

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİK TEDAVİLİ PREMOLAR VE MOLAR DİŞLERDE
POLİETİLEN FİBER YERLEŞTİRİLEREK YAPILAN KOMPOZİT
RESTORASYONLARIN KLİNİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Furkan KOZAKOĞLU

UZMANLIK TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Merve GÜRSES

KONYA- 2025

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİK TEDAVİLİ PREMOLAR VE MOLAR DİŞLERDE
POLİETİLEN FİBER YERLEŞTİRİLEREK YAPILAN KOMPOZİT
RESTORASYONLARIN KLİNİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Furkan KOZAKOĞLU

UZMANLIK TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Merve GÜRSES

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü
Tarafından: 23132024 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA- 2025

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tez çalışmamın her aşamasında desteği, bilgi birikimi, anlayışı ve samimiyetiyle her an yanımda olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Merve GÜRSES'e,

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nın çok değerli öğretim üyeleri; Prof. Dr. Nimet ÜNLÜ, Prof. Dr. Ali Rıza ÇETİN, Prof. Dr. H. Esra ÜLKER, Prof. Dr. Nevin ÇOBANOĞLU, Dr. Öğr. Üy. Mehmet Semih VELİOĞLU'na,

Birlikte mesai yaptığım maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarım Dr. Öğr. Üy. Elif Reyhan DURAK, Uzm. Dt. Alpaslan ÇELİK, Uzm. Dt. Merve Albakır YİĞİT ve eşi Uzm. Dt. Adem YİĞİT, Uzm. Dt. Berna SADIOĞLU, Uzm. Dt. İrem KAYA, Uzm. Dt. Ahmet EROL, Uzm. Dt. Ali Kamuran ÖZKAN, Dr. Öğr. Üy. Hande CENGİZ, Dt. Gülgün Dinler, Dt. Hakan Çağrı ESER, Dt. Nuri Taha ELVAN, Uzm. Dt. Elif Can BALABAN, Dt. Rümeyza Öner TUNCER'e ve adını sayamadığım diğer bütün asistan arkadaşlarım ve bölüm personellerine,

Tanıştığım ilk günden itibaren tanımış olmaktan mutluluk duyduğum, çalışma hayatımda değerli arkadaşlıklarını esirgemeyen ve özveriyle mesleklerini icra eden Dt. Berke KONMUŞ, Dt. Halitcan YÜKSEL, Dt. Serkan UÇMAK, Dt. Batuhan KÖKCİ, Dt. Bilgehan KOTTAŞ, Dt. İlideniz MARAKOĞLU, Dt. Semih AKDOĞAN, Dt. Enver FAYDALI' ya,

Beni bugünlere büyük bir özveri ve emekle getiren, öğrenim hayatım boyunca Her konuda anlayışla karşılayıp kararlarımın arkasında duran canımdan öte Annem, Babam, Ablam, Abim ve Kardeşime,

Her konuda desteğini esirgemeyen ve aldığım her kararda arkamda duran çok değerli eşim Elif KOZAKOĞLU'na

Sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kompozit Resinler.....	2
1.1.1. Kompozit Resinlerin Yapısı.....	3
1.1.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması	5
1.1.3. Kompozit Resinlerde Güncel Gelişmeler	11
1.2. Diş Hekimliğinde Kullanılan Fiber Türleri.....	17
1.3. Restoratif Uygulamalarda Fiber Yerleşiminin Önemi.....	22
1.3. Endodontik Tedavi Sonrası Dişlerde Meydana Gelen Değişiklikler.....	23
1.4. Endodontik Tedavili Dişlerde Restorasyon Seçenekleri	24
1.5.1. Polimerizasyon Büzülmesi	32
1.5.2. Mikrosızıntı	36
1.5.3. Aşınma	36
1.5.4. Postoperatif hassasiyet	36
1.5.5. Renklenme.....	37
1.5.6.Sekonder Çürük.....	37
1.6. Kompozit Restorasyonların Değerlendirme Kriterleri.....	37
FDI Restorasyon Değerlendirme Kriterleri.....	39
2. GEREÇ VE YÖNTEM	41
2.1. Hasta Seçimi.....	41
2.2. Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyaller.....	42
2.3. Restoratif Prosedürler.....	42
2.4. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi.....	47
2.5. Restorasyonların Klinik Değerlendirilmesi	49
2.6. İstatistiksel Analiz.....	49

3. BULGULAR	50
3.1. Retansiyon	51
3.2. Renk Uyumunu	52
3.3. Marjinal Renklenme	52
3.4. Anatomik Form	53
3.5. Yüzey Yapısı	54
5.TARTIŞMA	56
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	71
6. KAYNAKÇALAR.....	72
7. EKLER.....	84
EK-A: Benzerlik Raporu	84
EK-B: Etik Kurul Kararı.....	<i>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</i>
EK-C: Onam Formu.....	<i>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</i>

TABLolar

Tablo.1.1.Diş Hekimliğinde Kullanılan Fiberler (Baysal & Ayyıldız, 2015).....	21
Tablo.1.2.Usphs Restorasyon Değerlendirme Kriterleri.....	39
Tablo.2.1:Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyaller, Üretici Firma Ve İçerikleri	42
Tablo.3.1.Fiber Oryantasyonuna Göre Dişlerin Dağılımı.....	50
Tablo.3.2:Restorasyonların Modifiye Usphs Kriterlerine Göre Değerlendirilme Sonuçları.	50
Tablo.3.3:Farklı Oryantasyonlarda Fiber Yerleştirilerek Yapılan Direkt Kompozit Restorasyonların Aynı Ölçüm Zamanlarında Modifiye Usphs Kriterlerine Göre Belirlenen Alfa Skorlarının Karşılaştırılması.....	55

ŞEKİLLER

Şekil.1.1:Bis-GMA, TEGDMA, UDMA monomerlerinin molekül yapıları (Heymann vd., 2012)	4
Şekil.1.2:Kompozit rezinlerin doldurucu partikül büyüklüklerine göre sınıflandırılması (Elfakhri vd., 2022).....	8
Şekil.1. 3:Bond ile ıslatılmış Ribbond.	21
Şekil.2. 1:İşlem öncesi radyografik görüntü	43
Şekil.2. 2: 36 numaralı dişin Rubber Dam ile izole edilmiş görüntüsü.	44
Şekil.2. 3:kullanılan Matrix çeşitleri.....	44
Şekil.2. 4:Clearfil SE Bond.....	45
Şekil.2. 5:Kullanılan Restoratif Materyaller	45
Şekil.2. 6:Ribbond Yerleşim Yönleri.....	46
Şekil.2. 7:Restorasyon Bitim Sonrası Ağız İçi Görüntüleri	47
Şekil.2. 8:Sirkumferansiyel (O) yönde Ribbond uygulanmış 46 numaralı dişin görüntüsü.....	48
Şekil.2. 9:Mesiodistal yönde Ribbond uygulanmış 45 nolu dişin görüntüsü.....	48
Şekil.2. 10:Bukkolingual yönde Ribbond uygulanmış 26 nolu dişin görüntüsü.	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bis-GMA	:Bisfenol-a-glisidil metakrilat
BL	:Bukko-lingual
CAD/CAM	:Computer aided design and computer aided manufacturing (Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim)
CEJ	:Cemento enamel junction (Mine sement birleşimi)
DO	:Disto-oklüzal
EDTA	:Etilen diamin tetra asetik asit
EGDMA	:Etilen glikol dimetakrilat
FDI	:Federation Dentaire Internationale (Dünya sağlık örgütü)
FGK	:Fiberle güçlendirilmiş kompozit
Gmpts	:Gamma-metakriloksi propil trimetoksi silan
KFGK	:Kısa fiberle guclendirilmiş kompozit
KR	:Kompozit rezin
LED	:Light emitting diode (ışık yayan diyet)
MDP	:Metakriloiloksidetil dihidrojen fosfat
MDPB	:12-metasiriloiloksidodesil piridinium bromid
MO	:Mesio-okluzal
MOD	:Mesio-okluzo-distal
μm	:Mikrometre
NaOCl	:Sodyum hipoklorit
nm	:Nanometre
PAC	:Plazma ark
PMMA	:Polimetil metakrilat
QTH	:Quartz tungsten halojen
SiO₂	:Silisyum oksit
TEGDMA	:Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	:Uretan dimetakrilat
UV	:Ultraviyole
ZrO₂	:Zirkonyum oksit

ÖZET

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİK TEDAVİLİ PREMOLAR VE MOLAR DİŞLERDE POLİETİLEN FİBER YERLEŞTİRİLEREK YAPILAN KOMPOZİT RESTORASYONLARIN KLİNİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Furkan KOZAKOĞLU

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ / KONYA- 2025

Bu çalışmanın amacı; endodontik tedaviyi premolar ve molar dişlerde farklı yönlerde (O şeklinde; bukkolingual yönde I şeklinde; mezio-distal yönde I şeklinde) polietilen fiber (ribbon) yerleştirilerek yapılan direkt kompozit restorasyonların klinik performanslarını 6. ve 12. ay sonunda değerlendirilerek karşılaştırmaktır. Çalışmaya, 18-50 yaş aralığında 85 hasta (59 kadın, 26 erkek) ve endodontik tedavi görmüş 90 posterior diş dahil edilmiştir. Restorasyonlarda Clearfil SE Bond adeziv sistemi, G-aenial Universal Injectable, G-aenial A'chord universal kompozitler ve Ribbon (polietilen fiber) kullanılmıştır. Ribbon, kalan diş dokusuna göre farklı yönlerde yerleştirilmiş ve restorasyonlar üç gruba ayrılmıştır; Grup 1: Ribbon, pulpa tabanını kaplayacak şekilde dairesel olarak yerleştirilmiştir. Grup 2: Ribbon, pulpa duvarında mesiodistal yönde "I" şeklinde yerleştirilmiştir. Grup 3: Ribbon, pulpa duvarında bukkolingual yönde "I" şeklinde yerleştirilmiştir. Tüm restorasyonlar, 1. hafta, 6. ay ve 1. yıl kontrollerinde modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizde fiberin farklı oryantasyonuna (O, MD ve BL) göre gruplandırılan direkt kompozit restorasyonların 7. gün, 6. ve 12. aydaki klinik skorlarının zamana bağlı değişimleri Cochran Q testi ve Bonferroni düzeltmesi yapılarak değerlendirilmiştir. Farklı yönlerde fiber yerleştirilen restorasyonların aynı ölçüm zamanındaki Alpha skor oranları Fisher-Freeman-Halton testi ile karşılaştırılmıştır ($p<0.05$).

Çalışmamızın limitasyonları dahilinde, endodontik tedaviyi premolar ve molar dişlerde üç farklı yönde Ribbon yerleştirilerek uygulanan kompozit restorasyonlar 6 ve 12 aylık klinik takip sonucunda başarılı ve benzer sonuçlar göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ribbon ile güçlendirilmiş kompozit, endodontik tedavi görmüş posterior diş, modifiye USPHS, farklı fiber yerleşimi.

SUMMARY

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

CLINICAL EVALUATION OF COMPOSITE RESTORATIONS WITH POLYETHYLENE FIBER PLACEMENT IN ENDODONTICALLY TREATED PREMOLAR AND MOLAR TEETH

Furkan KOZAKOĞLU

DEPARTMENT OF RESTORATIVE DENTISTRY

SPECIALTY THESIS / KONYA- 2025

The aim of this study was to compare the clinical performance of direct composite restorations with polyethylene fiber (Ribbond) placed in different orientations (O shape; buccolingual I shape; mesiodistal I shape) in endodontically treated premolar and molar teeth at 6- and 12-month follow-ups. The study included 85 patients (59 females, 26 males) aged between 18 and 50 years, and a total of 90 endodontically treated posterior teeth. The Clearfil SE Bond adhesive system, G-aenial Universal Injectable, G-aenial A'chord universal composites, and Ribbond (polyethylene fiber) were used in the restorations. According to the remaining tooth structure, Ribbond was placed in different orientations and the restorations were divided into three groups: Group 1: Ribbond was placed in a circular orientation covering the pulpal floor, Group 2: Ribbond was placed on the pulpal wall in a mesiodistal I shape, Group 3: Ribbond was placed on the pulpal wall in a buccolingual I shape. All restorations were evaluated at the 1st week, 6th month, and 12th month follow-ups according to modified USPHS criteria. For statistical analysis, the time-dependent changes in clinical scores of the restorations grouped by fiber orientation (O, MD, and BL) were assessed using the Cochran Q test with Bonferroni correction. The Alpha score rates of restorations with different fiber orientations at the same time point were compared using the Fisher-Freeman-Halton test ($p < 0.05$).

Within the limitations of our study, composite restorations applied with Ribbond in three different orientations in endodontically treated premolar and molar teeth demonstrated successful and similar clinical results at both 6- and 12-month follow-ups.

Key words: Ribbond-reinforced composite, endodontically treated posterior teeth, modified USPHS, different fiber placement.

1. GİRİŞ

Restoratif diş hekimliğinde temel amaç, dişlerdeki çürük ve defektleri minimal invaziv yaklaşıma uygun şekilde onarmak, çiğneme fonksiyonunun devamlılığını sağlamak ve bunların yanında hastanın estetik beklentilerini karşılamaktır. 1960'lı yıllardan itibaren dental tedavilerde kullanılmaya başlanan kompozit rezinler, günümüzde hem anterior hem de posterior dişlerin restorasyonunda yaygın olarak tercih edilen materyaller arasında yer almaktadır (Tan vd., 2015).

Kompozit restorasyonların klinik performansı, bu materyallerin fiziksel, mekanik ve estetik özelliklerinin zaman içinde gelişmesiyle birlikte iyileşme göstermiştir. Manhart ve arkadaşları tarafından yapılan sistematik incelemeye göre, kompozit materyallerin yıllık başarısızlık oranları %0-7 aralığındadır. Posterior kompozit restorasyonların başarı oranları ise %65.2 ile %92.5 arasında değişmekte olup, bu restorasyonların takip süreleri 3 ila 17 yıl arasında farklılık göstermektedir (Manhart vd., 2004).

Çürük, travma, giriş kavitesi preparasyonu ve kök kanal şekillendirme işlemleri nedeniyle fazla miktarda doku kaybı olan endodontik dişlerin restorasyonunda kullanılacak materyalin ve yöntemin seçimi önemli bir araştırma alanıdır. Endodontik tedavi sonrası yapılan restorasyonların üç temel işlevi bulunmaktadır: Kalan diş dokusunun bütünlüğünü korumak, koronal sızıntıyı engelleyerek kök kanal dolgusunun kontaminasyon riskini azaltmak ve kaybedilen diş dokusunu yerine koyarak dişin fonksiyonunu sürdürmesini sağlamak. Endodontik tedavi sonrası restorasyonun performansı, klinik başarının önemli bir parçasıdır ve en az kanal tedavisinin kendisi kadar dikkat gerektirir. Uygun olmayan restoratif üst yapılar, zamanla endodontik tedavi görmüş dişlerin kaybına neden olabilmektedir (Gillen vd., 2011).

Endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda indirekt restorasyonlar (kronlar ve inley/onley/endokron) ve direkt kompozit restorasyonlar uygulanmaktadır (Ploumaki vd., 2013). İndirekt restorasyonların avantajlı özelliklerinin yanında zaman alan laboratuvar süreçleri ve yüksek maliyetler nedeniyle bu dişlerin restorasyonlarında direkt yöntemler sıklıkla tercih edilmektedir (Messer vd., 1991; Sjögren vd., 1999). Bununla birlikte direkt kompozit restorasyonların yapımında

kompozitlerin polimerizasyonu sırasında meydana gelen büzülme nedeniyle di  ve restorasyon ara yüzeyinde bir gerilim oluşmaktadır. Bu büzülme stresine bağlı olarak restorasyonlarda farklı şekillerde başarısızlıklar izlenebilmektedir. Polimerizasyon büzülme stresini azaltmak için birçok yöntem geliştirilmiştir.(Degrange & Roulet, 1997) Direkt kompozit restorasyonların yapımında fiber şeritler kullanılması ya da fiber içerikli kompozitlerin yerleştirilmesi bunlardan bazılarıdır. Di  hekimliğinde kullanılan polietilen lifler, daha yüksek elastik modülleri ve daha düşük eğilme modülleri nedeniyle di -restorasyon ara yüzeyindeki gerilmeleri azaltır. Fiberle güçlendirilmiş restorasyonlar sayesinde kırıklar mine-sement birleşiminden (CEJ) yukarıya doğru meydana geldiğinden katastrofik başarısızlıklar önlenir ve kalan di  yapısının restore edilebilirliği kolaylaşır. (Deliperi & Bardwell, 2005) Fiberin kavite duvarlarına stratejik olarak yerleştirilmesinin, uygun kırılma dayanımı ve enerji emilimi sağlayarak geniş kavitelerde kırık oluşumunu önlediği bildirilmektedir. Bu nedenle bu materyallerin çok fazla madde kaybı görülen vital ve endodontik tedavili dişlerin tedavisinde kullanılması önerilmektedir (Garlapati vd., 2017).

Fiberle güçlendirilmiş kompozit restorasyonların in vitro ortamda kırılma dayanımlarının ve başarısızlık modlarının değerlendirildiği çalışmalar literatürde bulunmaktadır(Belli vd., 2005). Fakat; yeni geliştirilmiş yüksek dolduruculu akışkan kompozitle kaviteye uygulandığı ve klinik olarak uzun dönem takip edildiği çalışmalar literatürde mevcut değildir. Bu çalışmanın amacı; endodontik tedavili premolar ve molar dişlerde farklı yönlerde (O şeklinde; bukkolingual yönde I şeklinde; mezio-distal yönde I şeklinde) polietilen fiber (ribbon) yerleştirilerek yapılan direkt kompozit restorasyonların klinik performanslarını 6. ve 12. ay sonunda değerlendirerek kar ıla tırmaktır. Araştırmanın başlangıç hipotezi: ‘Endodontik tedavili premolar ve molar dişlerde farklı yönlerde (O şeklinde; bukkolingual yönde I şeklinde; mezio-distal yönde I şeklinde) polietilen fiber (ribbon) yerleştirilerek yapılan direkt kompozit restorasyonlar 6 ve 12 ay sonunda benzer ve başarılı klinik performans gösterecektir.’ şeklinde kurgulanmıştır.

1.1. Kompozit Rezinler

'Kompozit' (componere = birleştirmek) terimi, di  rengindeki direkt restoratif materyali ifade etmek için evrensel olarak kullanılmaktadır. Kompozitlerin gelişimi, dimetakrilatların (epoksi reçine ve metakrilik asit) silanize kuvars tozu ile

kombinasyonuna dayanmaktadır ve bu işlem ilk olarak 1963 yılında Bowen tarafından gösterilmiştir (Bowen, 1963).

İki veya daha fazla bileşenden oluşan dental kompozit rezinler, organik bir matriks, bağlayıcı ajan ile kaplanmış inorganik doldurucu partikülleri ve matriksin polimerizasyonunu başlatan bir sistemden meydana gelmektedir (Demarco vd., 2023).

1.1.1. Kompozit Rezinlerin Yapısı

Kompozit materyaller üç ana bileşenden oluşmaktadır: organik matriks, inorganik doldurucular ve ara faz.

Organik Matriks

Organik rezin matriks, bisfenol A glisidil metakrilat (Bis-GMA) veya üretan dimetakrilat gibi yüksek moleküler ağırlığa sahip monomerlerden oluşmaktadır. Bis-GMA, 1960'ların başında Rafael Bowen tarafından geliştirilmiş olup aromatik bir metakrilat yapısına sahiptir. Terminal metakrilat grupları, serbest radikal polimerizasyonuna katkı sağlarken, merkezde bulunan iki benzen halkası nedeniyle nispeten sert polimerler meydana getirir (Ruyter & Oysaet, 1987).

Bis-GMA'nın dezavantajları arasında düşük renk stabilitesi ve yüksek viskozite yer almaktadır. Bu yüksek viskoziteyi azaltmak amacıyla, üreticiler düşük molekül ağırlığına ve düşük viskoziteye sahip trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) ve etilen glikol dimetakrilat (EGDMA) gibi monomerleri formülasyona eklemektedir; bunların çapraz bağlanmayı ve dayanıklılığı artırırken viskoziteyi azalttığı gösterilmiştir.

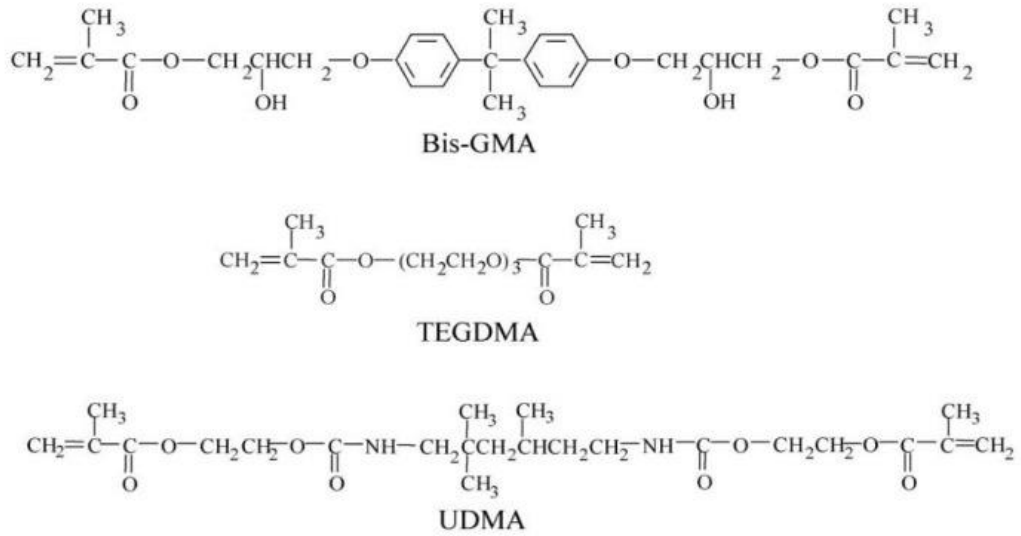
Üretan dimetakrilat (UDMA), organik rezin matriksi olarak yaygın şekilde kullanılan bir başka monomerdir. Bu monomer, 1974 yılında düşük viskoziteli bir organik matriks olarak tanıtılmıştır. Bis-GMA bazlı rezin materyallerinin, UDMA bazlı rezin materyallere belirgin bir üstünlük sağladığını kanıtlayan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır (Peutzfeldt, 1997) ; (Gonçalves vd., 2008).

Işıkla polimerize olan kompozitlerin sertleşmesi, genellikle 470 nm dalga boyundaki mavi ışıkla aktive edilir ve bu işlemi başlatan en yaygın fotoinitiyator kamforokinondur. Kimyasal polimerizasyonla sertleşen kompozitlerde ise, başlatıcı olarak benzoil peroksit ve hızlandırıcı olarak aromatik tersiyer amin kullanılarak polimerizasyon süreci hızlandırılır; bu aminler aynı zamanda kompozitlerin

renklenmesini artırabilir (Heymann vd., 2012).

Çalışma esnasında ve kompozitin tüp içerisinde muhafaza edildiği sırada polimerizasyon kendiliğinden gerçekleşmesin diye inhibitörler kullanılır. Metoksifenol ve tersiyer bütıl fenol bu işlem için en çok kullanılan inhibitörlerdir (Anusavice, 2003).

Kimyasal polimerizasyon ile sertleşen kompozitlerde, polimerizasyon sonrası reaksiyona girmeyen kalıntılar, ultraviyole (UV) ışığının etkisiyle parçalanarak kahverengi renklenmeye yol açabilir. Bu olumsuz renklenmeyi engellemek için, kompozit yapısına ultraviyole stabilizatörleri eklenmesi faydalı olabilir (Willems vd., 1993).



Şekil.1.1:Bis-GMA, TEGDMA, UDMA monomerlerinin molekül yapıları (Heymann vd., 2012)

İnorganik Doldurucular

İnorganik doldurucu partikül olarak; koloidal silika, baryum silikat, stronsiyum/borosilikat cam, kuvars, çinko silikat ve lityum alüminyum silikat gibi bileşenler sıkça tercih edilmektedir. Her bir doldurucu, kendine özgü karakteristik özellikler sunar. Örneğin, koloidal silika, inert bir malzeme olup, 0.1 mikrondan daha küçük partikül boyutlarına sahiptir ve düşük ısısal genleşme katsayısı ile dikkat çeker. Ayrıca, kompozitlerin kondansasyon ve cilalanma özelliklerini artırmaya yardımcı olur (Schmalz & Bindslev, 2008).

Baryum silikat, orta sertlikte olup radyoopak özellik gösterir. Kuvars ise son

derece stabildir, ancak cilalanması zor olabilir ve karşıt dişi aşındırma riski taşır. 1970'lerden günümüze kadar en yaygın kullanılan doldurucu partikül kuvarstır; çünkü kimyasal olarak inerttir ve yüksek ışık kırılma indeksi sunar. Kuvarslı kompozitlerin dezavantajları ise, yüksek ısısal genleşme katsayısına ve aşındırma oranına sahip olmaları bununla birlikte radyopak olmamalarıdır (Eliades vd., 2005).

Kompozit materyaller içindeki inorganik doldurucu miktarının artması, polimerizasyon büzülmesini, lineer genleşme katsayısını ve su emilimini azaltırken; basma ve gerilme dayanımı, elastisite modülü ve aşınma direnci gibi mekanik özellikleri artırmaktadır (K.-H. Kim vd., 2002).

Ara Faz

Ara faz organik silisyum bileşiği olarak da bilinen silandan oluşmaktadır. Silan organik matriks ve inorganik matriks arasında bağ kurar. Silanın, doldurucu partiküller ile organik rezin matriks arasında bağ kurma amacı, kompozit materyalin fiziksel özelliklerini geliştirmektir. Silan, bu işlevi sayesinde, doldurucu ile rezin matriks arasındaki hidrolitik bozulmayı önleyerek, her iki matriks arasındaki stres transferine olanak tanır. Doldurucu partikülleri rezin matrikse bağlamak için en sık kullanılan silan ajanları organosilanlardır. Bunlar arasında en yaygın olanı gamma-metakriloksiopropiltrimetoksisilan (gMPTS)'dir. Bu silan, çift fonksiyonlu bir molekül olup, kompozitin polimerizasyonu sırasında bir tarafındaki hidroksil grubu ile inorganik doldurucuya, diğer tarafındaki metakrilat grubu ile ise rezin matrikse bağlanır (Tyas vd., 1988).

1.1.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler, inorganik doldurucu partiküllerinin boyutları, polimerizasyon yöntemleri ve viskoziteleri dikkate alınarak sınıflandırılır. Doldurucu partikül boyutlarının polimerizasyon derinliğini ve materyalin fiziksel özelliklerini doğrudan etkilemesi nedeniyle, günümüzde partikül boyutlarına dayalı sınıflandırma daha yaygın bir şekilde tercih edilmektedir (J. O. Burgess vd., 2002).

1.1.2.1. İnorganik Doldurucuların Partikül Büyüklüklerine Göre Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler, inorganik partiküllerinin boyutlarına göre; megafil, makrofil, mikrofil, midifil, minifil, nanofil ve hibrit olarak kategorilere ayrılmaktadır.

Megafil kompozitler 50-100 µm boyutunda inorganik doldurucu içerirler. Çiğneme kuvvetinin yoğun olduğu bölgelerde tercih edilirler (Craig vd., 1992).

Makrofil kompozitler 10-100 µm boyutunda inorganik doldurucu içerirler. Sert ve büyük doldurucu içeriklerinden dolayı aşınma olasılıkları yüksektir. Polisaj ve cila prosedürleri zordur (Craig vd., 1992).

Midifil kompozitler 1-10 µm boyutunda inorganik doldurucu içerirler. Makrofil kompozitlere benzer dezavantajlara sahiptir (Craig vd., 1992).

Minifil kompozitler 0.1-1 µm boyutunda inorganik doldurucu içerirler. Doldurucu boyutlarından dolayı cilalanma özellikleri artmıştır. Makrofil kompozitlere göre daha fazla doldurucu içerirler (Craig vd., 1992).

Mikrofil kompozitler 0.01-0.1 µm boyutunda inorganik doldurucu içerirler. Bu kompozitlerin inorganik doldurucu partikülleri, genellikle kolloidal silika'dan oluşur. Makrofil kompozitlerden daha az doldurucu partiküle sahiptirler ve bu nedenle su emilimleri daha yüksektir. Ayrıca, termal genleşme katsayıları yüksek, elastisite modülleri ise düşüktür. Çiğneme kuvvetlerine karşı dirençleri düşüktür. Ancak, polisajlanabilirliklerinin yüksek olması sebebiyle, özellikle anterior bölgedeki restorasyonlar için tercih edilirler (Craig vd., 1992; McCabe & Walls, 2013).

