

**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**GELENEKSEL, EKSİLTMEİ VE EKLEMELİ YÖNTEMLE
HAZIRLANAN SABİT GEÇİCİ RESTORASYONLARIN KENAR
ARALIKLARI İLE KIRILMA DAYANIMLARININ İNCELENMESİ**

Dt. Gizem YILMAZ

**Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Zeynep YEŞİL**

RİZE - 2024

**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ
ANA BİLİM DALI**

**GELENEKSEL, EKSİLTMELİ VE EKLEMELİ YÖNTEMLE
HAZIRLANAN SABİT GEÇİCİ RESTORASYONLARIN KENAR
ARALIKLARI İLE KIRILMA DAYANIMLARININ İNCELENMESİ**

Dt. Gizem YILMAZ

**Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Zeynep YEŞİL**

RİZE – 2024

KABUL ve ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalında, Prof. Dr. Zeynep YEŞİL danışmanlığında, Gizem YILMAZ tarafından hazırlanan Geleneksel, Eksiltmeli ve Eklemeli Yöntemle Hazırlanan Sabit Geçici Restorasyonların Kenar Aralıkları ile Kırılma Dayanımlarının İncelenmesi adlı bu tez çalışması, 10.09.2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunmuş ve jürimiz tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı, Adı Soyadı

Başkan

: Prof. Dr. Zeynep YEŞİL

Üye

: Doç. Dr. İpek ÇAĞLAR

Üye

: Doç. Dr. Murat ALKURT

ETİK BEYAN

Protetik Diş Tedavisi Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim Geleneksel, Eksiltmeli ve Eklemeli Yöntemle Hazırlanan Sabit Geçici Restorasyonların Kenar Aralıkları ile Kırılma Dayanımlarının İncelenmesi adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada:

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfla bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Gizem YILMAZ

10/09/2024

TEŞEKKÜR

Protetik Diş Tedavisi alanında yaptığım uzmanlık sürecinde bana her zaman destek olan, alanımıza bakış açımı ve ufkumu genişleten, birlikte nice güzel çalışmalar yapacağımıza inandığım tez danışman hocam Prof. Dr. Zeynep YEŞİL’e,

Uzmanlık eğitimim boyunca gerek teorik gerek pratik anlamda bana katkılar sağlayan sevgili anabilim dalı hocalarım Doç. Dr. İpek ÇAĞLAR, Doç. Dr. Murat ALKURT, Dr. Öğretim Üyesi Gülşah AKYILDIZ’a,

Tez çalışmamı TDH-2023-1458 no’lu proje ile destekleyen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne,

Beni bugünlere getiren, inançları, desteklerini ömrüm boyunca hissettiğim, her bir başarımın arkasında imzaları olan sevgili annem ile babam Filiz YILMAZ, Adem Ali YILMAZ ve ablalarım Esra KULELİ, Ebru YILMAZ, Gülşah KÖSE ve öz abim gibi olan Mert KÖSE’ye,

Bir dostta ve çalışma arkadaşında aradığım her şeyi bulduğum, birlikte profesyonel ve çok güzel işler yaptığım, her bakımdan “iyi ki hayatıma girmiş” dediğim, sevgili arkadaşım Dt. Rabia ÇİÇEK’e,

Anabilim dalında birlikte görev yaptığım sevgili dostlarım Dt. Güleren Açelya AYDIN, Dt. Sedef KURT ve diğer bütün araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Başladığım ilk günlerden beri dostlukları ve bana kattıkları her şey için Dt. Bahriye Bahar TÜFEKÇİ, Dt. Müberra GÜNEY ve Dt. Selin TEKİN’e teşekkür ederim.

Gizem YILMAZ

İÇİNDEKİLER

ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Sabit Geçici Restorasyonlar	3
2.1.1. Sabit Geçici Restorasyonlarda Aranılan Özellikler	3
2.1.2. Sabit Geçici Restorasyonların Kullanım Amaçları.....	4
2.1.3. Sabit Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması.....	4
2.1.3.1. Yapım Tekniklerine Göre Sabit Geçici Restorasyonlar	5
2.1.3.2. Kullanım Sürelerine Göre Sabit Geçici Restorasyonlar	7
2.1.3.3. Üretim Tekniklerine Göre Sabit Geçici Restorasyonlar.....	7
2.2. Sabit Geçici Restorasyonların Yapımında Kullanılan Materyaller	11
2.2.1. Prefabrik Sabit Geçici Restorasyon Materyalleri	11
2.2.2. Kişiy e Özel Olarak Hazırlanan Sabit Geçici Restorasyon Materyalleri	13
2.2.2.1. Polimerik Rezin Esaslı Sabit Geçici Restorasyon Materyalleri.....	13
2.2.2.2. CAD/CAM ile Kullanılan Malzemeler.....	18
2.2.2.3. 3 Boyutlu Yazıcı ile Kullanılan Malzemeler	19
2. 3. Kenar Uyumu	20
2. 4. Yapay Yaşlandırma	20
2.4.1. Hızlandırılmış Yapay Yaşlandırma	21
2.4.2. Termal Siklus Yöntemi	21
2.4.3. Otoklavda Yaşlandırma Yöntemi	21
3. MATERYAL ve METOD	23
3.1. G üdüklerin Hazırlanması.....	23
3.2. Sabit Geçici Restorasyonların Hazırlanması.....	27
3.2.1. Geleneksel Yöntemle Sabit Geçici Restorasyonların Hazırlanması	27
3.2.2. Eksiltmeli (CAD/CAM) Yöntemle Sabit Geçici Restorasyonların	
Hazırlanması	28

3.2.3. Eklemeli (3 Boyutlu Yazıcı) Yöntemle Sabit Geçici Restorasyonların Hazırlanması	31
3.3. Simantasyon İşlemi	32
3.4. Yaşlandırma İşleminin Uygulanması	33
3.5. Kenar Aralıklarının Değerlendirilmesi.....	34
3.6. Kırılma Dayanımı Testinin Uygulanması	36
3.7. İstatistiksel Analiz	37
4. BULGULAR.....	38
4.1. Verilerin Normal Dağılıp Dağılmadığının Değerlendirilmesi.....	38
4.2. Kenar Aralık Verilerinin Değerlendirilmesi	39
4.2.1. Kenar Aralık Verilerinin Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi	39
4.2.2. Kenar Aralık Verilerinin Yaşlandırma İşlemine Göre Değerlendirilmesi	41
4.2.3. Yöntemlerin Kenar Aralık Verilerinin Yaşlandırma İşlemine Göre Değerlendirilmesi.....	42
4.3. Kırılma Dayanımı Verilerinin Değerlendirilmesi	46
4.3.1. Kırılma Dayanımı Verilerinin Kullanılan Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi.....	46
4.3.2. Kırılma Dayanımı Verilerinin Yaşlandırma İşlemine Göre Değerlendirilmesi.....	47
4.3.3. Yöntemlerin Kırılma Dayanımı Verilerinin Yaşlandırma İşlemine Göre Değerlendirilmesi.....	48
5. TARTIŞMA	51
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	69
EKLER.....	82
EK-1 Özgeçmiş	82

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, geleneksel, eksiltmeli (Bilgisayar Destekli Tasarım/ Bilgisayar Destekli Üretim (CAD/CAM)) ve eklemeli (3 boyutlu yazıcı) yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıkları ile kırılma dayanımlarının karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada 60 adet epoksi rezin güdük üzerinde; geleneksel, eksiltmeli ve eklemeli yöntemle sabit geçici restorasyonlar hazırlanmıştır. Geçici siman ile epoksi rezin güdükler üzerine yapıştırılan sabit geçici restorasyonların kenar aralıkları stereomikroskop ile ölçülmüştür. Her gruptan örneklerin yarısı 37°C’de yapay tükürükte bekletilmiş, diğer yarısına ise 5000 siklus yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Yaşlandırma işleminden sonra kenar aralıkları stereomikroskop ile tekrar ölçülmüştür. Yaşlandırma işlemi uygulanan ve uygulanmayan farklı tekniklerle hazırlanan bir örneğin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri alınmıştır. Kırılma dayanımları Instron Universal test cihazı ile değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler Jamovi (versiyon: 2.3.28) istatistik programı ile iki yönlü varyans analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testiyle incelenmiştir.

Bulgular: Yapılan varyans analizi sonucunda; kullanılan yöntemin ve yaşlandırma işleminin anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Tartışma: Uzun süreli kullanımları gerektiğinde sabit geçici protetik restorasyonlar, geleneksel yöntem yerine eksiltmeli yöntem (CAD/CAM) ile hazırlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Sabit geçici restorasyonlar, Geleneksel yöntem, Eksiltmeli yöntem, Eklemeli yöntem, Kenar aralığı, Kırılma dayanımı

ABSTRACT

Aim: The aim of this study is to compare the marginal fit and fracture resistance of fixed provisional restorations prepared using traditional, subtractive (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM)), and additive (3D printing) methods.

Materials and Methods: In this study, fixed provisional restorations were fabricated on 60 epoxy resin dies using traditional, subtractive, and additive methods. The marginal gaps of the fixed provisional restorations, which were cemented onto the epoxy resin dies using temporary cement, were measured with a stereomicroscope. Half of the samples from each group were stored in artificial saliva at 37°C, while the other half underwent 5000 cycles of thermocycling. After the aging process, the edge distances were measured again with a stereo microscope. Scanning Electron Microscope (SEM) images were taken of one sample prepared with different techniques, both before and after the aging process. Fracture resistance was evaluated using an Instron Universal testing machine. The obtained data were analyzed using the Jamovi statistical software (version: 2.3.28) with two-way ANOVA and Tukey's multiple comparison test.

Results: Variance analysis indicated that both the method used and the aging process were significant ($p < 0.05$).

Conclusion: For long-term use, fixed provisional prosthetic restorations can be prepared using the subtractive method (CAD/CAM) instead of the conventional method.

Keywords: Fixed provisional restorations, Conventional method, Subtractive method, Additive method, Marginal fit, Fracture resistance

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Derece santigrat
%	: Yüzde
Bis GMA	: Bisfenol A glisidil metakrilat
C ₅ O ₂ H ₈	: Metil Metakrilat
CAD	: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CAM	: Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli Üretim)
CNC	: Computer Numerical Control
ISO	: International Organization for Standardization
IUPAC	: International Union of Pure and Applied Chemistry
mm	: Milimetre
MPa	: Mega Paskal
n	: Örnek sayısı
N	: Newton
Q-Q	: Quantile-Quantile
PEMA	: Poli etil metakrilat
PMMA	: Poli metil metakrilat

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan metal güdük	23
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan ölçü maddeleri	24
Şekil 3.3. Hazırlanan metal güdükten çift aşamalı ölçü alınması.....	25
Şekil 3.4. Güdüklerin hazırlanmasında kullanılan epoksi rezin	25
Şekil 3.5. Epoksi rezinden hazırlanan güdükler	26
Şekil 3.6. Geleneksel yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlar	28
Şekil 3.7. Sabit geçici restorasyonların dijital tasarımı	29
Şekil 3.8. Yenadent d15 Plus frezeleme ünitesi.....	30
Şekil 3.9. Eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlar	30
Şekil 3.10. Halot 3 boyutlu yazıcı	32
Şekil 3.11. Eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlar	32
Şekil 3.12. Yaşlandırma işlemi uygulanan cihaz	33
Şekil 3.13. Çalışmada kullanılan stereomikroskop	34
Şekil 3.14. Örneklerin stereomikroskopta incelenmesi	35
Şekil 3.15. Çalışmada kullanılan SEM cihazı	35
Şekil 3.16. Epoksi rezin güdüklerin otopolimerizan akrilik rezin ile desteklenmesi	36
Şekil 3.17. Örneklerle kuvvet uygulanması.....	37
Şekil 4.1. (A) Kenar aralığı ve (B) Kırılma dayanımı verilerinin dağılımlarının Q-Q grafğinde gösterilmesi	38
Şekil 4.2. Kullanılan yöntemlerin kenar aralık verilerinin grafiksel olarak gösterilmesi (%95 güven aralığında).....	41
Şekil 4.3. Yaşlandırma işlemi uygulanan ve uygulanmayan gruplardaki kenar aralık verileri (%95 güven aralığında)	42
Şekil 4.4. Her bir yöntemin yaşlandırma işlemi uygulamasına göre kenar aralık verileri (%95 güven aralığında).....	44
Şekil 4.5. Yaşlandırma işlemi uygulanmayan (a) ve uygulanan (b) geleneksel yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıklarının SEM görüntüleri	44
Şekil 4.6. Yaşlandırma işlemi uygulanmayan (a) ve uygulanan (b) eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıklarının SEM görüntüleri	45
Şekil 4.7. Yaşlandırma işlemi uygulanmayan (a) ve uygulanan (b) eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıklarının SEM görüntüleri	45

Şekil 4.8. Farklı yöntemlerin kırılma dayanımı verilerinin grafiksel olarak gösterilmesi (%95 güven aralığında).....	47
Şekil 4.9. Yaşlandırma işlemi öncesi ve sonrası kırılma dayanımı verileri (95% güven aralığında)	48
Şekil 4.10. Yöntemlerin kırılma dayanımı verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirilmesi (%95 güven aralığında).....	50



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. 3 boyutlu yazıcı ile üretim yapılabilen bazı geçici restoratif malzemelerin kimyasal kompozisyonları	19
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan sabit geçici restorasyon malzemeleri.....	27
Tablo 4.1. Bağımlı değişkenlerin dağılımının Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmesi	38
Tablo 4.2. Kenar aralık verilerinin (μm) iki yönlü varyans analizi sonuçları	39
Tablo 4.3. Kenar aralık verilerinin ortalama (μm) ve standart hata sonuçları	39
Tablo 4.4. Kullanılan yöntemlerin Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	40
Tablo 4.5. Kenar aralık verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirilmesi	42
Tablo 4.6. Yöntemlerin kenar aralık verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirilmesi ortalama (μm) ve standart sapma sonuçları	43
Tablo 4.7. Kırılma dayanımı verilerinin farklı yöntemlere göre değerlendirilmesi	46
Tablo 4.8. Kırılma dayanımı verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirilmesi.	47
Tablo 4.9. Yöntemlerin kırılma dayanımı verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirilmesi ortalama (MPa) ve standart sapma sonuçları.....	49

1. GİRİŞ

Protez terimleri sözlüğünde geçici protezler; belirli bir tedavi planının etkinliğinin veya planlanan daimi protezin formunun ve fonksiyonunun değerlendirilmesi için kullanılan, estetiği, stabilizasyonu ve/veya fonksiyonu sınırlı bir süreliğine devam ettirmek için uygulanan sabit veya hareketli bir diş protezi ya da çene-yüz protezidir şeklinde tanımlanmıştır.¹

Modern diş hekimliğinde, geçici indirekt restorasyonlar tedavinin önemli bir parçasını oluşturur, dişleri termal, mekanik ve fiziksel etkenlere karşı korur. Teknolojik gelişmeler ve farklı bilgisayar programlarının diş hekimliğinde uygulanması yeni geçici restoratif malzeme ve yöntemlerinin kullanılmasını sağlamıştır. Günümüzde kullanılan yeni geçici restoratif malzemeler ile ilgili uzun süreli bir çalışma veya sonuç bulunmamaktadır.²⁻⁵

Eksiltmeli üretim; bloklar halindeki malzemenin aşındırma ve frezeleme gibi işlemlerle istenilen şekle getirildiği bir yöntemdir. Özellikle dayanıklı malzemelerden yapılan kalıcı restorasyonların üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem ile, yüksek hassasiyetli ve pürüzsüz yüzeyli protetik restorasyonlar hazırlanabildiğinden tedavilerin etkinliği artar.⁶

Eklemeli ve eksiltmeli üretim teknolojileri, diş hekimliğine ve özellikle protetik diş tedavisi alanına önemli yenilikler kazandırmıştır. Eklemeli üretim teknolojisinde, genellikle 3 boyutlu yazıcılar aracılığıyla katman katman malzeme eklenerek istenilen yapı oluşturulur. Bu yöntem, karmaşık geometriye sahip dental protezlerin ve geçici restorasyonların üretiminde büyük avantaj sağlar. CAD/CAM teknolojileri ile birlikte kullanıldığında, hastaya özel, hassas ve estetik restorasyonlar elde edilebilir.⁷

Her iki üretim tekniği de, diş hekimliğinde hasta memnuniyetini artırmak, tedavi sürelerini kısaltmak ve maliyeti düşürmek için önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu teknolojilerin entegrasyonu, modern diş hekimliğinin gelişimine katkı sağlamakta ve hasta odaklı tedavi yaklaşımlarını desteklemektedir.⁸

Günümüzde kliniklerde hala yoğun bir şekilde geleneksel yöntem ya da CAD/CAM sistemleri ile birlikte genellikle poli metil metakrilat (PMMA) tercih edilmektedir. Son yıllarda piyasada bulunan 3 boyutlu yazıcılar ve geliştirilen rezinler klinisyenler için yeni bakış açısı oluşturmuştur.

Bu çalışmanın amacı, geleneksel, eksiltmeli (CAD/CAM) ve eklemeli (3 boyutlu yazıcılarla) yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıkları ile kırılma dayanımlarını karşılaştırmaktır. Bu çalışmanın H0 hipotezi; üç farklı yöntemle hazırlanan restorasyonların kenar aralıkları, H1 hipotezi; üç farklı yöntemle hazırlanan restorasyonların kırılma dayanımları arasında anlamlı bir fark olmayacağı şeklinde oluşturulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sabit Geçici Restorasyonlar

Sabit geçici restorasyonlar; veneer, inley, onley, kuron, köprü ve implant üstü restorasyonlar gibi dental işlemlerde kullanılır.⁹

Sabit geçici restorasyonların klinik olarak daimi restorasyonlardan daha kısa süreli kullanılmalarına karşın diş ve periodontal dokuların sağlığı göz önüne alındığında en az daimi restorasyonlar kadar önem taşıdıkları görülür. Geçici restorasyonlar daimi restorasyonlar yapılıncaya kadar ilgili diş veya dişleri; dış etkenlerden korurlar, dişlerde pozisyonel stabilite ve oklüzal uyum oluştururlar, çiğneme etkinliğinin ve estetiğin devamlılığını sağlarlar. Ayrıca iyi yapılmış geçici restorasyonlar daimi restorasyonların başarısını önceden tahmin etme imkanı verir, hastanın yapılacak tedavinin sonuçlarını ve sınırlarını görmesini sağlar.¹⁰⁻¹²

2.1.1. Sabit Geçici Restorasyonlarda Aranılan Özellikler

1. Kenar uyumu ile dış hat formu iyi, yüzeyi düzgün ve pürüzsüz olmalıdır,
2. Yeterli mekanik özelliklere sahip olmalıdır,
3. Pulpayı termal irritasyonlardan korumalıdır,
4. Periodontal dokuların sağlığını koruyabilmelidir,
5. Sertleşme sırasında gösterdiği ekzotermik reaksiyon minimum düzeyde olmalıdır,
6. Boyutsal stabilite göstermelidir,
7. Estetik olmalıdır,
8. Toksisite ve alerjik reaksiyon göstermemelidir,

9. Prepare edilmiş dişin pozisyonunu korumalı, ekstrüzyon veya devrilmeye izin vermemelidir,

10. Termal iletkenlik göstermemelidir,

11. Cilalanmış bir yüzeye sahip olmalı, pörözite göstermemelidir.^{13,14}

2.1.2. Sabit Geçici Restorasyonların Kullanım Amaçları

1. Pulpanın mikrosızıntıdan ve termal irritasyondan korunması,
2. Dişlerin ekstrüzyonunun ve devrilmesinin engellenmesi, paralelliğinin değerlendirilmesi,
3. Tedavi süresince kaybedilen dişlerin yerinin kısa süreliğine doldurulması,
4. Hastanın estetik ihtiyacının karşılanması, psikolojik olarak tatmin edilmesi,
5. Hastanın ağız hijyeninin değerlendirilmesi,
6. Periodontal sağlığın korunması
7. Daimi sabit restorasyon öncesi oklüzal ilişkinin, fonksiyonun ve fonasyonun değerlendirilmesi,
8. Prognozu şüpheli dayanak dişlerin değerlendirilmesi,
9. Hastanın vertikal, fonetik ve müsküler ilişkilerinin idamesinin sağlanması,
10. Daimi sabit protetik restorasyonun görünümü açısından fikir sahibi olunması.¹³⁻¹⁶

2.1.3. Sabit Geçici Restorasyonların Sınıflandırılması

Sabit geçici restorasyonlar; yapım tekniklerine, kullanım sürelerine ve üretim şekillerine göre sınıflandırılmaktadır.

