleri sergilemiştir. CAD-CAM kazıma kullanılarak üretilen restorasyonların ise daha önceden polimerize edilmiş, homojen bloklardan üretilmelerinin mekanik özelliklerini artırdığı düşünülmektedir (Alt ve ark., 2011).

Bu tez çalışmasında elde edilen veriler ışığında birinci hipotez “dış preparasyonlarında kullanılan basamak tipinin geçici restorasyonların uyumu üzerinde etkisi vardır” hipotezi kısmen kabul edilmiştir. Kullanılan basamak tipi kenar uyumunu etkilemezken restorasyonun iç uyumunu etkilemiştir. İkinci hipotez “dış preparasyonlarında kullanılan basamak tipinin geçici restorasyonların dayanımına etkisi yoktur” hipotezi reddedilmiştir. Üçüncü hipotez “geçici restorasyonların

retiminde kullanılan tekniklerin geçici restorasyonların hem uyumu hem de direnci üzerine etkisi vardır” hipotezi kabul edilmiştir.

Bu tez çalışmasının sınırlaması, silikon replika ve ağırlık ölçüm tekniğinde kullanılan ölçü materyallerinin hacimsel büzülme gösterebilmesi, çalışmanın bir laboratuvar çalışması olması ve bu sebeple ağız içi koşulların taklit edilememiş olmasıdır. Geçici restorasyonların, ağız içi kullanım sürelerinin artmasıyla birlikte, ağız içerisindeki sıvılarla olan temasları ve sıcaklık değişimlerine maruz kalmaları sonucunda uyum ve direnç özellikleri değişebilmektedir (Karaokutan ve ark., 2015, Patras ve ark., 2012). Bu sebeple bu çalışmada elde edilen sonuçların klinik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

1. Basamak tipi restorasyonların kenar uyumları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermezken yine de basamak geometrisi belirginleştikçe uyum özelliği artmaktadır.

2. Üretim tekniği üretilen restorasyonların kenar uyumlarını etkilemiştir. Teknisyen tarafından üretilen restorasyonlar diğer üretim teknikleri ile karşılaştırıldığında daha başarısız kenar uyumuna sahiptir. Direkt üretim yöntemi ve CAD/CAM üretim yöntemlerinin uyum başarısı teknisyen üretiminden belirgin ölçüde daha iyidir. Özellikle dijital üretim yöntemlerinin basamak uyumu diğer yöntemlerle elde edilen geçici restorasyonlarından daha iyidir.

3. Basamak tipi restorasyonların iç uyumlarını da etkilemiştir. Feather edge basamak kullanılarak prepare edilen dişler en yüksek siman aralığı değerlerini göstermiştir.

4. Üretim tekniği restorasyonların iç uyumlarını etkilemiştir. Teknisyen tarafından üretilen restorasyonlar en yüksek siman aralığı değerlerini göstermiştir.

5. Restorasyonlar en yüksek siman aralığı değerlerini genel olarak oklüzal bölgede göstermiştir.

6. Metodoloji açısından kenar uyumu değerlendirme yöntemlerinden (silikon replika tekniği, mikro-BT, ağırlık ölçüm tekniği) elde edilen sonuçlar genel olarak birbirlerine yakın sonuçlar vermiştir. Bununla birlikte sonraki çalışmalarda daha hassas sonuç vermesi ve güncelliği nedeniyle mikro-BT çalışmalarının öncelikli tercih edilebileceği düşünülmektedir.

7. Basamak tipi ve üretim tekniği restorasyonların dirençlerini etkilemiştir. Belirgin basamak geometrisine (chamfer, shoulder) sahip preparasyonlarda CAD-CAM kazıma ve 3B baskı yöntemiyle üretilen restorasyonlar yüksek direnç değerleri gösterirken,

belirgin basamak hattına sahip olmayan preparasyonlarda aynı başarıyı sergileyememişlerdir.

8. Genel olarak dijital yöntemlerle üretilen geçici restorasyonların dayanımı diğer tekniklere göre daha fazladır.



ÖZET

Farklı Kenar Sonlanma Geometrisi ile Prepare Edilen Dişlere Konvansiyonel ve Dijital Yöntemlerle Hazırlanan Geçici Restorasyonlarının Uyum ve Direnç Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Geçici restorasyonlar, diş preparasyonu ve kalıcı protezin teslim süreçleri arasında kullanılmak üzere; prepare edilen dişin pulpasını korumak, pozisyonel stabilitesini sağlamak, çevre periodontal dokuların sağlığını idame ettirmek ve oklüzal fonksiyonu sağlamak amacıyla üretilen protetik restorasyonlardır.

Günümüzde geçici restorasyonlar birçok farklı materyal ve teknik kullanılarak üretilmektedir. Kullanılan üretim teknikleri konvansiyonel ve dijital olarak ikiye ayrılmaktadır. Konvansiyonel üretim teknikleri geçmişten bu yana çok uzun süredir kullanılan bir üretim tekniği olup başarı oranı yüksek restorasyonların üretimini sağlamaktadır. Dijital üretim teknikleri ile restorasyonlar, CAD-CAM kazıyıcılar ve üç boyutlu yazıcılar kullanılarak üretilmektedir. Dijital teknolojinin gelişmesi restorasyonların tasarım ve üretim sürecini hızlandırmakla birlikte daha hassas üretimler yapılmasını sağlamaktadır.

Geçici bir restorasyonun ağız ortamında uzun bir süre fonksiyonunu devam ettirmesi için iyi bir kenar uyumuna ve oklüzal kuvvetlere karşı yüksek dayanıklılığa sahip olması gerekmektedir. İyi kenar uyumuna sahip olmayan restorasyonların sızdırmazlığı düşük olacaktır. Sızdırmazlığı düşük olan restorasyonlar ağız içi sıvıların restorasyon altındaki prepare edilen dişe ulaşmasını kolaylaştırmakta ve dişte hassasiyet, yapıştırma simanlarının çözülmesi sonucu restorasyonun desimantasyonu gibi sorunlara yol açmaktadır. Direnci düşük olan bir restorasyonda ise oklüzal kuvvetler sonucunda çatlaklar ve kırıklar oluşabilmektedir. Bunların sonucunda da dişte hassasiyet, periodontal doku ve estetik ile ilgili sorunlar ortaya çıkmaktadır. Dijital teknolojinin sürekli gelişmekte olması sebebiyle dijital üretim tekniklerinin konvansiyonel üretim tekniklerine karşı zayıf ve güçlü yanlarının bilinmesi gerekmektedir. Bu sebeple bu tez çalışmasında farklı yöntemlerle üretilen geçici restorasyonların uyum ve dirençleri karşılaştırılmıştır.

