

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**ENDODONTİK TEDAVİLİ ÜST MOLAR DİŞLERDE
DENTİN DESTEĞİ OLMAYAN OBLİK SIRTI
KORUMANIN DİŞLERİN KIRILMA DAYANIMINA
ETKİSİ**

BERKAY TOKLU

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Makbule Bilge AKBULUT

KONYA 2025

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**ENDODONTİK TEDAVİLİ ÜST MOLAR DİŞLERDE
DENTİN DESTEĞİ OLMAYAN OBLİK SIRTI
KORUMANIN DİŞLERİN KIRILMA DAYANIMINA
ETKİSİ**

BERKAY TOKLU

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Makbule Bilge AKBULUT

KONYA 2025

1. TEZ ONAY SAYFASI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Öğrencisi Berkay Toklu'nun "**Endodontik Tedavili Üst Molar Dişlerde Dentin Desteği Olmayan Oblik Sırtı Korumanın Dişlerin Kırılma Dayanımına Etkisi**" başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Konya/ TÜRKİYE / /

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Makbule Bilge AKBULUT

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Dilara ARSLAN

İstanbul Aydın Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Melek AKMAN

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Yukarıdaki tez, Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı

tarafından 16.07.2025 tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ali Rıza TUNÇDEMİR

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

APPROVAL

We certify that we have read this dissertation entitled “**The Effect of Preserving Unsupported Oblique Ridges on the Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Molar Teeth**” by “Berkay TOKLU” that in our opinion it is fully adequate, in scope and quality, as dissertation for the degree of Master of Science in the Department of Endodontics Faculty of Dentistry, University of Necmettin Erbakan.

Konya/ TURKEY / /

Principal Advisor

Prof. Makbule Bilge AKBULUT

Necmettin Erbakan University

Faculty of Dentistry

Examination Committee Member

Prof. Dr. Dilara ARSLAN

İstanbul Aydın University

Faculty of Dentistry

Examination Committee Member

Prof. Dr. Melek AKMAN

Necmettin Erbakan University

Faculty of Dentistry

This thesis has approved by the Dean’s Office of the Faculty of Denstistry at Necmettin Erbakan University on 16.07.2025.

Dean Prof. Ali Rıza TUNÇDEMİR

Necmettin Erbakan University

Faculty of Dentistry

TEZ BEYAN SAYFASI

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

/ /

Berkay TOKLU



BENZERLİK RAPORU

ORJİNALLİK RAPORU

%**4**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**3**

İNTERNET KAYNAKLARI

%**4**

YAYINLAR

%**0**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

www.erbakan.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

2

www.frontiersin.org

İnternet Kaynağı

<%**1**

3

Anju Daniel, Abdul Rahman Saleh, Anas Al-Jadaa, Waad Kheder. "Impact of Access Cavity Design on Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary First Premolar: In Vitro", Brazilian Dental Journal, 2024

Yayın

<%**1**

4

www.researchgate.net

İnternet Kaynağı

<%**1**

5

Mann, Navjot Singh. "Comparative Evaluation of Fracture Resistance of three Post Endodontic Restorations - Amalgam, Composite, Bonded Amalgam - An in Vitro Study", Rajiv Gandhi University of Health Sciences (India), 2023

Yayın

<%**1**

6	stm.sciencemag.org İnternet Kaynağı	<% 1
7	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
8	www.grafiati.com İnternet Kaynağı	<% 1
9	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
10	www.whitecross.co.jp İnternet Kaynağı	<% 1
11	www.turkbiyofizik.com İnternet Kaynağı	<% 1
12	Reham Hesham Ibrahim, Dina Wafik ElKassas, Sameh Mahmoud Nabih, Mennatallah Naguib Salem, Rasha Haridy. "The Impact of Different Fiber Placement Techniques on the Fracture Resistance of Premolars Restored with Direct Resin Composite, In Vitro Study", Journal of Functional Biomaterials, 2025 Yayın	<% 1
13	search.trdizin.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
14	Eram, Afiya. "Fracture Resistance of a Newer Glass Ionomer Based Cements in Class II Posterior Restorations: An in Vitro Study",	<% 1

Rajiv Gandhi University of Health Sciences
(India), 2023

Yayın

- 15 DİLBER, Erhan, OK, Evren, BAYTAROĞLU, Ebru Nur and KALKAN, Abdussamed. "Post Sistemlerinde Popüler Yaklaşımlar Ve Fiber Postların", Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 2016. <% 1

Yayın

- 16 Gök, Adem. "Farklı bulk fill kompozit rezin materyallerinin polimerizasyon dereceleri, su emilimi ve suda çözünürlüklerinin değerlendirilmesi ve bulk fill kompozit rezinle restore edilmiş dişlerin kırılma dirençlerinin karşılaştırılması", Izmir Katip Celebi University (Turkey), 2024 <% 1

Yayın

- 17 Ihsan Yikilgan, Yusuf Ziya Akpınar, Suat Ozcan, Fatih Rasim, Oya Bala. "Evaluation of different restoration techniques on fracture resistance of teeth with palatinal cusp fracture", Journal of Adhesion Science and Technology, 2016 <% 1

Yayın

- 18 Kantardzic, Ivana. "Uticaj restaurativnih procedura na biomehanicke karakteristike premolara - analiza realnog trodimenzionalnog modela zuba primenom

metode konacnih elemenata.", University of Novi Sad (Serbia), 2020

Yayın

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez sürecimde bilgi, tecrübelerini ve desteğini benden esirgemeyen, her zaman bana destek olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Makbule Bilge AKBULUT'a

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve biriklerini bana aktaran Endodonti Anabilim Dalının çok değerli hocaları Prof. Dr. Melek Nas AKMAN, Doç. Dr. Arslan TERLEMEZ ve Dr. Öğr. Üyesi Şeref Nur MUTLU ve şu an aramızda bölümümüzde yer almayan ancak üzerimde emeği çok olan Doç. Dr. Durmuş Alperen BOZKURT'a

Eğitim sürecim boyunca birçok şeyi beraber öğrendiğimiz ve unutulmaz anılar yaşadığımız asistan arkadaşlarıma

Asistanlık hayatım boyunca en güzel zamanlarımı beraber geçirdiğim Yunus Emre YİĞİT, Doğançan SEVGEN, Furkanım OKUTAN, Mert BEKAR, Ömer Metehan AYDIN, Ahmet Barkın GÜLÜMCAN

Konya'daki sürecim boyunca her zaman yanımda olan kıymetli kardeşlerim Melih DİNÇ, Emirhan Fatih SALMAN ve Samican ÇELİK'e

Saygıdeğer büyüğüm ve meslektaşım, hayatımda yol gösteren ağabeyim, Ümit SARMAN'a

Çocukluktan bu zamana en güzel anların ortağı, yoldaşım, kardeşim Atakan ALTUNTAŞ'a

Yaşamım boyunca beni her zaman destekleyen, en iyi olanakları sağlamaya çalışan, elinden gelen bütün özveri ve fedakarlığı gösteren, koşulsuz seven canım aileme

Sonsuz sevgi ve teşekkürlerimle...

İÇİNDEKİLER TABLOSU

TEZ ONAY SAYFASI.....	ii
APPROVAL.....	iv
TEZ BEYAN SAYFASI.....	ii
BENZERLİK RAPORU	v
TEŞEKKÜR.....	viii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
TABLolar LİSTESİ	xiii
ÖZET.....	xiv
ABSTRACT	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş Kavitesi.....	2
1.2. Kanal Tedavili Dişlerin Kırılma Dayanımını Etkileyen Faktör	5
1.3. Dişin Kırılma Dayanımını Artırma Yöntemleri	7
1.4. Üst Yapı Tipleri ve Kırılma Dayanımına Etkileri	10
1.5. Dişin Kırılma Dayanımını Azaltan bir Faktör olarak MOD Kaviteler	
14	
1.5.1. MOD Kavitelerinde Kırılma Dayanımını Artıran Restoratif	
Çözümler 14	
1.6. Ribbond	15
1.6.1. Ribbond'un Özellikleri ve Yapısı.....	16
1.6.2. Ribbond'un Dental Uygulamalardaki Kullanım Alanları	17
1.6.3. Ribbond ve Kompozit: Karşılaştırma.....	20
1.7. Makaslama Kuvveti Nedir?.....	21
1.7.1. Kırılma Dayanımı ve Makaslama Kuvveti Arasındaki İlişki	21
1.8. Kırılma Dayanımı	22

2.	GEREÇ VE YÖNTEM	24
2.1.	Çalışma Tasarımı ve Genel Bilgi	24
2.2.	Örnekleme Seçimi ve Dişlerin Hazırlanması	24
2.3.	Dişlerin Akrilik Rezin Kalıplara yerleştirilmesi ve Hazırlık.....	24
2.4.	Gruplandırma.....	25
2.5.	Kavite Hazırlığı	25
2.5.1.	Kök Kanal Şekillendirme ve Dolum	27
2.5.2.	Restoratif İşlemler	27
2.5.3.	Ribbon'd'un Yerleştirilmesi ve Stabilizasyonu.....	30
2.5.4.	Restorasyonun Tamamlanması	31
2.6.	Kırılma Dayanım Testi	32
2.7.	VERİLERİN ANALİZİ.....	33
3.	BULGULAR.....	35
4.	TARTIŞMA	40
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	51
6.	KAYNAKÇA	53

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
ANOVA	: Varyans Analizi
CAD/CAM	: Bilgisayar Destekli Tasarım/ Bilgisayar Destekli Üretim
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetikasit
FEA	: Sonlu Elemanlar Analizi
IDS	: İmmediat Dentin Kapama
ISO	: Uluslararası Standartlar Teşkilatı
LED	: Işık Yayan Diyot
mm/dk	: milimetre/ dakika
MOD	: Meziyal Oklüzal Distal
MTA	: Mineral Trioksit Agregat
N	: Newton
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
Ni-Ti	: Nikel-Titanyum
PDL	: Periodontal ligament
SPSS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 A ve B: Oblik Sırtın Korunduğu MOD Kavitenin Okluzal ve Proksimal Görünümü	26
Şekil 2 A ve B: Oblik Sırtın Korunmadığı MOD Kavitenin Okluzal ve Proksimal GörünümüB.....	26
Şekil 3 A ve B: Diş Matrix Bandı Takılması ve Diş %37 Fosforik Asit UygulamasıB	29
Şekil 3 A ve B: Diş Matrix Bandı Takılması ve Diş %37 Fosforik Asit Uygulaması	29
Şekil 4 A ve B: Kaviteye Adeziv Uygulaması ve MOD Class II kavitenin Class I Kaviteye Dönüştürülmesi.....	29
Şekil 4 A ve B: Kaviteye Adeziv Uygulaması ve MOD Class II kavitenin Class I Kaviteye Dönüştürülmesi.....	29
Şekil 5 Ribbond'un Islatılması	30
Şekil 6 Kavite Duvarlarına Ribbond Uygulanması.....	31
Şekil 7 Kavite Tabanına Ribbond Uygulanması	31
Şekil 8 Tamamlanan restorasyonun okluzalden görünümü.....	32
Şekil 9 Evrensel test cihazına yerleştirilen bir numune ve kuvvet ucu.....	33
Şekil 10 Oblik sırt korunan dişte tamir edilebilir kırık	38
Şekil 11 Ribbond uygulanan dişte tamir edilebilir kırık	39
Şekil 12 MOD kaviteli dişte tamir edilemez kırık	39

TABLolar LİSTESİ

Tablo1.1 Geleneksel ve Ninja Giriş Kaviteilerinin Karşılaştırması	5
Tablo 1.2. Oblik Sırt Korunmasının Kırılma Dayanımına Etkisi: Özet Tablosu	9
Tablo 1.3. Oblik Sırt Koruma ile İlgili Çalışmalar ve Bulguları.....	10
Tablo 1.4. Ribbond'un Avantajları Listesi	19
Tablo 1.5. Ribbond'un Dezavantajları listesi	20
Tablo 3.1: Kırılma Anındaki Maksimum Yük Değerinin (N) Gruplara Göre Karşılaştırılması	35
Tablo 3.2: Kırılma Anındaki Maksimum Yük Değerinin (N) Gruplara Göre Karşılaştırılması	36
Tablo 3.3: Gruplara Göre Kırık Tiplerinin Dağılımı	38
Tablo 4.1: Literatürde bildirilen ve bu tezde ölçülen ortalama kırılma dayanımı değerlerinin karşılaştırması	47
Tablo 4.2: Literatürde bildirilen ve bu tezde ölçülen ortalama kırılma dayanımı değerlerinin karşılaştırması	47

ÖZET

T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİK TEDAVİLİ ÜST MOLAR DİŞLERDE DENTİN DESTEĞİ OLMAYAN
OBLİK SIRTI KORUMANIN DİŞLERİN KIRILMA DAYANIMINA ETKİSİ

Berkay TOKLU

UZMANLIK TEZİ / KONYA-2025

Bu tez çalışmasının amacı, mezial-oklüzal-distal (MOD) kaviteli endodontik olarak tedavi edilmiş üst birinci molar dişlerde, dentin desteği olmayan oblik sırtın korunmasının veya restorasyonda fiberle güçlendirilmiş bir materyal olan Ribbond kullanımının, dişlerin kırılma dayanımı üzerindeki etkisini araştırmaktır.

Bu çalışmada benzer anatomik özelliklere sahip toplam 65 adet çekilmiş insan üst birinci molar dişi kullanılmıştır. Dişler rastgele olarak bir kontrol grubu (n=5) ve üç deney grubuna (n=20) ayrılmıştır. Deney grupları, kavite tasarımına (oblik sırtın korunduğu ve korunmadığı) ve restoratif tedavi yaklaşımına (kompozit rezin veya Ribbond ile güçlendirilmiş kompozit) göre oluşturulmuştur. Grup 1: Oblik sırtın korunduğu MOD kavite, kompozit rezin ile restore edilmiştir; Grup 2: Oblik sırtın korunmadığı MOD kavite, kompozit rezin ile restore edilmiştir; Grup 3: Oblik sırtın korunmadığı MOD kavite, Ribbond ve kompozit rezin ile restore edilmiştir. Sağlam dişler kontrol grubunu oluşturmuştur. Tüm dişlere standart endodontik tedavi uygulanmış, ardından uygun restoratif işlemler gerçekleştirilmiştir. Her örneğe 45° açıyla uygulanan kompresif kuvvet ile kırılma dayanımı ölçülmüştür. Veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve post hoc Bonferroni testi ile analiz edilmiştir (anlamlılık düzeyi $p<0,05$). Kırık tipleri restore edilebilir ve restore edilemez olarak sınıflandırılmıştır.

Kontrol grubu en yüksek kırılma dayanımını göstermiştir ($p<0,05$). Deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Grup 3 (Ribbond ile güçlendirilmiş grup) deney grupları arasında en yüksek kırılma dayanımını sergilerken, Grup 2 en düşük değeri göstermiştir ($p<0,05$). Oblik sırtın korunduğu ve kompozit rezinle restore edilen MOD kavite (Grup 1), ara bir sonuç vermiştir. Grup 3'teki kırıkların çoğu restore edilebilir olarak sınıflandırılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları, oblik sırtın korunmasının ve Ribbond kullanımının, MOD kavite bulunan endodontik tedavili dişlerin kırılma dayanımını anlamlı şekilde artırdığını göstermektedir. Oblik sırtı korumayı amaçlayan kavite tasarımları ile birlikte Ribbond ile güçlendirilmiş restorasyonlar, endodontik olarak tedavi edilmiş üst molar dişlerin uzun dönem dayanıklılığını artırmak için etkili klinik yaklaşımlar olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Endodonti; Kırılma Dayanımı; Mezial Oklüzal Distal Kavite; Oblik Sırt; Ribbond

ABSTRACT

T.C.

NECMETTIN ERBAKAN UNIVERSITY

FACULTY OF DENTISTRY

THE EFFECT OF PRESERVING THE OBLIQUE RIDGE WITHOUT DENTIN SUPPORT ON
THE FRACTURE RESISTANCE OF ENDODONTICALLY TREATED MAXILLARY MOLAR
TEETH

Berkay TOKLU

Department of Endodontics

Specialization Thesis / KONYA-2025

The aim of this thesis study was to investigate the effect of preserving the oblique ridge without dentin support or the use of a fiber-reinforced material-Ribbon in the restoration on the fracture resistance of endodontically treated maxillary first molars with mesial-occlusal-distal (MOD) cavities.

A total of 65 extracted human maxillary first molar with similar anatomical characteristics were used in this study. Teeth were randomly divided into one control group (n=5) and three experimental groups (n=20). The experimental groups were established based on cavity design (with or without preserved oblique ridge) and restorative approach (composite resin or Ribbon-reinforced composite). Group 1: MOD cavity with preserved oblique ridge, restored with composite resin; Group 2: MOD cavity without preserved oblique ridge, restored with composite resin; Group 3: MOD cavity without preserved oblique ridge, restored with Ribbon and composite resin. Intact teeth were used as the control group. All teeth underwent standardized endodontic treatment, followed by appropriate restorative procedures. Each specimen was then subjected to a compressive force applied at a 45° angle to measure fracture resistance. Data were statistically analyzed using one-way ANOVA and the post hoc Bonferroni test, with the significance level set at $p<0.05$. Fracture types were classified as either restorable or non-restorable.

The control group showed the highest fracture resistance compared to the experimental groups ($p<0.05$). There was a statistically significant difference among the experimental groups. Group 3 exhibited the highest fracture resistance, whereas Group 2 showed the lowest between experimental groups ($p<0.05$). The MOD cavity with a preserved oblique ridge, restored with composite resin (Group 1), demonstrated intermediate results. The majority of fractures in Group 3 (Ribbon-reinforced group) were classified as restorable.

The results showed that both the preservation of the oblique ridge and the use of Ribbon significantly increased the fracture resistance of endodontically treated teeth with MOD cavities. Cavity designs that aim to preserve the oblique ridge, combined with Ribbon-reinforced restorations, may be considered effective clinical approaches to enhance the long-term durability of endodontically treated maxillary molars.

Keywords: Endodontics; Fracture Resistance; Mesial Occlusal Distal Cavity; Oblique Ridge; Ribbon

2.GİRİŞ

Endodontik tedavinin başarısı, yalnızca kanal içi işlemlere değil, aynı zamanda bu işlemlerin uygulanabilirliğini doğrudan etkileyen giriş kavitelerinin uygun şekilde planlanmasına da bağlıdır. Giriş kavitesi, dişin kuron kısmında açılarak kök kanal sistemine doğrudan erişim sağlayan yapısal bir boşluktur. Bu kavitenin doğru hazırlanması, kök kanallarına ulaşımı kolaylaştırır ve kullanılan aletlerin işlevselliğini artırır (Diaconu ve ark., 2009). Sonuç olarak, iyi planlanmış bir giriş kavitesi, hem tedavi başarısını yükseltir hem de işlem sırasında meydana gelebilecek komplikasyonları en aza indirir (Kaçmaz & Cimilli, 2024).

Giriş kaviteleri, endodontik tedavide sadece teknik bir gereklilik değil, aynı zamanda tedavi etkinliğini ve güvenliğini belirleyen temel bir faktördür. Anatomik yapı ile uyumlu bir kavite, dişin iç yapısına kolay erişim sağlayarak tüm kök kanal sisteminin etkin biçimde şekillendirilmesini ve dezenfekte edilmesini mümkün kılar (Vieira et al., 2020). Bu aşama, tedavinin her basamağında etkinliği artıran stratejik bir adımdır. Uygun açılmış bir giriş kavitesi, ege ve irrigasyon solüsyonlarının kök kanalı içinde serbestçe hareket etmesini sağlar. Böylece apikal bölgeye kadar etkili temizlik sağlanır, pulpa kalıntıları ve mikroorganizmalar uzaklaştırılır (Barbosa ve ark., 2020). Aksi takdirde, anatomik zorluklar nedeniyle dezenfeksiyon eksik kalabilir ve bu durum tedavinin başarısını doğrudan etkiler. Ayrıca doğru kavite tasarımı, dişin yapısal bütünlüğünün korunmasına da katkı sağlar. Gereksiz doku kaybı, dişi zayıflatarak kırılma hale getirebilir. Ancak minimal invaziv yaklaşım benimsenerek hazırlanan kavite, hem yeterli erişim sağlar hem de dişin dayanıklılığını korur (Silva ve ark., 2022). Bu sayede restoratif sürecin başarısı ve dişin uzun vadeli fonksiyonelliği desteklenmiş olur.

Giriş kavitesinin düzgün tasarlanması aynı zamanda tedavi sürecinin hızını ve verimliliğini artırır. Dar, yanlış konumlandırılmış veya yetersiz açılmış kaviteler, eğelerin sıkışmasına, kanalın tıkanmasına ya da alet kırılmasına neden olabilir (Ruddle, 2016).

Kavite tasarımı enfeksiyon kontrolü açısından da büyük önem taşımaktadır. Kanal sistemine tam erişim sağlandığında irrigasyon ve medikament uygulamaları daha etkili olur. Yetersiz kavite, kök kanalının belirli bölgelerine ulaşımı engelleyebilir ve mikroorganizma kalıntıları bırakabilir (Ali & Foschi, 2023).

Ayrıca, kök kanal tedavisi gören dişlerin doğal dişlere göre daha kırılğan olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, tedavi sırasında dentin kaybının minimum düzeyde tutulması büyük önem taşır. Doğru kavite tasarımı ile dişin doğal yapısı mümkün olduğunca korunur, bu da protetik restorasyon gereksinimini azaltabilir (Mrinalini ve ark., 2024).

Sonuç olarak, endodontik tedavinin başarısı; biyolojik, mekanik ve teknik gerekliliklerin birlikte ele alındığı bir giriş kavitesi tasarımı ile başlar. Hekimin, dişin kanal anatomisine uygun ve minimal invaziv prensiplere sadık kalarak hazırladığı giriş kavitesi, tedavinin hem başarısını hem de hasta konforunu doğrudan etkiler (Dioguardi et al., 2024).