2.1.3.1. Yapım Tekniklerine Göre Sabit Geçici Restorasyonlar

Tek veya çok üyeli sabit geçici restorasyonlar; direkt, indirekt ve direkt-indirekt olmak üzere farklı yöntemler ile klinik veya laboratuvar da hazırlanabilmektedirler.¹⁷

Direkt Teknik

Bu teknikte diş kesiminden önce restorasyon yapılacak olan bölgenin tercihen silikon esaslı ölçü maddesi ile ölçüsü alınır. Diş preparasyonu tamamlandıktan sonra, preparasyon sahasına ince bir tabaka izolasyon maddesi uygulanır. Ölçü içerisindeki preparasyon alanına hazırlanan geçici restorasyon malzemesi konulur ve ölçü maddesi ile birlikte ağız içerisine yerleştirilir. Bir süre beklenildikten sonra, ölçü ağızdan çıkarılarak fazla restoratif malzemeler uzaklaştırılır ve tekrar ağıza yerleştirilir. Son aşamada polimerizasyon sırasında oluşacak ısının pulpaya ve yumuşak dokulara zarar vermesini engellemek ve sertleşen geçici restorasyonun tutucu bölgelerden rahat çıkarılmasını sağlamak için polimerizasyon bitmeden ölçü ağızdan çıkartılır.¹⁷

Direkt teknikte, hastanın prepare edilen dişleri ve dişeti dokusu doğrudan şekillenir, bu da indirekt yöntemdeki ara adımların atlanmasını sağlar. Bu yaklaşım, özellikle destek personelinin eğitiminin ve klinikteki laboratuvar olanaklarının indirekt bir restorasyon hazırlamak için yeterli olmadığı durumlarda tercih edilen bir avantaj sunar. Direkt tekniğin, polimerizasyondan kaynaklanan zayıf kenar uyumu ve doku travması gibi ciddi problemleri bulunmaktadır. Bu nedenle, indirekt tekniğin kullanılabileceği durumlarda, direkt teknikle geçici restorasyonların yapılması tavsiye edilmez.¹⁸

İndirekt Teknik

Prepare edilen diş ile dişi çevreleyen dokuların ölçüsü alınır ve hızlı sertleşen bir alçı dökülür.¹⁹ Geçici restorasyonlar ağız dışında hazırlanır. Bu uygulamanın direkt teknikten aşağıda belirtilen avantajları bulunmaktadır;

1. Prepare edilen dişin veya diş etinin doku hasarına²⁰ ve alerjik bir reaksiyonuna ya da hassasiyete yol açabilecek serbest monomer teması olmaz,²¹⁻²⁴
2. Alçı model üzerinde yerinden oynatılmadan polimerizasyonu tamamlanan geçici restorasyonların kenar uyumları, tamamen sertleşmeden ağızdan çıkarılan geçici restorasyonlara göre daha iyidir,
3. Direkt tekniğe oranla yapımı daha kolaydır.^{25,26}

Direkt-İndirekt Teknik

Bu yöntemde yapılacak olan geçici restorasyonun dış yüzey formu indirekt iç yüzey formu ise direkt teknikle elde edilir. Diş prepare edilmeden önce hidrokolloid ölçü maddesi ile ölçü alınır. Alınan ölçüden alçı model elde edilir. Elde edilen alçı model üzerinden transparan propilen veya selüloz asetat plakalarının adaptasyonu ile dış yüzey formunu yansıtan bir matriks hazırlanır. Diş prepare edildikten sonra bu matriksin dış üzerinde kenar adaptasyonu kontrol edilir. Bu şekilde indirekt olarak dış yüzey formu hazırlanmış olur. Direkt yöntemdekine benzer şekilde izolasyon yapıldıktan sonra iç yüzey formunu elde etmek için matriks içerisine geçici restoratif materyal koyulur ve işlemler direkt teknikte olduğu gibi tamamlanır. Rezin sertleştikten sonra transparan tabaka geçici restorasyonun üzerinden çıkartılır ve kuron simante edilir.²⁷

2.1.3.2. Kullanım Sürelerine Göre Sabit Geçici Restorasyonlar

Kullanım sürelerine göre sabit geçici restorasyonlar; kısa ve uzun süreli olmak üzere ikiye ayrılır.

Kısa Süreli Geçici Restorasyonlar

Kısa süreli geçici restorasyonlar; oklüzal ve aproksimal kontaktın devamlılığı, dentinin ve pulpanın korunması, diş hareketlerinin önlenmesi, estetik ve periodontal sağlığın korunması amacıyla yapılırlar. Basit yöntemler ile hazırlanırlar ve geçici simanlar ile simante edilirler.^{16,28,29}

Uzun Süreli Geçici Restorasyonlar

Uzun süreli geçici restorasyonlar, kısa süreli restorasyonların sadece temel görevlerini yerine getirmekle kalmaz, aynı zamanda; daimi restorasyonların yapımına başlanılmadan önce, estetiğin önemli olduğu bölgelerde çıkış profili oluşturularak yumuşak dokuların şekillendirilmesi ve preprotetik tedavilerin değerlendirmesinin yapılması amacıyla kullanılırlar.^{19,25}

2.1.3.3. Üretim Tekniklerine Göre Sabit Geçici Restorasyonlar

Geleneksel Üretim Yöntemi

Geleneksel yöntemde; polimetil metakrilat (PMMA), polietil metakrilat (PEMA), Bis-akril kompozit rezin, epimin rezin, görünür ışıkla polimerize olan rezinler ve ısı ile sertleşen rezinler gibi otopolimerizan akrilik rezin veya rezin esaslı materyaller direkt, indirekt ve direkt- indirekt tekniklerle kullanılır. Bu materyallerin farklı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.³⁰

Eksiltmeli Üretim Yöntemi

Endüstride uzun yıllardır kullanılan bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim teknolojisi, son zamanlarda diş hekimliğinde de popüler hale gelmiştir. Bu teknoloji, ölçülerin alınmasından, alçı modellerin ve geçici yapının üretilmesinden, son restorasyonlara kadar diş hekimliği uygulamalarında kullanılmaktadır.³¹⁻³³

Dental teknolojide ‘CAD/CAM’ terimi, ‘freze teknolojisi’ ile üretilen protezlerle eşanlamlı olarak kullanılmaktadır. CAD, ‘bilgisayar destekli tasarım’ için bir kısaltmadır ve CAM ‘bilgisayar destekli üretim’ anlamına gelir.³⁴ CAD/CAM teknolojisi ile, iki ve üç boyutlu modeller oluşturularak, sayısal kontrollü makineler tarafından bu modeller materyalize edilir.³⁵

CAD/CAM; (1) veri toplama, (2) veri işleme ve (3) üretim olmak üzere üç ana unsura dayanmaktadır. Bilgisayarların gücündeki artış, bu alanların tümünde önemli ilerlemelere yol açmıştır. Dijital dosya, teknisyenle hızlı iletişim için bir bulut sunucusuna yüklenebilir ve bir sonraki adıma geçmeden önce herhangi bir ayarlamamanın yapılmasına imkan sağlar.³³

Dental restorasyonlarda CAD/CAM teknolojisinin kullanılması, geleneksel yöntemlere göre; işlemin hızlı tamamlanması, kullanım kolaylığı ve üstün kalitede restorasyonlar elde edilmesi gibi avantajlar sağlamıştır.³⁶

Kuron alt yapısı ve restorasyonların CAD yazılımları kullanılarak tasarlanması, teknisyenlerin işlerini kolaylaştırır. Ayrıca, seramik materyallerin kondensasyon, eritme ve kaynaştırma gibi işlemleri, geleneksel yöntemlere oranla daha azdır.³⁷

CAD/CAM teknolojisi ile, hata potansiyeli büyük ölçüde azaltılmış ve indirekt restorasyonlardan kaynaklanabilecek çapraz kontaminasyon riskleri önemli ölçüde minimize edilmiştir.³⁸

CAD/CAM teknolojisinin bir başka avantajı ise, tüm taramaların bilgisayarda saklanabilmesidir. Geleneksel yöntemde alçı modeller fazla yer kaplar ve depolandıkları zaman kırılma veya çatlama riski taşırlar.³⁹

CAD/CAM sistemlerinin; ekipman ve yazılımın ilk maliyetinin yüksek olması, uygulayıcının, eğitimi için zaman ve para harcamak zorunda olunması gibi dezavantajları bulunmaktadır.³⁶ Ayrıca yeterli sayıda sabit protetik restorasyon yapmayan diş hekimleri, yatırımlarının karşılığını almakta güçlük çekebilirler. Optik tarama yaparken, diş hekimi geleneksel ölçülerde olduğu gibi, restorasyon gerektiren dişin doğru kaydını elde etmelidir. Tarama, bitiş çizgisine odaklanmalı, aynı ve karşıt çenedeki dişleri hassas bir şekilde kopyalamalıdır. Dijital tarama, geleneksel ölçülerde olduğu gibi yumuşak doku yönetimi, geri çekme, nem kontrolü ve hemostaz gibi unsurları gerektirir. Günümüzde kullanılan dijital ölçü sistemlerinin, birden fazla adım gerektirmesi nedeniyle zamandan tasarruf sağlanamayabilir.⁴⁰

Bir freze makinesinin klinikte bulunması, hastalara aynı gün içinde kalıcı restorasyonların uygulanabilmesini sağlar. Böylece ikinci bir randevu gerekmez ve geçici restorasyona ihtiyaç duyulmaz.³⁶

CAD/CAM teknolojisi için üretilen geçici kuron materyalleri, yüksek dayanıklılıkları sayesinde aşındırma işlemine karşı direnç gösterirler. CAD/CAM ile üretilen geçici kuronların, termal döngüden sonra bile, doğrudan üretilmiş Bis-akrilik rezin kompozit kuronlardan daha üstün mukavemet ve marjinal uyum sağladığı belirlenmiştir.^{41,42} CAD/CAM için özel olarak üretilen geçici kuron materyalleri, çeşitli renk opsiyonlarında ve 2 ila 5 eksenli freze makinelerine uygun blok veya disk formunda bulunur. CAD/CAM ile hazırlanan geçici restorasyonlar, yaklaşık %1 oranında daha

düşük serbest artık monomer içerir, bu hastaların maruz kaldığı kimyasal maddenin minimal olmasını sağlar.⁴³

Eklemleri Üretim Yöntemi (3 Boyutlu Yazıcılar)

Son zamanlarda katman katman üretimin söz konusu olduğu Eklemleri üretim (Additive manufacturing, AM) teknolojileri ile sabit geçici restorasyonlarının hazırlanması gündeme gelmiştir.⁴⁴ Geçici restorasyonları üretmek için kullanılan AM yöntemlerinden en yaygını, malzeme püskürtme (MJ) ve stereolitografi (SLA) teknolojileridir.⁴⁵

Bu teknikte, ağız dışı veya ağız içi tarayıcılarla veriler toplanır. Herhangi bir CAD yazılımı kullanılarak geçici restorasyonun tasarımı yapılır. Üretim prosedürleri, 3 boyutlu yazıcıdaki dosyayı kullanarak bir nesnenin katman katman oluşturulmasını takip eder. Daha sonra polimerizasyon işlemini tamamlamak için işlem sonrası, nesne temizleme ve son sertleştirme gerçekleştirilir. CAD yazılımı, dijital tasarımın kalınlığı üzerinde tam kontrol sağlar. Basılı nesnenin yapısal bütünlüğünün korunması adına dijital model verilerini işlerken minimum kalınlık parametresini dikkate almak oldukça önemlidir.⁴⁵

Dijital yöntemde, eksiltmeli teknolojilerde, frez boyutu sebebiyle küçük alanlara erişim sınırlıdır.^{46,47} AM teknolojilerinde üretimi zor geometrilerin elde edilmesi büyük bir avantajdır.⁴⁸ Tek seferde birden fazla materyalin yazdırılması mümkün olan bu teknolojilerde platform boyutunda üretim gerçekleştirilebilmektedir. Ancak AM teknolojisinde kullanılabilecek sınırlı sayıda geçici restoratif polimer bulunmaktadır. 3 boyutlu baskı ile üretilebilecek restorasyonda minimum konnektör boyutu ve maksimum pontik sayısı belirsizdir.⁴⁶ Yine bu materyallerin tamir olanakları ve ağız içindeki olumsuz koşullardaki durumunun değerlendirilmesi de yeterince net değildir. Klinik uygulamaları

destekleyebilecek kimyasal bileşim ve mekanik özellikler hakkında çok sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.⁴⁵

Geleneksel veya CAD/CAM ile hazırlanan restorasyonlar ile 3 boyutlu yazıcılar ile elde edilen restorasyonların avantajları karşılaştırıldığında, genellikle 3 boyutlu yazıcılar ile hazırlanan restorasyonların daha üstün olduğu belirtilmiştir.⁴⁹ Diş hekimliğinde 3 boyutlu baskı, hızlı prototip oluşturulmasında, geçici restorasyonların ve diş kuronlarının üretiminde giderek daha fazla kullanılır hale gelmiştir.⁵⁰

2.2. Sabit Geçici Restorasyonların Yapımında Kullanılan Materyaller

Sabit geçici restoratif tedaviler, hem prefabrik seçeneklerle hem de bireye özel tasarlanmış yöntemlerle hazırlanabilir. Bu restorasyonlar uygulanırken, direkt, indirekt ya da direkt ve indirekt tekniklerin bir kombinasyonu tercih edilebilir.¹⁵ İndirekt tekniğin özel ekipman kullanımı ve ilave laboratuvar işlemleri gerektirmesi nedeniyle üretim maliyetleri fazladır.⁵¹

2.2.1. Prefabrik Sabit Geçici Restorasyon Materyalleri

Prefabrik geçici kuronlar, yalnızca tek diş restorasyonları için uygundur. Doğal dişin anatomisine benzer özellikler gösteren bu tür kuronlar için daha az düzenleme ve uyumlandırmaya ihtiyaç duyulur.⁵²

Polikarbonat Kuronlar

Polikarbonat malzemeden üretilen kuronların, diğer fabrikasyon kuronlardan daha doğal ve estetik bir görünümü vardır. Yüksek aşınma ve kırılma direncine sahip olup, metil metakrilat ile güçlü bir bağ kurarlar. Polikarbonat kuronların dayanıklılığı, mikro cam fiber ile güçlendirilerek arttırılmıştır.⁵³

Eğer dikkatli bir seçim yapılarak restorasyon mükemmel bir şekilde uyumlandırılırsa, polikarbonat kuronlar iyi işlenmiş bir porselen restorasyonun estetiğini

taklit edebilir. Ancak, bu kuronların genellikle sadece tek bir renk seçeneği bulunur. Renk uyumları, astar olarak kullanılacak reçinenin renk seçeneklerine bağlı olarak belirli bir dereceye kadar ayarlanabilir. Bunlar özellikle kesici, köpek ve küçük azı dişleri gibi ön grup dişlerin restorasyonlarında tercih edilirler.¹⁸

Selüloz-Asetat Kuronlar

Bu tür kuronlar şeffaf ve tek renge sahiptirler. Çeşitli diş formları ve ebatlarında piyasada bulunurlar. Prepara edilen destek diş uyum sağlamaları için kole kısımlarının kesilerek uygun şekil verilmesi gerekir. Rezin ile form verilerek şekillendirilen kuronlar, polimerizasyon işlemi tamamlandıktan sonra selüloz asetat tabakası kesilerek çıkarılır ve tam uyum sağlanarak yerleştirilir. Bu işlemler ile, kuron hastanın ağzına doğru bir şekilde adapte edilir ve daha estetik geçici restorasyonlar hazırlanabilir.⁵⁴

Metal Kuronlar

Gümüş-kalay, alüminyum, nikel-krom, bizmut-kalay veya paslanmaz çelik gibi çeşitli metallerden üretilen prefabrike kuronlar, estetik açıdan ideal olmadıklarından genellikle arka bölgedeki diş restorasyonlarında tercih edilirler. Bu kuronlar yüksek mekanik dayanıklılığa sahip olduklarından uzun süreli geçici çözümler sunarlar. Seçilen kuron, hazırlanan diş uyum şeklinde adapte edildikten ve gerekli kenar uyumu ile oklüzyon sağlandıktan sonra içerisine rezin bazlı bir materyal yerleştirilerek geçici restorasyon hazırlanır ve uygun bir yapıştırıcı ile diş simante edilir.^{29,54} Alüminyum kuronlar, materyalin yumuşaklığı ve sünekliği nedeniyle diş hızlı bir adaptasyon sağlar. Ancak, bu olumlu özellikler aynı zamanda fonksiyon sırasında perforasyon riskine ve/veya dişlerin ekstrüzyonunu hızlandıran hızlı aşınmaya da yol açabilir. Alüminyum materyallerle ilgili bazı hastalar hoş olmayan tad şikayetinde bulunabilmektedir.⁵⁴

2.2.2. Kişiyeye Özel Olarak Hazırlanan Sabit Geçici Restorasyon Materyalleri

Kişiyeye özel olarak tasarlanan geçici protetik restorasyonlar, frezeleme yöntemiyle kesilmiş destek diş dikkate alınarak hazırlandığı için, marjinal bölgede daha iyi bir uyum sağlar.¹⁵ Kişiyeye özel olarak hazırlanan geçici tedaviler hasta için en iyi seçeneklerden biridir. Geçici materyaller plastik kütleden katı-elastik kütleye dönüşüm yöntemlerine göre; kimyasal olarak aktive olan oto-polimerize akrilik rezinler, ısı ile aktive olan akrilik rezinler, ışık ile aktive olan akrilik rezinler, ışık ve kimyasal olarak “çift” aktive olan akrilik rezinler, diğerleri (alaşımlar) olmak üzere gruplara ayrılırlar.⁵⁵

2.2.2.1. Polimerik Resin Esaslı Sabit Geçici Restorasyon Materyalleri

Akrilik rezinler, kişiyeye özel geçici sabit restorasyonlar için kullanılan en yaygın materyaller arasında yer alır.^{56,57} Genellikle geçici restorasyonlar için kullanılan akrilik rezinler kırılmandır,⁵⁸ ancak eklemeler ve çıkarmalar yoluyla kolayca değiştirilebilir olma gibi büyük bir avantajı bulunmaktadır.^{55,59} Geçici sabit restorasyonlarda kullanılan çeşitli materyaller:^{55,60,61}

- a. Poli metil metakrilat rezinler,
- b. Poli etil metakrilat rezinler,
- c. Bis-akril kompozit rezinler,
- d. Epimin rezinler,
- e. Işık ile sertleşen rezinler,
- f. Isı ile sertleşen rezinlerdir.

Poli Metil Metakrilat

Poli metil metakrilat, 1843 yılında ilk olarak Johann P. Redtenbacher tarafından üretilen⁶¹ bir akrilik asit bazlı polimerdir. Sabit geçici restorasyonlar 1960’larda, kendiliğinden sertleşen polimetil metakrilat kullanılarak yapılmıştır. PMMA güçlüdür, nispeten iyi aşınma direncine sahiptir, kolayca eklemeler yapılabilir ve uzun süreli kullanım için iyi bir estetik görünüm sağlar.⁶² Ancak; (1) Hoş olmayan koku, (2) Polimerizasyon büzülmesi (uyumu etkileyebilir ve restorasyonun yeniden astarlanmasını gerektirebilir), (3) Pulpaya zarar verebilen⁶³ ekzotermik reaksiyon,⁶⁴ (4) Pulpaya ve periodonsiyuma zararlı olabilen serbest monomer gibi önemli dezavantajları bulunmaktadır.⁶²

PMMA (IUPAC adı: poli[1-(metoksi karbonil)-1-metil etilen]), metil metakrilatın ($C_5O_2H_8$) serbest radikal eklenmesiyle polimerizasyonu sonucu elde edilen sentetik bir polimerdir. Polimerizasyon süreci, kimyasal maddeler veya enerji (ısı, ışık, mikrodalga vb.) kullanılarak serbest radikallerin oluşturulmasıyla başlatılır ve harekete geçirilir. Bu süreç yayılma evresiyle devam eder ve bu aşamada monomerler birbirine eklenir. Serbest elektronlar zincirin sonuna taşındığında, sonlandırma meydana gelir.⁶⁵⁻⁶⁷

Polimerizasyon tepkimesinin sonlandırılmasında; monomere kimyasal inhibitörler (hidrokinon veya metil eter gibi) eklenmesi gibi çeşitli yöntemler bulunur. Aynı şekilde, monomerde bulunan herhangi bir safsızlık da, serbest radikallerle reaksiyona girerek polimerizasyonu engelleyebilir.⁶⁸

Bu materyal, toz ve sıvıdan oluşur. Toz formda dibutil fitalat veya bir polimer bulunurken, sıvı form ise metil metakrilat bazlıdır.⁶⁷ Eğer renklendirici eklenmezse, materyal şeffaf olur. Materyalin polimerizasyon süreci, toz içerisinde yer alan benzoil peroksit ile sıvı içerisindeki dimetil p-toluidinin karıştırılmasıyla meydana gelir.²⁸

PMMA, diş hekimliğinde kullanılan rezin bazlı materyaller arasında en yüksek sertliğe sahiptir. Bu materyalin sertlik değeri genellikle 18 ile 20 arasında değişmektedir. Renk değişimine karşı direnci, dayanıklılığı ve kenar uyumu iyi olan bu materyal, aynı zamanda cilalama işlemi açısından da kolaylık sağlar.²⁸ PMMA’da, diğer rezin materyallerde olduğu gibi imbibisyon nedeniyle bir miktar sıvı emilimi meydana gelir. Bu durum, restorasyonun zaman içinde renk değiştirmesine ve yumuşamasına yol açar.⁶⁸

Polimerizasyon sırasında PMMA’ nın gosterdiği yüksek seviyede hacimsel büzülme ve oluşan artık monomerin pulpal ve periodontal dokularda iritasyon yaratması, aşınmaya karşı yeterli direnç gosterememesi gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu materyalin özellikle indirekt yöntemlerle yapılan geçici protezlerde kullanılması önerilmektedir.^{28,69,70}

Poli Etil Metakrilat

Poli Etil Metakrilat (PEMA); maliyeti düşük, orta derecede mukavemete, birkaç hafta boyunca orta derecede renk stabilitesine, makul bir ekzotermik reaksiyona ve nispeten iyi bir uyuma sahiptir.⁶⁰

PMMA’a gore daha az büzülme gosterdiği ve daha az ekzotermik olduğu için özellikle *in vivo* kullanım için piyasaya sunulmuştur. Mukavemeti, aşınma direnci, estetik ve renk sabitliği PMMA kadar iyi değildir. Piyasada bulunan bazı ürünler geniş bir renk yelpazesine sahiptir (rneğin, Keystone Industries tarafından üretilen Trim II, altı farklı renk tonuna sahiptir).⁶³