Bu tez çalışmasında çekilmiş üst premolar dişler üç farklı basamak tipi kullanılarak prepare edilmiş (chamfer, shoulder, feather) ve bu dişlere dört farklı yöntem kullanılarak, CAD-CAM kazıma (inLab MCX5, Sirona Dental Systems, ABD), 3B yazıcı (Formlabs, ABD), teknisyen üretimi (Imicryl, Imident, Türkiye), direkt üretim (Hexa-Temp, Spident, Kore) ile geçici restorasyonlar üretilmiştir. Her bir grubun örneklem büyüklüğü n=10 olarak belirlenmiştir. Dişlerin prepare edilmeden önce ve sonraki modelleri 3B yazıcı (Nextdent 5100, Nextdent, Hollanda) kullanılarak elde edilmiştir. Restorasyonların üretiminin ardından silikon replika tekniği ile kenar, iç ve oklüzal siman boşlukları ölçülmüştür. Ardından mikro-BT görüntüleme yöntemi ile restorasyonların kenar uyumları incelenmiştir. Ardından restorasyonların içerisine akıcı kıvamlı ölçü materyali yerleştirilmiş (Elite HD+, Zhermack, İtalya), restorasyonlar dayanak dişlere oturtularak ölçüler alınmıştır. Restorasyon ve diş arasında bulunan siman boşluğunu taklit eden bu ölçülerin dijital hassas tartıda (RADWAG Wagi Elektroniczne, Poland) ağırlıkları ölçülerek birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Son olarak da restorasyonların dirençlerini ölçmek amacıyla universal test cihazı altında kompresif kuvvetler uygulanarak restorasyonlar kırılmış ve değerler kaydedilmiştir. Elde edilen veriler İki Faktörlü (basamak tipi ve üretim tekniği) Faktöriyel Varyans Analizi (Factorial ANOVA)

ile analiz edildi. Farklı grupların belirlenmesinde ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testinden yararlanıldı.

Üretilen restorasyonlar kenar uyumu açısından klinik olarak kabul edilebilir değerler göstermiştir. Kullanılan basamak tipi kenar uyumunu etkilemezken iç uyum açısından farklılık göstermiştir. Restorasyonların gösterdikleri direnç kullanılan üretim tekniğine ve basamak tipine göre farklılık göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: 3B yazıcı, CAD-CAM kazıma, dijital üretim, geçici restorasyon, konvansiyonel üretim



SUMMARY

Evaluation of the Adaptation and Resistance Properties of Provisional Restorations Fabricated via Conventional and Digital Methods for Teeth Prepared with Different Finish Line Geometry

Provisional restorations are prosthetic restorations manufactured for preserving the pulp of the prepared tooth, providing stability, maintaining the health of the surrounding periodontal tissues and providing an occlusal function for period of time between tooth preparation to cementation of the permanent restoration.

Nowadays provisional restorations can be manufactured by using variety of different materials and techniques. These manufacturing techniques can be divided in to two catalogues as conventional and digital. Conventional fabrication methods have been used for a long time from past to present and ensures the production of a restoration with a high success rate. Restorations can be manufactured with digital fabrication techniques using CAD-CAM milling devices and 3D printers. The development of digital technology has accelerated the process of design and producing of restorations and ensured more precise production.

To sustain the function of the temporary restoration in an oral environment for long term, the provisional restoration has to have a good marginal adaptation and a high resistance to the occlusal forces. The restorations that don't have good marginal fit will have poor sealing. The restorations with poor sealing features will allow the oral fluids reach to the prepared tooth that is under the restoration and cause problems like sensitivity and decementation by allowing dissolution of the temporary cement. On the other hand, the restorations with low resistance is prone to having cracks and breaks under the occlusal stresses. As a result of these problems, tooth sensitivity, periodontal tissue and aesthetic problems will arise. The constant development of digital technology necessitates knowing the weaknesses and strengths of digital methods in comparison to conventional methods. Therefore, this thesis study, compares the harmony and resistance of the provisional restorations fabricated with different methods.

For this thesis study, extracted upper premolar teeth were prepared using three different finish lines (chamfer, feather, shoulder) and for these teeth, provisional restorations were fabricated using four different methods: CAD-CAM milling (inLab MCX5, Sirona Dental Systems, USA), 3D Printing (Formlabs, USA), by a dental technician (Imicryl, IMIDENT, Turkey), direct production (Hexa-temp, Spident, Korea). Each and every groups sample size has been determined as n=10. The models of each teeth, have been obtained by using 3D printer (Nexdent 5100, Nextdent, Netherlands) before and after the preparation. After the production of restorations, marginal, axial and occlusal cement space have been measured with silicone replica technique. Afterwards marginal adaptation of the restoration have been examined with micro-CT display methods. Afterwards a light body impression material (Elite HD+, Zhermack, Italy) was placed inside the temporary restorations and the impression materials that mimics the cement space were compared with each other by measuring their weights on a digital scale (RADWAG Wagi Elektroniczne, Poland). At last with the purpose of surveying the resistance of the restorations, the provisional restorations had been fractured using compressive forces under the universal testing device and values of failure have been registered.

The obtained data have been analyzed by the two factor (finish line and production technique) factorial analysis of variance (Factorial ANOVA). Duncan Multi Comparision Tests have been used for determining the different groups. The restorations that have been produced showed clinically acceptable results in terms of marginal adaptation. While the finish line that have been used did not influenced the marginal adaptation, it has influenced the internal adaptation of the restorations. The resistance of the restorations differed according to production method and finish line.

Keywords: CAD-CAM Milling, conventional fabrication, 3D printing, provisional restoration, digital fabrication,



KAYNAKLAR

- “R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.”
- ABAD-CORONEL C, CARRERA E, CORDOVA NM, FAJARDO JI, ALIAGA P (2021). Comparative Analysis of Fracture Resistance between CAD-CAM Materials for Interim Fixed Prosthesis. *Materials (Basel)*, **14** (24): 7791
- ABAD-CORONEL C, MANOSALVAS JV, SARMIENTO CP, ESQUIVEL J, LOI I, PRADIES G (2022). Clinical outcomes of the biologically oriented preparation technique (BOPT) in fixed dental prostheses: A systematic review. *J Prosthet Dent*, (Elektronik Dergi), 30; S0022-3913 (22) 00488-7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.07.010>
- ABDULLAH AO, TSITROU EA, POLLINGTON S (2016). Comparative in vitro evaluation of CAD-CAM vs conventional provisional crowns. *J Appl Oral Sci*, **24** (3): 258-263
- ABDULLAH AO, POLLINGTON S, LIU Y (2018). Comparison between direct chairside and digitally fabricated temporary crowns. *Dent Mater J*, **37** (6): 957-963
- ABDUO J, LYONS K, SWAIN M (2010). Fit of zirconia fixed partial denture: a systematic review. *J Oral Rehabil*, **37** (11):866-76.
- ABOU-RASS M (1982). The stressed pulp condition: an endodontic-restorative diagnostic concept. *J Prosthet Dent*, **48** (3): 264-267
- ADULROJ V, CHAIJAREENONT P, YAVIRACH A, ANGKASITH P (2023). Semi-permanent restorations just temporary or long-lasting use? : A Review of the Literature. *CM Dent J*, **44** (1): 13-21
- AGUSTIN-PANADERO R, SERRA-PASTOR B, FONS-FONT A, SOLA-RUIZ MF (2018). Prospective clinical study of zirconia full-coverage restorations on teeth prepared with biologically oriented preparation technique on gingival health: Results after two-year follow-up. *Oper Dent*, **43** (5): 482-487
- AGUSTIN-PANADERO R, SERRA-PASTOR B, LOI I, SUAREZ MJ, PELAEZ J, SOLA-RUIZ F (2021). Clinical behavior of posterior fixed partial dentures with a biologically oriented preparation technique: A 5-year randomized controlled clinical trial. *J Prosthet Dent*, **125** (6): 870-876
- AKOVA T, OZKOMUR A, UYSAL H (2006). Effect of food-simulating liquids on the mechanical properties of provisional restorative materials. *Dent Mater*, **22** (12): 1130-4
- AL DEEB L, AL AHDAL K, ALOTAIBI G, ALSHEHRI A, ALOTAIBI BM, ALABDULWAHAB FN, AL DEEB M, ALFAWAZ YF, VOHRA F, ABDULJABBAR T (2019). Marginal

integrity, internal adaptation and compressive strength of 3D Printed, Computer Aided Design and computer aided manufacture and conventional interim fixed partial dentures. *Journal of Biomaterials and Tissue Engineering*, **9 (12)**: 1745-1750