2.1. Giriş Kavitesi

Günümüzde endodontik tedavilerin başarısı yalnızca kök kanal sisteminin etkin bir şekilde temizlenip doldurulmasıyla değil, aynı zamanda dişin yapısal bütünlüğünün korunmasıyla da doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, endodontik tedaviye başlarken gerçekleştirilen giriş kavitesi tasarımı, hem tedavi başarısı hem de uzun dönem restoratif sonuçlar açısından büyük önem taşımaktadır. Giriş kaviteleri temel olarak iki yaklaşım doğrultusunda şekillendirilmektedir: geleneksel giriş kaviteleri ve minimal invaziv (ya da literatürdeki adıyla “ninja tipi”) giriş kaviteleri. Bu iki yaklaşım, endodontik erişimin sağlanması için uygulanan stratejiler arasında yapı, işlev ve uzun dönem sonuçlar açısından belirgin farklar içerir (Shabbir ve ark., 2021).

Geleneksel giriş kaviteleri, endodontik uygulamalarda uzun yıllar boyunca altın standart olarak kabul edilmiş ve klinik pratiğe en uygun yöntem olarak yaygın biçimde benimsenmiştir. Bu teknikte, dişin kuron kısmında geniş, merkezi ve simetrik bir açıklık oluşturularak kök kanal sistemine doğrudan ve engelsiz bir şekilde ulaşılması amaçlanır. Bu geniş kavite tasarımı, özellikle karmaşık kanal anatomisine sahip dişlerde, kanal ağzlarının rahatlıkla bulunmasını sağlar; irrigasyon solüsyonlarının etkin dolaşımını ve eğelerin kök kanalı boyunca serbest hareketini kolaylaştırır (Sui ve ark., 2021). Bu sayede kanal sisteminin temizlenmesi ve şekillendirilmesi sırasında komplikasyon riski azalmakta; eğe kırılması, kanalların gözden kaçması ya da tıkanıklık gibi olası aksaklıkların önüne geçilmektedir (Vertucci, 1984).

Ayrıca geleneksel kavite açımı, tedavi sırasında hekime geniş bir görüş alanı sunar ve kök kanallarının girişlerinin daha net şekilde gözlemlenmesini mümkün kılar. Bu durum, özellikle pulpada obliterasyon, kalsifikasyon veya dar kanal ağzlarının bulunduğu vakalarda teşhis ve tedavi sürecini kolaylaştırır. Ancak tüm bu avantajlarına rağmen, geleneksel yaklaşımın ciddi bir dezavantajı vardır: geniş kavite nedeniyle dişin sert dokularında –özellikle dentin ve mine tabakasında– önemli miktarda madde kaybı meydana gelir. Bu da dişin yapısal bütünlüğünü bozmakta ve onu fonksiyonel yükler altında kırılma riskine getirmektedir (Rao ve ark., 2022). Özellikle posterior bölgelerde, bu yapısal zayıflama restorasyonun başarısını doğrudan olumsuz etkileyebilir ve kırılma riskini artırarak dişin uzun dönem restoratif ömrünü azaltabilir.

Geleneksel kavite açımı aynı zamanda ege sistemlerinin tasarımlarıyla da doğrudan uyumludur; bu da onu uygulamada hâlâ cazip kılan bir faktördür. Ancak modern endodontide tedavi sonrası restoratif başarının ön plana çıkması ve diş dokusunu koruma bilincinin gelişmesiyle birlikte, bu yaklaşımın sorgulanmasına neden olmuştur.

Bu gelişmelere yanıt olarak ortaya çıkan minimal invaziv (ninja tipi) giriş kaviteleri, endodontik giriş kavitesine daha koruyucu ve yapısal dayanıklılığı ön planda tutan bir bakış açısı getirmiştir. Bu yaklaşımda, kök kanal sistemine ulaşmak için yalnızca gerekli olan minimum büyüklükte bir açıklık oluşturulur. Böylece mine ve dentin dokusu mümkün olan en yüksek oranda korunur ve dişin doğal anatomik yapısı bozulmadan muhafaza edilir (Silva ve ark., 2022). Özellikle marjinal sırtlar, oblik sırtlar ve pulpa tavanı gibi kritik destekleyici yapılar korunur; bu da restorasyon sonrası dişin biyomekanik dayanıklılığını artırır (Baniyadi ve ark., 2021).

Minimal invaziv kavite tasarımı, özellikle dentin rezervleri azalmış, zayıf ve estetik gereksinimi yüksek olan dişlerde oldukça avantajlıdır. İn vitro çalışmalarda, minimal invaziv giriş kavitesi uygulanan dişlerin, geleneksel kavite uygulananlara kıyasla anlamlı şekilde daha yüksek kırılma dayanımı gösterdiği saptanmıştır (Santosh ve ark., 2021). Ayrıca bu yöntemle yapılan restorasyonlar, estetik bölgelerde daha doğal bir görünüm sunar ve dişin fonksiyonel ömrünü uzatır. Dişin orijinal yapısının korunması, yalnızca mekanik dayanımı değil, aynı zamanda restorasyon sonrası hasta memnuniyetini ve estetik uyumu da olumlu yönde etkiler (Pathak, 2024).

Bununla birlikte, minimal invaziv kavite açımı bazı zorlukları da beraberinde getirir. Öncelikle, bu teknik hekimin ileri düzey klinik becerilerine ve anatomik bilgi birikimine bağlıdır. Kanal ağızlarına sınırlı erişim nedeniyle, mikroskop ve ultrasonik cihaz gibi ileri teknolojik ekipmanlara ihtiyaç duyulur. Özellikle kanal ağızlarının yerinin tespiti, dar bir kaviteden yapılacağı için operasyonda hata riski artabilir. Bu nedenle, her klinikte uygulanabilirliği sınırlı olabilir ve yüksek maliyetli ekipmanlara erişim gerektirir (Ali & Foschi, 2023).

Sonuç olarak, geleneksel ve minimal invaziv kavite tasarımları endodontik tedavide farklı avantaj ve sınırlamalara sahip iki yaklaşımdır. Geleneksel giriş kaviteleri, kolay uygulanabilirliği, kanal sistemine tam erişim sağlaması ve komplikasyon riskini azaltması nedeniyle özellikle karmaşık vakalarda tercih edilmektedir. Buna karşın, minimal invaziv kavite tasarımı, diş dokusunun maksimum düzeyde korunmasını sağlayarak restorasyon sonrası uzun dönem dayanıklılığı artırmakta ve modern konservatif tedavi anlayışını yansıtmaktadır. Klinik karar sürecinde her iki yaklaşımın da hasta özelinde değerlendirilmesi, dişin konumu, yapısal durumu, tedavi planı ve hekimin tecrübesi gibi değişkenler göz önünde bulundurularak en uygun kavite tasarımının belirlenmesi büyük önem taşır (Silva ve ark., 2024). Böylece hem endodontik hem de restoratif başarı birlikte sağlanabilir.

Tablo1.1 Geleneksel ve Ninja Giriş Kaviteilerinin Karşılaştırması

Özellik	Geleneksel Giriş Kaviteileri	Ninja Giriş Kaviteileri
Kavite Genişliği	Geniş, kanal sistemine tam erişim sağlar	Minimal, kanal ağzlarına erişim sağlar
Diş Dokusu Korunumu	Daha az korunur, daha fazla madde kaybı	Daha fazla korunur, minimum madde kaybı
Uygulama Kolaylığı	Kolay, geniş açıklık nedeniyle rahat uygulama	Zor, minimal açıklık nedeniyle hassasiyet gerektirir
Kanal Anatomisine Erişim	Kolay erişim, geniş kavite	Zor erişim, mikroskop ve deneyim gerektirir
Komplikasyon Riski	Daha düşük, geniş görüş alanı sağlar	Kanal bulma zorluğu nedeniyle komplikasyon riski olabilir
Klinik Kullanım Alanı	Geleneksel vakalarda yaygın	Estetik bölgeler ve kırılğan dişlerde daha uygun

Yukarıdaki tablo, her iki kavite tasarımının klinik önceliklere ve hedeflere göre nasıl farklılık gösterdiğini özetlemektedir. Geleneksel kavite, hızlı ve kolay uygulama avantajı sunarken; ninja kavitesi, koruyucu diş hekimliği prensipleri açısından öne çıkmaktadır (Santosh ve ark., 2021 ; Ali & Foschi, 2023 ; Silva ve ark., 2024) .

2.2. Kanal Tedavili Dişlerin Kırılma Dayanımını Etkileyen Faktör

- **Dişin Doğal Anatomisi:**

Her dişin anatomik yapısı farklıdır; kök morfolojisi, kök sayısı ve köklerin eğrilik derecesi gibi faktörler, tedavi sırasında karşılaşılan zorlukları doğrudan etkiler (Džanković ve ark., 2024). Özellikle çiğneme kuvvetlerinin yüksek olduğu posterior dişlerde, hem stres dağılımı daha karmaşık hale gelir hem de kırılma riski artar (Patel & Burke 1995). Ayrıca dar veya eğri köklere sahip dişlerde, şekillendirme işlemleri sırasında daha fazla madde kaybı oluşabilir ve bu da kırılğanlığı artırabilir (Losif ve ark., 2023).

- **Diş Sert Dokularındaki Madde Kaybı:**

Giriş kavitesinin geniş açılması, mine ve dentin gibi dişin sert dokularında fazla madde kaybına yol açabilir (Ashima Jakhar ve ark. 2022). Bu durum, dişin yapısal bütünlüğünü zayıflatarak kırılmaya karşı direncini azaltır (Aslan ve ark., 2018). Geleneksel kavite tasarımları bu açıdan dezavantajlıyken, minimal invaziv kavite tasarımları (örneğin ninja kaviteleri), dişin daha fazla dokusunu koruyarak kırılma dayanımını artırır (Ashima Jakhar ve ark. 2022).

- **Kanal Şekillendirme Teknikleri:**

Kanal eğelerinin tipi ve şekillendirme yöntemleri, dentin kaybını belirleyen önemli etmenlerdendir (Monica Soares de Albuquerque ve ark. 2019). Özellikle genişletici eğeler, kanal duvarlarında aşırı dentin kaybına neden olabilir. modern döner ve reciproc sistemler ise, kanal formuna uyum sağlayarak daha az invaziv bir şekillendirme sunar (Zinge & Patil 2017). Bu sistemler, kanal eğrisine daha iyi uyum sağladıkları için kırılma dayanımını korumada daha başarılıdırlar (İnce Yusufoglu ve ark. 2019).

- **Kanal İçi Dolgu Materyalleri:**

Kök kanal dolgusunda yaygın olarak kullanılan gutta perka, dolgu işleminde temel materyaldir; ancak kırılma dayanımı üzerinde sınırlı etkisi vardır (Sağsen ve ark., 2012). Buna karşın, MTA, Biodentine ve Rezilon gibi biyouyumlu dolgu materyalleri, kanal duvarlarıyla kimyasal bağ kurarak dentinle uyumlu bir yapı oluşturur (Panjwani P. Ve ark., 2024). Biyoseramik patlar ise mikrosızıntıyı azaltarak restorasyonun bütünlüğünü güçlendirir (Yonathan & Ratnasari 2020)

- **Restoratif İşlem ve Post Uygulamaları:**

Kanal tedavisi sonrasında uygulanan restorasyon işlemleri, dişin kırılma dayanımı üzerinde belirleyicidir (Patil ve ark., 2024). Özellikle arka dişlerde post-core uygulamaları, kökün desteklenmesi açısından önemlidir. Fiber postlar, dentinle benzer elastikiyete sahip oldukları için dişin doğal fleksibilitesini korur ve kök kırığı riskini azaltır (Santos ve ark., 2010). Metal postlar ise rijit yapılarına rağmen kök çatlağına neden olabilmektedir (Ben Balevi, 2015). Tam kaplama seramik veya zirkonyum destekli kuronlar da restorasyonun stabilitesini artırır (Ramos ve ark., 2015).

- **Dişin Nem İçeriği ve Yapısal Değişiklikler:**

Pulpa dokusunun çıkarılması, dişin zamanla nem kaybetmesine neden olur. Bu durum, dentin sertliğini artırarak dişi kırılma hale getirebilir. Bununla birlikte, bazı araştırmalar dentinin mekanik özelliklerinin nem kaybıyla büyük ölçüde değişmediğini; fakat restorasyon yapılmayan, boş bırakılan kanal sistemlerinin kırılma riskini artırdığını göstermektedir (G. Huang ve ark., 1992).

2.3. Dişin Kırılma Dayanımını Artırma Yöntemleri

- **Minimal İnvaziv Giriş Kaviteleri:**

Minimal invaziv kavite tasarımları, diş dokusunu maksimum düzeyde koruyarak kanal tedavisi sonrası dişin kırılma dayanımını artırmada etkili olur (Kaçmaz & Cimilli 2024). Bu yöntem, özellikle oblik sırt gibi direnç sağlayan anatomik yapıları koruyarak restorasyon sonrası dişin uzun ömürlü olmasını sağlar (Sarode SC ve ark., 2020). Geleneksel geniş kavite açılımlarıyla karşılaştırıldığında, minimal invaziv kaviteler daha az madde kaybı yaratır ve bu da restorasyonun başarısını olumlu yönde etkiler (Mario Dioguardi ve ark., 2024). Minimal invaziv kavitelerle yapılan kanal tedavilerinde, geleneksel yöntemlere kıyasla %30-50 oranında daha yüksek kırılma dayanımı gözlemlenmiştir (Santosh ve ark., 2021).

- **Kompozit Rezine ve Bonding Yöntemleri:**

Yüksek bağlanma gücüne sahip rezin içerikli materyaller, kompozit restorasyonların dentinle olan bağlantısını güçlendirerek kırılma dayanımını artırır (Hopkins ve ark., 2022). Özellikle dual-cure sistemler, hem mekanik hem de kimyasal dayanıklılığı artırır. Bonding ajanlarının infiltrasyon derinliği de restorasyonun uzun ömürlü olmasında kritik rol oynar (Borges ve ark. 2013).

- **Tam Kaplama Restorasyonlar:**

Tam kuron restorasyonlar, dişi çevreleyerek çiğneme kuvvetlerini dengeli şekilde dağıtır ve bu da dişin kırılma direncini büyük ölçüde artırır (Salameh ve ark., 2008). Zirkonyum ve metal destekli seramik kuronlar, estetik ve dayanıklılık açısından klinik başarı oranı yüksek materyallerdir (Larsson & Wennerberg 2014). Özellikle büyük madde kaybı olan posterior dişlerde bu tip restorasyonlar önerilmektedir. Tam

kaplama restorasyonlarının ise endodontik tedavi görmüş dişlerin uzun dönem fonksiyonelliğinde pozitif katkılar sağladığı gösterilmiştir (Pontoriero ve ark., 2021).

- **Dijital Giriş Kavite ve Rehberli Şekillendirme:**

CAD/CAM ve dijital rehberli kavite açımı teknolojileri, diş dokusunun daha hassas korunmasına olanak tanır (Muryani A.ve ark., 2025). Bu sistemler, özellikle kompleks kök morfolojisine sahip dişlerde giriş kavitesinin optimal açılmasını sağlar. Dijital planlama, gereksiz madde kaybını önleyerek dişin kırılma direncini destekler.

- **Oblik Sırtın Korunması:**

Oblik sırt, üst çene molar dişlerinde mezio-bukkal tüberkül ile distal marjinal sırt arasında uzanan eğik bir yapıdır ve dişin fonksiyonel dayanıklılığı için kritik öneme sahiptir (Sarodeve ark., 2020). Bu yapının korunması, lateral çiğneme kuvvetlerinin dengelenmesine yardımcı olur ve restorasyon sonrası kırılma riskini önemli ölçüde azaltır (Baniyadi ve ark., 2021). Oblik sırtın bütünlüğü bozulduğunda, dişin doğal direnci azalır ve kök kırığı riski yükselir (Baniyadi ve ark., 2021). Yapılan çalışmalar, oblik sırtın korunduğu dişlerde kırılma dayanımının %20-40 oranında arttığını göstermiştir (Fráter M ve ark., 2014). Bu nedenle giriş kavitesi açılırken oblik sırtın korunması minimal invaziv yaklaşımın temel ilkeleri arasında yer almalıdır (Mandil ve ark., 2022).

Oblik sırtı koruyarak yapılan restorasyonlar, restoratif materyallerin tutunma yüzeyini artırır ve bu da sızdırmazlık ile mekanik dayanıklılığı güçlendirir (Costa ve ark., 2014). Özellikle kompozit veya keron restorasyonlarında bu yapının korunması, restorasyonun uzun vadeli başarısını doğrudan etkiler.

Sonlu elemanlar analizi (FEA) çalışmaları, oblik sırtın korunmasının dişte stresin daha geniş bir yüzeye yayılmasını sağladığını göstermiştir (Baniyadi ve ark., 2021). Bu da kök çatlaklarının önlenmesi açısından büyük avantaj sağlar. Oblik sırtı korunan dişlerde, çiğneme sırasında oluşan stres kök ucuna ulaşmadan önce lateral olarak dağıtılır.

Oblik sırtın korunması, minimal invaziv diş hekimliğinin temel hedeflerinden biri olan "maksimum diş dokusu muhafazası" ile birebir örtüşmektedir (Baniyadi ve ark., 2021). Bu yaklaşım, hem dişin fonksiyonel performansını hem de estetik görünümünü koruyarak restorasyonun ömrünü uzatır.

Tablo 1.2. Oblik Sırt Korunmasının Kırılma Dayanımına Etkisi: Özet Tablosu (Baniyadi ve ark., 2021; Costa ve ark., 2014; Sarodeve ark., 2020)

Özellik	Açıklama	Kırılma Dayanımına Etki (%)
Yapısal Dayanıklılığa Katkı	Oblik sırt, kuvvetlerin dengeli dağılımını sağlayarak dişin direncini artırır	Yaklaşık %20-30
Madde Kaybının Azaltılması	Oblik sırt korunduğunda, dişin sert dokusunda daha az madde kaybı olur	Yaklaşık %20
Restorasyon Başarısına Etki	Oblik sırtın korunması, restoratif materyalin daha iyi bağlanmasını sağlar	Yaklaşık %50
Stres Dağılımını İyileştirme	Oblik sırt, dişteki stres dağılımını olumlu yönde etkiler	Stres azaltımı ile dayanım artışı
Minimal İnvaziv Tedaviye Uyum	Oblik sırt koruma teknikleri, minimal invaziv yaklaşımlarla uyumludur	Yaklaşık %40

Tablo 1.3. Oblik Sırt Koruma ile İlgili Çalışmalar ve Bulguları

Çalışma	Çalışma Konusu	Sonuç
Sarodeve ark. (2020)	Oblik sırt korunarak yapılan dişlerde kırılma dayanımı	Oblik sırtı korunan dişlerde kırılma dayanımı daha yüksektir
Costa ve ark. (2014)	Endodontik kavite tasarımının kırılma dayanımına etkisi	Oblik sırtın korunması dişin mukavemetini artırır
Baniasadi ve ark. (2021)	Sonlu elemanlar analizi ile stres analizi	Oblik sırt korunursa stres optimal dağılım gösterir, kırılma riski azalır
Mandil ve ark. (2022)	Minimal invaziv kavite tasarımı ve oblik sırt dayanımı ilişkisi	Oblik sırtın korunması dişin dayanıklılığını artırmada kritiktir

2.4. Üst Yapı Tipleri ve Kırılma Dayanımına Etkileri

Kanal tedavisi sonrasında uygulanan restoratif üst yapılar, dişin kırılma dayanımını artırmak, yapısal bütünlüğünü korumak ve uzun vadeli işlevselliğini sürdürmek açısından kritik öneme sahiptir (García-Contreras ve ark., 2022). Aşağıda çeşitli restoratif seçeneklerin dişin dayanıklılığı üzerindeki etkileri detaylandırılmıştır.

- **Tam Kaplama (Kuron) Restorasyonları:**

Tam kaplama restorasyonlar, kanal tedavisi görmüş dişin tamamını saran restoratif çözümlerdir. Bu restorasyonlar, özellikle posterior dişlerde ve fazla madde kaybı olan durumlarda yaygın olarak tercih edilir (Mannocci ve ark., 2004).

Metal Destekli Seramik Kuronlar, dayanıklılık açısından güçlüdürler, ancak estetik açıdan sınırlıdır (D'Souza ve ark., 2024). Tam Seramik Kuronlar, metal içermez ve estetik olarak doğal dişe daha yakındır. Ön dişlerde sıklıkla kullanılır. Zirkonyum kuronlar, yüksek dayanıklılık ve estetik uyumu bir arada sunar. Posterior bölgelerde tercih edilir (D'Souza ve ark., 2024). Maksimum dayanıklılık, kuvvetlerin

dengeli dağılımı, yüksek estetik potansiyel tam kaplama restorasyonların avantajları arasında sayılabilirken, sert doku kaybı ve maliyetli olmaları dezavantajlarıdır.

- **Kompozit Dolgu Restorasyonları**

Kompozit dolgular, minimal invaziv restorasyonlarda tercih edilen, estetik ve fonksiyonel restoratif materyallerdir. Direkt veya indirekt olarak uygulanabilir (Bahadır ve ark., 2023). Kompozit dolgu restorasyonlarının ; estetik uyum, doku koruyucu yapı, kısa klinik uygulama süresi gibi avantajları vardır. Bunun yanı sıra büyük madde kayıplarında daha az dayanıklılığa sahip olması dezavantajları arasında yer alır.

- **Endokuronlar (Endocrowns)**

Endokuronlar, pulpa odasını retansiyon bölgesi olarak kullanan ve büyük madde kaybı olan dişlerde kullanılan restorasyonlardır. Özellikle posterior dişlerde uygundur (Krisna & Tanti , 2020).

Dişin kalan yapısını korur. Uzun ömürlü ve dirençlidir. Dezavantajları ise sadece sağlam kök yapısı olan dişlerde uygulanabilir. Estetik olarak görünen bölgelerde tercih edilmeyebilir.

- **Post-Core Restorasyonları**

Post-core sistemler, kök kanalına yerleştirilen bir post ile dişin yeniden yapılandırılmasını sağlar. Bu sistemler, büyük doku kaybı olan dişlerde kullanılır. Fiber postlar, dentinle benzer elastik modüle sahiptir ve kök kırığı riskini azaltır. Metal Postlar ise daha rijit yapıya sahiptir, ancak kök çatlağı riskini artırabilir (Jiangkongkho ve ark., 2013).