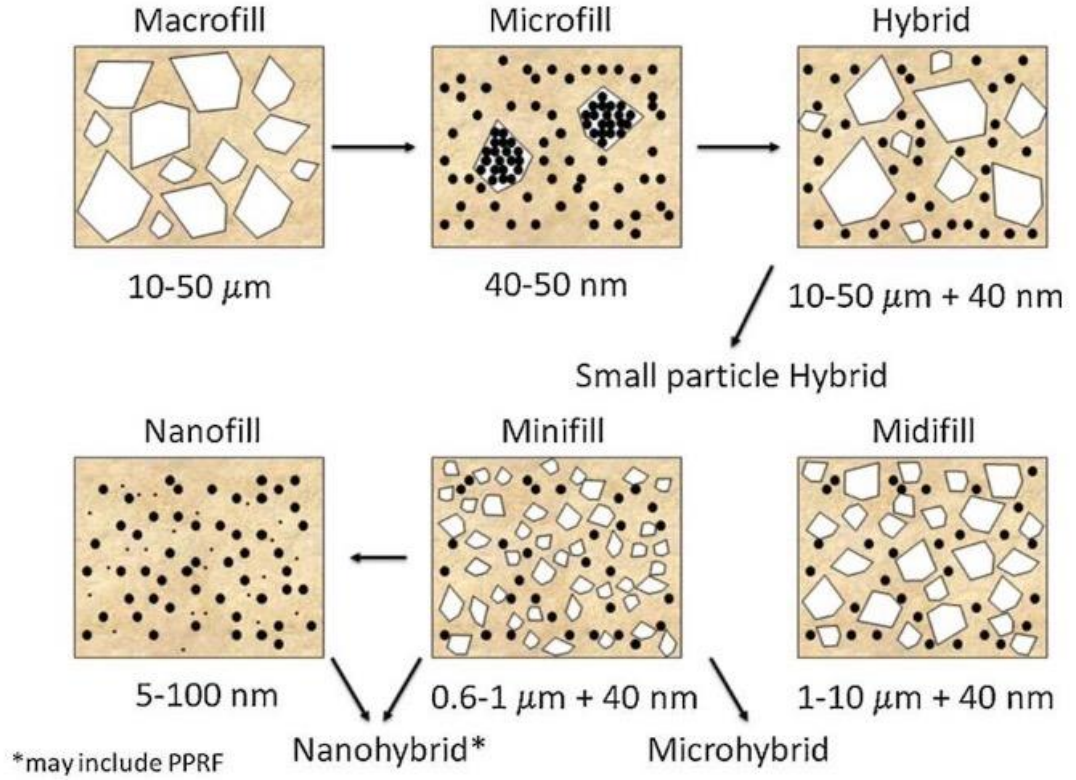
Nanofil kompozitler 0,001-0,01 µm boyutunda inorganik doldurucu içerirler. Nanoteknolojinin diş hekimliğinde uygulanmasıyla birlikte, 20-75 nm aralığında değişen partikül boyutlarına sahip nanofill kompozitler geliştirilmiştir. Bu kompozitler, düşük polimerizasyon büzülmesi, iyileştirilmiş mekanik ve optik özellikler ile yüksek cilalanabilirlik gibi pek çok avantaja sahiptir. Ayrıca, nanofill kompozitlerin aşınma direnci, mikrofil ve mikrohibrit kompozitlere kıyasla oldukça yüksektir. Yapısal olarak değerlendirildiğinde, nanofill kompozitlerin organik matriksi diğer kompozit rezinlerle benzerlik gösterirken, inorganik fazı oluşturan partiküller iki ana bileşenden meydana gelmektedir; silika nano doldurucular ve nanokümeler.

Nanokümeler 50 nm'den küçük partiküllerin bir araya gelerek oluşturdukları kümelenmiş yapıları ifade eder. Silika nanodoldurucular ise, 5-75 nm boyutlarında olup kümelenmeyen silika partikülleridir. Nano boyutlardaki doldurucular sayesinde, organik ve inorganik fazlar arasındaki bağlantının güçlendiği ve organik yapılarla temas eden inorganik doldurucu yüzey alanının arttığı belirtilmiştir (Sakaguchi vd., 2018).

Hibrit kompozitler farklı büyüklükte dolduruculara sahiptir. Mikrofil kompozitlerin artmış yüzey özelliklerini ve makrofil kompozitlerin yüksek aşınma dirençlerinden faydalanmak için geliştirilmişlerdir. İnorganik doldurucu boyutları 0.04-1 μm dır (*Operative Dentistry*, 2008). Hibrit kompozitlerin inorganik doldurucu boyutları makrofil kompozitlerden daha küçüktür ve mikrofil kompozitlere kıyasla da daha fazla doldurucu oranına sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı her iki kompozitten daha gelişmiş fiziksel ve mekanik özellikleri vardır (Sakaguchi & Powers, 2012).

Doldurucu boyutları teknolojinin gelişmesiyle birlikte mikrohibrit kompozitler ortaya çıkmıştır. Bu kompozitlerin doldurucuları submikron boyuttaki (0.04 μm) partiküller ve daha büyük partiküllerin (0,1 μm -1 μm) birleşiminden oluşmaktadır. Hibrit ve özellikle mikrohibrit kompozitler, mekanik ve estetik özelliklerinin gelişmesi sayesinde hem anterior hem de posterior bölgelerde etkili bir şekilde kullanılabilen kompozit türleridir (J. O. Burgess vd., 2002).

Nanohibrit kompozitler, mikrohibrit kompozitlerin özelliklerini geliştirmek amacıyla üretilmişlerdir. Bu kompozitlerin içerisinde geleneksel kompozitlerin doldurucu partikülleri ve nano boyuttaki doldurucu partikülleri (0.005-0.01 μm) bulunmaktadır. Geleneksel kompozitlerin aşınma direnci ile mikrofil kompozitin cila ve polisaj özelliklerini içerisinde barındırmaktadır. Bu kompozitlerin ağzın her bölgesinde kullanım endikasyonu bulunmaktadır (J. O. Burgess vd., 2002; Subramani & Ahmed, 2011).



Şekil.1.2:Kompozit rezinlerin doldurucu partikül büyüklüklerine göre sınıflandırılması (Elfakhri vd., 2022)

1.1.2.2. Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kimyasal Olarak Polimerize Olan Kompozitler

Bu sistemde, polimerizasyon, pat+pat, pat+likit veya toz+likit bileşenlerinin karıştırılması ile başlatılır. Reaksiyonu başlatan tersiyer amindir. Yapısal özellikleri nedeniyle uygulandıktan 3-5 yıl sonra renk değişimleri gözlemlenebilir (Miletic, 2017).

Ağız içinde yoğun stres altındaki bölgelerde tercih edilmez. Genellikle servikal çürüklü ve çürüksüz lezyonlarda tercih edilirler. Ayrıca çalışma sürelerinin kısa olması da tercih edilmelerini azaltır (Terry, 2017).

Işık ile Polimerize Olan Kompozitler

1972 yılında ilk kez kullanıma sunulan rezin türleri, 365 nm dalga boyundaki ultraviyole ışıkla aktive olabilen benzoin metil eter içermektedir. Bu molekül ışığı

emerek foton enerjisini polimerizasyon için gerekli enerjiye dönüştürür. Ancak bu ışık kaynağının çeşitli olumsuz yönleri bulunmaktaydı. UV ışık, rezin materyal içerisinde sınırlı derinliğe nüfuz edebildiğinden, sadece çok ince tabakaların polimerizasyonu mümkün olabiliyordu. Bunun yanı sıra, UV ışığın retina ve yumuşak dokular üzerinde zararlı etkiler yaratabileceği de belirlenmiştir. Bu nedenlerle, bu tür ışık sistemlerinin kullanımı zamanla terk edilmiştir(Craig & Powers, 2002).

Günümüzde dental materyallerde en yaygın kullanılan fotobaşlatıcı kamforokinondur ve bu bileşik yaklaşık 470 nanometre dalga boyunda maksimum aktivite gösterir. Polimerizasyonu etkileyen faktörler arasında inorganik doldurucu partiküllerinin türü, boyutu ; restoratif materyalin kalınlığı ve rengi; ışık cihazının etkinliği (örneğin, ışık cihazının uçlarının temiz ve çiziksiz olması), polimerizasyon süresi, ışık kaynağının restoratif materyale olan mesafesi ve ışık yoğunluğu yer alır(Santini vd., 2013).

Günümüzde, görünür ışıkla sertleşen kompozitler daha yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu kompozitlerde yeterli polimerizasyon sağlanabilmesi için ışığın organik matrikse tamamiyle ulaşabilmesi gerekir. Eğer kompozitin kalınlığı 1,5-2 mm'yi geçerse, özellikle koyu renkli kompozitlerde ışık yoğunluğu, polimerizasyonu sağlamak için yeterli olmayabilir. Doldurucu partiküller veya renk verici ajanlar, ilk 1-2 mm kalınlıktaki materyalde ışığı dağıtma veya emme özelliklerine sahip olabilir (Gladwin vd., 2009).

Hem Kimyasal Hem de Işıkla Polimerize Olan (Dual Cure) Kompozitler

İkili pat sistemiyle kullanırlar. Dual-cure kompozitlerde kimyasal polimerizasyon süreci nispeten yavaş ilerler; buna karşın, fotokimyasal mekanizma ile rezin materyalin polimerizasyon sürecine ek katkı sağlanarak bu süreç desteklenmiştir (Manhart vd., 2000).

Dual cure kompozitler derinliği 2 mm'yi aşan kavitelere kullanılabilirler. Işığın ulaşmasının zor olduğu bölgelerde polimerizasyonu arttırmak için birçok kompozite kendiliğinden sertleşecek özellikte partiküller eklenir. Kendiliğinden sertleşme oranı yavaş olduğu için, genellikle yalnızca ışıkla sertleşme sağlanması zor olan bölgelerde tercih edilirler (Gladwin vd., 2009; Heymann vd., 2012).

1.1.2.3. Viskozitelerine Göre Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Akıcı Kompozitler

Akıcı kompozit rezinler, 1996 yılında diş hekimliğinde kullanılmaya başlandıktan sonra geniş bir ilgiyle karşılanmıştır. Bu tür rezinler, geleneksel hibrit kompozitlere kıyasla %20-30 daha düşük doldurucu partikül içeriğine sahip olmakla birlikte, organik matrikslerinde Trietilen Glikol Dimetakrilat (TEDGMA) gibi monomerlerin oranı artırılmıştır. Akıcı kompozit rezinlerin viskoziteleri ve elastik modülleri genellikle daha düşüktür, bu da onları kavite duvarlarına mükemmel bir şekilde adapte olmalarını sağlar (Sabbagh & McConnell, 2023).

Akıcı kompozit rezinler, diş hekimliğinde geniş bir kullanım yelpazesinde tercih edilmektedir. Bunlar arasında koruyucu rezin restorasyonlar, minimal invaziv tedaviyle gerçekleştirilen sınıf I, sınıf II ve sınıf III restorasyonlar yer alır. Ayrıca, sınıf V abfraksiyon lezyonları, pit ve fissür örtücüler, kavite liner uygulamaları, ortodontik braket ve lingual retainer yapıştırılması, kırık veya hareketli dişlerin splintlenmesi, acil durumlarda ön diş kırıklarının onarılması, geçici restorasyonların tamiri ve amalgam marjínlerinde oluşan kırıkların giderilmesi gibi işlemlerde de kullanılır. Diğer bir kullanım alanları ise devital diş beyazlatmalarında koruyucu tabaka olarak ve endodontik tedavi görmüş dişlerde fiber postların yapıştırılmasıdır (Baroudi & Rodrigues, 2015).

Son yıllarda, yüksek doldurucu içeriğe sahip, polimerizasyon büzülmesi azaltılmış ve geliştirilmiş mekanik özelliklere sahip ikinci nesil akışkan kompozitler üretilmiştir. Bu kompozitlerin inorganik doldurucu partiküllerinin boyutları 0.04-1 µm arasında değişirken, doldurucu oranları ise en az %62 (ağırlıkça) ve en fazla %86 (ağırlıkça) dır. İkinci nesil akışkan kompozitler, "yüksek dolduruculu akışkan kompozit" veya "enjekte edilebilir akışkan kompozit" olarak da bilinir. Birinci nesil akışkan kompozitlere göre daha iyi mekanik ve estetik özellikler sunan bu yeni formülasyonlar, tedavi süresini kısaltmayı ve uygulama aşamalarını basitleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu kompozitlerin kondanse edilebilir kompozitlerin yerini alması beklenmektedir. Üretici firmalar bu materyallerin kondanse edilebilen kompozitlerin kullanıldığı çiğneme kuvvetine maruz kalan bölgelerde dahi kullanılmasını önermektedir (Baroudi & Rodrigues, 2015; Shimatani vd., 2020).

Kondanse Olabilen (Packable) Kompozitler

Packable veya condensable (kondanse edilebilir) kompozitler olarak adlandırılan yeni kompozitler, amalgama alternatif olarak sunulmaktadır. Bu materyaller amalgam gibi tepilebilir materyallerdir (Leinfelder vd., 1999).

Packable kompozitler, Sınıf I ve II kavite preparasyonlarının restorasyonunda karşılaşılan karmaşıklıkları ve teknik hassasiyetleri azaltmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu materyallerin geliştirilmesindeki temel hedeflerden biri de işlemin uygulanmasında gereken sürenin azaltılması olmuştur. Bu durum, başlangıçta posterior kompozit kullanımından kaçınan birçok klinisyeni, bu tedavi yöntemini uygulamalarına dahil etmeye teşvik etmiştir. Ancak, packable kompozitlerle ilgili olarak, geleneksel kompozitlerden farklı birçok uygulama tekniği halihazırda önerilmiştir. İnkremental tabakalama tekniği ile kaviteye yerleştirilirler. Uygulama kolaylığı sağlamak için tasarlanmış bu materyaller, özellikle manipülasyon açısından geliştirilmiştir. Kondanse edilebilen kompozitler, yüksek basınç altında posterior restorasyonlarda, amalgam gibi uygulanabilir. Kondanse edilebilen kompozitlerin bu özellikleri, klinik pratikte büyük avantajlar sunar. Yüksek doldurucu oranı ağırlıkça %76-80 arasında olup bu özelliği sayesinde materyalin manipülasyonunu artmış, fiziksel ve mekanik özelliklerini de güçlenmiştir (Leinfelder vd., 1998).

1.1.3. Kompozit Resinlerde Güncel Gelişmeler

Kütle Halinde Yerleştirilebilen (Bulk Fill) Kompozitler

Geleneksel kompozitler kavitelere tabakalama tekniği ile uygulanır. Bu şekilde yeterli polimerizasyon sağlanarak materyallerin polimerizasyon büzülme stresleri azaltılmaya çalışılır. Tabakalama tekniği ile yapılan restorasyonlarda bazı zorluklar ortaya çıkabilir. Bunlar arasında tabakalar arasındaki bağlanma sorunları, kontaminasyon riski, tabakalar arası küçük boşlukların oluşması ve kompozitin yerleştirilmesi ve sertleştirilmesi işleminin zaman alması yer alır. Son yıllarda tabakalama tekniğinin dezavantajlarını ortadan kaldırmak ve restorasyon sürecini hızlandırmak amacıyla belirli bir süre boyunca ışık uygulandığında tek seferde 4 ila 5 mm'ye kadar yeterli polimerizasyon sağlayabileceği belirtilen yeni nesil bulk fill kompozit resinler piyasaya sunulmuştur (Ilie vd., 2013).

Üretici firmalar geleneksel kompozitlere kıyasla bulk fill kompozitlerin daha az polimerizasyon büzülmesine uğradığını iddia etmektedir. Bulk fill kompozitlerin yüksek ışık geçirgenliği sayesinde derin kavitelere dahi polimerize olabildiği bildirilmiştir. Bu kompozitlerin Sınıf I, II ve VI kavitelere ve endodontik tedavi sonrası derin kavitelere kullanılması önerilmektedir (R. J.-Y. Kim vd., 2015).

Bulk fill kompozitlerin ışık geçirgenliği içerdikleri fotobaşlatıcılar (benzoil germanyum – Ivocerin ve difenilfosfin oksit – TPO) sayesinde geliştirilmiştir. Işık geçirgenliklerinin artması ile polimerizasyon derinlikleri de önemli ölçüde artırılmıştır. Bu özellik, daha kalın tabakaların tek bir uygulama ile polimerize edilmesini mümkün kılmaktadır (Czasch & Ilie, 2013).

Bulk fill kompozitler, mekanik özellikleri ve uygulama yöntemlerine göre iki farklı grupta sınıflandırılabilir; düşük viskoziteli bulk fill kompozit rezinler ve yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler (Tarle vd., 2015). Düşük viskoziteli bulk fill kompozitler kaviteye daha rahat yerleştirmek için şırınga ya da kapsül formunda üretilir. Bu kompozitlerin inorganik doldurucu partikül oranları genellikle düşük olduğu için, yüzey sertliği azalmakta, aşınma dirençleri sınırlı kalmakta ve genel mekanik özellikleri yeterli düzeyde olmamaktadır. Ayrıca, su emilim oranları da daha yüksek olabilmektedir. Bu sebeple, restorasyonun son tabakasının yaklaşık 2 mm'lik kısmı geleneksel bir kompozit rezinle tamamlanması önerilmektedir (J. Burgess & Cakir, 2010). Yüksek viskoziteli bulk-fill kompozitler ise daha fazla oranda inorganik doldurucu içermektedir ve mekanik özellikleri daha gelişmiştir. Bu nedenle posterior kavitelere tek başına kullanılabilirler (Tomaszewska vd., 2015).

Universal Kompozitler

Klasik makro dolduruculu kompozit rezinler, büyük partikül boyutlarına sahip olmaları nedeniyle yeterli düzeyde cilalanamamaktadır. Hatta bazı kompozitler, restorasyona geçici bir parlaklık hissi verebilmek amacıyla ekstra bir glaze (cilalama) ajanı ile birlikte satılmaktadır. Bununla birlikte, bu materyaller oklüzal aşınmaya ve renk değişimine oldukça hızlı şekilde maruz kalmaktadırlar (van Dijken vd., 1980).

Bu tür problemleri çözmek amacıyla nano dolduruculu partiküllere sahip hibrit kompozitler üretilmiştir. Nanohibrit kompozitlerin, mikrohibrit kompozitlere ve makrofil kompozitlere kıyasla daha üstün fiziksel özellikler sunduğunu ancak

mikrohibrit kompozitlere kıyasla anterior bölge restorasyonlarında daha az estetik görünümüne sahip olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır (J. Ferracane vd., 2022).

Universal kompozit rezinler, hem anterior hem de posterior diş restorasyonlarında kullanılmak üzere tasarlanmış, estetik ve mekanik özellikleri dengeli materyallerdir. Genellikle mikrohibrit veya nanohibrit yapıda olup, farklı partikül boyutları ve şekillerinin kombinasyonunu içerirler. Geniş renk skalası ve translusens özellikleri sayesinde doğal diş dokusuna benzer görünüm sağlarlar. Yüksek kırılma direnci ve aşınma dayanımı ile posterior bölgelerde uzun ömürlü restorasyonların yapılmasına imkan sunarlar. İyi şekillendirilebilir kıvrımları sayesinde klinik uygulamalarda zaman kazandırır (‘‘Dental resin composites: A review on materials to product realizations’’, 2022).

Siloran bazlı rezin kompozitler

Geleneksel kompozit rezinlerde görülen polimerizasyon büzülmesini en aza indirmek amacıyla, gelişmiş polimerizasyon özelliklerine sahip siloran bazlı rezin kompozitler üretilmiştir. Silikon bazlı hidrofobik monomerler içeren bu materyaller, siloksan ve oksiran moleküllerinin reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Siloran bazlı kompozitelerde polimerizasyonu başlatan kamforokinona ilave olarak; reaktif katyonik ajan olan iyondum tuzları ve elektron vericiler bulunur. Siloran matriksi, siloran monomerinin katyonik açık halkalı polimerizasyon mekanizması ile meydana gelir. Bu süreç, radikaller aracılığıyla çapraz bağlanan metakrilatların doğrusal zincir reaksiyonundan farklıdır ve halka polimerizasyonu gerçekleştirirler. Kompozitlerin kimyasal yapısı ve polimerizasyon sürecindeki bu değişiklikler sayesinde, polimerizasyon büzülmesinin toplam hacimsel büzülmenin %1’inin altında olduğu belirtilmiştir (Weinmann vd., 2005).

Siloran bazlı kompozitler, geleneksel kompozitlere kıyasla daha düşük polimerizasyon büzülme stresi, azalmış mikrosızıntı, daha iyi marjinal adaptasyon ve yüksek dayanıklılık gibi önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak, yalnızca özel bir adeziv sistemle uygulanabilmeleri, renk seçeneklerinin kısıtlı olması ve klinik kullanım alanlarının genellikle posterior diş restorasyonları ile sınırlı kalması gibi dezavantajlar, kullanım alanlarını daraltmaktadır (Lien & Vandewalle, 2010).

Siloran bazlı kompozitlerle ilgili literatürde birçok çalışma yer almaktadır. Bu

alışmaları değerlendiren bir sistematik derlemede, siloran bazlı kompozit rezinlerin metakrilat esaslı kompozitlerle karşılaştırıldığında belirgin bir avantaj sunmadığı görülmüştür. Ayrıca, bu materyallerin güvenilirliğini değerlendirebilmek için uzun süreli klinik takiplere ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır (Maghaireh vd., 2017).

Ormoserler

Diş hekimliğinde kullanılan dolgu materyalleri arasında geleneksel kompozitlerin yanı sıra, son yıllarda inorganik ve organik bileşiklerin bir araya gelmesiyle oluşturulan yeni bir malzeme grubu olan ormoserler (organically modified ceramic) de dikkat çekmektedir. Ormoserlerin, geleneksel kompozitlere göre farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri bulunmaktadır (Metz vd., 2015; Rosin vd., 2003).

Ormoserler, geleneksel polimerlerden farklı olarak, silisyum dioksit (SiO_2) temelli bir inorganik iskelet üzerine kurulmuş ve bu iskelete polimerize olabilen organik birimler eklenerek oluşturulmuştur (Schneider vd., 2011).

Ormoserler karbon yerine uzun “backbone” silikondan oluşur. Bu silikon polimeri, yan zincirlerinde karbon-karbon çift bağları bulunduran özel bir yapıya sahiptir. Organik ve inorganik fazlar, nano boyutta sol-jel yöntemiyle sentezlenmiştir. Ormoser sistemlerinde inorganik doldurucu olarak özel camlar, seramikler ve yüksek oranlarda silika kullanılır. Ayrıca, içeriklerine eklenen zirkonyum dioksit (ZrO_2) sayesinde radyopak özellik kazanırlar. Geleneksel polimerizasyon yöntemleriyle elde edilen bu materyal, monomer molekülünün büyük boyutları sayesinde polimerizasyon sırasındaki hacimsel küçülmeyi (büzülme) ve aşınmayı önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca polimerizasyon sonrası monomer salınımı düşük olduğu için biyouyumluluğu, aşınma dayanımı ve yapılan restorasyonun kenar adaptasyonu artmaktadır (Bottenberg vd., 2007).

Laboratuvar çalışmalarında, ormoserlerin tüm özelliklerini doğrulanamamıştır. Piyasada mevcut olan ormoser bazlı rezinler, henüz klinik çalışmalarla karşılaştırılarak kapsamlı bir şekilde incelenmemiştir (Schneider vd., 2011).

İyon Salabilen Kompozitler

Ağız içindeki pH değişimlerine bağlı olarak iyon salınımı yapabilen, antimikrobiyal özellik taşıyan ve sekonder çürük oluşumunu önleyebilen kompozit

rezinlerin geliştirilmesi, araştırmacılar için önemli bir hedef haline gelmiştir. Bu doğrultuda, florür, hidroksil ve kalsiyum gibi fonksiyonel iyonlar eklenerek deneysel kompozit materyaller üretilmektedir. Ancak yapılan çalışmalar, kompozit rezinlerin sınırlı düzeyde iyon salınımı gerçekleştirdiğini ve bu salınımın kısa süreli olduğunu göstererek, bu materyallerin beklenen performansa tam olarak ulaşamadığını ortaya koymuştur (A. U. J. Yap vd., 2004).

Antibakteriyel özellik taşıyan kompozitler elde etmenin yöntemlerinden biri, rezin matrikse klorheksidin gibi suda çözünebilen antimikrobiyal ajanların eklenmesidir. Bu tür ajanlar, restorasyon yapımı sonrasında salınarak antimikrobiyal etkilerini gösterir. Diğer bir yaklaşım ise, antibakteriyel maddenin rezin matrisi içinde sabit kalarak, bakteri çoğalmasını ve plak oluşumunu önleyici şekilde sürekli etki göstermesidir. Bu yöntemle örnek olarak, 12-metasiriloiloksidodesil piridinium bromid (MDPB) monomeri verilebilir (Xue vd., 2020).

Son yıllarda bu konuyla ilgili çalışmalar yapılmaktadır ve rezin içerisine kuaterner amonyum, biyoaktif cam, gümüş nanopartikülleri eklenerek kompozitler üretilmeye çalışılmaktadır. Ancak bu çalışmalar deneysel aşamadadır ve klinik ortama entegre edilmemiştir. Kendi kendini onarabilen ve çürük oluşumunu önleyen kompozitleri ilerleyen dönemlerde piyasalarda görmemiz mümkündür (Xue vd., 2020).

Fiberle Güçlendirilmiş Kompozitler

Fiberlerin tarihi, antik dönemlere kadar uzanmakta olup, ilk uygulamaları Antik Roma'da beton yapılarında doğal fiberlerin kullanımıyla görülmüştür. Günümüzde ise bu teknoloji, gelişmiş üretim yöntemleri ve malzeme bilimi sayesinde daha kapsamlı hale gelmiş ve farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle cam, karbon ve aramid gibi fiber türleri, kompozitlerin mekanik özelliklerinin optimizasyonunda önemli rol oynamaktadır. Son yıllarda fiberle güçlendirilmiş kompozitler (FGK), inşaat, otomotiv, havacılık ve denizcilik gibi endüstrilerde daha verimli, dayanıklı ve hafif malzeme gereksinimlerini karşılamak için tercih edilmektedir. FGK tasarımında kullanılan fiber türleri ve bunların rezin matrisle etkileşimi, kompozitin özelliklerini şekillendirerek, farklı çevresel koşullara ve mekanik kuvvetlere karşı üstün performans sergileyebilmektedir.

FGK'nın dental uygulamalarda kullanımı 1960'ların başından beri literatürde tartışılmaktadır (P. K. Vallittu, 2015).

Günümüzde fiberle güçlendirilmiş kompozitler restoratif diş hekimliğinde tercih edilen etkili bir materyal haline gelmiştir. 2013 yılında, dentinin stres emici özelliklerini taklit etmek amacıyla kısa fiber takviyeli kompozit (SFRC) (everX Posterior; GC, Tokyo, Japonya) piyasaya sürülmüştür. SFRC materyali, derin çürüklü vital dişlerin ve endodontik tedavili dişlerin geniş madde kayıplı restorasyonlarında bulk fill kompozitler gibi kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu kompozitlerin rezin matriksi, rastgele yönlendirilmiş E-cam lifleri ve inorganik doldurucuların bir kombinasyonundan oluşur. Organik rezin matriksi bisfenol-A-diglisidil-dimetakrilat (bis-GMA), trietilen-glikol-dimetakrilat ve polimetil-metakrilat içerir. Ayrıca organik matriks içinde onarımlar için gelişmiş bağlanma özellikleri sağlayan ve polimer esaslı matriksin doygunluğunu artıran yarı-iç içe geçmiş polimer ağı (semi-IPN) adı verilen bir matriks mevcuttur (Garoushi vd., 2007). Polimer matriksin temel amacı, dişe gelen kuvveti yapının en dayanıklı bölümü olan fiberlere iletmek ve aynı zamanda bu fiberleri nemin olumsuz etkilerinden korumaktır (Petersen, 2005)

Fiber takviyesinin kullanılmasının ardındaki mantık yapısal olarak zayıflamış bir dişi içten güçlendirmek ve kırık oluşumunu önlemektir. Fiber takviyesinin etkinliği, kullanılan rezinler, fiberlerin uzunluğu, fiberlerin oryantasyonu, fiberlerin konumu, fiberlerin polimer matrikse adezyonu ve fiberlerin rezine emdirilmesi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (P. K. Vallittu, 2015).

Fiber destekli restorasyonların güçlendirme etkisi, polimer esaslı matriksden fiberlere stres transferine dayanmaktadır. Bununla birlikte, tek tek fiberler de çatlak durdurucu olarak işlev görür. Bu ancak fiberlerin kritik fiber uzunluğuna eşit veya daha büyük bir uzunluğa sahip olması durumunda mümkündür (P. K. Vallittu, 2015).

Günümüzde fiberler diş hekimliğinde; protez kaidelerinin güçlendirilmesi ve onarılmasında, adeziv köprü olarak ön ve arka dişlere uygulanmasında, implant üstü protezlerde, sabit yer tutucuların yapımında, endodontik post olarak, periodontal splint uygulamalarında ve inley-onley gibi indirekt restorasyon işlemlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, vital ve endodontik tedavili dişlerdeki geniş restorasyonlarda, özellikle yüksek stres altındaki alanlarda fiberler önemli bir rol

oyunmaktadır (P. Vallittu, 2012).

Fiberlerin sınıflandırılması, çeşitli özelliklere göre yapılmaktadır. Bu sınıflandırma, fiberin tasarımına (devamlı ya aralıklı), yönelim şekline (tek yönlü, çift yönlü, dokuma, örgülü veya rastgele), ıslanabilirliğine (önceden ıslatılmış ya da kuru) ve fiber türüne (cam, polietilen, aramid, karbon vb.) dayanarak belirlenir. Bu kategoriler, fiberlerin materyal özelliklerini ve uygulama alanlarını daha iyi anlamamıza yardımcı olur (Yu vd., 2012)

1.2. Diş Hekimliğinde Kullanılan Fiber Türleri

Diş hekimliği uygulamalarında kullanılan fiber materyaller, yapısal özelliklerine göre çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmalar; fiberin tipi, liflerin yönlenme biçimi (oryantasyonu) ve monomer ile doygunluk durumuna göre yapılmaktadır. Fiberlerin türlerine göre sınıflandırılması; cam, karbon, aramid ve polietilen esaslı olmak üzere dört ana grupta ele alınmaktadır. Oryantasyonlarına göre fiberler; tek yönlü hizalanmış, çift yönlü sürekli ve kısa lifli olmak üzere ayrılmaktadır. Monomer infiltrasyon durumuna göre ise fiberler; önceden monomerle doymuş hale getirilmiş (pre-impregnated) ve doymuş olmayan (impregnated) olarak iki grupta sınıflandırılır. Klinik ve laboratuvar ortamlarında kullanılan bu fiberler ile fiber takviyeli kompozit materyallerin detaylı sınıflaması Tablo 1.1’de sunulmuştur (Baysal & Ayyıldız, 2015).

Karbon Fiber

Karbon fiberler, ilk kez 1960’lı yılların başında pamuk liflerinin karbonize edilmesi ile üretilmiş ve ticari olarak piyasaya sürülmüştür. Zamanla, karbon ilaveli polimer kompozitler, spor ekipmanları, roket motorları, basınç kapları ve uçak üretiminde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Diş hekimliği alanında ise, karbon fiberlerin ticari kullanımı 1970’li yıllarda başlamış olup, bu fiberlerin çoğu, poliakrilonitril liflerinin karbonizasyonu ile elde edilmektedir (Jagger vd., 1999).

Karbon fiberlerin dayanıklılığı yüksektir fakat; lif yönüne dik doğrultuda gelen kuvvetlere karşı direnci düşüktür. Bu nedenle, bu tür fiberlerin kullanıldığı kompozit malzemelerde, liflerin polimer matriks içinde farklı açılarda yerleştirilmesiyle daha dengeli bir mekanik özellik elde edilir. Diş hekimliğinde kullanılan akrilik rezinlerin

mekanik özellikleri sınırlıdır. Bu nedenle, akrilik rezinlerin kırılma dayanımını artırmak amacıyla karbon fiber gibi liflerle takviye edilmesi yaygın bir uygulamadır. Fiber takviyesi, akrilik rezinlerin hem çekme hem de eğilme direncini önemli ölçüde artırır ve bu sayede daha dayanıklı ve uzun ömürlü diş protezleri elde edilir (DeBoer vd., 1984).

Vallittu ve arkadaşlarının çalışması, farklı fiber türlerinin akrilik rezinlerin mekanik özelliklerine olan etkisini değerlendirerek önemli sonuçlar ortaya koymuştur. Araştırmacılar, cam, karbon ve aramid fiberlerle güçlendirilmiş akrilik rezinlerin kırılma direncini karşılaştırmış ve cam fiberlerin daha yüksek bir direnç sağladığını tespit etmişlerdir. Elektron mikroskobu incelemeleri, özellikle karbon fiber örneklerde fiber- polimer matriks arayüzünde önemli ölçüde boşluk oluşumunu göstermiştir. Bu durum, akrilik rezinin polimerizasyon sırasında büzülmesi ve fiberlerin sert yapısı nedeniyle fiber-polimer matriks bağının zayıflaması ile ilişkilendirilmiştir (P. K. Vallittu & Lassila, 1992).

Aramid Fiber

Kevlar olarak da bilinen aramid fiberler, hafif ağırlıklı ve yüksek dayanıma sahip, organik bir polimer türüdür. Kimyasal olarak poliparafenilen tereftalamit olarak adlandırılırlar. Bu fiberler yüksek ıslanabilirlik özellikleri sayesinde ek işlem gerektirmeden diğer malzemelerle kolayca birleştirilebilirler. Aramid fiberler, hem yüksek dayanıklılık hem de düşük yoğunlukları sayesinde birçok endüstride tercih edilir. Spor ekipmanları (tenis raketi), denizcilik malzemeleri (gemi halatı), koruyucu giysi (balistik yelek, itfaiye kıyafetleri) ve taşıt (uçak, otomobil) yapı malzemeleri gibi geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Aramid fiberlerin hafifliği ve güvenilirliği, özellikle havacılık, uzay ve askeri sanayilerde önemli avantajlar sağlar (Jagger vd., 1999).

Diş hekimliğinde aramid fiberler ilk olarak 1985 yılında polimetakrilat akrilik rezini güçlendirmek amacıyla kullanılmıştır (Ekstrand, 1988). Aramid fiberler akrilik rezinin esneme katsayısında artış sağlamıştır. Fakat bu artış cam fiberlerden daha fazla değildir (Ekstrand, 1988; Freedman, 2011).

Berrong ve arkadaşları, polimetilmetakrilat (PMMA) esaslı malzemelere aramid fiber eklemenin, malzemenin kırılma dayanımını önemli ölçüde artırdığını

bildirmişlerdir. Aramid fiberler, karbon fiberlere göre daha iyi bir estetik görünüm sunmalarına karşın, sarı renkleri nedeniyle estetiğin ön planda olduğu uygulamalarda çok fazla kullanılmazlar. Bu durum, aramid fiberlerin diş hekimliğinde, özellikle ön bölge restorasyonlarında kullanımını sınırlayabilir. Ancak, aramid fiberlerin yüksek sıcaklıklara ve kimyasallara karşı dayanıklılığı gibi üstün özellikleri, bu malzemeleri endüstriyel uygulamalar için cazip hale getirmektedir (Dumitriu & Popa, 2013).

Cam Fiber

Cam fiberler, erimiş camın ince filamentler haline getirilmesiyle elde edilen, düzenli ve homojen bir yapıya sahip, üç boyutlu bir ağ oluşturan malzemelerdir. Silisyum oksit başta olmak üzere, bor oksit, germanyum oksit, fosfor oksit ve arsenik oksit gibi çeşitli oksitlerin hızlı soğutulmasıyla elde edilen cam, bu fiberlerin temel bileşenini oluşturur. Cam fiberlerin amorf yapısı; yüksek dayanıklılık, düşük yoğunluk, kimyasal stabilite ve biyolojik uyum gibi özellikleri beraberinde getirir. Bu özelliklerinden dolayı, diş hekimliği alanında cam fiberler 1960'lardan beri tercih edilen bir malzeme haline gelmiştir. Renksiz, biyouyumlu ve estetik görünümüleriyle restorasyon yapımı esnasında doğal dişlere en yakın görünümü sağlamaktadırlar. Ayrıca, esneklikleri sayesinde dişlere uygulanan kuvvetleri daha iyi dağıtarak kırılma riskini azaltırlar (Freilich vd., 1998).

Cam fiberlerin; E-cam, S-cam, C-cam ve M-cam olmak üzere türleri vardır. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerde kullanılan fiberler genellikle elektriksel cam yani E-cam'dır. E-cam, $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ den oluşur ve bu sistem iyi kalitede camın oluşmasını sağlar (P. K. Vallittu, 1998).

Cam fiberler; hareketli protezler, sabit bölümlü protezler, post,geçici restorasyonlar, periodontal splintler, ortodontik tutucular ve yer tutucuların yapımında kullanılırlar ("An update on glass fiber dental restorative composites: A systematic review", 2015).

Polietilen Fiber

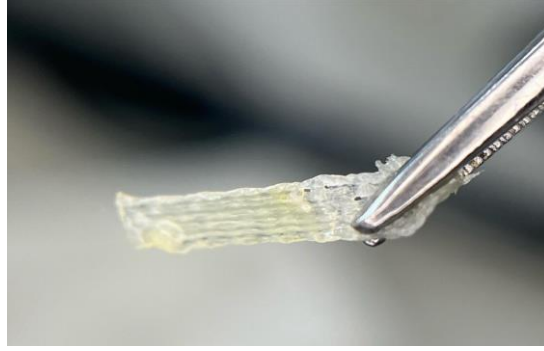
Polietilen fiberler, son yıllarda direkt kompozit restorasyonların dayanıklılığını arttırmak için kullanılmaya başlayan fiberle güçlendirme sistemlerindendir. Ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen (UHMWPE) fiber güçlendirme sistemleri

günümüzde çok sık kullanılmaya başlamıştır (Belli, Cobankara, vd., 2006).

Cappacio ve Ward tarafından 1973 yılında geliştirilen polietilen fiber, doğal olarak kristal yapıda, yüksek çekme dayanımına sahip, biyolojik olarak uyumlu ve kimyasallara karşı dirençli bir polimerdir. Düşük yoğunluğu ve çözünmeye karşı direnci gibi özellikleri de bu malzemeyi birçok alanda kullanışlı kılar. Ancak, polietilen fiberlerin en önemli dezavantajı, yüzey enerjilerinin düşük olması nedeniyle diğer malzemelerle olan uyumunun zayıf olmasıdır. Bu durum, özellikle ıslanabilirlik olarak adlandırılan özelliği olumsuz etkiler. Bu dezavantajın giderilmesi için çeşitli kimyasal işlemler uygulanmaktadır. Bu işlemler, fiber yüzeyine polar gruplar ekleyerek ıslanabilirliği artırmayı hedefler (Braden vd., 1988).

Polietilen fiberler rezinin iç yapısına tek yönlü/paralel, dokuma(örgü), kısa kesilmiş ve gelişigüzel dağınık bir şekilde katılabilir (Jagger vd., 1999).

Piyasada örgü formunda “Ribbond” marka adıyla bilinen polietilen fiberler kompozit ve akrilik rezin yapısını güçlendirme amacıyla kullanılmaktadır. Ribbond, biyolojik uyumluluğu, estetik görünümü ve kolay uygulanabilirliği sayesinde diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilen, örgü yapıları bir polietilen fiberdir. Işığı geçirme özelliği sayesinde doğal diş görünümünü taklit eder. Ancak, bu tür fiberlerin yüzey yapısı nedeniyle dental rezinlere doğrudan yapışması mümkün değildir. Bu nedenle, üretici firma tarafından önerilen bir ön işleme, fiberlerin yüzey enerjileri artırılarak rezinlerle daha iyi bir bağ oluşturulması sağlanır. Ribbond; endodontik post ve kor yapımından ortodontik uygulamalara, protez güçlendirme işlemlerine kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle kırılmış köprü ve protezlerin tamiri gibi durumlarda, Ribbond'un yüksek dayanıklılığı ve esnekliği büyük avantaj sağlar. Üretici firma, daha iyi bir bağlanma için şeritlerin bir adeziv ile ıslatılmasını önermektedir. Bu sayede, fiberler ile rezin arasında daha güçlü bir bağlantı elde edilir ve restorasyonların ömrü uzar (Maden & Altun, 2012).



Şekil.1. 3:Bond ile ıslatılmış Ribbond.

Tablo1. 1.Diş Hekimliğinde Kullanılan Fiberler (Baysal & Ayyıldız, 2015)

Kategori	Ürün	Üretici Firma	Fiber Tipi	Fiber Yapısı	Kullanım Alanı
Pre-impregnated (Önceden ıslatılmış) - Laboratuvar Ürünleri	Fibre Kor	Jeneric / Fentron	Cam	Tek yönlü	Laboratuvar
	Vectris Pontic	Ivoclar	Cam	Tek yönlü	Laboratuvar
	Vectris Frame & Single	Ivoclar	Cam	Örgü	Laboratuvar
	Everstick-Net	Stick Tech Ltd	Cam	Örgü	Laboratuvar
Pre-impregnated (Önceden ıslatılmış) - Klinik Uygulama Ürünleri	Splint-It	Jeneric / Fentron	Cam	Tek yönlü	Klinik
	Splint-It	Jeneric / Fentron	Cam	Örgü	Klinik
	Splint-It	Jeneric / Fentron	Polietilen	Örgü	Klinik
	Everstick	Stick Tech Ltd	Cam	Tek yönlü	Klinik
Impregnated (Önceden ıslatılmamış) - Klinik Uygulama Ürünleri	Connect	Kerr	Polietilen	Örgü	Klinik
	DVA fibres	Dental/Ventures	Polietilen	Tek yönlü	Klinik
	Fibre-Splint	Folidentia Inc.	Cam	Örgü	Klinik
	Fibreflex	Biocomp	Kevlar	Tek yönlü	Klinik
	Glassspan	Glassspan	Cam	Örgü	Klinik
	Ribbon	Ribbon	Polietilen	Örgü	Klinik
Impregnated (Önceden ıslatılmamış) - Laboratuvar Ürünleri (Prefabrike Postlar)	C Post	Bisco	Karbon	Tek yönlü	Laboratuvar
	Fibre Kor	Jeneric / Fentron	Cam	Tek yönlü	Laboratuvar

1.3. Restoratif Uygulamalarda Fiber Yerleşiminin Önemi

Koronal restorasyonun dayanıklılığını artırmak amacıyla kullanılan fiberlerin kavite içerisindeki konumu, uygulamanın başarısını doğrudan etkileyebilmektedir. Fiber yöneliminde yapılacak küçük değişiklikler dahi restorasyonun direncini olumsuz yönde etkileyebilir ve kompozit materyalin bükülme dayanımında farklılıklara yol açabilir. Bu nedenle, fiberin kavitede stresin yoğun olarak biriktiği bölgelere yerleştirilmesi, restorasyonun bükülme direncinin artırılmasında önemli rol oynamaktadır (Dyer vd., 2005).

Polietilen fiberin kaviteye oklüzal, orta ve servikal bölgelerde konumlandırıldığı çalışmalarda; fiberin bukkolingual yönde oklüzal bölgeye yerleştirilmesinin, orta ya da servikal bölgelere yerleştirilmesine kıyasla kırılma direncini daha fazla artırdığı bildirilmiştir (Oskoe vd., 2009).

Fiberin kavite duvarlarını çevreleyecek şekilde halkasal olarak yerleştirildiği restorasyonlar ile fiberin kavite tabanına ve bukkolingual yönde yerleştirildiği uygulamalar karşılaştırıldığında, kırılma direnci açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Ancak kırılma tipleri değerlendirildiğinde, bukkolingual yönde fiber içeren restorasyonların tamamında tamir edilebilir nitelikte kırıkların meydana geldiği gözlemlenmiştir (Akman vd., 2011).

Garoushi ve arkadaşları, geniş madde kayıplı dişlerin kompozit restorasyonlarında fiberin en derin bölgeye yerleştirilmesinin restorasyonun kırılma direncini artırabileceğini göstermiştir. Bu bulguyu destekleyen diğer çalışmalarda da, gingival üçlüde yani kavite tabanında bukkolingual yönde konumlandırılan örgü yapısındaki polietilen fiberlerin, restorasyonun kırılma dayanımını olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir (Garoushi vd., 2007); (Belli vd., 2005).

Fennis ve arkadaşları ile Moezizadeh ve Shokripour'un gerçekleştirdiği çalışmalarda, yalnızca bukkolingual/palatal yönde U formunda kavite tabanına yerleştirilen fiber ile hem bukkolingual/palatal hem de mesiodistal yönde artı şeklinde konumlandırılan fiber kullanılarak yapılan kompozit restorasyonlar karşılaştırılmış ve her iki uygulama arasında kırılma direnci açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Fennis vd., 2005); (Moezizadeh & Shokripour, 2011).

1.3. Endodontik Tedavi Sonrası Dişlerde Meydana Gelen Değişiklikler

Kanal tedavisinde pulpa dokusunun çıkarılması ile diş canlılığını kaybeder. Bu süreçte, dişin inorganik içeriği ve dolayısıyla da dayanıklılığı azalır. Yapılan bilimsel çalışmalar, kanal tedavisi yapılmış dişlerin, tedavi öncesine göre daha kırılabilir hale geldiğini ortaya koymaktadır. Dişin kırılma riskini artıran bu durum, tedavi sonrasındaki restorasyon seçiminde dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir (Reeh vd., 1989).

Dişlerin yapısında meydana gelen değişiklikler final kavite preparasyonu ve yapılan endodontik tedaviden etkilenir (Dietschi vd., 2008). Kavite preparasyonu sonrası kalan marjinal kenar kalınlığı ve isthmus bölgesinin genişliği gibi anatomik faktörler de dişlerin dayanıklılığını azaltan sebepler arasındadır (Wendt vd., 1987). Yapılan bir çalışmada, kanal tedavisi yapılmış oklüzal kaviteli dişlerin kırılma dayanımında %20'lik bir azalma görülürken, MOD (mesial-oklüzal-distal) kaviteli dişlerde bu oranın %63'e kadar yükseldiği bulunmuştur (Reeh vd., 1989).

Kanal tedavisi görmüş dişlerin biyomekanik davranışları da araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar, kaybedilen diş dokusu miktarı ile uygulanan yük altında görülen deformasyon arasında doğrudan bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Kavite hazırlığı sonrasında, kalan tüberkül kalınlığı azaldıkça diş, gelen kuvvetleri absorbe edemez hale gelir, bu durum çiğneme kuvvetlerine karşı dişin daha fazla deforme olmasına ve kırılmasına yol açar (Ilan Rotstein & John I. Ingle, 2019).

Kök kanal irrigasyon ajanı olarak kullanılan sodyum hipoklorit, dentinin organik bileşenlerini çözerek mekanik özelliklerini değiştirebilir. Uzun süre boyunca NaOCl etkisi altında kalan dentinin elastikiyetinde belirgin bir azalma meydana gelir. Bu değişikliklerin, kök kanal tedavisi görmüş dişlerin kırılmasında önemli bir faktör olarak bildirilmiştir (Khurshid vd., 2021).

Dentinin inorganik içeriği, kollajen yapısının korunmasında önemli bir rol oynar. Smear tabakasının uzaklaştırılmasında kullanılan EDTA gibi demineralize edici ajanlar, dentinin inorganik yapısını zayıflatmaya sebep olabilir ve bu da sodyum hipokloritin dişin organik yapısı üzerindeki yıkıcı etkisini artırabilir. Başka bir deyişle, sodyum hipokloritten önce uygulanan EDTA, hipokloritin doğrudan yıkıcı etkisine daha duyarlı hale gelebilecek dentin kollajenlerini serbest bırakabilir (Nayyar vd.,

1980). Bu nedenle endodontik tedavi sırasında kullanılan irrigasyon ajanlarının dişin kırılmaya karşı direncini azalttığı bilinmeli ve bu durum dikkate alınmalıdır (Robbins, 2002).

Kanal tedavisi sonrası diştten pulpanın uzaklaştırılması, nörosensör geri bildirim mekanizmasını zayıflatarak fonksiyon sırasında dişin korunma refleksinin azalmasına sebep olur. Bu koruyucu refleks mekanizmasının zayıflaması, kök kanal tedavisi görmüş dişlerin dışardan gelen kuvvetlere karşı daha hassas hale gelmesine neden olur. Sonuç olarak, dişin kırılma dayanımı doğrudan azalır (Randow & Glantz, 1986).

1.4. Endodontik Tedavili Dişlerde Restorasyon Seçenekleri

Restoratif tedavi, kalan mevcut diş yapısının korunmasını sağlarken; işlevini, şeklini, ve estetiğini geri kazandırmayı amaçlar (Shillingburg & Kessler, 1982). Endodontik olarak tedavi edilen dişler (ETT), diş dokusu ve nem kaybı nedeniyle kırılmaya daha yatkın olabilir (Barcelos vd., 2017). Bu kırıklar, diş yapısını koruyan ve muhafaza eden restoratif ve endodontik yöntemlerle önlenabilir (von Stein-Lausnitz vd., 2019).

Aşırı koronal doku kaybı, dişlerin restore edilebilirliğini olumsuz etkiler ve koronal restorasyon için yetersiz retansiyon ve dayanıklılıkla sonuçlanabilir (Chuang vd., 2010). Kanal tedavisi görmüş bir diş en uygun şekilde restore edebilmek için bir dizi ilişkili faktör göz önünde bulundurulmalıdır. İdeal restorasyonu seçerken, aşağıdaki hedefler dikkate alınmalıdır (Bhuva vd., 2021).

- Kök kanal sistemine mikrobiyal sızıntının önlenmesi
- Form, oklüzal stabilite ve komşu dişlerle optimum temas noktalarının restorasyonu
- Dişin fonksiyonda tutulması
- Kalan diş yapısının daha fazla (çürük ve çürük olmayan) doku kaybına ve kırılmaya karşı korunması
- Marjinal periodontal dokuların sağlığının korunması
- Optimal estetik sağlanması.

a. Direkt Kompozit Uygulamaları

Kompozit rezinler, hem anterior hem de posterior kanal tedavili dişlerin direkt restorasyonu için sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca bu materyaller, kor materyali, postlar için yapıştırıcı siman ve indirekt restorasyonların yapımında da kullanılır. Kompozit restorasyonlar kalan dentin yapısını korurken radiküler ve kanal dentinine adeziv bağlanmayı kolaylaştırır. Ayrıca bulk-fill materyallerinin geliştirilmesi, kanal tedavili dişlerin restorasyonunda kompozit materyallerin daha fazla uygulanabilirliğe olanak sağlamıştır (Bhuva vd., 2021).

Posterior dişlerde geniş olmayan kavitelerin restorasyonunda direkt kompozit rezinler tercih edilebilir. Ancak, kronun üçte birinden fazla doku kaybının gözlemlendiği durumlarda, direkt kompozit rezin restorasyonlar önerilmez. Bir dişe direkt restorasyon uygulamak için, bukkal ve lingual alanda minimum 1,5 mm genişliğinde ve 3 veya 4 mm yüksekliğinde sağlıklı diş dokusunun bulunması gerektiği tavsiye edilir (Heymann vd., 2012). Bazı araştırmacılar kaybedilen diş dokusu miktarına göre dişlerin sınıflandırılması ve bu sınıflandırma doğrultusunda tedavinin planlanması için bir yöntem geliştirmiştir (Peroz vd., 2005); (Pilo & Tamse, 2000). Bu yöntemde kaybedilen diş dokusunu metrik sistemle direkt ölçmek mümkün olmadığı için, dişler geriye kalan aksiyal kavite duvarı sayısına göre beş farklı şekilde sınıflandırılmıştır. 1 mm'den daha ince olan duvarlar dikkate alınmamış, yeterli bir ferrule sağlamak için minimum duvar kalınlığının ise 2 mm olması gerektiği belirtilmiştir (Peroz vd., 2005); (Pilo & Tamse, 2000).

Sınıflandırma aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

- Sınıf I: Sadece giriş kavitesinin açıldığı ve dört duvarın sağlam kaldığı dişler.
- Sınıf II: Bir duvarın eksik olduğu dişler (MO veya DO).
- Sınıf III: İki duvarın kaybedildiği dişler (MOD).
- Sınıf IV: Sadece bukkal ya da lingual yüzeyde bir duvarın kaldığı dişler.
- Sınıf V: Koronal yapının tamamen kaybedildiği dişler.

Peroz ve arkadaşlarının yaptığı sınıflandırmaya göre, restorasyon tercihlerinde

şu tavsiyelerde bulunmuştur;

- Sınıf I, II ve III: Bu dişlerde post uygulanmadan direkt adeziv restorasyon tercih edilmelidir.

- Sınıf IV: Bu sınıfa giren dişlerde post uygulaması yapıldıktan sonra kron veya onley restorasyon uygulanması önerilir.

- Sınıf V: Bu dişlerde ise post uygulamasının ardından kron restorasyonu yapılması tavsiye edilir (Peroz vd., 2005).

Dişler, fonksiyonel hareketler sırasında farklı yönlerdeki lateral ve vertikal kuvvetlere maruz kalır. Bu kuvvetlerin büyüklüğü ve yönü, dişin ağızda bulunduğu yere, oklüzyon tipine ve hastanın fonksiyonel alışkanlıklarına göre değişiklik gösterebilir. Anterior dişlerin fonksiyonu sırasında (protrüzyon hareketi) posteriora meydana gelen disklüzyon, posterior dişlerin lateral kuvvetlerden korunmasına ve genellikle vertikal kuvvetlere karşı dayanıklı olmasına yardımcı olur. Ancak parafonksiyonel alışkanlıklar mevcut olduğunda, anterolateral rehberlik kaybolur ve bu durumda posterior dişler lateral kuvvetlere maruz kalır. Ayrıca, hastalarda overbite gibi durumların gözlenmesi durumunda, maksiller anterior dişler daha fazla protruziv ve lateral kuvvetlere maruz kalır. Bu durum, okluzal stres birikimine yol açarak dişlerde ve restorasyonlarda kırıklara neden olabilir. Bu nedenlerle, endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonunda kullanılan yöntem (direkt ya da indirekt) ve materyal (kompozit, hibrit, seramik) seçiminde, dişin pozisyonu, okluzal kuvvetler ve parafonksiyonel alışkanlıklar dikkatlice değerlendirilmelidir (Faria vd., 2011).

Son zamanlarda, fiberle güçlendirilmiş kompozitler (FGK), özellikle endodontik tedavi görmüş veya geniş kaviteli, yüksek stres altındaki posterior dişlerin restorasyonunda tercih edilmektedir. Geleneksel kompozitlere kıyasla, kısa E-glass fiber dolgu içeren FGK'ler, kırılma dayanımı, bükülme direnci ve yük taşıma kapasitesinde belirgin iyileşmeler sunmaktadır. Mezial ve distal duvarların eksik olduğu dişlerde, endodontik tedavi sonrasında dişin okluzal kuvvetlere karşı direnci azalır. Bu dişlerde, zamanla bukkal ya da lingual duvarların kırılması sonucu, restorasyonu mümkün olmayan aşırı kron harabiyetleri gelişebilir. Bu durumu önlemek amacıyla, madde kaybı fazla olan kanal tedavili dişlerde restorasyonun fiber örgü ile güçlendirilmesi tercih edilmektedir (Sengun vd., 2008); (Oskoe vd., 2009).

Koronal restorasyonun direncini artırmak amacıyla kullanılan fiber örgünün kavite içindeki yerleşiminin, yapılan direkt restorasyonun başarısını etkileyebileceği belirtilmektedir. Oskoe ve arkadaşları, örgü fiberin kavitenin okluzal üçlü kısmına yakın konumda yerleştirilip bukkal ve palatinal tüberkülleri örtülmesinin, kavitenin orta üçlü veya gingival üçlü kısmına yerleştirilmesine kıyasla dişin kırılma direncini pozitif yönde etkilediğini bildirmiştir (Oskoe vd., 2009). Bunun yanında başka bir çalışmada örgü fiberin yalnızca gingival üçlüde konumlandırılmasının da, dişin kırılma dayanımını arttırdığı gözlemlenmiştir (Belli, Erdemir, vd., 2006).

Literatürde endodontik tedavi sonrası yapılan restorasyonlarda, tüberküllerin kaplanmasının, dişlerin kırılma direncini arttırdığı ve stres oluşumunu azalttığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Mondelli vd., 2009); (ElAyouti vd., 2011). Mondelli ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, tüberkül kaplama uygulanan dişlerin kırılma direncinin, sadece geleneksel kompozit restorasyon yapılan dişlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Mondelli vd., 2009). Başka bir araştırmada, fonksiyonel tüberkül kaplamasının, endodontik tedavi görmüş dişlerin kırılma direncini arttırdığı bulunmuştur (ElAyouti vd., 2011).

b. İnley, Onley, Overlay ve Endo-Kron Restorasyonlar

Dental bonding teknolojisinin hızla gelişmesiyle birlikte, posterior dişler için indirekt adeziv restorasyonlar çağdaş restoratif diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Ferraris, 2017). Posterior indirekt adeziv restorasyonların en yaygın türleri arasında inleyler, onleyler, overlayler ve endo-kronlar bulunur (Spitznagel vd., 2018).

İndirekt olarak hazırlanmış intrakoronal restorasyonlar kavite şekline bağlı olarak inley, onley veya overlay olarak adlandırılırlar. İnley, onley veya overlay restorasyonlar altın, kompozit veya seramikten yapılabilir. Kavite direkt restoratif teknikle restore edilemeyecek kadar büyükse ve estetik beklenti yüksekse, seramik veya laboratuvarda üretilmiş kompozit inleyler önerilmektedir. Seramikler, kompozitlere kıyasla çok daha yüksek estetik özelliklere sahiptir. Ayrıca, aşınma direnci, baskı dayanımı, biyolojik uyum ve retansiyon gibi özellikler açısından da kompozit materyallerden üstün performans sergilerler (Meyer vd., 2003). Seramik restorasyonlar, laboratuvar ortamında veya CAD/CAM sistemleri (bilgisayar destekli

tasarım/bilgisayar destekli işleme) kullanılarak feldspatik seramik blokların işlenmesiyle yapılabilir (Jedynakiewicz & Martin, 2001). CAD/CAM sistemlerinde kullanılan feldspatik seramik malzemeler, laboratuvarda işlenmiş dental seramiklerle karşılaştırıldığında, daha üstün yapısal homojenlik ve daha yüksek kırılma dayanımı gösterirler. Ayrıca bu restorasyonlarla tek seansta, optimum anatomik form ve iyi bir marjinal uyum elde edilebilmesi önemli avantajlardır (Tinschert vd., 2000).

Günümüzde endodontik tedavili dişlerin restorasyonlarında sıklıkla tercih edilen endo-kronlar ise pulpa odasından ve kalan kuronal yapıdan destek alınarak, adeziv sistemler kullanılarak yapılan tek parça daimi restorasyonlardır (Yoldaş, 2024). Endo-kron preparasyonu, 1 mm genişliğinde dairesel basamaklı bir marjinden ve pulpa odası büyüklüğünde merkezi retansiyon kavitesinden meydana gelir. Bu yapı, kor ve kronu tek bir yapı şeklinde birleştirir. Endo-kronlar CAD/CAM sistemi ile de üretilir. Geleneksel tam kron kaplamaların yerine, modern restorasyon seçenekleri olarak kompozit rezin veya seramik endo-kronlar kullanılmaktadır. Bu restorasyon türü, diş dokularını korur ve endodontik tedavi başarısız olduğunda müdahaleyi kolaylaştırarak konservatif bir çözüm sunar (Magne & Knezevic, 2009).

Kompozit Rezin İnley/Onleyler

İndirekt kompozit rezin inley/onley, kavite dışında, çeşitli yöntemlerle laboratuvar ortamında hazırlanan ve sonrasında açılan kaviteye yerleştirilip simante edilen restorasyonlardır. Kaviteden alınan ölçü ile oluşturulan model üzerinde, indirekt kompozit materyal kullanılarak yapılan bu restorasyonlar, laboratuvar koşullarında polimerize edilir. Uyumlandırma, oklüzyon değerlendirmesi ve polisaj işlemleri ağız dışında tamamlanır. Bu prosedür, inley/onley yapımında en yaygın kullanılan indirekt metot olarak kabul edilir (Soares vd., 2018).