AL HAMAD KQ, AL RASHDAN BA, AL OMARI WM, BABA NZ (2019). comparison of the fit of lithium disilicate crowns made from conventional, digital, or conventional/digital techniques. *J Prosthodont*, **28 (2)**: 580-586

AI HAMAD KQ, QURAN FAA, JWAIED SZ, AL-DWAIRI ZN, AL-RASHDAN BA, BABA NZ (2022). Effect of CAD/CAM bur deterioration on the surface roughness of ceramic crowns. *J Prosthodont*, **31 (4)**: 320-325.

AL-ATYAA ZT, MAJEED MA (2018). Comparative Evaluation of the Marginal and Internal Fitness of Monolithic CAD-CAM Zirconia crowns fabricated from different conventional impression techniques and digital impression using silicone replica technique (An in vitro study). *Biomed. & Pharmacol. J*, **11 (1)**: 477-490

ALDAHIAN N, KHAN R, MUSTAFA M, VOHRA F, ALRAHLAH A (2021). Influence of Conventional, CAD-CAM, and 3D Printing Fabrication Techniques on the Marginal Integrity and Surface Roughness and Wear of Interim Crowns. *Appl Sci*, **11(19)**: 8964

ALHARBI N, ALHARBI S, CUJIPERS VJMI, OSMAN RB, WISMEIJER D (2018). Three-dimensional evaluation of marginal and internal fit of 3D-printed interim restorations fabricated on different finish line designs. *J Prosthodontics Res*, **62 (2)**: 218-226.

ALPERT RL (1996). A method to record optimum anterior guidance for restorative dental treatment. *J Prosthet Dent*, **76 (5)** :546-549

ALTAN B, ÇINAR Ş, UZ BB, ÖZKAN D (2023). Evaluation of the marginal fit of finish line designs of novel CAD/CAM restoration materials. *J Health Sci Med*, **6 (1)**: 116-121

ALT V, HANNIG M, WOSTMANN B, BALKENHOL M (2011). Fracture strength of temporary fixed partial dentures: CAD-CAM versus directly fabricated restorations. *Dent Mater*, **27 (4)**: 339-347

AL-ZUBAIDI ZAK, AL-SHAMMA AMW (2015). The Effect of Different Finishing Lines on the Marginal Fitness of Full Contour Zirconia and Glass Ceramic CAD-CAM Crowns (An in-vitro study). *Journal of Dental Materials and Techniques*, **4 (3)**: 127-136.

AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS (2009). Committee F42 on Additive Manufacturing Technologies, West Conshohocken, Pa. 2009 Standard terminology for additive manufacturing—general principles and terminology. ISO/ASTM52900–15

AMIN BM, ARAS MA, CHITRE V (2015) A comparative evaluation of the marginal accuracy of crowns fabricated from four commercially available provisional materials: an in vitro study. *Contemp Clin Dent*, **6 (2)**: 161-165.

- ANUNMANA C, CHAROENCHITT M, ASVANUND C (2014). Gap comparison between single crown and three-unit bridge zirconia substructures. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, **6(4)**: 253-258
- ANUSAVICE KJ, SHEN C, RAWLS R (2013). Phillips' Science of Dental Materials (12th Edition): Saunders Elsevier.
- ATTIA MA, BLUNT L, BILLS P, TAWFIK A, RADAWN M (2023). Micro-CT analysis of marginal and internal fit of milled and pressed polyetheretherketone single crowns. *J Prosthet Dent*, **129 (6)**: 906e1- 906e10
- AYYILDIZ S (2015). The place of direct metal laser sintering (DMLS) in dentistry and the importance of annealing. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, **52**: 343
- BALKENHOL M, FERGER P, MAUTNER MC, WOSTMANN BERND (2007). Provisional crown and fixed partial denture materials: mechanical properties and degree of conversion. *Dent Mater*, **23 (12)**: 1574-83.
- BARGHI N, SIMMONS W (1976). The marginal integrity of the temporary acrylic resin crown. *J Prosthet Dent*, **36**: 274–277
- BAROUDI K, IBRAHEEM SN (2015). Assessment of Chair-side Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing Restorations: A Review of the Literature. *J Int Oral Health*, **7 (4)**: 96-104
- BAŞARAN EG, AYNA E, VALITTU PK, LASSILA LVJ (2013). Load bearing capacity of fiber-reinforced and unreinforced composite resin CAD-CAM-fabricated fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent*, **109 (2)**: 88-94.
- BENNANI V (2000). Fabrication of an indirect-direct provisional fixed partial denture. *J Prosthet Dent*, **84 (3)**: 364-365.
- BHAMBHU S, SAHNI S, PADIYAR N, KAURANI P (2022). Comparison of Fracture Resistance of Three-unit Provisional Fixed Dental Prostheses Fabricated Using Conventional and Digital Methods. *International Journal of Prosthodontics & Restorative Dentistry*, **12 (2)**: 59-63
- BLASI A, ALNASSAR T, CHICHE G (2017). Injectable technique for direct provisional restoration. *J Esther Restor Dent*, **30 (2)**: 85-88.
- BLUCHE LR, BLUCHE PF, MORGANO SM (1997). Provisional fixed prosthesis reinforced with a metal casting. *J Prosthet Dent*, **77 (6)**: 634-635.
- BURNS DR, BECK DA, NELSON SK (2003). A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *J Prosthet Dent*, **90 (5)**: 474-497.