- **Onley ve İnley Restorasyonlar**

İnley ve onley restorasyonlar, özellikle posterior bölgelerdeki orta ve geniş boyutlu madde kayıplarında, dişin yapısal bütünlüğünü koruyarak fonksiyonel ve estetik açıdan başarılı sonuçlar elde etmeyi amaçlayan indirekt restoratif tedavi seçenekleridir. Bu restorasyonlar, dişteki kayıp bölgeyi birebir karşılayacak şekilde laboratuvar ortamında ya da dijital CAD/CAM sistemleri aracılığıyla hazırlanarak, uygun adeziv sistemler yardımıyla kaviteye yapıştırılır (F. Mangani ve ark., 2015). İnley restorasyonlar, yalnızca okluzal yüzeydeki çigneme basıncına maruz kalan pit ve

fissür bölgeleri ile sınırlı kalırken, onley restorasyonlar okluzal yüzeye ek olarak bir ya da daha fazla kuspidi de örterek daha geniş bir koruma alanı sağlar (Beier ve ark., 2012). Bu yönüyle onleyler, yapısal olarak zayıflamış dişlerde, özellikle de kavite marjinal sırtları ya da mine-dentin sınırını aştığında tercih edilmektedir.

Bu restorasyonlar, özellikle endodontik tedavi görmüş ya da büyük MOD kaviteleri içeren dişlerde kuron uygulamasına alternatif oluşturacak şekilde geliştirilmiştir. Geleneksel tam kuron restorasyonlarında karşılaşılan aşırı doku kaybını önlemek amacıyla inley ve onley restorasyonlar daha konservatif bir yaklaşım sunar; bu da dişin biyomekanik davranışını daha iyi korur ve periodontal dokulara daha az travma uygulanmasını sağlar (Ali Al Alakkad ve ark., 2024). Dişe minimal invaziv bir yaklaşım gösterilmesi, sadece çürük veya zayıf yapıların uzaklaştırılmasıyla sınırlı tutulur; böylece kalan sağlam diş dokusunun mümkün olan en üst düzeyde korunması sağlanır (Fuentes Paguay ve ark., 2024).

Restorasyon materyali olarak; seramikler (özellikle lityum disilikat bazlı cam seramikler), kompozit rezinler ve altın alaşımları kullanılabilir. Seramik materyaller, hem üstün estetik özellikleri hem de yüksek mekanik dayanıklılıkları nedeniyle klinikte yaygın şekilde tercih edilmektedir (Edina Lempel ve ark., 2023). Seramik onley ve inley restorasyonlar, yük taşıma kapasitesi yüksek olan premolar ve molar dişlerde uzun ömürlü sonuçlar vermekte ve renk stabiliteleri ile doğal diş dokusuna benzer optik özellikler sunmaktadır. Kompozit bazlı inley ve onleyler ise daha esnek yapıları sayesinde stresin bir kısmını absorbe edebilmekte, bu da antagonist dişte aşınma riskini azaltabilmektedir (Edina Lempel ve ark., 2023). Altın restorasyonlar ise biyoyumlulukları, dayanıklılıkları ve uzun ömürleriyle tarihsel olarak en güvenilir indirekt materyallerden biri olarak kabul edilmiştir, ancak estetik talepler nedeniyle günümüzde daha sınırlı kullanım alanına sahiptir (Oleszek-Listopad ve ark., 2015).

İnley ve onley restorasyonların uygulanması, kavitenin detaylı değerlendirilmesini ve uygun bir preparasyon yapılmasını gerektirir. Kavite duvarlarının diverjan açılarla hazırlanması, iç açılarda stres yoğunluğunu azaltacak şekilde yuvarlatılması ve özellikle mine desteğinin korunması restorasyonun başarısını doğrudan etkiler (Y. Pallavi Reddy ve ark., 2023). Adeziv sistemlerin gelişimiyle birlikte bu restorasyonların retansiyonunun artık yalnızca mekanik değil, kimyasal bağa da dayandığı görülmektedir. Seramik yüzeylerin hidroflorik asit ile pürüzlendirilmesi ve silan ajanları ile işlem uygulanması, restorasyonun dişe kuvvetli

şekilde bağlanmasını sağlar (Siqueira ve ark., 2019). Bu bağ sayesinde mikro sızıntı azalmakta, sekonder çürük riski düşmekte ve restorasyonun kenar uyumu uzun dönemde daha stabil kalmaktadır.

Ayrıca, bu restorasyonlar fonksiyonel açıdan da avantajlar sunmaktadır. Laboratuvar ortamında yüksek hassasiyetle üretilmeleri sayesinde okluzal temasların ve proksimal kontaktların ideal şekilde sağlanması mümkün olur. Böylece restorasyon sonrası okluzal travma, gıda birikimi ya da komşu dişlerde hareket gibi komplikasyonlar minimuma indirilir (Reich ve ark. 2009). Klinik çalışmalar, doğru endikasyonla uygulanan inley ve onley restorasyonların 10 yıla kadar başarı oranlarının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir (Reiss & Walther, 2000).

Sonuç olarak, inley ve onley restorasyonlar; fonksiyon, estetik, biyolojik uyum ve konservatif yaklaşım açısından bir araya geldiğinde, hem hasta memnuniyeti hem de uzun vadeli klinik başarı açısından ideal çözümler sunmaktadır. Dişin yapısını zayıflatmadan, estetik gerekliliklere cevap vererek ve aynı zamanda biyomekanik dayanıklılığı destekleyerek, özellikle endodontik tedavi sonrası ya da yaygın madde kaybı içeren vakalarda güvenle tercih edilebilecek restoratif seçenekler arasında yer almaktadır.

- **Geçici Restorasyonlar**

Kalıcı restorasyon uygulanana kadar dişi korumak amacıyla kullanılan kompozit veya akrilik esaslı geçici materyallerdir. Kısa süreli koruma sağlarlar.

- **Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Restorasyonlar**

Fiber destekli kompozitler, özellikle çatlak veya zayıf dişlerde yüksek mukavemet sağlayan materyallerdir. Fiber takviyesi, kompozit materyalin kırılma dayanımını önemli ölçüde artırır (Ozsevik ve ark., 2016). Yüksek kırılma dayanımının dışında estetik ve doğal görünüm (Badakar ve ark., 2011) , kolay şekillendirme ve uygulama, minimal invaziv restoratif yaklaşım özellikleri avantajları arasındadır. Ön diş kırıkları , kök kanal tedavili dişlerin onarımı, köprü restorasyonları (örneğin Ribbond ile), minimal invaziv restorasyonlarda fiberle güçlendirilmiş kompozit restorasyonlar kullanılabilir.

2.5. Dişin Kırılma Dayanımını Azaltan bir Faktör olarak MOD Kaviteler

MOD kaviteleri, dişin mesial, distal ve okluzal yüzeylerinde açılarak marjinal sırtların kaybına ve doğal yapısal bütünlüğün bozulmasına neden olur. Bu anatomik kayıplar, dişin çiğneme kuvvetlerine karşı gösterdiği direnci önemli ölçüde azaltır ve özellikle lateral kuvvetler altında dişin kırılma riskini artırır. Marjinal sırtlar, dişin doğal kuvvet dağılımını sağlayarak yapıya destek olan temel unsurlardır; bu yapıların eksikliği, hem dişin anatomik dayanıklılığını hem de uygulanan restorasyonun uzun dönem başarısını olumsuz yönde etkiler (Reeh ve ark., 1989). Özellikle geniş MOD restorasyonlarında, çiğneme sırasında oluşan kuvvetler diş dokusunda eşit şekilde dağılmak yerine belirli bölgelerde yoğunlaşır ve bu durum stres birikimine yol açar. Dişin merkezine gelen yükler, marjinal bölgelerde daha fazla gerilim yaratır ve bu da kırılma riskini artırır (Soares ve ark., 2008). Ayrıca, bu tür yapısal değişiklikler diş sadece mekanik kuvvetlere değil, aynı zamanda termal değişimlere karşı da savunmasız hale getirir. Çiğneme esnasında ağız içindeki sıcaklık değişimleri, restoratif materyalle diş arasında bağ zayıflığına ve zamanla marjinal sızıntıya neden olabilir. Bu da restorasyon kenarlarında mikro çatlakların oluşmasına ve uzun vadede hem restorasyonun hem de dişin uzun dönem dayanım başarısızlığına yol açabilir (Eakle WS. 1986). Tüm bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, MOD kaviteler yalnızca dişin mevcut yapısını zayıflatmakla kalmaz aynı zamanda yapılan restorasyonların da işlevselliğini ve dayanıklılığını önemli ölçüde tehdit eder.

2.5.1. MOD Kavitelerinde Kırılma Dayanımını Artıran Restoratif Çözümler

MOD kavitelerinin restorasyonu sırasında kullanılan restoratif materyal ve teknikler, kırılma dayanımını doğrudan etkiler. Bu nedenle doğru restoratif yaklaşım, hem yapısal bütünlüğü korumak hem de dişin uzun vadeli işlevselliğini sağlamak açısından kritik öneme sahiptir (Cobankara ve ark. 2008). MOD kaviteli dişlerde restorasyon seçenekleri şunlardır :

- **Onley ve İnley Restorasyonlar**
- **Fiber Destekli Kompozitler**
- **Adeziv Teknikler ve Rezin İçerikli Materyaller**
- **Tam Kaplama (Kuron) Restorasyonlar**

- **Ribbond Uygulamaları:**

Polietilen fiber içeren Ribbond materyali, restorasyonlarda destekleyici bir tabaka oluşturarak dişin kırılmaya karşı direncini artırır. Özellikle post-core restorasyonlarda, kök kırığı riskini azalttığı kanıtlanmıştır (Belli ve ark., 2006). Minimal invaziv restorasyonlarla birlikte kullanıldığında, doğal diş dokusunu daha fazla koruma şansı tanır. Bu konu ribbond başlığı altında daha detaylı anlatılacaktır.

- **Yüksek Dayanımlı Kompozitler ve Hibrit Materyaller:**

Nanohibrit ve ormocer bazlı kompozitler, mekanik dayanımı yüksek materyallerdir. Bu materyaller, geniş MOD kaviteelerde uygun kontak oluşturulmasını sağlar ve kırılma direnci artırır (Ilie & Hickel, 2009). Ayrıca, klinik çalışmalar bu tür materyallerin uzun vadeli başarı oranlarının yüksek olduğunu göstermektedir.

2.6. Ribbond

Ribbond, 1990'lı yıllarda Dr. David Rudo tarafından geliştirilmiştir. Rudo, yüksek moleküler ağırlığa sahip polietilen fiberleri dental uygulamalarda kullanılabilecek şekilde uyarlamış ve bu materyalin diş restorasyonlarında destek materyali olarak etkinliğini ortaya koymuştur (Rudo & Karbhari, 1999). Geliştirilen bu yapı, özellikle anterior bölgelerde estetik kaygı taşımadan restorasyonlarda destek sağlaması, minimal invaziv olması ve biyouyumluluğu sayesinde klinik başarıya ulaşmıştır. Başlangıçta travmaya bağlı kırıkların onarımı için kullanılan Ribbond, zamanla splintleme, post-core restorasyonları ve geçici köprü yapımı gibi birçok endikasyonda da etkin şekilde yer almıştır (Botelho, 2002; Ferrarotti ve ark., 2017).

Ribbond, diş hekimliğinde yüksek mukavemetli polietilen fiberlerden oluşan, dişlerin yapısal dayanıklılığını artırmak için geliştirilmiş modern bir materyaldir. Estetik, esneklik ve biyouyumluluk özellikleri sayesinde farklı klinik uygulamalarda başarıyla kullanılmaktadır (Rudo & Karbhari, 1999).

- **Yüksek Mukavemetli Polietilen Fiber Yapısı:**

Ribbond, ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen fiberlerden oluşur. Bu lifler, çiğneme kuvvetleri karşısında yüksek direnç göstererek restorasyonun kırılma dayanımını önemli ölçüde artırır (Rudo & Karbhari, 1999). Polietilenin esnekliği, diş

dokularına benzer şekilde stres emilimini sağlar, bu da kök kırığı gibi komplikasyonların önlenmesine yardımcı olur (Chai ve ark., 1991).

- **Klinik Uygulama Alanları:**

Ribbon, çeşitli restoratif prosedürlerde kullanılabilir. En yaygın kullanım alanları olarak anterior dişlerde travma sonrası diş stabilizasyonu (Andreasen ve ark., 2002), post-core restorasyonlarda kök destekleyici yapı olarak (Sami A Almohefer ve ark., 2025), periodontal splintleme (Sonnenschein ve ark. 2017) ve direkt fiberle desteklenmiş köprü protezleri (Vartak MA ve ark., 2025) olarak gösterilir.

Ribbon, şeffaf ve beyaz tonlarda üretildiği için restorasyonun doğal görünümünü bozmadan destek sağlar. Ayrıca polietilen fiberlerin biyouyumlu yapısı sayesinde periodontal dokularla uyumlu çalışır ve alerjik reaksiyon riski oldukça düşüktür (Karbhari & Wang, 2006). Ribbon, uygulandığı restorasyonun stres dağılımını düzenler. Özellikle posterior bölgelerde yüksek çiğneme kuvvetlerinin absorbe edilmesinde etkili olur. Sonlu elemanlar analizi (FEA) çalışmaları, Ribbon'un restorasyonlarda stres birikimini önlediğini göstermektedir (Shinya ve ark., 2008). Bu materyal, dentin kaybı minimum olan dişlerde bile kullanılabilir. Böylece dişin doğal yapısı maksimum düzeyde korunur. Bu yaklaşım, minimal invaziv restoratif diş hekimliğinin temel ilkeleriyle tamamen uyumludur (Muhammad Qasim Javed 2021).

2.6.1. Ribbon'un Özellikleri ve Yapısı

- **Yüksek Moleküler Ağırlıklı Polietilen Lifler:**

Ribbon'un yapısında kullanılan polietilen fiberler, diğer dental materyallere kıyasla daha fazla çekme ve darbe dayanımı sağlar. Bu lifler, çapraz örgü şeklinde dokunarak esneklik ve mukavemet özelliklerinin optimize edilmesini mümkün kılar. Ayrıca bu yapı, çiğneme esnasında ortaya çıkan kuvvetleri absorbe ederek diş ve restorasyon arasındaki bağlantının stabil kalmasına katkıda bulunur (Ayad ve ark., 2010).

- **Adezyon Özelliği:**

Ribbon, doğrudan dentine yapışmaz. Bu nedenle uygulama öncesi yüzeyin asitle pürüzlendirilmesi ve ardından bonding ajanlarıyla desteklenmesi gerekir. Rezin

esaslı kompozitlerle birlikte kullanıldığında, fiberin çevresine yerleştirilen rezin materyal sayesinde ideal bir bağlanma sağlar (Meiers & Kazanjian, 2003).

- **Biyoyumluluk:**

Polietilen fiberlerin biyoyumluluğu yüksektir ve oral dokuya zarar vermez. Yapılan histolojik çalışmalar, bu materyalin periodontal dokularda tahrişe neden olmadığını, aksine stabil bir iyileşme süreci sunduğunu göstermektedir (Sekhar ve ark. 2011).

- **Renk ve Şeffaflık:**

Estetik restorasyonlarda oldukça önemli bir faktör olan renk stabilitesi, Ribbond için avantaj teşkil eder. Materyalin şeffaflığı, restorasyon altındaki doğal diş renginin görünmesini sağlar. Bu durum, özellikle anterior dişlerde estetik başarıya doğrudan katkı sağlar (Belli & Eskitascıoğlu, 2006).

- **Mekanik Dayanıklılık:**

Ribbond'un esnek yapısı, restorasyonun sertliği ile dentin arasında dengeli bir elastikiyet sağlar. Bu sayede restorasyonun ömrü uzar ve diş üzerindeki stres birikimi azalır (Belli ve ark., 2004). Ayrıca, polietilen fiberler, metal postlara kıyasla kök çatlaklarına neden olma olasılığını da azaltır (Vartak MA ve ark., 2025).

2.6.2. Ribbond'un Dental Uygulamalardaki Kullanım Alanları

- **Direkt Kompozit Destekleme:**

Ribbond, özellikle anterior dişlerde travma sonrası oluşan kırıklarda, direkt kompozit restorasyonların içine yerleştirilerek restorasyonun kırılma dayanımını artırmak amacıyla kullanılır. Fiberlerin çapraz örgü yapısı, kompozit rezin içine entegre edildiğinde, restorasyonun hem esnekliğini hem de dayanıklılığını optimize eder (L. Soto-Cadena ve ark., 2023). Klinik araştırmalar, Ribbond ile desteklenmiş anterior restorasyonların daha az kırıldığını ve daha uzun ömürlü olduğunu göstermiştir (Kumbuloglu & Özcan, 2015).

- **Post-Core Restorasyonlar:**

Kanal tedavisi sonrası geniş doku kaybı olan dişlerde post-core restorasyonları uygulanırken, fiber post olarak Ribbond kullanımı oldukça yaygındır. Geleneksel

metal postlara kıyasla daha elastik olan Ribbond, dentinle benzer modülde elastikiyet gösterdiğinden kök çatlağı riskini düşürür. Ayrıca, estetik olarak da avantaj sağlar çünkü metal postlar gibi restorasyon altından yansıma yapmaz (Sami A Almohefer ve ark., 2025).

- **Periodontal Splintleme:**

Periodontal hastalıklar nedeniyle mobilite kazanmış dişlerin sabitlenmesinde Ribbond sıklıkla tercih edilir. Fiber şeritler, mobil dişlerin lingual yüzeylerine bonding ajan ve kompozit dolgu yardımıyla yerleştirilir. Bu teknik, dişleri birbirine bağlayarak lateral hareketleri engeller ve periodontal tedavi süresince stabilite sağlar. Aynı zamanda, hasta konforunu bozmayacak incelikte ve elastiklikte olması nedeniyle geleneksel tel splintlere göre daha kullanıcı dostudur (Sonnenschein ve ark. 2017).

- **Geçici ve Kalıcı Köprü Yapımı:**

Özellikle estetik bölgedeki tek diş eksikliklerinde, Ribbond ile desteklenmiş kompozit materyalden geçici köprüler yapılabilir. Bu yöntem hem minimal invazivdir hem de laboratuvar işlemine gerek kalmadan klinik ortamda hızlıca uygulanabilir (Magne ve ark., 2012). Ayrıca Ribbond ile desteklenmiş fiber köprüler, geleneksel metal destekli köprülere göre daha az diş dokusu aşındırılması gerektirir. Bazı araştırmalar, fiber köprülerin 2-5 yıl arasında başarıyla ağızda kalabildiğini bildirmiştir (Botelho, 2002).

- **Travmatik Diş Yaralanmalarında Stabilizasyon:**

Avülse ya da lateral lüksasyon gibi travmalarda, etkilenen dişlerin komşu dişlere sabitlenmesinde Ribbond oldukça etkilidir. Ribbond, travma sonrası erken dönemde uygulanarak periodontal iyileşmeyi destekler. Bu uygulama minimal invazivdir ve dişlerin fizyolojik hareketine izin verecek esneklikte splintlenme sağlar (Andreasen ve ark., 2002).

- **Ortodontik Uygulamalar:**

Ortodontik tedavilerde Ribbond, sabit retainer olarak anterior dişlerin lingual yüzeylerine uygulanarak relapsların önlenmesinde kullanılmaktadır. Fiberlerin esnek yapısı ve estetik görünümü sayesinde, hastalar tarafından da estetik olarak kabul görmektedir (Karaman, A. İ., Kir, N., & Belli, S. 2002).

- **Estetik Restorasyonlarda Destekleyici Materyal:**

Laminate veneer gibi estetik uygulamalarda, kompozit yapıların altına destek olarak yerleştirilen Ribbond, kırılma direncini artırırken estetik açıdan problem oluşmamasını sağlar. Ayrıca fiberin şeffaflığı, ışık geçirgenliği açısından estetik restorasyonlara uyum sağlar (Gresnigt ve ark., 2019).

Tablo 1.4. Ribbond'un Avantajları Listesi

Avantajlar	Açıklama	Kaynak
Yüksek Mukavemet	Polietilen fiber yapısı, stresi yayarak restoratif sistemin kırılma direncini artırır.	L. Soto-Cadena ve ark., 2023; Kumbuloglu & Özcan, 2015
Esneklik ve Uyumluluk	Dentine benzer elastik modülü sayesinde, kök çatlak riskini azaltır ve dişle uyumlu hareket eder.	Sami A Almohefer ve ark., 2025
Estetik	Şeffaf yapısı anterior bölgelerde görünmezlik sağlar, restoratif estetiği bozmaz.	Belli & Eskitascıoğlu, 2006
Biyouyumluluk	Periodontal dokularla uyumludur, alerjik reaksiyon riski düşüktür.	Sonnenschein ve ark. 2017
Minimal İnvaziv Uygulama	Diş dokusunu koruyarak fazla madde kaldırılmadan uygulanabilir, dayanıklılığı artırır.	Magne ve ark., 2012

Tablo 1.5. Ribbond'un Dezavantajları listesi

Dezavantajlar	Açıklama	Kaynak
Uygulama Teknik Hassasiyeti	Başarılı sonuçlar için klinik deneyim şarttır, yanlış yerleştirme başarısızlıkla sonuçlanabilir.	Gresnigt ve ark., 2019
Kısıtlı Uygulama Alanı	Aşırı madde kaybı veya yüksek fonksiyonel yük içeren arka bölgelerde sınırlamalar olabilir.	Botelho, 2002
Kırılma/Deformasyon Riski	Yüksek çiğneme kuvvetlerinde fiber yapının deformasyona uğrama ve restorasyon başarısını etkileme riski vardır.	Botelho, 2002

2.6.3. Ribbond ve Kompozit: Karşılaştırma

- **Yapısal Özellikler:**

Ribbond, ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen fiberlerden oluşurken; kompozit materyaller, reçine matris ve dolgu partiküllerinden oluşur. Ribbond esnek ve lifli bir yapı sunarak kuvveti dağıtırken, kompozit sert ve kırılğan yapıdadır (Karbhari & Wang, 2007). Ribbond, restorasyonlara direnç ve esneklik kazandırarak uzun süreli fonksiyon sağlar. Kompozit ise küçük kavitelerde yeterli mukavemet sağlarken, geniş restorasyonlarda çatlama ve kırılma riski taşır (Karbhari & Wang, 2007).

- **Uygulama Alanları:**

Ribbond; splintleme, geçici köprüler ve post-core uygulamalarında destek materyali olarak kullanılırken, kompozit esas olarak estetik dolgular ve minimal restorasyonlarda tercih edilir (Gresnigt ve ark., 2012).