Bazı durumlarda, açılan kavite izole edilir, kaviteye indirekt kompozit uygulanır ve şekillendirme işlemi yapılır. Ön polimerizasyon işleminden sonra, asıl polimerizasyon, bitirme ve polisaj işlemleri kavite dışında gerçekleştirilir. Bu işlem, semi-direkt metot olarak bilinir ve belirli olgularda tercih edilen bir yöntemdir (Spreafico vd., 2005).

İndirekt kompozit inley/onley restorasyonları, özellikle posterior bölgelerde

maliyet, süre, mekanik dayanıklılık ve estetik açısından etkili bir seçenek sunmak ile birlikte, bu tedavi yönteminin güvenli bir şekilde uygulanabilmesi için uygun vakaların titizlikle seçilmesi önemlidir. İndirekt rezin kompozit inley/onley restorasyonları, büyük madde kayıplarının olduğu, komşu ve antagonist dişlerin sağlıklı olduğu, sınıf I oklüzyon ve sentrik ilişki koşullarının bulunduğu durumlarda tercih edilmelidir. Bukkolingual yönde geniş kavite varlığı veya tüberküllerin örtülenmesini gerektiren durumlarda, doğru kontak ve konturun sağlanabilmesi için indirekt kompozit inley/onley restorasyonları tercih edilebilir (Fennis vd., 2014). Ayrıca, amalgam veya metal bazlı restorasyonlara karşı aşırı duyarlılık ya da alerjik reaksiyon gösteren hastalarda da bu restorasyonlar seçenek olabilir. Seramik ya da zirkon restorasyonlarının maliyetini karşılayamayan hastalar için ise, daha ekonomik bir seçenek olarak kullanılabilirler (Metz vd., 2015).

c. Post Sistemleri

Günümüzde, çürük veya travma sonucu aşırı madde kaybına uğramış endodontik tedavili dişlerde, kök yapısının da restorasyona dahil edildiği post-kor uygulamaları halen kullanılmaktadır (Oz vd., 2015).

Post-kor restorasyonların temel amacı, mevcut diş dokusunu desteklemek, eksik kalan kısmı yerine koymak ve tutuculuğu sağlamaktır. Bu hedeflere ulaşmak için restorasyonda post, kor ve coping (ferrule) gibi bölümler kullanılır. Postlar, fazla oranda koronal diş dokusu kaybı yaşayan dişlerde, restorasyonun dişe retansiyonunu sağlar. Ancak post-kor ve kron uygulamaları, dişin yapısal bütünlüğünü zayıflatabilir ve perforasyon riskine yol açabilir. Bu durum, dişin kırılma riskini artırarak endodontik tedavinin yenilenmesini daha zor hale getirebilir (Heydecke vd., 2001).

Post yerleştirirken şu temel prensiplere özen gösterilmelidir (Schwartz & Robbins, 2004):

- Gereğinden fazla diş dokusu çıkarılmamalıdır.
- Apikal bölgede en az 4 mm uzunluğunda guta perka kalmalıdır.
- Rotasyonel kuvvetlere karşı dayanıklı olacak şekilde tasarlanmış postlar tercih edilmelidir.
- Fonksiyon sırasında dişe gelen kuvvetler kemik kretinde yoğunlaştığından, kemik kretinin apikaline doğru post yerleştirilmelidir.

Günümüzde kullanılan post çeşitleri; metal, metal-döküm, prefabrike metal, metal olmayan prefabrike, zirkonyum kaplı karbon fiber, karbon fiber, zirkonyum esaslı prefabrike, fiberle güçlendirilmiş, kuartz-karbon, kuartz fiber, cam fiber ve polietilen fiber post sistemleridir (Yoldaş, 2019).

d. Tam Kron Restorasyonlar

Koronal diş yapısının çürük, travma, restoratif işlemler veya kanal tedavileri nedeniyle büyük ölçüde kaybedildiği durumlarda tam kron restorasyonlar tercih edilmektedir. Bazı durumlarda kron, direkt mevcut koronal yapının üzerine uygulanabilir. Ancak, bazı durumlarda kök kanalı içerisine yerleştirilen post ile hem kor yapısının desteklenmesi hem de kronun tutuculuğunun sağlanması gerekli olabilir. Kor, kök kanalı içindeki post ile bağlantılı olup, eksik olan koronal yapının yerine geçmektedir. Kron ise koru örterek dişin fonksiyonunu ve estetik görünümünü yeniden kazandırmaktadır (Schwartz vd., 1996).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan tam kron materyalleri, metal destekli ve tam seramik seçeneklerinden oluşmaktadır. CAD/CAM teknolojisiyle üretilen materyaller, düşük dayanımlı feldspatik seramik ve lösit cam seramikten, yüksek dirençli lityum disilikat ve zirkonyum okside kadar geniş bir yelpazeye sahiptir. Ayrıca, rezin nano seramik, zirkonyum ile güçlendirilmiş cam seramik ve polimer infiltre seramik gibi malzemelerin kullanımı da giderek artmaktadır (Wittneben vd., 2009).

Metal-seramik kronlar genellikle kanal tedavisi görmüş ön dişler için indirekt restorasyon olarak ve arka dişlerde estetik bir seçenek gerektiğinde önerilmektedir. Bu restorasyonların 3 yılda %100, 5 yılda %99 ve 11 yılda %95 sağkalım oranına sahip olduğu gösterilmiştir (Leempoel vd., 1985).

Tam seramik kronlar hem ön hem de arka dişler için popüler bir tedavi seçeneği olarak geliştirilmiştir. Estetik avantajlarla birlikte fonksiyonel kuvvetlere dayanacak yeterli güce sahip materyallerin geliştirilmesi, bu restorasyonların daha fazla uygulanmasına öncülük etmiştir. Tam seramik restorasyonları üretmek için geleneksel porselen, geleneksel feldspatik porselen, alümina porselen, cam infiltre alümina, zirkonya, cam seramik, güçlendirilmiş cam seramik ve yoğun sinterlenmiş alüminayı içeren çeşitli materyaller kullanılmaktadır. Beş yıllık sağkalımı karşılaştıran sistematik

bir inceleme tüm seramik ve metal seramik kron restorasyonlarının beş yılda benzer sağkalım oranları gösterdiklerini bildirmişlerdir (Sailer vd., 2007).

Rezin kompozit bloklar, inorganik (seramik, cam veya cam seramik), organik ve güçlendirilmiş polimer bir matristen oluşmaktadır. Eski rezin bloklar, düşük aşınma direnci, yüzey cilası kaybı ve düşük renk stabilitesi gibi problemlere sahipti. Bu durum, seramiklerin yüksek renk stabilitesi ve dayanıklılık, kompozitlerin gelişmiş eğilme ve düşük aşındırıcılık gibi özelliklerini birleştiren hasta-başı CAD-CAM blokların üretimine neden olmuştur. Bu rezin blokların üretimi kolaydır ve intra-oral olarak onarımları mümkündür. Kanal tedavili dişlerin restorasyonunda kullanılan rezin blokların orta dönem sağkalımı Chrepa ve ark. tarafından retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Toplam 189 restorasyon (31 premolar ve 159 molar) 37 ay süren takip süresi boyunca değerlendirilmiştir. Takip süresinin sonunda restorasyon sağkalım oranı %96,8 olarak bildirilmiştir (Chrepa vd., 2014).

1.5. Kompozit Restorasyonlarda Başarısızlık Nedenleri

Kompozit restorasyonların başarısını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır.

Hekime bağlı faktörler;

- Hekimin deneyim düzeyi,
- Yanlış endikasyon konulması,
- Restorasyonun boyutu ve hangi bölgede olduğu,
- Kullanılan materyalin özellikleri.

Hastaya bağlı faktörler;

- Oral hijyen durumu,
- Beslenme alışkanlıkları.

Bu faktörlerden biri veya birkaçı bir araya geldiğinde restorasyonların başarısız olma ihtimali artış göstermektedir. Genel olarak başarısızlıklar arasında polimerizasyon büzülmesi, marjinal sızıntı, renk değişimleri, postoperatif hassasiyet ve sekonder çürük gelişimi yer almaktadır (Labella vd., 1999).

1.5.1. Polimerizasyon Büzülmesi

Kompozit rezinlerin geliştirilmesinden bu yana en büyük sorunlardan biri, monomerlerin polimerizasyon sürecinde hacimsel olarak %1.5-3 oranında büzülme göstermesidir. Bu durum, günümüzde tam olarak çözülememiş bir problem olarak varlığını sürdürmektedir (A. U. Yap & Seneviratne, 2001). Polimerizasyon büzülmesi, diş ile restorasyon arasında stres oluşmasına yol açarak, restorasyonun dişe adezyonunda başarısızlık, kompozit-diş bağlantısında defektler ve bağlanma problemleri meydana getirebilir. Sonuç olarak, mikrosızıntı, postoperatif hassasiyet, renk değişimi ve sekonder çürük oluşumu gibi çeşitli sorunlar ortaya çıkabilmektedir (A. U. Yap vd., 2001).

Dental kompozitlerde polimerizasyon büzülmesini etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler genel olarak, materyalin formülasyonuna bağlı etkenler ve polimerizasyon sürecine bağlı etkenler olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır:

a. Materyal formülasyonuna bağlı faktörler

Kompozit doldurucu içeriği

Polimerizasyon reaksiyonu sırasında, organik matris içindeki monomerler polimere dönüşürken birbirine yaklaşarak hacimsel bir büzülme meydana getirir. Ancak, inorganik fazda herhangi bir değişim oluşmaz. Bu nedenle, kompozit rezinlerin yapısındaki inorganik doldurucu oranı artırıldığında, organik matris miktarı azalır ve buna bağlı olarak polimerizasyon büzülmesi de azalır (Condon & Ferracane, 2000).

Doldurucu oranını artırmak için, genellikle daha küçük partiküllerin yapıya eklenmesi tercih edilir. Son yıllarda, kompozit rezinlerde kullanılan nanofil silika partikülleri; hibrid ve mikrofil kompozitlerde polimerizasyon büzülmesi ve büzülme streslerinin belirgin şekilde azalmasına katkı sağlamıştır. Nanofill kompozitler, diğer kompozit türlerine göre daha yüksek doldurucu içeriğine sahip olup, polimerizasyon büzülme oranları daha düşük seviyededir. Bu özellikleriyle polimerizasyon büzülmesinin neden olabileceği başarısızlık durumları için daha verimli bir performans sunmaktadırlar (Mitra vd., 2003).

Kompozit restorasyonlarda, rezin matriks oranlarını azaltmak için son yıllarda kullanılan bir diğer yöntem, restorasyona blok halinde yerleştirilen kuvars insertlerdir.

Bu insertler, restorasyonun hacimsel olarak %50-75'ini kaplayarak organik matriks oranını düşürür ve polimerizasyon büzülmesini azaltır (Terry, 2004).

Monomerin kimyasal yapısı

Monomerin moleküler ağırlığı, kullanılan monomer miktarı ve polimer dönüşüm oranı, kompozitin büzülme miktarını etkileyen faktörlerdir. Geleneksel organik matriks monomerlerinden Bis-GMA ve TEGDMA sırasıyla %5,2 ve %12,5 oranında büzülme gösterir. Ancak, bu monomerler içerisine inorganik doldurucu maddeleri eklendiğinde, büzülme oranı %2 ile %6 arasına düşebilir (Labella vd., 1999). Bis-GMA'ya kıyasla daha reaktif olan UDMA kullanıldığında, daha yüksek dönüşüm oranları elde edilebilir (Sideridou vd., 2003).

Kompozit materyalin elastisite modülü

Yüksek elastisite modülüne sahip kompozit rezinler, polimerizasyon sırasında daha büyük büzülme stresine yol açabilir. Ancak, elastisite modülünün yüksek olması, restorasyonun fiziksel özelliklerini iyileştirmesi açısından istenilen bir özelliktir (Unterbrink & Liebenberg, 1999). Polimerizasyon büzülmesini etkileyen faktörler bilinse de, ideal bir kompozit formülasyonu oluşturmak oldukça zordur. Örneğin, elastisite modülünü ayarlamak için doldurucu içeriğinde değişiklik yapılabilir; ancak bu durum rezin miktarında da değişime neden olacağından, büzülme oranı üzerinde yine bir etkisi olacaktır (J. L. Ferracane, 2005).

b. Polimerizasyona bağlı faktörler

Kavite Geometrisi

Restorasyonlarda kaviteye bağlanan yüzeylerin, bağlanmayan yüzeylere oranı konfigürasyon faktörü (C faktör) olarak adlandırılır. Bağlanan yüzeylerin oranı arttıkça, büzülme stresi de yükselir. Örneğin, Sınıf IV bir kavitenin C faktör değeri 0.25 ($\frac{1}{4}$) iken, Sınıf I kavitede bu değer 5 ($\frac{5}{1}$) olur. Bu nedenle, Sınıf I kavitedeki stres, Sınıf IV kaviteye kıyasla çok daha fazladır. Ayrıca, kavitenin derinliği ve genişliği de polimerizasyon büzülmesini etkileyen faktörler arasındadır. Kavitenin küçük olması büzülme miktarını azaltırken, kaide materyalleri kullanımı kompozit yerleştirilecek hacmi küçülterek polimerizasyon büzülmesini azaltabilir (Tarle vd., 1998).

Yerleştirme Tekniği

İnkremental (tabakalama) tekniği, polimerizasyon büzülmesini azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntemde, kompozit rezin kaviteye tabaka tabaka yerleştirilir. Polimerizasyonun tam olarak gerçekleşebilmesi için tabaka kalınlığının 2 mm veya daha az olması gerekmektedir. Böylece, sonraki katmanlar, önceki polimerize olmuş katmanın büzülmesini kısmen dengeleyerek toplam polimerizasyon büzülmesini minimize eder (Rueggeberg vd., 2000).

Polimerizasyon Yöntemi

Günümüzde, kompozit rezinlerin daha hızlı polimerize edilmesi ve polimerize olan kompozit kalınlığının artırılması önemli hedeflerden biri haline gelmiştir. Polimerizasyonun başarısı; ışık cihazının gücü, ışığın konumu, uygulama süresi, cihaz ile kompozit arasındaki mesafe, kompozitin rengi ve kalınlığı gibi faktörlere bağlıdır. Geleneksel ışık cihazları 450-500 mW/cm² aralığında ışık şiddetine sahipken, gelişmiş cihazlarda bu değer 1000 mW/cm²'ye kadar ulaşabilmektedir. Ancak, bu yüksek güçlü cihazlar rezini çok hızlı polimerize ettiği için oluşan büzülme stresleri dişe ve bağlanma yüzeyine aktarılmaktadır (A. U. J. Yap vd., 2002). İki farklı polimerizasyon yöntemi geliştirilmiştir.

Standart Polimerizasyon

Polimerizasyon süreci boyunca ışık yoğunluğu sabit kalır. Kullanılan ışık kaynağına bağlı olarak ışık yoğunluğu ve uygulama süresi değişiklik gösterebilir (Caughman & Rueggeberg, 2002).

Soft-Start polimerizasyon

Soft-start polimerizasyon yöntemi, kullanılan ışık kaynaklarının güç seviyeleri ve uygulama sürelerinin ayarlanabilmesine imkan tanır. Bu yöntemde, polimerizasyon süreci düşük ışık gücüyle başlar ve belirli bir süre sonra ışık gücü artırılarak polimerizasyon işlemi tamamlanır. Bu teknik, polimerizasyon sırasında oluşabilecek stresin azaltılması amacıyla alternatif bir yöntem olarak geliştirilmiştir (Mehl vd., 1997). Soft-Start yöntemi farklı şekillerde uygulanmaktadır.

1. Step Curing

Bu teknikte, kompozite başlangıçta düşük güçte ışık uygulanarak ilk polimerizasyon gerçekleştirilir. Ardından, restoratif materyale yüksek güçte ışık verilerek polimerizasyon tamamlanır. İlk uygulamanın amacı, polimerizasyon sırasında oluşan stresleri azaltmaktır. Ayrıca bu süreç polimerizasyon büzülmesinde de azalma sağlamakta yardımcı olur (Albers, 2002).

2. Ramp Curing

Bu yöntemde, ışığın enerjisi başlangıçta düşük tutulur ve ardından uygulama süresine bağlı olarak enerji artar, en yüksek ışık gücüne ulaşana kadar devam eder. Bu teknik sayesinde, rezin materyal daha yavaş bir şekilde polimerize olur ve bu da oluşan stresin azalmasını sağlar (Caughman & Rueggeberg, 2002).

3. Pulse-delay Curing

Bu teknikte, ışık düşük güçte ve kısa bir süreyle restoratif materyale uygulanır. Ardından, kısa bir duraklama süresi takip eder ve sonrasında daha yüksek güçte ve daha uzun süre ışık verilir. Bu uygulama, kesintiye uğramış kademeli artış olarak tanımlanabilir. Polimerizasyon büzülmesi, birinci uygulama sırasında meydana gelir (Albers, 2002).

4. Yüksek enerjili pulse curing

Yüksek enerjili pulse-curing yönteminde, 10 saniye gibi kısa bir süre zarfında normal ışık gücünün 3-4 katı kadar daha yüksek yoğunlukta ışık uygulanır (1000-2800 mW/cm²). Ancak bu yöntemin bazı dezavantajları bulunmaktadır. Çok yüksek enerjinin kısa bir süre içinde uygulanması, restorasyonda daha zayıf, kısa ömürlü ve kırılgan rezin polimerlerin oluşmasına yol açabilir (Albers, 2002).

Günümüzde, kompozit rezinlerin polimerizasyonunda farklı yapıda ışık kaynakları kullanılmaktadır. Bunlar arasında quartz tungsten halojen (QTH), ışık yayan diyot (LED), plazma ark (PAC) ve lazer ışık kaynakları yer almaktadır (Cadenaro vd., 2019).

1.5.2. Mikrosızıntı

Polimerizasyon büzülmesinin en büyük olumsuz etkilerinden biri, kavite duvarı ile kompozit arasında bir boşluk oluşması ve bunun da kenar sızıntısına yol açabilmesidir. Mikrosızıntı, kavite duvarı ile kompozit materyal arasından bakterilerin, sıvıların, iyonların veya moleküllerin klinik olarak tespit edilemeyen geçişleridir (Kidd & Beighton, 1996).

Kompozit yerleştirme teknikleri arasında, oblik tabakalama yönteminin bulk veya diğ r tabakalama tekniklerine kıyasla daha az mikro sızıntıya neden olduğu belirtilmiştir. Ancak, hiçbir teknik mikro-aralanma kaynaklı mikrosızıntıyı tamamen engelleyememektedir (“Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface”, 2008).

1.5.3. Aşınma

Kompozit rezin kullanılarak restore edilen dişlerde, karşıt arkta yer alan dişler veya restorasyonlar nedeniyle yüzey aşınmaları gözlemlenebilir. Restoratif malzemelerin aşınmaya karşı dayanıklılığı, restorasyonların klinik ömrünü belirleyen en önemli etkenlerden biridir. Bu aşınmalar, fizyolojik çiğneme kuvvetleri ya da bruksizm gibi durumlarda ortaya çıkan aşırı okluzal yükler sonucunda gelişebilir. Aşınma miktarını etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Çiğneme kuvvetinin şiddeti, karşıt arkta ki diş veya restoratif materyalin sertliği, ağız içi sıvılar, abrazyon, erozyon, sıcaklık değişimleri, malzemenin yorgunluğu ve doldurucu partiküllerin oranı ile dağılımı gibi unsurlar aşınma üzerinde belirleyici rol oynar (DeLong & Douglas, 1983).

1.5.4. Postoperatif hassasiyet

Restorasyon sonrası ortaya çıkan kısa süreli keskin ağrı, postoperatif ağrı olarak adlandırılır ve erken restorasyon değişiminin en yaygın nedenlerinden biridir. Bu durumun başlıca sebepleri arasında polimerizasyon büzülmesi ve buna bağlı olarak gelişen mikrosızıntı yer almaktadır. Ayrıca, asitle pürüzlendirme işlemi sonrası dentin tübüllerinin tamamının adeziv ile yeterince tıkanmaması da postoperatif ağrıya yol açabilmektedir (Sayed vd., 2022).

1.5.5. Renklenme

Kompozit rezin restorasyonların başarısını etkileyen faktörlerden biri de zamanla oluşan renk değişimleridir. Bu renklenmeler içsel ve dışsal etkenlerden kaynaklanabilir. İçsel faktörler arasında polimerizasyonu tamamlanmamış monomerlerin varlığı, rezin matriks yapısının oksidasyonu ve amin hızlandırıcıların oksidasyonu yer alır. Dışsal faktörler ise izolasyon eksikliği nedeniyle rezinin kan veya tükürükle kontamine olması, hatalı yapılan bitirme ve polisaj uygulamaları, yetersiz polimerizasyon, ağız hijyeninin yetersizliği, sigara kullanımı ve beslenme alışkanlıklarıdır. Dışsal renklenmeler, hekim tarafından giderilebilirken, içsel renk değişimlerinde restorasyonun tamamen yenilenmesi gerekebilir (Nasim vd., 2010).

1.5.6. Sekonder Çürük

Restorasyonların altında meydana gelen ikincil çürükler, restoratif başarısızlıkların en temel sebeplerinden biridir. Restorasyon sırasında oluşan kenar aralıkları mikrosızıntıya yol açarak zamanla ikincil çürüklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Jokstad, 2016). Bu tür çürükler gözlem, sond ile muayene ve radyografik inceleme ile teşhis edilebilir. Ancak, radyografide belirlenebilmeleri için çürüğün radyoopak dolgu materyali ile üst üste binmemesi gerekmektedir (White & Pharoah, 2014).

1.6. Kompozit Restorasyonların Değerlendirme Kriterleri

Ağız içinin sürekli değişen ve dinamik yapısı, yapılan restorasyonların klinik performansını doğrudan etkilemektedir. Kullanılan kompozit malzemelerin klinik başarısını değerlendirmek için laboratuvar ortamında gerçekleştirilen çalışmalar yerine, iyi tasarlanmış ve düzenli kontrollerle desteklenen klinik araştırmaların sonuçları büyük önem taşımaktadır. Klinik izlem çalışmalarında, kompozit rezin restorasyonların değerlendirilmesinde doğrudan ve dolaylı yöntemler kullanılabilir (Opdam vd., 2014).

Modifiye USPHS Restorasyon Değerlendirme Kriterleri

1971 yılında Cvar ve Ryge, restorasyonların klinik başarısını değerlendirmek amacıyla United States Public Health Service (USPHS) kriterlerini oluşturmuşlardır (Randall & Wilson, 1999). Bu değerlendirme sisteminde restorasyonlar; komşu dişler

ve/veya diğ er restorasyonlarla olan renk uyumu, bitim sınırlarında renklenme olup olmadığı, anatomik formun devamlılığı, kenar adaptasyonu ve sekonder çürük varlığı gibi kriterlere göre değerlendirilir. Elde edilen verilere dayanarak restorasyonların klinik olarak kabul edilebilir olup olmadığı belirlenir. Bu sınıflandırmada, ideal restorasyonlar "Alfa", kabul edilebilir restorasyonlar "Bravo", değiştirilmesi gerekenler "Charlie" ve acil değiştirilmesi gerekenler "Delta" olarak gruplandırılır (Sailer vd., 2013).

USPHS sistemi, restorasyonların başarısını derecelendirmekten ziyade, kabul edilebilirliğini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Ancak anatomik form, marjinal adaptasyon ve marjinal renklenme gibi kriterlerde meydana gelen değişiklikleri yeterince değerlendiremediği için Modifiye USPHS veya Ryge kriterleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu güncellenmiş değerlendirme sistemine, yüzey pürüzlülüğü, diş bütünlüğü, restorasyon bütünlüğü, retansiyon ve postoperatif hassasiyet gibi ek kriterler dahil edilmiştir (Sailer vd., 2013).

Tablo1. 2.USPHS Restorasyon Değerlendirme Kriterleri

Kategori	Açıklama	Değerlendirme
Renk Uyumu	Restorasyonun rengi, tonu ve şeffaflığı ile doğal diş uyumludur.	Alfa
	Restorasyonun rengi, tonu ve şeffaflığı tam olarak uyumlu değildir, ancak komşu dişle uyumludur.	Bravo
	Restorasyonun rengi, tonu ve şeffaflığı tam uyumlu olmayıp, komşu dişle de uyum sağlamamaktadır.	Charlie
Marjinal Renklenme	Restorasyon ile diş arasındaki sınırdaki herhangi bir renk değişimi gözlenmez.	Alfa
	Sınır bölgesinde renk değişimi mevcuttur ancak pulpaya doğru ilerleme göstermez.	Bravo
	Sınırdaki renklenme olup pulpaya doğru ilerleme göstermektedir.	Charlie
Anatomik Form	Restorasyon, doğal dişin anatomik yapısına tam olarak uyum sağlamaktadır.	Alfa
	Restorasyon, doğal anatomik formdan farklıdır ancak kabul edilebilir düzeydedir.	Bravo
	Anatomik form belirgin şekilde yetersiz olup, dentin açığa çıkmaktadır.	Charlie
Yüzey yapısı	Mineye benzer yüzey	Alfa
	Mineden daha pürüzlü ancak klinik olarak kabul edilebilen	Bravo
	Pürüzlü kabul edilemez yüzey	Charlie
Marjinal Adaptasyon	Restorasyonun kenarında gözle görülür bir açıklık bulunmaz ve sond takılmadan geçer.	Alfa
	Küçük bir açıklık vardır ve sond bu açıklığa takılmaktadır.	Bravo
	Sond, restorasyonun alt tabakasına ya da dentine ilerleyebilmektedir.	Charlie
	Restorasyon tamamen hareketlidir.	Delta
Sekonder Çürük	Restorasyonun kenarında herhangi bir yumuşak doku veya sekonder çürük oluşumu yoktur.	Alfa
	Restorasyon bölgesinde sekonder çürük tespit edilmiştir.	Delta
Retansiyon	Retansiyon yok	Alfa
	Restorasyonda parsiyel kayıp var fakat klinik olarak kabul edilebilir	Bravo
	Klinik olarak kabul edilemez bir parsiyel ya da tamamı kayıp	Charlie
Postoperatif Hassasiyet	Hassasiyet yok	Alfa
	Hassasiyet var fakat restorasyon ihtiyacı yok	Bravo
	Hassasiyet var ve restorasyon yapılması gerekli	Charlie

FDI Restorasyon Değerlendirme Kriterleri

2007 yılında restorasyonların değerlendirilmesi için yeni klinik kriterler içeren FDI Kriterleri, FDI World Dental Federation tarafından onaylanmıştır. 2008 yılında ise bu kriterler, restoratif materyallerin ve tekniklerin klinik değerlendirilmesinde standart olarak kabul edilmiştir (Hickel vd., 2010).

FDI kriterlerine göre restorasyonlar, estetik, fonksiyonel ve biyolojik olmak üzere üç ana grupta değerlendirilir. Bu gruplar, kendi içinde alt kategorilere ayrılır ve ana kategorilerin puanlaması, alt kategorilerdeki en düşük skora göre belirlenir. Alt kategorilerden birinde en kötü skor verildiğinde, bu skor üst kategorinin nihai puanını da belirler. Eğer bir restorasyon klinik olarak kabul edilemez bulunursa, başarısızlığın temel nedeni kaydedilmeli ve restorasyonun tamir edilip edilemeyeceği ya da tamamen yenilenmesi gerekip gerekmediği değerlendirilmelidir. Ancak her başarısız restorasyonun tamamen değiştirilmesi şart değildir. Lokalize defektler, küçük kırıklar veya kenar açıklıkları gibi durumlarda ek materyal uygulanarak, restorasyonun belirli bir kısmı değiştirilerek ya da renklenmiş alanlar veneerlenerek tamir edilebilir. Tamir edilen restorasyonlar kısmi başarısız, tamamen yenilenen restorasyonlar ise tamamen başarısız olarak kabul edilir. Klinik uygulamalarda kullanılan FDI kriterleri, farklı durumlara uyarlanabilir ve gerektiğinde modifiye edilebilir (Hickel vd., 2010).

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, Selçuk Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Komisyonu'nda 16.11.2023 tarihinde, 2023/54 sayılı komisyon kararı ile onay almıştır. Çalışma, Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 23132024).

2.1. Hasta Seçimi

Çalışmaya, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi kliniğine başvuran, endodontik tedavili daimi posterior dişlerine polietilen fiber (Ribbond) yerleştirilerek direkt kompozit restorasyon yapılan hastalardan, çalışmanın dahil edilme kriterlerine uyan bireyler seçilmiştir.

Hasta dahil edilme kriterleri

- 1) 18 yaşından büyük,
- 2) Genel sağlık durumu ve ağız hijyeni iyi olan,
- 3) Premolar ve molar dişlerinde endodontik tedavi bulunan ve
- 4) Kontrol randevularına gelebilen hastalar dahil edildi.

Değerlendirilen dişlerde dahil edilme kriterleri

- 1) Karşıt dişle temas halinde olan,
- 2) Normal oklüzal kuvvetlere maruz kalan,
- 3) Apikal lezyon veya periodontal olarak herhangi bir semptomu olmayan ve
- 4) En az bir en fazla üç duvarı kaplayan ve Ribbond ile güçlendirilmiş kompozit restorasyonu olan dişler şeklinde belirlendi.

Değerlendirilen hastalarda ve dişlerde;

- 1) Ağız hijyeni kötü olan hastalar,
- 2) Aktif periodontal hastalığı olanlar,
- 3) Şiddetli brüksizm yaşayanlar ve
- 4) Hamile ve emziren kadınlar çalışma dışı bırakıldı.

Kriterlere uyan hastalara çalışma planı anlatıldı ve kabul eden hastalardan

imzalı gönüllü onam formları alındı. Hastalar kontrol seansları için bilgilendirildi. Ayrıca hastalara kontrol randevuları öncesinde ilgili dişlerinde bir şikayetleri olduğu takdirde kliniğimize başvurmaları söylendi. 18-50 yaş aralığında kriterleri sağlayan 85 hasta ve 90 diş çalışmaya dahil edilmiştir. Yapılan restorasyonların, 1. hafta , 6. ay ve 12. ayda klinik değerlendirilmesi yapılmıştır.

2.2. Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyaller

Çalışmada; Clearfil SE Bond iki aşamalı self-etch adeziv sistem, G-aenial Universal Injectable ve G-aenial A'CHORD universal kompozit rezinler ve Ribbond polietilen fiber şeritler kullanılmıştır. Kullanılan restoratif materyallerin üretici firma ve içerikleri Tablo 2 .1' de gösterilmiştir.

Tablo.2. 1:Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyaller, Üretici Firma ve İçerikleri

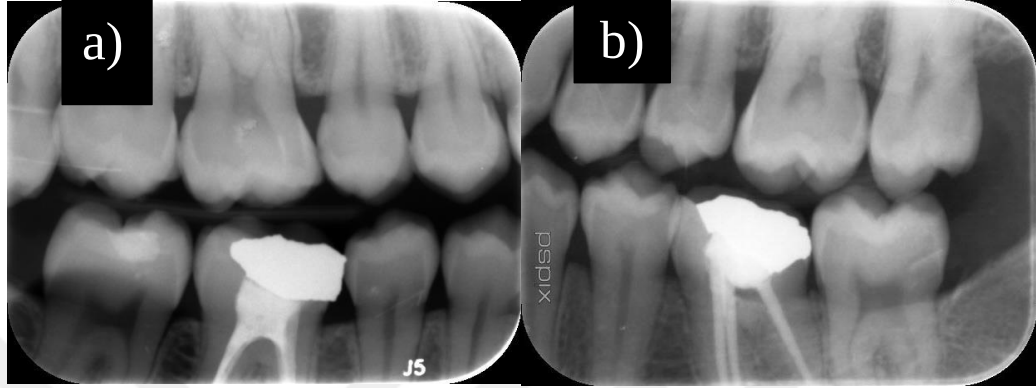
Materyal	Üretici Firma	İçerik
Clearfil SE Bond /Self-etching adeziv sistem	Kuraray Med Inc, Tokyo, Japonya	Primer:10-Metakriloiloksidodesil dihidrojen fosfat (10-MDP), 2-Hidroksietil metakrilat(HEMA), hidrofilik alifatik dimetakrilat, dl-kamforkinon, N,N-dietanol-p-tolidin, su. Bond: 10-Metakriloiloksidodesil dihidrojen fosfat (MDP), Bisfenol A diglisidil metakrilat (Bis-GMA), 2-hidroksietil metakrilat (HEMA), hidrofobik alifatik dimetakrilat, dl-kamforkinon, N,N-dietanol-p-tolidin, koloidal silika.
G-aenial Universal Injectable/ Yüksek dolduruculu universal akışkan kompozit	GC/ Tokyo, Japan	Monomerler: UDMA, Bis-MEPP, TEGDMA. Doldurucular: Ağırlıkça %69, hacimce %50. Silikon dioksit, akıcı stronsiyum cam.
G-aenial A'CHORD/ Universal nanohibrit kompozit	GC/ Tokyo, Japan	Monemerler: UDMA, Bis-MEPP TEGDMA. Doldurucular: Ağırlıkça %80. Silikon dioksit, stronsiyum cam, pigment.
Ribbond THM	Ribbond Inc, Seattle, WA, USA	Ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen fiber

2.3. Restoratif Prosedürler

Çalışmaya dahil edilen tüm restorasyonlar tek bir diş hekimi tarafından gerçekleştirilmiştir (F.K.). Bu çalışmanın dahil edilme kriterlerini karşılayan endodontik tedavili dişlerin, Ribbond ile güçlendirilmiş kompozit restorasyonları için rutin restoratif prosedür aşağıdaki gibidir:

a) Kavite Hazırlanması

Hastalar kliniğimize periodontal tedavileri ve endodontik tedavileri yapılmış olarak gelmektedir. Kliniğimize gelen hastaların öncelikle radyografik ve ağız içi muayeneleri yapılır ve restorasyona ihtiyaç duyan dişler belirlenir.



Şekil.2. 1:İşlem öncesi radyografik görüntü

a Ribbond destekli kompozit restorasyon yapılmasına karar verilen 46 dişin radyografik görüntüsü,

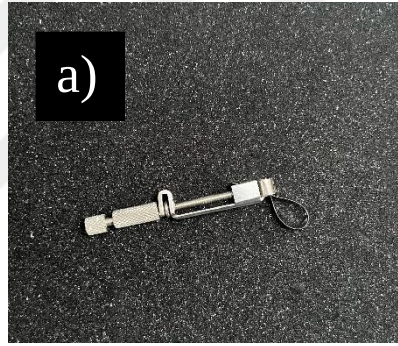
b Ribbon destekli kompozit restorasyon yapılmasına karar verilen 36 numaralı dişin radyografik görüntüsü.

Restore edilecek dişlere, hızlı turla dönen aeratör eşliğinde su soğutması altında kavite preparasyonu yapılır. Uygun boyutlu elmas rond frezler (yeşil kuşak No:12C, SWS Dental, Türkiye) ile giriş sağlandıktan sonra elmas fissür frez ile kavite kenarları şekillendirilir. Kırılma ihtimali olan cusplar dentin desteği sağlanana kadar frezle indirilir. Kaviteye geçici olarak yerleştirilen siman ya da gözden kaçan çürük kısmın temizlenmesi için yavaş dönen bir mikromotor yardımıyla uygun karpit/çelik rond frezler kullanılır. Kavite preparasyonu tamamlandıktan sonra kavite yıkanıp kurutulur. İzolasyon lastik örtü (Sanctuary Dental, Endonezya) altında sağlanır.



Şekil.2. 2: 36 numaralı dişin Rubber Dam ile izole edilmiş görüntüsü.

Uygun bir matriks sistemi [(Supermat Matriks Sistemi, Kerr/USA), (Tofflemire Konturlu Matrix, Kerr/USA), (Quickmat Deluxe Bölümlü Matrix Sistemi, Polydentia/İsviçre),(Saddle Konturlu Metal Matrix, TorVm/Rusya)] ve tahta/anatomik plastik kama [Interdental Ahşap Kama, TorVm/Rusya, Plastik Kama, Citisen, China)] seçilir.



Şekil.2. 3:kullanılan Matrix çeşitleri

a. Tofflemire Konturlu Matrix, **Şekil. 2.3.b.** Quickmat Deluxe Bölümlü Matrix Sistemi, **Şekil. 2.3.c.** Saddle Konturlu Metal Matrix.

Hazırlanan kavitelerin mine ve dentin yüzeylerine iki aşamalı self etch adeziv

sistemin primeri kaviteye bir aplikatör yardımıyla 20 sn süreyle uygulanır, 5 sn hafif hava basıncıyla tüm kavite yüzeyine iyice yayılması sağlanır. Yeni bir aplikatör ile 10 sn süreyle bonding ajan uygulanır, 5 sn hafif hava basıncıyla tüm kaviteye iyice yayılması sağlandıktan sonra LED ışık cihazı (Valo LED curing light, Ultradent, ABD) kullanılarak 10 sn süreyle polimerize edilir.



Şekil.2. 4: Clearfil SE Bond.

Adeziv sistemin uygulanmasından sonra kanal ağzları yüksek doldurucu enjekte edilebilir kompozitle (GC Universal Injectable) kapatılır. Daha sonra uygun olan matriksler aracılığıyla dişin eksik olan duvarları GC A'CHORD universal kompozit ile oluşturulur ve kavite Sınıf I kaviteye çevrilir.



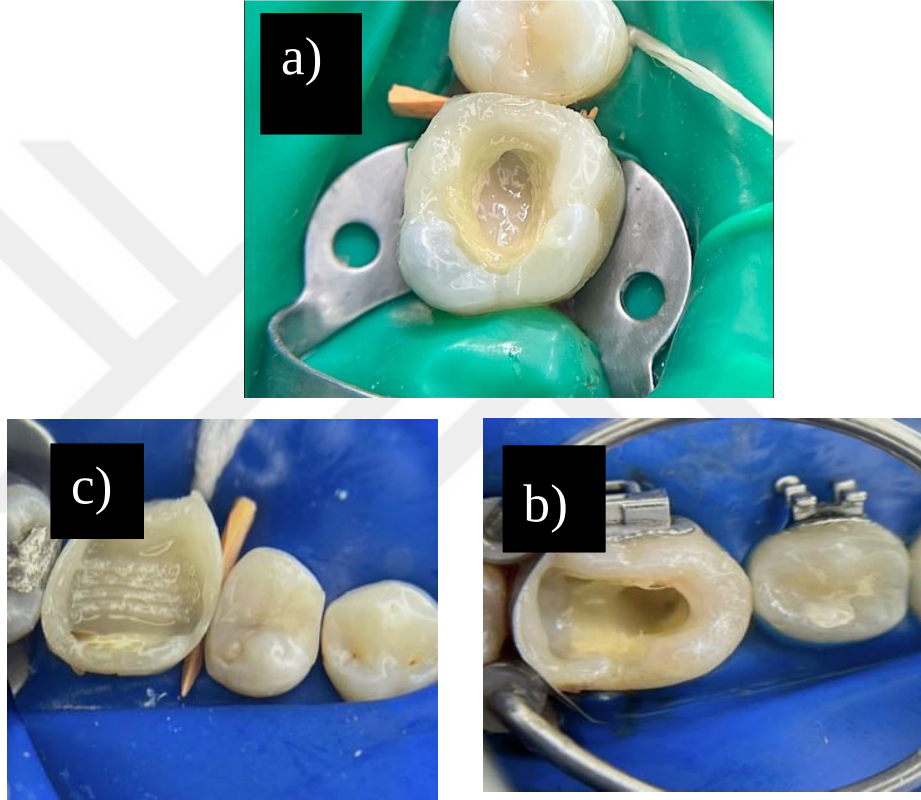
Şekil.2. 5: Kullanılan Restoratif Materyaller

a. G-aenial Universal Injectable, **b** G-aenial A'CHORD.

b) Polietilen Fiberin Kaviteye Yerleştirilmesi

Kavitenin eksik duvar yapısına ve kavitenin boyutuna göre; 2 ya da 3 duvar eksikliğinde O (Dairesel), mesial ve distal duvar eksikliğinde mesiodistal (MD) ve

bukkal ve lingual duvar eksikliğinde bukkolingual (BL) yönde fiberler yerleştirilir. Kavite duvarlarına uygun olarak ölçülen fiber şeritler kendi özel makasıyla kesilir. Fiber şeritler iki aşamalı self etch adeziv sistemin hidroforbik bondu ile tamamen ıslatılır. Fazla bond hava/su spreyinin hava kısmıyla bir miktar basınçsız olarak uzaklaştırılır. Ardından fiber şeritler temas edeceği ve daha önceden yüksek dolduruculu akışkan kompozit uygulanan duvarlara yerleştirilir. 20 sn polimerize edilir. Kavitenin kalan kısmı universal nanohibrit kompozit ile inkremental tabakalama tekniği ile (2mm'lik tabakalar şeklinde) restore edilir.



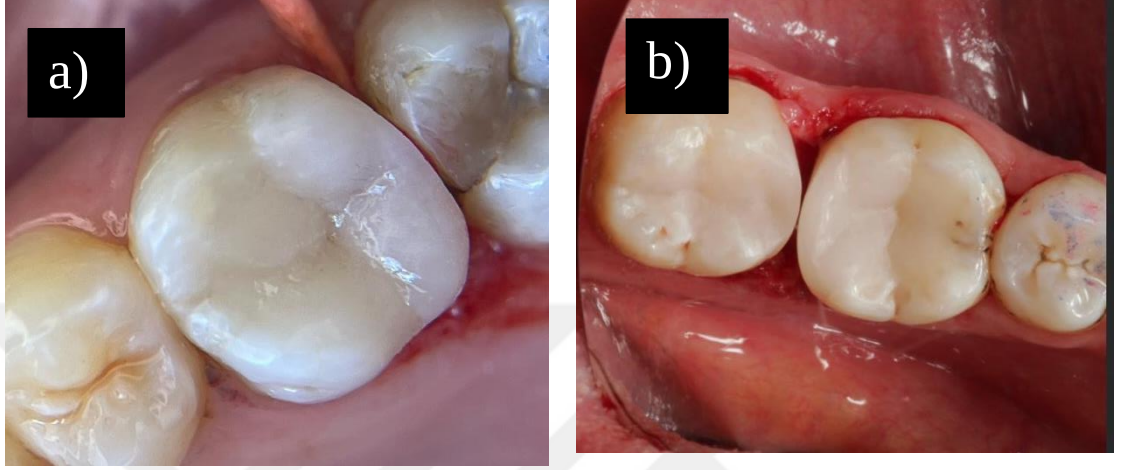
Şekil.2. 6:Ribbond Yerleşim Yönleri

a. Sirkumferensiyal (O) yönde Ribbond yerleştirilmesi, **b.** Mesiodistal yönde Ribbond yerleştirilmesi, **c.** Bukkolingual yönde kaviteye Ribbond yerleştirilmesi

c) Bitirme Ve Polisaj İşlemleri

Restorasyonu tamamlanan dişlerin bitim ve polisaj işlemleri aeratör ve mikromotor kullanılarak gerçekleştirilir. Kırmızı ve sarı kuşaklı elmas frezler (labut, alev uçu) kullanılarak dişin anatomik formuna ve okluzyona uygun biçimde restorasyon şekillendirilir. Isırtma kağıdı yardımıyla restorasyonun okluzalindeki erken temas noktaları tespit edilerek uzaklaştırılır ve son konturlama işlemleri yapılır.

Bitirme işlemi tamamlanan restorasyonların arayüz düzenlemesi ve polisajı, diskler (OptiDisc, Kerr, İsviçre) ve lastikler (Enhance polisaj lastikleri, Dentsply/Canada) yardımı ile gerçekleştirilir. İşlemler tamamlandıktan sonra hastalara oral hijyen motivasyonu verilir. Kontrol randevuları oluşturulur.



Şekil.2. 7:Restorasyon Bitim Sonrası Ağız İçi Görüntüleri

- a. Restorasyonu tamamlanmış 16 numaralı dişin ağız içi görüntüsü,
- b. Restorasyonu tamamlanmış 36 numaralı dişin ağız içi görüntüsü.

2.4. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi

Çalışmaya dahil edilen 90 restorasyon, fiberlerin kavite duvarlarına yerleştirilme yönüne göre üç gruba ayrılmıştır (n=30):

1. Grup: Bu gruba 2 ya da 3 duvarı eksik olan endodontik tedavili dişlerde, Ribbondun kavite duvarlarına sirkumferansiyel 'O' şeklinde uygulandığı restorasyonlar dahil edilmiştir.



Şekil.2. 8:Sirkumferansiyel (O) yönde Ribbond uygulanmış 46 numaralı dişin görüntüsü.

2. Grup: Bu gruba, mesial ve/veya distal duvarı eksik olan endodontik tedavili dişlerde, Ribbondun kavite duvarlarına mesiodistal yönde 'I' şeklinde uygulandığı restorasyonlar dahil edilmiştir.



Şekil.2. 9:Mesiodistal yönde Ribbond uygulanmış 45 nolu dişin görüntüsü.

3. Grup: Bu gruba, bukkal ve/veya lingual duvarı eksik olan endodontik tedavili dişlerde, Ribbondun kavite duvarlarına bukkolingual yönde 'I' şeklinde uygulandığı restorasyonlar dahil edilmiştir.



Şekil.2. 10:Bukkolingual yönde Ribbond uygulanmış 26 nolu dişin görüntüsü.

2.5. Restorasyonların Klinik Değerlendirilmesi

Restorasyonların yapılış tarihinden itibaren 7. gün , 6. ay ve 12. ay kontrol seansları yapılmıştır. Bu kontrollerde ağız içi fotoğraflar çekilerek kayıt altına alınmıştır. Her hastadan rutin radyografi alınmamıştır. Gerekli görülen durumlarda radyografi alınarak değerlendirme yapılmıştır. Restorasyonların klinik olarak değerlendirilmesi çalışma protokolünü bilmeyen, restorasyonları uygulamayan deneyimli bir araştırmacı tarafından modifiye USPHS kriterlerine (Tablo 1.2.) göre diş ünitesinde, reflektör ışığı altında ayna ve sond yardımıyla gerçekleştirilmiştir. İşlem sırasında komşu dişler pamuk peletlerle izole edilmiştir. Restorasyonlar renk uyumu, marjinal kenar renklenmesi, anatomik form, marjinal adaptasyon, sekonder çürük, yüzey yapısı ve retansiyon açısından klinik olarak değerlendirilerek skorlandırılmıştır.

2.6. İstatistiksel Analiz

Tüm istatistiksel analizler *R* İstatistik Dili (sürüm 4.1.2; The *R* Foundation for Statistical Computing, Viyana, Avusturya; <https://www.r-project.org>) kullanılarak gerçekleştirildi. Çalışmada yer alan kategorik değişkenlere ilişkin bulgular sıklık (n) ve yüzdelik olarak sunuldu. Fiberin farklı oryantasyonuna (O, MD ve BL) göre gruplandırılan direkt kompozit restorasyonların 7. gün, 6. ve 12. aydaki klinik skorlarının zamana bağlı değişimleri Cochran Q testi ve Bonferroni düzeltmesi yapılarak değerlendirildi. Farklı yönlerde fiber yerleştirilen restorasyonların aynı ölçüm zamanındaki Alpha skor oranları Fisher-Freeman-Halton testi ile karşılaştırıldı ($p<0.05$).

3. BULGULAR

Bu çalışmada, endodontik tedavili dişlere 3 farklı yönde polietilen fiber (ribbon) yerleştirilerek yapılan direkt kompozit restorasyonlar değerlendirildi. Yapılan restorasyonların dişlere göre dağılımı Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo.3. 1.Fiber Oryantasyonuna Göre Dişlerin Dağılımı.

Fiber Oryantasyonu	Premolar	Molar	Toplam
O (Sirkumferensiyal)	13	17	30
MD (Mesiodistal)	9	21	30
BL (Bukkolingual)	10	20	30

Çalışmamıza toplam 85 hasta dahil edildi. Bu hastaların 55’i (%64.7) kadın ve 30’u (%35.3) erkekti. Çalışmaya toplamda 90 restorasyon dahil edildi ve restorasyonlar 7. gün, 6. ay ve 12. ayda klinikte Modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirilip skorlandı. 12 ay sonunda tüm hastalar kontrol randevusuna geldi (%100) ve tüm restorasyonlar değerlendirildi (Tablo 3.2.).

Tablo.3. 2:Restorasyonların modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirilme sonuçları.

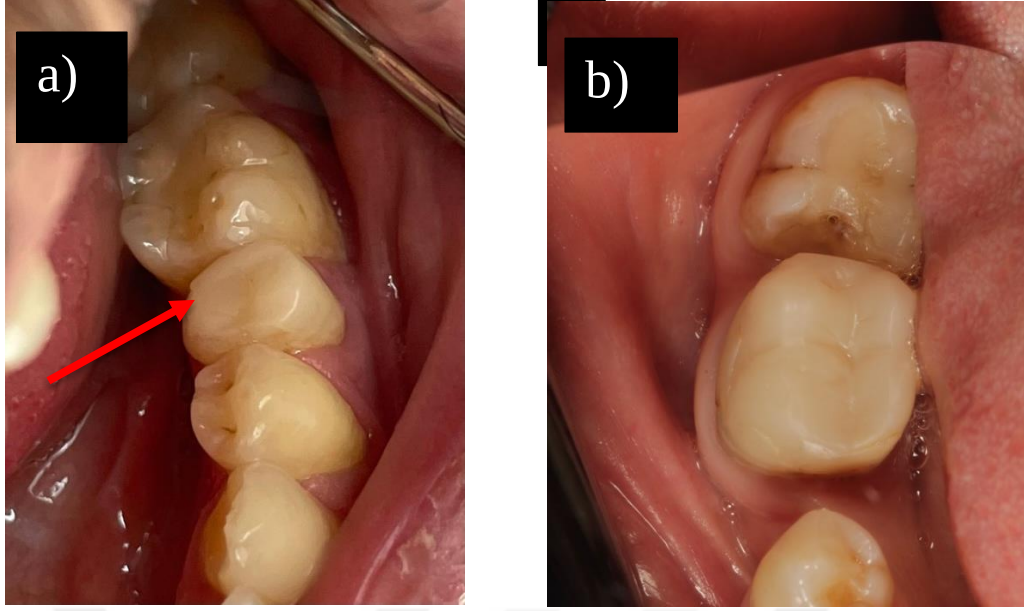
Modifiye USPHS kriterleri	USPHS skorları	O, n			MD, n			BL, n		
		7. gün	6 ay	12 ay	7.gün	6 ay	12 ay	7.gün	6 ay	12 ay
Retansiyon	Alpha	30/30	30/30	29/30	30/30	30/30	29/30	30/30	30/30	29/30
	Bravo	-	-	1/30	-	-	-	-	-	1/30
	Charlie	-	-	-	-	-	1/30	-	-	-
Renk Uyum	Alpha	30/30	30/30	30/30	30/30	30/30	29/29	30/30	30/30	30/30
	Bravo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Charlie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marjinal Renklenme	Alpha	30/30	30/30	28/30	30/30	30/30	29/29	30/30	30/30	30/30
	Bravo	-	-	2/30	-	-	-	-	-	-
	Charlie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anatomik Form	Alpha	30/30	30/30	29/30	30/30	30/30	29/29	30/30	30/30	29/30
	Bravo	-	-	1/30	-	-	-	-	-	1/30
	Charlie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yüzey Yapısı	Alpha	30/30	30/30	27/30	30/30	30/30	29/29	30/30	30/30	30/30
	Bravo	-	-	3/30	-	-	-	-	-	-
	Charlie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marjinal Adaptasyon	Alpha	30/30	30/30	29/30	30/30	30/30	29/29	30/30	30/30	28/30
	Bravo	-	-	1/30	-	-	-	-	1/30	2/30
	Charlie	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sekonder Çürük	Alpha	30/30	30/30	30/30	30/30	30/30	29/29	30/30	30/30	30/30
	Delta	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 3.1. Tüm restorasyon kriterlerinden alpha skoru alan restorasyonun 1 yıllık kontrol görüntüsü (16- O şeklinde ribbond yerleştirilmiştir.)

3.1. Retansiyon

7. gün ve 6. ay kontrolünde tüm restorasyonlar Alpha ile skorlanmıştır. 12. ay kontrolünde ise O grubunda 1 ve BL grubunda 1 restorasyon Bravo ile skorlanmıştır. MD grubunda ise 12. ay sonunda 1 restorasyon Charlie ile skorlanmıştır. Bu retansiyon kaybı hastanın sert kuruyemiş ısırması sonucu meydana gelmiştir. İzlenen diğer retansiyon kayıplarının marjinal kenarlarda olduğu görülmüştür. O ve BL grubunda gözlenen retansiyon kayıpları genellikle küçük kırıklar şeklinde olduğundan polisaj diskleri ile mollenip düzeltilmiştir. Herhangi bir tamir ya da yenileme işlemi yapılmamıştır. Ancak MD grubunda gözlenen retansiyon kaybı yenileme prosedürü gerektirdiğinden yeniden yapılan restorasyon çalışma dışı bırakılmıştır.



Şekil 3.1. Retansiyon Kriterinden Alpha Ve Bravo Skoru Alan Dişler

- a. 12. ayda BL grubunda retansiyon kriterinden Bravo skoru alan 35 numaralı dişin ağız içi görüntüsü,
- b. 12. ayda MD grubunda retansiyon kriterinden Charlie skoru alan 37 numaralı dişin ağız içi görüntüsü.

3.2. Renk Uyumu

7. gün, 6. ay ve 12. ay takiplerinde hiçbir restorasyonda renk uyumsuzluğu görülmemiştir ve tüm restorasyonlara Alpha skoru verilmiştir.

3.3. Marjinal Renklenme

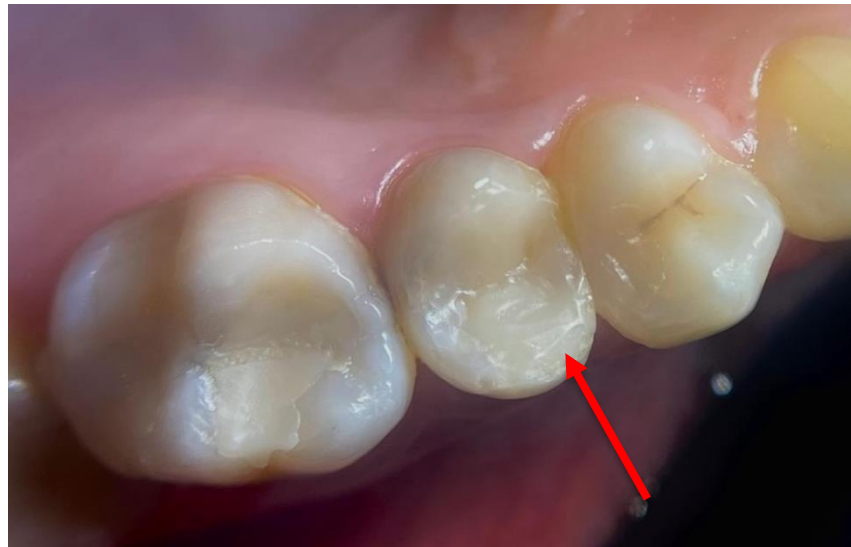
7. gün ve 6. ay takiplerinde tüm restorasyonlar Alpha ile skorlanmıştır. 12. ay takibinde ise O grubunda marjinal renklenme izlenen 2 restorasyona Bravo skoru verilmiştir (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. 12. ayda marjinal renklenme kriterinden Bravo skoru olan 27 numaralı dişin ağız içi görüntüsü.

3.4. Anatomik Form

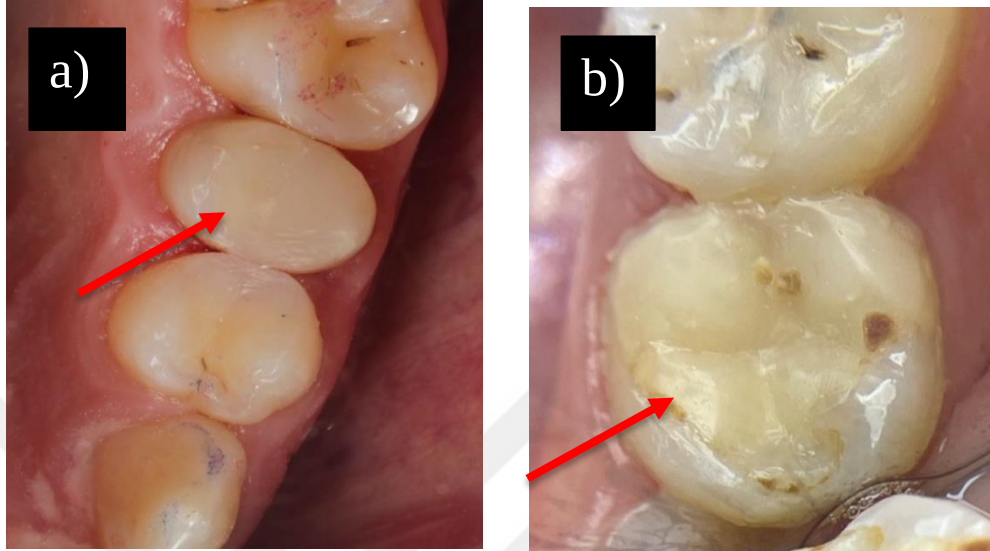
7. gün ve 6. ay takiplerinde tüm restorasyonlar Alpha ile skorlanmıştır. 12. ay takibinde ise O grubunda 1 ve BL grubunda 1 restorasyona Bravo skoru verilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. 12. ayda anatomik form kriterinden Bravo skoru alan 15 numaralı dişin ağız içi görüntüsü.

3.5. Yüzey Yapısı

7. gün ve 6. ay takiplerinde tüm restorasyonlar Alpha ile skorlanmıştır. 12. ay takibinde ise O grubunda 3 restorasyona Bravo skoru verilmiştir.



Şekil 3.4 Yüzey Yapısı Kriterinden Bravo Skoru Alan Dişler

- a. 12. ayda yüzey yapısı kriterinden Bravo skoru alan 25 nolu dişin ağız içi görüntüsü,
- b. 12. ayda yüzey yapısı kriterinden Bravo skoru alan 47 nolu dişin ağız içi görüntüsü.

3.6. Marjinal Adaptasyon

7. gün kontrolünde tüm restorasyonlar Alpha ile skorlanmıştır. 6. ayda BL grubunda 1 restorasyon Bravo ile skorlanmıştır. 12. ay takibinde ise O grubunda 1 ve BL grubunda 2 restorasyona Bravo skoru verilmiştir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. 12. ayda marjinal adaptasyon kriterinden Bravo skoru alan 26 nolu dişin ağız içi görüntüsü.

3.7. Sekonder Çürük

7. gün, 6. ay ve 12. ay kontrollerinde hiçbir restorasyonda sekonder çürük görülmemiştir ve tüm restorasyonlara Alfa skoru verilmiştir.

Üç farklı oryantasyonda fiber yerleştirilerek yapılan direkt kompozit restorasyonların aynı ölçüm zamanlarındaki Alfa skorlarının oranlarının karşılaştırılması Tablo 3.3’de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, aynı zaman diliminde modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirilen restorasyonların Alfa skorlarının oranının benzer olduğu görülmüştür (tüm $p>0.05$).

Tablo.3.3:Farklı oryantasyonlarda fiber yerleştirilerek yapılan direkt kompozit restorasyonların aynı ölçüm zamanlarında Modifiye USPHS kriterlerine göre belirlenen Alfa skorlarının karşılaştırılması.

Restorasyonlar	O, n		MD, n		BL, n
<i>Retansiyon</i>					
6 ay	30/30		30/30		30/30
12 ay	29/30		29/30		29/30
<i>Renk Uyumu</i>					
6 ay	30/30		30/30		30/30
12 ay	30/30		29/29		30/30
<i>Marjinal Renklenme</i>					
6 ay	30/30		30/30		30/30
12 ay	28/30		29/29		30/30
<i>Anatomik Form</i>					
6 ay	30/30		30/30		30/30
12 ay	29/30		29/29		29/30
<i>Yüzey Yapısı</i>					
6 ay	30/30		30/30		30/30
12 ay	27/30		29/29		30/30
<i>Marjinal Adaptasyon</i>					
6 ay	30/30		30/30		29/30
12 ay	29/30		29/29		28/30
<i>Sekonder Çürük</i>					
6 ay	30/30		30/30		30/30
12 ay	30/30		29/29		30/30

5.TARTIŞMA

Endodontik tedavi görmüş dişler, yaygın çürükler, travma, endodontik tedavi sırasında yapılan agresif genişletme işlemleri ve diğer endodontik prosedürlerin neden olduğu doku kaybı nedeniyle vital dişlere kıyasla daha düşük yapısal dayanıklılığa sahiptir. Bu yapısal zayıflık, söz konusu dişleri kırılmaya daha yatkın hale getirerek uzun vadeli sağkalım oranlarını ve fonksiyonel ömürlerini olumsuz yönde etkilemektedir (“Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth”, 1994). Özellikle kavite duvarlarının ortadan kaldırıldığı preparasyonlarda dişin kırılma direncini anlamlı düzeyde düşmektedir. Nitekim, yalnızca oklüzal yüzeyde gerçekleştirilen bir preparasyon diş rijiditesini %14 ila %44 oranında azaltırken, mesio-oklüzo-distal (MOD) preparasyonlarda bu oran %20 ila %63 seviyelerine çıkabilmektedir. Bu gibi sınırlı miktarda kalan sağlam dokuyla restoratif tedavi planlaması yapmak klinik olarak oldukça güçtür. Bu nedenle, kalan sağlam diş dokusunun maksimum düzeyde korunması, restoratif stratejilerin temel prensibi olmalı ve mümkün olan en konservatif yaklaşım tercih edilmelidir (Belli vd., 2015).

Endodontik tedavili bir dişin koronal restorasyonu, kök kanal tedavisinin başarısı için önemli bir aşamadır. Kök kanal tedavisinin uzun vadeli başarısı, koronal restorasyon tarafından sağlanan iyi bir sızdırmazlıkla doğrudan ilişkilidir. Ayrıca dişin kalan sert doku miktarı, koronal restorasyon tercihlerinin belirlenmesinde önemli bir parametredir (Afrashtehfar vd., 2017).

Geniş madde kayıplı endodontik tedavili dişlerin koronal restorasyonları için indirekt ve direkt restorasyon seçenekleri mevcuttur. Bununla birlikte daha fazla doku kaybına neden olmadan, mevcut diş dokusunu koruyarak sızdırmaz bir restorasyon yapabildiğimiz direkt restorasyonlar günümüzde sıklıkla tercih edilmektedir (Soares vd., 2008). Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar, amalgamlar, kompozit rezinler, siloran bazlı kompozit rezinler, bulk fill kompozitler, kısa fiber ilave edilmiş kompozit rezinler ve polietilen fiber destekli kompozit rezinler direkt restorasyonların yapımında kullanılmaktadır (Belli vd., 2015). Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların Sınıf I ve II kavitelerde mikrohibrit kompozitlerle benzer performans gösterdiği bildirilmiştir (Gurgan vd., 2015). Bununla birlikte bu materyallerin geniş madde kayıplı endodontik tedavili dişlerin restorasyonlarında klinik performanslarına dair literatürde yeterli veri mevcut değildir. Geçmişte hem vital hem de endodontik

tedavili dişlerin direkt restorasyonlarında sıklıkla tercih edilen amalgam materyaller ise günümüzde sınırlı endikasyonlarda kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca amalgamla restore edilen madde kaybı fazla olan dişlerde zamanla mevcut diş dokusunda kırılmalar gözlemlendiği bildirilmiştir (Soares vd., 2008).

Endodontik tedavili dişlerde mevcut diş dokusunu korumak amacıyla direkt kompozit rezin restorasyonlar sıklıkla tercih edilmektedir (Soares vd., 2008) Güncel literatüre göre, direkt kompozit restorasyonlar, mevcut sert diş dokusunu korumaları, estetik olarak tatmin edici olmaları, yeterli mekanik dayanıklılık sağlamaları ve intrakoronal güçlendirme sunmaları nedeniyle kök kanal tedavisi görmüş dişlerin restorasyonunda önerilmektedir (Belli vd., 2015). Restorasyonların en az 5 yıl takip edildiği retrospektif bir klinik çalışmada, adeziv teknikler kullanılarak kompozit ile restore edilen endodontik tedavili dişlerin başarılı performans gösterdiği bildirilmiştir (Dammachke vd., 2013). Bununla birlikte, kompozit rezinlerin başlıca dezavantajları olan restorasyon kırılmaları, restorasyon kenarlarında oluşan bozulmalar ve polimerizasyon büzülmesi klinisyenler için hâlâ önemli bir endişe kaynağıdır. Polimerizasyon büzülmesi, diş-restorasyon ara yüzeyinde bir gerilime neden olmaktadır. Bu gerilim bağlanma kuvvetini aştığında adeziv başarısızlığa (debonding) neden olabilir. Bu durum, aynı zamanda kuspal defleksiyonu ve diş kırılma riskini artırmaktadır. Özellikle endodontik giriş kavitesi ve aksiyel duvar kaybı ara yüzeydeki gerilimi iki katına çıkarır. Bu nedenle, endodontik tedavili dişlerde direkt kompozit restorasyon sırasında, kalan diş dokusunda ve bağlantı yüzeylerinde oluşan gerilimi azaltmaya yönelik yaklaşımlar, klinik başarı açısından büyük önem taşımaktadır (Taha vd., 2009).

Direkt kompozit restorasyonlarda polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak meydana gelen bağlantı yüzeylerindeki gerilimleri azaltmak, restorasyonun kırılma direncini artırmak ve mevcut diş dokusunda meydana gelebilecek katastrofik başarısızlıkların önüne geçebilmek için fiberle güçlendirilmiş kompozit restorasyonlar günümüzde yaygın olarak tercih edilmektedir. Belli ve arkadaşlarının yaptığı bir in vitro çalışmada, MOD kaviteli endodontik dişlere fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin restorasyonlar uygulanmıştır. Kompozit restorasyonların polietilen fiberle güçlendirilmesinin, dişin kırılma direncini anlamlı düzeyde artırdığı ve dentindeki bağlantıyı güçlendirdiği bildirilmiştir (Belli, Dönmez, vd., 2006). Bir başka çalışmada, MOD kaviteli ve endodontik giriş kavite preparasyonuna sahip molar dişlerde fiberle

güçlendirilmiş kompozit restorasyonların kusp defleksiyonunu azalttığı rapor edilmiştir (Akman vd., 2011).

Kompozit restorasyonların güçlendirilmesinde sıklıkla tercih edilen polietilen fiberlerin klinik başarısında, sahip oldukları patentli leno örgü yapısı önemli bir rol oynamaktadır. Kilit dikiş özelliğine sahip bu özel örgü yapısı dişe uygulanan kuvvetlerin etkili bir şekilde dağıtılmasına olanak sağlar. Ayrıca polietilen fiberlerin elastik yapısı ve morfolojisi, kavite duvarlarının konturlarına uyum sağlamasını kolaylaştırır (Tuloglu vd., 2009; (de Toubes vd., 2025). Bu çalışmada da bir polietilen fiber olan Ribbond kompozit restorasyonların güçlendirilmesi için tercih edilen fiber çeşididir.

Fiberlerin pulpa tabanındaki yerleşimi ve yönelimi tek yönlü veya çift yönlü olarak düzenlenebilmektedir. Ancak, kompozit rezin restorasyonlarda çatlak ilerlemesini en aza indirmek ve yük direncini maksimize etmek için fiberlerin en ideal yerleştirme şekli hâlâ netlik kazanmamıştır (de Freitas vd., 2002). Yapılan çalışmalar, farklı kavite tasarımlarında, çeşitli fiber yönelimleri ile uygulanan direkt kompozit rezin restorasyonların karşılaştırılmasına odaklanmıştır (“Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite”, 2004). Fiberlerin tüm avantajlarından en iyi şekilde yararlanılabilmesi için hangi yönde yerleştirilmeleri gerektiğini belirleyen klinik sonuçlar hâlen yetersizdir. Kliniğimize restorasyon ihtiyacı sebebiyle başvuran endodontik tedavili posterior dişlerde 2 ve 3 duvarın eksik olduğu durumlarda sirküler (O), mesial ve distal duvarın eksik olduğu durumlarda mesiodistal yönde ‘I’ şeklinde ve bukkal ve lingual duvarın eksik olduğu durumlarda bukkolingual ‘I’ şeklinde polietilen fiber şeritler yerleştirilip restorasyon tamamlanır. Bu çalışmamızda 3 farklı yönde fiber şerit yerleştirerek kompozitle restore edilen endodontik tedavili dişlerin klinik takibi yapılmıştır.

Fiberle güçlendirilmiş kompozit restorasyonlar yapılırken fiber şeritlerin kavite duvarlarına daha iyi adapte olması için akıcı kompozitlerin kullanılması önerilmektedir (Deliperi & Bardwell, 2009). Literatürde, polietilen fiber şeritlerin, ince bir akışkan kompozit tabakası içerisinde gömülü olarak yerleştirilmesi önerilmektedir (Belli, Erdemir, vd., 2006). Son dönemde inorganik doldurucu oranları arttırılmış, gelişmiş mekanik ve fiziksel özelliklere sahip yeni nesil akıcı kompozitler bu amaçla sıklıkla tercih edilmektedir (Elsahn vd., 2023). Bizim çalışmamızda

polietilen fiber şeritler, yüksek dolduruculu G-aenial Injectable kompozitlerle kavite duvarlarına yerleştirilmiştir.

Estetik beklentilerin artmasıyla birlikte geniş bir kullanım alanı bulan kompozit materyallerin inorganik-organik matriks bileşenleri geliştirilerek hem fiziksel hem mekanik olarak daha dirençli hale getirilmektedir. Günümüzde, mikrohibrit veya nano hibrit yapıda olup, farklı partikül boyutları ve şekillerinin kombinasyonunu içeren universal kompozitler geniş bir kullanım alanına sahiptir. Universal kompozit rezinlerin, geniş renk skalası ve translusens özellikleri, yüksek kırılma direnci ve aşınma dayanımı gibi avantajlı özellikleri hem anterior hem de posterior bölgelerde uzun ömürlü restorasyonların yapılmasına imkan sunar (Gurgan vd., 2022). Bizim çalışmamıza dahil edilen restorasyonların yapımında da universal nanohibrit kompozit olan G-aenial ACHORD kullanılmıştır.

Adezyon aşaması, kompozit rezin restorasyonların başarısını etkileyen başlıca unsurlardan biridir. Bu nedenle, restorasyonda kullanılacak adeziv sistemlerin doğru belirlenmesi büyük önem taşır. Kullanılan adeziv materyaller, kompozit rezinlerin dış yüzeyine bağlanmasında ve dolayısıyla restorasyonun klinik başarısında kritik bir rol oynar. Dental adezyon alanında iki temel yaklaşım bulunmaktadır: Etch-and-rinse ve self-etch sistemler. Self-etch adezivlerin içerisinde bulunan asitler, fosforik asit kadar güçlü olmadığı için minerde oluşturdukları adezyon genellikle daha zayıf kalmaktadır. Bu durum, zamanla restorasyonların özellikle mine sınırlarından ayrılmasına yol açabilmektedir. Günümüzde bu durumun önüne geçmek amacıyla, self-etch adezivlerin uygulanmasından önce yalnızca mine kenarlarına selektif asitleme yapılması önerilmektedir (Peumans vd., 2010).

Devital dentin, odontoblastik uzantılardan ve kolajen tabakasından yoksun olduğundan, mevcut adeziv uygulamalar sonrası oluşan hibrit tabakası, klasik hibrit tabakadan farklılık gösterir. Ayrıca kök dentini ile temas eden endodontik patlar, sodyum hipoklorit ve hidrojen peroksit gibi irrigasyon ajanlarının dentin geçirgenliğini etkileyebileceği bildirilmiştir (Deliperi vd., 2005). Son dönemde, hidroksiapatit kristalleri ile kimyasal bağ kurabilen 10-metakriloiloksidekil dihidrojen fosfat (MDP) monomeri, hem iki aşamalı self-etch hem de universal adeziv sistemlerin formülasyonuna eklenmektedir. Bu monomerin yaptığı kimyasal bağ sonrası yüzeyde mekanik dayanıklılığı artıran bir nano tabaka oluşturduğu belirtilmiştir. Oluşan nano

tabaka içerisinde stabil MDP-Ca tuzlarının birikiminin, uzun süreli adeziv dayanıklılık açısından olumlu katkı sağladığı söylenmiştir (Yoshida vd., 2012). Bizim çalışmamızda da 2 aşamalı bir self-etch adeziv olan Clearfil SE Bond uygulanmıştır.

Yapılan restorasyonların fiziksel ve mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla in vivo ve in vitro çalışmalar gerçekleştirilmektedir. İn vitro çalışmalar, standardizasyonun sağlanmasının kolay olması ve hastaya bağlı faktörlerin etkisini azaltması gibi avantajları nedeniyle araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalarda materyallerin mekanik direnci, fiziksel özellikleri ve biyouyumlulukları değerlendirilir. İn vitro çalışmalarda ağız ortamının tükürük, sıcaklık değişimi, mikroorganizmalar ve oklüzal yükler gibi dinamik özellikleri taklit edilmeye çalışılmaktadır; ancak bire bir aynı koşulların laboratuvar ortamına yansıtılması mümkün değildir (Kielbassa vd., 2016). Bununla birlikte, standardizasyonun zor olduğu, uzun dönem hasta takibi yapılması gereken in vivo çalışmalar restorasyonların ağız içindeki performansının değerlendirilmesi için gereklidir (De Munck vd., 2005).

Restorasyonların klinik performanslarının değerlendirilmesi için retrospektif, prospektif, randomize kontrollü ve gözlemsel takip çalışmaları yapılmaktadır. Retrospektif çalışmalarda hasta standardizasyonunu sağlamak güçtür ve bu durum çalışmaların güvenilirliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Prospektif randomize kontrollü çalışmalar geleceğe dönük çalışmalardır ve çalışma öncesi değerlendirilecek olan parametreler belirlenmektedir (Opdam vd., 2014; Randall & Wilson, 1999). Gözlemsel çalışmalar ise randomize kontrollü çalışmaların aksine, hastaları ya da dişleri farklı tedavilere rastgele atamaz; tedavi uygulamaları, genellikle pratik gerekçelerle, klinikte anlık olarak tedaviyi yapan hekim ve hastaya bağlı şekilde belirlenir ("Clinical studies in restorative dentistry: Design, conduct, analysis", 2018). Bu tez çalışması da gözlemsel klinik takip çalışması olarak tasarlanmıştır.

Literatürde hem vital hem de endodontik tedavili dişlerin klinik takiplerinin yapıldığı çalışmalar değerlendirildiğinde klinik takip sürelerinin geniş bir aralıkta olduğu görülmektedir. Endodontik tedavili dişlere yapılan direkt kompozit restorasyonların klinik olarak 18 yıla kadar takip edildiği çalışmalar mevcuttur (Blalock vd., 2006; da Rosa Rodolpho vd., 2006; Gaengler vd., 2001; Santos vd., 2004); (Pontoriero vd., 2021). Bu tez çalışmasında ise 3 farklı yönde polietilen fiber yerleştirilerek yapılan direkt kompozit restorasyonların 6 aylık ve 1 yıllık klinik

takipleri sunulmaktadır.

Direkt kompozit restorasyon yapımında izolasyon için; pamuk rulolar, retraksiyon kordu, teflon bant, tükruk emici ve rubber dam kullanılmaktadır. Rubber dam kullanımının, operatif alanın görünürlüğünü ve erişimini iyileştirmek, hastayı dental aletlerin ve materyallerin kazara yutulmasından veya aspire edilmesinden korumak ve operatif alanın kontaminasyon olasılığını azaltmak gibi avantajlı özellikleri mevcuttur (Kemoli vd., 2012). Diğer izolasyon metotlarıyla karşılaştırıldığında rubber dam kullanımının restorasyonun başarısına anlamlı bir katkı göstermediğini bildiren çalışmalar literatürde görülmektedir (Raskin vd., 2000). Falacho ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada ise rubber dam izolasyonunun, adeziv sistemden bağımsız olarak diş dokusuna bağlantıda olumlu yönde önemli bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle araştırmacılar, adeziv prosedürler uygulanırken rubber dam izolasyonunun uygulanması tavsiye etmektedir (Falacho vd., 2023). Bu bilgiler doğrultusunda bizim çalışmamızda yapılan tüm restorasyonlar rubber dam izolasyonu altında gerçekleştirilmiştir.

Sınıf II direkt kompozit restorasyonlarda, interdental anatomi dikkat edilmesi gereken önemli konulardan biridir. Restorasyonun proksimal çıkış profili ve kontakt alanı, ark devamlılığını en üst düzeye çıkaracak ve gıda birikimini en aza indirecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu konudaki yetersizlikler çiğneme bozukluğu, çürük, periodontal problemler ve dişlerin istenmeyen hareketleri ile sonuçlanabilir. Diş hekimleri gerekli restoratif kriterleri karşılayan bir proksimal yüzey oluşturmalarına izin veren bir protokol izlemelidir. Pre-wedging, interproksimal boşluk, matriks bandının doğru seçimi, konumlandırılması ve stabilizasyonu bu protokolün önemli adımlarıdır (Peumans vd., 2021). Bizim çalışmamızda matriks sistemi olarak; Supermat Matriks Sistemi (Kerr/USA), Tofflemire Konturlu Matrix (Kerr/USA), Quickmat Deluxe Bölümlü Matriks Sistemi (Polydentia/İsviçre), Saddle Konturlu Metal Matrix, (TorVm/Rusya) ve tahta/anatomik plastik kama (Interdental Ahşap Kama, TorVm/Rusya, Plastik Kama, Citisen, China) kullanılmıştır.

Her kompozit rezin, ideal polimerizasyon seviyesine ulaşabilmek için belirli bir miktarda ışık enerjisine ihtiyaç duyar. Bu enerjinin sağlanabilmesi amacıyla, üretici firmalar tarafından her kompozit rezin materyali için belirli bir ışık gücüne sahip dental ışık cihazı ile uygulanması gereken minimum polimerizasyon süresi belirtilmektedir.

Bu süre, materyalin rengine (shade) bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Enerjiyi sabit tutmak adına ışık gücünün artırılıp polimerizasyon süresinin azaltılması, yeterli miktarda fotobaşlatıcının aktive olmasını engelleyebilir ve bunun sonucunda materyalin yetersiz kürlenmesine neden olabilir. Işıkla sertleştirmenin etkinliğini etkileyen diğer faktörler arasında; ışık kaynağı ucunun restorasyon yüzeyine olan mesafesi, uç çapı, ışık huzmesinin homojenliği ve ışık kaynağının restorasyon yüzeyine olan açısı yer almaktadır. Ayrıca, kullanılan ışığın dalga boyunun, kompozit materyalde bulunan fotobaşlatıcının maksimum absorpsiyon aralığıyla uyumlu olması büyük önem taşımaktadır. Günümüzde piyasada bulunan çok sayıda ışıkla polimerizasyon cihazı arasında, çok dalga boylu (multiwave) LED cihazlar, farklı dalga boylarında ışık yayabilme özellikleri sayesinde çok yönlü kullanım imkânı sunan sistemlerdir (Frazier vd., 2020). Günümüzde yaygın olarak üçüncü nesil LED ışık cihazları tercih edilmektedir. Bu cihazlar, yaklaşık 395–480 nm aralığında dalga boyuna sahip ve 1000 mW/cm² düzeyinde ışık yoğunluğu üretebilmektedir. Mevcut literatürde yer alan çeşitli çalışmalar, bu yeni nesil LED sistemlerin, halojen esaslı ışık kaynaklarına kıyasla daha üstün performans sergilediğini ortaya koymaktadır (Pelissier vd., 2011). Bu restorasyonların yapıldığı kliniğimizde de yüksek ışık şiddeti ve geniş dalga boyu aralığıyla etkinliği kanıtlanmış üçüncü nesil LED ışık cihazlarından biri olan Valo (Ultradent, ABD) kullanılmaktadır.

Kompozit rezinlerin ağız içinde uzun dönem sağkalım gösterebilmesi için bitirme ve polisaj işlemlerinin optimum şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Düşük yüzey pürüzlülüğü; kompozit rezinlerin estetik görünümünü ve klinik başarısını artırırken, pürüzlü yüzeyler plak birikimine, sekonder çürüklere ve restorasyonun renklenmesine neden olmaktadır (“The effect of different finishing and polishing techniques on surface roughness and gloss of two nanocomposites”, 2018). Kompozit rezin restorasyonların bitim ve polisaj aşamalarında farklı özelliklere sahip çeşitli sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemler, içeriklerindeki aşındırıcı partiküllerin tipi, yapısı, görünümü ve sertlik derecelerine göre önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Klinik başarıyı artırmak için, kompozit restorasyonlarda yeterli yüzey pürüzsüzlüğünü sağlayabilecek bitirme ve polisaj sistemlerinin etkinliğini bilmek büyük önem taşımaktadır (St-Pierre vd., 2019). Aydın ve arkadaşlarının bitirme ve polisaj sistemlerinin kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi üzerine etkisine baktığı in vitro çalışmada alüminyum oksit içeren OptiDisc (Kerr, İsviçre) bitim ve

polisaj sistemin en düşük yüzey pürüzlülüğü gösterdiği görülmüştür (Aydın vd., 2021). Choi ve arkadaşlarının bitim ve polisaj işlemlerinden sonra kompozit yüzeyinde renklenme oluşumuna baktığı bir in vitro çalışmada ise Enhance (Dentsply/Canada) polisaj lastik sistemleri ile bitirilen kompozit yüzeylerindeki renk değişim düzeyi en düşük olduğu görülmüştür (Choi vd., 2005). Bizim çalışmamızda da bitim ve polisaj işleri için OptiDisc (Kerr, İsviçre) ve Enhance polisaj lastikleri(Dentsply/Canada) birlikte kullanılmıştır.

Restorasyonların takip ve kontrol randevularında değerlendirilecek parametrelerin seçilmesi ve başarılı veya başarısız olma durumlarının açıklanarak belirlenmesi önemli bir konudur. Restorasyonların değerlendirilmesini standartlaştırmak için diş hekimleri tarafından klinik değerlendirmelerin bir parçası olarak restorasyonları iyi, onarım gerektiren veya değiştirilmesi gereken şeklinde sınıflandırmak için kullanılabilecek çeşitli kriterler önerilmiştir (Bücher vd., 2015). Bu amaçla oluşturulan kriterler arasında ABD Halk Sağlığı Servisi (USPHS) veya Ryge kriterleri ve Dünya Diş Hekimliği Federasyonu (FDI) kriterleri yer almaktadır. Bu sistemler restorasyonların biyolojik, estetik ve fonksiyonel özelliklerini detaylı şekilde değerlendirmektedir (Hickel vd., 2010); (Marquillier vd., 2018); (Cvar & Ryge, 1971).

Modifiye USPHS kriterleri renk uyumu, marjinal renklenme, anatomik form, marjinal adaptasyon, sekonder çürük, yüzey yapısı , retansiyon ve postoperatif hassasiyet kategorilerinde restorasyonları inceler ve her kategori için restorasyonlara skor verilir: A (Alfa)- klinik olarak ideal olan restorasyon, B (Bravo)- idealden küçük sapmalar gösteren ancak yine de kabul edilebilir restorasyon (Sekonder çürük hariç), C (Charlie)- gelecekteki hasar olasılığını engellemek için değiştirilmesi gereken restorasyon ve D (Delta)- derhal değiştirilmesi gereken restorasyon şeklinde restorasyonlar değerlendirilir (Marquillier vd., 2018). Bizim çalışmamızda, değerlendirme kriteri olarak modifiye USPHS (United States Public Health Service) sistemi tercih edilmiştir. Bu sistem, yaygın olarak kullanılması ve uygulanmasının pratik olması, farklı çalışmalarla karşılaştırmalı analiz yapılmasına olanak sağlaması nedeniyle tercih edilmiştir. Klinik değerlendirmeler, takip randevularında kalibrasyonu yapılmış ve alanında deneyimli bir diş hekimi tarafından gerçekleştirilmiştir. Bizim çalışmamızda, endodontik tedavili dişlere direkt kompozit restorasyon yapıldığı için postoperatif hassasiyet kriteri değerlendirme dışı

bırakılmıştır.

Literatürde farklı yönlerde polietilen fiber (Ribbond) yerleştirilerek yapılan kompozit restorasyonların değerlendirildiği in vitro çalışmalar mevcuttur. Agrawal ve arkadaşlarının yaptığı in vitro çalışmada MOD kaviteye sahip endodontik tedavili maksiller premolar dişlere 6 farklı şekilde (Grup I: Yalnızca G-aenial Posterior, Grup II: G-aenial Posterior+Gingival ve pulpal tabana yatay Ribbond yerleştirilmesi, Grup III: G-aenial Posterior+Sadece pulpal tabana yatay Ribbond yerleştirilmesi, Grup IV: G-aenial Posterior+Gingival ve pulpal tabana dikey Ribbond yerleştirilmesi, Grup V: G-aenial Posterior+Ribbond parçacıkları, Grup VI: Yalnızca EverX Posterior) direkt kompozit restorasyonlar yapılmıştır. Sonrasında bu dişlerin laboratuvar ortamında kırılma dirençleri test edilmiştir. Sonuç olarak ise anlamlı şekilde en yüksek kırılma direncini Grup 2 ve onu takiben Grup 3'ün gösterdiği bildirilmiştir (Agrawal vd., 2022). Bizim çalışmamızda MD yönde ribbond yerleştirilen grup ile Agrawal ve arkadaşlarının çalışmasındaki Grup 3, ribbond yerleşimi açısından benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada kırılma direncine bakılmış olup bizim çalışmamızda ise klinik ortamda kırılma direncine paralel şekilde marjinal adaptasyon, retansiyon ve anatomik form kriterleri modifiye USPHS'e göre değerlendirilmiştir. Çalışmamızda MD yönde ribbond yerleştirilen grubun 12 aylık takibinde retansiyon, marjinal adaptasyon ve anatomik form kriterleri açısından klinik olarak başarılı olduğu görülmüştür.

Karadağ ve arkadaşlarının yaptığı in vitro bir çalışmada endodontik tedavili MOD kaviteli molar dişlere 8 farklı şekilde kompozit restorasyon yapılmıştır. Gruplar, fiber şerit kullanımına göre dört ana gruba ayrılmıştır: Fiber kullanılmayan, bukkolingual yönde yerleştirilen, mesiodistal yönde yerleştirilen ve tüm duvarlara "O" şeklinde yerleştirilen fiber şerit uygulamaları. Bu in vitro çalışmanın sınırlılıkları dâhilinde geniş MOD kaviteye sahip dişlerin tedavisinde, polietilen fiberin farklı pozisyonlarda uygulanması kırılma direnci üzerinde anlamlı bir fark oluşturmamıştır. (Karadağ & Erdal, 2025).

Ramirez ve arkadaşlarının yaptığı bir in vitro çalışmada ise endodontik tedavili 100 adet maksiller premolar diş, kavite tasarımına göre iki gruba ayrılmıştır: mesio-oklüzö-distal (MOD) ve oklüzö-bukkal (OB). Her bir grup, pulpa tabanına yerleştirilen polietilen fiberlerin yönelimine göre beş alt gruba ayrılmıştır (n=10). Bu yönelimler:

1. Mezio-distal tek yönlü yatay, 2. Bukko-palatinal tek yönlü dikey, 3. Bukko-palatinal ve mezio-distal çift yönlü, 4. Kavite duvarlarını çevreleyen dairesel (çevresel) ve 5. Fiber içermeyen kontrol grubu şeklindedir. Tüm kaviteler, fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin ve konvansiyonel kompozit rezin materyalleri ile restore edilmiştir. Ardından, tüm örnekler universal test cihazı ile kırılma oluşana kadar kuvvet uygulanmış ve meydana gelen kırıklar onarılabilir ya da katastrofik (onarılmaz) kırık olarak sınıflandırılmıştır. Restorasyonlara farklı yönelimlerde fiber uygulanması endodontik tedavili maksiller premolar dişlerin kırılma direncini anlamlı düzeyde etkilememiştir. MOD ve oklüzo-bukkal (OB) kavitelerde mesio-distal, bukko-palatinal yönde tek fiber uygulanmasına göre dairesel ya da mezio-distal ve bukko-palatinal yönde (çift fiber) fiber yerleştirilmesi daha olumlu (onarılabilir) kırık tipleri ile sonuçlanmıştır (Ramírez-Gómez vd., 2024).

Yukarıdaki iki in vitro çalışmayla klinik sonuçlarımızı birebir karşılaştırmamız mümkün değildir. Bununla birlikte; her iki çalışmada da fiberin yönünün restorasyonun kırılma direncini etkilemediği bildirilmiştir (Karadağ & Erdal, 2025; Ramírez-Gómez vd., 2024). Bizim çalışmamızda da farklı yönlerde fiber uygulanan gruplar 12 ay sonunda benzer klinik performans göstermiştir.