- CAGIDACIO EF, DISCEPOLI N, GORACCI C, CARBONCINI F, VIGOLO P, FERRARI M (2019). Randomized Clinical Trial on Single Zirconia Crowns with Feather-Edge vs Chamfer Finish Lines: Four-Year Results. *Int J Periodontics Restorative Dent*, **39** (6): 817-826.
- CARRERA CA, LAN C, ESCOBAR-SANABRIA D, LI Y, RUDNEY J, APARICIO C, FOK A (2015). The use of micro-CT with image segmentation to quantify leakage in dental restorations. *Dent. Mater*, **31**: 382-390
- CHENG CW, YE SY, CHIEN CH, CHEN CJ, PAPASPYRIDAKOS P, KO CC (2021). Randomized clinical trial of a conventional and a digital workflow for the fabrication of interim crowns: An evaluation of treatment efficiency, fit, and the effect of clinician experience. *J Prosthet Dent*, **125** (1): 73-81
- CHO LR, CHOI JM, YI YJ, PARK CJ (2004). Effect of finish line variants on marginal accuracy and fracture strength of ceramic optimized polymer/fiber-reinforced composite crowns. *J Prosthet Dent*, **91** (6): 554-560
- CHRISTENSEN GJ (1996). Provisional restorations for fixed prosthodontics. *J Am Dent Assoc*, **127**: 249-52.
- CHRISTENSEN GJ (2003). The fastest and best provisional restorations. *J Am Dent Assoc*, **134** (5): 637-9.
- COLPANI JT, BORBA M, BONA AD. (2013). Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings. *Dent Mater*, **29** (2): 174-180
- ÇÖMLEKOĞLU M, DÜNDAR M, ÖZCAN M, GÜNGÖR M, GÖKÇE B, ARTUNÇ C. (2009). Influence of cervical finish line type on the marginal adaptation of zirconia ceramic crowns. *Operative Dentistry*, **34** (5): 586-592
- CONNY DJ, TEDESCO LA, BREWER JD, ALBINO JE (1985). Changes of attitude in fixed prosthodontic patients. *J Prosthet Dent*, **53**: 451-454
- CONTEPOIS M, SOENEN A, BARTALA M, LAVIOLE A (2013). Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review. *J Prosthet Dent*, **110** (6): 447-454
- DANIEL EY (2022). Comparison Between the Biologically Oriented Preparation Technique (BOPT) and the Horizontal Preparation Technique. About a Case. *Acta Scientific Dental Researches*, **6** (2): 95-102
- DAVIDOWITZ G, KOTICK PG (2011). The Use of CAD-CAM in Dentistry. *Dental Clinics of North America*, **55** (3): 559-570
- DAVIS S, O'CONNELL B (2004). The Provisional Crown. *J Ir Dent Assoc*, **50** (4): 167-172.
- DISCEPOLO K, SULTAN M (2017). Investigation of adult stainless steel crown longevity as an interim restoration in pediatric patients. *Int J Paediatr Dent*, **27** (4): 247-254

- DRISCOLL CF, WOOLSEY G, FERGUSON WM (1991). Comparison of exothermic release during polymerization of four materials used to fabricate interim restorations. *J Prosthet Dent*, **65** (4): 504-6
- DUMBRIGUE HB (2003). Composite indirect-direct method for fabricating multiple-unit provisional restorations. *J Prosthet Dent*, **89** (1): 86-88.
- DUREJA I, YADAV B, MALHOTRA P, DABAS N, BHARGAVA A, PAHWA R (2018). A comparative evaluation of vertical marginal fit of provisional crowns fabricated by computer-aided design/computer-aided manufacturing technique and direct (intraoral technique) and flexural strength of the materials: An *in vitro* study. *J Indian Prosthodont Soc*, **18** (4): 314-320
- ALSUBAIY EF (2023). Micro-CT analysis of 3D printed provisional crowns fitting. *Technol Health Care*, **31** (1): 259-268
- EHRENBERG D, WEINER GI, WEINER S (2006) Long-term effects of storage and thermal cycling on the marginal adaptation of provisional resin crowns: a pilot study. *J Prosthet Dent*, **95** (3): 230-236
- ELLAKANY P, FOU DA SM, MAHROUS AA, ALGHAMDI MA, ALY NM (2022). Influence of CAD/CAM Milling and 3D-Printing Fabrication Methods on the Mechanical Properties of 3-Unit Interim Fixed Dental Prosthesis after Thermo-Mechanical Aging Process. *Polymers*, **14** (19): 4103. <https://doi.org/10.3390/polym14194103>
- ELLIOT JC, DOVER SD (1982). X-ray microtomography. *J Microsc*, **126** (2): 211-213.
- ELSHERBINI M, SAKRANA AA, AMIN RA, DIA M, ÖZCAN M, AL-ZORDK W (2023). A micro-computed tomography analysis of internal and marginal fits of fixed partial dentures: Effect of preparation finish line designs on monolithic zirconia and heat-pressed zirconia-reinforced lithium disilicate. *J Prosthodont*, **32** (5): 90-99
- ERPAÇAL B, ADIGÜZEL Ö, CANGÜL S (2019). The use of micro-computed tomography in dental applications. *International Dental Research*, **9** (2): 78-91
- FALANCHAI M, RAHIMABADI S, KHABAZKAR G, HEMMATI YB, ASLI HN (2022). Marginal and internal fit and fracture resistance of three-unit provisional restorations fabricated by additive, subtractive and conventional methods. *Clin Exp Dent Res*, **8** (6): 1404-1412.
- FALK A, von STEYERN PV, FRANSSON H, THOREN MM (2015). Reliability of the impression replica technique. *Int J Prosthodont*, **28** (2): 179-180
- FARUQI S, GANJI KK, BANDELA V, NAGARAJAPPA AK, MOHAMMED RN, AL AHMED M, FARHAN M, ALWAKID WN, AL-HAMMAD KAS, ALAM MK (2021). Digital assessment of marginal accuracy in ceramic crowns fabricated with different marginal finish line configurations. *J Esthet Restor Dent*, **34**: 789–795.

- FELDKAMP LA, GOLDSTEIN SA, PARFITT MA, JESION G, KLEEREKOPER M (1989). The direct examination of three-dimensional bone architecture in vitro by computed tomography. *J Bone Miner Res*, **4** (1): 3-11.
- FELTON DA, KANOY BE, BAYNE SC, WIRTHMAN GP (1991). Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. *J Prosthet Dent*, **65** (3): 357-364
- FINDAKLY MB, JASIM HH (2019). Influence of preparation design on fracture resistance of different monolithic zirconia crowns: A comparative study. *J Adv Prosthodont*, **11** (6): 324-330
- FLUGGE T, van der MEER WJ, GONZALEZ BG, VACH K, WISMEIJER D, WANG P (2018). The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*, **16**: 374-392
- GALINDO D, SOLTYS JL, GRASER GN (1998). Long-term reinforced fixed provisional restorations. *J Prosthet Dent*, **79** (6): 698-701
- GANDHIMATHI J, KANMANI M, NASREEN S, VINAYAGAVEL K, SABARIGIRINATHAN C, SRINIDHI L (2019). Recent Advances in Provisional Restorations. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, **18** (4): 53-58
- GARG P, RAVI R, GHALAUT P (2021). Outcome of Provisional Restorations on Basis of Materials and Techniques of Choice: A Systematic Review. *EAS Journal of Dentistry and Oral Medicine*, **3** (1): 6-15
- GAVELIS JR, MORENCY JD, RILEY ED, SOZIO RB (1981). The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. *J Prosthet Dent*, **45** (2): 138-145
- GEGAUFF AG, PRYOR HG (1987). Fracture toughness of provisional resins for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent*, **58** (1): 23-29
- GEGAUFF AG, WILKERSON JJ (1995). Fracture toughness testing of visible light- and chemical-initiated provisional restoration resins. *Int J Prosthodont*, **8** (1): 62-68.
- GHAVAMI-LAHIJI M, DAVALLOO RT, TAJZIEHCHI G, SHAMS P (2021). Micro computed tomography in preventive and restorative dental research: A review. *Imaging Sci Dent*, **51**(4): 341-350
- GIANNETTI L, APPONI R, MORDINI L, PRESTI S, BRESCHI L, MINTRONE F (2022). The occlusal precision of milled versus printed provisional crowns. *J Dent*, **117**: 103924. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103924>
- GIVENS EJ, NEIVA G, YAMAN P, DENNISON JB (2008). Marginal adaptation and color stability of four provisional materials. *J Prosthodont*, **17** (2): 97-101.