PEMA, ağzın arka bölümünde tek başına geçici restorasyon materyali olarak kullanılabilir, ancak yerleştirmeden kısa bir süre sonra meydana gelen renklenme, birkaç günden fazla geçici restorasyon kullanılması gereken vakalarda sorun yaratabilir.²⁸

Bis-Akril Kompozit Rezinler

Bis-akril kompozit rezinler, yapısı itibarıyla Bis-GMA kompozit rezin materyallerine benzer özellikler gösterirler. Bu materyaller, Bisfenol A ve glisidil metakrilat bileşenlerinden oluşurlar ve özellikle sabit geçici restorasyonlar için tasarlanmışlardır.¹⁵

Bis-akril kompozit rezinlerin, PMMA veya PEMA'dan daha pahalı olmalarına karşın düşük ekzotermik reaksiyon, iyi uyum ve orta derecede renk tutma ve mukavemet gibi özellikleri vardır. Bu rezinlerin putty aşaması olmadığından kullanımları bir öğrenme süreci gerektirir. Ayrıca, ekzotermik reaksiyonlarının düşük olması nedeniyle bu rezinlerin kullanımı en güvenli olanlar arasında yer alır.⁶⁰

Bu materyal radyopak özellik gösterir ve öjenole karşı dayanıklıdır. Yüzey özellikleri tatmin edicidir. Eğilme direnci ve abrazyona karşı dayanımı fazla olduğundan, uzun köprülerin yapımında kullanılması tavsiye edilmektedir. Materyalin büzülme oranı düşüktür ve kolaylıkla tamir edilebilir.^{28,71}

Epimin Rezinler

Etilimin türevi olan bu materyal, içeriğinde epoksi rezin barındıran bir plastik türüdür. Epimin rezinler ile epoksi rezinler arasındaki ana fark, epimin rezinlerde oksit gruplarının imin gruplarıyla değiştirilmiş olmasıdır. Epimin rezin, prepolimer olarak adlandırılan pat ve katalizörden meydana gelir. Pat bileşeni, bisfenol etilen imin içerirken, katalizör bileşeni ise benzen sülfonik asit esteridir. Pat ve katalizör birleştirildiğinde, oluşan polimerizasyon reaksiyonu çapraz bağlar ile gerçekleşir.^{69,72}

Epimin plastiklerde kullanılan katalizörün, yumuşak dokuda hipersensitiviteye yol açabileceği belirtilmiştir. Serbest monomer içermediği için, pulpayı tahriş etme riski düşüktür. Ayrıca, minimal ekzotermik ısı üreterek hızlı bir şekilde sertleşir.⁵¹ Bu malzeme

esnek bir yapıya sahiptir; fakat karıştırıldıktan yaklaşık 15 dakika sonra çapraz bağlanma işlemiyle rijit bir yapıya dönüşür. Gerilme ve sıkıştırma direnci düşük olup, aşınmaya karşı da az dayanma gösterir. Diğer dezavantajları arasında renk seçeneğinin sınırlı ve renk stabilitesinin düşük olması, ayrıca akıcı bir yapıda olmaması bulunur.⁵¹

Işık ile Sertleşen Rezinler

İlk kez 1980 yılında piyasaya sunulmuşlardır.⁷³ Polimerizasyonu görünür ışık enerjisi (VLC) ve kamforokinon/amin foto başlatıcı ile katalizlenen bir reçine olan üretilen dimetakrilat eklenerek yapılır.^{61,74,75} Bu tür materyaller genellikle, polimerizasyon sırasında büzülmenin azaltılması gibi fiziksel özelliklerini iyileştirmek için mikro ince silika gibi bir dolgu maddesi içerirler.⁷⁶ Metakrilat reçinelerin aksine, polimerizasyon sonrası artık serbest monomer üretmediklerinden önemli ölçüde azalmış doku toksisitesine sahiptirler.⁷⁷

Isı ile Sertleşen Rezinler

Isıyla sertleşen rezinler hem dayanıklı hem de estetikdir, bu nedenle uzun süreli geçici protetik restorasyonlarının yapımında tercih edilirler. Ancak, bu tür ısıyla polimerize olan rezinlerle geçici restorasyon yapımı zaman alır ve özel ekipman gerektirir.⁶⁸

2.2.2.2. CAD/CAM ile Kullanılan Malzemeler

Kompozit ve Akrilik Rezin Esaslı Malzemeler

Telio CAD tarafından üretilen çapraz bağlantılı poli metil metakrilat (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), uzun süreli geçici restorasyonlar oluşturmak için uygun olan, yüksek derecede çapraz bağlanmış akrilik polimer bazlı bir kompozit materyaldir. Ayrıca, Vita CAD-Temp (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) de yaygın olarak kullanılan sabit geçici restoratif materyallerden biridir.^{41,78}

Vita-CAD Temp

Bu bloklar homojen, yüksek molekülü ve çapraz bağlantılı akrilat polimerlerden oluşur. İçeriğin %83-86' sı PMMA' tır. Fiber içermeyen bu yapıda, doldurucu olarak %14 oranında silika (SiO₂) mikropartikülleri bulunur. Bu inorganik mikro doldurucular, polimer ağ yapısı içerisinde polimerize olarak tamamen homojen bir yapı meydana getirir. Vita'nın, bu özgün yapısı Mikro Dolgulu Güçlendirilmiş Poliakrilat (MRP) olarak adlandırmaktadır.⁷⁸

Telio CAD-Temp

Telio CAD-Temp bloklar (Ivoclar Vivadent, Almanya), %99.5 PMMA içeriği ve pigmentler (%1'den az) den oluşan polimetil metakrilat esaslı malzemelerdir. Telio CAD, Vita CAD'in aksine yapısında doldurucu maddeler içermez. Endüstriyel polimerizasyon işlemi sayesinde, bu bloklar yüksek düzeyde homojenliğe ulaşır. CAD/CAM ile işlenmiş PMMA malzemesi, doğrudan teknikler kullanılarak hazırlanan diğer PMMA esaslı malzemelerden daha uygun bir geçici restoratif materyaldir.⁷⁹

Poli Eter Eter Keton

Poli eter eter keton (PEEK), yüksek performans gösteren polimerler sınıfına ait olan poli aril eter keton ailesinden bir malzemedir. Aromatik halkaların keton ve eter fonksiyonel grupları ile bağlandığı moleküler yapısı sayesinde yarı-kristal bir termoplastik özelliğe sahiptir. Biyolojik olarak uyumlu olan bu malzeme, metal bazlı rekonstrüksiyonlarla karşılaştırıldığında doğal dişlerin rengine daha yakın bir estetik sunar.⁸⁰

2.2.2.3. 3 Boyutlu Yazıcı ile Kullanılan Malzemeler

3 boyutlu yazıcılar ile uygulanabilen geçici restoratif malzemeler doldurulmuş hibrit veya akrilik ester monomerlerinden oluşturulmuştur.⁴⁵ 3 boyutlu baskı ile üretim yapılabilen bazı geçici restoratif malzemelerin kimyasal kompozisyonları Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 2.1. 3 boyutlu yazıcı ile üretim yapılabilen bazı geçici restoratif malzemelerin kimyasal kompozisyonları⁴⁶

MARKA	TİCARİ İSİM	KİMYASAL KOMPOZİSYON
DWS	Temporis	Çok fonksiyonlu akrilik monomerlerin karışımı, akrilik asit esterleri
Stratasys	MED620 VeroGlaze	2-Hidroksi-3-fenoksipropil akrilat Bisfenol-A epoksi akrilat oligomer, Trimetilbenzoildifenilfosfin oksit Trisiklodekan dimetanol diakrilat 4 (1-okso-2propenil) morfolin
Envisiontec	E-Dent 100 E-Dent 400	Tetrahidrofurfuril metakrilat, üretan dimetakrilat, fosfinoksit ve çok işlevli akrilik reçineler Akrilik ester bazlı monomer

2. 3. Kenar Uyum

Kenar uyumu bir restorasyonun klinik olarak kabul edilebilir ve uzun ömürlü olması için sahip olması gereken en önemli özelliklerden biridir.⁸¹ Diş ve restorasyon arasındaki kenar uyumsuzluğu, mikro sızıntıya neden olur. Mikro sızıntı klinik olarak periodontal hastalıklar, postoperatif hassasiyet, krunun kenar kısmında renklenme, sekonder çürükler, pulpa inflamasyonu gibi sorunları ortaya çıkarabilir. Bir restorasyonda mikro sızıntının olmaması indirek restorasyonların klinik ömrünü arttıran en önemli faktörlerden biri iken, mikro sızıntının varlığı ise, en geçerli başarısızlık nedeni sayılmaktadır.⁸² Diş hekimliği materyalleri ve laboratuvar alanındaki gelişmelere rağmen, sabit protetik restorasyonların kenar uyumu her zaman istenilen seviyede olamamaktadır.⁸³ Literatürlerde kenar uyumunun tanımlandığı ve uyum miktarının farklı teknikler kullanılarak ölçüldüğü çalışmalar bulunmaktadır. Kenar uyumunu ölçmek için kullanılan referans noktaları ve uyumu tanımlayan terminoloji araştırmacılara göre değişkenlik göstermektedir.^{81,84} Holmes ve ark.⁸¹ krun ile diş arasındaki uyumsuzluğa farklı noktalardan ölçüm yapılarak karar verilebileceğini bildirmişlerdir. Klinikte bir restorasyonun kenar uyumunu incelemek için; sond yardımıyla dokunma, bite-wing filmleriyle radyografik muayene ve Cardash metoduna göre bir ölçü materyali kullanma gibi farklı yöntemler kullanılabilir. İn vitro çalışmalarda ise restorasyonların kenar uyumları elektron mikroskobu ve stereomikroskop altında incelenebilmektedir.⁸⁵

2. 4. Yapay Yaşlandırma

Ağız içerisinde kullanılan dental materyaller, nefes alma, yemek, içmek gibi fizyolojik fonksiyonlar sırasında tekrarlayan ısı ve pH değişimi gibi faktörlerle karşı karşıya kalırlar.^{86,87} Termal etkiler materyallerde hacimsel büzülme ve genişlemeye neden olarak, boşluk ve mikrosızıntıyı arttırırlar.⁸⁸ Dental materyallerle ilgili deneylerin *in vivo* şartlarda yapılmasının zaman alması ve zor olması nedeniyle, etkinliklerini

değerlendirebilmek ve uzun dönemdeki durumlarını önceden öngörebilmek için laboratuvar şartlarında; termal siklus uygulaması, eskitme cihazında bekletme, suda bekletme, buharlı otoklav ve yük uygulaması gibi yapay yaşlandırma yöntemleri kullanılmaktadır.^{89,90}

2.4.1. Hızlandırılmış Yapay Yaşlandırma

Bu yöntemde çevre şartlarını taklit etmek amacıyla uzun süre sıcaklık, ultraviyole ışık ve nemli ortam değişimleri uygulanarak materyallerin renk ve dayanıklılıkları tespit edilir.^{91,92}

2.4.2. Termal Siklus Yöntemi

Termal siklus yönteminde, örneklerin sırasıyla soğuk ve sıcak suya daldırılmasına “devir”, bu sırada geçen toplam süreye de “devir süresi” denilir. Devir sayısı 500-50.000 arasında değişir.⁹³ 5 °C ve 55 °C sıcaklıktaki su banyolarına sırasıyla daldırılarak uygulanan 10000 termal siklus, yaklaşık 1 yıllık *in vivo* yaşlanmaya eş değer gelmektedir.⁸⁷

2.4.3. Otoklavda Yaşlandırma Yöntemi

Örnekler cam kaplara konulduktan sonra 134°C’ de 200 kPa’ lık bir basınç altında otoklava yerleştirilip farklı sürelerde tutularak *in vivo* yaşlandırma sağlanır.⁹⁴ Deville ve ark.,⁹⁵ 0.2 MPa basınç altında 134°C’de 1 saatlik otoklavda yaşlandırma işleminin *in vivo* üç ile dört yıllık yaşlanmaya, iki saatlik yaşlandırma işleminin altı yıla eşdeğer olduğunu bildirmişlerdir.

2.5. Sabit Geçici Restorasyonların Kırılma Dayanımını Tespit Etmek

Amacıyla Kullanılan Testler

Ağız ortamında restoratif amaçla kullanılacak her materyalin yeterli dayanıklılıkta ve mekanik özelliklerde olması gerekir. Dayanıklılık, materyalin kırıldığında görülen en yüksek stres değeridir.^{96,97} İncelenen malzemenin dayanıklılık değerini; kullanılan malzemenin cinsi, kalınlığı, elastikiyet katsayısı, saklama ile yükleme koşulları, ısıl döngü ve örnek geometrisi gibi test parametreleri etkiler.⁹⁸ Malzemenin klinik ömrü dayanıklılığı ile doğrudan ilgilidir. Kırılma dayanımı, kırılma ile ilgili mekanik bir özelliktir. Kırılma dayanımı yüksek olan materyaller, kullanım sırasında kırılmaya karşı daha az hassasiyet gösterirler.⁹⁹ Malzemelerin direncini değerlendirmede tek eksenli ve iki eksenli testler kullanılır. Malzemelerin fonksiyon sırasında çok yönlü aksiyal kuvvetlere maruz kalmaları sebebiyle iki eksenli kırılma testleriyle dayanımları daha etkin bir şekilde değerlendirilebilir.^{96,99} İki eksenli kırılma dayanımının ölçülebilmesi için kullanılacak en iyi yöntem; saf kırılmayı taklit eden ve kenar kayıplarının oluşmasını önleyen üç nokta kırılma testi'dir.^{100,101}

3. MATERYAL ve METOD

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ar-Ge Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Araştırmada kullanılan malzeme ve laboratuvar ücretleri, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen TDH-2023-1458 no'lu projeden sağlandı.

Çalışmada kullanılacak olan örnek sayısını belirlemek amacıyla G*Power analiz programı (Sürüm 3.0.10, Franz Faul, Kiel Üniversitesi, Almanya) kullanıldı. Araştırmada, %25 etki büyüklüğü ve %80 istatistiksel güç ile $\alpha=0.05$ tip I hata payı gözetilerek toplam 60 örnek olması gerektiği belirlendi.

3.1. Güdüklerin Hazırlanması

Kuronların elde edileceği kesilmiş üst 1. küçük azı dişini temsil eden güdük, standardizasyonun sağlanması amacıyla 5 mm kuron boyu ve 6° taper açısında 1 mm chamfer basamak ile anatomik oklüzal yüzeyli olarak CNC torna tezgahında (Space Turn LB2000, Okuma Corp, Japonya) hazırlandı (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan metal güdük

Hazırlanan metal güdüğün ölçüsü, silikon esaslı ölçü maddesi (Elite HD+ Heavy Body ve Elite HD+ Light Body; Zhermack, Badia Polesine Rovigo, İtalya) kullanılarak, çift karıştırma tekniği ile aynı araştırmacı tarafından alındı (Şekil 3.2, Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan ölçü maddeleri

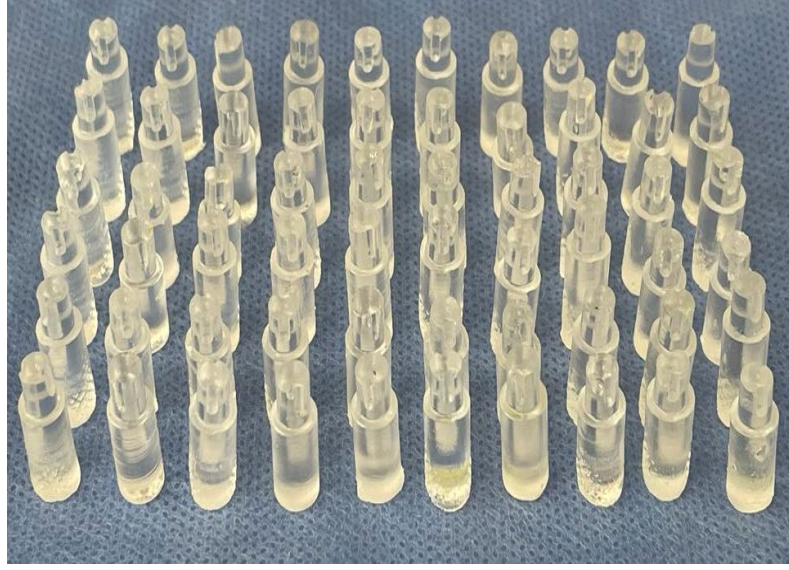


Şekil 3.3. Hazırlanan metal güdükten çift aşamalı ölçü alınması

Üretici firmanın önerileri doğrultusunda hassas terazide (reçine ve sertleştirici karışımı ağırlıkça 5:2 olacak şekilde) tartılarak hazırlanan epoksi resin karışımı (Armor Chemical, AC520, İstanbul) (Şekil 3.4), elde edilen ölçülere yerleştirildi ve sertleşmenin tamamlanması beklendi. Bu şekilde toplam 60 adet epoksi resin güdük elde edildi. Epoksi resin güdüklerde hava kabarcığı ve hata olmamasına dikkat edildi (Şekil 3.5). Güdükler rastgele olarak üç gruba (n=20) ayrılarak numaralandırıldı.



Şekil 3.4. Güdüklerin hazırlanmasında kullanılan epoksi resin



Şekil 3.5. Epoksi rezinden hazırlanan güdükler

3.2. Sabit Geçici Restorasyonların Hazırlanması

Sabit geçici restorasyonlar Tablo 1’ de özellikleri gösterilen geçici restoratif malzemelerden hazırlandı.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan sabit geçici restorasyon malzemeleri

Malzeme Tipi	Ticari İsmi	Üretici Firma
Polimetil metakrilat	Imident	Imicryl, Konya, Türkiye
Polimetil metakrilat	Vita CAD	Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn
Rezin	CustomComposite Resin	Custom Resin Solutions, Antalya, Türkiye

3.2.1. Geleneksel Yöntemle Sabit Geçici Restorasyonların Hazırlanması

Geleneksel yöntemle sabit geçici restorasyonlar hazırlanırken standardizasyonu sağlamak amacıyla CAD/CAM yöntemi ile üretilen bir geçici restorasyonun üzerinden silikon esaslı ölçü maddesi ile ölçü alınarak elde edilen silikon indeks kullanıldı.

Üretici firmanın önerilerine uygun olarak hazırlanan PMMA’nın toz ve likiti homojen bir karışım elde edilinceye kadar iyice karıştırıldı. Elde edilen homojen karışım silikon indeks içerisine yerleştirildi ve kimyasal polimerizasyon tamamlanıncaya kadar beklenildi. Polimerizasyonu tamamlanan geçici kuronlar silikon indeksten çıkarıldı ve fazlalıkları uzaklaştırıldı. Toplam 20 adet sabit geçici restorasyon hazırlandı. Elde edilen restorasyonların epoksi rezin güdükler üzerinde uyumları kontrol edildi. Uygun olmayanlar yeniden hazırlandı (Şekil 3.6).

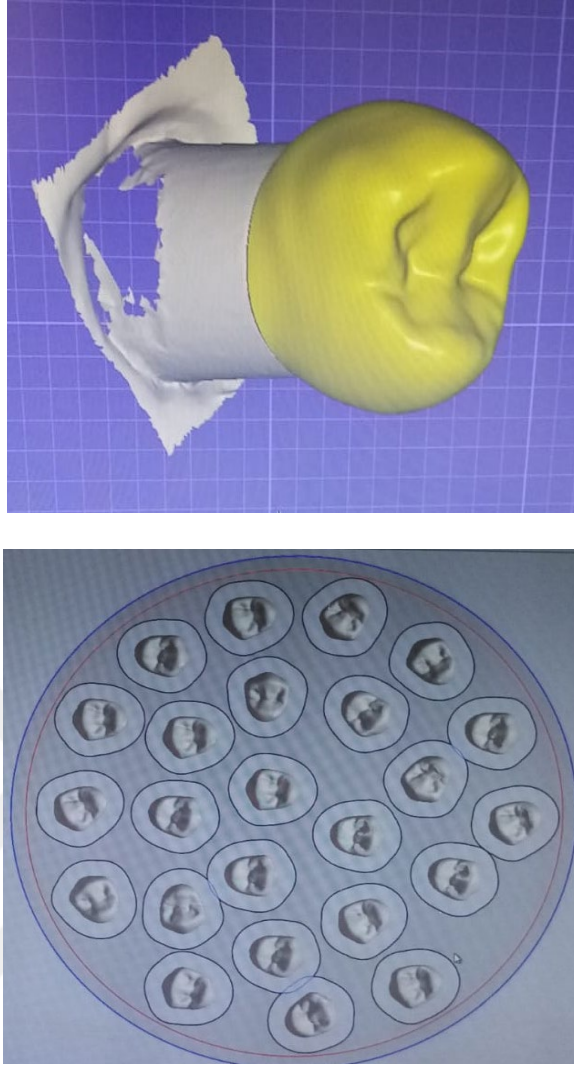


Şekil 3.6. Geleneksel yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlar

3.2.2. Eksiltmeli (CAD/CAM) Yöntemle Sabit Geçici Restorasyonların

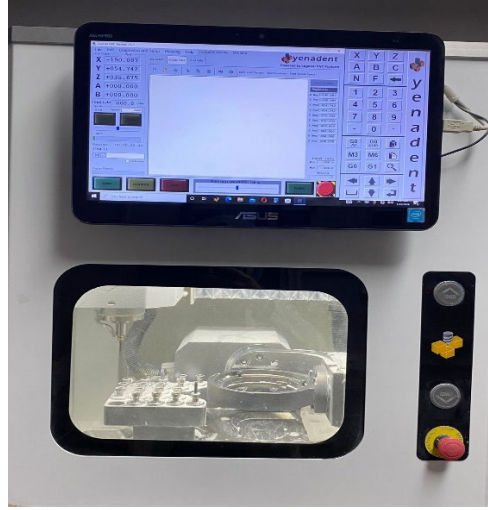
Hazırlanması

Shinning ds200+ laboratuvar tarayıcısı kullanılarak epoksi rezin güdüklerin tarama işlemi gerçekleştirildi ve elde edilen veriler dijital ortama aktarıldı. Geçici üst birinci premolar dişin kuronunun tasarımı için Exocad 3.0 Galway yazılımı kullanıldı. Tasarım oklüzalde 1.5 mm, mezial, distal, bukkal ve lingual yüzeylerde ise 1 mm kalınlığında olacak şekilde ayarlandı (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Sabit geçici restorasyonların dijital tasarımı

Dijital ortamda yapılan tasarımlar Yenadent d15 plus (Yenadent, Türkiye) frezeleme ünitesine aktarıldı ve poliakrilik rezin bloktan (Vita CADTemp®) kazıma yapılarak (Şekil 3.8) 20 adet üst 1. premolar kuron hazırlandı (Şekil 3.9). Elde edilen kuronların epoksi rezin güdükler üzerinde uyumları kontrol edildi. Uygun olmayanlar yeniden elde edildi.