Albar ve arkadaşlarının yaptığı bir in vitro çalışmada; fiber desteksiz ve Ribbond ile güçlendirilmiş sınıf II kompozit rezin restorasyonların kırılma dirençleri karşılaştırılmış ve fiberlerin kavite içerisindeki yerleşimlerinin kırılma direnci üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, yeni çekilmiş 60 adet insan dişi rastgele olarak dört gruba ayrılmıştır (n = 13). Grup I: Kontrol grubu (yalnızca nanohibrit kompozit ile restore edilmiş), Grup II: Ribbond aksiyal duvar üzerine yerleştirilmiş, Grup III: Ribbond gingival tabana yerleştirilmiş ve Grup IV: Ribbond hem aksiyal duvar hem pulpal/gingival tabana yerleştirilmiştir. Tüm örnekler, ağız ortamını taklit etmek amacıyla termal döngüye tabi tutulmuştur. Kırılma dayanımları, universal test cihazı ile maksimum yük altında ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda, sınıf II direkt kompozit rezin restorasyonların Ribbond ile güçlendirilmesinin restorasyonların kırılma direncini arttırdığı bildirilmiştir. Fakat yalnızca fiberlerin kavitenin aksiyal, gingival ve pulpal iç yüzeylerine birlikte yerleştirildiği durumda istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu görülmüştür. Ribbond'un hem aksiyal duvar hem de pulpal/gingival tabana yerleştirilmesi, fiberlerin yalnızca aksiyal duvara veya gingival

tabana uygulanmasına kıyasla daha yüksek kırılma direnci sağlamış olsa da, bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür (Albar & Khayat, 2022). Bu çalışmada kavitelere standardizasyon mevcuttur ve farklı yönelimde fiberler aynı oranda madde kaybına sahip dişlerde uygulanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına bakarak, kavite duvarlarına yerleştirilen fiber miktarının artması kırılma direncini artırır diyebiliriz. Bizim çalışmamızda ise fiber yönelimleri mevcut diş dokusu miktarına göre belirlenmiştir. ‘O’ şeklinde çevresel fiber yerleştirilen dişlerdeki madde kaybı MD ve BL yönde fiber yerleştirilen dişlerden daha fazladır. Bununla birlikte 12 ayın sonunda tüm restorasyonlar kabul edilebilir ve benzer klinik performans göstermiştir.

Özüdoğru ve Tosun’un yaptığı in vitro çalışmada; molar dişlerdeki MOD kavitelere uygulanan farklı fiber yerleştirme yöntemlerinin kırılma direnci ve mikrosızıntı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada, kırılma direnci ve mikrosızıntı test grubu olmak üzere iki bölümde araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Toplam 110 adet çekilmiş üçüncü molar diş rastgele olarak gruplara ayrılmıştır. Çalışma grupları: Grup 1; yalnızca kompozit restorasyon (G-aenial Posterior, GC), Grup 2; kaviteye Ribbond yerleştirilmesi+kompozit restorasyon, Grup 3; kavitenin iç duvarlarına çevresel olarak Ribbond yerleştirilmesi+kompozit restorasyon şeklinde planlanmıştır. Laboratuvar testlerinin ardından grupların mikrosızıntı değerleri, kırılma dayanımı ve kırık tipleri değerlendirilmiştir. Kırılma dayanımı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. 2. ve 3. grup dişlerde, 1. gruba kıyasla daha fazla restore edilebilir kırık tipi gözlenmiştir. Mikrosızıntı açısından değerlendirildiğinde, 2. ve 3. grup restorasyonların mikrosızıntı değerleri, 1. gruba göre anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur, ancak bu iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Bu bulgular doğrultusunda, MOD kavite restorasyonlarında polietilen fiber kullanımının kompozit restorasyonlara avantaj sağladığı görülmüştür (Özüdoğru & Tosun, 2022). Bu çalışmada araştırılan kırılma direnci ve mikrosızıntı bulguları klinik parametre olarak retansiyon, marjinal adaptasyon, marjinal renk uyumu ve sekonder çürük parametreleriyle ilişkilendirilebilir. Bu doğrultuda, çalışmanın sonuçlarıyla bizim sonuçlarımızın paralellik gösterdiği söylenebilir. Çalışmamızda tüm restorasyonlar Ribbond destekli yapılmıştır. 12. ayın sonunda yukarıda belirtilen tüm parametrelerde çalışma dışı bırakılan bir restorasyon dışında diğer tüm restorasyonlar başarılı performans

göstermiştir. İzlenen retansiyon kayıpları ve yüzey yapısı problemleri polisajla düzeltilmiştir.

Escobar ve arkadaşlarının yaptığı ‘Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Restorasyonların Kırılma Direnci: Sistemik Derleme ve Meta-Analiz’ çalışmasında son 10 yılda polietilen fiber kullanılarak yapılan in vitro çalışmalarının sonuçları değerlendirilmiştir. Polietilen fiberle güçlendirilmiş kompozit restorasyonların kırılma direnci, fiber içermeyen kompozit restorasyonlara ve restorasyon uygulanmamış kavite preparasyonlarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Ancak, hem fiber desteksiz hem de fiberle güçlendirilmiş kompozit restorasyonların kırılma direnci, sağlıklı dişlerin kırılma direncine göre daha düşük izlenmiştir. Kompozit restorasyonların fiber ile güçlendirilmiş hali, özellikle geniş kavite preparasyonlarına sahip ve ağız içinde yüksek stres altında bulunan posterior dişlerin koronal restorasyonları için uygun bir direkt restoratif yaklaşım olabileceği bildirilmiştir (Escobar vd., 2023).

Yukarıda bahsedilen tüm in vitro çalışmaların sonuçları göz önüne alındığında; endodontik tedavili ya da vital dişlere uygulanan direkt kompozit restorasyonların polietilen fiberle desteklenmesi, restorasyonların kırılma direncini artırırken; mikrosızıntı oranını azaltmaktadır (Agrawal vd., 2022; Karadağ & Erdal, 2025; Ramírez-Gómez vd., 2024; Albar & Khayat, 2022; Özüdoğru & Tosun, 2022; Escobar vd., 2023). Fiberin kavite içindeki pozisyonu ve uygulanan fiber miktarı restorasyonların kırılma direnci ve mikrosızıntı değerleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip değildir. Nihayetinde polietilen fiber kullanımı kompozit restorasyonların sağ kalım oranlarına pozitif etki yapmaktadır. Bununla birlikte in vitro çalışmaların desteklediği bu restoratif prosedürün klinik olarak sağlamasının yapılması gereklidir. Literatür incelendiğinde bu konuda yapılmış klinik araştırmalarının oldukça az sayıda olduğu görülmüştür. Tüm bunların doğrultusunda, çalışmamızda, in vitro çalışmaların önerdiği bu restoratif yaklaşımın klinik performansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Endodontik tedavili bir molar dişe yapılan Ribbond destekli direkt kompozit restorasyonun 3 yıllık klinik takibinin yapıldığı bir olgu sunumunda, 3 yılın sonunda restorasyonda herhangi bir problem izlenmediği bildirilmiştir (Deliperi, 2008). Deliperi ve arkadaşlarının yaptığı bir başka çalışmada, endodontik tedavili, Sınıf II

kaviteye sahip dişlerin Ribbond destekli direkt kompozit restorasyonlarının 1 yıllık klinik takibi sunulmuştur. Bu pilot çalışmada, toplam 35 dişin restorasyonunda Ribbond hangi kusp ve duvar eksikse o yönde yerleştirilmiştir. Kaviteler mikrohibrit bir kompozitle restore edilmiştir (Esthet-X, Dentsply/Caulk) Restorasyonlar modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Tüm restorasyonlar bir yıllık takip süresi sonunda başarılı klinik performans sergilemiştir. Ayrıca, yeterli koronal-radiküler restorasyon ile periapikal iyileşme arasında pozitif bir ilişki gözlemlenmiştir. Ancak, bu bulguların uzun vadede geçerliliğini desteklemek amacıyla, randomize kontrollü klinik çalışmalarla daha ileri düzeyde değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Deliperi & Bardwell, 2009).

Mohamed ve arkadaşlarının yaptığı klinik bir çalışmada MOD kaviteye sahip dişlere, everX posterior, Ribbond ve herhangi bir fiber kullanmadan Filtek Z250 nanohibrit kompozit ile direkt restorasyon yapılmış ve toplamda 45 restorasyon 18 ay boyunca takip edilmiştir. Çalışmada kaviteye uygun olarak kesilen polietilen fiber şeritler bukkal, lingual ve proksimal duvarları da kapsayacak şekilde dairesel olarak yerleştirilmiştir. Restorasyonlar modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Tüm restorasyonların 18 aylık takip süreci sonunda benzer ve başarılı klinik performans sergilediği görülmüştür (Mohamed vd., 2024).

Metwaly ve arkadaşlarının yaptığı klinik çalışmada ise, 240 adet endodontik tedavili diş gruplar eşit olacak şekilde 2'ye ayrılmıştır. Çalışmaya Sınıf II çürüklere sahip, bir veya iki proksimal duvar kaybı olan ve en az 2 mm duvar kalınlığına sahip molar dişler dahil edilmiştir. 1. grubun proksimal duvarlarına Ribbond yerleştirilmiş ve bulk fill kompozit (GrandioSO X-tra base) kullanılarak restorasyon tamamlanmıştır. 2. grupta herhangi bir fiber uygulaması olmadan kompozit restorasyon (GrandioSO) tamamlanmıştır. Restorasyonlar 6, 12 ve 24 aylık sürelerde modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda iki grubunda klinik olarak benzer ve başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Bu doğrultuda orta düzeyde madde kaybı olan dişlerde polietilen fiber kullanılmasının zaman alıcı ve maliyetli olduğu, ileri düzeyde madde kaybı olan durumlarda ise fiber kullanılmasının daha faydalı olacağı bildirilmiştir (Metwaly vd., 2024). Bizim çalışmamızda fiber desteksiz direkt kompozit restorasyonların değerlendirildiği bir grup mevcut değildir. Ayrıca gözlemsel olarak planladığımız bu klinik çalışmaya dahil edilen dişlerin duvar

kalınlığı standart değildir. Çalışmamıza dahil edilen dişlerde 2 mm den ince aksiyal duvar varlığında tüberkül indirgeme işlemi yapılmıştır. Sonuç olarak çalışmamızda, klinik prosedürde fiber destekli kompozit restorasyon yapılması uygun görülen dişlerin klinik takibi gerçekleştirilmiştir. Tüm bunlarla birlikte Metwaly ve arkadaşlarının bildirdiği, fiber desteksiz kompozit restorasyonların ve Ribbond ile güçlendirilmiş kompozit restorasyonların benzer klinik performans sergiledikleri verisi oldukça dikkat çekicidir. Bu doğrultuda, uygun endikasyonlarda kompozit restorasyonların fiberle desteklenmesinin restorasyonların klinik performanslarını arttırdığı ancak; yeterli duvar kalınlığına sahip (2 mm ya da fazla), orta düzeyde madde kayıplı dişlerde fiber uygulamasının kritik olmadığı söylenebilir.

Özüdoğru ve Tosun'un yaptığı klinik bir çalışmada, geniş çürük lezyonlarına sahip pediatrik hastaların birinci daimi molar dişlerinde, Ribbond destekli ve desteksiz direkt kompozit (G-aenial Posterior) restorasyonların 24 aylık klinik performansı değerlendirilmiştir. Toplamda 75 çocuk hastanın daimi molar dişlerine 75 adet Sınıf II restorasyon uygulanmıştır. Bu restorasyonlardan 38'i polietilen fiberin 'O' şeklinde yerleştirildiği ve 37'si fiber içermeyen (kontrol grubu) şekilde restore edilmiştir. Tüm restorasyonlar tek bir operatör tarafından uygulanmıştır. Restorasyonlar; retansiyon, renk uyumu, marjinal renklenme, anatomik form, marjinal adaptasyon, sekonder çürük oluşumu ve postoperatif hassasiyet yönünden modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirilmiştir. İki yılın sonunda, toplam 65 restorasyonun (Polietilen fiber içeren: 31; kontrol grubu: 34) takibi gerçekleştirilmiştir. İlk altı ay içerisinde hiçbir restorasyonda bir değişiklik gözlenmemiştir. Ancak, 24 aylık takip süresinin ardından her iki grupta da marjinal adaptasyon ve marjinal renklenme açısından küçük değişiklikler saptanmıştır. Bununla birlikte, tüm kriterler açısından tüm restorasyonlar benzer ve iyi klinik performans sergilemiştir (Özüdoğru & Tosun, 2023).

Yukarıda sunulan in vivo çalışmaların tümünde kaviteler için bir standardizasyon belirlenmiştir. Araştırmaların çoğunda fiberlerin yerleştirilme stratejisi bizim çalışmamızla benzer şekilde eksik duvar sayısı ve madde kaybına göre belirlenmiştir (Deliperi & Bardwell, 2009; Mohamed vd., 2024; Metwaly vd., 2024). Yalnızca bir çalışmada tek duvar kayıplı Sınıf II kavitelere standart şekilde çevresel ('O' şeklinde) fiber uygulanmıştır. Bununla birlikte çalışmalara dahil edilen diş tipi, restorasyon sayıları, takip süreleri ve çalışmalarda tercih edilen kompozit materyaller

farklılık gösterse de, bizim çalışmamızla paralel şekilde çalışmaların tümünde Ribbond destekli restorasyonlar klinik olarak başarılı performans göstermiştir. Bu bilgiler ışığında in vivo çalışmaların in vitro çalışmaların sonuçlarını desteklediği söylenebilir.

Çalışmamızın limitasyonları dahilinde, endodontik tedavili premolar ve molar dişlerde üç farklı yönde Ribbond yerleştirilerek uygulanan kompozit restorasyonlar 6 ve 12 aylık klinik takip sonucunda başarılı ve benzer sonuçlar göstermiştir. Bu doğrultuda çalışmanın başlangıç hipotezi kabul edilmiştir. Geniş madde kayıplı endodontik tedavili dişlerde Ribbond destekli kompozit restorasyonların klinik performanslarının araştırıldığı çalışmaların oldukça kısıtlı olması nedeniyle çalışmamızın verilerinin önemli olduğunu kanaatindeyiz. Ayrıca, çalışmamıza dahil edilen restorasyonların uzun dönemli takibinin yapılması ve sonuçlarının literatüre kazandırılması, kullanılan materyallerin klinik başarısının ve uygulanan restorasyon yönteminin etkinliğinin belirlenmesinde önemli bir kaynak olacaktır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Geniş madde kayıplı endodontik tedavili dişlerde 3 farklı yönde Ribbond yerleştirilerek yapılan direkt kompozit rezin restorasyonların modifiye USPHS kriterlerine göre başlangıç, 6 ve 12 aylık klinik takip değerlendirmelerinin sunulduğu çalışmamızda;

1. 12. ayın sonunda MD gruptaki bir restorasyon hastanın sert gıda ısırması sonrası kırılmış ve restorasyon yenilenmiştir. Çalışma dışı bırakılan bu restorasyon dışında Ribbond destekli diğer tüm kompozit restorasyonlar, retansiyon, renk uyumu, marjinal adaptasyon, marjinal renklenme, sekonder çürük, anatomik form ve yüzey yapısı kriterlerine göre değerlendirildiğinde benzer ve klinik olarak başarılı sonuçlar vermiştir.

2. 12. ayın sonunda hiçbir restorasyonda sekonder çürük izlenmemiştir. Bu sonuç geniş madde kayıplı dişlerde Ribbond destekli kompozit restorasyonların tercih edilebilir olduğunu göstermektedir.

3. Bu bilgiler doğrultusunda, geniş madde kayıplı endodontik tedavili dişlerin direkt kompozit restorasyonunda Ribbond kullanımının restorasyonların klinik sağkalımları üzerinde olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Bununla birlikte bu restorasyonların klinik başarıları hakkında genel bir geri bildirim yapabilmek için restorasyonların daha uzun süreli değerlendirilmesi ve daha fazla sayıda klinik çalışma yapılması gereklidir.

6. KAYNAKÇALAR

- Afrashtehfar, K. I., Ahmadi, M., Emami, E., Abi-Nader, S., & Tamimi, F. (2017). Failure of single-unit restorations on root filled posterior teeth: a systematic review. *International Endodontic Journal*, 50(10), 951-966. <https://doi.org/10.1111/iej.12723>
- Agrawal, V. S., Shah, A., & Kapoor, S. (2022). Effect of fiber orientation and placement on fracture resistance of large class II mesio-occluso-distal cavities in maxillary premolars: An study. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 25(2), 122-127. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_384_21
- Akman, S., Akman, M., Eskitascioglu, G., & Belli, S. (2011). Influence of several fibre-reinforced composite restoration techniques on cusp movement and fracture strength of molar teeth. *International Endodontic Journal*, 44(5), 407-415. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01843.x>
- Albar, N. H. M., & Khayat, W. F. (2022). Evaluation of Fracture Strength of Fiber-Reinforced Direct Composite Resin Restorations: An In Vitro Study. *Polymers*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/polym14204339>
- Albers, H. F. (2002). *Tooth-colored Restoratives: Principles and Techniques*. PMPH-USA. https://books.google.com/books/about/Tooth_colored_Restoratives.html?hl=&id=49XiGoM78dkC
- An update on glass fiber dental restorative composites: A systematic review. (2015). *Materials Science and Engineering: C*, 47, 26-39. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.11.015>
- Anusavice, K. J. (2003). *Phillips' Science of Dental Materials - eBook: Phillips' Science of Dental Materials* - eBook. Elsevier Health Sciences. https://books.google.com/books/about/Phillips_Science_of_Dental_Materials_eBo.html?hl=&id=ZtFwJCAiF3wC
- Aydın, N., Topçu, F.-T., Karaoğluoğlu, S., Oktay, E.-A., & Erdemir, U. (2021). Effect of finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of composite resins. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 13(5), e446-e454. <https://doi.org/10.4317/jced.58011>
- Barcelos, L. M., Bicalho, A. A., Veríssimo, C., Rodrigues, M. P., & Soares, C. J. (2017). Stress Distribution, Tooth Remaining Strain, and Fracture Resistance of Endodontically Treated Molars Restored Without or With One or Two Fiberglass Posts And Direct Composite Resin. *Operative Dentistry*, 42(6), 646-657. <https://doi.org/10.2341/16-224-L>
- Baroudi, K., & Rodrigues, J. C. (2015). Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, 9(6), ZE18-ZE24. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/12294.6129>
- Baysal, N., & Ayyıldız, S. (2015). SABİT BÖLÜMLÜ PROTEZLERDE FİBERLE GÜÇLENDİRİLMİŞ KOMPOZİT REZİN KULLANIMI. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 24(2), 315-325. <https://doi.org/10.17567/dfd.95336>
- Belli, S., Cobankara, F. K., Eraslan, O., Eskitascioglu, G., & Karbhari, V. (2006). The effect of fiber insertion on fracture resistance of endodontically treated molars with MOD cavity and reattached fractured lingual cusps. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*, 79(1), 35-41. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30508>
- Belli, S., Dönmez, N., & Eskitaşcioğlu, G. (2006). The effect of c-factor and flowable resin or fiber use at the interface on microtensile bond strength to dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 8(4), 247-253. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16958290>
- Belli, S., Eraslan, O., & Eskitascioglu, G. (2015). Direct restoration of endodontically treated teeth: A brief summary of materials and techniques. *Current oral health reports*, 2(4), 182-189. <https://doi.org/10.1007/s40496-015-0068-5>
- Belli, S., Erdemir, A., Ozcopur, M., & Eskitascioglu, G. (2005). 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>
- Belli, S., Erdemir, A., & Yildirim, C. (2006). Reinforcement effect of polyethylene fibre in root-filled teeth: comparison of two restoration techniques. *International Endodontic Journal*, 39(2), 136-

142. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01057.x>

- Bhuva, B., Giovarruscio, M., Rahim, N., Bitter, K., & Mannocci, F. (2021). The restoration of root filled teeth: a review of the clinical literature. *International Endodontic Journal*, 54(4), 509-535. <https://doi.org/10.1111/iej.13438>
- Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. (1994). *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 71(6), 565-567. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(94\)90438-3](https://doi.org/10.1016/0022-3913(94)90438-3)
- Blalock, J. S., Chan, D. C. N., Browning, W. D., Callan, R., & Hackman, S. (2006). Measurement of clinical wear of two packable composites after 6 months in service. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(1), 59-63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2006.01540.x>
- Bottenberg, P., Alaerts, M., & Keulemans, F. (2007). A prospective randomised clinical trial of one bis-GMA-based and two ormocer-based composite restorative systems in class II cavities: three-year results. *Journal of Dentistry*, 35(2), 163-171. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2006.07.002>
- Bowen, R. L. (1963). Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *Journal of the American Dental Association* (1939), 66, 57-64. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1963.0010>
- Braden, M., Davy, K. W., Parker, S., Ladizesky, N. H., & Ward, I. M. (1988). Denture base poly(methyl methacrylate) reinforced with ultra-thin modulus polyethylene fibers. *British Dental Journal*, 164(4), 109-113. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4806373>
- Bücher, K., Metz, I., Pitchika, V., Hickel, R., & Kühnisch, J. (2015). Survival characteristics of composite restorations in primary teeth. *Clinical Oral Investigations*, 19(7), 1653-1662. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1389-9>
- Burgess, J., & Cakir, D. (2010). Comparative properties of low-shrinkage composite resins. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 31 Spec No 2, 10-15. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20521569>
- Burgess, J. O., Walker, R., & Davidson, J. M. (2002). Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 465-479. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12412962>
- Cadenaro, M., Maravic, T., Comba, A., Mazzoni, A., Fanfoni, L., Hilton, T., Ferracane, J., & Breschi, L. (2019). The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 35(1), e1-e22. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.012>
- Caughman, W. F., & Rueggeberg, F. A. (2002). Shedding new light on composite polymerization. *Operative Dentistry*, 27(6), 636-638. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12413231>
- Choi, M.-S., Lee, Y.-K., Lim, B.-S., Rhee, S.-H., & Yang, H.-C. (2005). Changes in surface characteristics of dental resin composites after polishing. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine*, 16(4), 347-353. <https://doi.org/10.1007/s10856-005-0634-9>
- Chrepa, V., Konstantinidis, I., Kotsakis, G. A., & Mitsias, M. E. (2014). The survival of indirect composite resin onlays for the restoration of root filled teeth: a retrospective medium-term study. *International Endodontic Journal*, 47(10), 967-973. <https://doi.org/10.1111/iej.12242>
- Chuang, S.-F., Yaman, P., Herrero, A., Dennison, J. B., & Chang, C.-H. (2010). Influence of post material and length on endodontically treated incisors: an in vitro and finite element study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 104(6), 379-388. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(10\)60171-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60171-0)
- Clinical studies in restorative dentistry: Design, conduct, analysis. (2018). *Dental Materials*, 34(1), 29-39. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.09.009>
- Condon, J. R., & Ferracane, J. L. (2000). Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. *Journal of the American Dental Association* (1939), 131(4), 497-503. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2000.0207>
- Craig, R. G., O'Brien, W. J., & Powers, J. M. (1992). *Dental Materials: Properties and Manipulation*. https://books.google.com/books/about/Dental_Materials.html?hl=&id=qti1MgEACAAJ
- Craig, R. G., & Powers, J. M. (2002). *Restorative Dental Materials*. https://books.google.com/books/about/Restorative_Dental_Materials.html?hl=&id=yS9qAAAAMAAJ

- Cvar, J. F., & Ryge, G. (1971). *Criteria for the Clinical Evaluation of Dental Restorative Materials*. <https://play.google.com/store/books/details?id=skBqAAAAMAAJ>
- Czasch, P., & Ilie, N. (2013). In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clinical Oral Investigations*, 17(1), 227-235. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0702-8>
- Dammaschke, T., Nykiel, K., Sagheri, D., & Schäfer, E. (2013). Influence of coronal restorations on the fracture resistance of root canal-treated premolar and molar teeth: a retrospective study. *Australian Endodontic Journal : The Journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, 39(2), 48-56. <https://doi.org/10.1111/aej.12002>
- da Rosa Rodolpho, P. A., Cenci, M. S., Donassollo, T. A., Loguercio, A. D., & Demarco, F. F. (2006). A clinical evaluation of posterior composite restorations: 17-year findings. *Journal of Dentistry*, 34(7), 427-435. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2005.09.006>
- DeBoer, J., Vermilyea, S. G., & Brady, R. E. (1984). The effect of carbon fiber orientation on the fatigue resistance and bending properties of two denture resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 51(1), 119-121. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(84\)80117-1](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(84)80117-1)
- Degrange, M., & Roulet, J.-F. (1997). *Minimally Invasive Restorations with Bonding*. Quintessence Publishing (IL). https://books.google.com/books/about/Minimally_Invasive_Restorations_with_Bon.html?hl=&id=8d1pAAAAMAAJ
- Deliperi, S., & Bardwell, D. N. (2005). Two-year clinical evaluation of nonvital tooth whitening and resin composite restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 17(6), 369-378; discussion 379. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2005.tb00472.x>
- Deliperi, S., & Bardwell, D. N. (2009). Reconstruction of nonvital teeth using direct fiber-reinforced composite resin: a pilot clinical study. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 11(1), 71-78. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19343930>
- Deliperi, S., Bardwell, D. N., & Coiana, C. (2005). Reconstruction of devital teeth using direct fiber-reinforced composite resins: a case report. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 7(2), 165-171. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16052766>
- DeLong, R., & Douglas, W. H. (1983). Development of an artificial oral environment for the testing of dental restoratives: bi-axial force and movement control. *Journal of Dental Research*, 62(1), 32-36. <https://doi.org/10.1177/00220345830620010801>
- Demarco, F. F., Cenci, M. S., Montagner, A. F., de Lima, V. P., Correa, M. B., Moraes, R. R., & Opdam, N. J. M. (2023). Longevity of composite restorations is definitely not only about materials. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 39(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.11.009>
- De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., & Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of Dental Research*, 84(2), 118-132. <https://doi.org/10.1177/154405910508400204>
- Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. (2008). *Dental Materials*, 24(1), 90-101. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.02.009>
- Dental resin composites: A review on materials to product realizations. (2022). *Composites Part B: Engineering*, 230, 109495. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2021.109495>
- de Toubes, K. S., Meirelles, F. D., Borges, G. A., Mendes, A. J. L., Oliveira, M. G., & Silveira, F. F. (2025). Management of Cracked and Weakened Endodontically Treated Teeth Using Fiber-reinforced Composites: A Case Series. *Iranian Endodontic Journal*, 20(1), e13. <https://doi.org/10.22037/iej.v20i1.46536>
- Dietschi, D., Duc, O., Krejci, I., & Sadan, A. (2008). Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 39(2), 117-129. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18560650>

- Dumitriu, S., & Popa, V. I. (2013). *Polymeric Biomaterials: Structure and function*. CRC Press. https://books.google.com/books/about/Polymeric_Biomaterials_Structure_and_fun.html?hl=&id=7L8EK4mU0ikC
- Dyer, S. R., Lassila, L. V. J., Jokinen, M., & Vallittu, P. K. (2005). Effect of cross-sectional design on the modulus of elasticity and toughness of fiber-reinforced composite materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(3), 219-226. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2005.06.008>
- Ekstrand, K. (1988). *Applications of Polymeric Materials for Implant Fixed Dental Reconstructions*. https://books.google.com/books/about/Applications_of_Polymeric_Materials_for.html?hl=&id=ZilqAAAAMAAJ
- ElAyouti, A., Serry, M. I., Geis-Gerstorfer, J., & Löst, C. (2011). Influence of cusp coverage on the fracture resistance of premolars with endodontic access cavities. *International Endodontic Journal*, 44(6), 543-549. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01859.x>
- Elfakhri, F., Alkahtani, R., Li, C., & Khaliq, J. (2022). Influence of filler characteristics on the performance of dental composites: A comprehensive review. *Ceramics International*, 48(19), 27280-27294. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.06.314>
- Eliades, G., Watts, D. C., & Eliades, T. (2005). *Dental Hard Tissues and Bonding: Interfacial Phenomena and Related Properties*. Springer Science & Business Media. <https://play.google.com/store/books/details?id=kBnN5bUEc5wC>
- Elsahn, N. A., El-Damanhoury, H. M., Shirazi, Z., & Saleh, A. R. M. (2023). Surface Properties and Wear Resistance of Injectable and Computer-Aided Design/Computer Aided Manufacturing-Milled Resin Composite Thin Occlusal Veneers. *European Journal of Dentistry*, 17(3), 663-672. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1750769>
- Escobar, L. B., Pereira da Silva, L., & Manarte-Monteiro, P. (2023). Fracture Resistance of Fiber-Reinforced Composite Restorations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Polymers*, 15(18). <https://doi.org/10.3390/polym15183802>
- Falacho, R. I., Melo, E. A., Marques, J. A., Ramos, J. C., Guerra, F., & Blatz, M. B. (2023). Clinical in-situ evaluation of the effect of rubber dam isolation on bond strength to enamel. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 35(1), 48-55. <https://doi.org/10.1111/jerd.12979>
- Faria, A. C. L., Rodrigues, R. C. S., de Almeida Antunes, R. P., de Mattos, M. da G. C., & Ribeiro, R. F. (2011). Endodontically treated teeth: characteristics and considerations to restore them. *Journal of Prosthodontic Research*, 55(2), 69-74. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2010.07.003>
- Fennis, W. M. M., Tezvergil, A., Kuijs, R. H., Lassila, L. V. J., Kreulen, C. M., Creugers, N. H. J., & Vallittu, P. K. (2005). In vitro fracture resistance of fiber reinforced cusp-replacing composite restorations. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 21(6), 565-572. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.07.019>
- Ferracane, J., Bertassoni, L. E., & Pfeifer, C. S. (2022). *Dental Biomaterials, An Issue of Dental Clinics of North America, E-Book: Dental Biomaterials, An Issue of Dental Clinics of North America, E-Book*. Elsevier Health Sciences. <https://play.google.com/store/books/details?id=ydKUEAAQBAJ>
- Ferracane, J. L. (2005). Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 21(1), 36-42. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.10.004>
- Ferraris, F. (2017). Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesthetics clinical protocol. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 12(4), 482-502. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28983533>
- Frazier, K., Bedran-Russo, A. K., Lawson, N. C., Park, J., Khajotia, S., Urquhart, O., & Council on Scientific Affairs. (2020). Dental light-curing units: An American Dental Association Clinical Evaluators Panel survey. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 151(7), 544-545.e2. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2020.03.001>
- Freedman, G. A. (2011). *Contemporary Esthetic Dentistry*. Elsevier Health Sciences. <https://play.google.com/store/books/details?id=JP82lK46EtEC>

- Freilich, M. A., Karmaker, A. C., Burstone, C. J., & Goldberg, A. J. (1998). Development and clinical applications of a light-polymerized fiber-reinforced composite. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(3), 311-318. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(98\)70131-3](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(98)70131-3)
- Gaengler, P., Hoyer, I., & Montag, R. (2001). Clinical evaluation of posterior composite restorations: the 10-year report. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 3(2), 185-194. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11570687>
- Garlapati, T. G., Krithikadatta, J., & Natanasabapathy, V. (2017). Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with short fiber composite used as a core material-An in vitro study. *Journal of Prosthodontic Research*, 61(4), 464-470. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2017.02.001>
- Garoushi, S., Vallittu, P. K., & Lassila, L. V. J. (2007). Short glass fiber reinforced restorative composite resin with semi-inter penetrating polymer network matrix. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 23(11), 1356-1362. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.11.017>
- Gillen, B. M., Looney, S. W., Gu, L.-S., Loushine, B. A., Weller, R. N., Loushine, R. J., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2011). Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 37(7), 895-902. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.04.002>
- Gladwin, M. A., Stewart, M. A., & Bagby, M. D. (2009). *Clinical Aspects of Dental Materials: Theory, Practice, and Cases*. Lippincott Williams & Wilkins. https://books.google.com/books/about/Clinical_Aspects_of_Dental_Materials.html?hl=&id=zrtsAAAAMAAJ
- Gonçalves, F., Pfeifer, C. S., Ferracane, J. L., & Braga, R. R. (2008). Contraction stress determinants in dimethacrylate composites. *Journal of Dental Research*, 87(4), 367-371. <https://doi.org/10.1177/154405910808700404>
- Gurgan, S., Koc Vural, U., & Miletic, I. (2022). Comparison of mechanical and optical properties of a newly marketed universal composite resin with contemporary universal composite resins: An in vitro study. *Microscopy Research and Technique*, 85(3), 1171-1179. <https://doi.org/10.1002/jemt.23985>
- Gurgan, S., Kutuk, Z. B., Ergin, E., Oztas, S. S., & Cakir, F. Y. (2015). Four-year randomized clinical trial to evaluate the clinical performance of a glass ionomer restorative system. *Operative Dentistry*, 40(2), 134-143. <https://doi.org/10.2341/13-239-C>
- Heydecke, G., Butz, F., & Strub, J. R. (2001). Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *Journal of Dentistry*, 29(6), 427-433. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(01\)00038-0](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(01)00038-0)
- Heymann, H. O., Swift, E. J., Jr, & Ritter, A. V. (2012). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. Mosby Incorporated. https://books.google.com/books/about/Sturdevant_s_Art_and_Science_of_Operativ.html?hl=&id=6yimuwAACAAJ
- Hickel, R., Peschke, A., Tyas, M., Mjör, I., Bayne, S., Peters, M., Hiller, K.-A., Randall, R., Vanherle, G., & Heintze, S. D. (2010). FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations-update and clinical examples. *Clinical Oral Investigations*, 14(4), 349-366. <https://doi.org/10.1007/s00784-010-0432-8>
- Ilan Rotstein, D. D. S., & John I. Ingle, D. D. S. (2019). *Ingle's Endodontics*. PMPH USA. <https://play.google.com/store/books/details?id=-QOfDwAAQBAJ>
- Ilie, N., Keßler, A., & Durner, J. (2013). Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *Journal of Dentistry*, 41(8), 695-702. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.05.008>
- Jagger, D. C., Harrison, A., & Jandt, K. D. (1999). The reinforcement of dentures. *Journal of Oral Rehabilitation*, 26(3), 185-194. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.1999.00375.x>
- Jedynakiewicz, N. M., & Martin, N. (2001). CEREC: science, research, and clinical application. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 22(6 Suppl), 7-13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11913288>

- Jokstad, A. (2016). Secondary caries and microleakage. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 32(1), 11-25. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.09.006>
- Karadağ, G., & Erdal, B. (2025). The Effect of Polyethylene Fiber and Flowable Resin Composite on Fracture Resistance in the Restoration of Large MOD Cavities. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. <https://doi.org/10.1111/jerd.13413>
- Kemoli, A. M., van Amerongen, W. E., & Opinya, G. N. (2012). Influence of different isolation methods on the survival of proximal ART restorations in primary molars after two years. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 11(3), 136-139. <https://doi.org/10.1007/BF03262729>
- Khurshid, Z., Zafar, M., Najeeb, S., & Ratnayake, J. (2021). *Biomaterials in Endodontics*. Elsevier. <https://play.google.com/store/books/details?id=QiMZEAAAQBAJ>
- Kidd, E. A., & Beighton, D. (1996). Prediction of secondary caries around tooth-colored restorations: a clinical and microbiological study. *Journal of Dental Research*, 75(12), 1942-1946. <https://doi.org/10.1177/00220345960750120501>
- Kielbassa, A. M., Glockner, G., Wolgin, M., & Glockner, K. (2016). Systematic review on highly viscous glass-ionomer cement/resin coating restorations (Part I): Do they merge Minamata Convention and minimum intervention dentistry? *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 47(10), 813-823. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a36884>
- Kim, K.-H., Ong, J. L., & Okuno, O. (2002). The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 87(6), 642-649. <https://doi.org/10.1067/mpr.2002.125179>
- Kim, R. J.-Y., Kim, Y.-J., Choi, N.-S., & Lee, I.-B. (2015). Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*, 43(4), 430-439. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.02.002>
- Labella, R., Lambrechts, P., Van Meerbeek, B., & Vanherle, G. (1999). Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 15(2), 128-137. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(99\)00022-6](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(99)00022-6)
- Leempoel, P. J., Eschen, S., De Haan, A. F., & Van't Hof, M. A. (1985). An evaluation of crowns and bridges in a general dental practice. *Journal of Oral Rehabilitation*, 12(6), 515-528. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1985.tb01299.x>
- Leinfelder, K. F., Bayne, S. C., & Swift, E. J., Jr. (1999). Packable composites: overview and technical considerations. *Journal of Esthetic Dentistry*, 11(5), 234-249. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.1999.tb00405.x>
- Leinfelder, K. F., Radz, G. M., & Nash, R. W. (1998). A report on a new condensable composite resin. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 19(3), 230-232, 234, 236-237. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9590947>
- Lien, W., & Vandewalle, K. S. (2010). Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 26(4), 337-344. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.12.004>
- Maden, E., & Altun, C. (2012). Use of polyethylene fiber (ribbon) in pediatric dentistry. *Archives of Clinical and Experimental Surgery (ACES)*, 1(2), 110. <https://doi.org/10.5455/aces.20120416115640>
- Maghaireh, G. A., Taha, N. A., & Alzraikat, H. (2017). The Silorane-based Resin Composites: A Review. *Operative Dentistry*, 42(1), E24-E34. <https://doi.org/10.2341/15-311-LIT>
- Magne, P., & Knezevic, A. (2009). Simulated fatigue resistance of composite resin versus porcelain CAD/CAM overlay restorations on endodontically treated molars. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 40(2), 125-133. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19169444>
- Manhart, J., Chen, H., Hamm, G., & Hickel, R. (2004). Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Operative Dentistry*, 29(5), 481-508. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15470871>
- Manhart, J., Kunzelmann, K. H., Chen, H. Y., & Hickel, R. (2000). Mechanical properties and wear

- behavior of light-cured packable composite resins. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 16(1), 33-40. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(99\)00082-2](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(99)00082-2)
- Marquillier, T., Doméjean, S., Le Clerc, J., Chemla, F., Gritsch, K., Maurin, J.-C., Millet, P., Pérard, M., Grosogeat, B., & Dursun, E. (2018). The use of FDI criteria in clinical trials on direct dental restorations: A scoping review. *Journal of Dentistry*, 68, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.10.007>
- McCabe, J. F., & Walls, A. W. G. (2013). *Applied Dental Materials*. John Wiley & Sons. <https://play.google.com/store/books/details?id=4ez0vs-IqG4C>
- Mehl, A., Hickel, R., & Kunzelmann, K. H. (1997). Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without “softstart-polymerization”. *Journal of Dentistry*, 25(3-4), 321-330. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(96\)00044-9](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(96)00044-9)
- Messer, P. F., Piddock, V., & Lloyd, C. H. (1991). The strength of dental ceramics. *Journal of Dentistry*, 19(1), 51-55. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(91\)90040-6](https://doi.org/10.1016/0300-5712(91)90040-6)
- Metwaly, A. A., Elzoghby, A. F., & Abd ElAziz, R. H. (2024). Clinical performance of polyethylenefiber reinforced resin composite restorations in endodontically treated teeth: (a randomized controlled clinical trial). *BMC Oral Health*, 24(1), 1285. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05009-8>
- Metz, M. J., Stapleton, B. M., Harris, B. T., & Lin, W.-S. (2015). A cost-effective treatment for severe generalized erosion and loss of vertical dimension of occlusion: laboratory-fabricated composite resin restorations. *General Dentistry*, 63(5), e12-e17. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26325651>
- Meyer, A., Jr, Cardoso, L. C., Araujo, E., & Baratieri, L. N. (2003). Ceramic inlays and onlays: clinical procedures for predictable results. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 15(6), 338-351; discussion 352. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2003.tb00307.x>
- Miletic, V. (2017). *Dental Composite Materials for Direct Restorations*. Springer. <https://play.google.com/store/books/details?id=cktADwAAQBAJ>
- Mitra, S. B., Wu, D., & Holmes, B. N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 134(10), 1382-1390. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0054>
- Moezizadeh, M., & Shokripour, M. (2011). Effect of fiber orientation and type of restorative material on fracture strength of the tooth. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 14(4), 341-345. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.87194>
- Mohamed, M. H., Mosallam, R. S., & Abouauf, E. A. (2024). *Clinical evaluation of fiber reinforced resin composite either with short glass or polyethylene fibers versus nanohybrid resin composite in restoration of class II MOD cavities in posterior teeth: An 18-Month randomized controlled clinical trial*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5427091/v1>
- Mondelli, R. F. L., Ishikiriama, S. K., de Oliveira Filho, O., & Mondelli, J. (2009). Fracture resistance of weakened teeth restored with condensable resin with and without cusp coverage. *Journal of Applied Oral Science : Revista FOB*, 17(3), 161-165. <https://doi.org/10.1590/s1678-77572009000300006>
- Nasim, I., Neelakantan, P., Sujeer, R., & Subbarao, C. V. (2010). Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *Journal of Dentistry*, 38 Suppl 2, e137-e142. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.05.020>
- Nayyar, A., Walton, R. E., & Leonard, L. A. (1980). An amalgam coronal-radicular dowel and core technique for endodontically treated posterior teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 43(5), 511-515. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(80\)90322-4](https://doi.org/10.1016/0022-3913(80)90322-4)
- Opdam, N. J. M., van de Sande, F. H., Bronkhorst, E., Cenci, M. S., Bottenberg, P., Pallesen, U., Gaengler, P., Lindberg, A., Huysmans, M. C. D. N. J. M., & van Dijken, J. W. (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>

- Operative Dentistry*. (2008).
https://books.google.com/books/about/Operative_Dentistry.html?hl=&id=h3FRAQAIAAJ
- Oskoei, P. A., Ajami, A. A., Navimipour, E. J., Oskoei, S. S., & Sadjadi, J. (2009). The effect of three composite fiber insertion techniques on fracture resistance of root-filled teeth. *Journal of Endodontics*, 35(3), 413-416. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.11.027>
- Oz, O., Secilmis, A., & Aydin, C. (2015). Post systems in prosthetic dentistry. *Gaziantep Medical Journal*, 21(1), 51. <https://doi.org/10.5455/gmj-30-171875>
- Özüdoğru, S., & Tosun, G. (2022). Evaluation of Microleakage and Fatigue Behaviour of Several Fiber Application Techniques in Composite Restorations. *Annals of Dental Specialty*, 10(2-2022), 60-66. <https://doi.org/10.51847/fnCa8ZEFdv>
- Özüdoğru, S., & Tosun, G. (2023). Clinical Evaluation of Composite Restorations with and without Polyethylene Fiber in First Permanent Molars: A 24-Month Randomized Clinical Trial. *Pesquisa Brasileira Em Odontopediatria E Clínica Integrada*, 23, e220022. <https://doi.org/10.1590/pboci.2023.076>
- Pelissier, B., Jacquot, B., Palin, W. M., & Shortall, A. C. (2011). Three generations of LED lights and clinical implications for optimizing their use. 1: from past to present. *Dental Update*, 38(10), 660-662, 664-666, 668-670. <https://doi.org/10.12968/denu.2011.38.10.660>
- Peroz, I., Blankenstein, F., Lange, K.-P., & Naumann, M. (2005). Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 36(9), 737-746. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16163877>
- Petersen, R. C. (2005). Discontinuous fiber-reinforced composites above critical length. *Journal of Dental Research*, 84(4), 365-370. <https://doi.org/10.1177/154405910508400414>
- Peumans, M., De Munck, J., Van Landuyt, K. L., Poitevin, A., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2010). Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 26(12), 1176-1184. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.08.190>
- Peumans, M., Venuti, P., Politano, G., & Van Meerbeek, B. (2021). Effective Protocol for Daily High-quality Direct Posterior Composite Restorations. The Interdental Anatomy of the Class-2 Composite Restoration. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 23(1), 21-34. <https://doi.org/10.3290/j.jad.b916819>
- 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>
- Pilo, R., & Tamse, A. (2000). Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with gates glidden and ParaPost drills. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83(6), 617-623. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10842127>
- Ploumaki, A., Bilkhair, A., Tuna, T., Stampf, S., & Strub, J. R. (2013). Success rates of prosthetic restorations on endodontically treated teeth; a systematic review after 6 years. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40(8), 618-630. <https://doi.org/10.1111/joor.12058>
- Pontoriero, D. I. K., Grandini, S., Spagnuolo, G., Discepoli, N., Benedicenti, S., Maccagnola, V., Mosca, A., Ferrari Cagidiaco, E., & Ferrari, M. (2021). Clinical Outcomes of Endodontic Treatments and Restorations with and without Posts Up to 18 Years. *Journal of Clinical Medicine*, 10(5), 908. <https://doi.org/10.3390/jcm10050908>
- Ramírez-Gómez, J. F., Ortiz-Magdaleno, M., & Zavala-Alonso, N. V. (2024). Effect of polyethylene fiber orientation on fracture resistance of endodontically treated premolars. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 131(1), 92.e1-e92.e8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.10.006>
- Randall, R. C., & Wilson, N. H. (1999). Clinical testing of restorative materials: some historical landmarks. *Journal of Dentistry*, 27(8), 543-550. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(99\)00028-7](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(99)00028-7)
- Randow, K., & Glantz, P. O. (1986). On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 44(5), 271-277. <https://doi.org/10.3109/00016358609004733>

- Raskin, A., Setcos, J. C., Vreven, J., & Wilson, N. H. (2000). Influence of the isolation method on the 10-year clinical behaviour of posterior resin composite restorations. *Clinical Oral Investigations*, 4(3), 148-152. <https://doi.org/10.1007/s007840000069>
- 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)
- Robbins, J. W. (2002). Restoration of the endodontically treated tooth. *Dental Clinics of North America*, 46(2), 367-384. [https://doi.org/10.1016/s0011-8532\(01\)00006-4](https://doi.org/10.1016/s0011-8532(01)00006-4)
- Rosin, M., Steffen, H., Konschake, C., Greese, U., Teichmann, D., Hartmann, A., & Meyer, G. (2003). One-year evaluation of an Ormocer restorative-a multipractice clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 7(1), 20-26. <https://doi.org/10.1007/s00784-002-0189-9>
- Rueggeberg, F. A., Ergle, J. W., & Mettenburg, D. J. (2000). Polymerization depths of contemporary light-curing units using microhardness. *Journal of Esthetic Dentistry*, 12(6), 340-349. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2000.tb00243.x>
- Ruyter, I. E., & Oysaed, H. (1987). Composites for use in posterior teeth: composition and conversion. *Journal of Biomedical Materials Research*, 21(1), 11-23. <https://doi.org/10.1002/jbm.820210107>
- Sabbagh, J., & McConnell, R. (2023). *Bulk Fill Resin Composites in Dentistry: A Clinical Guide*. Springer Nature. <https://play.google.com/store/books/details?id=G2CIEAAAQBAJ>
- Sailer, I., Bonani, T., Brodbeck, U., & Hämmerle, C. H. F. (2013). Retrospective clinical study of single-retainer cantilever anterior and posterior glass-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses at a mean follow-up of 6 years. *The International Journal of Prosthodontics*, 26(5), 443-450. <https://doi.org/10.11607/ijp.3368>
- Sailer, I., Pjetursson, B. E., Zwahlen, M., & Hämmerle, C. H. F. (2007). A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: Fixed dental prostheses. *Clinical Oral Implants Research*, 18 Suppl 3, 86-96. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01468.x>
- Sakaguchi, R. L., Ferracane, J. L., & Powers, J. M. (2018). *Craig's Restorative Dental Materials*. Mosby. https://books.google.com/books/about/Craig_s_Restorative_Dental_Materials.html?hl=&id=xQzoswEACAAJ
- Sakaguchi, R. L., & Powers, J. M. (2012). *Craig's Restorative Dental Materials*. Elsevier India. https://books.google.com/books/about/Craig_s_Restorative_Dental_Materials.html?hl=&id=P1wTdCEHo5EC
- Santini, A., Gallegos, I. T., & Felix, C. M. (2013). Photoinitiators in dentistry: a review. *Primary Dental Journal*, 2(4), 30-33. <https://doi.org/10.1308/205016814809859563>
- Santos, M. J. M. C., Francischone, C. E., Santos Júnior, G. C., Bresciani, E., Romanini, J. C., Saqueto, R., & Navarro, M. F. de L. (2004). Clinical evaluation of two types of ceramic inlays and onlays after 6 months. *Journal of Applied Oral Science: Revista FOB*, 12(3), 213-218. <https://doi.org/10.1590/s1678-77572004000300010>
- Sayed, M. E., Dewan, H., Kharaf, R., Athlawi, M., Alfaifi, M., Mugri, M. H., Bosly, R. A.-A., Fageehi, N. Y., Hadi, M., Zurbtan, B. J., Shaabi, F. I., Alsurayyie, F. H., Bukhary, D. M., Alshali, R. Z., & Chohan, H. (2022). Efficacy of Three Commercially Available Desensitizers in Reducing Post-Operative Sensitivity Following Composite Restorations: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Polymers*, 14(7), 1417. <https://doi.org/10.3390/polym14071417>
- Schmalz, G., & Bindeslev, D. A. (2008). *Biocompatibility of Dental Materials*. Springer Science & Business Media. <https://play.google.com/store/books/details?id=mrreTHuo54wC>
- Schneider, L. F. J., Cavalcante, L. M., Silikas, N., & Watts, D. C. (2011). Degradation resistance of silorane, experimental ormocer and dimethacrylate resin-based dental composites. *Journal of Oral Science*, 53(4), 413-419. <https://doi.org/10.2334/josnusd.53.413>
- Schwartz, R. S., & Robbins, J. W. (2004). Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *Journal of Endodontics*, 30(5), 289-301. <https://doi.org/10.1097/00004770-200405000-00001>

- Schwartz, R. S., Summitt, J. B., & William Robbins, J. (1996). *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. Quintessence Publishing (IL). https://books.google.com/books/about/Fundamentals_of_Operative_Dentistry.html?hl=&id=2u5pAAAAMAAJ
- Sengun, A., Cobankara, F. K., & Orucoglu, H. (2008). Effect of a new restoration technique on fracture resistance of endodontically treated teeth. *Dental Traumatology : Official Publication of International Association for Dental Traumatology*, 24(2), 214-219. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2007.00538.x>
- Shillingburg, H. T., & Kessler, J. C. (1982). *Restoration of the Endodontically Treated Tooth*. Quintessence Publishing (IL). https://books.google.com/books/about/Restoration_of_the_Endodontically_Treated.html?hl=&id=3BdqAAAAMAAJ
- Shimatani, Y., Tsujimoto, A., Barkmeier, W. W., Fischer, N. G., Nagura, Y., Takamizawa, T., Latta, M. A., & Miyazaki, M. (2020). Simulated Cuspal Deflection and Flexural Properties of Bulk-Fill and Conventional Flowable Resin Composites. *Operative Dentistry*, 45(5), 537-546. <https://doi.org/10.2341/18-160-L>
- Sideridou, I., Tserki, V., & Papanastasiou, G. (2003). Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*, 24(4), 655-665. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(02\)00380-0](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(02)00380-0)
- Sjögren, G., Lantto, R., & Tillberg, A. (1999). Clinical evaluation of all-ceramic crowns (Dicor) in general practice. İçinde *The Journal of Prosthetic Dentistry* (C. 81, Sayı 3, ss. 277-284). [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(99\)70269-6](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(99)70269-6)
- 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. *The 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)
- Spitznagel, F. A., Scholz, K. J., Strub, J. R., Vach, K., & Gierthmuehlen, P. C. (2018). Polymer-infiltrated ceramic CAD/CAM inlays and partial coverage restorations: 3-year results of a prospective clinical study over 5 years. *Clinical Oral Investigations*, 22(5), 1973-1983. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2293-x>
- St-Pierre, L., Martel, C., Crépeau, H., & Vargas, M. A. (2019). Influence of Polishing Systems on Surface Roughness of Composite Resins: Polishability of Composite Resins. *Operative Dentistry*, 44(3), E122-E132. <https://doi.org/10.2341/17-140-L>
- Subramani, K., & Ahmed, W. (2011). *Emerging Nanotechnologies in Dentistry: Processes, Materials and Applications*. William Andrew. https://books.google.com/books/about/Emerging_Nanotechnologies_in_Dentistry.html?hl=&id=se-OgZmfJBkC
- Taha, N. A., Palamara, J. E. A., & Messer, H. H. (2009). Cuspal deflection, strain and microleakage of endodontically treated premolar teeth restored with direct resin composites. *Journal of Dentistry*, 37(9), 724-730. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.05.027>
- Tan, B. L., Yap, A. U. J., Ma, H. N. T., Chew, J., & Tan, W. J. (2015). Effect of beverages on color and translucency of new tooth-colored restoratives. *Operative Dentistry*, 40(2), E56-E65. <https://doi.org/10.2341/149027-L>
- Tarle, Z., Attin, T., Marovic, D., Andermatt, L., Ristic, M., & Tauböck, T. T. (2015). Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *Clinical Oral Investigations*, 19(4), 831-840. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1302-6>
- Tarle, Z., Meniga, A., Ristic, M., Sutalo, J., Pichler, G., & Davidson, C. L. (1998). The effect of the photopolymerization method on the quality of composite resin samples. *Journal of Oral Rehabilitation*, 25(6), 436-442. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.1998.00258.x>
- Terry, D. A. (2004). Direct applications of a nanocomposite resin system: Part 1--The evolution of contemporary composite materials. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry : PPAD*, 16(6), 417-422. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15453647>

- Terry, D. A. (2017). *Restoring with Flowables*. Quintessence Publishing Company Incorporated. https://books.google.com/books/about/Restoring_with_Flowables.html?hl=&id=OXYVvgAACAAJ
- The effect of different finishing and polishing techniques on surface roughness and gloss of two nanocomposites. (2018). *The Saudi Dental Journal*, 30(3), 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2018.04.003>
- Tinschert, J., Zvez, D., Marx, R., & Anusavice, K. J. (2000). Structural reliability of alumina-, feldspar-, leucite-, mica- and zirconia-based ceramics. *Journal of Dentistry*, 28(7), 529-535. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(00\)00030-0](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(00)00030-0)
- Tomaszewska, I. M., Kearns, J. O., Ilie, N., & Fleming, G. J. P. (2015). Bulk fill restoratives: to cap or not to cap--that is the question? *Journal of Dentistry*, 43(3), 309-316. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.01.010>
- Tyas, M. J., Alexander, S. B., Beech, D. R., Brockhurst, P. J., & Cook, W. D. (1988). Bonding--retrospect and prospect. *Australian Dental Journal*, 33(5), 364-374. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1988.tb04596.x>
- Unterbrink, G. L., & Liebenberg, W. H. (1999). Flowable resin composites as "filled adhesives": literature review and clinical recommendations. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 30(4), 249-257. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10635252>
- Vallittu, P. (2012). *Non-Metallic Biomaterials for Tooth Repair and Replacement*. Elsevier. <https://play.google.com/store/books/details?id=GoFwAgAAQBAJ>
- Vallittu, P. K. (1998). Compositional and weave pattern analyses of glass fibers in dental polymer fiber composites. *Journal of Prosthodontics : Official Journal of the American College of Prosthodontists*, 7(3), 170-176. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849x.1998.tb00200.x>
- Vallittu, P. K. (2015). High-aspect ratio fillers: fiber-reinforced composites and their anisotropic properties. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 31(1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.07.009>
- Vallittu, P. K., & Lassila, V. P. (1992). Reinforcement of acrylic resin denture base material with metal or fibre strengtheners. *Journal of Oral Rehabilitation*, 19(3), 225-230. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1992.tb01096.x>
- van Dijken, J. W. V., Meurman, J. H., & Järvinen, J. (1980). Effect of finishing procedures on surface textures of some resin restoratives A comparison between new and old types of composite resins. *Acta Odontologica Scandinavica*. <https://doi.org/10.3109/00016358009033596>
- von Stein-Lausnitz, M., Bruhnke, M., Rosentritt, M., Sterzenbach, G., Bitter, K., Frankenberger, R., & Naumann, M. (2019). Direct restoration of endodontically treated maxillary central incisors: post or no post at all? *Clinical Oral Investigations*, 23(1), 381-389. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2446-6>
- Weinmann, W., Thalacker, C., & Guggenberger, R. (2005). Siloranes in dental composites. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 21(1), 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.10.007>
- Wendt, S. L., Jr, Harris, B. M., & Hunt, T. E. (1987). Resistance to cusp fracture in endodontically treated teeth. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 3(5), 232-235. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(87\)80078-7](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(87)80078-7)
- White, S. C., & Pharoah, M. J. (2014). *Oral Radiology - E-Book: Principles and Interpretation*. Elsevier Health Sciences. https://books.google.com/books/about/Oral_Radiology_E_Book.html?hl=&id=V7PwAwAAQBAJ
- Willems, G., Lambrechts, P., Braem, M., & Vanherle, G. (1993). Composite resins in the 21st century. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 24(9), 641-658. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8272502>
- Wittneben, J.-G., Wright, R. F., Weber, H.-P., & Gallucci, G. O. (2009). A systematic review of the clinical performance of CAD/CAM single-tooth restorations. *The International Journal of Prosthodontics*, 22(5), 466-471. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20095195>

- Xue, J., Wang, J., Feng, D., Huang, H., & Wang, M. (2020). Application of Antimicrobial Polymers in the Development of Dental Resin Composite. *Molecules*, 25(20), 4738. <https://doi.org/10.3390/molecules25204738>
- Yap, A. U. J., Soh, M. S., & Siow, K. S. (2002). Post-gel shrinkage with pulse activation and soft-start polymerization. *Operative Dentistry*, 27(1), 81-87. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11822366>
- Yap, A. U. J., Tan, C. H., & Chung, S. M. (2004). Wear behavior of new composite restoratives. *Operative Dentistry*, 29(3), 269-274. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15195726>
- Yap, A. U., Ng, S. C., & Siow, K. S. (2001). Soft-start polymerization: influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Operative Dentistry*, 26(3), 260-266. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11357568>
- Yap, A. U., & Seneviratne, C. (2001). Influence of light energy density on effectiveness of composite cure. *Operative Dentistry*, 26(5), 460-466. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11551010>
- Yoldaş, O. (2019). *Güncel Endodonti Çalışmaları II*. Akademisyen Kitabevi. https://books.google.com/books/about/G%C3%BCncel_Endodonti_%C3%87al%C4%B1%C5%9Fmalar%C4%B1_II.html?hl=&id=00Z9EAAAQBAJ
- Yoldaş, O. (2024). *Güncel Endodonti Çalışmaları VI*. Akademisyen Kitabevi. https://books.google.com/books/about/G%C3%BCncel_Endodonti_%C3%87al%C4%B1%C5%9Fmalar%C4%B1_VI.html?hl=&id=nhUzEQAAQBAJ
- Yoshida, Y., Yoshihara, K., Nagaoka, N., Hayakawa, S., Torii, Y., Ogawa, T., Osaka, A., & Van Meerbeek, B. (2012). Self-assembled Nano-layering at the Adhesive interface. *Journal of Dental Research*, 91(4), 376-381. <https://doi.org/10.1177/0022034512437375>
- Yu, S.-H., Lee, Y., Oh, S., Cho, H.-W., Oda, Y., & Bae, J.-M. (2012). Reinforcing effects of different fibers on denture base resin based on the fiber type, concentration, and combination. *Dental Materials Journal*, 31(6), 1039-1046. <https://doi.org/10.4012/dmj.2012-020>

7. EKLER

EK-A: Benzerlik Raporu

Page 2 of 80 - Integrity Overview

Submission ID trn:oid::3117:472307018

14% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Cited Text
- Abstract

Top Sources

12%		Internet sources
5%		Publications
0%		Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Page 2 of 80 - Integrity Overview

Submission ID trn:oid::3117:472307018