- **Estetik ve Görünüm:**

Ribbond şeffaf yapısı sayesinde görünmez bir destek sağlar. Kompozit ise doğal diş rengiyle uyumlu olmasıyla estetik sonuçlar sunar (Akkayan & Gulmez,

2002). Ribbond'un elastik modülü, dentinle benzerlik gösterdiği için restorasyona uyum sağlar. Kompozit ise sertliği nedeniyle stres birikimine sebep olabilir (Hassan Negm ve ark., 2024).

- **Uygulama Zorluğu:**

Ribbond uygulaması deneyim gerektirir; fiber yerleşimi başarısız olursa restorasyon dayanımı azalabilir. Kompozit ise doğrudan ve pratik uygulama imkânı sunar (Oskoe ve ark. 2009).

- **Biyoyumluluk:**

Her iki materyal de biyoyumlu kabul edilir; ancak Ribbond'un polietilen yapısı, alerjik reaksiyon riskini daha da düşürür (Sonnenschein ve ark. 2017).

- **Uzun Vadeli Başarı:**

Ribbond, restoratif sistemleri destekleyerek restorasyonun ömrünü uzatır. Kompozit ise destek olmadan geniş kavitelere sınırlı ömür sunar (Escobar ve ark., 2023).

2.7. Makaslama Kuvveti Nedir?

Makaslama kuvveti, iki zıt yönde uygulanan paralel kuvvetlerin etkisiyle ortaya çıkan kesme kuvvetidir. Diş restorasyonları, özellikle yapıştırıcı ajanlar aracılığıyla diş dokusuna tutunurlar ve bu kuvvet türüne karşı direnç göstermek zorundadır (Peutzfeldt, 1997).

Yüksek makaslama dayanımı, restorasyonun dişe daha uzun süre tutunabilmesini sağlar. Aksi hâlde restorasyon kenarlarından ayrılmalar ve mikro sızıntılar oluşabilir. Bu durum, sekonder çürük gelişimine ve restorasyonun başarısızlığına neden olur (Ferracane, 2011).

2.7.1. Kırılma Dayanımı ve Makaslama Kuvveti Arasındaki İlişki

Kırılma dayanımı ve makaslama dayanımı, restoratif materyalin uzun ömürlü kullanımında birbirini tamamlayan iki önemli direnç ölçütüdür. Bir materyalin yüksek kırılma dayanımına sahip olması, onun dikey kuvvetlere karşı dirençli olduğunu gösterirken; yüksek makaslama dayanımı, lateral kuvvetlere karşı dayanıklılığını ifade eder (Sakaguchi & Powers, 2012).

Özellikle posterior bölgelerde kullanılan restoratif materyaller, bu iki kuvvet türüne karşı birlikte dayanıklı olmalıdır. Aksi takdirde, restorasyonlar yerinden çıkabilir, çatlayabilir veya tamamen başarısız olabilir (Opdam ve ark., 2014). Bu nedenle, ideal restoratif materyal hem yüksek kırılma hem de makaslama dayanımı göstermelidir.

2.8. Kırılma Dayanımı

Kırılma dayanımı, bir materyalin veya yapının dış kuvvetler altında şekil değiştirmeden veya çatlamadan önce ne kadar yük taşıyabileceğini ifade eder ve özellikle diş hekimliğinde restoratif tedavilerin başarısı açısından büyük önem taşır. Bu kavram, yalnızca restoratif materyallerin değil, aynı zamanda dişin kendisinin de yapısal dayanıklılığı ile doğrudan ilişkilidir. Kırılma dayanımı yüksek olan materyaller, özellikle çiğneme esnasında uygulanan kompleks kuvvetlere karşı daha dirençli olup, restorasyonun ömrünü uzatmakta ve başarısını artırmaktadır (Craig & Powers, 1977). Ağız içi ortamda restorasyonlar hem dikey hem de lateral yönde kuvvetlere maruz kalır; bu nedenle kullanılacak materyalin mekanik dayanımının yüksek olması, fonksiyonel başarının yanı sıra hastanın konforu açısından da gereklidir. Özellikle molar ve premolar bölgelerde, restorasyonların kırılmaya dirençli olması hem çiğneme verimliliğini korur hem de restorasyonun erken başarısızlığını önler (Sakaguchi ve ark., 2012).

Kırılma dayanımı, aynı zamanda dolgu materyallerinin klinik performansını belirlemede bir gösterge niteliğindedir. Kompozit rezinler, cam iyonomerler, amalgamlar ve seramikler gibi farklı restoratif materyaller arasında yapılan karşılaştırmalarda kırılma dayanımı, materyal seçimini doğrudan etkileyen faktörlerden biridir. Örneğin, seramik materyaller yüksek estetik özellikler sunmalarının yanında, kırılma dayanımları yüksek olduğu için posterior bölgelerde de güvenle kullanılabilir (Kelly & Benetti, 2011). Bununla birlikte, kullanılan materyalin kırılma dayanımı kadar, bu materyalin diş dokusu ile nasıl bir bağ kurduğu da önemlidir. Zayıf bağlanma, restorasyonun kenarlarında mikrosızıntıya ve zamanla restoratif başarısızlığa yol açabilir. Bu nedenle, materyalin yalnızca kendi mekanik özellikleri değil, aynı zamanda klinik uygulama sırasında marjinal adaptasyonu ve bağlanma özellikleri de dikkate alınmalıdır (de Andrade ve ark. 2007).

Ayrıca kırılma dayanımı, restorasyonun kalınlığı, kavite tasarımı, uygulama tekniği ve destekleyen diş dokusunun miktarı gibi pek çok faktörden etkilenir. Örneğin, minimal invaziv restoratif yaklaşımlarda daha fazla diş dokusu korunarak restorasyonun desteklenmesi sağlanabilir ve böylece sistemin genel kırılma dayanımı artırılabilir (Silva ve ark. 2021). Modern restoratif yaklaşımlarda, hem materyalin seçimi hem de uygulama protokolü, bu mekanik dayanıklılığı optimize etmeye yöneliktir. Bu nedenle, restoratif tedavilerin planlanmasında kırılma dayanımı sadece materyal özellikleri açısından değil, biyomekanik bütünlüğü sağlayacak şekilde bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır.

Bu tez çalışmasının amacı, MOD kaviteli ve endodontik tedavi uygulanmış üst birinci molar dişlerde, dentin desteği olmayan oblik sırtın korunmasının ve restorasyonda Ribbond gibi fiber takviyeli bir materyalin kullanılmasının kırılma dayanımı üzerindeki etkisini araştırmaktır. Çalışmada, farklı kavite tasarımlarıyla birlikte uygulanan restoratif yaklaşımların, dişin yapısal direncine nasıl katkı sağladığı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu sayede, kanal tedavisi sonrası zayıflayan diş dokusunun daha dayanıklı hale getirilmesine yönelik etkili yöntemlerin belirlenmesi ve restoratif başarıya katkı sağlayacak klinik önerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Tasarımı ve Genel Bilgi

Bu araştırma, *in vitro* bir model kullanılarak gerçekleştirilmiş olup Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Araştırma Merkezi Laboratuvarlarında yürütülmüştür. Dişler üzerindeki işlemler, standardizasyon ilkelerine bağlı kalınarak, kontrollü bir laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiş ve tüm aşamalar aynı operatör tarafından uygulanmıştır. Çalışmamızda çekilmiş diş kullanılacağından etik kuruluna başvurulmuş ve başvurumuz “Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu” tarafından 31.10.2024 tarihinde kabul edilmiştir (Karar No: 2024/489).

3.2. Örneklem Seçimi ve Dişlerin Hazırlanması

Çalışmada, çeşitli nedenlerle çekilmiş, erişkin bireylere ait 65 adet insan daimi üst birinci molar diş kullanılmıştır. Dişler; çürüksüz, daha önce herhangi bir restorasyon uygulanmamış, çatlak, kırık veya morfolojik anomaliler içermeyen örneklerden seçilmiştir. Dişler çekim sonrasında, diş yüzeylerinde bulunabilecek periodontal dokular, debris ve organik artıkların uzaklaştırılması amacıyla %2,5 oranında sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisinde 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Bu işlem sonrası, dişler fizyolojik serum içerisine alınarak çalışma süresi boyunca nemli ortamda muhafaza edilmiştir. Bu yöntem, dentin dokusunun dehidrasyonunu engellemek ve yapısal bütünlüğün korunmasını sağlamak amacıyla tercih edilmiştir.

3.3. Dişlerin Akrilik Rezin Kalıplara yerleştirilmesi ve Hazırlık

Çalışmada kullanılan dişlerin büyük bir kısmı taze çekilmiş dişlerden oluşmaktaydı. Dişler üzerinde bulunan kan ve periodontal ligament kalıntılarının uzaklaştırılması amacıyla, örnekler öncelikle %2,5 konsantrasyonda NaOCl çözeltisinde bekletilmiş, ardından serum fizyolojik ile durulanmıştır. Temizlenen dişlerin okluzal yüzeylerinden apekslerine kadar olan uzunlukları ölçülerek kayıt altına alınmıştır. Ölçüm işlemlerinin tamamlanmasını takiben, dişlerin kök yüzeyleri eritilmiş pembe mum içerisine daldırılarak ince bir tabaka ile kaplanmış, ardından yüzeydeki fazla mum materyali temizlenerek düzgün bir yüzey elde edilmiştir. Mumun oda sıcaklığında soğumasının ardından, dişler 2,5 cm yüksekliğindeki silindirik kalıplara yerleştirilmiş ve otopolimerizan akrilik rezin (Integra, Ankara, Türkiye)

içerisine gömülmüştür. Akrilik materyalin polimerizasyonu tamamlandıktan sonra, sıcak su banyosu kullanılarak mum tabakası eritilmiş ve dişler akrilik kalıptan çıkarılmıştır. Oluşan negatif boşluklara, üretici talimatlarına uygun şekilde baz ve katalizör karıştırılarak hazırlanmış C tipi silikon ölçü materyali (Zhermack SpA, Badia Polesine, İtalya) enjekte edilmiştir. Akrilik kalıptan taşan fazla silikon, bir spatül yardımıyla temizlenmiştir. Son olarak, dişler yeniden silikon materyal ile doldurulmuş akrilik kalıp içerisine yerleştirilmiş ve başlangıçta mumla oluşturulan boşluk, silikon materyal ile doldurularak kök yüzeyini çevreleyen periodontal ligament yapısı taklit edilmiştir.

3.4. Gruplandırma

Çalışmada kullanılan 65 dişten 5 tanesi kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Kalan 60 diş rastgele olarak üç deney grubuna eşit şekilde (n=20) dağıtılmıştır. Gruplar aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir:

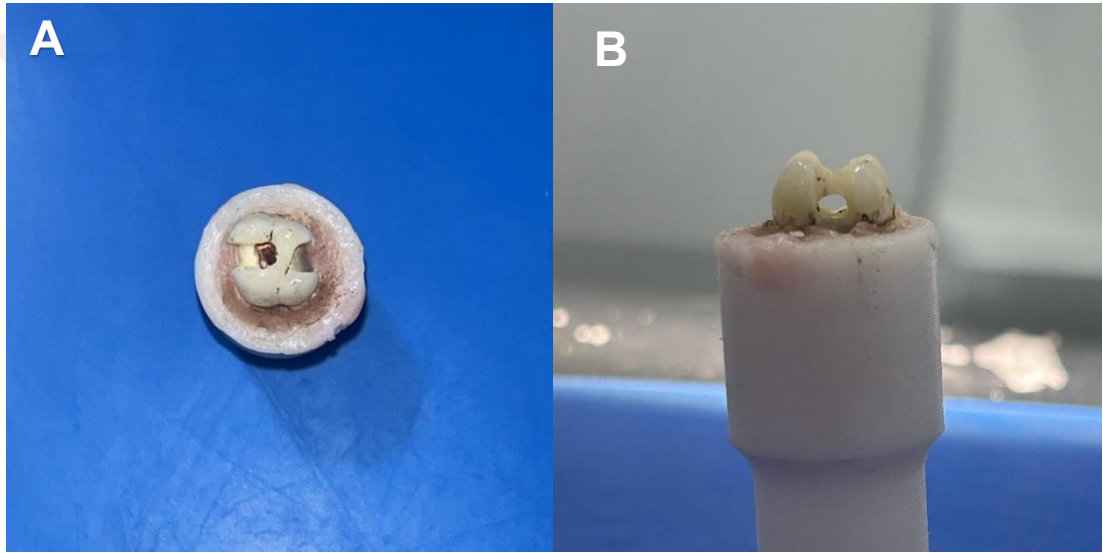
- **Grup 1:** Mezial ve distal yüzeylerinde kavite oluşturulan, ancak dentin desteği olmayan oblik sırtı korunan dişlerde kanal tedavisi ve kompozit restorasyon uygulanmıştır.
- **Grup 2:** Oblik sırtın tamamen kaldırıldığı, mezial-okluzal-distal (MOD) kavite şekline sahip dişlerde kanal tedavisi yapılmış ve ardından kompozit restorasyon uygulanmıştır.
- **Grup 3:** Oblik sırtın kaldırıldığı MOD kavite hazırlanan dişlerde kanal tedavisi sonrasında, kaviteye *Ribbon* şeridi entegre edilerek kompozit restorasyon gerçekleştirilmiştir.
- **Grup 4 (Kontrol):** Hiçbir işlem uygulanmamış, çürüksüz ve yapısal bütünlüğü korunmuş sağlıklı dişlerden oluşmuştur. Bu grup, doğal diş dokusunun kırılma direncini referans olarak değerlendirmek amacıyla çalışmaya dahil edilmiştir.

3.5. Kavite Hazırlığı

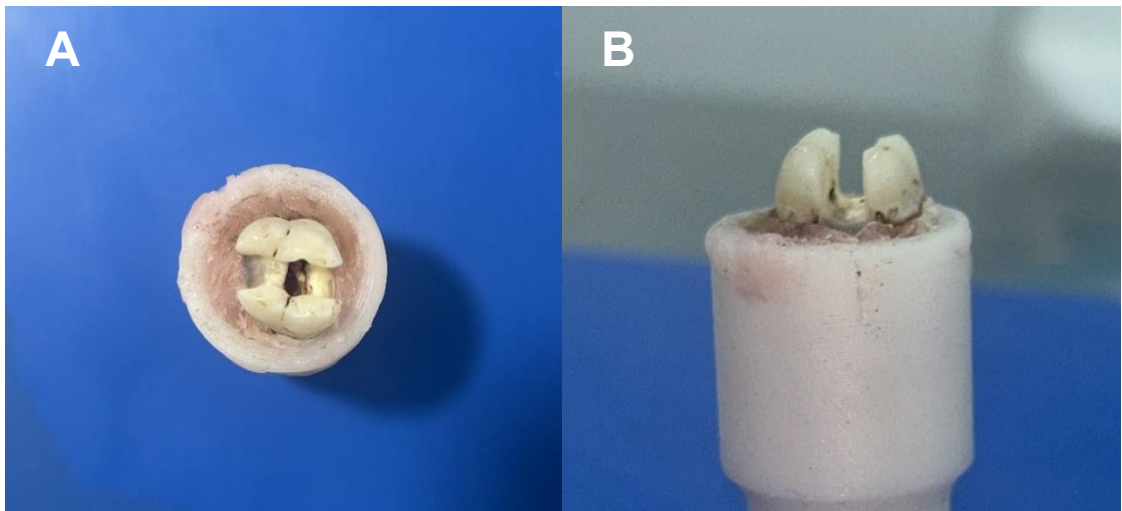
Dişlerin okluzal yüzeylerine, ilgili grupların kavite tasarımına göre giriş kavimleri hazırlanmıştır. Grup 1’de, mezial ve distal yüzeylerde simüle edilen çürük yapısına uygun olarak, oblik sırt dentin desteği korunmuş şekilde kavite hazırlanmıştır. Okluzalden bakıldığında mezial en dış noktadan oblik sırtta mesafe ortalama 4–5 mm, distal en dış noktadan oblik sırtta ise 3–4 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Oblik sırt,

yaklaşık 2 mm kalınlığında (meziodistal mesafe) olacak şekilde korunmuştur. Tüberküllere herhangi bir müdahalede bulunulmamış ve bu yapılar doğal haliyle bırakılmıştır.

Grup 2 ve 3'te ise MOD kavite tasarımı uygulanmıştır. Oblik sırt tamamen kaldırılmış ve kavite genişliği (bukkingual mesafe), tüberküller arası mesafenin yaklaşık %50'si olacak şekilde 5–6 mm olarak belirlenmiştir. Proksimal kutuplar, mine-dentin birleşimine kadar indirgenmiş, böylece restorasyon sonrası marjinal adaptasyonun değerlendirilmesine olanak tanınmıştır. Bu gruplarda da tüberküller koruma altına alınarak kavite tasarımı doğal anatomiye taklit edecek şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1 A ve B: Oblik Sırtın Korunduğu MOD Kavitenin Okluzal ve Proksimal Görünümü



Şekil 4 A ve B: Oblik Sırtın Korunmadığı MOD Kavitenin Okluzal ve Proksimal Görünümü

3.5.1. Kök Kanal Şekillendirme ve Dolum

Tüm çalışma gruplarında kök kanal tedavisi aynı protokole göre uygulanmıştır. Kanalların tespiti, ISO #10 K-tipi el eğeleriyle gerçekleştirilmiş, çalışma boyu radyografik apekten 1 mm kısa olacak şekilde radyografik olarak kontrol edilmiştir. Kalsifiye veya anatomik varyasyon nedeniyle erişilemeyen kanallar çalışma dışı bırakılmış ve yerine yedek dişler dahil edilmiştir.

Kök kanalları; 15.04, 20.04, 25.04 ve 30.04 çapındaki döner Ni-Ti sistemleriyle (EndoArt , İnci Dental, İstanbul) genişletilmiştir. Her ege değişiminden sonra 2 ml %2,5'lik NaOCl çözeltisi ile irrigasyon yapılmıştır. Şekillendirme tamamlandıktan sonra sırasıyla %17'lik EDTA ile 1 dakika süreyle yıkama yapılmış, ardından NaOCl ile tekrar irrigasyon uygulanmış ve son olarak distile su ile nötralizasyon sağlanmıştır (Par ve ark. 2024).

Kanallar, #30 numaralı steril paper point (EndoArt Paper Point, İnci Dental, İstanbul) ile kurutularak doluma hazır hale getirilmiştir. Dolum aşamasında ana kon olarak mezial ve distal köklerde 25.04, palatinal köklerde ise 30.04 gutta perka konları (EndoArt Gutta Perka, İnci Dental, İstanbul) kullanılmıştır. Lateral kondensasyon tekniği ile #30 spreader ve 25.02 yardımcı gutta perkalar yardımıyla dolum gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubuna dahil olan dişlerde %85 oranında meziyobukkal kanal bulunmuştur. Bulunan bu kanalların dolumu diğer kanallarda belirttiği şekilde yapılmıştır. Kanal dolgu materyali olarak rezin esaslı AH Plus pat (Dentsply Sirona, Almanya) kullanılmıştır. Dolum sonrası gutta perkalar, Eighteeth Fast-Pack Pro cihazı ile kanal ağzından kesilmiş ve plugger yardımıyla 1 mm apikaline kondanse edilmiştir. Giriş kavitesi, alkol ile silinerek kanal patı ve gutta perka kalıntılarından arındırılmıştır.

3.5.2. Restoratif İşlemler

Kanal tedavisi tamamlanan Grup 1, Grup 2 ve Grup 3'e ait dişlerde, üst yapı restorasyonlarına geçilmeden önce kavite yüzeyleri restoratif prosedürlere uygun şekilde hazırlanmıştır. Grup 2 ve Grup 3'te bulunan MOD konfigürasyonundaki kavite formu, kompozit restorasyon ile yeniden yapılandırılarak Class I kavite tipine dönüştürülmüştür. Bu yaklaşım, marjinal krestal yapının yeniden kazanılması ve okluzal yük aktarımının daha fizyolojik dağılımını sağlamak amacıyla tercih edilmiştir.

Grup 1’de, yalnızca mine dokusu korunmuş (altında dentin desteği bulunmayan) oblik sırt yerinde bırakılarak restorasyon gerçekleştirilirken, Grup 2’de oblik sırt tamamen kaldırılmış ve bu bölge restoratif materyalle yeniden inşa edilmiştir. Bu farklılık, kavite tasarımının kırılma direnci üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kontrollü bir değişken olarak planlanmıştır.

Restorasyon öncesi tüm dişlerin kavite iç yüzeyleri %37’lik fosforik asit jeli (RubyEtch, İnci Dental, Türkiye) ile 15 saniye süreyle asitlenmiştir. Bu işlem, dentin tübüllerini açarak adeziv sistemin mikromekanik tutuculuğunu artırmayı hedeflemiştir. Asitleme işlemi sonrası kavite yüzeyleri bol distile su ile yıkanmış ve hafif hava ile kurutulmuştur.

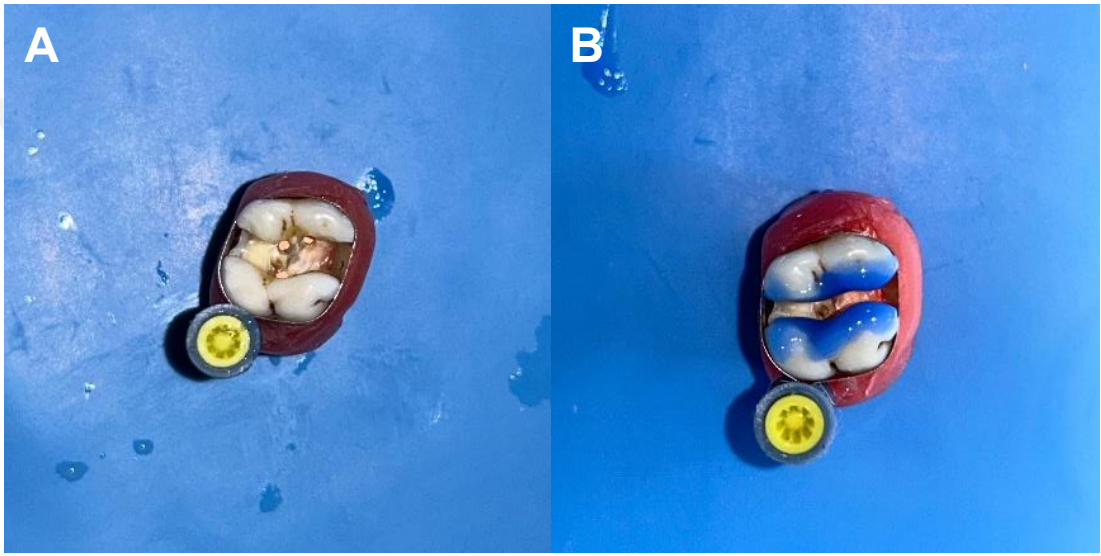
Adezyon sisteminin uygulanmasında self-etch özellikli, iki aşamalı bir adeziv olan Clearfil SE Bond (Kuraray, Japonya) kullanılmıştır. Öncelikle primer komponenti 20 saniye süreyle kavite yüzeyine uygulanmış, ardından 5 saniye boyunca nazik hava ile kurutulmuştur. Takiben bond ajanı uygulanmış ve yüzey 10 saniye boyunca LED ışık cihazı (Woodpecker Medical Instruments, Guilin, Çin) yardımıyla polimerize edilmiştir.

Restorasyonlarda, arka grup dişler için özel olarak geliştirilmiş olan, nanohibrit yapıya sahip GC G-ænial Posterior kompozit rezin (GC Corporation, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır. Materyal, inkremental teknik prensiplerine uygun biçimde uygulanmıştır. Bu kapsamda, her katman 2 mm’yi geçmeyecek şekilde yerleştirilmiş ve her bir tabaka 20 saniye süresince ışıkla polimerize edilmiştir. Bu teknik, polimerizasyon büzülmesini minimize ederek marjinal sızıntıyı azaltmayı hedeflemiştir.

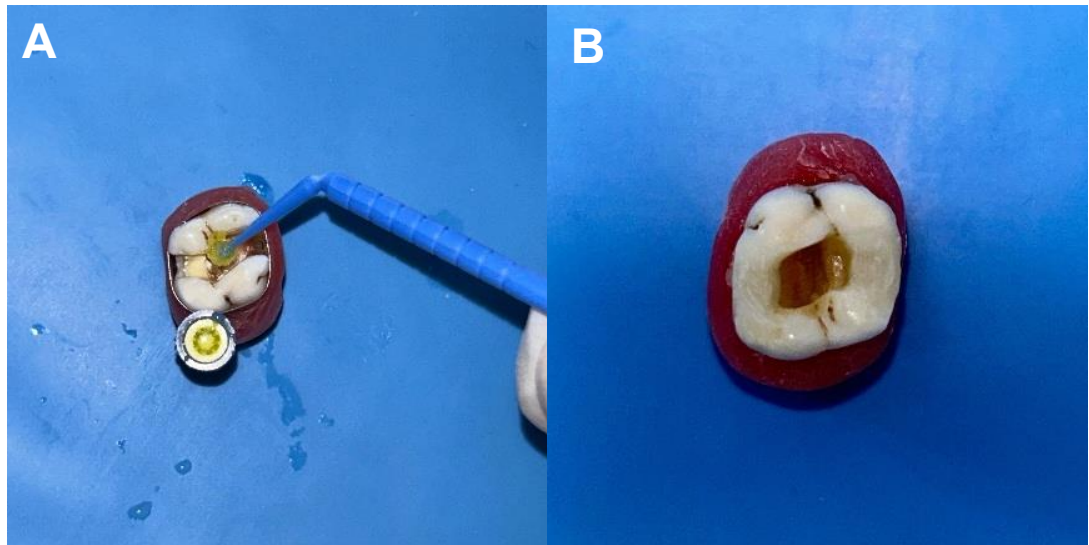
Restoratif işlemler sırasında, okluzal morfoloji doğal diş yapısı göz önünde bulundurularak şekillendirilmiş, kontakt noktalarının ve tüberküler mimarinin fonksiyonel olarak uyumlu olması sağlanmıştır. Böylece, dişlerin orijinal anatomisine en yakın restorasyon formu elde edilmeye çalışılmıştır.

Grup 3’te, bonding uygulaması diğer gruplar ile aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, özel Ribbond makasıyla kesilen şerit, Clearfil SE Bond ile her iki yüzeyi ıslatılarak hazırlanmıştır. Şeridin aşırı kurutulması önlenmiş ve elastik yapısının korunması sağlanmıştır. Ribbond, kavite içindeki eksik ve sağlam duvarları çevreleyecek şekilde yerleştirilmiştir. Üzeri G-ænial Universal Flo akışkan

kompozit ile kapatılarak, monoblok restorasyon bütünlüğü sağlanmıştır. Ardından, Grup 1 ve 2'deki kompozit uygulama prosedürü izlenerek restorasyon tamamlanmıştır. Grup 3'e ait dişlerde, kanal dolum işlemleri tamamlandıktan sonra restorasyon aşamasına geçilmiştir. Bu grupta, diğer gruplarda olduğu gibi kavite şekli MOD konfigürasyonunda başlasa da, restorasyon süreci boyunca Class I kavite formuna dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm, kavite formunun daha kontrollü bir yük dağılımı sağlaması ve tüberküler arası bağlantının güçlendirilmesi açısından önem arz etmektedir.



Şekil 7 A ve B: Dişe Matrix Bandı Takılması ve Dişe %37 Fosforik Asit Uygulaması



Şekil 10 A ve B: Kaviteye Adeziv Uygulaması ve MOD Class II kavitenin Class I Kaviteye Dönüştürülmesi

3.5.3. Ribbond'un Yerleştirilmesi ve Stabilizasyonu

Bondlama işleminin ardından, Ribbond şeritleri, özel Ribbond makası kullanılarak gutta perka konları ile kavitenin iç çapı ölçülüp bu ölçülerde ribbond kesilmiştir. Şeritler, Clearfil SE Bond ile her iki yüzeyden ıslatılmış ve elastik formunun korunması amacıyla aşırı kurutma yapılmadan hafif hava ile 5 saniye boyunca kurutulmuştur. Bu adım, fiberin formunu kaybetmemesi ve kaviteye üç boyutlu şekilde uyum sağlayabilmesi açısından kritik önemdedir.

Ribbond, kavitenin hem sağlam duvarlarına hem de eksik duvarlarına temas edecek biçimde, çevresel olarak ve kavite tabanına yerleştirilmiştir. Bu yerleşim sayesinde dışın iç yapısında adeta bir "iskelet yapı" oluşturulmuş ve restoratif sistemin tümüne destek sağlanmıştır. Böylelikle restorasyonun kırılmaya karşı direnci artırılmış, yüklerin restoratif materyal üzerinde homojen şekilde dağılması sağlanmıştır.

Ribbond'un kavite içerisinde stabil kalması ve adeziv sistemle uyumlu şekilde bağlanması amacıyla üzerine G-aenial Universal Flo akışkan kompozit uygulanmıştır. Bu materyal, fiberlerin aralarında boşluk kalmayacak şekilde kaviteye yayılmış ve hem Ribbond'un sabitlenmesini hem de monolitik bir yapı oluşmasını sağlamıştır. Akışkan kompozit, ışıkla polimerize edilerek fiberlerin pozisyonu sabitlenmiştir.



Şekil 13 Ribbond'un Islatılması



Şekil 6 Kavite Tabanına Ribbond Uygulanması

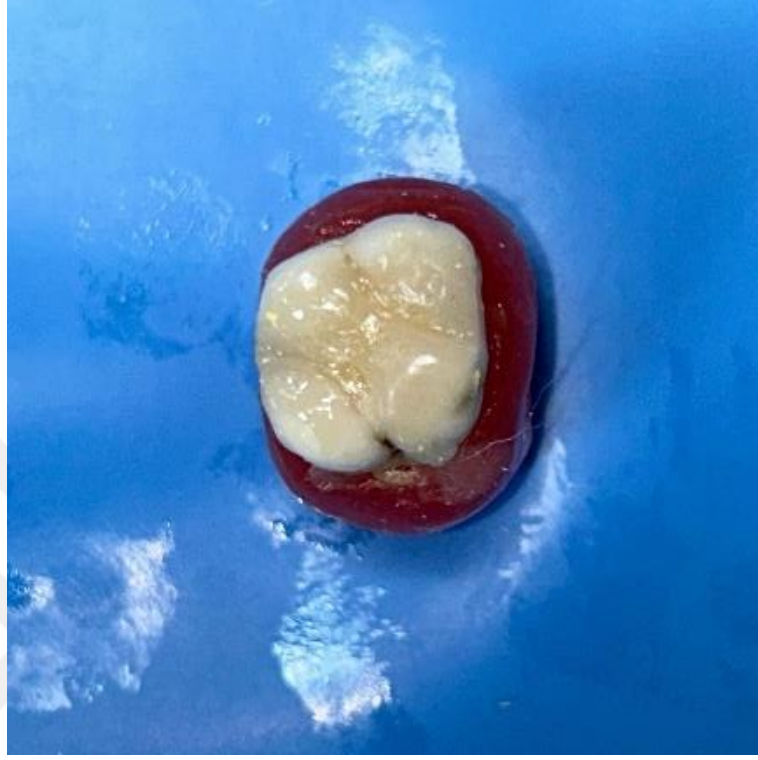


Şekil 7 Kavite Duvarlarına Ribbond Uygulanması

3.5.4. Restorasyonun Tamamlanması

Ribbond ve akışkan kompozit uygulaması sonrasında, Grup 1 ve 2’de olduğu gibi GC G-ænial Posterior nanohibrit kompozit, inkremental teknikle uygulanmıştır. Her bir tabaka 2 mm’yi aşmayacak şekilde yerleştirilmiş ve her katman 20 saniye

süresince ışıkla kürlenmiştir. Bu teknikle restorasyon tamamlanırken, kompozit materyalin iç yapısında Ribbond'un oluşturduğu fiber ağ, yapıya bütüncül bir dayanıklılık kazandırmıştır.



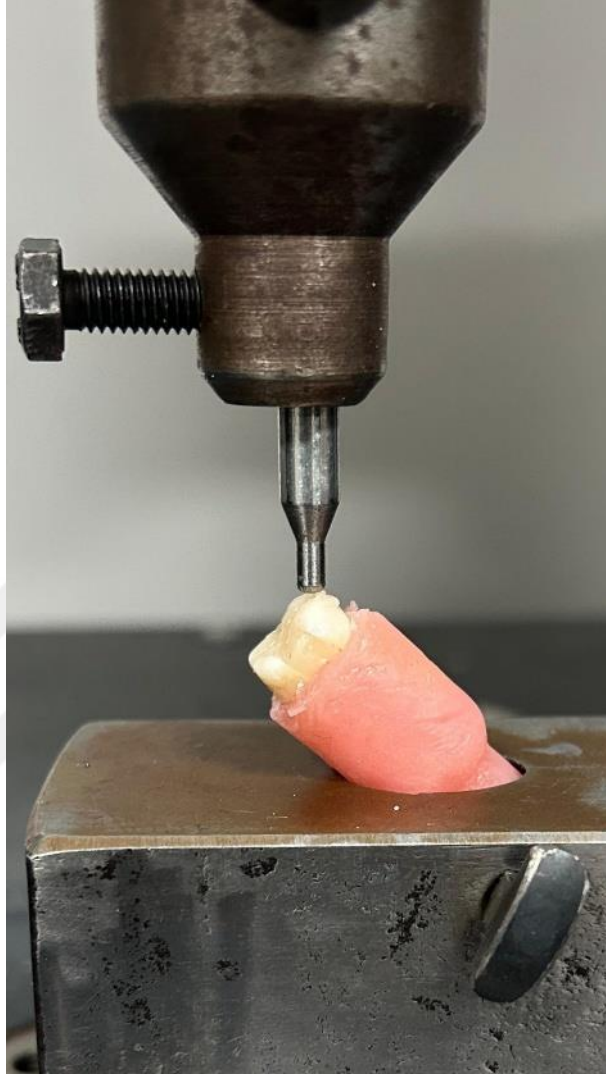
Sekil 18 Tamamlanan restorasyonun okluzalden görünümü

3.6. Kırılma Dayanım Testi

Restoratif işlemleri tamamlanan 60 diş ve işlem görmemiş 5 kontrol dişi, kırılma dayanımlarını değerlendirmek amacıyla özel kalıplar içerisine yerleştirilmiştir. Dişler, palatinal tüberkül üzerine yük uygulamasına uygun şekilde 45° açıyla yerleştirilmiş ve universal test cihazında (Instron veya benzeri) test edilmiştir. Uygulama hızı 0,5 mm/dk olarak belirlenmiş ve 1 mm kalınlığında, 7 mm genişliğinde metal bir uç yardımıyla yük uygulanmıştır. Kırılma anındaki maksimum yük değerleri Newton (N) cinsinden kaydedilmiştir.

Çalışmada kırık tiplerinin değerlendirilmesi amacıyla, deney gruplarındaki örnekler kırılma sonrasında oluşan hasarın konumuna göre "restore edilebilir" ve "restore edilemez" olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada, kırığın mine sement sınırı seviyesinin üzerinde kalması restore edilebilir olarak değerlendirilirken; mine sement sınırı seviyesinin altına inen kırıklar restore edilemez olarak kabul edilmiştir.

Bu değerlendirme, her bir restorasyon yaklaşımının kırık tipine etkisini karşılaştırmalı olarak analiz etmeye olanak sağlamıştır.



şekil 21 Evrensel test cihazına yerleştirilen bir numune ve kuvvet ucu

3.7. VERİLERİN ANALİZİ

Çalışma kapsamında istatistiksel analizler SPSS 27.0 (IBM, Armonk, NY, ABD) paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Bu analizler ile restoratif teknikler arasındaki kırılma anındaki maksimum yük değeri (N) farklarının istatistiksel güvenilirliği değerlendirilmiştir. Analizler öncesinde dağılımın normalliği Shapiro-Wilk analizi ile test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre dağılımın normal olduğu tespit edilmiş ve parametrik testlerin uygulanması uygun görülmüştür. Çalışma kapsamında gruplararası karşılaştırmayı gerçekleştirmek üzere Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) analizinden yararlanılmıştır. Anlamlı farklılıklarda post-hoc testi olarak

Bonferroni testinden yararlanılmıştır. Çalışmanın tamamında istatistiksel anlamlılık üzeri $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.



4.BULGULAR

Çalışma kapsamında ele alınan 4 grupta ölçülen kırılma anındaki maksimum yük değerleri (N) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Yapılan post hoc testi sonucunda da; tüm grupların birbiri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Deney grupları arasında en yüksek kırılma dayanımı ribbond içerikli kompozit dolgu grubunda en düşük kırılma dayanımı ise MOD kavite grubunda ölçülmüştür. ($p<0,05$). Sağlam ve bütünlüğü bozulmamış dişlerden oluşan kontrol grubu beklendiği üzere bütün deney gruplarından daha yüksek kırılma dayanımı göstermiştir. ($p<0,05$). Aşağıdaki tabloda kontrol ve deney gruplarının kırılma dayanımı değerleri verilmiştir. Başka bir ifadeyle her grup birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklı çıkmıştır. En yüksekte en düşüğe kırılma dayanımları sırasıyla kontrol grubu, Ribbond grubu, oblik sırt korunan MOD grubu, sadece MOD kavite grubu şeklindedir.

Tablo 3.1: Kırılma Anındaki Maksimum Yük Değerinin (N) Gruplara Göre Karşılaştırılması:

Gruplar	N	Min-Maks	Ort.±S.S.	F	P
Dentin Desteği Olmayan Oblik Sırt Korunan MOD Kavite (Grup 1)	20	561,37- 819,73	702,99±76,35 ^C		
Sadece MOD Restorasyonu Yapılan Grup (Grup 2)	20	273,94- 510,49	408,62±60,82 ^D		
Ribbond İçerikli MOD Kavite (Grup 3)	20	690,35- 1034,33	873,89±79,13 ^B		
Kontrol Grubu	5	1496,24- 1706,32	1590,32±91,89 A	377,778	0,001*

*Üstel büyük harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harfi alan gruplar arasında farklılık bulunmaktadır.

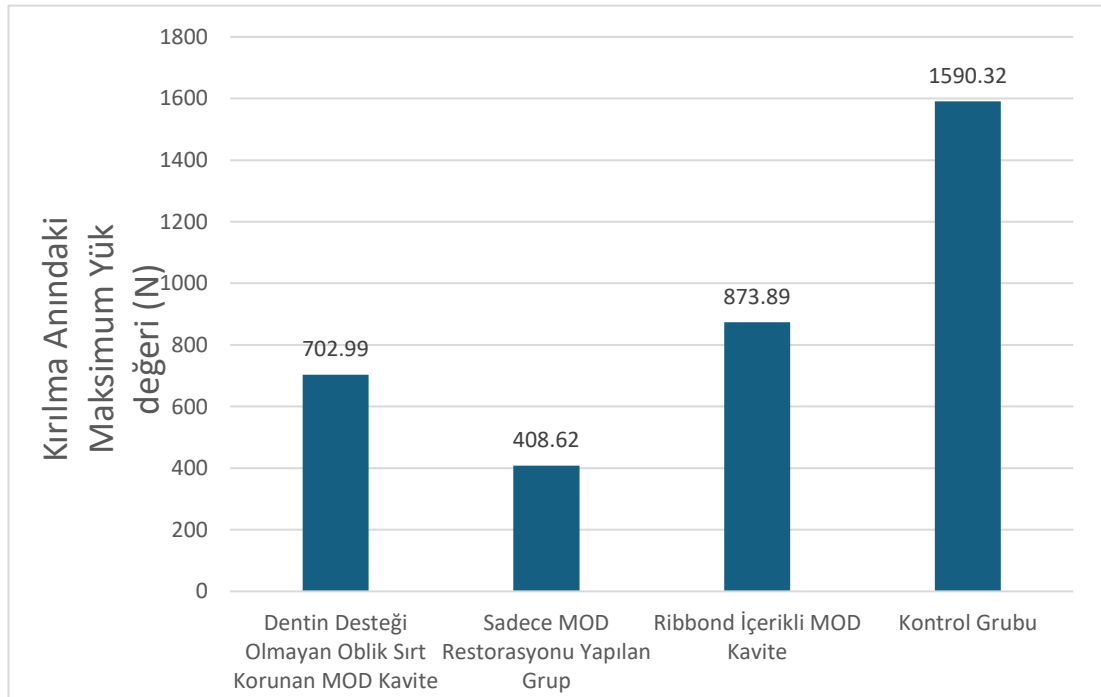
Yalnızca mine destekli oblik sırtın korunduğu, kanal tedavili ve kompozit restorasyon uygulanmış kaviteli dişlerin bulunduğu deney grubunda, maksimum kırılma direnci 819,73 N olarak ölçülmüştür. Bu gruba ait kırılma direnci değerleri, minimum 561,37 N ile maksimum 819,73 N arasında değişmekte olup, ortalama kırılma direnci değeri 702,99 N olarak hesaplanmıştır.

Oblik sırtın kaldırıldığı, kanal tedavili ve kompozit restorasyon uygulanmış MOD kaviteli dişlerin yer aldığı Grup 2’de, maksimum kırılma direnci 510,49 N, minimum kırılma direnci ise 273,94 N olarak ölçülmüştür. Bu gruba ait ortalama kırılma direnci değeri 408,62 N, olarak hesaplanmıştır.

Oblik sırtın kaldırıldığı, kanal tedavisi sonrası ribbond şeritlerin entegre edildiği kompozit restorasyon uygulanmış MOD kaviteli dişlerin bulunduğu Grup 3’te, maksimum kırılma direnci 1034,33 N, minimum kırılma direnci ise 690,35 N olarak ölçülmüştür. Bu gruba ait ortalama kırılma direnci değeri 873,89 N olarak hesaplanmıştır.

Hiçbir işlem uygulanmamış, çürüksüz ve yapısal bütünlüğü korunmuş kontrol grubu dişlerin yer aldığı Grup 4’te, maksimum kırılma direnci 1706,32 N, minimum kırılma direnci ise 1496,24 N olarak ölçülmüştür. Bu gruba ait ortalama kırılma direnci değeri 1590,32 N, olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.2: Kırılma Anındaki Maksimum Yük Değerinin (N) Gruplara Göre Karşılaştırılması:



Ribbond içeren restorasyonlarda meydana gelen kırıkların, yapısal bütünlüğün büyük ölçüde korunması sayesinde tamir edilebilir nitelikte olduğu; buna karşılık yalnızca kompozit kullanılan restorasyonlarda oluşan kırıkların, daha yaygın ve destrüktif özellikte olup genellikle yeniden restore edilemeyecek düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Oblik sırt koruması uygulanan gruptaki 20 örneğin 15'inde (%75) kırıklar mine sement sınırı seviyesinin üzerinde, 5'inde (%25) ise mine sement sınırı seviyesinin altında tespit edilmiştir. Sadece MOD restorasyonu uygulanan grupta restore edilebilir kırık oranı %45 (9 örnek) iken, %55'lik kısmı (11 örnek) restore edilemez olarak sınıflandırılmıştır. Ribbond kullanılan grupta ise, kırıkların büyük çoğunluğu mine sement sınırı altına uzanmış olup, sadece 4 örnekte (%20) restore edilebilir kırık, 16 örnekte (%80) restore edilemez kırık saptanmıştır.

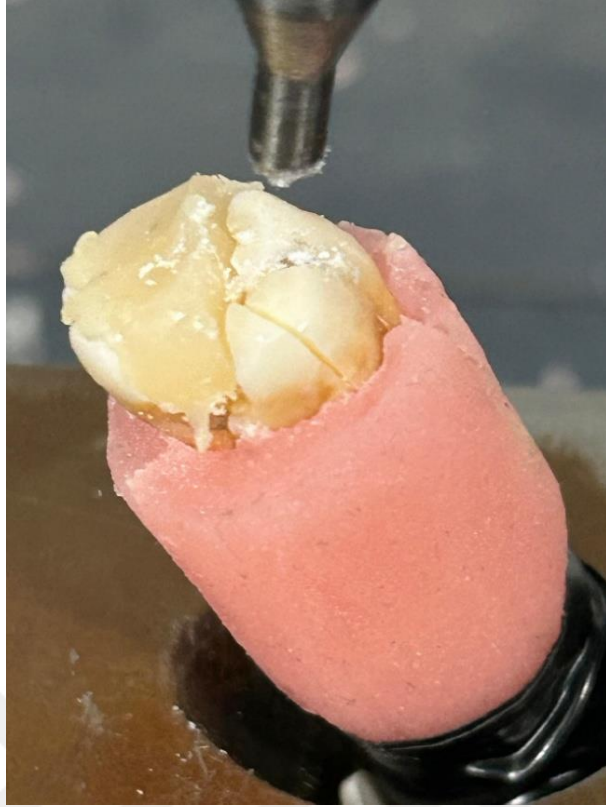
Tablo 3.3: Gruplara Göre Kırık Tiplerinin Dağılımı

Grup Adı	Toplam Örnek Sayısı	Restore Edilebilir Kırık Sayısı (%)	Restore Edilemez Kırık Sayısı (%)
GRUP 1 Dentin Desteği Olmayan Oblik Sırt Korunan MOD Kavite	20(n)	15(%75)	5 (%25)
GRUP 2 Sadece MOD Restorasyonu Yapılan Grup	20(n)	9 (%45)	11(%65)
GRUP 3 Ribbond İçerikli MOD Kavite	20(n)	16 (%80)	4 (%20)

Not: Mine sement seviyesinin üstünde kalan kırıklar "restore edilebilir", mine sement seviyesinin altına uzananlar ise "restore edilemez" olarak değerlendirilmiştir



Şekil 22 Oblik sırt korunan dişte tamir edilebilir kırık



Şekil 24 MOD kaviteli dişte tamir edilemez kırık



Şekil 23 Ribbond uygulanan dişte tamir edilebilir kırık

5. TARTIŞMA

Endodontik tedavi sonrası ciddi miktarda madde kaybına uğrayan posterior dişlerin restorasyonu, hem fonksiyonel hem de yapısal açıdan oldukça önemlidir (Alhamdan ve ark., 2024). Bu dişlerin kırılma riski, özellikle MOD kaviteler gibi geniş ve tüberkülleri zayıflatılmış restorasyonlarda daha da artmaktadır.

Diş kırıkları, özellikle endodontik tedavi görmüş dişlerde, hem mekanik hem de biyolojik faktörlerin birleşimiyle ortaya çıkan kompleks bir durumdur. (Udoye ve ark., 2014). Kırık oluşumunda en belirleyici etkenlerden biri, restorasyon öncesi kalan diş dokusunun miktarı ve yapısal bütünlüğüdür. Bununla birlikte, restorasyonun tipi, materyal seçimi, oklüzal kuvvetler, parafonksiyonel alışkanlıklar (örneğin brüksizm), kavite tasarımı ve çiğneme sırasındaki kuvvet yönleri gibi faktörler de kırık riskini doğrudan etkiler.

Endodontik tedavi sonrası dişlerin kırılma riski artar, çünkü pulpa odasının açılması ve dişin merkezinde oluşan aşırı madde kaybı, preparasyon esnasında oluşan iyatrojenik hatalar ve kavite preparasyonu tipi, dentin duvarlarının direncini azaltır. Özellikle MOD kavite gibi geniş preparasyonlarda, dişin lateral duvarları zayıflar ve restorasyonun desteklenmediği durumlarda lateral stresler çatlak ve sonrasında kırık oluşumunu başlatabilir. Reeh ve ark. (1989), diştten uzaklaştırılan her bir diş duvarının, dişin rijitliğini %20–63 oranında azalttığını göstermiştir. Soares ve ark. (2008), endodontik tedavi görmüş posterior dişlerde yapılan MOD preparasyonun, dişin kırılma riskini anlamlı derecede artırdığını bildirmiştir.

Literatürde, dişin kırılma dayanımını artırmaya yönelik farklı kavite tasarımları ve destekleyici materyallerin kullanımı önerilmiştir (Soares ve ark. 2008). Bu bağlamda, oblik sırtın korunması ve fiber ile desteklenmiş kompozit materyaller gibi minimal invaziv yaklaşımlar ön plana çıkmıştır. (Garoushi 2007).

Bu tez kapsamında kırılma dayanımı üzerine yapılan değerlendirmede; oblik sırtı korunan grup, oblik sırt kaldırılan ve yalnızca kompozit ile restore edilen MOD grup ve oblik sırt kaldırılan ancak kaviteye Ribbond yerleştirilerek restore edilen grup olmak üzere üç farklı restoratif yaklaşım karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı; dentin desteği olmayan oblik sırtın korunup korunmamasının ve Ribbond gibi fiber destekleyici materyallerin kullanımının, endodontik tedavi görmüş üst birinci molar dişlerin kırılma dayanımı üzerindeki

etkilerini değerlendirmektedir. Özellikle, oblik sırt korunarak yapılan restorasyonun dişin yapısal bütünlüğüne katkısı ile Ribbond'un stres dağılımına olan katkısı, klinik açıdan büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, erişkin bireylerden çekilmiş maksiller birinci molar dişler tercih edilmiştir. Bu seçimin temel nedeni, yüksek çiğneme kuvvetlerine maruz kalmaları nedeniyle, klinikte en sık restoratif işlem uygulanan diş gruplarından birisi olmalarıdır. Geniş okluzal yüzeyleri, birden fazla kök ve kanal yapısı ile bu dişler, hem endodontik tedavi hem de sonrasında uygulanan restoratif işlemler açısından dikkatle değerlendirilmesi gereken dişlerdir (Samala Anuhya ve ark., 2024)

Özellikle bu dişlerde bulunan oblik sırt gibi doğal destek yapılar, restorasyon sonrasında dişin kırılmaya karşı direncini belirleyen önemli anatomik unsurlar arasındadır. Üst molarlar yalnızca dikey değil, aynı zamanda lateral yönlü çiğneme kuvvetlerine de maruz kaldıkları için, bu dişlerde yapılan restorasyonların dayanıklılığı, gerçek ağız içi koşullara oldukça benzer bir şekilde test edilebilmektedir (Baniasadi ve ark., 2021).

Ayrıca literatürdeki pek çok araştırma, maksiller molarların, çiğneme sırasında oluşan yüksek mastikasyon yüklerinin önemli bir kısmını taşıdığını ve bu nedenle ağız sağlığı açısından kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır (Dejak & Elźbieta Bołtacz-Rzepakowska 2023). Bu durum, çalışmamızda kullanılan testlerin, günlük klinik durumu yansıtan bir temele dayandırılmasını mümkün kılmıştır.

Buna ek olarak, maksiller birinci molarların tercih edilmesinin bir başka nedeni de, bu diş grubunun minimal invaziv restoratif tekniklerin etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda sıklıkla model olarak kullanılıyor olmasıdır (Alkhalaf ve ark., 2022). Özellikle oblik sırtın korunması ya da fiber destekli materyallerin uygulanması gibi yaklaşımların etkinliğini değerlendiren pek çok çalışma, benzer anatomik yapıya sahip üst molarları tercih etmiştir (Baniasadi ve ark., 2021). Bu sayede elde ettiğimiz veriler, mevcut literatürle karşılaştırılabilir hale gelmiş ve bilimsel geçerliliği artmıştır.

Bu çalışmada, dişlerin kırılma dayanımını değerlendirmek amacıyla kullanılan yöntem olan kırılma dayanımı (Fracture Strength, FS) testi, güncel literatürde kabul görmüş bir protokole dayanmakta olup, üniversal test cihazı ile 45 derecelik açıyla kuvvet uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin tercih edilmesinin temel nedeni, sadece laboratuvar ortamında standart bir ölçüm sağlamak değil; aynı zamanda ağız

içindeki gerçekçi kuvvet etkilerini de mümkün olduğunca taklit etmektir (Haiping Xu ve ark., 2021). Çünkü günlük yaşamda dişlerimiz yalnızca dikey yönde değil; özellikle çiğneme, sıkma gibi hareketler sırasında eğimli ve karmaşık yönlerden gelen yatay kuvvetlere maruz kalmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, 45° açıyla uygulanan yükler hem dikey (aksiyel) hem de yatay (lateral) stres bileşenlerini içermesi sayesinde, in vitro ortamda klinik duruma en yakın stres modelini oluşturma avantajı sunmaktadır (Kiyomi Miyake 2021). Daha önce yapılmış bazı çalışmalarda da benzer açılı testlerin, özellikle posterior bölgelerde yapılan restorasyonların gerçek ağız içi koşullarda karşılaşılabileceği yüklenme senaryolarını başarılı şekilde yansıttığı gösterilmiştir. Örneğin W. Jiang (2010), 45° açıyla uygulanan kuvvetlerin, dişin farklı bölgelerinde oluşabilecek gerilimleri daha iyi taklit ettiğini ve bu nedenle restoratif materyallerin başarısını değerlendirmek için uygun bir yaklaşım olduğunu ifade etmiştir.

Kırılma testi sırasında kullanılan konik veya yarı küresel metal uç ile kuvvetin palatinal tüberkül ile oblik sırt arasına, yani dişin doğal stres taşıyıcı noktalarına yönlendirilmiştir. Bu uygulama sayesinde, yük sadece tek bir noktaya değil, çevre dokulara da yayılacak şekilde iletilir. Böylece restorasyonun sınırları, marjinal sırt gibi önemli yapılar da değerlendirme sürecine dâhil edilir ve oluşabilecek kırık paternleri hakkında daha gerçekçi bilgiler elde edilir (Sornsuwan & V. Swain 2011). Kırılma dayanımı (Fracture Strength, FS) testi, tüm örneklerde akrilik bloklara yerleştirilen dişler üzerine dik ekseninde uygulanan yük ile yapılmış; bu yöntem, Wenfeng Li ve ark., (2023) gibi benzer nitelikteki çalışmalarda da kullanılan standart yöntemle benzerlik göstermektedir. Bu sayede, elde edilen kırılma değerleri hem karşılaştırılabilir hem de klinik gerçekliğe yakın sonuçlar ortaya koymuştur. Bu yöntemin en büyük avantajlarından biri de, sadece “bir diş ne kadar kuvvetle kırılır” sorusuna yanıt vermekle kalmayıp, aynı zamanda hangi restoratif yaklaşımın bu kuvvetleri ne kadar etkili yönlendirebildiğini ortaya koymasındır. Çalışmamızda özellikle oblik sırtın korunup korunmaması, bu açıyla uygulanan kuvvetler karşısında restorasyonun nasıl bir kırılma paterni oluşturacağını anlamak açısından oldukça önemli bulgular sunmuştur (Baniyasi ve ark., 2021).

Sonuç olarak, bu çalışmada uygulanan kırılma testi protokolü; kavite tasarımlarının ve kullanılan materyallerin sadece mekanik dayanımını değil, aynı zamanda klinikte karşılaşılabilecek zorlayıcı kuvvetler altındaki biyomekanik

davranışlarını da anlamamıza olanak tanıyan güvenilir ve geçerli bir yöntem olmuştur (Soares ve ark., 2008).

Çürüğün ilerleme yönü genellikle mine–dentin sınırında lateral olarak yayılım gösterir ve ilerledikçe oklüzal yüzeydeki destek yapılar, özellikle oblik sırt gibi kuvvet taşıyan yapılar zarar görebilir. Özellikle üst molar dişlerde, çürüğün merkezi fissürden başlayarak pulpa yönünde ve oblik sırt altına doğru derinleşmesi, bu anatomik yapının kaldırılmasını gerektiren geniş kavitelere neden olur. Ancak, oblik sırtın her zaman kaldırılması gerekmeyebilir; çürük sınırlı kaldığında oblik sırtın korunması, hem restoratif hem de biyolojik açıdan önemli avantajlar sağlar (C. Sarode ve ark., 2020).

Oblik sırt, fonksiyonel yüklerin yönünü belirleyen bir yapıdır ve bu bölgedeki dentin tabakasının bütünlüğü korunduğunda, çürüğün oluşturduğu zayıflık daha iyi tolere edilir. Ayrıca, oblik sırt korunduğunda, çürüğün ilerlemesinden kaynaklı stres konsantrasyonları restoratif materyal üzerinde değil, daha dengeli bir şekilde doğal dentin üzerinde dağılır (Baniyadi ve ark., 2021). Bu durum, restorasyonun sınırlarında mikro sızıntı oluşmasını da engelleyebilir ve çürüğün restorasyon altına yeniden ilerlemesini (sekonder çürük) önleyebilir. Oblik sırtın kaldırılmasının, restorasyon sınırlarında daha fazla mikrosızıntıya neden olduğunu ve bu durumun sekonder çürük gelişimini hızlandırdığını göstermiştir (Asbjørn Jokstad 2016).

Baniyadi ve ark. (2021), oblik sırtın korunmasının dişin rijitliğini koruduğunu ve kırık hattının genellikle daha üst seviyelerde sonlandığını belirtmiştir; bu da çürüğün restorasyonla etkileşiminden doğacak stresin daha az olacağı anlamına gelir. Caroline Malavasi (2017) tarafından yapılan bir derlemede ise, kavite sınırlaması ve dentin koruyuculuğu ilkesinin, çürüğün biyolojik ilerleyişini sınırlamada doğrudan etkili olduğu ifade edilmiştir.

Çalışmamızda geçen dentin desteği olmayan oblik sırtın korunduğu kaviteli grup, elde edilen verilere bakıldığında ribbond içeren kompozit grubundan sonra ikinci en yüksek kırılma dayanımına sahip olduğu görülmüştür. Bu verilerden elde ettiğimiz sonuçlara göre dentin desteği olmasa dahi oblik sırtın korunması dişin fonksiyonel yükler karşısındaki rijitliğini büyük ölçüde korunmasını sağlamıştır. Oblik sırtın korunması, dişin bukkal ve palatinal cuspları arasındaki kuvvet iletimini düzenleyerek stresin dağıtılmasını sağlar ve çatlak oluşumunu geciktirir. Reeh ve ark. (1989), kavitenin her bir duvarının kaldırılmasının kırılma dayanımını ne ölçüde azalttığını

göstermiştir. Özellikle oblik sırtın korunmasının, posterior dişlerde dayanımı artırdığı vurgulanmıştır. Soares ve ark. (2008) da benzer şekilde oblik sırtın kaldırılmasının dişin direncini önemli ölçüde azalttığını ve restoratif başarının olumsuz etkilendiğini belirtmiştir.

Bu bulgular, çalışmamızda oblik sırt korunan grubun yüksek dayanım göstermesiyle tutarlıdır. Ayrıca bu grupta gözlenen kırıkların oblik sırtın korunmadığı MOD kaviteli gruba karşılaştırıldığında daha fazla restore edilebilir nitelikte olmuş olması koruyucu anatomik yapıların önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Oblik sırt kaldırılan ve yalnızca kompozit ile restore edilen MOD grup, çalışmanın en düşük kırılma dayanımını gösteren grubudur. Oblik sırtın kaldırılması, dişin stres taşıma kapasitesini zayıflatmakta ve özellikle MOD kavitelere meydana gelen lokal stres birikimini artırmaktadır. Bu da kırılma riskini ciddi ölçüde yükseltmektedir. Kalpana Pawar Patil ve ark.(2024) çalışmasında, endodontik tedavi görmüş ve yalnızca kompozit ile restore edilen dişleri içeren grubun, en fazla restore edilemeyen kırığa sahip grup olduğunu bildirilmiştir. Raghad AlJarboua ve ark. (2024) ise MOD kavite hazırlanan premolar dişlerde, yalnızca kompozit restorasyonun dişin yapısal bütünlüğünü sağlamada yetersiz kaldığını ve kırıkların çoğunlukla mine sement birleşiminin altında oluştuğunu belirtmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde sadece kompozit restorasyon ile restore edilen grup, en düşük ortalama kırılma dayanımını göstermiştir. Bu sonuçlar, yalnızca kompozit kullanılarak yapılan restorasyonların zayıf yapılı dişlerde yetersiz kalabileceğini göstermektedir. (Belli ve ark., 2006)

Ribbond kullanılarak restore edilen grup, deney grupları arasında çalışmamızda en yüksek ortalama kırılma dayanımını gösteren grup olmuştur. Oblik sırtın kaldırılmış olmasına rağmen, Ribbond şeridiyle yapılan fiber destekli restorasyonlar, stresin kavite boyunca daha dengeli yayılmasını sağlamıştır. Ribbond, dentine yakın elastikiyet modülü sayesinde gelen yükleri emerek çatlak oluşumunu geciktirmektedir ve dentini daha iyi taklit edebilmektedir (Belli ve ark., 2006).

Kalburge ve ark., (2013), ribbond kullanımının posterior kompozit restorasyonlarda kırılma direncini anlamlı şekilde artırdığını göstermiştir. Vineet Agrawal ve ark. (2022), MOD kaviteye sahip dişlerde kullanılan fiberlerin kırılma tipini daha restore edilebilir hale getirdiğini ve yük dayanımını artırdığını bildirmiştir.

Zavala-Alonso ve ark. (2023), fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin, özellikle premolar dişlerde restoratif başarıyı önemli ölçüde artırdığını ifade etmiştir. Pigatto Teche ve ark. (2022) çalışması da benzer şekilde, dentin yüzeyine yapılan koruyucu uygulamaların (IDS gibi), kırılma dayanımını %20'ye kadar artırabildiğini belirtmiştir.

Çalışmamızda da ribbond kullanılarak restore edilen gruptaki dişler, deney grupları arasında hem en yüksek ortalama kırılma dayanımını göstermiş hem de diğer gruplara göre daha fazla restore edilebilir kırık oranına sahiptir. Bu durum, Ribbond'un yalnızca mekanik güçlendirme sağlamadığını, aynı zamanda klinik endikasyonun öngörülebilirliğini de artırdığını ortaya koymaktadır. Ribbond kullanılan gruplarda fiberlerin dişin iç yapısına entegre olması, yükleri sadece kompozitin değil aynı zamanda daha geniş bir yüzeye yayarak dentin dokusu ile birlikte taşımamasını sağlamaktadır. Çalışmamızın bulguları Ribbond kullanımının kırığın yönünü değiştirmekte, kırık hattının daha üst seviyelerde sonlanmasına neden olduğunu göstermektedir ve bu durumda dişin çekilmesini gerektirmeyecek şekilde tedavi edilmesini mümkün kılabilir.

Garoushi ve ark. (2020) çalışmasında, fiberle güçlendirilmiş kompozit sistemlerin yalnızca kırılma dayanımını değil, aynı zamanda kırık modelini de etkilediği gösterilmiştir. Fiber kullanılan restorasyonlarda, kırık çizgilerinin çoğunlukla mine sement seviyesinin üzerinde kaldığı ve daha az invaziv bir restorasyonla tamir edilebilir olduğu bildirilmiştir.

AlJarboua ve ark. (2024), MOD kavite hazırlanan dişlerde Ribbond kullanılan gruplarda, klasik kompozit gruplarına kıyasla daha az sayıda katastrofik (restore edilemeyen) kırık görüldüğünü bildirmiştir. Aynı çalışmada, fiberlerin stresleri yönlendirmesi sayesinde kırığın kontrol edilebilir hale geldiği ifade edilmiştir.

Patnana ve ark. (2020) premolar dişler üzerinde yaptığı in vitro çalışmada, Ribbond gibi fiberlerle desteklenen dişlerdeki kırıkların çoğunun servikal alanda sınırlı kaldığını, bu durumun klinik olarak yeniden restorasyon yapılmasını mümkün kıldığını belirtmiştir.

Klinik olarak bu özellik, özellikle posterior bölgede yer alan ve fonksiyonel yüklenmeye maruz kalan dişlerde oldukça değerlidir (Patnana ve ark. 2020). Yeterli fiber ile desteklenen restorasyonlarda, olası bir başarısızlık durumunda dahi hasta açısından daha az invaziv, zaman ve maliyet açısından daha avantajlı bir onarım

seçeneği sunulabilmektedir. Bu durum, restorasyonun uzun dönem başarısını, sağkalımını ve hasta memnuniyetini doğrudan etkilemektedir. Tüm bu durumlar göz önüne alındığında endodontik tedavili dişlerde fiber kullanımının, hem bilimsel anlamda hem de klinik kullanım anlamında tercih edilmesi gerektiğini göstermiştir.

Literatürde çürüksüz ve restore edilmemiş üst birinci molar dişin kırılması için gereken ortalama kuvvet ortalama 900–1500 N arasında bildirilmekte olup, Sedgley ve Messer (1992) bu değeri yaklaşık 1370 N olarak raporlamıştır. Plotino ve arkadaşları (2004) endodontik tedavi sonrası ortalama kırılma dayanımını 800–1000 N, Soares ve arkadaşları (2008) MOD kavitesi oluşturulmuş dişlerde kırılma dayanımının 700–950 N, Garoushi ve arkadaşları (2007) ise fiber destekli restorasyon uygulamalarında ortalama kırılma dayanımını 1000–1150 N olarak rapor etmiştir.

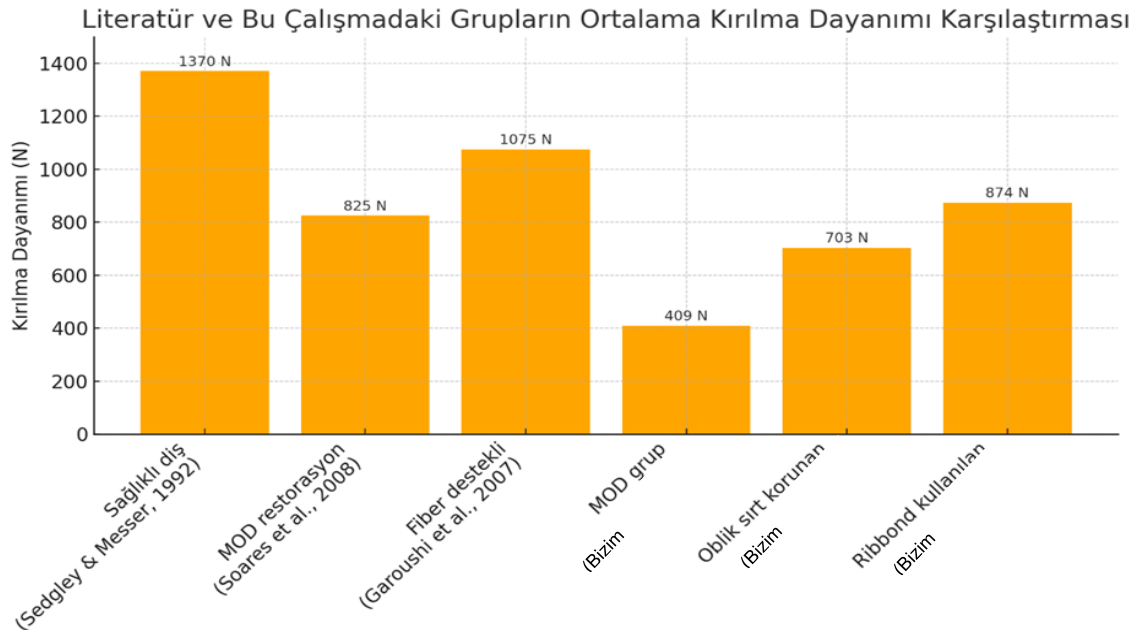
Klinik olarak değerlendirildiğinde, ortalama çigneme kuvveti posterior bölgede 200–400 N arasında olsa da parafonksiyonel alışkanlıklar (örneğin bruksizm) bu kuvveti 1000 N'nin üzerine taşıyabilir. Bu nedenle restoratif planlama sırasında, restorasyonun sadece estetik değil, yük taşıyıcı özelliklerinin de dikkatle değerlendirilmesi gerekir.

Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda elde edilen kırılma dayanımı değerlerinin, hem literatürde bildirilen aralıklarla tutarlı olduğu hem de özellikle Ribbond kullanılan grupta sağlıklı diş yakın dayanıklılık seviyelerine ulaşıldığı görülmektedir. Bu, restoratif materyal ve teknik seçiminin kırık riskini azaltmada ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4.1: Literatürde bildirilen ve bu tezde ölçülen ortalama kırılma dayanımı değerlerinin karşılaştırması

Grup / Kaynak	Ortalama Kırılma Dayanımı (N)	Açıklama
Sağlıklı üst birinci molar (Sedgley & Messer, 1992)	1370	Hiç restorasyon yapılmamış, doğal diş
MOD kavite sonrası (Soares ve ark., 2008)	700–950	Oblik sırt kaldırılmış, klasik MOD preparasyonu
Fiber destekli restorasyon (Garoushi ve ark., 2007)	1000–1150	Ribbond veya benzeri fiber ile desteklenmiş MOD
Bu çalışmada MOD restorasyon grubu	408,62	Oblik sırt kaldırılmış, yalnızca kompozit
Bu çalışmada Oblik sırt korunan grup	702,99	Oblik sırt korunarak yapılan kompozit restorasyon
Bu çalışmada Ribbond kullanılan grup	873,89	Oblik sırt kaldırılmış ama Ribbond ile desteklenmiş

Tablo 4.2: Literatürde bildirilen ve bu tezde ölçülen ortalama kırılma dayanımı değerlerinin karşılaştırması



Bizim çalışmamızda elde edilen veriler, özellikle Ribbond kullanılan grupta gözlenen yüksek kırılma dayanımı ve restore edilebilir kırık tipi oluşumunun

baskınlığı ile dikkat çekmektedir. Bu bulgular, literatürde benzer yöntemlerle yapılan çalışmalarda bildirilen sonuçlarla büyük ölçüde örtüşmektedir.

Bununla birlikte, literatürde bu bulgulara kısmen karşı çıkan ya da farklı sonuçlara ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Belli ve ark. (2005), fiberlerin yalnızca belirli kavite konfigürasyonlarında anlamlı etki yarattığını, bazı restorasyon tiplerinde ise kırılma direncine istatistiksel olarak anlamlı katkı sağlamadığını bildirmiştir. Benzer şekilde AlJarboua ve ark. (2024), bazı fiber sistemlerin dişin kırılma şeklini değiştirmedığını, sadece yük taşıma kapasitesini sınırlı ölçüde artırdığını savunmuştur. Bu farklılıkların, kullanılan fiber türü, uygulama yönü, bonding ajanı, test protokolü ve kavite tasarımı gibi parametrelerden kaynaklandığı düşünülmektedir (M. Noaman ve ark., 2020).

Ayrıca, çelişkili sonuçlar içeren bazı çalışmalarda fiberlerin restoratif sistemin esnekliğini artırarak restorasyonun maruz kaldığı deformasyonları artırabileceği ve bu nedenle daha erken mikrosızıntı ya da çatlaklara yol açabileceği iddia edilmiştir (M. Noaman ve ark., 2020). Ancak bu görüşler genellikle spesifik materyal kombinasyonlarına ya da kontrolsüz uygulama tekniklerine dayanmaktadır.

Bu bağlamda değerlendirildiğinde, çalışmamızdaki bulgular literatürdeki genel eğilimle paralellik göstermekte olup; fiber destekli ve oblik sırt korumalı restoratif yaklaşımların, dişin yapısal bütünlüğünü koruma ve restoratif başarısını artırma açısından önemli bir avantaj sunduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen veriler, özellikle klinik karar verme sürecinde kavite tasarımı ve materyal seçiminin kritik rol oynadığını ve her vakaya özgü restoratif planlamanın gerekliliğini vurgulamaktadır.

Çalışmamızda dişlerin alveol kemik içinde doğal konumunu ve fonksiyonel yükler altındaki davranışlarını taklit edebilmek amacıyla, kök yüzeyleri ile akrilik rezin arasına silikon bazlı ölçü materyali yerleştirilerek yapay bir periodontal ligament (PDL) simülasyonu oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, literatürde in vitro kırılma dayanımı testlerinde sıkça önerilen bir yöntem olup, dişin rijit bir şekilde sabitlenmesi yerine daha fizyolojik bir stres dağılımı sağlamak için tercih edilmiştir (Soares ve ark., 2005).

Ancak her ne kadar silikon ölçü materyali elastikiyet açısından PDL'ye benzer davranışlar gösterse de, gerçek periodontal ligamentin biyolojik yapısı, lif yönelimi, viskoelastik özellikleri ve bireyler arası varyasyonları tam olarak taklit

edilememektedir (Noaman ve ark. 2020). Bu durum, yapılan kırılma dayanımı testlerinde sonuçlara küçük ama klinik açıdan anlamlı sapmaların yansımaya neden olabilir. Özellikle kuvvetin yönü, süresi ve dağılımı gibi parametrelerin periodontal dokularla nasıl etkileşime geçtiği tam olarak modellenemediğinden, test edilen restoratif materyallerin gerçek klinik performansı bu simülasyondan farklılık gösterebilir. Dolayısıyla, çalışmamızda kullanılan silikon bazlı PDL simülasyonu, gerçek ağız içi koşulları olabildiğince taklit etse de, bu tür testlerin mutlak klinik geçerlilik taşıdığı varsayılmamalıdır. Bu sınırlılığın farkında olmak, bulguların yorumlanmasında dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir (Soares ve ark. 2005).

Ayrıca bu çalışmada kullanılan üst molar dişlere yaşlandırma işlemi uygulanmamıştır. Dişler, zamanla ağız içinde sıcak-soğuk değişimleri ve çiğneme kuvvetleri gibi pek çok etkiye maruz kalır. Bu tür koşullar laboratuvar ortamında taklit edilmediği için, elde edilen sonuçlar klinikte karşılaşılabilecek durumları tam olarak yansıtmayabilir (Smran ve ark., 2023)

Bu çalışmaya başlanmadan önce, literatürdeki veriler ve klinik gözlemler doğrultusunda, oblik sırtın korunmasının dişin kırılma direncini artıracığı yönünde bir öngörümüz bulunmaktaydı. Özellikle oblik sırtın, oklüzal kuvvetlerin dağıtımında dengeleyici bir rol oynadığı ve restorasyonun başarısını olumlu etkilediği daha önceki birçok çalışmada bildirilmiştir. Bu nedenle, oblik sırtın kavite tasarımı sırasında mümkün olduğunca korunmasının, kırık riskini azaltacağı yönünde bir beklenti mevcuttu. Ancak çalışmamızda oblik sırt korunurken, bu yapı klasik anlamda bir dentin duvarı desteğine sahip olmadan bırakılmıştır. Yani anatomik olarak oblik sırt görünse de, altında onu destekleyen yeterli dentin duvarı olmaması, yük iletimi ve direnç açısından bu yapının beklenen katkıyı sağlayıp sağlayamayacağı konusunda bir belirsizlik yaratmaktaydı. Bu durum, çalışma öncesi aklımızdaki temel soru işaretlerinden birini oluşturmuştur. Oblik sırtın yalnızca morfolojik olarak korunmasının yeterli olup olmadığı ve bu yapının biyomekanik katkısının dentinle olan ilişkisine ne kadar bağlı olduğu konusu, değerlendirmek istediğimiz özel noktalardan biriydi .

Çalışma sonucunda, dentin desteği olmaksızın bırakılan oblik sırtın yine de anlamlı düzeyde bir koruyucu etki sağladığı ve kırılma dayanımını artırdığı gözlemlenmiştir. Bu durum, oblik sırtın yalnızca dentin desteğiyle değil, geometrik ve yapısal konumuyla da yük dağılımına katkı sunduğunu düşündürmektedir. Ancak bu

sonucun daha farklı kavite konfigürasyonları ve gerçek klinik senaryolarla desteklenmesi gerekir.

Bu sonuçlara göre, oblik sırtın yalnızca morfolojik olarak korunmasının dahi anlamlı bir biyomekanik katkı sağlayabildiği ve bu yapının restoratif planlamada dikkate alınması gerektiği ortaya konmuştur. Özellikle dentin desteği eksik olsa bile oblik sırtın yapısal varlığını korumanın, yük iletiminde yönlendirici bir etki yarattığı ve kırık riskini azalttığı düşünülmektedir. Bu bulgular, hem restoratif yaklaşım seçiminde hem de kavite tasarımı sürecinde dişin doğal yapılarından mümkün olduğunca faydalanılması gerektiği anlayışını desteklemektedir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları, elde edilen bulguların doğrudan klinik ortama genellenmesini kısıtlamaktadır. Öncelikle, çalışma in vitro koşullarda yürütülmüş olup ağız içi ortamda bulunan dinamik biyolojik faktörler (örneğin tükürük, sıcaklık değişimi, oklüzal alışkanlıklar ve mikrobiyal etkileşimler) test ortamına tam olarak yansıtılamamıştır. Ayrıca, kırılma dayanımı testi sırasında yalnızca statik kuvvet uygulanmış olması, restorasyonların gerçek hayattaki tekrarlayıcı ve çok yönlü kuvvetler karşısındaki performansını yeterince yansıtmayabilir (Arul & Natanasabapathy, 2023). Gelecekte yapılacak çalışmalarda; dinamik yükleme testleri, termomekanik siklus uygulamaları ve uzun dönem klinik çalışmalarla bu verilerin desteklenmesi önerilmektedir. Ayrıca, farklı diş grupları ve materyal kombinasyonlarıyla yapılacak kapsamlı karşılaştırmalı analizler, restoratif yaklaşımların güvenilirliğini artıracak ve klinik karar verme süreçlerine katkı sağlayacaktır.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında, çalışmamızda elde edilen verilerin klinik yansımaları ve restoratif planlama açısından önerileri sonuç bölümünde detaylı şekilde sunulmuştur.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, endodontik tedavi görmüş üst birinci molar dişlerde farklı kavite tasarımlarının ve destekleyici restoratif yaklaşımların (dentin desteği olmayan oblik sırtın korunması ve Ribbond kullanımı) kırılma dayanımı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, restoratif kararların dişin yapısal bütünlüğü üzerinde doğrudan etkili olduğunu ve bazı koruyucu uygulamaların biyomekanik avantajlar sağladığını açıkça ortaya koymuştur.

Bu tez çalışmasının sonuçlarına göre:

- En yüksek kırılma dayanımı, oblik sırt kaldırılmış olmasına rağmen Ribbond ile desteklenen kompozit restorasyon grubunda elde edilmiştir. Aynı zamanda en yüksek oranda restore edilebilir kırık tipi bu grupta görülmüştür.
- Oblik sırtı korunan grupta, Ribbond'a göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olmakla birlikte oblik sırtın tamamen kaldırıldığı MOD grubuna göre daha yüksek kırılma dayanımı gözlenmiştir. Bu durum, oblik sırtın destek yapısı olmasa bile yapısal bütünlüğe katkı sağladığını göstermektedir. Yaptığımız tez çalışmasının bulgularına dayanarak, mine düzeyinde oblik sırt sağlam ve sağlıklı ise oblik sırtın korunmasını önerebiliriz.
- Sadece MOD restorasyonu yapılan grupta ise kırılma dayanımı en düşük bulunmuş ve kırıkların büyük çoğunluğu restore edilemez nitelikte olmuştur.
- Dentin dokusu kaybının yoğun olduğu endodontik tedavili posterior dişlerde, restoratif planlamanın sadece materyal seçimi ile değil, aynı zamanda kavite tasarımı ve koruyucu anatomik yapıların değerlendirilmesi ile birlikte yapılması gereklidir. Oblik sırt gibi stratejik anatomik yapıların mümkün olduğunca korunması, restoratif sistemlerin uzun dönem başarısı için önemli bir avantaj sağlamaktadır.
- Ayrıca bu çalışma, Ribbond gibi fiber destekli materyallerin, hem kırılma dayanımını artırarak restoratif sistemin ömrünü uzattığını, hem de olası başarısızlık durumunda klinik olarak yönetilebilir sonuçlara yol açtığını bir kez daha doğrulamıştır.
- İlerleyen araştırmalarda, hem oblik sırtın korunması hem de fiber materyallerin birlikte kullanıldığı restorasyon tekniklerinin değerlendirilmesi faydalı olabilir.

Bu iki yöntemin bir arada uygulanması, restorasyonların dayanıklılığını artırma açısından daha olumlu sonuçlar verebilir.

Sonuç olarak; minimal invaziv yaklaşım ilkelerine uygun biçimde oblik sırtın korunması ve uygun durumlarda fiber destekli materyal kullanımı, endodontik tedavi sonrası kırık riskini azaltan ve dişin fonksiyonel ömrünü uzatan etkili stratejilerdir. Bu bulgular doğrultusunda, ileri klinik araştırmalarla desteklenmek üzere daha büyük örneklemlili, uzun dönemli çalışmaların yapılması önerilmektedir.



7.KAYNAKÇA

- Agrawal, V., Shah, A., & Kapoor, S. (2022). Effect of fiber orientation and placement on fracture resistance of large class II MOD cavities in maxillary premolars: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 25(3), 255–260.
- Akkayan, B., & Gülmez, T. (2002). Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 87(4), 431–437. <https://doi.org/10.1067/mpr.2002.123227>
- Al Alakkad, T. M. A., et al. (2024). Long-term success of inlay and onlay procedures in dental repairs. *International Journal of Community Medicine and Public Health*. <https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20242688>
- Albuquerque, M. S., et al. (2019). Canal transportation, centering ability, and dentin removal after instrumentation: A micro-CT evaluation. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10024-2601>
- Alhamdan, M. M., Aljamaan, R. F., Abuthnain, M. M., Alsumikhi, S. A., Alqahtani, G. S., & Alkhraiyeef, R. A. (2024). Direct versus indirect treatment options of endodontically treated posterior teeth: A narrative review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.67698>
- Ali, A., & Foschi, F. (2023). Minimally invasive access cavities in endodontics. *Journal of Baghdad College of Dentistry*. <https://doi.org/10.26477/jbcd.v35i2.3406>
- AlJarboua, R., Alshihry, R., Almana, M., & Balhaddad, A. A. (2024). Effect of fiber-reinforced composite placement site on fracture resistance of premolar teeth: An in vitro study. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 16, 205–212. <https://doi.org/10.2147/ccide.s461134>
- Alkhalaf, R., de Almeida Neves, A., Banerjee, A., & Hosey, M. T. (2022). Managing compromised first permanent molars in children: Minimally invasive treatment protocols for practitioners. *Dental Update*, 49(8), 651–658. <https://doi.org/10.12968/denu.2022.49.8.651>
- Almohefer, S. A., Alkattan, R., Alshubrami, R. H., Alshammari, F. Y., Alnaseeb, N. M., Tamim, H., & Madfa, A. A. (2025). Radiographic assessment of the quality of post and core restorations and the effect of the gap between the post-restoration and the remaining root canal filling on the apical status in a Saudi subpopulation. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 17, 169–179. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S514108>
- Andreasen, J. O., Andreasen, F. M., Skeie, A., Hjørting-Hansen, E., & Schwartz, O. (2002). Effect of treatment delay upon pulp and periodontal healing of traumatic dental injuries – A review article. *Dental Traumatology*, 18(3), 116–128. <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2002.00079.x>
- Anuhya, S., Reddy, J., Imran, S., & Punna, R. (2024). Exploring maxillary molar root morphology: A case of extra palatal canal. *IP Indian Journal of Conservative and Endodontics*. <https://doi.org/10.18231/j.ijce.2024.040>

- Arul, B., & Natanasabapathy, V. (2023). Impact of contracted endodontic access cavities on the fracture resistance of endodontically treated teeth after mechanical ageing by simulated chewing forces. *Journal of Endodontics*, 49(10), 1074–1079. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2023.06.018>
- Aslan, T. (2017). Evaluation of fracture resistance in root canal-treated teeth restored using different techniques. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. https://doi.org/10.4103/NJCP.NJCP_330_17
- Ayad, M. F., Maghrabi, A. A., & García-Godoy, F. (2010). Resin composite polyethylene fiber reinforcement: Effect on fracture resistance of weakened marginal ridges. *American Journal of Dentistry*, 23(3), 133–136. PMID: 20718208
- Badakar, C. M., Shashibhushan, K. K., Naik, N. S., & Reddy, V. V. S. (2011). Fracture resistance of microhybrid composite, nano composite and fibre-reinforced composite used for incisal edge restoration. *Dental Traumatology*. <https://doi.org/10.1111/J.1600-9657.2011.00990.X>
- Bahadır, H. S., Polatoğlu, S., Tuncer, D., & Çelik, Ç. (2023). The comparison of the repair bond strength of the composite resin to direct and indirect composite restorations with different surface preparations. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. <https://doi.org/10.34172/joddd.2023.35422>
- Balevi, B. (2015). Metal or fibre posts and root fractures. *Evidence-Based Dentistry*. <https://doi.org/10.1038/SJ.EBD.6401115>
- Baniasadi, M., Darijani, H., Parirokh, M., & Hamze, F. (2020). Evaluating the effect of oblique ridge conservation on stress distribution in an endodontically treated maxillary first molar: A finite element study. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.12.010>
- Baniasadi, M., Darijani, H., Parirokh, M., & Hamze, F. (2021). Evaluating the effect of oblique ridge conservation on stress distribution in an endodontically treated maxillary first molar. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2020.12.010>
- Barbosa, A. F. A., et al. (2020). The influence of endodontic access cavity design on the efficacy of canal instrumentation, microbial reduction, root canal filling and fracture resistance in mandibular molars. *International Endodontic Journal*. <https://doi.org/10.1111/IEJ.13383>
- Belli, S., & Eskitaşcıoğlu, G. (2006). Biomechanical properties and clinical use of a polyethylene fibre post-core material. (Yayın bilgisi eksik – akademik dergi belirtilmemiş)
- Belli, S., Cobankara, F. K., Eraslan, O., Eskitascioglu, G., & Karbhari, V. (n.d.). The effect of fibre insertion on fracture resistance of root filled molar teeth with MOD preparations restored with composite. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30508>
- Belli, S., Erdemir, A., Özcopur, M., Eskitaşcıoğlu, G., & Karbhari, V. M. (2004). The effect of fibre insertion on fracture resistance of root filled molar teeth with MOD preparations restored with composite. *International Endodontic Journal*, 38(2), 73–80. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00892.x>
- Borges, B. C. D., Vilela, A. R. R. C., da Silva-Junior, C. A., Souza-Junior, E. J., Sinhoreti,

- M. A. C., Pinheiro, F. H. S. L., Braz, R., & Montes, M. (2013). Dual-cured etch-and-rinse adhesive systems increase the bond durability of direct coronal dentin restorations. *Operative Dentistry*. <https://doi.org/10.2341/12-246-L>
- Botelho, M. G., Chan, A. W., Yiu, E. Y., & Tse, E. T. (2002). Longevity of two-unit cantilevered resin-bonded fixed partial dentures. *American Journal of Dentistry*, 15(5), 295–299. PMID: 12537337
- Botelho, M. G., Ma, X., Cheung, G. J. K., Law, R. K. S., Tai, M. T. C., & Lam, W. Y. H. (2014). Long-term clinical evaluation of 211 two-unit cantilevered resin-bonded fixed partial dentures. *Journal of Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.02.004>
- Cobankara, F. K., Unlu, N., Cetin, A. R., & Buyukozzer Ozkan, H. (2008). The effect of different restoration techniques on the fracture resistance of endodontically treated molars. *Operative Dentistry*, 33(5), 526–533. <https://doi.org/10.2341/07-132>
- Costa, S., Silva-Sousa, Y., Curylofo, F., Steier, L., Sousa-Neto, M., & Souza-Gabriel, A. (2014). Fracture resistance of mechanically compromised premolars restored with polyethylene fiber and adhesive materials. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2014.01.030>
- D'Souza, N. L., Jutlah, E. M. L., Deshpande, R. A., & Somogyi-Ganss, E. (2024). Comparison of clinical outcomes between single metal-ceramic and zirconia crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.02.028>
- Dejak, B., & Bołtacz-Rzepkowska, E. (2023). Mechanism of enamel damage in the grooves of molars during mastication. *Dental and Medical Problems*. <https://doi.org/10.17219/dmp/154777>
- Diaconu, O. A., Andrei, V., & Moraru, I. (n.d.). Access cavity – the first step in a successful endodontic treatment. [Dergi adı bilinmiyor].
- Dioguardi, M., et al. (2024). Influence of cavity designs on fracture resistance: Analysis of the role of different access techniques to the endodontic cavity in the onset of fractures. *International Journal of Dentistry*. <https://doi.org/10.1155/2024/1648011>
- Dioguardi, M., La Notte, D., Sovereto, D., Quarta, C., Martella, A., & Ballini, A. (2024). Influence of cavity designs on fracture resistance: Analysis of the role of different access techniques to the endodontic cavity in the onset of fractures: Narrative review. *The Scientific World Journal*. <https://doi.org/10.1155/2024/1648011>
- Džanković, A., Korać, S., Tahmišćija, I., & Hadžiabdić, N. (2024). Endodontic challenges arising from root canal morphology. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1007288>
- Eakle, W. S. (1986). Effect of thermal cycling on fracture strength and microleakage in teeth restored with a bonded composite resin. *Dental Materials*. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(86\)80005-7](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(86)80005-7)
- Escobar, L. B., da Silva, L. P., & Manarte-Monteiro, P. (2023). Fracture resistance of fiber-reinforced composite restorations: A systematic review and meta-analysis. *Polymers*, 15(18), Article 3802. <https://doi.org/10.3390/polym15183802>

- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite—State of the art. *Dental Materials*, 27(1), 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>
- Fráter, M., Forster, A., Keresztúri, M., Braunitzer, G., & Nagy, K. (2014). In vitro fracture resistance of molar teeth restored with a short fibre-reinforced composite material. *Journal of Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/J.JDENT.2014.05.004>
- García-Contreras, R., Serrano-Morales, O., Scougall-Vilchis, R. J., Arzate-Sosa, G., & Chávez-Granados, P. A. (2022). Fracture resistance of endodontically restored teeth with two system root post. *International Journal of Odontostomatology*. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2022000100100>
- Garoushi, S., Lassila, L. V. J., & Vallittu, P. K. (2006). Fiber-reinforced composite substructure: Load-bearing capacity of an onlay restoration. *Acta Odontologica Scandinavica*, 64(5), 281–285. <https://doi.org/10.1080/00016350600700067>
- Garoushi, S., Lassila, L. V. J., Vallittu, P. K., & Özcan, M. (2020). Fracture behavior of bi-structure fiber-reinforced composite restorations. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 103, 103444. <https://doi.org/10.1016/J.JMBBM.2019.103444>
- Gresnigt, M. M. M., Cune, M. S., Jansen, K., van der Made, S. A. M., & Özcan, M. (2019). Randomized clinical trial on indirect resin composite and ceramic laminate veneers: Up to 10-year findings. *Journal of Dentistry*, 86, 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.06.001>
- Gresnigt, M. M., Kalk, W., & Özcan, M. (2012). Randomized controlled split-mouth clinical trial of direct laminate veneers with two micro-hybrid resin composites. *Journal of Dentistry*, 40(9), 766–775. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.05.010>
- Hopkins, C. E., Restrepo-Kennedy, N., Elgreatly, A., Comnick, C., Vargas, M., & Teixeira, E. C. (2023). Fracture resistance of defective amalgam restorations repaired with a resin-based composite material. *The Journal of the American Dental Association*. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2022.10.012>
- Huang, T. G., Schilder, H., & Nathanson, D. (1992). Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *Journal of Endodontics*. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81262-8](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81262-8)
- Ilie, N., & Hickel, R. (2009). Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clinical Oral Investigations*. <https://doi.org/10.1007/s00784-009-0258-4>
- Iosif, L., Dimitriu, B., Nitoi, D., & Amza, O. (2023). Endodontic dentistry: Analysis of dentinal stress and strain development during shaping of curved root canals. *Healthcare*. <https://doi.org/10.3390/healthcare11222918>
- Jakhar, A., Dahiya, N., Jaiswal, H., Bagde, R., Sharma, D. K., & Sinha, A. (2022). Modern minimal invasive access opening. *International Journal of Health Sciences (IJHS)*. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6ns1.7600>
- Jakhar, A., et al. (2022). Modern minimal invasive access opening. *International Journal of Health Sciences*. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6ns1.7600>
- Javed, M. Q. (n.d.). Fiber reinforced composite supported restoration of congenitally missing tooth by minimally invasive approach: Two years follow-up. *Pakistan*

- Jiang, W., Hou, B., YongChun, G., & LongXing, N. (2010). Stress distribution in molars restored with inlays or onlays with or without endodontic treatment: A three-dimensional finite element analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 103(1), 6–12. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)60206-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(09)60206-7)
- Jiangkongkho, J., et al. (2013). Fracture resistance of endodontically treated teeth using fiber post with an elastic modulus similar to dentin. *Dental Materials Journal*. <https://doi.org/10.4012/DMJ.2013-052>
- Jokstad, A. (2016). Secondary caries and microleakage. *Dental Materials*, 32(1), 11–25. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.09.006>
- Kaçmaz, B. Z., & Cimilli, Z. H. (2024). Minimally invasive access cavities. *European Journal of Research in Dentistry*. <https://doi.org/10.29228/erd.76>
- Kalburge, J. V., Kalburge, V., Tekale, P. D., & Thombre, V. M. (2013). A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth, with variable marginal ridge thicknesses, restored with composite resin and composite resin reinforced with Ribbond: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, 24(4), 484–488. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.116676>
- Karaman, A. I., Kir, N., & Belli, S. (2002). Four applications of reinforced polyethylene fiber material in orthodontic practice. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 121(6), 650–654. <https://doi.org/10.1067/mod.2002.123818>
- Karbhari, V. M., & Wang, Q. (2006). Influence of triaxial braid denier on ribbon-based fiber reinforced dental composites. *Dental Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.08.004>
- Karbhari, V. M., & Wang, Q. (2007). Influence of triaxial braid denier on ribbon-based fiber reinforced dental composites. *Dental Materials*, 23(8), 969–976. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.08.004>
- Kelly, J. R., & Benetti, P. (2011). Ceramic materials in dentistry: Historical evolution and current practice. *Australian Dental Journal*, 56(Suppl 1), 84–96. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01299.x>
- Krisna, Y. P., & Tanti, I. (2020). Comparison between endocrown fracture resistance with post core crown. *International Journal of Prosthodontics*. <https://doi.org/10.46934/IJP.V11I1.5>
- Kumbuloglu, O., & Özcan, M. (2015). Clinical survival of indirect, anterior 3-unit surface-retained fibre-reinforced composite fixed dental prosthesis: Up to 7.5-years follow-up. *Journal of Dentistry*, 43(6), 656–663. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.04.006>
- Larsson, C., & Wennerberg, A. (2014). The clinical success of zirconia-based crowns: A systematic review. *International Journal of Prosthodontics*. <https://doi.org/10.11607/IJP.3647>
- Lempel, E., et al. (2023). Clinical evaluation of lithium disilicate versus indirect resin composite partial posterior restorations: A 7.8-year retrospective study. *Dental Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.10.017>

- Li, W., Meng, M., & Frash, L. P. (2023). Fracture caging test data – acrylic block tests. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7902951>
- Magne, P., Boff, L. L., & Oderich, E. (2012). Effect of fiber-reinforced immediate dentin sealing and cusp overlap on fatigue strength of compromised molars restored with CAD/CAM composite resin onlays. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 24(4), 256–265. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00433.x>
- Malavasi, C. (2017). Caries progression: How can we control this disease? *JBR Journal of Interdisciplinary Medicine and Dental Science*, 5(2), 1–3. <https://doi.org/10.4172/2376-032X.1000227>
- Mandil, O., Ghoulah, K., Hazzam, B., Alhijji, H., Al Abbas, A. M. Z., Rehan, A. K., Doumani, M., & Mandil, A. (2022). Modern versus traditional endodontic access cavity designs. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_668_21
- Mangani, F., Marini, S., Barabanti, N., Preti, A., & Cerutti, A. (2015). The success of indirect restorations in posterior teeth: A systematic review of the literature. *Minerva Stomatologica*.
- Mannocci, F., Bertelli, E., Sherriff, M., Watson, T. F., & Ford, P. (2004). In patients with endodontically treated premolars are full cast crowns more effective than direct composite restorations. [Dergi adı belirtilmemiş]
- Meiers, J. C., Kazanjian, R. B., & Donadio, M. (2003). The influence of fiber reinforcement of composites on shear bond strengths to enamel. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(4), 388–393. <https://doi.org/10.1067/mpr.2003.87>
- Miyake, K. (2001). Strain at root cervical portions of maxillary premolars by occlusal loading: Effects of loading point and direction. *The Journal of the Kyushu Dental Society*, 55(1), 63–72. <https://doi.org/10.2504/KDS.55.63>
- Mrinalini, M., Gupta, A., Soi, S., Abraham, D., & Bukhari, S. (2024). Endodontic access cavity design and fracture resistance: A systematic review and meta-analysis of conventional vs. newer access cavity. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.68796>
- Muryani, A., et al. (2025). A systematic review of research on guided access cavity preparation endodontic treatment: Dentin preservation perspectives. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. <https://doi.org/10.2147/ccide.s491632>
- Negm, M. H., Elkharadly, Y. D., Badawy, S., & Taha, R. O. O. (2024). Fracture resistance in fibre-reinforced resin composite restorations in deciduous and permanent molars: An ex vivo study. *Saudi Dental Journal*, 36(9), 1197–1202. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2024.06.017>
- Noaman, K. M., Mostafa, I. E., & Basha, M. A. (2020). Effect of fiber insertion on cuspal deflection and microleakage of resin composite: An in vitro study. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 81(1), 1335–1341. <https://doi.org/10.21608/EJHM.2020.68942>
- Oleszek-Listopad, J., Sarna-Bos, K., Szabelska, A., Czelej-Piszcz, E., Borowicz, J., & Szymańska, J. (2015). The use of gold and gold alloys in prosthetic dentistry – A literature review. *Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences*. <https://doi.org/10.1515/CIPMS-2015-0070>

- Opdam, N. J. M., van de Sande, F. H., Bronkhorst, E. M., Cenci, M. S., & Pallesen, U. (2014). Longevity of posterior composite restorations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research*, 93(10), 943–949. <https://doi.org/10.1177/0022034514544217>
- Ozsevik, A. S., Yildirim, C., Aydin, U., Culha, E., & Surmelioglu, D. (2016). Effect of fibre-reinforced composite on the fracture resistance of endodontically treated teeth. *Australian Endodontic Journal*. <https://doi.org/10.1111/AEJ.12136>
- Paguay, M. A. F., Chalacán, A. P. R., Sailema, Z. A. C., & Cobos, J. D. M. (2024). Minimally invasive dentistry and its intervention in cariology: A literature review. *Interamerican Journal of Health Sciences*. <https://doi.org/10.59471/ijhsc2024.175>
- Panjwani, P., Banga, K., Atram, J., Wahjuningrum, D. A., Luke, A. M., Shetty, K. P., & Pawar, A. M. (2024). The effect of varying thicknesses of mineral trioxide aggregate (MTA) and Biodentine as apical plugs on the fracture resistance of teeth with simulated open apices: A comparative in vitro study. *PeerJ*. <https://doi.org/10.7717/peerj.18691>
- Patel, S., & Burke, F. J. T. (1995). Fractures of posterior teeth: A review and analysis of associated factors. *Primary Dental Care*.
- Pathak, S. D. P. (2024). Restoration of traumatized anterior teeth using fibre reinforced composite resin: A case report. *International Journal of Science and Research*. <https://doi.org/10.21275/sr24315181031>
- Patil, K. P., Vyavahare, S., Daokar, S. G., Potfode, K., Sarak, K., & Khatod, M. (2024). To compare and evaluate the fracture resistance of three post endodontic restorations including silver amalgam, dual cure composite resin and fibre reinforced composite resin. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 9(1), 25–30. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/ijisrt24jan1513>
- Patil, K. P., Vyavahare, S., Daokar, S. G., Potfode, K., Sarak, K., & Khatod, M. (2024). To compare and evaluate the fracture resistance of three post endodontic restorations including silver amalgam, dual cure composite resin and fibre reinforced composite resin. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/ijisrt24jan1513>
- Peutzfeldt, A. (1997). Resin composites in dentistry: The monomer systems. *European Journal of Oral Sciences*, 105(2), 97–116. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1997.tb00188.x>
- Pigatto Teche, F., Valenzuela, E., Tavares, J., et al. (2022). Immediate dentin sealing influences the fracture strength of ultrathin occlusal veneers made of a polymer-infiltrated ceramic network. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 125, 105075.
- Pontoriero, D. I. K., Grandini, S., Spagnuolo, G., Discepoli, N., Benedicenti, S., Maccagnola, V., Mosca, A., Cagidiaco, E. F., & Ferrari, M. (2021). Clinical outcomes of endodontic treatments and restorations with and without posts up to 18 years. *Journal of Clinical Medicine*. <https://doi.org/10.3390/JCM10050908>
- Ramos, G. F., Monteiro, E. B. C., Bottino, M. A., Zhang, Y., & de Melo, R. M. (2015).

Failure probability of three designs of zirconia crowns. *The International Journal of Prosthodontics*. <https://doi.org/10.11607/PRD.2448>

- Rao, M., Prasad, B. S. K., Rao, H. M., & Narayana, V. (2022). Current concepts in bio-minimal endodontics: A comprehensive review on modern access cavity designs. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*. <https://doi.org/10.9734/jammr/2022/v34i1431384>
- Reddy, Y. P., Suryakumari, V., & Yadav, S. (2023). Evaluation of stresses in maxillary first premolar restored with ceramic inlays and onlays by 3D finite element analysis. *Journal of International Oral Health*. https://doi.org/10.4103/jioh.jioh_255_22
- Reeh, D. W., Messer, H. H., & Douglas, W. H. (1989). Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *Journal of Endodontics*, 15(11), 512–516. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(89\)80146-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(89)80146-3)
- Reeh, E. S., Messer, H. H., & Douglas, W. H. (1989). Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *Journal of Endodontics*, 15(11), 512–516. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(89\)80191-8](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(89)80191-8)
- Reich, S., Trentzsch, L., Gozdowski, S., & Krey, K. F. (2009). In vitro analysis of laboratory-processed and CAD/CAM-generated occlusal onlay surfaces. *International Journal of Prosthodontics*.
- Reiss, B., & Walther, W. (2013). Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier analysis of Cerec restorations. *International Journal of Computerized Dentistry*.
- Roberts, J. C., Powers, J. M., & Craig, R. G. (1977). Fracture toughness of composite and unfilled restorative resins. *Journal of Dental Research*, 56(7), 783–787. <https://doi.org/10.1177/00220345770560070801>
- Rudo, D. N., & Karbhari, V. M. (1999). Physical behaviors of fiber reinforcement as applied to tooth stabilization. *Dental Clinics of North America*, 43(1), 7–35. PMID: 9929797
- Sağsen, B., Üstün, Y., Pala, K., & Demirbuğa, S. (2011). Resistance to fracture of roots filled with different sealers. *Dental Materials Journal*. <https://doi.org/10.4012/DMJ.2011-266>
- Sakaguchi, R. L., & Powers, J. M. (2012). *Craig's restorative dental materials* (13th ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-65754-3>
- Salameh, Z., Sorrentino, R., Ounsi, H. F., Ferrari, M., et al. (2008). The effect of different full-coverage crown systems on fracture resistance and failure pattern of endodontically treated maxillary incisors restored with and without glass fiber posts. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2008.03.025>
- Santos, A. F. V., Meira, J. B. C., Tanaka, C. B., Xavier, T. A., Ballester, R. Y., Lima, R. G., Pfeifer, C. S., & Versluis, A. (2010). Can fiber posts increase root stresses and reduce fracture. *Journal of Dental Research*. <https://doi.org/10.1590/S0103-64402010000100005>
- Santosh, S. S., Ballal, S., & Natanasabapathy, V. (2021). Influence of minimally invasive access cavity designs on the fracture resistance of endodontically treated mandibular molars subjected to thermocycling and dynamic loading. *Journal of*

Endodontics. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2021.06.020>

- Santosh, S. S., Ballal, S., & Natanasabapathy, V. (2021). Influence of minimally invasive access cavity designs on the fracture resistance of endodontically treated mandibular molars. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2021.06.020>
- Sarode, S. C., Maniyar, N., Sarode, G. S., et al. (2020). Transverse ridge of premolars and oblique ridge of maxillary molars are in divine golden ratio. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 21(3), 254–258. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10024-2783>
- Sarode, S. C., Maniyar, N., Sarode, G. S., et al. (2020). Transverse ridge of premolars and oblique ridge of maxillary molars are in divine golden ratio. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10024-2783>
- Sarode, S. C., Maniyar, N., Sarode, G. S., Yewadekar, S., Shetty, R., Gadabail, A. R., Gondivkar, S., Anand, R., & Patil, S. (2020). Transverse ridge of premolars and oblique ridge of maxillary molars are in divine golden ratio. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10024-2783>
- Sedgley, C. M., & Messer, H. H. (1992). Intrinsic physical properties of endodontically treated teeth. The dentin myth. *Journal of Endodontics*, 18(7), 293–297. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81875-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81875-3)
- Sekhar, L. C., Koganti, V. P., Shankar, B. R., & Gopinath, A. (2011). A comparative study of temporary splints: Bonded polyethylene fiber reinforcement ribbon and stainless steel wire + composite resin splint in the treatment of chronic periodontitis. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 12(5), 343–349. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1057>
- Selvakumar, R. J., Surendran, S., Sundar, S., Arul, B., & Natanasabapathy, V. (2023). Impact of contracted endodontic access cavities on the fracture resistance of endodontically treated teeth after mechanical aging by simulated chewing forces. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2023.06.018>
- Seow, L. L., Toh, C. G., & Wilson, N. H. F. (2015). Strain measurements and fracture resistance of endodontically treated premolars restored with all-ceramic restorations. *Journal of Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/J.JDENT.2014.10.001>
- Shabbir, J., Zehra, T., Najmi, N., Hasan, A., Naz, M., Piasecki, L., & Azim, A. A. (2021). Access cavity preparations: Classification and literature review of traditional and minimally invasive endodontic access cavity designs. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2021.05.007>
- Shinya, A., Yokoyama, D., Lassila, L. V. J., Shinya, A., & Vallittu, P. K. (n.d.). Three-dimensional finite element analysis of metal and FRC adhesive fixed dental prostheses. *Journal of Adhesive Dentistry*. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a13924>
- Silva, E. J. N. L., De-Deus, G., Versiani, M. A., et al. (2022). Present status and future directions - Minimal endodontic access cavities. *International Endodontic Journal*. <https://doi.org/10.1111/iej.13696>
- Silva, E. J. N. L., et al. (2022). Present status and future directions – Minimal endodontic

access cavities. *International Endodontic Journal*.
<https://doi.org/10.1111/iej.13696>

Silva, E. J. N. L., Lima, C. O., Barbosa, A. F. A., Augusto, C. M., Souza, E. M., Lopes, R. T., De-Deus, G., & Versiani, M. A. (2021). Preserving dentine in minimally invasive access cavities does not strengthen fracture resistance of restored mandibular molars. *International Endodontic Journal*, 54(6), 966–974. <https://doi.org/10.1111/iej.13487>

Siqueira, F. S. F., et al. (2019). Effect of self-etching primer associated to hydrofluoric acid or silane on bonding to lithium disilicate. *Brazilian Dental Journal*. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902366>

Smran, A., Samran, A., et al. (2023). Influence of thermal and mechanical load cycling on fracture resistance of premolars filled with calcium silicate sealer. *Applied Sciences*, 13(7), 4388. <https://doi.org/10.3390/app13074388>

Soares, C. J., et al. (2005). Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Brazilian Oral Research*, 19(1), 11–16. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242005000100003>

Soares, P. V., Santos Filho, P. C. F., Martins, L. R. M., & Soares, C. J. (2008). Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part I: Fracture resistance and fracture mode. *Journal of Prosthetic Dentistry*. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60006-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60006-2)

Soares, P. V., Santos-Filho, P. C. F., Martins, L. R. M., & Soares, C. J. (2008). Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part I: Fracture resistance and fracture mode. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 99(1), 30–37. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60006-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60006-2)

Sonnenschein, S. K., Betzler, C., Rütters, M. A., Krisam, J., Saure, D., & Kim, T. S. (2017). Long-term stability of splinted anterior mandibular teeth during supportive periodontal therapy. *Acta Odontologica Scandinavica*, 75(7), 475–482. <https://doi.org/10.1080/00016357.2017.1340668>

Sornsuwan, T., & Swain, M. V. (2011). Influence of occlusal geometry on ceramic crown fracture; Role of cusp angle and fissure radius. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 4(7), 1056–1062. <https://doi.org/10.1016/J.JMBBM.2011.03.014>

Soto-Cadena, S. L., Zavala-Alonso, N. V., Cerda-Cristerna, B. I., & Ortiz-Magdaleno, M. (2023). Effect of short fiber-reinforced composite combined with polyethylene fibers on fracture resistance of endodontically treated premolars. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 129(4), 598.e1–598.e10. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.01.034>

Sui, H., Zhao, B., Nie, H., Hao, X., et al. (2021). Comparing the traditional versus conservative endodontic access cavities design of the maxillary first molar: Using cone-beam computed tomography. *Medical Science Monitor*. <https://doi.org/10.12659/MSM.932410>

Udoye, C. I., Sede, M. A., & Jafarzadeh, H. (n.d.). The pattern of fracture of endodontically treated teeth. *Trauma Monthly*.

<https://doi.org/10.5812/traumamon.17054>

- Vartak, M. A., Hegde, V. R., Hegde, S. R., & Fanibunda, U. (2025). Fracture resistance and failure modes of endodontically treated permanent teeth restored with Ribbond posts vs other post systems: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 50(1), e5. <https://doi.org/10.5395/rde.2025.50.e5>
- Vertucci, F. J. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(84\)90085-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90085-9)
- Vieira, G. C. S., Perez, A., Alves, F. R. F., Provenzano, J. C., Mdala, I., Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2020). Impact of contracted endodontic cavities on root canal disinfection and shaping. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2020.02.002>
- Xu, H., Ye, N., Lin, F., Heo, Y. C., & Fok, A. (2021). A new method to test the fracture strength of endodontically-treated root dentin. *Dental Materials*, 37(6), 900–907. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.02.001>
- Yonathan, Y., & Ratnasari, D. (2020). The effect of resin and bioceramic sealer on microleakage after root canal obturation. *Journal of International Dental Association*. <https://doi.org/10.32793/JIDA.V3I2.456>
- Yusufoğlu, S. İ., Akman, M., Akbulut, M. B., & Eldeniz, A. U. (2019). Fracture resistance of roots enlarged with various rotary systems and obturated with different sealers. *Journal of Dental Research*. <https://doi.org/10.15171/JODDD.2019.033>
- Zavala-Alonso, N. V., Cerda-Cristerna, B. I., & Ortiz-Magdaleno, M. (2023). Effect of short fiber-reinforced composite combined with polyethylene fibers on fracture resistance of endodontically treated premolars. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 129(4), 598.e1–598.e10.
- Zinge, P. R. (2017). Comparative evaluation of effect of rotary and reciprocating single-file systems on pericervical dentin: A cone-beam computed tomography study. *Journal of Conservative Dentistry*. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_201_17