Şekil 3.8. Yenadent d15 plus frezeleme ünitesi



Şekil 3.9. Eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlar

3.2.3. Eklemeli (3 Boyutlu Yazıcı) Yöntemle Sabit Geçici Restorasyonların

Hazırlanması

Shinning ds200+ laboratuvar tarayıcısı kullanılarak epoksi rezin güdüklerin tarama işlemi gerçekleştirildi ve elde edilen veriler dijital ortama aktarıldı. Geçici üst birinci premolar dişin kuronunun tasarımı için Exocad 3.0 Galway yazılımı kullanıldı.

Tasarım oklüzalde 1.5 mm, mezial, distal, bukkal ve lingual yüzeylerde ise 1 mm kalınlığında olacak şekilde ayarlandı. Tasarım dosyası 3 boyutlu yazıcı tarafından okunabilir olması için STL formatında kaydedildi. STL dosyası içe aktarılmadan önce baskı platformu ve malzemeler hazır hale getirildi. Baskı işlemi, Halot 3D yazıcı (Creality, Çin) kullanılarak gerçekleştirildi (Şekil 3.10). Cihazın 6K (5760x3600 piksel) çözünürlüklü LCD ekranı ve alüminyum alaşımlı baskı platformu, 100 mikron katman kalınlığıyla 6.5 saniyede katman oluşumunu sağlamaktadır. STL dosyasının yazıcıya aktarılmasının ardından baskı parametreleri belirlendi ve baskı işlemi başlatıldı. Baskı süreci tamamlandıktan sonra restorasyonlar dikkatle temizlendi ve standartlara uygunluğu kontrol edildi. Uygun olmayan örnekler yeniden basıldı ve toplamda 20 adet üst birinci premolar sabit geçici restorasyon elde edildi. Baskı reçinesi olarak Custom Composite Resin (Custom Resin Solutions, Antalya, Türkiye) kullanıldı.

Baskının ardından restorasyonların kütleme işlemi için Creality UW02 Yıkama & Kütleme Cihazı kullanıldı. Bu entegre cihaz, baskı sonrası temizleme ve kütleme işlemini bir arada sunmaktadır. Kütleme işlemi 10 dakika sürdü ve restorasyonlar, sonraki aşamalar için kullanılmak üzere tamamen hazır hale getirildi.



Şekil 3.10. Halot 3 boyutlu yazıcı



Şekil 3.11. Eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlar

3.3. Simantasyon İşlemi

Farklı yöntemlerle elde edilen üst birinci premolar sabit geçici restorasyonların tamamı geçici siman (Temp-Bond™ NE (Kerr, Salerno, Italy)) kullanılarak parmak

basıncı ile simante edildi. Simanın sertleşmesi tamamlandıktan sonra fazla siman artıkları dikkatli bir şekilde temizlendi.

3.4. Yaşlandırma İşleminin Uygulanması

Simantasyon işlemi tamamlanan her gruptan sabit geçici restorasyonların yarısı (n=10) 37 °C’de yapay tükürük solüsyonunda (Artificial Saliva, Testonic Laboratories) 24 saat süre ile bekletildi. Diğer yarısına ise ağız ortamında oluşabilecek ısı değişikliklerini taklit etmek amacıyla Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı’nda bulunan yaşlandırma cihazında (Gökçeler Makina, Sivas, Türkiye) (Şekil 3.11) yaşlandırma işlemi; 5 °C ile 55 °C sıcaklıklarda distile su haznesinde 10 saniye aralıklarla 20 saniye boyunca bekletilerek, 5000 devir uygulandı.

Yaşlandırma işlemi sırasında özellikle sıcak su banyosundaki buharlaşmadan dolayı oluşabilecek kayıplar için eksilen miktarlar ilave edildi. Yapay tükürük ilave edilirken banyo sıcaklıklarının değişmemesine dikkat edildi.



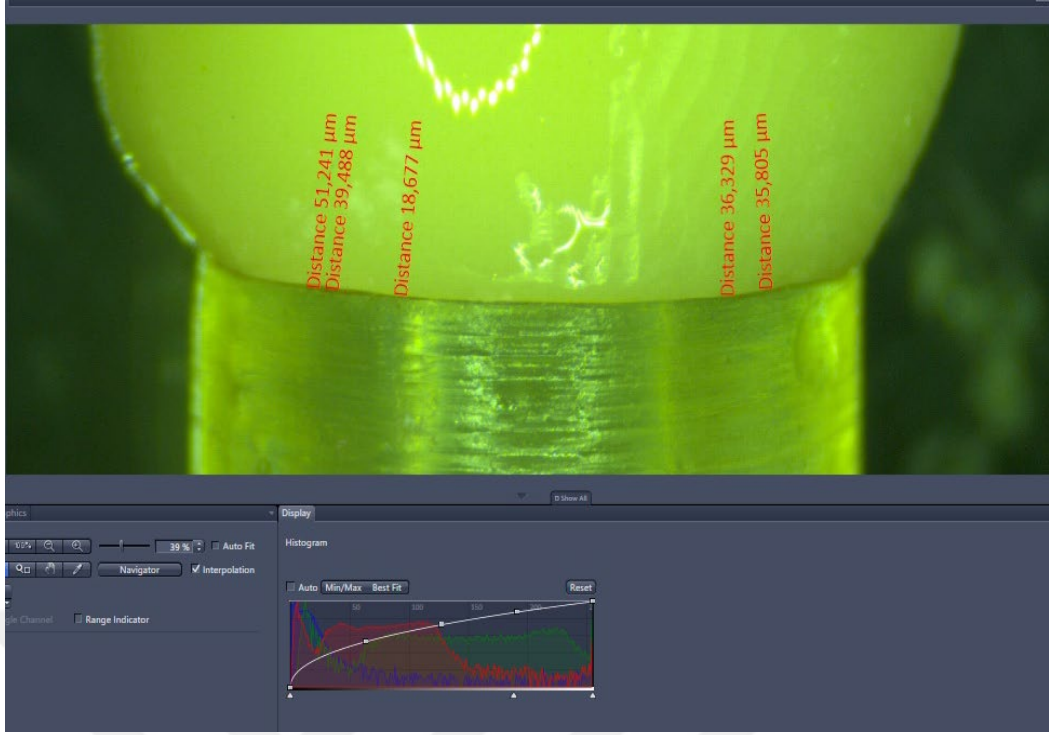
Şekil 3.12. Yaşlandırma işlemi uygulanan cihaz

3.5. Kenar Aralıklarının Değerlendirilmesi

Kenar aralıkları değerlendirilirken örneklerin sabit bir konumda durması için otopolimerizan akrilik rezinden taşıyıcı platform elde edildi. Taşıyıcıya yerleştirilen sabit geçici restorasyonların kenar aralıkları, rehber noktaların olduğu bölgelerden saat yönünde döndürülerek her bir örneğin kenar aralığı, 20 farklı ölçümde ve 0.8 büyütme altında bir stereomikroskop (Carl Zeiss AG, Oberkochen, Almanya) kullanılarak değerlendirildi (Şekil 3.13). Yapılan 20 ölçümün ortalaması alındı ve bu değer, her örnek için kenar uyum değeri olarak mikrometre (μm) cinsinden kaydedildi.



Şekil 3.13. Çalışmada kullanılan stereomikroskop



Şekil 3.14. Örneklerin stereomikroskopta incelenmesi

Her gruptan bir örneğin kenar uyumunun detaylı incelemesi Taramalı Elektron Mikroskobu (Şekil 3.14) kullanılarak yapıldı. SEM incelemesinden önce karbon püskürtme cihazıyla ince bir tabaka ile sabit geçici restorasyonlar kaplandı. Kenar uyumu x100 büyütmede değerlendirildi.



Şekil 3.15. Çalışmada kullanılan SEM cihazı

3.6. Kırılma Dayanımı Testinin Uygulanması

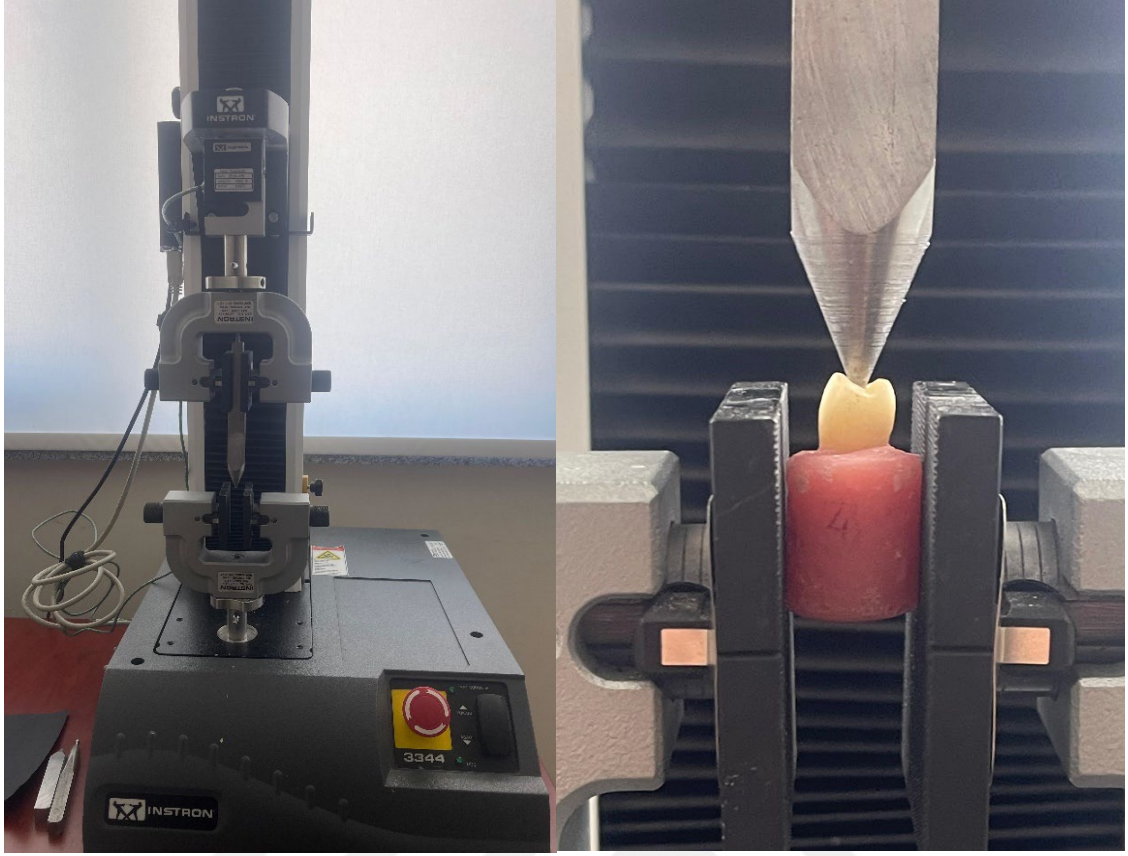
Kırılma dayanımı testi epoksi rezin güdüklerin çevresi otopolimerizan akrilik rezin ile desteklendikten sonra Instron Universal test cihazı (Instron Corp, Amerika) kullanılarak gerçekleştirildi (Şekil 3.15, Şekil 3.16).

Kuvvet uygulaması sırasında dik açıda hareketsiz kalması için örnekler, Instron aletinin alt parçasına yerleştirilerek sabitlendi. Cihazın hareketli olan üst parçasına ise bıçak ucu şeklinde, ucu 3 mm çapında olan metal bir kuvvet uygulayıcı uç yerleştirildi.

Örneklerin vestibül tüberküllerine ilk kırılma oluşuncaya kadar 1 mm/dakika başlık hızı ile kuvvet uygulandı.



Şekil 3.16. Epoksi rezin güdüklerin otopolimerizan akrilik rezin ile desteklenmesi



Şekil 3.17. Örnekler e kuvvet uygulanması

3.7. İstatistiksel Analiz

Analizlerde Jamovi (versiyon: 2.3.28) istatistik programı kullanıldı. Verilerin normal dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ve Q-Q grafikleri ile test edildi. Veriler normal dağılım gösterdiği için kenar aralık ve kırılma dayanımı verileri iki yönlü varyans analizi ile incelendi. İkili karşılaştırmalar Tukey Post-hoc testi ile $p=0.05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

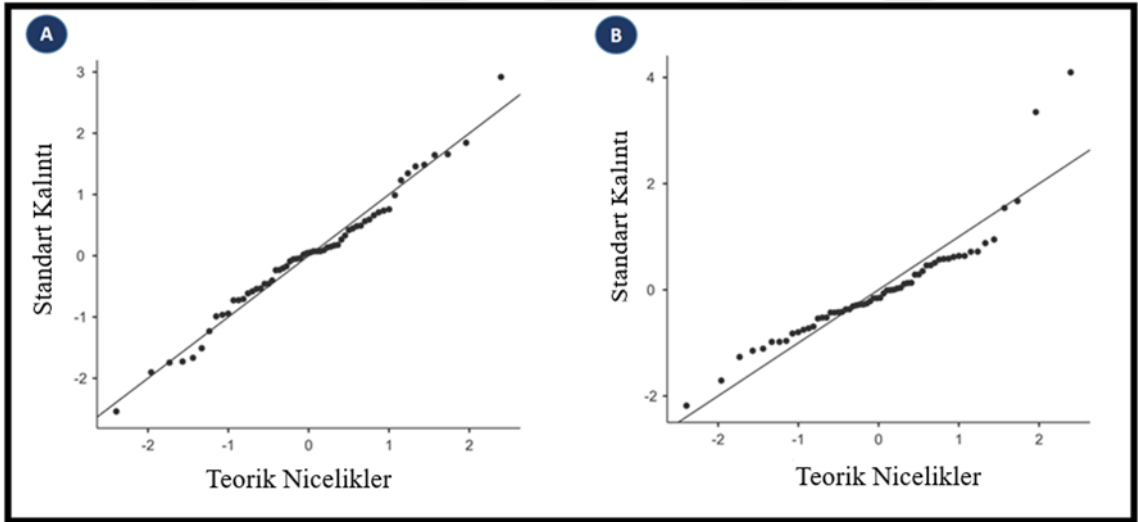
4. BULGULAR

4.1. Verilerin Normal Dağılıp Dağılmadığının Değerlendirilmesi

Kolmogorov-Smirnov testi ile verilerin dağılımı incelenmiş ve tüm bağımlı değişkenler için istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde normal dağılım elde edilmiştir ($p < 0.05$) (Tablo 4.1). Bağımlı değişkenlerin normal dağılımı Q-Q grafiği ile teyit edilmiştir (Şekil 4.1).

Tablo 4.1. Bağımlı değişkenlerin dağılımının Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmesi

Bağımlı Değişkenler	Kolmogorov-Smirnov Testi Bulguları
Kenar Aralığı	0.586
Kırılma Dayanımı	0.215



Şekil 4.1. (A) Kenar aralığı ve (B) Kırılma dayanımı verilerinin dağılımlarının Q-Q grafiğinde gösterilmesi

4.2. Kenar Aralık Verilerinin Değerlendirilmesi

Kenar aralık verilerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan iki yönlü varyans analizi sonucunda; farklı tekniklerin, yaşlandırma işleminin ve ikili etkileşimin anlamlı olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir ($p<0.001$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Kenar aralık verilerinin (μm) iki yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	df	Ortalama kare	F	p-değeri
Yöntem	30537.961	2	15268.981	45.488	< 0.001*
Yaşlandırma İşlemi	18011.899	1	18011.899	53.66	< 0.001*
Yöntem * Yaşlandırma İşlemi	5896.856	2	2948.428	8.784	< 0.001*
Rezidüel	28196.271	84	335.67		

* anlamlılığı gösterir ($p<0.05$)

4.2.1. Kenar Aralık Verilerinin Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi

Eksiltmeli ve eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıkları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Eksiltmeli ve eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralık değerlerinin, geleneksel yöntemle hazırlananlardan anlamlı miktarda daha az olduğu ($p<0.001$) (Tablo 4.2) saptanmıştır. Elde edilen bulguların ortalama ve standart sapma sonuçları Tablo 4.3’ de, çoklu karşılaştırma (Tukey Testi) testi sonuçları Tablo 4.4’ de, verilerin grafiği Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Kenar aralık verilerinin ortalama (μm) ve standart hata sonuçları

Yöntem	Yöntem	Ortalamalar Arası Fark	Standart Hata	p-Değeri
Eklemeli	Eksiltmeli	-0.164	5.017	0.999
Eklemeli	Geleneksel	-41.527	5.017	< 0.001*
Eksiltmeli	Geleneksel	-41.364	5.017	< 0.001*

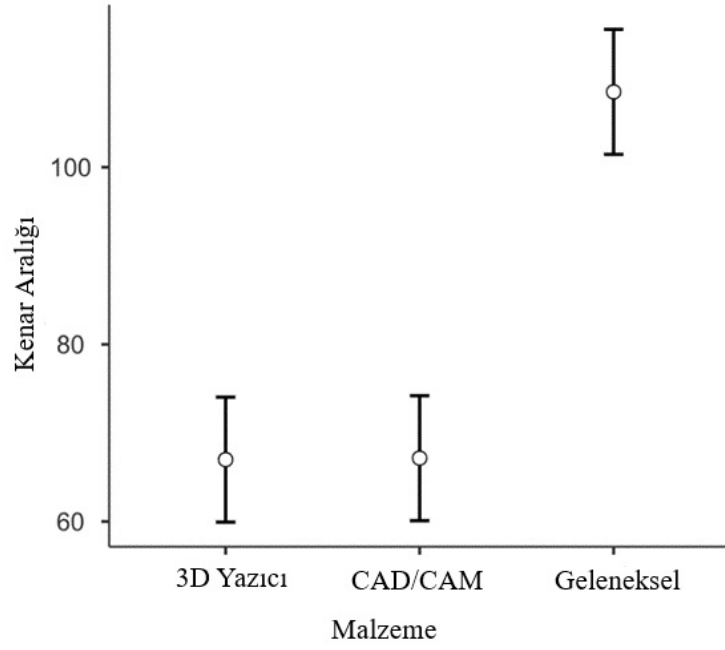
* anlamlılığı gösterir ($p<0.05$)

Yapılan çoklu karşılaştırma (Tukey) testi sonucunda; eksiltmeli ve eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralığı arasındaki fark anlamlı bulunmaz iken ($p>0.05$), eksiltmeli ve eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralık değerlerinin, geleneksel yöntemle hazırlananlardan anlamlı miktarda farklı olduğu ($p<0.001$) istatistiksel olarak saptanmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Kullanılan yöntemlerin Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Yöntem	Yöntem	Ortalamalar	Standart Hata	p-Değeri
		Arası Fark		
Eklemeli	Eksiltmeli	-0.164	5.017	0.999
Eklemeli	Geleneksel	-41.527	5.017	< 0.001*
Eksiltmeli	Geleneksel	-41.364	5.017	< 0.001*

* anlamlılığı gösterir ($p<0.05$)



Şekil 4.2. Kullanılan yöntemlerin kenar aralık verilerinin grafiksel olarak gösterilmesi (%95 güven aralığında)

4.2.2. Kenar Aralık Verilerinin Yaşlandırma İşlemine Göre Değerlendirilmesi

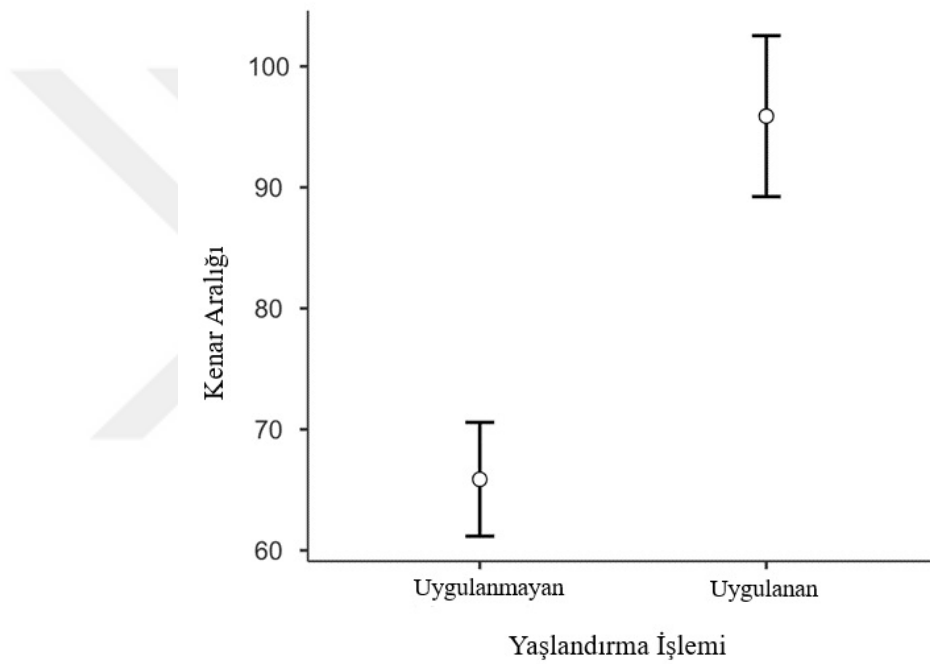
Yaşlandırma işlemi uygulanan sabit geçici restorasyonların kenar aralık değerlerinin yaşlandırma işlemi uygulanmayan örneklerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$) (Tablo 4.5). Yaşlandırma işlemi uygulanan ve uygulanmayan grupların kenar aralık verilerinin grafiği Şekil 4.3’de gösterilmiştir.