- GOLDBERG AJ, BURSTONE CJ (1992): The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater*, **8 (3)**: 197-202
- GROTEN M, GIRTHOFER S, PROBSTER L (1997). Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation*, **24 (12)**: 871-881
- GUTH JF, SILVA JSAE, BEUER F, EDELHOFF D (2012). Enhancing the predictability of complex rehabilitation with a removable CAD/ CAM-fabricated long-term provisional prosthesis: A clinical report. *J Prosthet Dent*, **107 (1)**: 1-6
- HABIB SR, AJMI MGA, DHAFYAN MA, JOMAH A, ABUALSAUD H, ALMASHALI M (2017). Effect of Margin Designs on the Marginal Adaptation of Zirconia Copings. *Acta Stomatol Croat*, **51 (3)**: 179-187
- HAN SH, SADR A, TAGAMI J, PARK SH (2016). Non-destructive evaluation of an internal adaptation of resin composite restoration with swept-source optical coherence tomography and micro-CT. *Dent Mater*, **32 (1)**: 1-7
- HASELTON DR, DIAZ-ARNOLD AM, VARGAS MA (2002). Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent*, **87 (2)**: 225-228
- HAZELTON LR, BRUDVIK JS (1995). A new procedure to reinforce fixed provisional restorations. *J Prosthet Dent*, **74 (1)**: 110-113
- HUNG SH, HUNG KS, EICK JD, CHAPPEL RP (1990). Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crown. *J Prosthet Dent*, **63 (1)**: 26-31
- IONESCU AC, HAHNEL S, KONIG A, BRAMBILLA E (2020). Resin composite blocks for dental CAD-CAM applications reduce biofilm formation in vitro. *Dent Mater*, **36 (5)**: 603-616.
- JAIN S, SAYED ME, SHETTY M, ALGAHTANI SM, WADEI MHDA, GUPTA SG, OTHMAN AAA, ALSHEHRI AH, ALGARNI H, MOBARKI AH, MOTLAG K, BAKMANI HF, ZAIN AA, HAKAMI AJ, SHEAYRIA MF (2022). Physical and mechanical properties of 3d-printed provisional crowns and fixed dental prosthesis resins compared to cad-cam milled and conventional provisional resins: A systematic review and meta-analysis. *Polymers (Basel)*, **14 (13)**: 2691
- JALALIAN E, ALETAHA NS (2011). The effect of two marginal designs (chamfer and shoulder) on the fracture resistance of all ceramic restorations, Inceram: An in vitro study. *J Prosthodont Res*, **55 (2)**: 121-5
- JEONG KW, KIM SH (2019). Influence of surface treatments and repair materials on the shear bond strength of CAD-CAM provisional restorations. *J Adv Prosthodontics*, **11 (2)**: 95–104.
- JIVANESCU A, MIHUTESCU DH, GOGUTA L, PIRVULESCU LD (2016). Comparative in vitro study of the flexural strength of resin provisional fixed partial dentures, with and without glass fiber reinforcement. *Materiale Plastice*, **53 (3)**: 481-484

- KAISER DA, CAVAZOS E (1985). Temporization techniques in fixed prosthodontics. *Dent Clin North Am*, **29 (2)**: 403-412.
- KARAOKUTAN I, SAYIN G, KARA O (2015). In vitro study of fracture strength of provisional crown materials. *J Adv Prosthodont*, **7 (1)**: 27-31
- KESSLER A, REYMUS M, HICKEL R, KUNZELMANN KH (2019). Three-body wear of 3D Printed temporary materials. *Dent Mater*, **35 (12)**:1805-1812
- KHANDELWAL PV, ROOPA KT, VIJAYALAKSHMI CR (2016). Marginal fit of polymethyl methacrylate provisional restorative material after polymerization at different water temperatures and after relining: A comparative study. *CODS Journal of Dentistry*, **8 (1)**: 33-38
- KHNG KYK, ETTINGER RL, ARMSTRONG SR, LINDQUIST T, GRATTON DG, QIAN F (2016). In vitro evaluation of the marginal integrity of CAD-CAM interim crowns. *J Prosthet Dent*, **115 (5)**: 617-623.
- KIM KB, KIM WC, KIM HY, KIM JH (2013). An evaluation of marginal fit of three-unit fixed dental prostheses fabricated by direct metal laser sintering system. *Dental Materials*, **29 (7)**: 91-96
- KING CJ, YOUNG FA, CLEVELAND JL (1973). Polycarbonate resin and its use in the matrix technique for temporary coverage. *J Prosthet Dent*, **30 (5)**: 789-94.
- KIZILIRMAK KT, TAMAM E (2023). Use of micro computed tomography in prosthetic dentistry. *Cumhuriyet Dental Journal*, **26 (1)**: 77-86
- KOCH GK, GALLUCI GO, LEE SJ (2016). Accuracy in the digital workflow: From data acquisition to the digitally milled cast. *J Prosthet Dent*, **115 (6)**: 749-54.
- KOKUBO Y, NAGAAMA Y, TSUMITA M, OHKUBO C, FUKUSHIMA S, von STEYERN V (2005). Clinical marginal and internal gaps of In-Ceram crowns fabricated using the GN-I system. *Journal of Oral Rehabilitation*, **32 (10)**: 753-758
- KOMINE F, IWAI T, KOBAYASHI K, MATSUMURA H (2007). Marginal and Internal Adaptation of Zirconium Dioxide Ceramic Copings and Crowns with Different Finish Line Designs. *Dent Mater J*, **26 (5)**: 659-664
- KOUMJIAN JH, HOLMES JB. (1990). Marginal accuracy of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent*, **63 (6)**: 639-642
- KUMAR HC, KUMAR TP, HEMCHAND S, SUNEELKUMAR C, SUBHA A (2020). Accuracy of marginal adaptation of posterior fixed dental prosthesis made from digital impression technique: A systematic review. *J Indian Prosthodont Soc*, **20 (2)**:123-130