Yaşlandırma işleminin kenar aralığı üzerindeki etkisinin anlamlı ($p < 0.001$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.5. Kenar aralık verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirilmesi

Yaşlandırma İşlemi	Yaşlandırma İşlemi	Ortalamalar Arası Fark	Standart Hata	p-Değeri
Uygulanmayan	Uygulanan	-30.01	4.097	< 0.001*

* anlamlılığı gösterir ($p < 0.05$)



Şekil 4.3. Yaşlandırma işlemi uygulanan ve uygulanmayan gruptaki kenar aralık verileri (%95 güven aralığında)

4.2.3. Yöntemlerin Kenar Aralık Verilerinin Yaşlandırma İşlemine Göre Değerlendirilmesi

Yaşlandırma işlemi uygulanan ve uygulanmayan sabit geçici restorasyonlarda, geleneksel yöntem, eksiltmeli ve eklemeli yönteme oranla anlamlı miktarda daha fazla kenar aralığı göstermiştir ($p < 0.05$). Eksiltmeli ve eklemeli yöntemler arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p > 0.05$).

Eklemeli yöntemde yaşlandırma işlemi uygulanan ve uygulanmayan örneklerin kenar aralık verilerinde anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir ($p>0.05$). Geleneksel ve eksiltmeli yöntemde yaşlandırma işlemi uygulanan grupta elde edilen kenar aralık değerlerinin uygulanmayanlara oranla anlamlı miktarda daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.6).

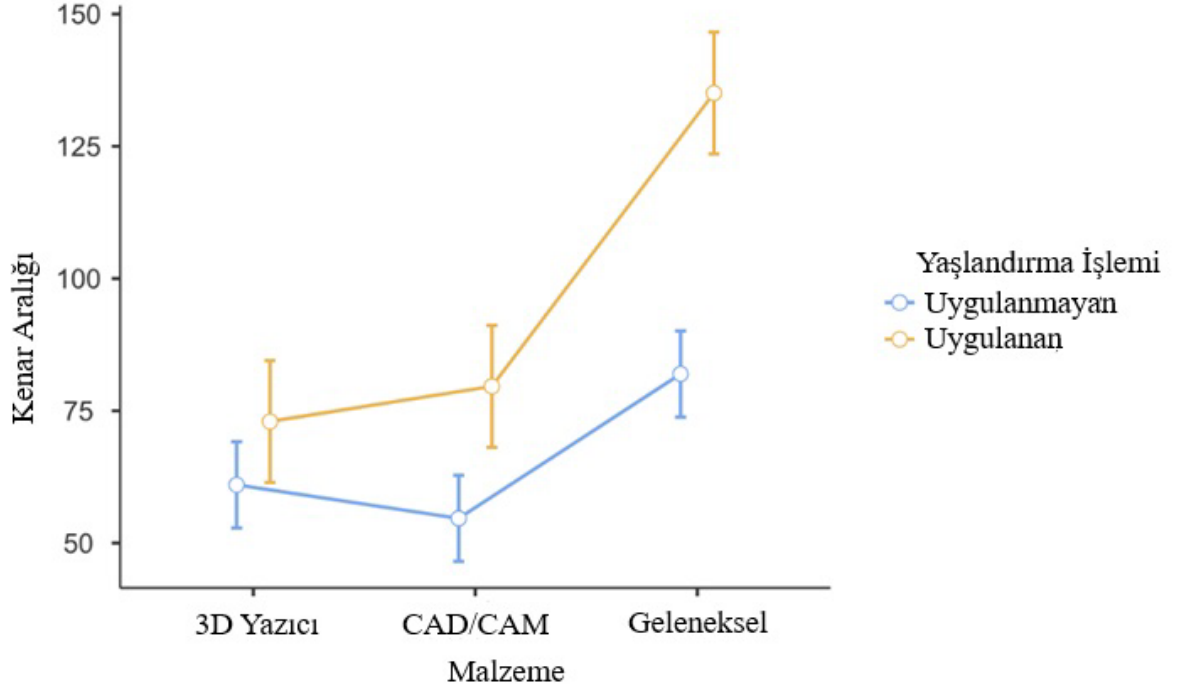
Farklı yöntemlerin yaşlandırma işlemi uygulamasına göre kenar aralık verilerinin grafiksel gösterimi Şekil 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.6. Yöntemlerin kenar aralık verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirilmesi ortalama (μm) ve standart sapma sonuçları

Yöntem	Yaşlandırma İşlemi	
	Uygulanmayan	Uygulanan
Eklemeli	$61.00 \pm 11.367^{A,a}$	$72.97 \pm 18.76^{A,a}$
Eksiltmeli	$54.67 \pm 7.835^{A,a}$	$79.62 \pm 24.41^{B,a}$
Geleneksel	$81.96 \pm 15.804^{A,b}$	$135.07 \pm 35.433^{B,b}$

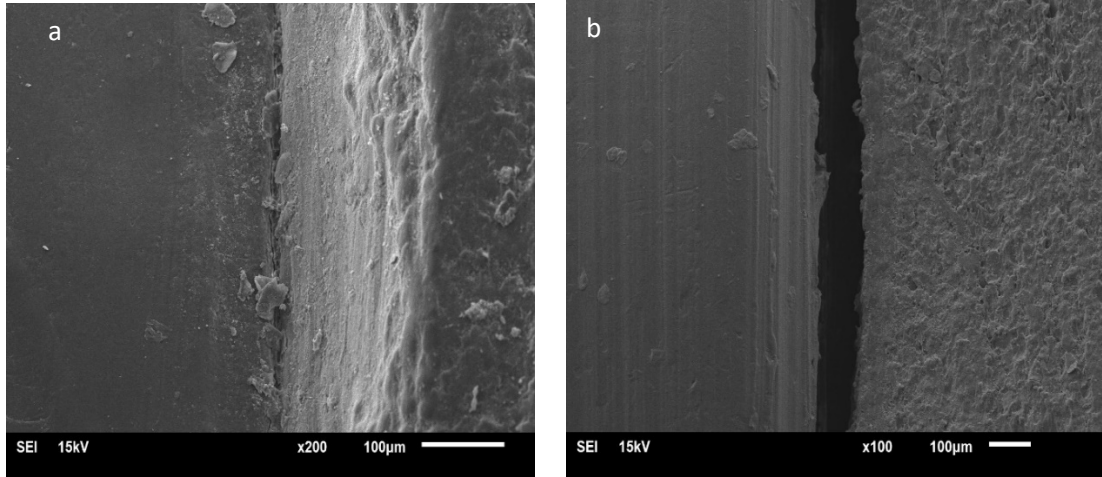
Farklı büyük harfler satır içi anlamlı farklılığı, küçük harfler ise sütun içi anlamlı farklılığı göstermektedir.

En fazla kenar aralık değerleri ($135.07 \mu\text{m}$) yaşlandırma işlemi uygulanan geleneksel yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda gözlenirken, en az kenar aralık değerleri ($54.67 \mu\text{m}$) yaşlandırma işlemi uygulanmayan eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda tespit edilmiştir.

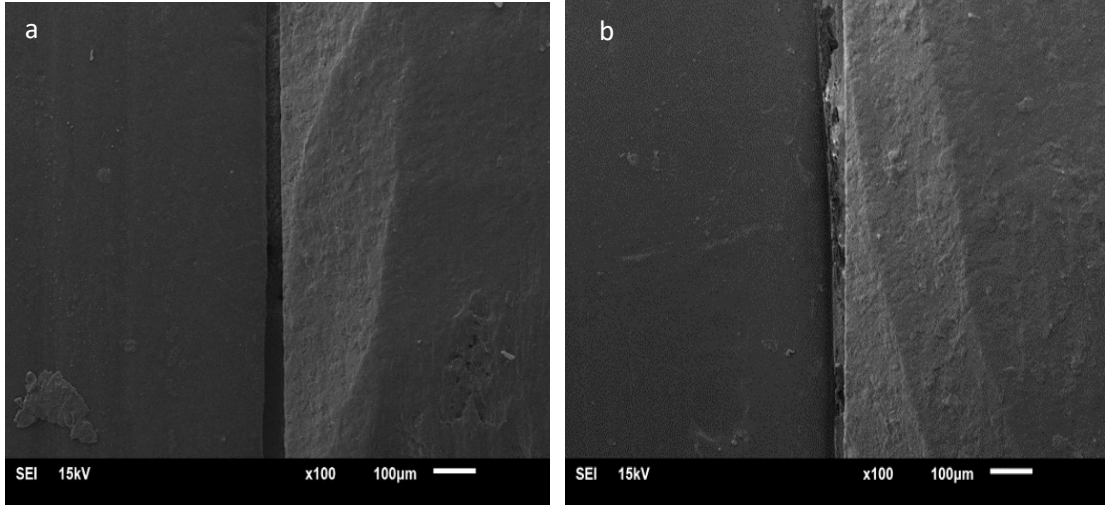


Şekil 4.4. Her bir yöntemin yaşlandırma işlemi uygulamasına göre kenar aralık verileri (%95 güven aralığında)

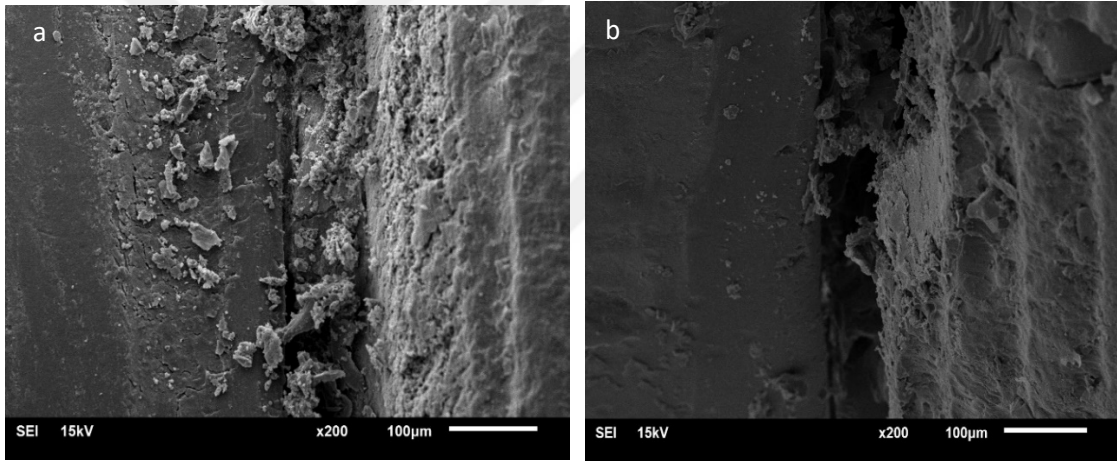
Farklı yöntemlerle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıklarının Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri Şekil 4.5- Şekil 4.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Yaşlandırma işlemi uygulanmayan (a) ve uygulanan (b) geleneksel yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıklarının SEM görüntüleri



Şekil 4.6. Yaşlandırma işlemi uygulanmayan (a) ve uygulanan (b) eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıklarının SEM görüntüleri



Şekil 4.7. Yaşlandırma işlemi uygulanmayan (a) ve uygulanan (b) eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıklarının SEM görüntüleri

Farklı yöntemlerle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıklarının SEM görüntüleri değerlendirildiğinde; yaşlandırma işlemi uygulanmayan eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların en az kenar aralık değerleri gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.5- Şekil 4.8).

4.3. Kırılma Dayanımı Verilerinin Değerlendirilmesi

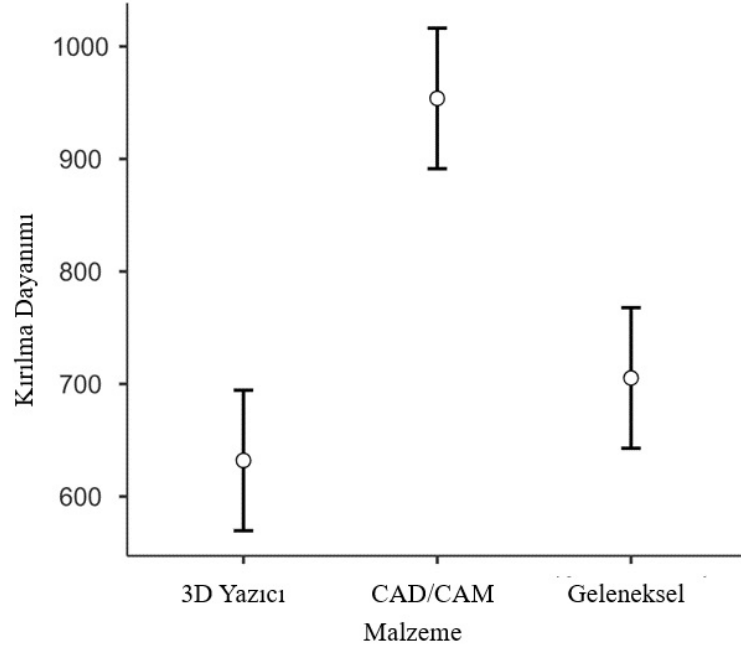
4.3.1. Kırılma Dayanımı Verilerinin Kullanılan Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi

Eklemeli ve geleneksel yöntem arasında kırılma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$). Fakat hem eklemeli, hem de geleneksel yöntem ile hazırlanan sabit geçici restorasyonlar istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlardan daha düşük kırılma dayanımı değerleri göstermiştir ($p<0.001$) (Tablo 4.7). Kullanılan yöntemlerin kırılma dayanımı verilerinin grafiği Şekil 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Kırılma dayanımı verilerinin farklı yöntemlere göre değerlendirilmesi

Yöntem	Yöntem	Ortalamalar	Standart	p-
		Arası Fark	Hata	Değeri
Eklemeli	Eksiltmeli	-321.78	44.052	< 0.001*
Eklemeli	Geleneksel	-73.3	44.052	0.228
Eksiltmeli	Geleneksel	248.48	44.052	< 0.001*

* anlamlılığı gösterir ($p<0.05$)



Şekil 4.8. Farklı yöntemlerin kırılma dayanımı verilerinin grafiksel olarak gösterilmesi (%95 güven aralığında)

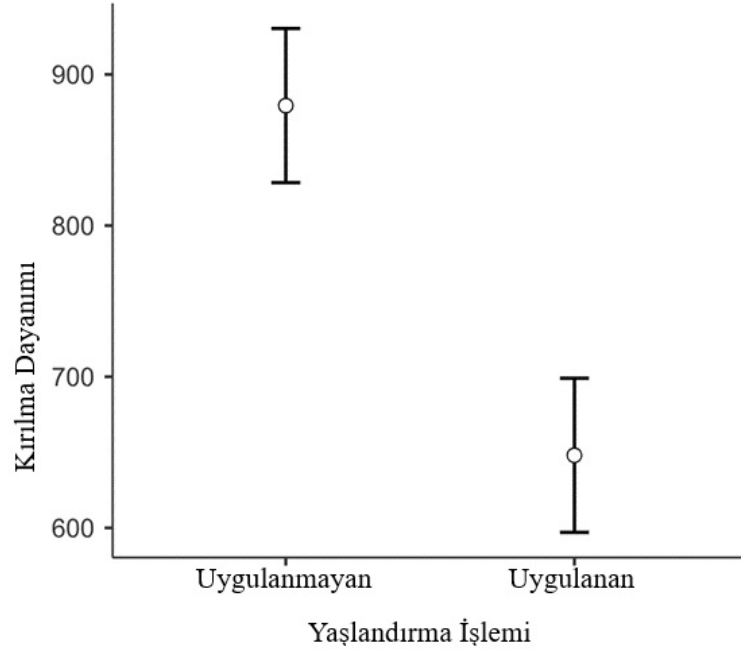
4.3.2. Kırılma Dayanımı Verilerinin Yaşlandırma İşlemine Göre Değerlendirilmesi

Yaşlandırma işlemi uygulanan sabit geçici restorasyonlardaki kırılma dayanımı verilerinin, yaşlandırma işlemi uygulanmayan sabit geçici restorasyonlara oranla anlamlı miktarda daha az olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$) (Tablo 4.8). Kırılma dayanımı verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirmesi Şekil 4.9’da gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Kırılma dayanımı verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirilmesi

Yaşlandırma İşlemi	Yaşlandırma İşlemi	Ortalamalar Arası Fark	Standart Hata	p-Değeri
Uygulanmayan	Uygulanan	231.331	35.968	< 0.001

* anlamlılığı gösterir ($p < 0.05$)



Şekil 4.9. Yaşlandırma işlemi öncesi ve sonrası kırılma dayanımı verileri (95% güven aralığında)

4.3.3. Yöntemlerin Kırılma Dayanımı Verilerinin Yaşlandırma İşlemine Göre Değerlendirilmesi

Yaşlandırma işlemi uygulanmayan eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların diğer yöntemlerle hazırlananlardan anlamlı şekilde daha yüksek kırılma dayanımı değerleri gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Eklemeli ve geleneksel yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kırılma dayanımları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.7).

Yaşlandırma işlemi uygulanan, eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlar eklemeli yöntemle hazırlananlardan anlamlı miktarda daha yüksek kırılma dayanımı değerleri göstermiştir ($p<0.05$), diğer yöntemler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.7).

Eksiltmeli ve geleneksel yöntemle hazırlanan yaşlandırma işlemi uygulanan sabit geçici restorasyonların kırılma dayanımı verilerinin uygulanmayan örneklere oranla

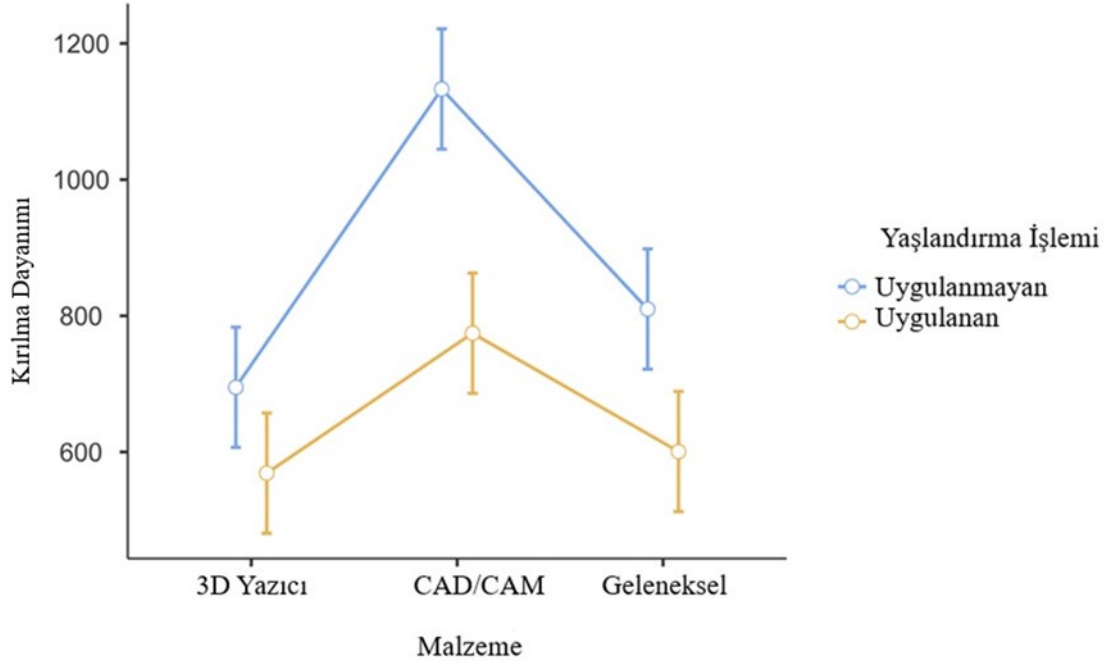
anlamli miktarda daha az olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Eklemeli yöntemle hazırlanan yaşlandırma işlemi uygulanan ve uygulanmayan sabit geçici restorasyonların kırılma dayanımı verileri arasında anlamli farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.9).

Farklı yöntemlerin yaşlandırma işlemi uygulamasına göre kırılma dayanımı verileri şekil 4.10’da gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Yöntemlerin kırılma dayanımı verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirilmesi ortalama (MPa) ve standart sapma sonuçları

Yöntem	Yaşlandırma İşlemi	
	Uygulanmayan	Uygulanan
Eklemeli	695.09 ± 53.786 ^{A,a}	568.946 ± 101.669 ^{A,a}
Eksiltmeli	1133.09 ± 275.806 ^{A,b}	774.506 ± 103.723 ^{B,b}
Geleneksel	809.95 ± 105.392 ^{A,a}	600.687 ± 72.588 ^{B,ab}

Farklı büyük harfler satır içi anlamli farklılığı, küçük harfler ise sütün içi anlamli farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.10. Yöntemlerin kırılma dayanımı verilerinin yaşlandırma işlemine göre değerlendirilmesi (%95 güven aralığında)

En fazla kırılma dayanımı (1133.09 MPa); yaşlandırma işlemi uygulanmayan eksiltmeli yöntemle hazırlanan, en az kırılma dayanımı (568.95 MPa) yaşlandırma işlemi uygulanan eklemeli yöntemle elde edilen sabit geçici restorasyonlarda saptanmıştır.

5. TARTIŞMA

Klinikte sınırlı bir süre için kullanılan sabit geçici restorasyonlar, dişler ve çevreleyen dokuların sağlığı açısından kalıcı restorasyonlar kadar önemlidir. Düzgün şekilde hazırlanmayan sabit geçici restorasyonlar, hem kesilmiş dişin yapısını hem de çevresindeki periodontal dokuların fizyolojisini bozabilir. Bu durum, sonraki daimi protetik restorasyonun başarısını olumsuz yönde etkileyebilir.^{102,103}

Çalışmalarda, genellikle ana model hazırlamak için; sert alçı, epoksi ve poliüretan rezinler kullanılmaktadır.¹⁰⁴ Epoksi ve poliüretan rezinler, yüzey detaylarını iyi bir şekilde yansıtırlar, aşınma dirençleri oldukça iyidir. Poliüretan rezinlerin, yapılarından kaynaklanan büzülme eğiliminden dolayı polimerizasyon işleminden sonra boyutsal değişim gösterme gibi önemli bir dezavantajları bulunmaktadır. Diğer malzemelerle karşılaştırıldığında bu büzülme, boyutsal doğruluğu olumsuz şekilde etkileyebilmektedir.¹⁰⁵⁻¹⁰⁹

Aşınmaya karşı alçıdan daha dirençli olan epoksi rezin, geliştirilmiş dental alçıya alternatif olarak sunulan güdük malzemesidir. Epoksi rezin ile ince detaylar iyi bir şekilde elde edilebilir ve ideal kenar uyumu sağlanabilir.^{110,111} Polieter ve ilave silikon ölçü maddesi ile uyumlu olmasına karşın, polisülfid ölçü maddeleriyle uyumu yetersizdir. Alçıdaki genleşmenin aksine, epoksi rezin güdük malzemelerinde %0.05 oranında büzülme gözlenmektedir. Ayrıca, epoksi rezin nispeten uzun sertleşme süresine sahiptir ve işlenmesi zordur.^{107,110}

Kuronların kırılma direncinin araştırıldığı çalışmalarda, farklı güdük malzemeleri ve gerçeğe yakın restorasyonlar kullanılmıştır.¹¹²⁻¹¹⁴ Yapılan çalışmalarda çekilmiş insan santral dişleri kullanılmış, ancak doğal dişlerin boyut, morfoloji, çekim sonrası saklama şekilleri ve saklama sürelerine göre farklılıklar göstermesi nedeniyle, örneklerin tam

olarak standardize edilemeyeceği belirtmişlerdir.¹¹⁵ Bu nedenle, birçok araştırmacı tarafından kırılma direncinin değerlendirilmesi amacıyla metal veya rezin güdükler kullanılmıştır. Bu şekilde tam standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak, metal veya rezinden hazırlanan güdükler dişin doğal yapısını tam olarak yansıtmamaktadır.¹¹⁵⁻

118

Bu çalışma, insan dentinine yakın elastisite modülüne (12.9 GPa) sahip¹¹⁸ olan epoksi rezin güdükler üzerinde yürütülmüştür.

Diş preparasyonunun bitim şekli, restoratif diş hekimliğinde kritik bir öneme sahiptir ve restorasyonların uzun süreli başarısını doğrudan etkilemektedir. Farklı bitim şekilleri, restorasyonun kenar ve biyolojik uyumu açısından son derece önemlidir. En yaygın olarak kullanılan bitim şekilleri arasında chamfer, bevel, shoulder ve knife-edge bulunmaktadır. Chamfer ve shoulder bitim şekilleri, kenar uyumu açısından özellikle tercih edilmektedir.²⁹ Chamfer bitim şeklinde, krunun kenar kısmında keskin bir geçiş yerine daha yuvarlak bir kenar verilerek seramik restorasyonlarda çatlama riski azaltılır ve daha iyi stres dağılımı sağlanır.¹⁸ Shoulder bitim şekli ise, düz bir kenar çizgisi sağlayarak restorasyonun kenar uyumunu iyileştirir ve özellikle metal-seramik krunlar için idealdir.²⁹

Chamfer bitim şekli, hazırlık ve uygulama sırasında dikkat ve hassasiyet gerektirir. Doğru uygulanmadığında restorasyonun oturmasında sorunlara yol açabilir. Chamfer bitim şekli, restorasyonların biyolojik uyumunu korurken, sağlam ve dayanıklı bir kenar adaptasyonu sağlar.¹¹⁹ Yukarıda sayılan nedenlerle çalışmada chamfer bitim şekli kullanılmış ve bu şeklin restorasyonların kenar uyumunu optimize ettiği gözlemlenmiştir.

Protezlerin hazırlanmasında geleneksel metodlar, kullanılan teknik ne olursa olsun, çeşitli aşamalar ve malzemelerin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Kullanılan malzemenin niteliğine ve uygulayıcının yeteneğine bağlı olarak hata olasılığı artabilir. Geleneksel yöntemin dezavantajları arasında işçilik maliyetleri de bulunmaktadır. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla, eksiltmeli üretim (CAD/CAM) yöntemleri geliştirilmiştir. Ancak, yüksek hammadde tüketimi ve freze israfı, bu sistemin maliyetlerini önemli ölçüde artırmıştır. Ayrıca, piyasa koşulları, bu teknolojiye geniş kitlelerin ekonomik olarak erişebilmesini henüz mümkün kılmamaktadır. Buna karşılık, eklemeli üretim yöntemleri ekonomik açıdan daha iyidir.^{42,120}

Stereolitografi tabanlı 3 boyutlu baskı tekniklerinin (SLA, DLP, MSLA), en iyi çözünürlüğe ve en izotropik mekanik özelliklere sahip olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Ancak, bu teknoloji daha çok geçici restorasyonlar, modeller ve prototipler gibi uygulamalarda tercih edilmektedir.¹²¹⁻¹²³

Kenar uyumu restorasyonların uzun ömürlü olması ve klinik başarısında temel belirleyici kriterlerden biridir. İyi bir kenar uyumu; dental ve periodontal dokuların bütünlüğü,¹²⁴ yapıştırma simanının ömrü ve restorasyonların kırılma dayanımı açısından son derece önemlidir.¹²⁵

Kuronun kenarındaki aralıktan ağızdaki bakteriler geçerek sekonder çürüğe sebep olur ve diş eti reaksiyonlarına zemin hazırlanır. Bakterilerin dentin tübüllerinden pulpaya doğru penetrasyonu endodontik inflamasyona sebep olabilir.¹²⁶ Günümüzde kenar aralığının ölçülerek değerlendirilmesi konusunda hala standart bir metot ve ölçüm yöntemi bulunmamaktadır. Özellikle ölçüm noktaları ile ilgili bir fikir birliğine varılamamıştır. Hassas ölçüm yapabilmek için sayısal yöntemler kullanılmalıdır. Direkt

yöntemle yapılan ölçümlerin değerlendirilmesi için en sık kullanılan alet mikroskoptur. Mikroskobun görüntüyü büyütme özelliği, hassas ölçümler yapabilmeyi sağlar.¹²⁷⁻¹³²

Çalışmada hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıkları; araştırmalarda sık kullanılan, tekrar edilebilir ve en doğru ölçümler yapılabilen tekniklerden biri olan direk yöntem kullanılarak stereomikroskopla ölçülmüştür. Sabit restorasyonların kabul edilebilir kenar aralık değerleri literatürde net olarak belirtilmemiştir. Dental kuronlar için kenar aralığının Amerikan Diş Hekimleri Birliğinin (ADA) 8 nolu spesifikasyonunda en fazla 40 µm olması gerektiği bildirilmiştir. Bu aralığa klinik olarak nadiren ulaşılabilmesine karşın, hedef değer olarak belirlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda 150 µm'den fazla olan kenar aralıklarında tükürüğün, simanın çözünmesine neden olduğu saptanmış ve klinik olarak kabul edilebilir kenar aralık değerinin 40 ile 150 mikrometre (µm) arasında olması gerektiği tespit edilmiştir.^{126,132} Kenar uyumu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde 120 µm'nin üzerindeki kenar aralığının klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde olmadığı belirlenmiştir.¹³³

Beschnidt ve Strub,¹¹⁴ kullanılan kalıp malzemesinin türünün, simantasyon ile, yaşlandırma işleminin, mikroskobun türünün ve ölçümler için kullanılan yöntemin kenar uyumunu etkilediğini ifade etmişlerdir.

McLean ve von Fraunhofer¹³³ beş yılda 1000 sabit restorasyonun kenar uyumunu değerlendirmiş ve 80 µm'den az olan kenar boşluğunun klinikte tespit edilemeyeceğini belirtmiştir.

Gavelis ve ark.¹³⁴ restorasyonların kenar uyumunu; kullanılan malzemelerin, preparasyonun şekli ile tipinin, kullanılan ölçü malzemeleri ve yöntemlerinin, laboratuvar işlemlerinin, kullanılan simanın viskozitesinin, siman ile diş dokusu ve koping arasındaki

fiziko-kimyasal bağlantının, nem, ısı, kuron ve siman tipi ile simantasyon sırasında uygulanan kuvvet gibi çok sayıda faktörün etkilediğini ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada eksiltmeli ve eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıkları arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$). Eksiltmeli ve eklemeli yöntemlerle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralık değerlerinin, geleneksel yöntemle hazırlananlardan anlamlı miktarda daha az olduğu ($p<0.001$) saptandığından H_0 hipotezi red edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçları, dijital teknolojilerin sabit geçici restorasyonların kenar adaptasyonunu iyileştirdiğini göstermiştir. Bu üstünlüğün, dijital yöntemlerin polimerizasyon büzülmesinin daha az olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.³¹

Lee ve ark.,¹³⁵ CAD/CAM frezeleme yöntemi ile 3 boyutlu baskı yöntemini kullanarak hazırladıkları sabit geçici restorasyonların kenar ve internal uyumunu değerlendirmişlerdir. Geçici restorasyonların kenar ve internal uyumunu, 3 boyutlu baskı yöntemini kullanılarak üretilen kuronlarda, CAD/CAM frezeleme yöntemine göre daha üstün bulmuşlardır. Bu nedenle, 3 boyutlu baskı yönteminin yalnızca geçici restorasyonların hazırlanmasında değil, farklı diş protezlerinin üretiminde de kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Ateş ve ark.¹³⁶ yaptıkları çalışmada, CAD/CAM kopya frezeleme ve döküm teknikleriyle hazırlanan zirkonya ve metal kuronların marjinal uyumlarını değerlendirmişlerdir. CAD/CAM ile elde edilen zirkonya ve metal kuronların, döküm yöntemiyle hazırlanan kuronlardan daha düşük kenar aralıklarına sahip olduğunu saptamışlardır. Bu bulgular, CAD/CAM teknolojisi ile, dental restorasyonlarda hassas ve uyumlu sonuçlar elde edilebileceğini göstermiştir.

Abdullah ve ark.,⁴¹ CAD/CAM ile hazırlanan sabit geçici restorasyonların geleneksel yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlardan üstün performans gösterdiğini saptamışlardır. Özellikle, CAD/CAM ile hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar uyumu, geleneksel olarak yapılan kuronlardan anlamlı bir şekilde daha iyi bulunmuştur. Örneğin, VITA CAD-Temp® kuronlarının ortalama marjinal aralığı 60.61 (± 9.99) μm iken, Protemp™4 doğrudan yapılan kuronlarının ortalama marjinal aralığı 193.07 (± 35.96) μm olarak ölçülmüştür ($P < 0.001$). Bu bulgular, CAD/CAM teknolojisinin yüksek hassasiyetle malzemeleri şekillendirme yeteneğinin bir göstergesidir.

Igret ve ark.¹³⁷ çalışmalarında, frezeleme (CAM) ve 3 boyutlu baskı (SLA) teknolojilerini kullanarak ürettikleri sabit geçici restorasyonların kenar uyumlarını karşılaştırmışlardır. Sonuçlar, frezeleme yöntemiyle hazırlanan restorasyonların, 3 boyutlu baskı ile üretilenlere oranla daha düşük ve kabul edilebilir kenar aralıklarına sahip olduğunu göstermiştir (93 μm ' ye karşılık sırasıyla 205 μm ve 316.5 μm). Bu bulgu, frezeleme yöntemiyle üretilen geçici restorasyonların klinik olarak daha uygun kenar uyum değerleri gösterdiğini ortaya koymuştur. Ancak, 3 boyutlu baskı teknolojisinin maliyetinin uygun ve malzeme israfının daha az olması gibi avantajları göz önünde bulundurulmalıdır. 3 boyutlu baskı teknolojisinin malzeme geliştirme ve üretim süreçlerindeki ilerlemelerle birlikte, gelecekte klinik uygulamalarda daha yaygın bir şekilde kullanılacağı düşünülmektedir.

Chaturvedi ve ark.¹³⁸ tarafından yapılan bir çalışmada, 3 boyutlu baskı, presleme ve frezeleme yöntemleriyle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar ve internal uyumları incelenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, 3 boyutlu baskı teknolojisi ile üretilen sabit geçici restorasyonların kenar uyumunun diğer yöntemlerden daha üstün olduğu saptanmıştır. Özellikle, 3 boyutlu baskı yöntemi ile hazırlanan kuronların kenar

aralıklarının en düşük olduğu, bu nedenle diş ile kuron arasında daha sıkı ve uyumlu bir oturma sağladığı tespit edilmiştir. Frezeleme yöntemiyle üretilen kuronlar ise, kesici uç sınırlamaları nedeniyle daha fazla uyumsuzluk göstermiştir. Bu bulgular, 3 boyutlu baskı teknolojisinin geçici restorasyonlarda tercih edilmesinin kenar uyumu açısından önemli avantajlar sağlayacağını göstermiştir.

Alharbi ve ark.¹³⁹ tarafından yapılan çalışmada, tek üye tam kuron restorasyonların kenar ve internal uyumuna, üretim yöntemi (SLA/3 boyutlu baskı, CAD/CAM frezeleme) ve bitiş çizgisi konfigürasyonlarının etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, internal ve kenar boşluklarının, hem üretim yönteminden hem de bitiş çizgisi tasarımından önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymuştur. Özellikle, 3 boyutlu baskı ile hazırlanan restorasyonların, frezelenmiş restorasyonlardan tüm ölçüm noktalarında anlamlı derecede daha az aralık gösterdiği belirlenmiştir.

Sidhom ve ark.¹⁴⁰ CAD/CAM frezeleme ve 3 boyutlu baskı teknikleriyle üretilen geçici dental protezlerin kenar uyumunda ve doğruluğunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir. Bu bulgu, her iki dijital üretim tekniğinde de klinik olarak kabul edilebilir doğruluk ve kenar uyumu elde edilebileceğini göstermiştir.

Bu çalışmada farklı yöntemlerle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıklarının SEM görüntüleri incelendiğinde; en az kenar aralık değerleri yaşlandırma işlemi uygulanmayan eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, hem CAD/CAM frezeleme hem de 3 boyutlu baskı tekniklerinin geçici dental restorasyonların üretiminde etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Mohajeri ve ark.,¹⁴¹ geleneksel hasta başı yöntemi, 3 boyutlu baskı ve frezeleme ile üretilen geçici restorasyonların kenar uyumlarını karşılaştırmışlardır. Bulgular,

geleneksel yöntem ile en düşük kenar aralıklarının elde edildiğini, bunu sırasıyla frezeleme ve 3 boyutlu baskının takip ettiğini göstermiştir. 3 boyutlu baskı ile üretilen geçici restorasyonların kenar uyumunu, kullanılan yazıcının türü, reçinenin tipi, cihazın kalibrasyonu ve ortamın nemi ve sıcaklığı gibi faktörlerin etkilediği belirtmişlerdir. Benzer şekilde, frezeleme yönteminde kullanılan frezlerin hareket aralığı ve boyutu gibi sınırlamalar, restorasyonların doğruluğunu etkileyebilmektedir. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında, Mohajeri ve ark.¹⁴¹'nin çalışması, geleneksel yöntemle üretilen geçici restorasyonların en yüksek uyuma sahip olmakla birlikte, tüm yöntemlerde klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde değerler elde edilmiştir. Bu sonuçlar, geçici restorasyonların üretiminde farklı yöntemlerin avantaj ve dezavantajlarının dikkatlice değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada en az kenar aralık değerleri (54.67 μm) eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda saptanmış, bunu eklemeli yöntemle (61.00 μm) hazırlanan sabit geçici restorasyonlar takip etmiş, en fazla kenar aralık değerleri (81.96 μm) geleneksel yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda saptanmıştır.

Yaşlandırma işlemi, restoratif malzemelerin uzun süreli performansını değerlendirmek açısından kritik bir öneme sahiptir. Diş hekimliğinde kullanılan malzemelerin klinik ortamda maruz kalacağı termal, mekanik ve kimyasal stresleri simüle eden bu işlem, malzemelerin dayanıklılığının ve stabilitesinin anlaşılmasına yardımcı olur.¹⁴²

Blum ve ark.¹⁴³ farklı bitim çizgisine sahip sabit geçici restorasyonlara 2500 defa soğuk ve sıcak ısıl döngü işlemi tatbik etmişlerdir. Hem sıcak hem de soğuk ısıl döngü işleminde gözle görülür değişiklikler oluştuğunu, sıcak ısıl döngünün soğuk ısıl döngüden daha belirgin bir şekilde kuronlarda kenar bozulmasına neden olduğunu saptamışlardır.

Bu çalışmada yaşlandırma işlemi 5°C ve 55°C sıcaklıkta iki adet distile su haznesi olan ve bu hazneler arasında örnekleri taşıyacak hareketli bir düzeneği bulunancihazda 5000 defa uygulanmıştır. Yaşlandırma işleminden sonra eksiltmeli ve eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralığında istatistiksel olarak fark gözlenmezken, geleneksel yöntem ile hazırlananlarda anlamlı fark belirlenmiştir. Çalışmada, en fazla kenar aralık değerleri (135.07 μm) yaşlandırma işlemi uygulanan geleneksel yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda gözlenirken, en az kenar aralık değerleri (54.67 μm) yaşlandırma işlemi uygulanmayan eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda tespit edilmiştir. Çalışmada eklemeli yöntem ile hazırlanan yaşlandırma işlemi uygulanan ve uygulanmayan sabit geçici restorasyonların kenar aralık değerlerinde anlamlı bir farklılık elde edilmemiş, geleneksel ve eksiltmeli yöntemle hazırlanıp yaşlandırma işlemi uygulanan sabit geçici restorasyonların kenar aralık değerlerinin uygulanmayanlara oranla anlamlı miktarda daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Hung ve ark.¹⁴⁴ yaptıkları *in vitro* çalışmada, PMMA'dan hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar uyumuna eş zamanlı olarak uyguladıkları oklüzal yükleme ve yaşlandırma işleminin etkisini incelemişlerdir. Tedaviden sonra her iki grup için de kenar aralık değerlerinde artış gözlemlemişlerdir. Chamfer bitiş çizgisine sahip sabit geçici restorasyonların shoulder bitiş çizgisine sahip geçici restorasyonlardan çok daha büyük bir kenar aralığı gösterdiğini belirlemişlerdir. Chamfer bitiş çizgisine sahip örneklerde kenar aralık boyutu 80 μm ile 512.5 μm arasında değişirken, shoulder bitiş çizgisine sahip örneklerde 0 ile 107.5 μm arasında değişiklik göstermiştir.

Ehrenberg ve ark.¹⁴⁵ iki farklı geçici restoratif malzemenin kenar aralığındaki değişikliğe su absorpsiyonu ve yaşlandırma işleminin etkisini incelemişler, yaşlandırma

işleminin hem Bis-akril kompozit rezin, hem de polimetil metakrilat kopolimerinden hazırlanan örneklerde kenar aralığını önemli ölçüde değiştirdiğini saptamışlardır.

Peng ve ark.¹⁴⁶ ideal olarak, geçici restorasyonların fonksiyonu ve estetiği geri kazandırabilmeleri için oklüzal kuvvet değişimlerine ve farklı ağız koşullarına dayanabilmelerinin gerektiğini belirtmişlerdir.

Reeponmaha ve ark.¹⁴⁷ farklı malzeme ve teknikler kullanarak hazırladıkları sabit geçici restorasyonların kırılma dayanımını ve kırılma tiplerini incelemişlerdir. CAD/CAM ile hazırladıkları sabit geçici restorasyonların diğerlerinden önemli ölçüde daha yüksek kırılma dayanımı değerleri gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Abdullah ve ark.⁴¹ üst birinci premolar diş üzerinde CAD/CAM ile hazırladıkları sabit geçici restorasyonların kenar aralığı, iç uyum ve kırılma dayanımlarını direk teknikle elde ettikleri sabit geçici restorasyonlar (Protemp 4) ile karşılaştırmışlardır. CAD/CAM ile hazırlanan sabit geçici restorasyonların direk teknik ile üretilen geçici kuronlardan daha üstün uyum ve daha iyi dayanıklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada epoksi rezin güdükler üzerinde eksiltmeli, eklemeli ve geleneksel yöntem ile geçici kuronlar hazırlanmıştır. Eksiltmeli yöntem ile hazırlanan geçici kuronların geleneksel olarak hazırlananlardan daha iyi kenar uyumu ve daha fazla dayanıklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Üç boyutlu baskı yönteminde malzemeler katman katman üretilir; bu nedenle katmanlar arasında kimyasal bir bağ bulunur.¹⁴⁸ Üretim tekniği, 3 boyutlu baskılı reçinelerin mekanik özelliklerini etkiler.^{148,149} Araştırmacılar, baskı sırasında yönelimin mekanik özellikleri etkilediğini bildirmişlerdir. Dikey yapılandırma, katmanların yük uygulama yönüne dik olacak şekilde yerleştirilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, bu malzemeler yatay yönelimde basılanlara göre (katman yerleştirilmesi yük yönüne paralel

olduğunda) daha üstün mekanik özellikler sergiler. Baskı sürecindeki katman kalınlığı da bu malzemelerin mekanik özelliklerini etkiler.