- LABNO P, DROBNIK K (2020). Comparison of horizontal and vertical methods of tooth preparation for a prosthetic crown. *Journal of Pre-Clinical and Clinical Research*, **14** (1): 25-28
- LANDRIGAN MD, FLATLEY JC, TURNBULL TL, KRUZIC JJ, FERRACANE JL, HILTON TJ, ROEDER RK (2010). Detection of dentinal cracks using contrast-enhanced micro-computed tomography. *J Mech Behav Biomed Mater*, **3** (2): 223-237
- LARSON TD (2012). The clinical significance of marginal fit. *Northwest Dent*, **91** (1): 22-9.
- LAWAND G, AJILI A, ISMAIL Y (2021). INNOVATIVE PERSPECTIVES IN ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY.
- LEE H, LEE DH, LEE KB (2017). In vitro evaluation methods on adaptation of fixed dental prosthesis. *J Dent Rehabil Appl Sci*, **33** (2): 63-70
- LEPE X, BALES DJ, JOHNSON GH (1999). Retention of provisional crowns fabricated from two materials with the use of four temporary cements. *J Prosthet Dent*, **81** (4): 469–475
- LUI JL, SETCOS JC, PHILIPS RW (1986). Temporary restorations: A review. *Oper Dent*, **11** (3): 103-10.
- MAAZ AA, THOMPSON GA, DRAGO C, AN H, BERZINS D (2019). Effect of finish line design and metal alloy on the marginal and internal gaps of selective laser melting printed copings. *J Prosthet Dent*, **122** (2): 143-151
- MARCHESI G, BUDA M, LENARDA RD, CADENARO M, TURCO G (2022). fatigue resistance of CAD-CAM and 3D-printing provisional restorations. *Dent Mater*, **38** (1): 26
- MARTINS LM, LORENZONI FC, de MELO AO, da SILVA LM, OLIVEIRA JLG, OLIVEIRA PCG. BONFANTE G (2012). Internal fit of two all-ceramic systems and metal-ceramic crowns. *J Appl Oral Sci*, **20** (2): 235-240
- MAY KB, RUSSEL MM, RAZZOOG ME, LANG BR (1998). Precision of fit: the Procera AllCeram crown. *J Prosthet Dent*, **80**: 394-404
- MAYER J, STAWARCZYK B, VOGT K, HICKEL R, EDELHOFF D, REYMUS M (2021). Influence of cleaning methods after 3D Printing on two-body wear and fracture load of resin-based temporary crown and bridge material. *Clinical Oral Investigations*, **25** (10): 5987–5996
- MCLEAN JW, von FRAUNHOFER JA (1971). The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*, **131** (3): 107-111
- MEHRPOUR H, FARJOOD E, GITI R, GHASRDASHTI AB, HEIDEN H (2016). Evaluation of the flexural strength of interim restorative materials in fixed prosthodontics. *J Dent (Shiraz)*, **17** (3): 201-206

- METHANI MM, CESAR PF, MIRANDA RBP, MORIMOTO S, ÖZAN M, LEON MR (2020). Additive manufacturing in dentistry: current technologies, clinical applications, and limitations. *Current Oral Health Reports*, **7**: 327–334
- MINAMI H, SUZUKI S, KURASHIGE H, MINESAKI Y, TANAKA T (2005). Flexural strengths of denture base resin repaired with autopolymerizing resin and reinforcements after thermocycle stressing. *J Prosthodontics*, **14** (1):12-18.
- MIRKOVIC N, GOSTOVIC AS, LAZIC Z, TRIFKOVIC B (2012). Fracture toughness of zirconia ceramic crowns made by feather-edge tooth preparation design. *Vojnosanit Pregl*, **69** (7): 562-568
- MONTEIRO GQM, MONTES MAJR, GOMES ASL, MOTA CCBO, CAMPELLO SL, FREITAS AZ (2011). Marginal analysis of resin composite restorative systems using optical coherence tomography. *Dent Mater*, **27** (12): 213-223
- MORETTI LAC, BARROS RRM, COSTA PP, OLIVEIRA FS, RIBEIRO FJ, NOVAES AB, PALIOTO DB (2011). The influence of restorations and prosthetic crowns finishing lines on inflammatory levels after non-surgical periodontal therapy. *J Int Acad Periodontol*, **13** (3): 65-72
- MOULDING MB, LONEY RW, RITSCO RG (1994). Marginal accuracy of provisional restorations fabricated by different techniques. *Int J Prosthodont*, **7** (5): 468-72
- MUGRI MH, DEWAN H, SAYED ME, SHAABI FI, HAKAMI HI, JOKHADAR HF, ALQAHTANI NM, ALSHAHRANI AA, ALABDULLAH AS, ALSHEHRI AH, WADEI MHDA, ARIF FY, ADAWI EH, AL-MAKRAMANI BMA, CHOHAN H (2023). The effect of a digital manufacturing technique, preparation taper, and finish line design on the marginal fit of temporary molar crowns: An in-vitro study. *Biomedicines*, **11** (2): 570
- MYAGMAR G, LEE JH, AHN JS, YEO ISL, YOON HI, HAN JS (2021). Wear of 3D Printed and CAD-CAM milled interim resin materials after chewing simulation. *J Adv Prosthodont*, **13** (3): 144–151.
- NATARAJAN P, THULASINGAM C (2013). The Effect of Glass and Polyethylene Fiber Reinforcement on Flexural Strength of Provisional Restorative Resins: An In Vitro Study. *J Indian Prosthodont Soc*, **13** (4): 421–427.
- NAZIRKAR GS, BHONEJA BH, LOKARE MM, PADIYAR PR, DAMALE VH (2019). An in vitro comparative evaluation of marginal integrity and axial wall adaptation of provisional restorations fabricated by CAD-CAM with those fabricated manually. *International Journal of Science and Research*, **10** (2): 466-470
- NEJATIDANESH F, LOTFI HR, SAVABI O (2006). Marginal accuracy of interim restorations fabricated from four interim autopolymerizing resins. *J Prosthet Dent*, **95** (5): 364-367
- NEJATIDANESH F, MOMENI G, OMID S (2009). Flexural strength of interim resin materials for fixed prosthodontics. *J Prosthodont*, **18** (6): 507-511.

- NEPPELENBROEK KH (2015). The clinical challenge of achieving marginal adaptation in direct and indirect restorations. *J Appl Oral Sci*, **23** (5): 448-449
- NIVEDITHA S, PRITHVIRAJ R (2006). A comparative study to evaluate the marginal accuracy of provisional restorations fabricated by light polymerized resin and autopolymerized resin: A scanning electron microscope study. *The Journal Of Indian Prosthodontic Society*, **6**(3): 122-127
- NUGALA B, KUMAR BBS, SAHITYA S, KRISHNA PM (2012). Biologic width and its importance in periodontal and restorative dentistry. *J Conserv Dent*, **15** (1): 12–17.
- OGAWA T, AIZAWA S, TANAKA M, MATSUYA S, HASEGAWA A, KOYANO K (1999). Effect of water temperature on the fit of provisional crown margins during polymerization. *J Prosthet Dent*, **82** (6): 658-661
- ORSINI G, MURMURA G, ARTESE L, PIATTELLI A, PICCIRILLI M, CAPUTI S (2006). Tissue healing under provisional restorations with ovate pontics: A pilot human histological study. *J Prosthet Dent*, **96** (4): 252-257
- ÖZSÜRMELİ H, TÜRKER ŞB (2021). In vitro evaluation of the marginal and internal accuracy of different types of dental ceramic restorations fabricated based on digital and conventional impressions. *The International Journal of Prosthodontics*, **34** (1): 61-69
- PAHLEVANINEZHAD H, KHORASANINEJAD M, HUANG YW, SHI Z, HARIRI LP, ADAMS DC, DING V, ZHU A, QIU CW, CAPASSO F, SUTER MJ (2018). Nano-optic endoscope for high-resolution optical coherence tomography in vivo. *Nat Photonics*, **12** (9): 540-547
- PAK HS, HAN JS, LEE JB, KIM SH, YANG JH (2010). Influence of porcelain veneering on the marginal fit of Digident and Lava CAD-CAM zirconia ceramic crowns. *J Adv Prosthodont*, **2** (2): 33-38.
- PARK JM, AHN JS, CHA HS, LEE JH (2018). Wear resistance of 3D printing resin material opposing zirconia and metal antagonists. *Materials*, **11**(6): 1043.
- PARK JY, JEONG ID, LEE JJ, BAE SY, KIM JH, KIM WC (2016). In vitro assessment of the marginal and internal fits of interim implant restorations fabricated with different methods. *J Prosthet Dent*, **116** (4): 536-542
- PATRAS M, NAKA O, DOUKOUDAKIS S, PISSIOTIS A (2012). management of provisional restorations' deficiencies: A literature review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **24**(1): 26-38
- PATZELT SB, VONAU S, STAMPF S, ATT W (2013). Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. *J Am Dent Assoc*, **144**: 914-920
- PENATE L, BASILIO J, ROIG M, MERCADE M (2015). Comparative study of interim materials for direct fixed dental prostheses and their fabrication with CAD-CAM technique. *J Prosthet Dent*, **114** (2): 248-253

- PENG CC, CHUNG KH, RAMOS V (2020). Assessment of the Adaptation of Interim Crowns using Different Measurement Techniques. *J Prosthodont*, **29** (1): 87-93
- PLANT CG, JONES DW, DARVELL BW. (1974). The heat evolved and temperatures attained during setting of restorative materials. *Br Dent*, **137** (6): 233-238
- PRASAANTH SA, REDDY TVK, MITTHRA S, VENKATESH KV (2021). applications of micro-computed tomography in dentistry. *International Journal of Pharmaceutical Research*, **13** (1): 267-272
- PRASAD K, SHETTY M, ALVA H, PRASAD A. (2012). Provisional restorations in prosthodontic rehabilitations – concepts, materials and techniques. *Journal of Health and Allied Sciences NU*, **2** (2): 72–77.
- PSARRI C, KOURTIS S. (2020). Effect of fiber-reinforcement on the strength of polymer materials for provisional restorations: An in vitro study. *J Esthet Restor Dent*, **32** (4): 433–440.
- RAMKUMAR V, SANGEETHA A, KUMAR V (2012). Effect of water temperature on the fit of provisional crown margins during polymerization: An in vitro study. *J Pharm Bioallied Sci*, **4** (2): 376–383
- RAYYAN MM, ABOUSHELIB M, SAYED NM, IBRAHIM A, JIMBO R (2015). Comparison of interim restorations fabricated by CAD-CAM with those fabricated manually. *J Prosthet Dent*, **114** (3): 414-419
- REEPONMAHA T, ANGWARAVONG O, ANGWARAVONG T (2020). Comparison of fracture strength after thermo-mechanical aging between provisional crowns made with CAD-CAM and conventional method. *J Adv Prosthodont*, **12** (4): 218-224
- REGISH KM, SHARMA D, PRITHVIRAJ DR (2011). Techniques of fabrication of provisional restoration: An overview. *Int J Dent*, **1**:1-5
- RICCITIELO F, AMATO M, LEONE R, SPAGNUOLO G, SORRENTINO R (2018). In vitro evaluation of the marginal fit and internal adaptation of zirconia and lithium disilicate single crowns: Micro-CT comparison between different manufacturing procedures. *Open Dent. J*, **12**:160-172
- RICHARDSON D, TAO L, PASHLEY DH (1991). Dentin permeability: effects of crown preparation. *Int J Prosthodont*, **4** (3): 219-25
- RITMAN EL (2011). Current status of developments and applications of micro-CT. *Annu Rev Biomed Eng*, **13**:531-552
- RIZONAKI M, JACQUET W, BOTTENBERG P, DEPLA L, BOONE M, COSTER PJD (2022). Evaluation of marginal and internal fit of lithium disilicate CAD-CAM crowns with different finish lines by using a micro-CT technique. *J Prosthet Dent*, **127** (6): 890-898

- ROSENSTIEL F, LAND MF, FUJIMOTO J (2015). CONTEMPORARY FIXED PROSTHODONTICS (5.Baskı)
- RUBIO DA, GAETE AD, ARCIS CB, COMPANY JMM, MOSCARDO AP, SILLA JMA (2018). Mechanical properties of provisional dental materials: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, **13** (2): 0193162.
- SACHS C, GROESSER J, STADELMANN M, SCHWEIGER J, ERDELT K, BEUER F (2014). Full-arch prostheses from translucent zirconia: accuracy of fit. *Dent Mater*, **30** (8): 817-823
- SAMADZADEH A, KUGEL G, HURLEY E, ABOUSHALA A (1997). Fracture strengths of provisional restorations reinforced with plasma treated woven polyethylene fiber. *J Prosthet Dent*, **78**(5):447-50
- SAUNDERS RE, GOUGH JE, DERBY B (2008). Delivery of human fibroblast cells by piezoelectric drop-on-demand inkjet printing. *Biomaterials*, **29** (2): 193–203.
- SCHAEFER O, KUEPEER H, THOMPSON GA, CACHOVAN G, HEFTI AF, GUENTSCH A (2013). Effect of CNC-milling on the marginal and internal fit of dental ceramics: A pilot study. *Dent Mater*, **29** (8): 851-858
- SCHMITZ JH, CORTELLINI D, GRANATA S, VALENTI M (2017). Monolithic lithium disilicate complete single crowns with feather-edge preparation design in the posterior region: A multicentric retrospective study up to 12 years. *Quintessence Int*, **20**: 601-608
- SCHWANTZ JK, OGLIARI AO, MEEREIS CT, LEAL FB, MORAES RR (2017). Characterization of Bis-Acryl Composite Resins for Provisional Restorations. *Braz Dent J*, **28** (3): 354-361
- SHAHIDI YE, QALLANDAR OB, EVENDEN J, SEGBAYA FA, AHMED KE (2020). Accuracy of 3-Dimensionally Printed Full-Arch Dental Models: A Systematic Review. *J Clin Med, [Elektronik dergi]*. **9**(10):3357. doi: 10.3390/jcm9103357.
- SHAMSEDDINE L, MORTADA R, RIFAI K, CHIDIAC JJ (2016). Marginal and internal fit of pressed ceramic crowns made from conventional and computer-aided design and computer-aided manufacturing wax patterns: An in vitro comparison. *J Prosthet Dent*, **116** (2): 242-248
- SHARMA SP, JAIN AR, BALASUBRAMINIAN R, ALAVANDAR S, MANOHARAN PS (2013). An In Vitro Evaluation of Flexural Strength of Two Provisional Restorative Materials Light Polymerised Resin and Autopolymerised Resin. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, **6** (5): 5-10
- SHILLINGBURG HT, HOBBS S, WHITSETT LD, JACOBI RB, BRACKETT SE (1997). FUNDAMENTALS OF FIXED PROSTHODONTICS (3. Baskı.)
- SIDHOM M, ZAGHLOUL H, MOSLEH IES, ELDWAKHLY E (2022). Effect of different CAD-CAM milling and 3D printing digital fabrication techniques on the accuracy of PMMA working models and vertical marginal fit of PMMA provisional dental prosthesis: An in vitro study. *Polymers (Basel)*, **14** (7): 1285. <https://doi.org/10.3390/polym14071285>

- SINGH A, GARG S (2016). Comparative evaluation of flexural strength of provisional crown and bridge materials-An in vitro study. *J Clin Diagn Res*, **10 (8)**: 72-77
- SON K, LEE S, KANG SH, PARK J, LEE KB, JEON M, YUN BJ (2019). A comparison study of marginal and internal fit assessment methods for fixed dental prostheses. *J Clin Med*, **8 (6)**: 785. <https://doi.org/doi:10.3390/jcm8060785>
- SON K, SON YT, LEE JM, LEE KB (2021). Marginal and internal fit and intaglio surface trueness of interim crowns fabricated from tooth preparation of four finish line locations. *Sci Rep*, **11 (1)**: 13947. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93455-7>
- SRINIVASAN M, CANTIN Y, MEHL A, GJENGEDAL H, MULLER F, SCHIMMEL M (2017). CAD-CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness. *Clin Oral Investig*, **21 (6)**: 2007-2019.
- STRASSLER H (2009). In-office provisional restorative materials for fixed prosthodontics: part 2—preformed crown forms. *Inside Dentistry*. (Elektronik Dergi). **5(8)**. Erişim: <https://www.aegisdentalnetwork.com/id/2009/09/in-office-provisional-restorative-materials-for-fixed-prosthodontics-part-2-preformed-crown-forms>
- 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 (9)**: 1289-96.
- SUGANNA M, KAUSHER H, AHMED ST, ALHARBI HS, ALSUBAIE BF, ARUNA DS, HALEEM S, ALI ABMR (2022). Contemporary Evidence of CAD-CAM in Dentistry: A Systematic Review. *Cureus*, **14 (11)**: e31687. <https://doi.org/10.7759/cureus.31687>
- SURALIK KM, SUN J, CHEN CY, LEE SJ (2020). Effect of fabrication method on fracture strength of provisional implant-supported fixed dental prostheses. *Prosthesis*, **2 (4)**:325-332
- SWAIN MV, XUE J (2009). State of the art of micro-ct applications in dental research. *Int J Oral Sci*, **1 (4)**: 177-188
- SYU JZ, BYRNE G, LAUB LW, LAND MF (1993). Influence of finish-line geometry on the fit of crowns. *The International Journal of Prosthodontics*, **6 (1)**: 25-30
- TAHAYERI A, MORGAN M, FUGOLIN AP, BOMPOLAKI D, ATHIRASALA A, PFEIFER CS, FERRACANE JL, BERTASSONI LE (2018). 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. *Dent Mater*, **34 (2)**: 192-200
- TAMIM H, SKJERVEN H, EKFELDT A, RONOLD HJ (2014). Clinical Evaluation of CAD-CAM metal-ceramic posterior crowns fabricated from intraoral digital impressions. *Int J Prosthodont*, **27 (4)**: 331-337
- The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition (2017). *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **117 (5)**: e1-e105

- TOM TN, UTHAPPA MA, SUNNY K, BEGUM F, NAUTIYAL M, TAMORE S (2016). Provisional restorations: An overview of materials used. *Journal Of Advanced Clinical and Research Insights*, **3** (6): 212-214
- TUNTIPRAWON M, WILSON PR (1995). The effect of cement thickness on the fracture strength of all- ceramic crowns. *Aust Dent J*, **40** (1):17-21.
- UÇAR Y, AKOVA T, AYSAN İ (2012). Mechanical Properties of Polyamide Versus Different PMMA Denture Base Materials. *J Prosthodont*, **21** (3): 173-176
- URBAN IA, KLOKKEVOLD PR, TAKEI HH (2016). Abutment-supported papilla: a combined surgical and prosthetic approach to papilla reformation. *Int J Periodontics Restorative Dent*, **36** (5): 665-671
- VAHIDI F (1987). The provisional restoration. *Dent Clin North Am*, **31** (3):363-381.
- VAIDYA A, PATHAK K (2019). Applications of nanocomposite materials in dentistry, 285-305
- van NOORT R (2012). The future of dental devices is digital. *Dent Mater*, **28** (1): 3–12.
- VENKATARAGHAVAN K, CHAN J, KARTHIK S (2014). Polycarbonate crowns for primary teeth revisited: restorative options, technique and case reports. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, **32** (2): 156-9.
- VILLAUMBROSIA PG, MARTINEZ-RUS F, GARCIA-OREJAS A, SALIDO MP, PRADIES G (2016). In vitro comparison of the accuracy (trueness and precision) of six extraoral dental scanners with different scanning technologies. *Prosthet Dent*, **116** (4): 543-550.
- VLAAR ST, van der ZEL JM (2006). Accuracy of dental digitizers. *Int Dent J*, **56** (5): 301-309
- WALTER R, GOODACRE CJ (2017). the esthetic and psychological benefits of an intraoperative provisional restoration. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **29** (3): 189-192
- WALTON JN, GARDNER FM, AGAR JR (1986). A survey of crown and fixed partial denture failures: Length of service and reasons for replacement. *J Prosthet Dent*, **56** (4): 416-421
- WANG RL, MOORE BK, GOODACRE CJ, SWARTZ ML, ANDRES CJ (1989). A comparison of resins for fabricating provisional fixed restorations. *Int J Prosthodont*, **2**(2): 173-184.
- WEAVER JD, JOHNSON GH, BALES DJ (1991). Marginal adaptation of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent*, **66** (6): 747-753
- WU J, XIE H, SADR A, CHUNG KH (2021). Evaluation of internal fit and marginal adaptation of provisional crowns fabricated with three different techniques. *Sensors (Basel)*, **21** (3): 740. [https://doi.org/ 10.3390/s21030740](https://doi.org/10.3390/s21030740)

- YADAV K, SOFAT A, GAMBHIR RS, GALHOTRA V (2014). Dentin hypersensitivity following tooth preparation: A clinical study in the spectrum of gender. *J Nat Sci Biol Med*, **5** (1): 21-24
- YANG Y, CUI FJ, LIU XQ, PU TT, ZHOU JF, TAN J (2019). Provisional restorations with ovate pontic preserve alveolar ridge after tooth extraction: A case series. *Medicine and Medical Sciences*, **7** (3): 029-035,
- YANIKOĞLU ND, SAKARYA RE (2020). Test methods used in the evaluation of the structure features of the restorative materials: a literature review. *Journal of Materials Research and Technology*, **9** (5): 9720-9734
- YAO J, LI J, WANG Y, HUANG H (2014). Comparison of the flexural strength and marginal accuracy of traditional and CAD-CAM interim materials before and after thermal cycling. *J Prosthet Dent*, **112** (3): 649-657
- ZACH L, COHEN G (1965). Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **19**:515-30
- ZANDINEJAD A, METHANI MM, SCHNEIDERMAN ED, REVILLA-LEON M, MORTON D (2019). Fracture Resistance of Additively Manufactured Zirconia Crowns when Cemented to Implant Supported Zirconia Abutments: An in vitro Study. *J Prosthodont*, **28** (8): 893-897.
- ZHENG Z, HE Y, RUAN W, LING Z, ZHENG C, GAI Y, YAN W (2021). Biomechanical behavior of endocrown restorations with different CAD-CAM materials: A 3D finite element and in vitro analysis. *J Prosthet Dent*, **125** (6): 890-899.

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı	Semih
Soyadı	Hacıoğlu

Yabancı Dil	İngilizce
-------------	-----------

III- Eğitim Bilgileri

2020-2023	Diş Hekimliğinde Uzmanlık: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara
2013-2018	Lisans: Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul
2008-2012	Mehmet Niyazi Altuğ Anadolu Lisesi, İstanbul
2000-2008	Ahmet Kabaklı İlkokulu, İstanbul