Geleneksel geçici rezinlerde, elle veya otomatik karıştırma üniteleri kullanılarak karıştırma işlemi gerçekleştirildiğinden, hava kabarcıkları ve gözenekler oluşma olasılığı yüksektir, bu durum zayıf mekanik özelliklerin nedeni olabilir.^{147,150} Bazı çalışmalarda 3 boyutlu baskılı reçineler ile hazırlanan restorasyonların daha zayıf mekanik özellikler sergilediği belirlenmiş, bu duruma üretim ve son kütleme işlemleri sırasında numunelerin büzülmesinin sebep olduğu düşünülmüştür.^{148,151,152}

Othman ve ark.¹⁵³ CAD/CAM ile hazırlanan diş restorasyonlarının mekanik performanslarını değerlendirmişler ve literatürdeki diğer çalışmalarla uyumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Özellikle, frezelenmiş geçici molar kuronların, 3 boyutlu baskılı molar kuronlara oranla daha yüksek kırılma dayanımı gösterdiklerini belirtmişlerdir ($p<0.001$). Ancak kesici dişlerde frezelenmiş ve 3 boyutlu baskılı kuronlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır ($p=0.084$).

Suralik ve ark.,¹⁵⁰ sabit geçici restorasyonlarda kullanılan üç farklı üretim tekniğini (kendiliğinden sertleşen PMMA, CAD-CAM ile frezelenmiş PMMA ve 3 boyutlu yazıcı reçinesi) karşılaştırmışlardır. 3 boyutlu yazıcıyla hazırlanan reçinenin kırılma dayanımının hem kendiliğinden sertleşen, hem de frezelenmiş PMMA' dan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu saptamışlardır. Bu sonuç, 3 boyutlu yazıcı ile kullanılan reçinenin daha yüksek esneklik dayanımına sahip olması nedeniyle basınç uygulandığında daha fazla kuvvet emebilmesine bağlanmıştır.

Digholkar ve ark.,¹⁵¹ sabit geçici restoratif malzemelerin kırılma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, CAD-CAM yöntemiyle üretilen PMMA örneklerin en yüksek (104.2 MPa), hızlı prototipleme (RP) yöntemiyle üretilen kompozit rezin

örneklerin ise daha düşük (79.54 MPa) değerler gösterdiklerini belirlemişlerdir. Bu bulgular, CAD-CAM yöntemiyle üretilen malzemelerin daha yüksek kırılma dayanımına sahip olduğunu ve uzun süreli geçici restorasyonlarda daha dayanıklı bir seçenek olabileceğini göstermiştir.

Mohamed ve ark.¹⁵⁴ yaptıkları bir çalışmada, farklı ortamlar içinde 3 boyutlu yazıcı ve CAD/CAM tekniklerini kullanarak hazırladıkları sabit geçici restorasyonların kırılma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Yaşlandırma yöntemi olarak numuneleri yapay tükürük, çay ve karbonatlı portakal suyu gibi farklı çözeltilerde yedi gün boyunca bekletmişlerdir. Kontrol grubu olarak kullandıkları CAD/CAM tekniğiyle üretilen sabit geçici restorasyonların, 3 boyutlu yazıcıyla hazırlananlardan daha yüksek kırılma direncine sahip olduklarını saptamışlardır. CAD/CAM ile hazırlanan örneklerin, 3 boyutlu yazıcı ile hazırlanan örneklerden özellikle çay ve karbonatlı portakal suyu gibi ortamlarda, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek kırılma direnci değerleri gösterdikleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada, en fazla kırılma dayanımı (1133.09 MPa) eksiltmeli yöntemle hazırlanan, en az (695.09 MPa) eklemeli yöntemle elde edilen sabit geçici restorasyonlarda belirlenmiştir. Bu sonuçlar, 3 boyutlu yazıcı ile üretilen malzemelerin katmanlar halinde üretilmesine ve bu katmanlar arasına su sızmasının, polimer zincirlerinde hareketlenmeye neden olmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca, CAD/CAM tekniğiyle üretilen malzemelerin, yüksek sıcaklık ve basınç altında polimerize edilmesi nedeniyle daha kompakt yapıya ve yüksek polimerizasyon oranına sahip olması, bu malzemelerin daha yüksek kırılma direncine katkıda bulunmuş olabilir.

Reymus ve ark.¹⁵⁵ 3 boyutlu yazıcı, CAD/CAM ve geleneksel yöntemle hazırlanan sabit protezlerin kırılma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Araştırmada,

malzeme türü, baskı yönü, sertleştirme işlemleri ve yapay yaşlandırmanın kırılma direncine olan etkileri incelenmiştir. Yapay yaşlandırma, malzemelerin 21 gün boyunca 37 °C’de su içinde bekletilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Özellikle doğru polimerizasyon yöntemleri uygulanmadığında 3 boyutlu yazıcı ile hazırlanan protezlerin, geleneksel ve CAD/CAM ile elde edilen protezlerden mekanik dayanıklılıklarının daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle, baskı yönü ve sonrası sertleştirme işlemlerinin, 3 boyutlu yazıcıyla üretilen protezlerin kırılma direnci üzerinde önemli etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada, yapay yaşlandırma işleminden sonra, 3 boyutlu yazıcıyla hazırlanan örneklerin kırılma direncinde belirgin bir düşme gözlenmiştir, bu sonuç bu tür protezlerin klinik kullanımını sınırlayabilir.

Keßler ve ark.¹⁵⁶ yaptıkları çalışmada, diş hekimliğinde 3 boyutlu teknolojinin geçici restorasyonların üretiminde kullanımını ve bu teknolojinin avantajları ile sınırlamalarını incelemişlerdir. 3 boyutlu yazıcı ile üretilen malzemelerin baskı yönüne bağlı olarak mekanik özelliklerinde önemli farklılıklar oluştuğunu ortaya koymuşlardır. Örneğin, 3Delta temp malzemesinde baskı yönü, kırılma direnci üzerinde büyük bir etkiye sahipken, yaşlandırma süreci tüm malzemelerde mekanik özelliklerde genel bir düşüşe neden olmuştur. Yaşlandırma süreci, numunelerin 37°C’de distile suda 24 saat bekletilmesi ve ardından termal döngü yapılmasını içermektedir. Termal döngü işlemi, numunelerin 5°C ile 55°C arasında 10.000 döngü boyunca test edilmesi şeklinde yapılmıştır. Bu yaşlandırma protokolü, klinik ortamda bir yıllık kullanımı simüle etmektedir. Bu sonuçlar, geçici restorasyonların tasarımı ve üretiminde baskı yönünün dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, malzeme seçiminin, özellikle yüksek dolgu içeriğine sahip reçinelerin tercih edilmesinin, restorasyonların dayanıklılığını artırabileceği görülmüştür. Bu bağlamda, 3 boyutlu baskı teknolojilerinin

diş hekimliğinde uygulanabilirliğini artırmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Yao ve ark.¹⁵⁷ prepare ettikleri üst birinci premolar diş üzerinde geleneksel Bis-akril kompozit rezin (Protemp 4 ve Structur 2) ve CAD/CAM (Teilo CAD ve VITA CAD-Temp) kullanarak hazırladıkları geçici kuronların eğilme mukavemetini ve kenar uyumunu araştırdıkları çalışmalarında, simante ettikten 24 saat sonra, geçici kuronların kenar uyumlarını stereomikroskop altında ölçmüşlerdir. Daha sonra geçici kuronları 5000 defa (5°C ve 55°C) yaşlandırma işlemine tabi tutmuş ve kenar aralığındaki farklılıkları yeniden incelemişlerdir. Bis-akril kompozit rezinden hazırlanan geçici kuronların kenar aralığının hem yaşlandırma işleminden önce hem de sonra CAD/CAM ile hazırlanan geçici kuronlardan daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Yaşlandırma işleminden sonra, Bis-akril kompozit rezin geçici kuronların kenar aralığında fazla fark oluşurken, CAD/CAM ile hazırlanan kuronların kenar aralık değerlerinin ise fazla değişmediğini gözlemlemişlerdir. Yaşlandırma işleminden sonra eğilme mukavemeti önemli ölçüde azalmıştır.

Bu çalışmada geleneksel ve eklemeli yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmezken, eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonların bunlardan anlamlı şekilde daha fazla kırılma dayanımı değerleri gösterdiği saptandığından çalışmanın H1 hipotezi red edilmiştir. Bu sonuçlar, eksiltmeli ve eklemeli yöntemlerin yüksek derecede hassasiyet ve tekrarlanabilirlik sağlayan dijital işlem kapasitelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tüfekçi¹⁵⁸ yaptığı tez çalışmasında farklı geçici restoratif materyallerden hazırladığı kuronların kenar uyumu ve kırılma dirençleri üzerine yaşlandırma işleminin etkisini değerlendirmiş, CAD/CAM ile hazırlanan geçici kuronların kenar uyumu ve

kırılma dirençlerinin geleneksel yöntemle hazırlananlardan daha iyi olduğunu tespit etmiştir. Yaşlandırma işleminin ise kenar uyumunu ve kırılma direncini olumsuz etkilediğini saptamıştır.

Dureja ve ark.,⁴² CAD/CAM ile hazırlanan geçici kuronların kenar uyumunun ve eğilme mukavemetinin, Bis-akril kompozit rezin esaslı malzemelerden hazırlananlardan daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, en fazla kırılma dayanım değerleri (1133.09 MPa) yaşlandırma işlemi uygulanmayan eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda gözlenirken, en az kırılma dayanım değerleri (568.95 MPa) yaşlandırma işlemi uygulanan eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda tespit edilmiştir.

Dijital yöntemlerin, geleneksel yöntemlere göre birçok üstünlükleri vardır. CAD/CAM ve 3 boyutlu yazıcılar ile, restorasyonlar daha hızlı, daha hassas ve daha tutarlı bir şekilde üretilebilir. Bu teknolojiler, yüksek hassasiyetli tarama ve modelleme ile başlayan ve bilgisayar kontrollü üretimle devam eden bir süreç sunar. Bu sayede, restorasyonların kenar uyumu ve yüzey kalitesi mükemmel bir şekilde sağlanabilir. Ayrıca, dijital yöntemlerle hazırlanan restorasyonlar, tekrarlanabilirlik ve standardizasyon açısından büyük avantaj sağlar. Geleneksel yöntemlerde insan hatası ve malzeme değişkenliği gibi faktörler, sonucu etkileyebilirken, dijital yöntemler ile bu tür olumsuzluklar minimize edilir. Klinik ortamda daha kısa sürede yüksek kaliteli restorasyonlar hazırlamak, hasta memnuniyetini artırır ve tedavi sürecini hızlandırır. Bu nedenle, dijital teknolojilerin kullanımı, modern diş hekimliğinde giderek daha fazla tercih edilmekte ve geleneksel yöntemlere göre belirgin üstünlükler sunmaktadır.

Yapılan çalışmanın sınırlamaları; *in vitro* olması, hastadan kaynaklanabilecek durumların çalışma ortamına tam olarak yansıtılamaması, yaşılandırma işleminin ağız ortamını tam olarak taklit edememesi ve tek üye restorasyonlarda yürütölmesidir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geleneksel, eksiltmeli (CAD/CAM) ve eklemeli (3 boyutlu yazıcı) yöntemlerle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıkları ve kırılma dayanımlarının incelendiği bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Kenar aralığı açısından, eksiltmeli ve eklemeli yöntem ile hazırlanan sabit geçici restorasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

2. Eksiltmeli ve eklemeli yöntem ile hazırlanan sabit geçici restorasyonların kenar aralıklarının, geleneksel yöntemle hazırlananlardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı olduğu belirlenmiştir.

3. Yaşlandırma işlemi uygulanan sabit geçici restorasyonların kenar aralık değerlerinin yaşlandırma işlemi uygulanmayan örneklerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı olduğu belirlenmiştir.

4. Bu çalışmada, en fazla kenar aralık değerleri (135.07 μm) yaşlandırma işlemi uygulanan geleneksel yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda gözlenirken, en az kenar aralık değerleri (54.67 μm) yaşlandırma işlemi uygulanmayan eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda saptanmıştır.

5. Kırılma dayanımı açısından; eklemeli ve geleneksel yöntemlerle hazırlanan sabit geçici restorasyonlar arasında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, bu iki yöntemle hazırlanan restorasyonların, eksiltmeli yöntemle hazırlananlardan daha düşük kırılma dayanımı gösterdiği belirlenmiştir.

6. Yaşlandırma işlemi sonrası, eksiltmeli ve geleneksel yöntemlerle hazırlanan sabit geçici restorasyonların kırılma dayanımı değerlerinde anlamlı şekilde bir azalma

gözlenirken, eklemeli yöntem ile hazırlanan restorasyonlarda anlamlı farklılık görülmemiştir.

7. En fazla kırılma dayanım değerleri (1133.09 MPa) yaşlandırma işlemi uygulanmayan eksiltmeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda gözlenirken, en az kırılma dayanım değerleri (568.95 MPa) yaşlandırma işlemi uygulanan eklemeli yöntemle hazırlanan sabit geçici restorasyonlarda tespit edilmiştir.

Bu bulgular ışığında, sabit geçici restorasyonların uzun süreli kullanımı gereken vakalarda, CAD/CAM teknolojisi tercih edilebilir. Bu teknolojiyle hazırlanan sabit geçici restorasyonlar ile yüksek kırılma dayanımı ve iyi kenar aralığı elde edilerek klinik performans ve hasta memnuniyeti artırılabilir. Ayrıca üç boyutlu yazıcılar ile daha az malzeme israfı yapılarak çevre dostu ve klinik olarak kabul edilebilir restorasyonlar hazırlanabilir.

Yapılacak araştırmalarda, farklı malzemelerin sabit geçici restorasyonların performansına etkisi daha detaylı bir şekilde incelenmelidir. 3 boyutlu yazıcılar için geliştirilen rezin malzemelerin dayanıklılığı ve biyouyumluluğu ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Özellikle, laboratuvar ortamında elde edilen bulguların klinik uygulamalarla uyumluluğunu değerlendirmek amacıyla uzun süreli klinik takip çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Ferro KJ, Morgano SM, Driscoll CF, Freilich MA, Guckes AD, Knoernschild KL, McGarry TJ, Twain M. The Glossary of Prosthodontic Terms, 2017.
2. Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS, Ferracane JL, Bertassoni LE. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. Dent Mater J, 2018;34:192-200.
3. Patras M, Naka O, Doukoudakis S, Pissiotis A. Management of provisional restorations' deficiencies: a literature review. J Est Rest Dent, 2012;24:26-38.
4. Perry RD, Magnuson B. provisional materials: Key components of interim fixed restorations. compendium of continuing education in dentistry. Conpend Contin Educ Dent, 2012;33:59-60.
5. Strassler HE. Fixed Prosthodontics Provisional Materials: Making The Right Delection. Compend Contin Educ Dent, 2013;34:22-30.
6. Sulaiman TA. Materials in digital dentistry-A review. J Esthet Rest Dent, 2020;32:171-181.
7. Schweiger J, Edelhoff D, Güth JF. 3D printing in digital prosthetic dentistry: An overview of recent developments in additive manufacturing. J Clin Med, 2021;10:2010.
8. Watanabe H, Fellows C, An H. Digital Technologies for Restorative Dentistry. Dent Clin North Am, 2022;66:567-590.
9. Burke FT, Murray MC, Shortall AC. Trends in Indirect Dentistry: 6. Provisional Restorations, More Than Just a Temporary. Dent Update, 2005; 32:443-452.
10. Luthardt RG, Stöbel M, Hinz M, Vollandt R. Clinical Performance and Periodontal Outcome of Temporary Crowns and Fixed Partial Dentures: A Randomized Clinical Trial. J Prosthet Dent, 2000;83:32-39.
11. Gratton DG, Aquilino SA. Interim restorations. Dent Clin North Am. 2004;48:487-497.
12. Baldissara P, Comin G, Martone F, Scotti R. Comparative Study of The Marginal Microleakage of Six Cements in Fixed Provisional Crowns. J Prosthet Dent, 1998;80:417-422.
13. Federick DR. The Provisional Fixed Partial Denture. J Prosthet Dent, 1975; 34:520-526.

14. Krug RS. Temporary Resin Crowns and Bridges. Dent Clin North Am, 1975; 19:313-320.
15. Burns DR, Beck DA, Nelson SK. 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, 2003;90:474-497.
16. Osman Y, Owen C. Flexural Strength of Provisional Restorative Materials. J Prosthet Dent, 1993;70:94-96.
17. Bağış B, Basmacı DFÇ, Ustaömer DS, Buğra Ö. Sabit Geçici Restorasyonlar. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2006;2006:42-49.
18. Rosenstiel SF LM FJ. Contemporary Fixed Prosthodontics, 5 th ed., 2016.
19. Roberts DB. Flexible Casts Used in Making Indirect Interim Restorations. J Prosthet Dent, 1992;68:372-374.
20. Hensten-Pettersen A, Helgeland K. Sensitivity of Different Human Cell Line in the Biologic Evaluation of Dental Resin-based Restorative Materials. Scand J Dent Res, 1981;89:102-107.
21. Munksgaard EC. Toxicology versus Allergy in Restorative Dentistry. Adv Dent Res, 1992;6:17-21.
22. Dahl BL. Tissue Hypersensitivity to Dental Materials. J Oral Rehabil, 1978; 5:117-120.
23. Weaver RE, Goebel WM. Reactions to Acrylic Resin Dental Prostheses. J Prosthet Dent, 1980;43:138-142.
24. Giunta J, Zablotzky N. Allergic Stomatitis Caused by Self-polymerizing Resin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1976;41:631-637.
25. Crispin BJ, Watson JF, Caputo AA. The Marginal Accuracy of Treatment Restorations: a Comparative Analysis. J Prosthet Dent, 1980;44:283-290.
26. Monday JJ, Blais D. Marginal Adaptation of Provisional Acrylic Resin Crowns. J Prosthet Dent, 1985;54:194-197.
27. Zaimoglu A, Can G. Sabit Protezler. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara; 2004:p.35-231.
28. Christensen GJ. The Fastest and Best Provisional Restorations. J Am Dent Assoc, 2003;134:637-639.
29. Shillingburg HT, Hobo, S., Whitsett, L. ve ark. Fundamentals of Fixed Prosthodontics, ed. Chicago, Quintessence Publishing Co, Inc., 2012.

30. Yeşil Duymuş Z, Fındık Aydın S. Geçici Restoratif Materyallere Güncel Bakış. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, 2022;p.6-11.
31. Fasbinder DJ. Digital Dentistry: Innovation for Restorative Treatment. Compendium of Continuing Education in Dentistry. 2010;31 Spec No 4:2-11; quiz 12.
32. Zandparsa R. Digital Imaging and Fabrication. Dent Clin North Am, 2014; 58:135-158.
33. Van Noort R. The Future of Dental Devices is Digital. Dent Mater J, 2012;28:3-12
34. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital Dentistry: an Overview of Recent Developments for CAD/CAM Generated Restorations. Br Dent J, 2008; 204:505-511.
35. Susic I, Travar M, Susic M. The Application of CAD CAM Technology in Dentistry. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017; 200:012020.
36. Mörmann WH, Brandestini M, Lutz F, Barbakow F. Chairside Computer-Aided Direct Ceramic Inlays. Quintessence Int, 1989;20:329-339.
37. Karaalioğlu OF, Yeşil Duymuş Z. Diş Hekimliğinde Uygulanan CAD/CAM Sistemleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg, 2008;2008:25-32.
38. Liu PR. A Panorama of Dental CAD/CAM Restorative Systems. Compendium of Continuing Education in Dentistry, 2005;26:507-508, 510, 512 passim; quiz 517, 527.
39. Birnbaum N, Aaronson H, Stephens C, Cohen B. 3D Digital Scanners: A High-Tech Approach to More Accurate Dental Impressions. Inside Dentistry, 2009;p.5.
40. Davidowitz G, Kotick PG. The Use of CAD/CAM in Dentistry. Dent Clin North Am, 2011;55:559-570.
41. Abdullah AO, Tsitrou EA, Pollington S. Comparative In Vitro Evaluation of CAD/CAM vs Conventional Provisional Crowns. J Appl Oral Sci, 2016; 24:258-263.
42. Dureja I, Yadav B, Malhotra P, Dabas N, Bhargava A, Pahwa R. 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, 2018;18:314-320.

43. Thompson GA, Luo Q. Contribution of Postpolymerization Conditioning and Storage Environments to the Mechanical Properties of Three Interim Restorative Materials. *J Prosthet Dent*, 2014;112:638-648.
44. International A. ASTM committee F42 on additive manufacturing technologies. ASTM International West conshohocken, PA, USA. 2012.
45. Revilla-León M, Meyers MJ, Zandinejad A, Özcan M. A Review on Chemical Composition, Mechanical Properties, and Manufacturing Work Flow of Additively Manufactured Current Polymers for Interim Dental Restorations. *J Esthet Restor Dent*, 2019;31:51-57.
46. Revilla-León M, Özcan M. Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. *J Prosthodont*, 2019;28:146-158.
47. Azari A, Nikzad S. The Evolution of Rapid Prototyping in Dentistry: A Review. *Rapid Prototyp J*, 2009;15:216-225.
48. Bártolo PJ. Stereolithography: materials, processes and applications. In: Springer Science & Business Media; 2011.
49. Zaharia C, Gabor A-G, Gavrilovici A, Stan AT, Idorasi L, Sinescu C, Negruțiu M-L. Digital Dentistry-3D Printing Applications. *J Interdiscip Med*, 2017; 2:50-53.
50. Berman B. 3-D printing: The New Industrial Revolution. *Business Horizons*. 2012;55:155-162.
51. Davidoff SR. Heat-processed Acrylic Resin Provisional Restorations: an in-office Procedure. *J Prosthet Dent*, 1982;48:673-675.
52. Dayan SÇ. Akrilik ve Kompozit Esaslı Geçici Kuron ve Köprü Materyallerinin Aşınma, Bükülme Direnci ve Sertlik Özelliklerinin In Vitro Olarak Karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2013.
53. King CJ, Young FA, Cleveland JL. Polycarbonate Resin and Its Use in the Matrix Technique for Temporary Coverage. *J Prosthet Dent*, 1973;30:789-794.
54. Lui JL, Setcos JC, Phillips RW. Temporary Restorations: a review. *Oper Dent*, 1986;11:103-110.
55. Vahidi F. The Provisional Restoration. *Dent Clin North Am*, 1987;31:363-381.
56. Christensen GJ. Tooth Preparation and Pulp Degeneration. *J Am Dent Assoc*, 1997;128:353-354.

57. Hazelton LR, Nicholls JJ, Brudvik JS, Daly CH. Influence of Reinforcement Design on the Loss of Marginal Seal of Provisional Fixed Partial Dentures. *The International J Prosthodont*, 1995;8:572-579.
58. Gegauff AG, Wilkerson JJ. Fracture Toughness Testing of Visible Light- and Chemical-initiated Provisional Restoration Resins. *Int J Prosthodont*, 1995; 8:62-68.
59. Skurow HM, Nevins M. The Rationale of the Preperiodontal Provisional Biologic Trial Restoration. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 1988;8:8-29.
60. Christensen GJ. Provisional Restorations for Fixed Prosthodontics. *J Am Dent Assoc*, 1996;127:249-252.
61. Kenneth GB, Thomas KB. Use of a Flexible Cast for the Indirect Fabrication of Provisional Restorations. *J Prosthet Dent*, 1999;82:90-93.
62. Redtenbacher J. Ueber die Zerlegungsprodukte des Glyceryloxydes Durch Trockene Destillation. *Justus Liebigs Annalen der Chemie*, 2006, 47:113-148.
63. Field J, Wassell R. Provisional Restorations (Part 1). *Br Dent J*, 2023; 234:805-809.
64. Moulding MB, Teplitsky PE. Intrapulpal Temperature During Direct Fabrication of Provisional Restorations. *International J Prosthodont*, 1990; 3:299-304.
65. Abdulmohsen B, Parker S, Braden M, Patel MP. A study to Investigate and Compare the Physicomechanical Properties of Experimental and Commercial Temporary Crown and Bridge Materials. *Dent Mater J*, 2016;32:200-210.
66. Ali U, Abd Karim KJ, Buang N. A Review of the Properties and Applications of Poly (Methyl Methacrylate) (PMMA). *Polymer Reviews*, 2015;55:1-28.
67. Zafar MS. Prosthodontic Applications of Polymethyl Methacrylate (PMMA): An Update. *Polymers (Basel)*, 2020;12:2299.
68. Kenneth J. Anusavice CS, H. Ralph Rawls. *Phillips' Science of Dental Materials*, ed., Elsevier Health Sciences, 2012.
69. Kaiser DA, Cavazos E, Jr. Temporization Techniques in Fixed Prosthodontics. *Dent Clin North Am*, 1985;29:403-412.
70. Capp NJ. The Diagnostic Use of Provisional Restorations. *Restorative Dent*, 1985; 1:92, 94-98.
71. Driscoll CF, Woolsey G, Ferguson WM. Comparison of Exothermic Release During Polymerization of Four Materials Used to Fabricate Interim Restorations. *J Prosthet Dent*, 1991; 65:504-506.

72. Anusavice, Kenneth J, Chiayi Shen and H. Ralph Rawls, Phillips RW. Skinner's Science of Dental Materials 9th ed., Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1999: p.177-215
73. Emtiaz S, Tarnow DP. Processed Acrylic Resin Provisional Restoration with Lingual Cast Metal Framework. J Prosthet Dent, 1998;79:484-488.
74. Prestipino V. Visible Light Cured Resins: a Technique for Provisional Fixed Restorations. Quintessence Int, 1989;20:241-248.
75. Ireland MF, Dixon DL, Breeding LC, Ramp MH. In vitro Mechanical Property Comparison of Four Resins Used for Fabrication of Provisional Fixed Restorations. J Prosthet Dent, 1998;80:158-162.
76. Passon C, Goldfogel M. Direct Technique for the Fabrication of a Visible Light-Curing Resin Provisional Restoration. Quintessence Int, 1990;21:699-703.
77. Khan Z, Razavi R, von Fraunhofer JA. The Physical Properties of a Visible Light-cured Temporary Fixed Partial Denture Material. J Prosthet Dent, 1988; 60:543-545.
78. Burduloğlu HD, Çeşitli Geçici Kron Materyallerinin Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin In-Vitro Karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, 2015.
79. Karaokutan I, Sayin G, Kara O. In vitro Study of Fracture Strength of Provisional Crown Materials. J Adv Prosthodont, 2015;7:27-31.
80. Stawarczyk B, Beuer F, Wimmer T, Jahn D ve ark. Polyetheretherketone-a Suitable Material for Fixed Dental Prostheses? J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2013;101:1209-1216.
81. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in Measurement of Marginal Fit. J Prosthet Dent, 1989;62:405-408.
82. Toman M, Toksavul S, Artunc C, Türkün M ve ark., Influence of Luting Agent on the Microleakage of All-ceramic Crowns. J Adhes Dent, 2007;9:39-47.
83. Abbate MF, Tjan AH, Fox WM. Comparison of the Marginal Fit of Various Ceramic Crown Systems. J Prosthet Dent, 1989;61:527-531.
84. Groten M, Axmann D, Pröbster L, Weber H. Determination of the Minimum Number of Marginal Gap Measurements Required for Practical In vitro Testing. J Prosthet Dent, 2000;83:40-49.
85. Shillingburg HT. Whitesett LD HS. Fundamentals of Fixed Prosthodontics., 3th ed quintessence publishing Co. th ed., 1997:p.143-168.

86. Geis-Gerstorfer J. In vitro Corrosion Measurements of Dental Alloys. *J Dent*, 1994;22:247-251.
87. Gale M, Darvell B. Thermal Cycling Procedures for Laboratory Testing of Dental Restorations. *J Dent*, 1999;27:89-99.
88. Versluis A, Douglas WH, Sakaguchi RL. Thermal Expansion Coefficient of Dental Composites Measured with Strain Gauges. *Dent Mater J*, 1996; 12:290-294.
89. McInnes P, Dickinson G. The Effect of Thermocycling in Microleakage Analysis. *Dent Mater J*, 1992;8:181-184.
90. Papacchini F, Toledano M, Monticelli F, ve ark. Hydrolytic Stability of Composite Repair Bond. *Eur J Oral Sci*, 2007;115:417-424.
91. Hekimoğlu C, Anıl N, Etikan I. Effect of Accelerated Aging on the Color Stability of Cemented Laminate Veneers. *Int J Prosthodont*, 2000;13:29-33.
92. Çal E, Güneri P, Bıçakçı A. Diş Hekimliğindeki Estetik İkilem: Diş Rengi. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2005;26:117-125.
93. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo Degradation of Resin-dentin Bonds in Humans Over 1 to 3 years. *J Dent Res*, 2000;79:1385-1391.
94. Lughi V, Sergo V. Low Temperature Degradation-aging-of zirconia: A Critical Review of the Relevant Aspects in Dentistry. *Dental Materials*, 2010; 26:807-820.
95. Deville S, Gremillard L, Chevalier J, Fantozzi G. A Critical Comparison of Methods for the Determination of the Aging Sensitivity in Biomedical Grade Yttria-stabilized Zirconia. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 2005;72:239-245.
96. Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Biaxial Flexural Strength, Elastic Moduli, and X-ray Diffraction Characterization of Three Pressable All-ceramic Materials. *J Prosthet Dent*, 2003;89:374-380.
97. Yilmaz H, Nemli SK, Aydın C, Bal BT, Tıraş T. Effect of Fatigue on Biaxial Flexural strength of Bilayered Porcelain/Zirconia (Y-TZP) Dental Ceramics. *Dent Mater*, 2011;27:786-795.
98. Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct Comparison of the Bond Strength Results of the Different Test Methods: a Critical Literature Review. *Dent Mater J*, 2010;26:78-93.

99. Sunnegårdh-Grönberg K, Peutzfeldt A, van Dijken JW. Flexural Strength and Modulus of a Novel Ceramic Restorative Cement Intended for Posterior Restorations as Determined by a Three-point Bending Test. *Acta Odontol Scand*, 2003;61:87-92.
100. Karakoca S, Yılmaz H. Influence of surface treatments on surface roughness, phase transformation, and biaxial flexural strength of Y-TZP ceramics. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 2009; 91:930-937.
101. Murillo-Gómez F, Wanderley R, De Goes M. Impact of Silane-Containing Universal Adhesive on the Biaxial Flexural Strength of a Resin Cement/glass-ceramic System. *Oper Dent*, 2019; 44:200-209.
102. Wagner W, Chu T. Biaxial Flexural Strength and Indentation Fracture Toughness of Three New Dental Core Ceramics. *J Prosthet Dent*, 1996; 76:140-144.
103. Lieu C, Nguyen TM, Payant L. In vitro Comparison of Peak Polymerization Temperatures of 5 Provisional Restoration Resins. *J Can Dent Assoc*, 2001; 67:36-39.
104. Kim SH, Watts DC. Polymerization Shrinkage-strain Kinetics of Temporary Crown and Bridge Materials. *Dent Mater J*, 2004;20:88-95.
105. Akpınar GG, Erkuş S, Can G. İki Day Materyalinin Kabarcık Oluşturma ve Yüzey Sertliği Açısından Değerlendirilmesi. *Ankara Üniv Diş Hek Fak Derg*, 2000;27:227-233.
106. Campbell SD, Riley EJ, Sozio RB. Evaluation of a New Epoxy Resin Die Material. *J Prosthet Dent*, 1985;54:136-140.
107. Derrien G, Sturtz G. Comparison of Transverse Strength and Dimensional Variations Between Die Stone, Die Epoxy Resin, and Die Polyurethane Resin. *J Prosthet Dent*, 1995;74:569-574.
108. Moser JB, Stone DG, Willoughby GM. Properties and Characteristics of a Resin Die Material. *J Prosthet Dent*, 1975;34:297-304.
109. Yaman P, Brandau HE. Comparison of Three Epoxy Die Materials. *J Prosthet Dent*, 1986;55:328-331.
110. Chaffee NR, Bailey JH, Sherrard DJ. Dimensional Accuracy of Improved Dental Stone and Epoxy Resin Die Materials. Part I: Single Die. *J Prosthet Dent*, 1997;77:131-135.
111. Vennilyea SG, Huget EF, Wiskoski J. Evaluation of Resin Die Materials. *J Prosthet Dent*, 1979;42:304-307.

112. Yoshinari M, Dérand T. Fracture Strength of All-ceramic Crowns. *The International J Prosthodont*, 1994;7:329-338.
113. Attia A, Abdelaziz KM, Freitag S, Kern M. Fracture Load of Composite Resin and Feldspathic All-ceramic CAD/CAM Crowns. *J Prosthet Dent*, 2006;95:117-123.
114. Beschmidt SM, Strub JR. Evaluation of the Marginal Accuracy of Different All-ceramic Crown Systems After Simulation in the Artificial Mouth. *J Oral Rehabil*, 1999;26:582-593.
115. Zahran M, El-Mowafy O, Tam L, Watson PA, Finer Y. Fracture Strength and Fatigue Resistance of All-ceramic Molar Crowns Manufactured with CAD/CAM Technology. *J Prosthodont*, 2008;17:370-377.
116. Yucel MT, Yondem I, Aykent F, Eraslan O. Influence of the Supporting Die Structures on the Fracture Strength of All-ceramic Materials. *Clin Oral Investig*, 2012;16:1105-1110.
117. Chen HY, Hickel R, Setcos JC, Kunzelmann KH. Effects of Surface Finish and Fatigue Testing on the Fracture Strength of CAD-CAM and Pressed-ceramic Crowns. *J Prosthet Dent*, 1999;82:468-475.
118. Sakoguchi K, Minami H, Suzuki S ve ark. Evaluation of Fracture Resistance of Indirect Composite Resin Crowns by Cyclic Impact Test: influence of crown and abutment materials. *Dent Mater J*, 2013;32:433-440.
119. Bindl A, Mörmann WH. Marginal and Internal Fit of All-ceramic CAD/CAM Crown-copings on Chamfer Preparations. *J Oral Rehabil*, 2005;32:441-447.
120. Park J-Y, Kim H-Y, Kim J-H ve ark. Comparison of Prosthetic Models Produced by Traditional and Additive Manufacturing Methods. *J Adv Prosthodont*, 2015;7:294-302.
121. Childress KK, Alim MD, Hernandez JJ ve ark. Additive Manufacture of Lightly Crosslinked Semicrystalline Thiol-enes for Enhanced Mechanical Performance. *Polym Chem*, 2020;11:39-46.
122. Dehurtevent M, Robberecht L, Hornez JC, Thuault A, Deveaux E, Béhin P. Stereolithography: A New Method for Processing Dental Ceramics by Additive Computer-aided Manufacturing. *Dent Mater J*, 2017;33:477-485.
123. Della Bona A, Cantelli V, Britto VT, Collares KF, Stansbury JW. 3D Printing Restorative Materials Using a Stereolithographic Technique: A Systematic Review. *Dent Mater J*, 2021;37:336-350.

124. Pfeiffer P, Grube L. In vitro Resistance of Reinforced Interim Fixed Partial Dentures. *J Prosthet Dent*, 2003; 89:170-174.
125. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current Ceramic Materials and Systems with Clinical Recommendations: A Systematic Review. *J Prosthet Dent*, 2007; 98:389-404.
126. Nawafleh NA, Mack F, Evans J, Mackay J, Hatamleh MM. Accuracy and Reliability of Methods to Measure Marginal Adaptation of Crowns and FDPs: A Literature Review. *J Prosthodont*, 2013;22:419-428.
127. Abbate MF, Tjan AH, Fox WM. Comparison of the Marginal Fit of Various Ceramic Crown Systems. *J Prosthet Dent*, 1989;61:527-531.
128. Suárez MJ, González de Villaumbrosia P, Pradíes G, Lozano JF. Comparison of the Marginal Fit of Procera AllCeram Crowns with Two Finish Lines. *International J Prosthodont*, 2003;16:229-232.
129. Weaver JD, Johnson GH, Bales DJ. Marginal Adaptation of Castable Ceramic Crowns. *J Prosthet Dent*, 1991;66:747-753.
130. Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. In Vitro Marginal Adaptation of Alumina Porcelain Ceramic Crowns. *J Prosthet Dent*, 1994;72:585-590.
131. Sulaiman F, Chai J, Jameson LM, Wozniak WT. A Comparison of the Marginal Fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera crowns. *International J Prosthodont*, 1997;10:478-484.
132. Usanmaz G. Copy-Milling Sistemiyle Hazırlanmış Üç Üniteli İki Farklı Materyaldeki Tam Seramik Köprülerin Marjinal Uyumlarının Fırınlama Aşamalarında Karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Profitez Programı. 2005:p. 13-114.
133. McLean JW, von Fraunhofer JA. The Estimation of Cement Film Thickness by an in vivo Technique. *Br Dent J*, 1971;131:107-111
134. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The Effect of Various Finish Line Preparations on the Marginal Seal and Occlusal Seat of Full Crown Preparations. *J Prosthet Dent*, 1981;5:138-145.
135. Lee WS, Lee DH, Lee KB. Evaluation of Internal Fit of Interim Crown Fabricated with CAD/CAM Milling and 3D Printing System. *J Adv Prosthodont*, 2017;9:265-270.

136. Ates SM, Yesil Duymus Z, Caglar I, Hologlu B. The Effect of Veneering on the Marginal Fit of CAD/CAM-generated, Copy-milled, and Cast Metal Copings. *Clin Oral Investig*, 2017; 21:2553-2560.
137. Igreț A, Rotar RN, Ille C, Topală F, Jivănescu A. Marginal Fit of Milled versus Different 3D-printed Materials for Provisional Fixed Dental Prostheses: An in vitro Comparative Study. *Med Pharm Rep*, 2023;96:298-304.
138. Chaturvedi S, Alqahtani NM, Addas MK, Alfarsi MA. Marginal and Internal Fit of Provisional Crowns Fabricated Using 3D Printing Technology. *Technol Health Care*, 2020;28:635-642.
139. Alharbi N, Alharbi S, Cuijpers V, Osman RB, Wismeijer D. Three-dimensional evaluation of marginal and internal fit of 3D-printed Interim Restorations Fabricated on Different Finish Line Designs. *J Prosthodont Res*, 2018;62:218-226.
140. Sidhom M, Zaghloul H, Mosleh IE, Eldwakhly E. 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)*. 2022; doi:10.3390/polym14071285
141. Mohajeri M, Khazaei S, Vafae F, Firouz F, Ghorbani Gholiabad S, Shisheian A. Marginal Fit of Temporary Restorations Fabricated by the Conventional Chairside Method, 3D Printing, and Milling. *Front Dent*, 2021; doi:10.18502/fid.v18i31.7236
142. Graf T, Erdelt KJ, Güth JF, Edelhoff D, Schubert O, Schweiger J. Influence of Pre-Treatment and Artificial Aging on the Retention of 3D-Printed Permanent Composite Crowns. *Biomedicines*, 2022;10:2186. Published 2022 Sep 4. doi:10.3390/biomedicines10092186
143. Blum J, Weiner S, Berendsen P. Effects of Thermocycling on the Margins of Transitional Acrylic Resin Crowns. *J Prosthet Dent*, 1991;65:642-646.
144. Hung CM, Weiner S, Dastane A, Vaidyanathan TK. Effects of Thermocycling and Occlusal Force on the Margins of Provisional Acrylic Resin Crowns. *J Prosthet Dent*, 1993;69:573-577.
145. Ehrenberg D, Weiner GI, Weiner S. Long-term Effects of Storage and Thermal Cycling on the Marginal Adaptation of Provisional Resin Crowns: A pilot study. *J Prosthet Dent*, 2006;95:230-236.

146. Peng CC, Chung KH, Ramos V, Jr. Assessment of the Adaptation of Interim Crowns using Different Measurement Techniques. *J Prosthodont*, 2020; 29:87-93.
147. Reepomaha T, Angwaravong O, Angwarawong T. Comparison of Fracture Strength after Thermo-mechanical Aging Between Provisional Crowns made with CAD/CAM and Conventional Method. *J Adv Prosthodont*, 2020; 12:218-224.
148. Ibrahim A, Dina El S, Gihan E-N. Fracture Resistance of Interim Restoration Constructed by 3D Printing versus CAD/CAM Technique(in Vitro Study). *ASDJ*, 2020.
149. Alharbi N, Osman R, Wismeijer D. Effects of Build Direction on the Mechanical Properties of 3D-printed Complete Coverage Interim Dental Restorations. *J Prosthet Dent*, 2016;115:760-767.
150. Suralik K, Sun J, Chen C-Y, Lee S. Effect of Fabrication Method on Fracture Strength of Provisional Implant-Supported Fixed Dental Prostheses. *Prosthesis*, 2020;2:325-332.
151. Digholkar S, Madhav VN, Palaskar J. Evaluation of the Flexural Strength and Microhardness of Provisional Crown and Bridge Materials Fabricated by Different Methods. *J. Indian Prosthodont Soc*, 2016;6:328-334.
152. Hazeveld A, Huddleston Slater JJ, Ren Y. Accuracy and Reproducibility of Dental Replica models Reconstructed by Different Rapid Prototyping Techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2014;45:108-115.
153. Othman A, Sandmair M, Alevizakos ve ark. The fracture resistance of 3D-printed versus Milled Provisional Crowns: An in vitro study. *PLoS One*, 2023;18:e0285760.
154. Mohamed a, Mahallawy O, Hashem R. Fracture Resistance of Interim Restoration Constructed by 3D Printing versus CAD/CAM Technique in Different Oral Media (In Vitro Study). *Egypt Dent J*, 2024;70:1547-1555.
155. Reymus M, Fabritius R, Keßler ve ark. Fracture load of 3D-printed Fixed Dental Prostheses Compared with Milled and Conventionally Fabricated Ones: the Impact of Resin Material, Build Direction, Post-curing, and Artificial Aging- an In Vitro Study. *Clin Oral Investig*, 2020;24:701-710.
156. Keßler A, Hickel R, Ilie N. In Vitro Investigation of The Influence of Printing Direction on the Flexural Strength, Flexural Modulus and Fractographic Analysis of 3D-printed Temporary Materials. *Dent Mater J*, 2021;40:641-649.

157. Yao J, Li J, Wang Y, Huang H. Comparison of the Flexural Strength and Marginal Accuracy of Traditional and CAD/CAM Interim Materials Before and After Thermal Cycling. J Prosthet Dent, 2014;112:649-657.
158. Tüfekçi BB. Farklı Materyallerden Hazırlanan Geçici Kuronların Kenar Uyum Ve Kırılma Dirençleri Üzerine Yaşlandırma İşleminin Etkisinin İncelenmesi. Uzmanlık Tezi, 2022, Rize.



EKLER

EK-1 Özgeçmiş

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	: Gizem YILMAZ
Eğitim	
Lise	: TED Karabük Koleji
Lisans	: Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Uzmanlık	: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce	