

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**AŞIRI MADDE KAYIPLI, ENDODONTİK TEDAVİ GÖRMÜŞ
DİŞLERE UYGULANAN FARKLI DİREKT/İNDİREKT
RESTORASYONLARIN KIRILMA DAYANIMLARININ VE
MİKROSİZİNTİLLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Esin AKAN

DOKTORA TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç. Dr. Firdevs KAHVECİOĞLU

KONYA-2024

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**AŞIRI MADDE KAYIPLI, ENDODONTİK TEDAVİ GÖRMÜŞ
DİŞLERE UYGULANAN FARKLI DİREKT/İNDİREKT
RESTORASYONLARIN KIRILMA DAYANIMLARININ VE
MİKROSİZİNTİLLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Esin AKAN

DOKTORA TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç. Dr. Firdevs KAHVECİOĞLU

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü
tarafından 23212007 proje numarası ile desteklenmiştir

KONYA-2024

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanmasında bana rehberlik eden, desteklerini esirgemeyen değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Firdevs KAHVECİOĞLU'na, uzmanlık eğitimimde emeği geçen ve her zaman yol gösteren değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Gül TOSUN, sayın Prof. Dr. Murat Selim BOTSALI ve sayın Dr. Öğ. Üy. Funda ARUN'a,

Birlikte çalışmaktan her zaman mutluluk duyduğum bölüm hocalarım, asistan arkadaşlarım ve bölüm çalışma arkadaşlarıma,

Bana her daim koşulsuz sevgi veren, bugünlere gelmemi sağlayan kıymetli annem Şemsi EVREN, babam Tayfur EVREN'E,

Hayatımı anlamlandıran ve her zaman bana manevi güç veren oğullarım Ekin AKAN ve Efe AKAN'a

En büyük destekçim, en yakın arkadaşım, sevincimde ve üzüntümde hep yanımda olan

Sevgili eşim Hakan AKAN'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY	viii
1.GİRİŞ	1
1.1. Endodontik Tedavi Sonrası Diş Dokusunda Meydana Gelen Değişiklikler	3
1.2. Endodontik Tedavili Dişlerde Yapılan Üst Restorasyonun Önemi ve Uygulama Zamanı	6
1.3. Dişlerde Kalan Sağlıklı Doku Miktarının Planlanan Restoratif Tedavi ile İlişkisi	7
1.4. Aşırı Harabiyet Gösteren Endodontik Tedavili Dişlere Uygulanan Restorasyonlar	10
1.4.1. Kök Kanalından Destek Almadan Hazırlanan Restorasyonlar	10
1.4.2. Direkt Kompozit Restorasyonlar.....	10
1.4.3. Semidirekt Restorasyonlar	23
1.4.4. İndirekt Restorasyonlar	24
1.4.5. İndirekt Kompozit Restorasyonlar	25
1.4.6. İndirekt Porselen Restorasyonlar	28
1.4.7. İndirekt Döküm Metal Alaşımlar	29
1.4.8. Kök Kanalından Destek Alınarak Hazırlanan Restorasyonlar	30
1.4.9. Koronal Yapı Güçlendirilerek Yapılan Restorasyonlar	36
1.4.10. Diş hekimliğinde Koronal Yapıyı Güçlendirmek İçin Kullanılan Fiber Tipleri.....	39
1.4.11. Endokuron Restorasyonlar	43
1.5.Rezin Esaslı Yapıştırıcı Simanlar.....	50
1.6. Kompozit Restorasyonların Başarısını Etkileyen Unsurlar.....	52
1.6.1. Polimerizasyon Büzülmesi.....	53
1.6.2. Mikrosızıntı	54
1.6.3. Aşınma Direnci	54
1.6.4. Su Emilimi.....	55
1.6.5. Yüzey Pürüzlülüğü	55
1.6.6. Renk Değişikliği.....	55
1.6.7. Çekme ve Kırılma Dayanımı.....	56

1.7. Kompozit Restorasyonlarda Kırılma Dayanımı ve Mikrosızıntı Test Yöntemleri.....	57
1.7.1. Kırılma Dayanımı Test Yöntemi.....	57
1.7.2. Mikrosızıntı Test Yöntemi	57
1.8. Çalışmanın Amacı	58
2.GEREÇ VE YÖNTEM.....	59
2.1.Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması	59
2.2. Dişlere Kök Kanal Tedavisinin Uygulanması.....	60
2.3. Dişlere Endokuron Preparasyonu Uygulanması.....	61
2.4. Çalışmamızda Kullandığımız Malzemeler	63
2.5. Dişlerin Gruplandırılması ve Restorasyonların Yapılması	67
2.6. Restorasyonların Sıcaklık Döngü Cihazı ile Yaşlandırma İşlemi	71
2.7. Restorasyonlara Uygulanan Testler.....	72
2.8. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	77
3. BULGULAR.....	79
3.1. Kırılma Dayanımı Bulguları.....	79
3.2. Kırılma Tipi Bulguları.....	80
3.3. Mikrosızıntı Bulguları	82
4.TARTIŞMA	85
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	101
6. KAYNAKLAR	102
7.EKLER.....	124
EK-A Etik Kurul Raporu.....	124
EK-B Turnitin Raporu.....	126
8. ÖZGEÇMİŞ.....	128

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BİS-MEPP	: 2,2-Bis (4-metakriloksipolietoksifenil propan)
Bis-GMA	: Bisphenol A Glycidyl Methacrylate
TEGDMA	: Trietil Glikol Dimetakrilat
UDMA	: Üretan Dimetakrilat
HEMA	: Hidroksietil Metakrilat
MDP	: 10-Metakriloksidetil Dihidrojen Fosfat
C-FAKTÖR	: Konfigürasyon faktörü
EDTA	: Etilendiamin Tetraasetikasit
NAOCL	: Sodyum Hipoklorit
UDMS	: Üretan Dimetakrilat Silan
SH	: Standart Hata
PVC	: Polivinil Klorür
CAD	: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Dizayn)
CAM	: Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli Üretim)
CAD/CAM	: Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing
MO	: Meso-Okluzal
MOD	: Meso-Okluzo-Distal
E-CAM	: Elektrik camı
S-CAM	: Mukavemet Camı
SEM	: Taramalı Elektron mikroskobu
MPa	: Megapaskal
N	: Newton
oC	: Santigrat derece
μ	: Mikron
dk	: dakika

ÖZET

T. C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AŞIRI MADDE KAYIPLI, ENDODONTİK TEDAVİ GÖRMÜŞ DİŞLERE UYGULANAN FARKLI DİREKT/İNDİREKT RESTORASYONLARIN KIRILMA DAYANIMLARININ VE MİKROSIZINTILARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Dt. Esin AKAN

Pedodonti Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2024

Bu çalışmada in vitro ortamda endodontik tedavi yapılmış aşırı madde kayıplı molar dişlere direkt, indirekt ve indirekt fiberle güçlendirilmiş yöntemlerle yapılan endokuron restorasyonların kırılma dayanımlarının ve mikrosızıntılarının karşılaştırmalı incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada, 78 adet mandibular molar dişe kanal tedavisi uygulandı. Daha sonra dişler üç gruba ayrıldı (n=26);

Grup1: Direkt endokuron restorasyon

Grup2: İndirekt endokuron restorasyon

Grup3: İndirekt fiberle güçlendirilmiş endokuron restorasyon yapıldı.

Restorasyonları tamamlanan dişlere sıcaklık döngü işlemi uygulandıktan sonra gruplar kendi içinde ikiye ayrıldı. Her grupta 13 adet dişe kırılma testi yapıldı ve restorasyonlara kırılma anında uygulanan kuvvetler Newton(N) cinsinden kaydedildi. Kırılma tipleri belirlendi, skorları kaydedildi. Her bir gruptaki 13 adet dişe ise mikrosızıntı testi yapıldı ve skorları kaydedildi. Çalışmanın istatistiksel analizinde, veri seti öncelikle normal dağılım sınamasına (Shapiro-Wilk) tabii tutulmuştur. Normal dağıldığı belirlenen parametreler için ortalamalar arasındaki fark testi varyans analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilmiştir. Anlamlı fark gözlenen gruplar için ikili karşılaştırmalar analiz edilmiştir.

Çalışmanın bulguları; Grup1, Grup2, Grup3 restorasyonlardan elde edilen kırılma dayanımları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Kırılma tipi skoru, Grup2 restorasyonlarda Grup1 restorasyonlara göre daha yüksektir ($p<0,05$). Grup1 ve Grup3, Grup2 ve Grup3 restorasyonlar arasında anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Mikrosızıntı skorları, Grup1 restorasyonların Grup2 ve Grup3 restorasyonlara göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Grup2 ve Grup3 restorasyonlar arasında anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Bir restorasyonun klinik olarak başarılı olabilmesi için kırılma dayanımı, kırılma tipi ve de mikrosızıntı yönünden yeterli olması gerekmektedir. Çalışmamıza göre, indirekt fiberli endokuron restorasyon diğer restorasyon gruplarına göre bu kriterleri sağladığından, bu restorasyon seçeneğini klinik kullanım için önerebiliriz. Elde edilen verilerin farklı materyal ve restorasyon yöntemleri ve ileri klinik çalışmalarla desteklenmeye ihtiyacı vardır.

Anahtar Kelimeler: endokuron; direkt/indirekt restorasyon; in vitro çalışma; kırılma dayanımı; mikrosızıntı

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY

SELÇUK UNIVERSITY

HEALTH SCIENCE INSTITUTE

COMPARISON OF THE FRACTURE STRENGTH AND MICROLEAKAGES OF DIFFERENT DIRECT/INDIRECT RESTORATIONS APPLIED TO ENDODONTICALLY TREATED TEETH WITH EXCESSIVE MATERIAL LOSS

Dt. Esin AKAN

Department of Pedodontics

DOCTORAL THESIS / KONYA-2024

The aim of this study was to comparatively investigate the fracture strength and microleakage of endocuron restorations made by direct, indirect and indirect fibre-reinforced methods on endodontically treated molars with excessive material loss in vitro.

In the study, 78 mandibular molar teeth underwent root canal treatment. The teeth were then divided into three groups (n=26);

Group1: Direct endocuron restoration

Group2: Indirect endocuron restoration

Group3: Indirect fibre reinforced endocuron restoration was performed.

After the temperature cycling process was applied to the restored teeth, the groups were divided into two groups. Fracture tests were performed on 13 teeth in each group and the forces applied to the restorations at the time of fracture were recorded in Newton (N). Fracture types were determined and scores were recorded. Microleakage tests were performed on 13 teeth in each group and their scores were recorded. In the statistical analysis of the study, the data set was first subjected to normal distribution test (Shapiro-Wilk). For the parameters that were determined to be normally distributed, the difference test between the means was performed by analysis of variance (ANOVA). Pairwise comparisons were analysed for groups with significant differences.

The findings of the study showed that there was no significant difference between the fracture strengths obtained from Group1, Group2 and Group3 restorations ($p>0.05$). The fracture type score was higher in Group2 restorations than in Group1 restorations ($p<0.05$). There is no significant difference between Group1 and Group3, Group2 and Group3 restorations ($p>0.05$). Microleakage scores were significantly higher in Group1 restorations than in Group2 and Group3 restorations ($p<0.05$). There is no significant difference between Group2 and Group3 restorations ($p>0.05$).

For a restoration to be clinically successful, it must be adequate in terms of fracture strength, fracture type and microleakage. According to our study, since indirect fibre endocuron restoration meets these criteria compared to other restoration groups, we can recommend this restoration option for clinical use. The data obtained need to be supported by different materials and restoration methods and further clinical studies.

Keywords: endocuron; direct/indirect restoration; in vitro study; fracture strength; microleakage

1.GİRİŞ

Daimi birinci büyük azı dişleri, genellikle sürekli dentisyonun ilk süren ve bu sebeple çürük ataklarına en duyarlı dişler olarak kabul edilmektedir (King ve ark 1980). Çocuklarda daimi birinci büyük azı dişler önemlidir çünkü normal çiğneme fonksiyonunun ve dentofasiyal uyumun korunmasında rol alır (Segner ve Ibe 1995). Birinci büyük azı dişler çocukların büyüme-gelişimi üzerindeki ve sindirim sistemi üzerindeki etkileri yanı sıra, travmatik çene yüz yaralanmalarında ve ortodontik tedavilerde, oklüzyonun dengesinin ve fonksiyonunun sağlanmasında önemli bir görev alır (Fazeli ve Fazeli 2005). Daimi birinci büyük azı dişlerde, erken yaşta oluşan çürükler uygun şekilde restore edilmediği takdirde erken dönemde diş kayıplarına neden olabilir. Çocuklarda birinci büyük azı dişlerin erken kaybı diğer daimi dişlerin erüpsüyonu ve migrasyonunda sorunlar oluşturabilmektedir (Abuaffan ve ark 2018). Daimi dentisyonunda daimi birinci molar dişlerde çürüğün sık görülmesinin nedenleri arasında; altı yaş dişlerinin ebeveynler tarafından süt dişleri ile karıştırılması ve bu nedenle altı yaş dişlerine gereken özenin gösterilmemesi, çocukların diş fırçalama alışkanlığının henüz tam yerleşmemiş olması, dişlerin erken çürük ataklarına maruz kalması ve bu dişlerin derin, girintili pit ve fissürlere sahip olmaları sayılabilir. Ağızda en uzun süre kalan birinci büyük azı dişlere restorasyon yapılmışsa ve yapılan restorasyonda başarısızlık meydana gelmişse, ilerleyen dönemlerde dişte ikincil çürükler ve diş kökünde enfeksiyonlar görülebilir ve erken diş kayıpları ile sonuçlanabilir (Duman ve Duruk 2018, Mohamedhussein ve ark 2020).

Koronal restorasyonların uzun dönem başarılı olmasında birçok önemli faktörün etkisi vardır. Bunlardan başında; sağlıklı diş dokusunun muhafaza edilmesi, diş restorasyon bütünlüğünün oluşturulması, restorasyon bağlantısı için gerekli yüzey alanının artırılması ve mekanik sağlamlığın oluşturulmasıdır (Huang ve ark 1992). Aşırı madde kayıplı dişler çoğunlukla canlılığını yitirmiş dişler olup, özellikle posterior bölgede vitalitesi korunan dişlere kıyasla daha yüksek biyomekanik başarısızlığa sahiptir (Sevimli ve ark 2015). Bu sebeple aşırı madde kaybına uğramış, devital olması nedeni ile endodontik tedav görmüş posterior dişlerin restorasyonunda uygulanacak restorasyon tekniği ve kullanılacak restorasyon materyalinin seçimi bu

dişlerin kırılmaya karşı dirençlerini yükseltmek için oldukça önemlidir (Tikku ve ark 2010, Naumann ve ark 2012)

Kron harabiyeti fazla, endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonunda uygulanacak tedavi yöntemine karar vermek, klinisyenler için çoğu zaman zordur (Assif ve Gorfil 1994, Zhu ve ark 2015). Endodontik tedavili dişlerin birçoğunun, endodontik tedavideki başarısızlıklardan daha fazla, uygun olmayan restorasyonların yapılması sonucu meydana gelen kırık sonucunda kaybedildiği bulunmuştur (DeLong ve Douglas 1983). Adeziv materyallerdeki gelişmeler sayesinde zaman içerisinde diş hekimlerinin, dişlerin restorasyonunda uygulamış oldukları alternatif tedavi teknikleri değişmiştir. Önceki tedavi seçeneklerinde sıklıkla tercih edilen amalgam korların ve döküm metal postaların yerini üstün mekanik özelliklere sahip ve daha estetik görünüme sahip direkt kompozit restorasyonlar, seramiklerden üretilen overley restorasyonlar veya endokuron gibi indirekt yöntemle yapılan restorasyonlar almıştır (Dietschi ve ark 2008, Nurulaqmar-Iwani 2020). Endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonunda kompozit rezin restorasyonlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak kompozit rezin ile yapılan restorasyonlarda; sertleşme esnasında oluşan polimerizasyon büzülmesi, zamanla oluşan kenar defektleri, çatlaklar, tüberkül kırıkları, diş ve restorasyonun, arasında oluşan mikrosızıntı ve sekonder çürük gibi restorasyonlardan kaynaklanan sorunların olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Manhart ve ark 2004, van Dijken ve Pallesen 2013). Mevcut problemleri azaltmak amacı ile çeşitli restorasyon teknikleri ve materyaller geliştirilmektedir. Özellikle aşırı madde kayıplı dişlerde son yıllarda kullanılmaya başlanan indirekt restorasyon tekniğinin, polimerizasyon büzülmesi problemini sadece ince bir siman tabakası ile sınırladığı bildirilmiştir (Van Dijken 2000). Kanal tedavili, aşırı madde kayıplı krona sahip dişler, geleneksel yöntemle post kor ve üzeri tam kuron ile restore edilmektedir (Assif ve Gorfil 1994, Ree ve Schwartz 2010). Geleneksel yöntemde post yuvası hazırlanırken kök kanalında madde kaybı oluştuğunu bu durumun fonksiyon esnasında diş kökünde vertikal kırık oluşması riskini artırdığını böylece yapılan tedavinin başarısızlık riskini yükselttiğini gösteren çalışmalar vardır (Guzy ve Nicholls 1979). Ayrıca ince ve eğri kanallara sahip dişlerde post uygulaması, kök kanallarında perforasyona neden olabilmektedir. Post kor restorasyonların bu dezavantajlarını elimine etmek amacı ile son yıllarda pulpa

odasını kaplayan, monoblok yapıda endokuron restorasyonlar kullanılmaya başlanmıştır (Bindl ve Mörmann 1999, Biacchi ve ark 2013).

İdeal bir restoratif malzemede aranan temel özelliklerden birisi de doğal dişlerin çeşitli nedenlere bağlı zayıflayan kırılma direncini arttırmasıdır. Aşırı madde kayıplı endodontik tedavi uygulanan dişlerde, dişlerin kompozit rezin ile restorasyonunda fiber ağ kullanılarak koronal yapı güçlendirilebilmektedir (Belli ve ark 2005, Cobankara ve ark 2008). Fiber ile güçlendirilen kompozit rezinlerin yapısında; karbon fiber, cam fiber, aramid fiber, poliestere fiber, ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen fiber gibi farklı fiber tipleri bulunmaktadır. Bu materyaller kompozit rezinin içeriğine eklenerek fiziksel özelliklerini iyileştirmek için kullanılmaktadır (van Dijken ve Sunnegårdh-Grönberg 2006).

Aşırı madde kayıplı endodontik tedavili dişlerin restorasyonlarında direkt /indirekt yöntemlerle yapılan kompozit rezin restorasyonlar kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında aşırı madde kaybına maruz kalmış endodontik tedavili dişlerde, restorasyon seçenekleri olan; direkt kompozit restorasyonlar, indirekt endokuron restorasyonlar ve indirekt fiberle güçlendirilmiş endokuron restorasyonların kırılma dayanımları ve mikrosızıntılarının in vitro olarak karşılaştırmalı incelenmesi amaçlanmıştır.

1.1. Endodontik Tedavi Sonrası Diş Dokusunda Meydana Gelen Değişiklikler

Endodontik tedavi uygulama aşamasına kadar gelen dişlerde, dentinin yapısı oldukça değişir. Kanal tedavi uygulanana kadar yapılan dental girişimler ve mevcut olan hastalık süreci pulpa dokusunun canlılığının yanı sıra diş dokularının yapılarında da farklılıklar oluşturur. Tedavi sonrası ilgili dişin yapısı, restoratif tedavi aşamaları ve daha önceki çürük aşamaları nedenleri ile oldukça zayıflar. Kanal tedavisi ile dişin yapısından intrakoronal ve intraradiküler yapılar uzaklaştırılmıştır, bu durum geride kalan diş dokusunun fiziksel yapısında zayıflık meydana getirir (Reeh ve ark 1989). Tüm oluşan bu değişikliklerin etkisi sonucu dişin, translusentliği azalır, kırılabilirliği artar. Endodontik tedaviler sonrası yapılacak restorasyonlar, meydana gelen bu değişiklikleri karşılamak üzere dizayn edilmelidir (Cohen ve ark 1998).

Biyolojik Değişiklikler

Önceki yıllarda, kanal tedavisi yapılmış dişlerin kollajen çapraz bağlarının yapısının değişmesi sonucu nem oranının düştüğü buna bağlı olarak da vital dişlere göre kırılmaya daha meyilli olduğu öne sürülmüştür. Kanal tedavisi sonrası diş dokusunun devital hale gelip canlılığını yitirmesi dişin nem içeriğinin değişimine neden olmaktadır (Baraban 1967, Rivera ve Yamauchi 1993). Ancak yapılan bir çalışmada; vital ve devital dişler nem içerikleri yönünden karşılaştırılmış, dişlerin nem değerleri bulguları arasında anlamlı bir farkın olmadığını bildirmişlerdir (Papa ve ark 1994). Bunun yanı sıra endodontik tedavi sırasında uygulanan dezenfektanlar ve irrigasyon solüsyonları, dentin dokusundaki organik ve inorganik içeriği farklılaştırarak diş dokusunun mikrosertlik, bükülme ve elastikiyet özelliğini düşürmektedir (Grigoratos ve ark 2001, Sim ve ark 2001).

Mekanik Değişiklikler

Endodontik tedaviyi takiben, dişteki biyolojik farklılıkların yanında birtakım mekanik farklılıklar da oluşmaktadır. Kanal tedavili dişlerin kırılma dayanımlarına etki eden en önemli unsur; koronal diş dokusunda geriye kalan sağlam doku miktarıdır. Koronal diş dokusunda fazla madde kaybı varsa bu durum, dişte oluşan biyolojik değişikliklere bağlı etkilerden, daha fazla kırılmaya neden olduğu gösterilmiştir (Reeh ve ark 1989). Yapılan bir çalışmada; devital ve vital dişler biyomekanik özellikleri yönünden karşılaştırılmıştır. Vital dişlerin devital dişlerden sadece % 3,5 oranında daha sert olduğu, kırılma dayanımları arasında, anlamlı bir fark bulunmadığı ve kanal tedavisi uygulandıktan sonra dişlerin daha kırılğan olmadığı belirtilmiştir (Sedgley ve Messer 1992).

Çiğneme fonksiyonu esnasında dişlere gelen kuvvetler, kuvvetlerin yönü, şiddeti ve büyüklüğü periodontal ligamentlerde bulunan mekanoreseptörler ve kaslarda bulunan duyu reseptörleri ile algılanır. Ayrıca dişlerin apikal bölgesindeki pulpa dokusundan çıkan sinirler basınç ve dokunma duyusunu algılamayı sağlar. Dişin pulpa dokusunun çıkarılması ile bu duysal algı mekanizması bozulur ve bu durum fonksiyon sırasında dişin kendini koruma refleksini ortadan kaldırır, çiğneme kuvvetlerine veya herhangi bir kuvvete karşı dişi savunmasız bırakır (Paphangkorakit ve Osborn 2000). Pulpanın, dişi koruma görevi vardır ve

endodontik tedavi ile pulpanın çıkarılması dişlerdeki kırılma riskini daha da yükseltmektedir.

Kanal tedavisi yapılan dişlerde, diş dokusundaki aşırı madde kayıpları bu dişlerin kırılmasına neden olan bir diğer faktördür. Artan kavite genişliği ve derinliğiyle birlikte tüberkül esnekliği de artmaktadır. Dişlerdeki marjinal sırt kayıpları tüberküllerin kırılma dayanımını azaltmaktadır. Kanal tedavisi uygulanan dişe gelen kuvvetlere karşı, kanal giriş kavitesinin konservatif olması %5, endodontik giriş kavitesinin oklüzal olması %20, mesiyo-oklüzal-distal endodontik giriş kavitesi ise %63 oranında dişin yapısını zayıflattığı tespit edilmiştir (Shillingburg ve ark 1997). Kanal tedavisi sırasında, kök kanallarını şekillendirilmesi işlemi de kırılma direncini düşürmektedir. Bunların yanı sıra sağlam marjinal kenar ve çapraz sırtların varlığı lingual ve bukkal diş dokuları, dişe gelen yüklerin uygun şekilde dağılımını sağlar ve dişin direncini artırır. Koronal diş yapısında, tüberküller arası mesafesinin ½'si kadar kaybedildiğinde dişe gelen kuvvetlere karşı direncinde %40 düşme kaydedilirken, çapraz sırttaki tüberküller arası mesafenin ½'sinden fazlası kaybedildiğinde ise dişin direncinde %45 azalma meydana gelmektedir (Alaçam ve ark 2000). Ayrıca yapılan çalışmalarda, dişi 1.5-2 mm'lik sağlıklı diş dokusunun çevrelemesi, dişin kırılma dayanımını büyük ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Ferrule olarak adlandırılan bu etki dişleri restore ederken dikkat edilmesi gereken başka bir unsurdur (Juloski ve ark 2012). Endodontik tedaviyi takiben yapılan restorasyonlarda, kasp esnekliği geniş kavitelerde artar ve kasp bükülmesi en yüksek düzeye ulaşır. Endodontik tedavi yapılmış dişlerde koronal restorasyonda tüberkül kırığını önlemek için tüberkül kaplaması yapılmasının, oldukça önemli olduğu yapılan bir araştırmada tespit edilmiştir (Pantvisai ve Messer 1995).

Estetik Değişiklikler

Endodontik tedavi sonrası dişlerde renk değişimleri gözlenebilmektedir. Renk değişimlerinin başlıca nedenleri; pulpa artıklarının yetersiz temizlenmesi ve tedavide kullanılan bazı materyallerin renklenmelere neden olmasıdır. Oluşan renk değişimlerinden; MTA, fenol, ojenol ve gümüş içerikli materyallerin dentin tübüllerine sızması sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Bu durum, tedavinin kalitesine etki eden bir problem olarak öne çıkmaktadır. Hastaların %51-67'sinde hoşnutsuzluğa sebep olmaktadır (Thomson ve ark 2012). Renklenmelerin önüne

geçilmesi için tedavi sırasında artıkların tamamen uzaklaştırılması ve materyal seçiminde dişte renklenme yapmayan materyaller kullanılması tavsiye edilmektedir, ayrıca tedavi sonrası beyazlatma işlemlerinin faydalı olabileceği belirtilmektedir (Gürel ve ark 2016).

1.2. Endodontik Tedavili Dişlerde Yapılan Üst Restorasyonun Önemi ve Uygulama Zamanı

Endodontik tedavili dişlere yapılan restorasyonlar; dişin dayanıklılığını artırmalı, adaptasyonu iyi olmalı, biyouyumlu olmalı, estetik olmalı ve oklüzal kuvvetlere karşı dayanıklı olmalıdır (Demarco ve ark 2012).

Kök kanal tedavisi sonrası, dişin uzun ömürlü olması için mümkün olduğu kadar az diş dokusu kaldırmak önemlidir. Tedavi sonrası, kalan sağlam diş dokusu ne kadar fazla ise dişin sağkalımı o kadar yüksektir (Nagasiri ve Chitmongkolsuk 2005). Endodontik tedavi yapılmış dişlerin restorasyonu için en uygun yaklaşım; kalan diş dokusunu güçlendirmek ve ferrule etkisi yaratabilmek için özellikle servikal alanda mümkün olan en az miktarda doku kaldırmaktır. Yapılan restorasyonun kalıcılığını ve tutuculuğunu arttırmak için adeziv prosedürleri uygulamak, restorasyon materyali olarak da dentin dokusunun fiziksel özelliklerini taklit eden özelliklere sahip dental malzeme kullanmaktır (Dietschi ve ark 2007).

Kök kanal tedavisi uygun şekilde yapılmışsa ve diş radyografik ve klinik olarak sorunsuz ise koronal restorasyonun hemen yapılması önerilir. Bu durum özellikle vital dişlere yapılan endodontik tedavi için uygundur. Diş klinik olarak semptom veriyorsa, dikey veya yatay perküsyonda ağrı veya hassasiyet oluşuyorsa, diş semptom göstermeyene kadar son restorasyon için birkaç hafta beklenebilir. Dişte klinik semptomların devam etmesi durumunda, endodontik tedavisinin yeniden yapılması gerekir veya kök ucuna cerrahi işlem gerekebilir (Mannocci ve Cowie 2014). Kök kanal tedavisi sonrası yapılan koronal restorasyon; yeniden fonksiyonu sağlamalı, estetiği sağlamalı, periodontal dokuları korumalı, kök kanalına bakteriyel sızıntıyı engellemeli, kalan diş yapısını desteklemeli ve karşıt dişin aşınmasını ve kırılmasını önlemelidir.

Kök kanal tedavisi sonrası yapılan restorasyonun iyi bir şekilde adaptasyonu, restorasyonların uzun dönem sağkalımı için önemli bir faktördür. Zayıf marjinal

adaptasyon zaman içinde sekonder çürüklere, kök kanallarında bakteriyel enflamasyona ve periodontal hastalıklara yol açabilir. Siman tabakasının kalın hazırlanması restorasyonun polimerizasyon büzülmesini ve arayüz gerilmelerini arttırır, bu durumda seramik restorasyonların kırılma direncini düşürür (Mannocci ve Cowie 2014). Daimi koronal restorasyonu ertelemek, periapikal kontaminasyon riskini artıracak için prognozu olumsuz yönde etkiler (Polesel 2014). Bütün bu bilgilere göre; endodontik tedavili dişler için yapılacak restorasyon dişte oluşan madde kaybı miktarına göre değişmektedir.

1.3. Dişlerde Kalan Sağlıklı Doku Miktarının Planlanan Restoratif Tedavi ile İlişkisi

Kaybedilen diş dokusu miktarını belirlemek için geride kalan aksiyal kavite duvar sayısı temel alınarak beş farklı sınıflama tanımlanmıştır (Pilo ve Tamse 2000).

Sınıf 1: Kanal tedavisi için okluzalden giriş kavitesinin açıldığı, dört aksiyal kavite duvarının korunduğu, kaviteli dişlerdir (Pilo ve Tamse 2000).

Dört aksiyal duvarda yeterli kalınlık mevcutsa post kullanmaya gerek yoktur. Herhangi bir restorasyon yapılabilir (McDonald ve ark 1990).

Sınıf 2: Mesio-oklüzal duvar kaybı veya disto-oklüzal duvar kaybı varsa bu tip kavitelere (Pilo ve Tamse 2000).

Sınıf 3: Dişin hem mesio-oklüzalini ve hem de disto-oklüzalini içeren kavitelere (Pilo ve Tamse 2000).

Sınıf 2 ve sınıf 3 kavitelere yine post uygulaması gerekmez. Ayrıca proksimal kaviteli anterior dişlere post uygulaması gerekmez. Kalan diş dokusu adeziv restorasyonlar için yeterli yüzey alanına sahiptir (McDonald ve ark 1990).

Sınıf 4: Bukkal veya lingual tek duvarın kaldığı kavitelere (Pilo ve Tamse 2000).

Bu dişler özellikle protez desteği olarak kullanılacaksa, post uygulamak gereklidir (Burke ve ark 2000).

Sınıf 5: Kronun tamamen kaybedildiği kavite tipidir (Pilo ve Tamse 2000).

Bu tür dişlerin konservatif olarak tedavisi için bukkal ve lingualde 3-4 mm yüksekliğinde, 1.5-2.5 mm kalınlığında sağlam dentin dokusuna ihtiyaç vardır (Sturdevant ve ark 2002).

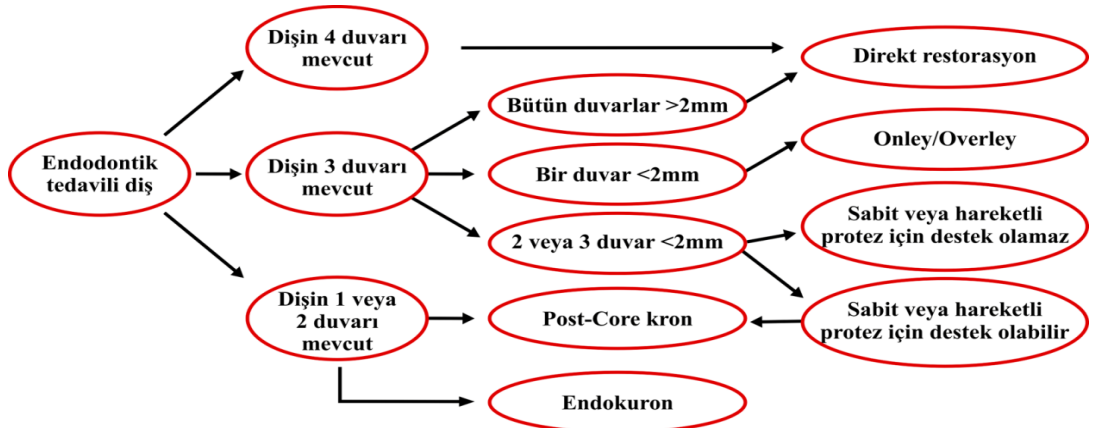
Aşırı kron harabiyeti içeren sınıf 5 kaviteli dişlerde kor yapısı post ile desteklenmelidir ve sonra üzeri kron ile restore edilmelidir. Sınıflamaya göre, kalan kavite duvarları 1 mm'den daha ince olduğunda kavite duvarı olarak hesaba katılmamalıdır. Yeterli ferrule etkisi sağlanması için koronal duvar kalınlığı 2 mm den az olmamalıdır (Peroz ve ark 2005). Kuronun seramik veya metal servikal kenarının altındaki diş dokusunun çepeçevre, 360° çevrelemesi ferrule etkisi olarak tanımlanır. Bu etki postların sebep olduğu negatif kama etkisini engeller ve aynı zamanda lateral yönden gelen kuvvetlere karşı koruyucu etki sağlar, restorasyonun sağ kalım süresini uzatır (Mamoun 2014). Ferrule etkisi sağlandığında dikey kök kırıklarının azaldığı, oluşan kırıkların çoğunun oblik ya da horizontal kırık şeklinde gerçekleştiği görülmüştür (Al-Hazaimeh ve Gutteridge 2001). Ferrule etkisi, etkinlik yönünden yüksekliğine bağlıdır. Ferrulenin kırılma dayanımını artırmak için en etkili olduğu yüksekliğin 2 mm ile 3 mm olduğunu gösteren in vitro çalışmalar mevcuttur (Akkayan 2004, Pereira ve ark 2006). Ferrule şekli de önemli bir diğer faktördür. Ferrulenin çevresel ve eşit kalınlıkta olması tercih edilir. Klinik olarak aşırı harap olmuş dişlerde ideal ferrule şekline sahip dişleri ve yüksekliği korunmuş dişleri görmek zordur (Jotkowitz ve Samet 2010, Zhang ve ark 2015).

Aşırı madde kayıplı kanal tedavili dişlerde restorasyonun başarılı bir şekilde yerinde kalması, dişin prognozunu etkileyen önemli faktörlerden biridir (Santos ve Bezerra 2005). Mesial ve distal duvarları olmayan dişlere uygulanan kanal tedavisinin ardından zaman içinde okluzalden gelen kuvvetler bukkal ya da lingual duvarın kırılmasına sebep olabilmektedir ve tekrar restorasyon uygulanamayacak düzeyde aşırı kron harabiyetlerine sebep olabilmektedir (Sengun ve ark 2008).

Kanal tedavi uygulanmış dişin restorasyonunu etkileyen faktörler; yapılan kanal tedavisinin dişin fiziksel özelliklerine etkisi, dişin koronal yapısının durumu, endodontik tedavinin kalitesi, kanal dolgusunun üzerinin sızdırmaz şekilde kapatılarak korunması, hastanın sahip olduğu parafonksiyonel alışkanlıklar olarak sıralanabilir. Diş hekimliğinde, çeşitli restoratif uygulamalarla kaybedilen diş dokuları yerine konur. Restorasyonlar direkt veya indirekt yöntemlerle

yapılabilmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte diş hekimliğinde kullanılan materyaller değişmiş, minimal invaziv dişhekimliği konsepti daha uygulanabilir hale gelmiştir. Diş dokularına bağlanan adeziv malzemeler ve rezin kompozitlerin gelişmesi ile hastaların taleplerinin ve estetik beklentilerinin karşılanabilir olması restoratif uygulamalarda yeni bir çığır açmıştır (Chauhan 2015).

Günümüzde kompozit dolgu materyallerinin polimerizasyon özelliklerinin ve doldurucu içeriklerinin iyileştirilmesi sayesinde kompozit materyallerin yapıları güçlendirilmiştir. Optik ve mekanik özellikleri oldukça geliştirilerek, estetik özellikleri ve mekanik dayanımları artırılmıştır. Tüm bu gelişmelere rağmen direkt kompozit restorasyonların özellikle endodontik tedavi görmüş, büyük kaviteli dişlerde polimerizasyon büzülmesi sorunu, direnç eksikliği problemleri hala devam etmektedir. Bunlara ilave olarak; diş ve restorasyon arasında oluşan mikrosızıntı da restorasyonların en önemli başarısızlık kriterlerinden birisidir. Yapılan anterior restorasyonlarda estetik beklenti yüksektir ve bu dişlerde optik özellikler ve renk stabilitesi kompozit materyalle her zaman arzu edilen miktarda sağlanamamaktadır (D’Arcangelo ve ark 2015). Posterior dişlerde; marjinal adaptasyonu daha iyi bir restorasyon yapmak, mikrosızıntı ve polimerizasyon büzülmesi sorununu ortadan kaldırmak için, önceden ağız dışında polimerizasyonu yapılarak, indirekt yöntem ile uygulanabilen kompozit inley ve onleyler yapılmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Posterior endodontik tedavi dişlerde duvar sayısı ve kalınlığına göre restorasyon seçenekleri

1.4. Aşırı Harabiyet Gösteren Endodontik Tedavili Dişlere Uygulanan Restorasyonlar

Endodontik tedavi dişlerin birçoğunun, endodontik tedavideki başarısızlıklardan daha çok, uygun olmayan restorasyonların yapılması sonucu oluşan kırıklar nedeni ile kaybedildiği bildirilmiştir (DeLong ve Douglas 1983). Geleneksel yöntem ile diş restorasyonunun yapılabilmesi için kronun en az 1,5 mm kalınlığına sahip fasiyal ve lingual duvarlarına ihtiyaç vardır, ayrıca sağlam dentin dokusunun 3-4 mm yüksekliğinde olması istenir (Isidor ve ark 1999). Özellikle kanal tedavi dişlerde giriş kavitesi küçük bir şekilde açılmışsa, geriye kalan diş doku miktarı yeterliyse, fasiyal ve lingual duvarlar yeterli kalınlıkta ise ve marjinal sırtlar yeterince korunmuş ise direkt restorasyonlar uygulanabilir (Wendt Jr 1991). Dişlerde aşırı madde kaybı olduğunda, dişin geriye kalan dokusunu koruyacak farklı restorasyon seçenekleri planlanmalıdır.

1.4.1. Kök Kanalından Destek Almadan Hazırlanan Restorasyonlar

Kanal tedavisi uygulanan posterior dişlerde giriş kavitesi açma işlemlerinin zayıflatıcı etkisini elimine etmek için, kavite kenarlarının korunduğu dişlerde geleneksel restorasyonların uygulanmasında veya dişte aşırı madde kaybı olduğu kavite kenarlarının korunamadığı durumlarda tüberkülleri kaplayan restorasyonların uygulanması tavsiye edilir (ElAyouti ve ark 2011).

Son yıllarda kanal tedavisi yapılan dişlere uygulanan restorasyonlarda kayda değer değişiklikler yapılmıştır. Adeziv materyallerde ve tekniklerdeki yeni gelişmeler sayesinde hekimlerin, diş restorasyonunda uyguladıkları tedavi teknikleri değişmiştir. Daha önce restorasyonlarda sıklıkla kullanılan döküm metal postlar, amalgam korlar gibi uygulamaların yerine daha üstün estetik özelliklere sahip direkt kompozit rezinler, seramiklerden elde edilen overleyler veya endokuron gibi indirekt restorasyonlar yapılmaktadır (Dietschi ve ark 2008).

1.4.2. Direkt Kompozit Restorasyonlar

Kompozit; Farklı yapı ve özellikte iki veya daha çok, birbiri içinde çözünmeyen maddenin fiziksel olarak karışımı demektir. Diş restorasyonunda uygulanan kompozit rezinler ; silikat cam partiküllerinin akrilik monomerler ile

karıştırılması, uygulanması ve polimerizasyonu ile oluşmaktadır (Chen 2010).

Kompozit rezinin diş dokusuna kimyasal bağlanmasından dolayı bu materyallerden ‘adeziv dolgu materyalleri’ olarak bahsedilir (Balbinot ve ark 2019). Diş restorasyonunda geniş kullanım alanına sahip kompozit dolgu materyalleri; organik faz, inorganik faz ve ara faz olmak üzere üç farklı fazdan meydana gelir (Donly ve ark 1989).

Organik faz içeriği

Organik faz yapısında monomerler, ultraviyole inhibitörler, ko-monomerler, polimerizasyon başlatıcıları ve stabilizatörleri içerir. Günümüzde kullanılan restoratif kompozit materyallerin çoğu, diğerlerine göre daha iyi bağlantı sağlayan ve renk değişimine karşı daha dayanımlı bisfenol glisidil metakrilat (BisGMA) ve üretan dimetakrilat (UDMA) monomerlerini ihtiva eder (Sturdevant ve Roberson 1995, Dayangaç 2000, Önal 2001). Bu iki monomerin akışkanlığa dirençli yapısını matrikse trietilen glolikol dimetakrilat (TEGDMA) diye isimlendirilen akışkanlığı artırıcı bir ko-monomer katılmıştır. Organik fenol türevi olan inhibitörler, matriks içine konulan bileşiklerdir. Işık, ısı ve çeşitli kimyasal yöntemlerle kompozitin kendi kendine polimerizasyonunu inhibitörler vasıtası ile engellenir. Dibenzolperoksit, otopolimerizan kompozit materyalde polimerizasyonu başlatıcı etkiye neden olurken, aromatik tersiyer amin olan N, N-bis(2-hidroksietil)-p-toludin ise polimerizasyonu çabuklaştırıcı etki sağlar. Görünür ışık ile polimerize olan kompozitlerde 450-500 nm dalga boyundaki polimerizasyon başlatıcılar ışığı absorbe ederek polimerizasyonu sağlarlar. Polimerizasyon başlatıcılar içinde, adiketon olan kamferokinon en çok kullanılanıdır. Görünür ışık, kamferokinonu etkiler, harekete geçirir ardından amin ile reaksiyona girip serbest radikaller ortaya çıkarırlar (Sturdevant ve Roberson 1995, Önal 2001).

İnorganik faz içeriği

Organik bir matriks ve içine dağılmış inorganik doldurucu partiküllerden meydana gelir. İnorganik doldurucu partiküller çeşitli büyüklükteki, borosilikat cam, lityum aliminyum silikat, kuartz, stronsiyum, baryumdur. Fiziksel üstünlüklerinden dolayı cam içeren materyaller günümüzde daha çok tercih sebebidir. Kompozit materyalinin fiziksel özelliklerini inorganik doldurucu miktarı, büyüklüğü, şekli

etkilemektedir. Kompozit materyallerde doldurucu miktarı arttıkça, polimerizasyon büzülmesi, su emilimi ve ısıl genleşme katsayısı azalır böylece daha dirençli olur (Dayangaç 2000,  nal 2001, Stewart ve Bagby 2020).

Bağlayıcı faz içeriği

Bağlayıcı fazın işlevi, inorganik faz ve organik fazın birbirine angaje olmasını sağlar. Bağlayıcı faz, molekül ve organik silisyum bileşiği olan silanlardan meydana gelir. Doldurucuların yüzeyindeki hidroksil grubu emer ve yüzeyde esterleşerek, organik matrikste bulunan metakrilat ile kovalent bağlar kurar. Bu sayede iki fazı birbirlerine bağlar ve suya dirençli kompozit materyallerin oluşması sağlanır ( nal 2001, Sturdevant ve ark 2002).

Kompozit rezinlerin içeriğinde bulunan diğ r bileş nler

Kompozit rezinlerin içeriğinde organik matriks, inorganik faz içeriği ve ara bağlayıcı faz içeriği dışında başka bileş nler de bulunmaktadır. Bu bileş nlerin başında polimerizasyon başlatıcılar gelmektedir. Kimyasal yolla polimerizasyonu ger ekleş n kompozitlerde benzoil peroksit ve tersiyer polimerizasyon başlatıcı olarak görev alır. Tersiyer amin olarak N, N-dihidroksi etil-p-toluidin ve N, N-dimetil-p-toluidin kullanılmaktadır. Polimerizasyonu ışıkla ger ekleş n kompozitlerde polimerizasyon başlatıcı olarak kamforokinon gibi diketon foto aktivatörler ile birlikte 4-N,N-dimetil amino penitil alkol gibi tersiyer alifatik aminler kullanılır (Garcia ve ark 2014).

Kompozitlerin içinde normal saklama koşullarında dimetakrilat monomerlerin kendiliğinden polimerizasyonunun önlenmesi için hidrokinonun mono metil eteri kullanılmaktadır. Hidrokinonun tek olarak kullanılması kompozitte renklenmeye sebep olmaktadır. B t llenmiř hidroksi tol end de polimerizasyon önleyici olarak kompozit rezin içerisine eklenen bir diğ r ajandır (Garcia ve ark 2014).

Polimerizasyonu kimyasal yolla ger ekleş n kompozitlerde, polimerizasyon sonrası reaksiyona girmeyen artık ürünler olabilir. Artık  r nler ultraviyole ışık etkisi ile parçalara ayrılarak restorasyonda kahverengi renkleşmeye neden olabilirler. Bu durumu önlemek için kompozit içerisine ultraviyole radyasyon emici bileş nler

eklenmektedir. (Sideridou ve ark) Kompozit rezinlerin içerisinde UV radyasyon emici bileşen olarak en sık tercih edilen ajan 2-hidroksi-4-metoksi benzofenondur (Garcia ve ark 2014).

Kompozit rezinlerin sınıflandırılması

Kompozit rezinler, içeriğindeki inorganik doldurucu partikül büyüklükleri ve yüzdelere göre, viskozitelerine göre ve polimerizasyon yöntemlerine göre sınıflandırılmaktadırlar. En yaygın kompozit rezin sınıflandırması inorganik doldurucu miktarı ve büyüklüğüne göre yapılan sınıflandırmadır (Randolph ve ark 2016)

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğüne göre;

Megafil kompozitler: Partikül boyutları 50-100 µm aralığındadır, günümüzde kullanılmıyor (Önal 2001).

Makrofil kompozitler: Partiküllerin büyüklükleri 5-75 µm arasında değişmektedir, 1960'lı yıllarda geliştirilmişlerdir. Hacminin %10-15 kadarını ve ağırlığının ise %70-80 kadarını doldurucular oluşturur. Makrofil kompozitlerin polimerizasyon büzülmesi mikrofıl kompozitlere kıyasla daha yüksektir ancak aşınmaya karşı direnci mikrofıl kompozitlere göre daha düşüktür (Dayangaç 2000, Stewart ve Bagby 2020).

Minifil kompozitler: Partikül büyüklükleri 0,1-1 µm aralığındadır. Partikül sayıları makrofil kompozitlere oranla daha fazladır ve partikül miktarı ağırlıkça %70-85'e çıkmıştır (Dayangaç 2000).

Mikrofil kompozitler: Partikül büyüklüğü 0,03-0,05 µm arasındadır. 1970'li yıllarda geliştirilen mikrofıl kompozitlerin partikül oranı ağırlığının %35-60'ını oluşturur. Hacimce makrofil kompozitlerden partikül miktarı daha küçük olup %40-50'dir. Mikrofil kompozitlerin cilalanması makrofil kompozitlere göre daha iyidir. Estetiğin önemli olduğu restorasyonlarda, sınıf III, IV ve V kavilerin restorasyonlarında kullanılırlar (Dayangaç 2000, Önal 2001, Stewart ve Bagby 2020).

Nanofill kompozitler: Nano teknolojinin gelişimine paralel olarak nanofil kompozitler üretilmiştir. Doldurucu boyutu 20-75 nm arasında değişir, 100 nm ve daha da küçük boyutta olabilirler. Mekanik ve optik özellikleri arttırıldığından, daha iyi cilalanabilme, polimerizasyon büzülmesinin az olması gibi pek çok avantajı beraberinde getirir. Nanofil kompozitlerin mikrohibrit ve mikrofil kompozitlere göre aşınmaya karşı dayanımları da oldukça iyidir (Mitra ve ark 2003, Moszner ve Klapdohr 2004).

Hibrit kompozitler: 1980'lerin sonunda üretilmişlerdir. Makrofil ve mikrofil kompozitlerin karışımından faydalanılarak oluşturulmuştur. Doldurucu içeriği ağırlıklarının %70-80'ini oluşturmaktadır. İçeriğinde 0,1-3µm arasında değişen büyüklükte partikül bulunması nedeni ile hibrit olarak adlandırılırlar. Partikül miktarı mikrofil kompozitlerden daha fazladır ancak boyut olarak makrofil kompozitlere göre daha küçüktür. Hibrit türünün seçiminde büyük partikülün adı kullanılır. Büyük olan partikülün büyüklüğü minifill seviyede ise kompozit minifill hibrit diye adlandırılır. Estetiğin önemli olduğu sınıf III ve IV kavite restorasyonlarda iyi polisaj yapılabildiğinden dolayı kullanılırlar, dirençleri ve aşınma dayanımları iyi olduğundan sınıf I ve sınıf II restorasyonlarda da kullanılırlar (Dayangaç 2000, Önal 2001).

Vizkozitelerine göre sınıflandırma:

Kondanse edilebilen kompozitler:

Bu kompozitlerin doldurucu partikülleri hibrit kompozitlere nazaran daha büyüktür. Hacimce %66-70 doldurucu oranına sahiptirler. Kondanse edilebilen kompozitlerin polimerizasyon derinlikleri fazla, polimerizasyon büzülmeleri azdır (Sakaguchi ve Powers 2012). İnorganik doldurucu miktarı ve partikül arttırılmıştır. Başlıca avantajları; karving işleminin yapılabilmesi, çok iyi kontakt noktaları oluşturulabilmesi, kondansasyon ile kaviteye rahat ve kolay yerleştirilebilmesi şeklinde sıralayabiliriz. Dezavantajları ise; kaviteye uygulanması sırasında kondansasyon iyi yapılamazsa, kompozit tabakaları arasında hava kabarcıkları kalabilir ve yüzey özellikleri iyi değildir. Araştırmalara göre fiziksel özellikleri hibrit kompozitlerle kıyaslandığında daha iyi değildir (Leinfelder ve ark 1998, Manhart ve ark 2000).

Akışkan kompozitler:

Doldurucu oranı, viskozitesi azaltılmış hibrit kompozitlerdir. Organik matriksi fazla ve doldurucu oranları azdır bu nedenle polimerizasyon sonrası artık monomer oranları yüksektir. Düşük doldurucu içeriklerinden dolayı polimerizasyon büzülme yüzdeleri yüksektir ve basınca karşı olan dirençleri ise düşüktür (Sakaguchi ve Powers 2012). Kondanse edilebilen kompozitlerin altında ince bir tabaka olarak kullanıldıklarında, kondanse edilebilen kompozitlerin kavite duvarlarına adaptasyonuna yardımcı olmakta ve yerleştirme kolaylığı sağlamaktadır (Yildirim ve ark 2017). Kavite duvarlarına fazla basınç gelmeyen kompozit restorasyonlarda, kronlarda meydana gelen kırıkların tamirinde, kondanse edilerek yerleştirilen kompozitlerin altında, abfraksiyonlarda ve mine defektlerinde stres önleyici olarak kullanılabilirler (Labella ve ark 1999).

Polimerizasyon yöntemlerine göre kompozit rezinlerin sınıflandırılması:

Kimyasal yöntemle polimerize kompozit rezinler;

İki pat halinde bulunurlar, karıştırılmaya başlandığı zaman polimerizasyon da başlamış olur. Bu kompozitler, otopolimerizan kompozit rezinler diye de adlandırılabilir. Kimyasal yolla sertleşen, otopolimerizan kompozitlerde tersiyer aminler akseleratör olarak, başlatıcı olarak ise dibenzol peroksit kullanılmaktadır (Stewart ve Bagby 2020). Polimerizasyon reaksiyonu karıştırma işlemi ile başlar bu yüzden uygulama süresi kısadır. Karıştırma işleminin homojen yapılmaması halinde polimerizasyon homojen olmayabilir bu durum kompozitin fiziksel özelliklerini olumsuz etkiler. Bu kompozitlerin sınırlı renk seçeneği, yetersiz marjinal uyumu ve zayıf fiziksel özellik göstermesi dezavantajları olarak sayılabilir (Uluakay ve ark 2011).

Hem ılık hem de kimyasal yöntemle polimerize olan kompozit rezinler:

Bu kompozitler hem ılıkla hem de kimyasal olarak polimerize olurlar. Dual-cure kompozitler isimlendirilirler. Polimerizasyonları ılıkla başlar ve daha sonra kimyasal olarak devam eder. Işığın ulaşmadığı yüzeylerde kimyasal olarak polimerizasyon 8-24 saat içerisinde tamamlanır. Çoğunlukla rezin simanların polimerizasyonunda bu yöntem kullanılmaktadır (Dayangaç 2000).

Görünür ışıkla polimerize olan kompozit rezinler:

Bu tür kompozit rezinler tek fazdan yapılmışlardır ve karıştırılmaları gerekmez. Genellikle monomerler, komonomerler ve bir aktivatörden oluşur. Polimerizasyonun başlaması 420-470 nm arasındaki dalga boyunda normal veya mavi renkli görünür ışığı aktivatör maddenin absorbe etmesi ile maddenin tepkimeye girmesi ile gerçekleşir (Önal 2001, Stewart ve Bagby 2020). Kompozit rezinlerin polimerizasyonunda halojen ışık cihazları, light emitting diyode (Porto ve ark), plazma ark ışık üniteleri ve lazer sistemleri özellikle argon lazer kullanılmaktadır. Kuartz tungsten halojen ışın cihazlarının zamanla etkinliğinin azalması, yüksek ısı oluşturmaları sebebi ile pek tercih edilmezler. Plazma ark ışık üniteleri ise kullanım ömürlerinin sınırlı olması, portatif olmaması ve ekonomik olmaması gibi özellikleri nedeni ile rutin uygulamada tercih edilmezler (Sakaguchi ve Powers 2012, Ağaccioğlu ve Aytaç 2019). Argon lazerlerinin yüksek maliyetli olmaları kullanımlarını sınırlar (Soares ve ark 2017). Yeni geliştirilen LED ışın cihazları kamforokinon dışında polimerizasyon başlatıcıları da polimerize edebilmektedir (Price ve ark 2010). Klinikte sıklıkla direkt restorasyonlarda hekime geniş çalışma zamanı sağlayan, geniş renk çeşitliliği olan, polimerizasyon büzülmesine daha az neden olan ve bitirme işlemi için daha az zaman gerektiren avantajlarından dolayı polimerizasyonu görünür ışıkla gerçekleşen kompozit rezinler kullanılmaktadır (Mills ve Jandt 2001).

Kompozit Rezinlerde Güncel Gelişmeler

Kompozit rezinlerin uygulanabilirliğini ve klinik olarak başarısını arttırmak için çalışmalar halen devam etmektedir. Yapılan çalışmalar kompozitlerin, mekanik özelliklerini geliştirmek, polimerizasyon büzülmesini azaltmak, aşınma direncini yükseltmek, kırılma dayanımını arttırmak, biyouyumluluğunu arttırmak, postoperatif hassasiyeti azaltmak gibi kompozitlerin özelliklerini iyileştirici yöndedir (Çelik 2017). Geliştirilen yeni kompozit rezinlerle; restoratif prosedürün sadeleştirilmesi (self-adeziv kompozitler), kompozitlerin kırılma dayanımının artırılmasına yönelik çalışmalar (kompozitleri fiberle güçlendirme, kendi kendini tamir edebilme), restorasyon ile diş ara yüzünde yeni çürük lezyonlarının azaltılmasına yönelik savunma mekanizmaları (remineralizasyon ve antibakteriyel ajan kullanımı) üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Maas ve ark 2017).

Self Adeziv Kompozit Rezinler

Kullanım alanları kısıtlı bu kompozitler düşük vizkoziteye sahiptirler. 2009 yılında piyasada yerini alan self adeziv kompozit rezinlerin kullanımı küçük sınıf I kaviteler ve çürüksüz servikal lezyonların restorasyonudur (Maas ve ark 2017). Self adeziv kompozitler ile self adeziv rezin simanların farkı; self adeziv kompozit rezinler florür içeren cam doldurucu içermemeleri ve asit-baz nötralizasyon reaksiyonu göstermemeleridir (Ferracane 2011, Maas ve ark 2017). Self adeziv kompozitler içeriğinde asidik monomerler bulundurlar. Bu monomerler diş yüzeyinin asitle pürüzlü hale gelmesini, smear tabakasının modifiye olmasını ve hibrit tabakanın oluşmasını sağlar (Vichi ve ark 2013). Yapısında bulunan hidroksietil metakrilat (HEMA) dentin yüzeyindeki ıslanabilirliği artırır (Van Landuyt ve ark 2007, Maas ve ark 2017). İçeriğindeki asidik monomerler dekalsifikasyon yapsalar da bu materyallerin dentinle etkileşimi sınırlıdır. İçeriğinde bulunan doldurucular kollajen fiber yapıya monomer difüzyonunu güçleştirmektedir. Böylece substrat yüzeyinin ıslanabilirliğini azaltmaktadır (Çelik 2017).

Yapılan çalışmalara göre self adeziv kompozitlerin geleneksel kompozitlere göre diş bağlanma bulgularının düşük olduğu belirtilmiştir (Vichi ve ark 2013, Sachdeva ve ark 2016). Self adeziv kompozit rezinler; genleşme miktarı, yüzey pürüzlülüğü, su emilimi karşılaştırıldığında geleneksel kompozitlere kıyasla daha başarısız bulunmuştur (Malavasi ve ark 2015).

Fiber Kullanılarak Güçlendirilmiş Kompozit Rezinler

Fiber ile güçlendirilen kompozit rezinlerin yapısında; karbon fiber, cam fiber, aramid fiber, poliester fiber, ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen fiber gibi farklı fiber tipleri bulunmaktadır. Bu materyaller kompozit rezinin fiziksel özelliklerini daha iyi duruma getirmek için kullanılırlar (van Dijken ve Sunnegårdh-Grönberg 2006). Fiberle güçlendirilen kompozitlerde fiberler, rezin veya polimer içerikli matriks içerisinde dağılmış şekilde bulunurlar. Matriks yapı fiberleri nem etkisinden korur ve materyale gelen kuvvetleri güçlü yapılı fiberlere iletir. Günümüzde splint uygulamalarında, aşırı madde kayıplı dişlerin restorasyonunda ve endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonunda fiberli kompozit sıklıkla tercih edilmektedir (Sakaguchi ve Powers 2011). Yüksek uzunluk/çap oranına sahip fiberle

güçlendirilmiş kompozit rezin materyallerin düşük uzunluk/çap oranına sahip fiberlerle güçlendirilmiş olanlara göre daha iyi esneme dayanımına sahip olduğu gösterilmiştir. Bunun yanı sıra kısa ve çok kısa fiberlerle güçlendirilen kompozit rezinler, geleneksel kompozit rezin materyallere göre daha iyi esneme dayanımına sahip olduğu gösterilmiştir (Shouha ve ark 2014). Kompozit rezinin yapısında herhangi bir çatlak oluşması durumunda, fiberler ile çatlak yüzeyleri birbirine doğru asılır ve çatlağın ilerlemesi engellenir (Quinn ve Quinn 2007). Fiberle güçlendirilen kompozit rezinlerde fiberler polimerizasyon büzülme streslerini kompanse ettiğinden, mikrosızıntının azaldığı bulunmuştur (Garoushi ve ark 2015).

Kendi Kendini Tamir Edebilen Kompozitler

Kendi kendini otonom olarak tamir edebilen polimer matris kompozit materyalinin bulunması ile bu alandaki çalışmalar hız kazanmıştır (Dry 1996). Kompozit polimerlerde termal veya mekanik gerilme yoğunluğuna bağlı mikro çatlakların yayıldığı bir hasar birikimi sonucu başarısızlık meydana gelmektedir. Mikroçatlak oluşan yüzeylerin kapatılarak çatlak uzantısını önleyerek bileşiğin ömrünün uzatılması hedeflenmektedir. Kendi kendini tamir edebilen kompozitlerde amaç herhangi bir dış müdahale gereksinimi olmaksızın mikro çatlakların kendiliğinden tamir edilmesi ve dental restorasyonların uzun ömrlü olmasının sağlanmasıdır. Diş hekimliği pratiğinde henüz rutin klinik uygulama aşamasına geçilmemiştir (Çelik 2017). Klinik olarak test edilmiş, biyouyumlu ve kolay uygulanabilir bu tip materyallerden üretilen kompozitlere yönelik çalışmalar vardır. Bu çalışmalardan birinde iyileştirme tozu (*healing powder*) denilen stronsiyum flouroalüminasilikat partiküllerinden oluşan ve iyileştirme likidi (*healing liquid*) poliakrilik asitlerin sulu çözeltilerinden oluşan toz ve likit bulunur. Likit silika mikrokapsülleri içerisinde bulunmaktadır. Mikro çatlak meydana geldiğinde mikrokapsül kırılarak iyileştirme likidi ortaya çıkar. Bu likit çatlak oluşumuna uğrayan iyileştirme tozu ile reaksiyona girerek çatlakları sızdırmaz halde dolduran, çözünmez reaksiyon ürünleri oluşturur (Huyang ve ark 2016). Rutin klinik uygulama aşamasına geçilebilmesi için bu alanda ilave klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Giomerler

Diş hekimliğinde teknolojik olarak rezin bazlı materyallerin gelişimi ile beraber bazı hibrit yapılı malzemelerde sık kullanılmaya başlanmıştır. Başlıca bu malzemelerden bazıları; rezin modifiye cam iyonomerler, giomerler, kompomerler (poliasit modifiye rezin), zirkomerler (zirkonyum parçaları ile modifiye edilmiş kompozit) ve ormoserlerdir. Giomerler içeriğinde aktif cam iyonomer partikülleri bulundurlar, ışıkla sertleşirler ve flor salabilen restoratif materyallerdir. Giomer adını içeriğindeki glass iyonomer ve polimer kelimelerinden almıştır. Uzun dönem flor salınımı ile ilgili şüpheler olsa da demineralizasyonu inhibe edebilme yetenekleri olduğu anlaşılmıştır. Olumsuz özellikleri su emiliminin fazla olması ve zamanla renklenmesidir. (Rusnac ve ark 2019).

Nanokompozitler

Kompozit rezinlerin mekanik, kimyasal ve optik özelliklerini geliştirmek için nanoteknoloji kullanılması ile ortaya çıkmıştır. İçerik olarak silika nano doldurucular (nanomer) ile nanomer gruplarından (nanocluster) vardır. (Mitra ve ark 2003, Alzraikat ve ark 2018). Nano dolduruculu kompozitlerin boyutları yaklaşık 5 ila 100 nm boyutlarındadır. Sınıflandırılması izole edilmiş ayrı partiküller ya da küme boyutunun 100 nm geçebileceği primer nanopartiküllerin kaynaşmış agregatları olarak yapılabilir. Nanofill kompozitlerin diğer kompozitlerden belirgin olarak estetik üstün özellikleri vardır. Ayrıca hem mekanik hem de optik özellikler açısından oldukça iyidir. Hekimlere renk ve opasite seçeneklerinin genişliği estetik açıdan kolaylık sunar (Sakaguchi ve Powers 2011). Geleneksel kompozitlerin yapısında bulunan inorganik doldurucular öğütülerek elde edildiğinden düzensiz bir yapı göstermektedir. Nanofil kompozitlerde sol-jel kimyası adı verilen bir teknoloji kullanılarak içeriğinde bulunan doldurucular üretilmektedir böylece küre formunda düzgün yüzeyli partiküller elde edilmektedir. Doldurucuların küre formunda düzgün yüzeyli olması kompozit içeriğindeki doldurucu oranını artırma imkanı sağlamaktadır. Bu durum kompozitlerin özelliklerini iyileştirilebilmektedir (Sideridou ve ark 2011). Nanofil kompozitler hibrit kompozitlerle karşılaştırıldığında; hibrit kompozitlerden mukavemet ve sertlik açısından önemli bir avantajının bulunmadığı gösterilmiştir ve nanokompozitlerin hibrit kompozitlere

kıyasla daha yüksek çözünürlük ve emilim değerlerine sahip olduğu gösterilmiştir (Alzraikat ve ark 2018) .

Ormoserler

İçerik olarak tioeter oligo metakrilat alkoksisilan ve üretanın organik-inorganik ko-polimerinden oluşur. Organik polimerizasyonunu silanın metakrilat grupları fotokimyasal yolla gerçekleştirir. Alkoksilil grupları ise hidroliz ve polikondensasyon reaksiyonları vasıtası ile inorganik Si-O-Si bağına oluştur (Wolter ve ark 1994). Ormoserlerin inorganik iskelet yapısını SiO₂ oluşturmaktadır Çapraz bağlı organik-inorganik ağ yapısındaki matrikse doldurucu partiküller yerleşmiştir. Materyalin elastikliği ve termal genişlemesinden yapısında bulunan SiO₂ görevlidir. Metakrilat polimerize olma kapasitesine sahip organik yapıyı meydana getirir. Bu gruplar; ormoserin sertliğini, polimerizasyonunu ve materyalin optik özelliklerini sağlarlar. Ormoserlerin aşınma dirençleri yüksek bulunmuştur. Geleneksel kompozitlerden farklı olarak organik matrikslerinde ana unsur olarak metakrilat polisiloksan olması sonucu dimetakrilat monomerleri azaltılmıştır (Moszner ve Salz 2001, Sakaguchi ve Powers 2011, Çelik 2017).

İyon Salıveren-Antibakteriyel Kompozit Reziner

Kompozit rezinlerin içeriğinde katılan kalsiyum, hidroksil, florür gibi fonksiyonel iyonlar yoluyla; kompozitlerin ağız ortamındaki pH değişikliklerine göre iyon salılabilmek, çürüğe neden olan bakterileri inhibe edebilmek ve sekonder çürüğü önleyebilmek özelliklerinin üzerine çalışmalar yapılmaktadır ancak halen bu çalışmalarda kompozitin yapısının iyon salmaya kısıtlı imkan verdiği ve verse bile çok kısa sürdüğü bildirilmiştir. Amaca uygun beklentiler karşılanamadığı için kullanımları pek tercih edilmemektedir (Gökçe 2005).

Siloran Bazlı Kompozit Reziner

Kompozit rezinlerde meydana gelen polimerizasyon büzülmesini önlemek için siloran adı verilen monomer geliştirilmiştir. Siloran; oksiran ve siloksan fonksiyonel gruplarından oluşmaktadır. Siloksan yapıya yüksek oranda hidrofobik özellik kazandırırken, oksiran halka polimerizasyon büzülmesini azaltarak dayanıklılığı arttırmaktadır. Siloranlarda polimerizasyon başlatıcısı olan

kamforokinon, reaktif katyonik ajanlardan iyodonyum tuzları ve elektron vericiler de bulunur (Sakaguchi ve Powers 2012). Hidrofobik özelliğe sahip siloksan, materyalin su emilimini düşürür ve daha az oranda renklenme görülür. Siloran bazlı kompozitler metakrilat kompozitlere göre daha düşük polimerizasyon büzülmesi ve daha fazla dayanıklılık göstermektedir (Zimmerli ve ark 2010). Siloran bazlı kompozitler kendilerine özgü adeziv sistemlerinin olması, renk çeşitliliğinin yetersiz olması nedeni ile yaygın kullanılmamaktadır.

Bulk Fill Kompozit Rezinler

Kompozitlerin tabakalama tekniğiyle yerleştirilmesinde bazı sorunlar oluşmaktadır. Kompozit tabakaları arasında bağlanma başarısızlığı, tabakalar arası kalan küçük boşluklar, kompozit rezinin kontaminasyonu ve işlemin zaman alması bu sorunlardandır. Tüm bu sorunlarla baş edebilmek için ve daha pratik uygulamayı amaçlayarak tek kütle halinde uygulanan kompozit rezinler üretilmiştir. Geleneksel kompozitler en fazla 2 mm kalınlıkta olacak tabakalar şeklinde yerleştirilebilirken, tek tabaka halinde yerleştirilebilen kompozitler 4-5 mm'lik tek kütle şeklinde uygulanabilirler. Bulk fill kompozitler geleneksel kompozit rezinlerle karşılaştırıldıklarında polimerizasyon büzülme oranları geliştirilmiş, tüberkül kırılma dayanımları iyileştirilmiş, restoratif uygulama yöntemi basitleşmiş, marjinal bütünlük geliştirilmiş ve tedavilerde harcanan zaman azalmıştır. Bulk fill kompozitlerde doldurucu matriks içeriği veya foto başlatıcı düzeni değiştirilerek, geleneksel kompozitlerin sertleşme reaksiyonunda kullanılan aynı ışık yoğunluğunda ve ışınlama süresinde oluşan polimerizasyon büzülmesi miktarını ve meydana gelen stresi daha da azaltmayı amaçlar. Bulk fill kompozitlerin içeriğinde, yaklaşık 100 nm uzunluğunda seramik fiber rezin vardır ve polimerizasyon derinlikleri 5 mm ye kadar yükselmiştir. Çoğunlukla ışık aktive edilmiş dimetakrilat rezinden oluşur. Bu kompozit rezinlerin doldurucu oranı hacimce %60 ile %80 arasında değişmektedir. Sınıf I, II ve VI restorasyonlarında kullanılması için önerilir (Moorthy ve ark 2012, Uzel ve ark 2017, Rizzante ve ark 2019).

Kompozit rezin materyallerin avantajları ve dezavantajları;

Kanal tedavisi görmüş dişlerin restorasyonunda kompozitler, estetik olması, diş restorasyon kompleksinin bütünlüğünü arttırması, mine ve dentine

bağlanabilmesi, dişle bir bütün yapı oluşturup bu sayede yoğun stres alanları oluşturmaması, oluşan stresi eşit dağıtması gibi özellikleri sayesinde diş ve restorasyonda oluşabilecek kırılma riskini azaltmaktadır ve bu yüzden restorasyonlarda sıklıkla tercih edilir (Ergücüa ve Türkün 2007, Schirrmeister ve ark 2009).

Kompozit rezinlerin dezavantajları ise; estetik olmalarına rağmen kompozitlerin zamanla renk değiştirmeleri önemli bir problemdir. Ağız içerisinde var olan nem ve oluşan termal değişiklikler kompozit rezinlerin yapısal renginde değişiklikler meydana getirir. Kompozit rezinin yüzeyinde oluşan renk değişiklikleri yüzeye temas eden renkli sıvıların adsorbsiyonu ve absorbsiyonu sonucu gelişir. Kompozit rezine ideal bir biyomalzeme denilemez çünkü oral sıvılarda çözünebilir, içeriğinde polimerize olmamış artık monomer bulundurur bu maddeler insan vücudunda toksik etki oluşturabilir. Allerjik reaksiyonlar gingival hücrelerde hücre ölümü ve çözünen kısım pulpa dokusu nekrozuna neden olabilmektedir (Manhart ve ark 2000). Kompozit rezin materyalinin dezavantajlarından biri de polimerizasyon büzülmesidir. Yeni nesil kompozitlerde polimerizasyon büzülmesi oldukça azaltılabilmiş olmasına rağmen klinik başarıyı olumsuz etkilediği bilinmektedir.

Kompozit rezinler özellikle klinikte, çalışma süresinin hekimin denetiminde olması, kırılmaya ve sıkışmaya karşı yüksek dayanıklılık göstermesi, iyi bir estetik sağlaması, polimerizasyonları sırasında kontrol edilebilmesi, seramik restorasyonlarla kıyaslandığında kullanımı kolay ve ucuz olması sebeplerinden dolayı, yaygın kullanılır. Kompozit rezinlerin bir önemli avantajı da young modülü 10-16 GPa arasında olmasıdır, bu değer dentinin young modülüne yakındır. Basma dayanım değeri ise yaklaşık 280 MPa'dır (Sakaguchi ve Ferracane 1998). Elastikiyet modülleri ise dentin dokusunun değerlerine eşit veya daha fazladır. Tüm bu özellikler kompozit rezinlere direnç artışı sağlar. Mine ve dentine hem mekanik hem de kimyasal bağlanabildiklerinden, endodontik tedavi sonrasında dişte madde kaybı fazla değilse bu dişlerin restorasyonunda, kompozitler tercih edilebilirler. Kompozit rezin amalgama kıyasla sertlikleri daha azdır ve fonksiyon sırasında oluşan stresleri, bağlanma yüzeylerince dağıttıkları için kama etkisi gelişmez böylece dişin kırılmaya karşı dayanımını artırır. Ayrıca kompozitlerin dentin bağlayıcıları ile beraber uygulanması, diş dokularına bağlanma kapasitesini artırdığı için retansiyonu artırır. Endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda kompozit rezin kullanıldığında, kırılma

direnci amalgam restorasyonlu dişlere göre daha fazladır. Aşırı madde kaybı gösteren dişlerde, kompozit rezinle yapılan restoratif tedaviler, dişin servikal bölümünde oluşan stresleri azaltır ve kök kırığı riskini düşürür (Yoldas ve ark 2005).

Yapılan bir çalışmada, sınıf II kaviteli dişlerde direkt kompozit inley, porselen inley, direkt kompozit restorasyonlar kenar sızıntıları yönünden karşılaştırılmış sonuç olarak direkt kompozit restorasyonların özellikle dişeti bölgelerinde mikrosızıntının diğer restorasyon grupları ile karşılaştırıldığında daha fazla olduğu gözlenmiştir. Kompozit restorasyonlarda polimerizasyon büzülmesi ile ilgili kenar uyumsuzluğu, sekonder çürüklerin görülmesi, fazla madde kaybı sonucu oluşan olumsuzlukların oranı %59 bulunmuştur. Kompozit restorasyonların beş yıllık takibi sonucu başarı oranının %90 olduğu görülmüştür daha sonraki yıllarda bu oran azaldığı belirtilmiştir (Barnes ve ark 1991). Bu problemleri en aza indirmek için; kompoziti tabakalı teknik ile uygulama, düşük büzölmeye sahip kompozitler kullanma, cam iyonomer simanların, akışkan kompozitlerin, poliasitle modifiye rezin kompozitlerin kaide maddesi olarak kullanılması tavsiye edilir.

Kompozit ve amalgam restorasyonların performanslarının karşılaştırılması amacı ile, beş yıl takip edilen bir çalışmada aralarında pek bir fark bulunmamıştır; fakat on iki yıl takip edildiğinde, amalgam restorasyonlara göre kompozit restorasyonların klinik performanslarının daha iyi olduğu açıklanmıştır (Opdam ve ark 2010).

1.4.3. Semidirekt Restorasyonlar

1980'li yıllarda tanıtılan bir tekniktir. Bu teknikte restorasyonun ağız içi ve ağız dışı işlemleri tek seansta tamamlanarak hasta başında uygulanabilir. İndirekt tekniğe göre daha kolay bir tekniktir (Blankenau ve ark 1984). Kompozit materyal izolasyonu sağlanan kaviteye direkt yöntemle yerleştirilir ve polimerizasyonu sağlanır. Daha sonra restorasyon kaviteden ağız dışında çıkarılır tekrar polimerizasyon işlemi yapılır düzeltme, parlatma işlemlerini takiben restorasyonun kaviteye simantasyonu yapılır. Bu teknikte, yapılan preparasyon şekli önemlidir ve frezlerin oluşturduğu mikroretansiyonlardan kaynaklanan polimerizasyon sonrası restorasyonun kaviteden çıkarılmasında problem oluşabilir. Bu durum, bu tekniğin uygulanmasında karşılaşılan bir dezavantajdır. Bu dezavantajı elimine etmek için

silikon ölçü kullanılarak çalışma modeli elde edip üzerine restorasyon yapılabilir. Ölçü ile yapılan teknikte preparasyonu yapılan kavite duvarları oklüzale doğru az miktarda açılarak genişletilebilir, böylece daha koruyucu bir preparasyon yapılmış olur. Ancak bu yöntem daha pahalıdır ve ölçüde deformasyon oluşabilir. Özellikle mesiyal-oklüzal-distal yüzeyleri içeren kavitelerde, uygulamada aksiyal duvarlardan kaynaklanan retansiyon alanları nedeni ile restorasyonun çıkartılması güç olabilir (Spreafico 1996). Geniş kaviteli sınıf I ve sınıf II restorasyonların uygulanacağı dişlerde, semidirekt uygulama ile restorasyonun mekanik özellikleri geliştirilebilir (Spreafico 1996).

1.4.4. İndirekt Restorasyonlar

Hasta ve hekimlerin sağkalım süresi uzun ve estetik restorasyonlarla ilgili beklentilerindeki artış, diş dokusuna adeziv rezin simanlar ile bağlanabilen indirekt estetik posterior restorasyonların yapılma oranını arttırmıştır. İndirekt restorasyonlar kullanılan materyallere göre; metal, kompozit ve porselen olmak üzere sınıflandırılabilir. Endikasyonuna, hastanın ağız hijyenine, hastanın beklentilerine ve maliyetine göre kullanılacak materyale karar verilir.

Klinikte, direkt yöntemle uygulanan kompozit restorasyonlar, konservatif restorasyonlardır. Direkt kompozit restorasyonlar da temel ilke, yalnızca çürük dokunun uzaklaştırılması ve kompozit ile restore edilmesidir. Bu tip direkt yöntemle uygulanan kompozit restorasyonlarda polimerizasyon esnasında kompozitin büzülmesi ile oluşan gerilme kuvvetleri dişte mikrosızıntıya, sekonder çürüğe ve postoperatif hassasiyete neden olabilmektedir (Manhart ve ark 2000, Freedman 2012). Bu problemleri gidermek amacı ile kompozit rezinler veya porselenler kullanılarak estetik indirekt restorasyonlar uygulanmaya başlanmıştır. Direkt restorasyon işlemi için uygun kavite mevcut değilse, dişin restorasyonu için laboratuvarda hazırlanan indirekt kompozit veya porselen restorasyonlar yapılabilir (Roulet ve ark 2001). Ağız dışında hazırlanmaları ile daha ayrıntılı bir çiğneme yüzeyi, düzgün anatomik oluşumlar ve ideale yakın proksimal kontak oluşturulabilir (Manhart ve ark 2000, Freedman 2012). Ayrıca restorasyonlar ağız dışında hazırlandıkları için polimerizasyon büzülmesi en aza indirilebilir (Dietschi ve ark 2002). İndirekt restorasyonlar, hazırlanan kavitenin formuna göre onley, inlay ve overley olarak isimlendirilirler.

İnley restorasyonlar; restorasyon materyali okluzal yüzeyi tamamen örtmez. Oklüzal, proksimal ve gingival kavitelerin restorasyonunda kullanılan indirekt restorasyonlardır. Onley restorasyonlar; restorasyon materyali okluzal yüzeyi tamamen örter. Overlay restorasyonlar; okluzal yüzeye ilave olarak bukkal ve lingual duvarların da restorasyona dahil edildiği indirekt restorasyonlardır (Shillingburg ve ark 1997).

İndirekt restorasyonlar, birkaç farklı teknik ile ağız içinde de yapılabilirler de çoğunlukla laboratuvar ortamında hazırlanırlar (Kidd 2005). Adeziv diş hekimliğindeki gelişmeler ile birlikte, madde kaybı fazla olan dişlerde uygulanan geleneksel restorasyonların yerini, mine ve dentin dokusuna adezyon materyalleri vasıtası ile bağlanan indirekt restorasyonlar almaktadır. Adeziv tekniklerle mine dentin dokusuna bağlanan indirekt restorasyonlar sayesinde diş dokusundan az miktarda madde kaldırılarak yeterli retansiyon sağlanabilir (Van Dijken 1999, Van Dijken ve ark 2001). İnley ve onley restorasyonlar için kavite preparasyonu yapılırken bizotaj ve retansiyon şekillendirmesi gerekmemektedir. Kavite hazırlanırken kavite duvarları birbirine paralel olmalıdır ve aksiyal duvarlar tutuculuğa zarar vermeyecek biçimde okluzale doğru genişler biçimde olmalıdır. Sağlıklı diş dokusu uzaklaştırılmadan preparasyon yapılmalı, preparasyondaki düzensizlikler, rezin siman veya rezin modifiye cam iyonmer siman kullanılarak block-out yapılmalıdır ve aksiyal duvarlar arası en az 2 mm genişlik sağlanmalıdır (Gemalmaz 2002).

Teknoloji alanında gerçekleşen ilerlemelerle birlikte diş hekimliğinde yeni materyaller ve yüksek teknolojik sistemler yerlerini almaya başlamıştır. Bilgisayar destekli tasarım (Breschi ve ark) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) sistemlerde bu yeni teknolojik ürünlerden biridir (Liu 2005, Strub ve ark 2006). CAD/CAM sisteminin kullanımı ile hastadan ölçü alma işlemi ve restorasyon üretim aşaması daha basitleşmiştir. Bu durum indirekt restorasyon tekniği kullanımı için avantaj sağlamıştır.

1.4.5. İndirekt Kompozit Restorasyonlar

Yeni adeziv materyallerin ve tekniklerin geliştirilmesi ile indirekt restorasyonlar başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir. İndirekt yöntemle kompozit

İndirekt restorasyonlar mesiyo-oklüzal, disto-oklüzal veya mesiyo-oklüzal-distal kavitelere, inley veya onley olarak posterior dişlerde uygulanabilir.

26

ilişkisi model üzerinde tamamlanabildiğinden ideale yakın hazırlanabilir. Kompozit indirekt restorasyonların laboratuvar aşamaları, diğer bir indirekt yöntem olan porselen restorasyonlardaki kadar yorucu ve uzun değildir. Kompozit indirekt restorasyonlar diş dokusuna adeziv yöntemle bağlandıkları için diş dokusu için daha koruyucudur ve dişin direncini artırır (Zaimoğlu ve Can 2004). Bütün bunları yanında İndirekt kompozit restorasyonların, klinik olarak bazı olumsuz yönleri de bulunur. Bu restorasyonların, direkt kompozit restorasyonlar kadar kısa zamanda olmasa bile yine de su absorbe etme özellikleri vardır, zamanla renk değiştirirler ve aşınmaya karşı dayanımları düşüktür (Zaimoğlu ve Can 2004).

İndirekt teknik uygulaması, hastadan alınan ölçü sonrası model elde edilir ve model üzerinde restorasyon uygulanır. En az iki klinik randevu seansı gerekir. Böylece aşınmaya karşı dayanıklı restorasyonlar yapmak ve arzu edilen proksimal kontak alanları ve konturları model üzerinde istenilen şekilde elde etmek mümkün olmaktadır. İstenirse laboratuvarında teknisyene hazırlatılabileceğinden hekim için zaman kazandırıcı olabilir. Ancak maliyetleri daha fazladır ve üretimleri daha uzun sürer. Üretim aşamasında teknik hassasiyet gereklidir. İndirekt restorasyonlarda rezin siman bağlantısı ile ilgili problemleri oluşabilir. Direkt kompozit restorasyonlara göre tamir edilebilmeleri daha güçtür (Demarco ve ark 2012, Eapen ve ark 2017).

İndirekt kompozit restorasyonlarda uygulanan kompozit rezinler, direkt kompozitler ile birbirlerine benzeseler de laboratuvarında hazırlandıkları için daha iyi fiziksel performansa sahiptirler. Restorasyonların laboratuvarında üretim aşamasında; ışık, basınç, asal gaz, vakum, ısı ya da bunların birleşimleri kullanılarak polimerizasyonun tam gerçekleşmesi sağlanmaktadır (Miyazaki ve ark 2009). 1981'den beri pek çok farklı marka indirekt kompozit rezin üretilmiştir. 1981 de ilk olarak piyasaya çıkan %30 doldurucu içeren (Isosit-N Ivoclar) mikrofil kompozitlerdir. 1990'lı yıllarda piyasaya çıkan kompozitler; Coltene Brilliant Dentin Sistemi (Coltene), Concept İnley/Onley Sistemi (Ivoclar Vivadent), Herculite XRV Lab Sistemi (Kerr) olarak sayılabilir. Ayrıca günümüzde kullanılmakta olan Artglass (Heraeus-Kulzer), Gradia (GC America), Sinphony (3M ESPE, Belle Glass HP Kerr), Solidex (Shofu), Targis (Ivoclar, Vivadent), Cristobal (Dentsply), True Vitality (DenMat), Sculpture (Pentron Laboratory Technologies), Estenia (Kuraray) gibi bir çok indirekt kompozit sistemleri mevcuttur (Shellard ve Duke 1999, Crispin 2002).

1.4.6. İndirekt Porselen Restorasyonlar

İndirekt porselen restorasyonlar adeziv diş hekimliğindeki gelişmelere paralel olarak yenilenmiştir. İndirekt porselen restorasyonların diş dokusuna rezin siman ile bağlanır bu durum restorasyonların çiğneme kuvvetlerine karşı dayanımın ve kırılmaya karşı dayanımını artırmaktadır (Freedman 2012). İndirekt porselen restorasyonlarda, polimerizasyon büzülme miktarı çok azdır çünkü ince bir rezin siman ile kullanılmaktadır. Resin simanın ince kullanılması ile restorasyonun kenar adaptasyonunun, estetiğinin ve dayanımının artması söz konusudur ve uzun süreli başarılı bağlanma sağlanmış olur (Abo-Hamar ve ark 2005).

İndirekt porselen restorasyonlar; inley, onley ve overley şeklinde yapılabilirler. Kanal tedavi uygulanan dişlerde, aşınmanın fazla olduğu yerlerde uygulanabilirler. Metal alerjisi olan hastalarda, metal restorasyon tercih etmeyen vakalarda kullanılabilirler. Derin, büyük çürük kavitesi olan dişlerde, tüberkül kırığı ve estetiğin önemli olduğu durumlarda, incelmış duvarların tüberkül kırıklarına karşı dirençli hale getirilmesinde endikedirler. Hastanın antagonist dişinde porselen kron veya köprüleri varsa, benzer sertlikte ve aşınma direncinde olan materyalin karşı arka kullanılması gerekliliğinde tercih edilebilirler (Akın 1999, Gemalmaz 2002).

Bu restorasyonların klinikte uygulanmasının endike olmadığı durumlar ise; geniş pulpalı genç hastaların dişlerinde, kısa kron boyuna sahip dişlerde, brüksizm gibi alışkanlıklara sahip hastalarda, yapılması planlanan indirekt porselen restorasyonun kapanışa geldiği antagonist dişde büyük kompozit restorasyon olduğunda, azı dişlerinde küçük sınıf I ve II kaviteler varsa, hastanın ekonomik durumu uygun değilse, restorasyonu yapılacak kavitenin servikal kenarları subgingival olarak dişetinin altına uzanıyorsa indirekt porselene alternatif tedaviler düşünülmelidir. Restorasyonun yapıştırılması sırasında ortamdaki nem bu bölgeden uzaklaştırılamıyorsa, yapışmayı olumsuz etkileyeceğinden yine indirekt porselen restorasyon düşünülmemelidir (Burgess ve ark 1992, Wall ve Cipra 1992).

İndirekt porselen restorasyonların avantajları; mekanik kuvvetlere karşı dayanıklıdır, renkleri değişmez, boyutsal değişimleri yoktur, ısısal genleşme miktarları diş dokusuna yakındır, su absorpsiyon özellikleri yoktur, glaze uygulanan porselen yüzeyinde, plak birikimi minimumdur, internal ve yüzeysel olarak

boyanabilirler, ışık ve renk geçirme özellikleri doğal dişlerdeki gibi vardır, elektrik akımını ve ısıyı zayıf iletirler (Soares ve ark 2005, Yamanel ve ark 2009). İndirekt porselen restorasyonların dezavantajları şöyle sıralanabilir; porselen rijit bir malzemedir, bu yüzden üzerine gelen fazla yükleri dağıtamadığı görülmektedir, makaslama ve gerilim kuvvetlerine karşı dayanımı azdır (Schaefer ve ark 2012). Kırılmaya karşı dirençsizdir ve restorasyonda debonding görülebilir (Gresnigt ve ark 2013). Pahalıdır, yeniden şekillendirilmesi gerektiğinde düzeltilmesi risklidir (Soares ve ark 2005, Chabouis ve ark 2013).

1.4.7. İndirekt Döküm Metal Alaşımlar

İndirekt döküm olarak yapılan metal restorasyonlar, farklı metallerin alaşımından üretilebilirler. Alaşımlar kendi arasında birbirlerine kıyasla, farklılıklar gösterebilir. Döküm metal alaşımların en önemli üstünlükleri arasında basma çekme dirençlerinin iyi olması gelir. Aşırı harabiyet gösteren dişlerde, dişin oklüzal yüzünün büyük kısmının veya tamamının restore edildiği durumlarda basma çekme dayanımının iyi olması oldukça önemlidir. Döküm restorasyonların yapımında kullanılan 4 farklı tip alaşım vardır. Kıymetsiz metalden elde edilen alaşımlar, düşük altın içerikli alaşımlar, paladyum-gümüş içerikli alaşımlar, geleneksel yüksek oranda altın içeren alaşımlar (Keçeci 2021).

Yüksek altın içerikli alaşımların ağız içerisinde kullanılan en biyouyumlu malzemelerden birisi olduğu görülmüştür. Reaktif değildirler, oligodinamik etkiye sahiptirler böylece yüzeylerinde bakteri plağı barındırmadıkları bildirilmiştir. Soy metal oldukları için korozyona uğramazlar (Roulet ve ark 2001).

Dişlerin geniş restorasyonlar veya aşırı çürük nedeni dayanıklılığını kaybettiği durumlarda kuron kaplama yerine döküm metal alaşımların indirekt yöntemle çok başarılı bir şekilde uygulanabildiği görülmüştür. Döküm metal alaşımların, diş dokularını iyi desteklediği ve kenar adaptasyonlarının çok iyi olduğu belirtilmiştir. Ayrıca oklüzal kuvvetlerin dağılmasını sağladığı ve restorasyon dayanıklılığının artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Dişlerin mesio-distal boyutunun artırılması gereken durumlarda veya dişlerin kontaklarını kaybettiği büyük kavitelere, oklüzyondan sapmış dişlerde, oklüzal rehabilitasyon yapılmasında avantajlıdır (Roulet ve ark 2001, Ricketts ve Pitts 2009).

Yüksek altın içerikli döküm metal alaşımların bütün bu avantajları olmasına rağmen hastaların estetik beklentilerini karşılamamasından dolayı kullanımları kısıtlıdır.

1.4.8. Kök Kanalından Destek Alınarak Hazırlanan Restorasyonlar

Kök kanalından destek alınarak uygulanan restorasyonlarda kanal içerisinde destek almak amacı ile kök kanalına post denilen restorasyonlar uygulanır. Post uygulanmasındaki temel amaç; madde kaybı fazla olan dişlerin kor yapısı için destek sağlamaktır (Ahmetoğlu ve ark 2014). Kanal tedavili koronal madde kayıplı dişlerde önce post yerleştirilir sonra üzerine restore edilen, preparasyonu yapılarak diş formu verilen bölüm yapılır ki buna kor denir (Alaçam ve ark 1998). Post kor İki şekilde yapılabilir: Kor ve post yapının birleşik olduğu döküm ve CAD/CAM sistemi ile üretilir. Prefabrik olarak post uygulamasından sonra kor yapının kompozit rezinler, cam iyonomer siman, amalgam ve seramik materyaller ile oluşturulması ile restore edilebilir (Pilo ve ark 2002).

Kor yapısı post uygulaması ve diş dokusuyla uyumlu olmalıdır. Kor materyali; boyutsal stabilite, direnç, elastisite modülü gibi kabul edilebilir mekanik özellikleri taşımalıdır (Alaçam ve ark 1998).

Kullanılan Post Çeşitleri;

Metal Postlar

Uzun zamandan beri kullanılırlar. Zaman içinde tedavi ihtiyacına göre özellikleri geliştirilmiştir. En önemli ayrıcalıkları üzerine uygulanan kuvvetin geliş yönüne bağımlı olmaksızın daima özdeş fiziksel özellikler gösterirler (Robbins, 2002). Başlıca dezavantajları; diş ve çevre dokulara biyoyum sorunları, estetik olmamaları, diş ve restorasyonlara kimyasal bağlantılarının olmaması, zamanla kök kanalı içerisinde korozyon oluşturmaları ve uzaklaştırılmalarının zor olmasıdır. Bu nedenle günümüzde metal içermeyen postlar daha sık kullanılmaktadır (Morgano ve Milot 1993).

Metal Döküm Postlar

Kanal tedavisi sonrası kök kanalından ölçü alınır ve bu ölçüye göre döküm yapılır. Tek parça halinde, kor yapıya birleşik hazırlanır (Shillingburg ve ark 1997). Kök kanal boşluğunun ölçüsüne uygun şekilde hazırlandığı için kanal içine tam adapte olurlar. Tek parça hazırlandıkları için, post ve kor sistemleri arasında görülen ayrılma problemleri metal döküm postlarda görülmez. Estetik problem oluşturmaları, ölçü işleminin gerekmesi başlıca dezavantajlarıdır. Tutuculukları retansiyonel olarak veya yapıştırıcı materyallerle sağlanır. Her iki tutunma şeklinin sağlanması amacı ile diş köküne yapılacak preparasyon işlemleri, rezidüel dentinde fazla stres meydana getirerek, diş kökünde kırığa sebep olabilir (Qualtrough ve Mannocci 2003).

Prefabrike Metal Postlar

Uygulama İşlemlerini hızlandırmak amacı ile üretilmişlerdir. Tek seansta uygulanabilmesi, uygulama işlemlerinin basit olması ve ekonomik olması sebebi ile yaygın kullanılırlar (Gutmann 1992). Kök kanalı düzensiz ve geniş formda olursa prefabrike postların kullanımında olumsuz sonuçlar ile karşılaşılabilir (Morgano 1996). Post ve kök kanalının uyumu tam olmadığında, post ve rezidüel dentin arası boşluğun doldurulması için siman kullanılır. Post materyaline göre simanın daha zayıf bir malzeme olması ve polimerizasyon büzülmesine maruz kalması, dentin ve post birleşiminde strese neden olabilir (Braga ve ark 2006). Bu durumun üstesinden, kök kanal boşluğuna birden fazla postun uygulanması ile gelinebilir (Martelli Jr ve ark 2008). Prefabrike metal postlar; titanyum alaşımları, saf titanyum, yüksek altın alaşımları, krom-kobalt ve krom-nikel alaşımlardan elde edilirler (Torbjörner ve Fransson 2004).

Metal Olmayan Prefabrike Postlar

Bu postlar, özellikle anterior bölgede (karbon fiber post haricinde) estetik restorasyon planlanan dişlerde uygulanabilir (Koutayas ve Kern 1999).

Zirkonyum Kaplanmış Karbon Fiber Postlar

Zirkonyum kaplanmış karbon fiber postlar, karbon fiber postun yüzeyinin zirkonyum ile kaplanması ile elde edilirler. Böylece karbon fiberin estetik amaçla kullanımı mümkün hale gelir. Karbon fiber postlar ile zirkonyum kaplı karbon fiber

postların dirençleri kuvvetin yönüne bağlı olarak benzerlik gösterir (Isidor ve ark 1996).

Tam Seramik Postlar

Metal postların dezavantajlarını gidermek amacıyla üretilmişlerdir. Korozyona uğramamaları, biyouyumlu olmaları ve translüsent olmaları gibi çeşitli avantajlara sahiptirler. Düşük kırılma direnci göstermeleri dezavantajdır. Zirkonyum oksit, procera in-ceram gibi çeşitleri vardır. Bunlardan zirkonyum seramik postlar; yüksek dayanım gösterirler, doğal dentine benzer renk sergilerler ve yarı şeffaflığa sahiptirler, dişeti kenarındaki gölgelenmeyi önlemektedirler ve diş rengine uygun parlaklık sağlarlar (Meyenberg ve ark 1995).

Seramik malzemelerin en büyük dezavantajı gerilme dayanımlarının düşük olmasıdır. Bu nedenle fazla kuvvetlerle karşılaşılırsa kırılabilirler. Yapılarını güçlendirmek için daha geniş formda üretilmeleri gerekir bu durum kök içinde daha geniş preparasyon ihtiyacı doğurur (Ottl ve ark 2002). Yüksek elastisite modülüne sahip seramik postlara gelen kuvvetlerin, dağıtılmadan, direkt diş ara yüzlerine gönderildiği düşünülür (Ichikawa ve ark 1992). Bu nedenden dolayı araştırmacılar, seramik postları karbon fiber postlarla karşılaştırdıklarında seramik postların daha çok diş kırığına sebep olduğunu belirtmişlerdir (Asmussen ve ark 1999).

Zirkonyum İçerikli Prefabrike Postlar

Bu postların en önemli avantajları; biyouyumlu olmaları, yüksek dayanıklılık ve direnç göstermeleri, estetik olmaları olarak sıralanabilir. Üst yapı olarak tam seramik estetik restorasyonların kullanılmalarına olanak sağlarlar. Dezavantajları ise; kırılma dayanımı düşüktür. Dişe ve kor yapısına olan bağlantısı metal postlardan daha düşüktür. Postun kırılması durumunda kök içerisinden çıkarılması oldukça güçtür (Morgano ve Brackett 1999). Bu postların simana tutuculuğunu arttırmak amacı ile çeşitli yöntemler uygulanır ve tutuculuğu arttırmak için mikro düzeyde retantif yerler hazırlanır.

Fiberle Güçlendirilmiş Postlar

Post kor uygulamalarında, restorasyonu güçlendirmek için en çok tercih edilen fiber tipleri başlıca; karbon fiber, kuartz fiber, polietilen fiber ve cam fiberdir.

Formlarına göre fiber çeşitleri; devamlı tek yönlü fiberler, parçalı fiberler ve örgü tip fiberlerdir (Uzun ve ark 1999).

Örgü tip fiberle güçlendirilerek uygulanan post-kor restorasyonların kırılma dayanımı, metal postların kırılma dayanımına kıyasla daha düşüktür, bu özellik sayesinde diş kökünde kırık oluşturmazlar. Metal postlar homojen, aynı maddesel özelliklere sahiptir. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerden yapılan postlar ise homojen değildir, mekanik özellikleri değişiklik sergiler (Mannocci ve ark 2001).

Cam fiber postlarda rezin matriks içerisine yerleştirilmiş cam fiberler bulunur. Cam fiber postların elastisite modülleri diş dentin dokusunun elastisite modülüne oldukça yakındır. Restorasyona gelen kuvvetlerin köke eşit dağılımını sağlarlar (Erman 2001).

Fiberler polimer matrikse gömülürse restorasyon kırılma direnci, sertlik, mukavemet ve yorulmaya karşı direnç sağlar. Fiberle güçlendirilen postlar uygulanan restorasyonun kırılmaya karşı direncini dentine yakın bir esneme göstermesi ile sağlar, metal postlardan farklı olarak stresi direkt olarak dişe aktarmazlar ve gelen kuvvetleri dağıtırlar (Yaman ve ark 2004).

Fiberli postlar mikroskopla incelendiğinde, fiberlerin birbirine paralel uzandığı lifler arasında boş alanlar gözlemlenmiştir. Böylece rezin siman ve bağlayıcı ajanlar bu bölgelere girerek post ve rezin arasındaki tutuculuğu arttırmaktadır (Goldberg ve Burstone 1992)

Karbon Fiber Post

Biyouyumlu, kimyasal olarak etkisiz, esneme ve çekme kuvvetlerine karşı dayanıklı olması gibi fiziksel özellikleri iyi olan bir post çeşitidir. Isı karşısında genleşmez, elektrik ve ısı iletkenliği düşüktür. Korozyona dirençlidir. Yoğunluğu az olan bir maddedir. Resin ile bağlantısı güçlüdür (Vallittu ve Lassila 1992). Fiberler içinde, karbon fiberler en rijit olanıdır. Bu özellik klinik açıdan dezavantaj oluşturabilir. Bu postların yüksek elastisite modülüne sahip olması, fiberli postların mekanik avantajını geçersiz kılar (Love ve Purton 1996). Piyasadaki karbon fiber postların rengi siyahtır bu nedenle seramik restorasyonların altında kullanımı estetik problemlere yol açar.

Karbon Kuartz Fiber Post

Siyah renkli karbon fiberlerin renk dezavantajını elimine etmek için geliştirilmişlerdir. Karbon fiberin çevresi kuartz ile kaplanarak bu postlar üretilir. Renkleri opaktır. Böylece üzerlerin estetik restorasyonlar yapılabilir (Yazdanie ve Mahood 1985, Mannocci ve ark 2001).

Kuartz Fiber Post

Kuartz fiber post, şeffaf olarak üretilirler bu nedenle mükemmel ışık geçişi sağlamaktadır. Estetik özellikleri açısından oldukça iyidir. Ayrıca şeffaf olmaları kök kanalına ışığın geçmesini sağlar böylece kullanılan rezinin polimerizasyonu kolaylaşır (Eskitaşcıoğlu ve ark 2002).

Cam Fiber Post

Elastisite modülü dentine yakındır. Çalışmalarda rezin matriksinde cam fiberler tek yönlü olarak görünmektedir. Böylece fiber demetlerinin direnç artışı sağlanmaktadır. Ancak karbon fiberden üretilen postların direncinin, cam fiberden üretilen postlara göre daha üstün olduğu bilinir (Goldberg ve Burstone 1992). Cam fiber postların avantajları; estetik özellikleri en iyi olan post çeşitidir, ışık geçirgenlikleri karbon fiberlerden daha fazladır, korozyona karşı dirençli olmaları, aynı zamanda biyouyumlu olmalarıdır. Ağız içerisindeki sıvılara karşı stabildirler bu unsurlar uzun dönem başarılarını etkiler (Yazdanie ve Mahood, 1985).

Polietilen Fiber

Polietilen fiber, sert ve kırılğan olmaması, dentine benzer renkte olması, yorgunluk direncinin yüksek olması gibi avantajlarından dolayı sadece protetik tedavide değil aynı zamanda ortodontik, restoratif ve periodontolojik tedavilerde de sık kullanılan materyallerdendir (Braden ve ark 1988).

Günümüzde örgü şerit olarak da isimlendirilen polietilen fiber post hem akrilikle hem de rezinle birlikte kullanılabilirler. Ayrıca biyouyumlu, estetik ve uygulaması kolaydırlar. Polietilen fiber post (Rib-bond) farklı boyutlarda üretilmektedirler (Uzun ve Keyf 2007).

Polietilen fiberlerin üretim aşamasında gaz plazması uygulandığı için rezinlerle kimyasal bağlantısı çok iyidir. Böylece oluşan hibrit yapı sayesinde gelen kuvvetlere karşı direnci artırır (Miller 1993).

Peek Post

Peek (yüksek performanslı bir polimer, polietereterketon) materyalinin en büyük avantajı; kemiğe yakın bir elastisite modülüne sahip olmasıdır. Bu özelliği sayesinde materyal stres kırıcı olarak görev yapar ve periapikal dokulara ve restorasyona gelen kuvvetlerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Diğer avantajları şöyle sıralanabilir; düşük plak afinitesi, allerjen bir materyal olmaması, parlatılabilme özellikleri, iyi aşınma direnci, radyolusent olması nedeni ile çürüklerin teşhis edilebilmesidir (Raman Mishra ve ark 2017). Mikrosızıntı, ağız içi simantasyon sonrası düzeltmeler yapılamaması, parlatma yapılamaması, kullanım sonrası materyaldeki değişimlerin belirsizliği dezavantajları olarak sayılabilir (El-Damanhoury ve ark 2015).

Biyolojik Dentin Post

Çekilmiş diştten üretilen bir post çeşitidir. Biyolojik dentin post üretiminin ortaya çıkmasındaki temel fikir, fiziksel özellikleri dentine benzeyen bir materyal ile tek parça bir yapı oluşturabilmektir. Bu sayede post kor restorasyonu uygulanan dişte oluşan stres seviyesi düşürülmüş olacaktır (Belli ve ark 2014). Avantajları; biyouyumlu olması, maliyetinin düşük olması, kanal içi dentin duvarlarını desteklemesi, işlem uygulanmamış dişe benzer esneklik gösterebilmesi, dentinde stres miktarını arttırmaması gibi avantajları mevcuttur (Kaizer ve ark 2008). Dezavantajlarıysa; başka bir hastanın dişinden üretimi yapılabildiğinden steril edilmesinin gerekmesi ve sterilizasyon aşamasında materyalin biyomekanik özelliğinin korunabilmesindeki zorluklardır (Swarupa ve ark 2014).

Yapılan bir çalışmada; cam fiber postlar, karbon fiber postlar ve biyolojik dentin postların kırılma dayanımları karşılaştırılmış sonuç olarak biyolojik dentin postların kırılma dayanımının daha iyi olduğu bulunmuştur (Kathuria ve ark 2011, Ambica ve ark 2013)

Kanal tedavi yapılan dişlerde geride kalan diş dokuları aşırı madde kayıplı ise, kalan diş dokularına destek olmak ve kaybedilen diş dokusunu yerine koymak için yapılan kor yapının retansiyonu için post kullanılması önerilir (Smidt ve Venezia 2003). Ancak bir çok araştırmaya göre postların dişleri güçlendirmedeği tam tersine açılan post boşluğunun kökü daha da incelterek kök kırıklarına sebep olduğu bildirilmiştir. Endodontik tedavili dişlere post yerleştirmenin diş daha dirençli hale getirmediği, post için kökte yer hazırlama aşaması diş kökünün kırılma olasılığını artırdığı için post yapılmadan önce ilgili dişin oldukça dikkatli değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Guzy ve Nicholls 1979).

1.4.9. Koronal Yapı Güçlendirilerek Yapılan Restorasyonlar

Tüberkül Kaplama

Endodontik tedavi uygulanan dişlerin kalan diş dokularına destek olmak ve kalan diş dokularının kırılma direncini artırmak için çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalar çoğunlukla tüberküllerin kaplanması, fiber ağ uygulanması ve fiber post kullanılması vasıtası ile restorasyonların güçlendirilmesi şeklinde veya bu uygulamaların farklı kombinasyonları şeklinde yapılmaktadır (Yıkılğan ve Bala 2013).

Tüberküllerin kaplanması, kanal tedavisi üzerine yapılan restorasyonda, dişlerin kırılma dayanımını arttırmak ve dişler üzerinde oluşan stres miktarını azaltmak için uygulanan bir yöntemdir. Tüberkül kaplama işlemi restorasyon yapılmadan önce tüberküllerden bir miktar preparasyon ile elde edilen alanların, restoratif materyal ile kaplanmasıdır. Tüberkül kaplama yalnızca fonksiyonel tüberküllere yapılabileceği gibi diğer tüberküllere de uygulanabilir (ElAyouti ve ark 2011). Tüberkül kaplamanın kırılma dayanımı üzerine etkisini araştıran bir çok araştırma vardır (Bitter ve ark 2010, Shafiei ve ark 2011).

Mondelli ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir araştırmada, tüberkül kaplaması uygulanan dişlerin kırılma dayanımı ile geleneksel yöntemle uygulanan kompozit restorasyon yapılan dişlerin kırılma dayanımı birbiri ile karşılaştırılmış ve tüberkül kaplama yapılan dişlerde kırılma direnci daha yüksek çıkmıştır (Mondelli ve ark 2009). Yapılan başka bir çalışmada; endodontik tedavinin, tüberkül kaplamanın ve farklı restorasyon malzemeleri kullanımının stres oluşturuu etkisi sonlu

elemanlar analizi yöntemi ile karşılaştırılmıştır (Jiang ve ark 2010). Çalışmada restorasyonların yapımında seramik, kompozit rezin ve altın materyalleri kullanılmıştır. Uygulama yöntemi olarak ise inley ve onley restorasyonlar ve bu restorasyonların yapım teknikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, kanal tedavi uygulanan dişlerde stres değerlerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Kompozit rezin, kullanılan restoratif malzemeler arasında en düşük stres değerine sahip restoratif materyal olarak rapor edilmiştir. Restorasyon tipleri değerlendirildiğinde onley restorasyonların inley restorasyonlara göre diş dokularında daha kabul edilebilir stres dağılımı gösterdiği rapor edilmiştir (Jiang ve ark 2010). ElAyouti ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmaya göre de fonksiyonel tüberkülün kaplanması kanal tedavili dişlerin kırılma dayanımını arttırdığını belirtmişlerdir (ElAyouti ve ark 2011).

Fiber post

Postlar, klasik yaklaşımda aşırı kron harabiyeti gösteren dişlere uygulandıklarında uygulama sonrası dişlerin üzeri kuron veya köprü gibi restorasyon yöntemleri kullanılarak restore edilmiştir. Günümüzde gelişen yeni adeziv restorasyon materyalleri sayesinde endodontik tedaviyi takiben dişlerin konservatif tedavisinde postlar, koronal yapının sağlamlaştırılması amacıyla kullanılabilir (Mohammadi ve ark 2009, Bitter ve ark 2010, Scotti ve ark 2011).

Kanal tedavi sonrası koronal yapıyı desteklemek amacı ile yapılan postların karşılaştırıldığı çalışmalarda çoğunlukla tüberkül kaplama yöntemi de kombine kullanılmıştır (Mohammadi ve ark 2009, Scotti ve ark 2011). Yapılan bir çalışmada tüberkül kaplama ile birlikte uzunlukları farklı post kullanımının kanal tedavili dişlerin kırılma dayanımı üzerine olan etkisi değerlendirilmiştir. Araştırma sonucu olarak tüberkül kaplama ve post uygulamasının birlikte kullanılmasının, kırılma direnci yönünden kompozit restorasyonlardan daha iyi olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca kırılma dayanımı yönünden uzun ve kısa postlar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır, kırılma tipi yönünden post ile koronal yapının desteklendiği dişlerde tamir edilebilir kırıklar olduğu bildirilmiştir (Scotti ve ark 2011).

Fiber ağ

1990'lı yılların sonlarına doğru geliştirilmiş materyallerdir ve çoğunlukla polietilen fiber ve cam fiberden elde edilirler. Fiber ağlar kolay uygulanabilen, estetik, ışık geçirgenliği olan malzemelerdir. Ayrıca biyouyumlu bir materyal olduğundan kullanımlarının güvenli olduğu bildirilmiştir (Belli ve ark 2006).

Fiber ağ, konservatif kompozit restorasyonların güçlendirilmesinde, ortodontik tedavide dişlerin splintlenmesinde, periodontal tedavide dişlerin splintlenmesinde, bir diş eksikliğinde (özellikle üst 2. keser), hareketli protezlerin kaidelerinin güçlendirilmesinde ve kompozit köprülerin yapımında kullanılmaktadır (Belli ve ark 2006).

Endodontik tedavi uygulanan dişlerde, dişler kompozit rezin ile restore edilecekse fiber ağ kullanılarak koronal yapı güçlendirilebilmektedir. Kompozit restorasyonlarda, fiber ağ restorasyonun iç kısmına uygulanabilir veya fiber ağ yardımı ile tüberküller birbirine splintlenir (Belli ve ark 2005, Cobankara ve ark 2008, Sengun ve ark 2008, Akman ve ark 2011).

Yapılan bir çalışmada bukkal ve lingual tüberküllerde fiber ağ kullanılarak yapılan kompozit restorasyonlar ile normal kompozit restorasyonlar karşılaştırılmış ve normal kompozit restorasyon ile fiber ağ kullanılan restorasyonlar arasında kırılma dayanımı yönünden anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Ancak kırılma şekilleri karşılaştırıldığında fiber ağ ile yapılan restorasyonlarda diğer gruba göre daha tamir edilebilir kırıklar olduğu bildirilmiştir (Sengun ve ark 2008).

Endodontik tedavi sonrası mesiyal ve distal duvarların kaybı söz konusu ise, dişin okluzal kuvvetlere karşı dayanımı azalmaktadır (Sengun ve ark 2008). Zamanla bu dişlerde bukkal ya da lingual duvar kırılması ile restore edilemeyecek kırık tipi oluşmaktadır. Böyle bir durumla karşılaşmamak için kanal tedavisi yapılmış aşırı madde kayıplı dişlerde restorasyonun örgü fiber ile sağlamlaştırılmasından faydalanılır (Sengun ve ark 2008, Oskoe ve ark 2009).

Örgü fiberin kaviteye yerleştirilme biçimi koronal restorasyonun dayanımını etkilemektedir (Oskoe ve ark 2009). Oskoe ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada örgü fiberin dişin okluzal üçlüsüne yerleştirilip palatinal ve bukkal

tüberkülleri örtmesinin, dişin gingival üçlü veya orta üçlüsüne yerleşimine göre dişin kırılma dayanımını artırdığını bildirmişlerdir (Oskoe ve ark 2009). Başka çalışmalarda örgü fiberin dişin sadece gingival üçlüsüne uygulandığı durumlarda kırılma direncini yükselttiği belirtilmiştir (Belli ve ark 2006, Sengun ve ark 2008).

1.4.10. Diş hekimliğinde Koronal Yapıyı Güçlendirmek İçin Kullanılan Fiber Tipleri

Karbon fiber

Schreiber'in 1970'li yılların başında akrilik rezinlerin mekanik kuvvetlere karşı dayanımını yükseltmek için karbon fiber uygulaması ile literatüre girmiştir. PMMA'nın transvers bükülmesi ve çarpma direncini artırdığı açıklanmıştır (Schreiber 1971) .

Estetik özellikleri pek iyi değildir çünkü siyah renklidir, ancak mekanik kuvvetlere karşı direnç göstermesi nedeni ile diş hekimliğinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Karbon fiberler uygulanan kuvvetinin yönüne dik biçimde konumlandırıldığında eğilme ve bükülme dirençleri yüksektir. Bu sebeple fiberlerin üretiminde lifler birbirine dik ve çapraz gelecek konumda yerleşmelidir. Karbon fiberler tek yönlü üretilbildiği gibi örgü formunda da üretilmektedir. Karbon fiber, implant üstü prorezlerde kullanılması tavsiye edilen bir fiber çeşitidir (Jagger ve ark 1999).

Aramid fiber

Piyasada "Kevlar" olarak tanınan bir organik bileşiktir. İçeriğindeki lifler, kompozit rezinin darbelere karşı dayanıklılığını yükseltir. Karbon fiberlere göre estetikleri daha iyidir fakat yine de estetik restorasyonlarda fazla kabul görmemişlerdir bu yüzden kullanımları kısıtlıdır. Kullanımlarında, kevlar liflerinin ıslanabilirliğinin çok iyi olması nedeni ile bağlayıcı bir ajan ihtiyacını ortadan kaldırır. Klinikte; geçici restorasyonları kuvvetlendirmek için ve ortodontik splint üretiminde kullanılması önerilir (Dixon ve Breeding 1992, Jagger ve ark 1999).

Polietilen fiberler

Braden vasıtası ile 1970'li yılların başında kullanılmaya başlanan polietilen fiberler, Ward ve Cappacio'nun yapmış oldukları çalışmalarla ile geliştirilmişlerdir (Braden ve ark 1988). Polietilen fiberler kompozit rezinlerin darbeye direncini, bükülme mukavemetini ve elastikiyet modülünü yükseltirler. Kullanımlarında rezin matrix içerisinde neredeyse gözlenemezler, estetikler. Diğer fiberlerle kıyaslandığında, estetik ve direnç yönünden kompozit rezinleri güçlendirmek için en iyi ve uygun olan fiberdir (Vitale ve ark 2004). 1992 yılında polietilen fiberler Ribbond isminde piyasada yer almıştır. Ribbond örgü formunda, ultra yüksek dayanma gücü sağlayan fiberlerdir. Polietilen fiberlerin renk içermemesi sayesinde kompozit ve akrilik içinde kullanıldığında farkedilmezler. Estetik olmasının yanı sıra biyouyumludurlar. Darbe dayanımı yönünden demirden beş kat daha yüksek darbe dayanımına sahip olduğu bildirilir (Tuloglu ve ark 2009). Polietilen fiberler cam fiberler ile kıyaslandığında, kırılma noktası polietilen fiberlerin daha fazladır. Kevlar'ın tersine, polietilen fiber lifleri rezinden nemi daha az emer. Bu fiberin başarılı olmasındaki ana faktör patentli leno örgüsü şeklinde hazırlanmasıdır. Leno örgüsü kuvvetleri etkili bir biçimde ileten kilit dikiş özelliği ile tasarlanmıştır ve bu tasarım fibere mükemmel yönetilebilirlik özellikleri sunar, böylece diş duvarlarına ve alveolar kretin konumuna göre istenilen şekilde uygulanır. Polietilen fiberin lifleri "gaz-plazma" işlemine tabi tutulur böylece fiberin yüzey gerilimi azalır, su emilimi artar ve kompozit rezinlerle kimyasal bağı artar. Polietilen fiber adeziv rezin ile ıslatılabilir ancak 1. ve 5. nesil adeziv sistemlerinin içinde fiber ile rezin arasındaki adezyonu düşüren bileşenler (çözücüler veya dentini aşındıran asitler) bulunduğundan bunlarla ıslatılması önerilmez. Kullanımında adeziv ile ıslatılan polietilen fiber, hemen uygulanmalı ve ışıktan korunmalıdır, temas gerkirse pudra içermeyen bir eldiven kullanılabilir veya preselle tutulmalıdır. (Belli ve ark 2005, Ganesh ve Tandon 2006, Maden ve Altun 2012)

Polietilen fiberler piyasada başlıca; Ribbond Triaxial, Ribbond THM ve Orjinal Ribbond olarak sayılabilir. Orjinal Ribbond, 0,35 mm kalınlıktadır, kopma mukavemetinin öncelikli olduğu uygulamalarda tercih edilir. Orjinal Ribbond, Ribbond THM den daha kalındır. Başlıca; hareketli protezlerde, geçici köprülerde ve kompozit köprülerde dayanımı artırmak için kullanılırlar (Ganesh ve Tandon 2006). Ribbond-THM (thinner higher modulus; ince yüksek modül), orijinal Ribbond ile

karşılaştırıldığında daha fazla lif miktarına ve daha ince liflere sahiptir. Ayrıca daha iyi bükülme direncine sahiptir. Kalınlığı 0,18 mm dir. Daha ince Ribbond THM, Orijinal Ribbond'a kıyasla dişlere adaptasyonu daha iyidir ve sertleşme öncesinde daha iyi bir şekilde uygulandığı yerde durur. Kompozit ile Ribbond-THM 'nin uygulaması daha kolaydır. İncelik ve daha yüksek modülün arzu edildiği durumlarda tercih edilir. Başlıca; periodontal splintler, tek diş eksikliğinde uygulanan fiber köprüler, ortodontik tutucular, endodontik postlar ile birlikte uygulanırlar. Ribbond Triaxial (üç eksenli) fiberleri, daha farklı tasarlanmıştır. Üç eksenli ve çift katmanlı bir şeritten oluşur, örgülü ve tek yönlü fiberlerin karışık kullanımı ile elde edilmiştir. Patentli tasarımı, diğer ribbond ürünleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek, çok yönlü kırılma direnci ve yüksek elastikiyet modülü sağladığı görülmüştür. Ribbond-Triaxial daha çok kanal tedavili dişlerin restorasyonlarında ve köprüler için kullanılırlar. Ribbond-Triaxial polimerizasyon öncesi biçimini kolayca koruyabilir ve pontik bölüm içerisinde sadece bir tabaka yeterli olabilmektedir (Ganesh ve Tandon 2006).

Diş hekimliğinde bu fiberler, kompozit restorasyonları güçlendirmede, splintlemede, protezlerin dirençlerini artırmada ve kanal tedavi sonrası post olarak kullanılmaktadır (Belli ve ark 2006). Çok yönlü kullanıma rağmen, pediatrik diş hekimliğinde polietilen fiber kullanımı ile ilgili çalışmalar az sayıdadır (Maden ve Altun 2012).

Cam fiberler

Cam fiberler, dişhekimliğinde 1960'ların başından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Silika temelli, SiO₂ ve diğer cam karışımların çok ince telcikler halinde üretilmiş şeklidir (Zhang ve Matinlinna 2012). Kompozitlerin fiberle güçlendirilmesinde daha çok E-cam tercih edilir (Vallittu 1998, 2000, Yu ve ark 2012).

E (Elektrik) Camı: Düşük alkali oranına sahip olması, elektriksel yalıtkanlık özelliklerinin iyi olması cam fiberler arasında tercih edilmelerini sağlar. E-cam, SiO₂-CaO-Al₂O₃-MgO içerir. Bu içerik sayesinde yüksek kalitede bir cam meydana gelir. Suya karşı oldukça dirençlidir. Mukavemeti hayli yüksektir (Vallittu 1998).

S (Mukavemet) Camı: Temel olarak MgO, Al₂O₃ ve SiO₂ içerir. S Camın fiberler içerisinde gerilme direnci en yüksektir. Çekme ve basma kuvvetlerine karşı koyma gücü yüksektir. E cam ile kıyaslandığında %33 oranında daha dirençlidir. Yüksek ısı karşısında yorulma direnci oldukça iyidir. Uzay ve uçak endüstrisinde kullanılırlar. Diş hekimliğinde de kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. S-cam fiberin ticari ürünü S-2 glass fiber olarak vardır (Goldberg ve Freilich 1999, Polacek ve ark 2014). Kompozit malzemeler cam fiberler ile güçlendirildiğinde cam fiberler yüksek gerilme direncine sahip oldukları için kompozitin darbe ve eğilme dayanımını arttırmırlar. Fiberle güçlendirilen kompozit restorasyonun kalitesi, ilave edilen fiberin hacmine ve fiber ile rezin arasındaki adezyona bağlı olarak değişir (Freilich ve ark 1998).

İdeal estetik niteliğe sahip olan cam fiberlerin, rezin matrikse bağlantısı kısıtlıdır (Vallittu 1998, Ellakwa ve ark 2002, Vallittu 2015). Cam fiberler 420 ila 1250 MPa arasında değişen bükülme dayanımına sahiptir (Ellakwa ve ark 2002). Metal ve cam fiber ile akrilik rezinler güçlendirilerek elde edilen örneklerin karşılaştırılmasının yapıldığı bir çalışmaya göre, ağırlıkça % 25'den fazla fiber ilave edilen örneklerde, metal ilavesi ile güçlendirilen örneklere kıyasla darbelere karşı dayanımının daha fazla olduğu bildirilmiştir (Vallittu 1998). Bir başka çalışmada; numuneler 6 ay süresince 24 saat su içerisinde bekletilmiş ve cam fiber ile güçlendirilen kompozit örneklerin, fiberle güçlendirilmemiş kompozit kontrol örneklerine göre % 364 daha yüksek bükülme dayanımı gösterdiği belirtilmiştir (Ellakwa ve ark 2002). Yapılan bir çalışmada, kuru ortamda bekletilen ve su içeriğinde bekletilen cam fiber örneklerin eğilme dayanımlarına bakılmıştır. Kuru ortamda bekletilen cam fiberlerin eğilme dayanımları %800'e kadar daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Suda saklanan örneklerin, eğilme dayanımı daha düşük bulunmuştur. Eğilme dayanımları üzerinde polimer matrisinin su absorpsyonu da önemli bir faktördür. Numunelerin suda bekletildikten sonra bükülme dayanımının azalmasına sebep olarak suyun plastikleştirici etkisi ve materyalin su absorpsyonu gösterilmektedir (Lassila ve ark 2002).

Kompozit materyalin farklı iki fiber tipi (Stick, EverStick) ile güçlendirildiği bir çalışmada materyalinin SEM görüntüleri incelenmiştir. Stick (cam fiber) ile güçlendirilen materyalde fiber lifler arasında boşluklar gözlenirken, EverStick (cam fiber) ile güçlendirilen materyalde, materyali zayıflatacak veya stres geriliminin

artmasına neden olacak boşluklar görülmemiştir. Bu durum EverStick (cam fiber) önceden silanlanması ve bu işlem esnasında monomer-polimer matriks içine konulması, iyi sıkıştırılmış olması ile açıklanmıştır. Stick (cam fiber)'in polimer ağı daha porözlü bir yapıdadır fakat fiberin dimetakrilat bağlayıcı ile ıslatılması ve silan ile iyice doyurulması sayesinde rezinle bağlantısının daha iyi olduğu bildirilmiştir (Tezvergil ve ark 2003). Cam fiberli kompozit materyallerin mekanik özelliklerini daha iyi duruma getirmek için farklı uzunluklardaki fiberler ile çalışmalar yapılmıştır, Farklı iki fiber uzunluğuna sahip devamlı E-cam fiberli dolgu materyalinin bükülme özellikleri ve gerilme dayanımı üzerine etkisini araştırmışlar ve polimer matris ile farklı uzunluk ölçeklerinde kesikli lif dolguları kullanılmasının, mekanik performansı artırdığını bulmuşlardır (Lassila ve ark 2005).

Bir çalışmada ise Z250, everX ve ürettikleri 2,0 mm süreksiz S2-cam fiber içeren deneysel bir kompozitin karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışma sonucunda deneysel kompozitin mekanik özelliklerinin daha iyi hale geldiği, gerilmeye karşı dayanımın anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir (Huang ve ark 2017).

Fiberle Güçlendirilen kompozitlerin fiziksel özelliklerini; restorasyon içine yerleştirilen fiberin hacimsel oranı (Baysal ve Ayyıldız 2014), fiber-rezin matriks ve kompozit rezin arasında oluşan bağlantının verimliliği (Lastumäki ve ark 2002, Tezvergil ve ark 2004), fiberin yönü (tek yönlü fiber, ağ örgü fiber, kısa kesilmiş fiber) (Garoushi ve Vallittu 2006), ve restorasyonda fiberlerin pozisyonu (Dyer ve ark 2005) etkilemektedir.

1.4.11. Endokuron Restorasyonlar

Endodontik tedavi yapılan, aşırı madde kaybına uğramış dişlere yapılacak restorasyonun yöntemine karar vermek çoğu zaman hekim için düşündürücüdür (Assif ve Gorfil 1994, Zhu ve ark 2015). Klasik yöntem ile bu tür dişler için uygulanan tedavi protokolü kanal içi post-kor yapılır ve üzeri tam kron restorasyon ile kaplanır (Assif ve Gorfil 1994, Ree ve Schwartz 2010). Ancak klasik tedavi yönteminde bir miktar kalan sağlam dokuların da uzaklaştırılması gerekmektedir ve bu durum kalan sağlam diş dokusu miktarını azaltıp, biyomekanik niteliğini zayıflatır. Ayrıca diş köküne post yerleştirilirken, kökte kırık ve perforasyon oluşma riski bulunur tüm bu sebepler hekimi, başka tedavi yöntemleri arayışına sevk eder

(Soares ve ark 2007, Ree ve Schwartz 2010). Adeziv sistemlerin zaman içinde gelişimiyle birlikte, bu tür dişlere klasik tedavi yöntemi ile restorasyon yerine, endokuron restorasyon yapılabilir (Sedrez-Porto ve ark 2016).

Endokuron restorasyonlarda pulpa odası boşluğu ve kavite duvarları destek olarak kullanılır, monoblok biçimde üretilir. Restorasyon adeziv siman yardımı ile yapıştırılır. (Bindl ve Mörmann 1999, Biacchi ve ark 2013). Endokuron restorasyonlar ilk olarak Pissis adında bir araştırmacı tarafından uygulanmış ve bu tekniği monoblok porselen teknik olarak tarif etmiştir (Pissis 1995). Bindl ve Mörmann 1999 yılında ilk olarak endokuron restorasyonlar olarak tanımlamışlardır (Bindl ve Mörmann 1999). Endokuron restorasyonlar ile makromekanik tutuculuk pulpa odası ve kavite duvarları destek alınarak sağlanır, mikromekanik tutuculuk ise adeziv sistem ile yapıştırılması ile elde edilir (Chang ve ark 2009).

Endokuron restorasyonlar literatüre göre bütün dişlere uygulanabilmektedir. Madde kaybı fazla olan kesici, premolar ve molar dişlere yapılan endokuron restorasyonlarla ilgili çalışmalar bulunur (Bindl ve ark 2005, Zarone ve ark 2006, Biacchi ve Basting 2012). Endokuron restorasyonlar daha çok molar dişlerin restorasyonunda kullanılırlar. Molar dişler, premolar ve kesicilere göre genişlikleri fazladır dolayısı ile endokuron restorasyonun bağlantısı için gerekli yüzey alanı fazladır ayrıca premolar dişlere göre horizontal kuvvetlerle daha az karşılaşılır, bu yüzden molar dişlerin kırılma dayanımlarının daha iyi olduğu sonucuna ulaşılabilir (Bindl ve ark 2005, Sedrez-Porto ve ark 2016).

Dejak ve ark (2013)'nın sonlu elemanlar analizi ile endokuron restorasyonları incelendiği bir araştırmada dişlere uygulanan endokuronların, post kron restorasyonlara kıyasla daha düşük stres bulguları verdiği sonucuna ulaşmışlardır (Dejak ve Młotkowski 2013). Bir başka avantajı ise endokuron restorasyonların tek parça olarak yapıldığı için adezyon sadece diş ile restorasyon arasında gerçekleşir ve bağlantıda oluşabilecek başarısızlık minimize edilir (Zarone ve ark 2006). Başka bir çalışmaya göre endokuron restorasyonlar kırılma dayanımları yönünden incelenmiş ve klasik yöntemler ile karşılaştırıldığında kırılma dayanımlarının daha fazla olduğu belirtilmiştir (Biacchi ve Basting 2012).

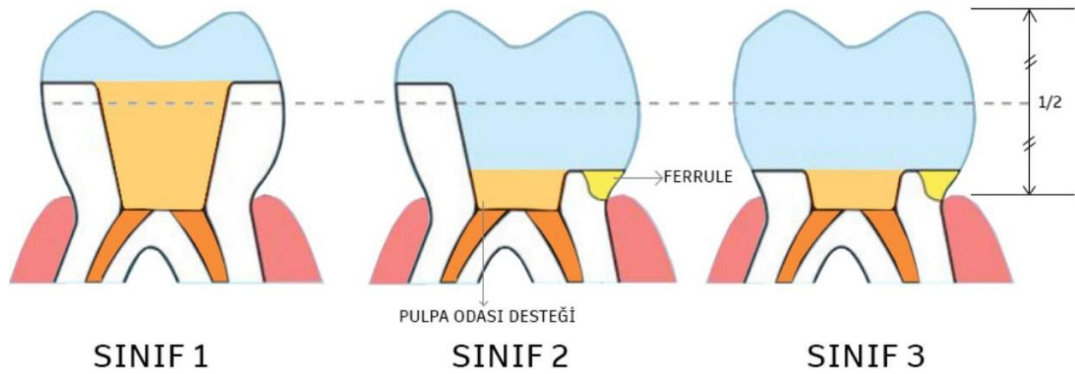
Endokuron retorasyonların başlıca avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz; sağlam dokulardan daha az preparasyon yapılabilmesi, kalsifiye kanalların olduğu olgularda uygulanabilmesi, kısa kanala sahip dişlerde uygulanabilmesi, eğri köklere sahip dişlerde uygulanabilmesi, interoklüzal boşluğun yetersiz olduğu durumda uygulanabilmesi, tedavi seansının az olması, basit olması, ekonomik olması ve supragingival restorasyonlar hazırlanabilmesi nedeni ile plak birikiminin daha az olması (Zarone ve ark 2006, Dietschi ve ark 2008, Ramírez-Sebastià ve ark 2014).

Endokuron restorasyonların preparasyon sonrası kalan diş dokusu miktarına göre sınıflandırılması

Sınıf 1: Preparasyon sonrası en az iki duvar dişin orijinal yüksekliğin yarısından daha uzundur.

Sınıf 2: Preparasyon sonrası en fazla bir duvar orijinal yüksekliğin yarısından daha uzun bir yüksekliğe sahip olmalıdır.

Sınıf 3: preparasyon sonrası bütün duvarlar orijinal yüksekliğin yarısından daha kısadır (Belleflamme ve ark 2017).



Şekil 1.2. Endokuron Preparasyonunun Sınıflandırılmasının Şematik Görünümü

Endokuron Restorasyonun Preparasyonu ve ölçü

Öncelikle diş üzerinde bulunan eski dolgular kaldırılmalıdır. Daha sonra pulpa odasında bulunan siman artıkları ve guta-perka artıkları temizlenmelidir. Dişlerdeki kavite derinliği her diş için farklıdır ancak ideal koronal destek sağlamak için kavitenin 2-4 mm derinlikte olmasının uygun olduğu belirtilmiştir (Bindl ve Mörmann 1999). Pulpa odası dişin kron formuna uygun hazırlanmalıdır. Pulpa odası

derinliği, şekli ve bitiş çizgisinin yeri, endokuronların mekanik durumuna etki eden unsurlardır (Bindl ve Mörmann 1999). Pulpa odasındaki kavitede düzensizlikler mevcut ise kompozit rezin ile doldurulabilir. Pulpa odası duvarlarına 8-10° konuş açısı verilmelidir (Biacchi ve ark 2013). Kavite basamaklarındaki pürüzler giderilmelidir. Preperasyon sonrası endokuron restorasyonların ölçüsü alınır. Ölçü konvansiyonel yöntem veya dijital ölçü yöntemleri ile elde edilir. Endokuronların oklüzal kalınlığı 3-7 mm arasında bulunur yani kron restorasyonlarla karşılaştırıldığında yaklaşık 2 kat fazladır bu durum endokuronların kırılmaya karşı daha dayanımlı olmalarını sağlar (Mörmann ve ark 1998). Endokuron üretimi için tavsiye edilen boyutlar, üst birinci küçük azılar için 3 mm genişliğinde silindir formlu bir pulpa odası bölümü ve 5 mm derinlik olmasıdır. Molar dişlerin pulpa odası bölümü 5 mm genişlik ve 5 mm derinlik olması istenir (Pissis 1995). Seramikten üretilen endokuronların oklüzal kalınlıkları genelde 3-7 mm'dir. Seramik kronlarda oklüzal kalınlığın artması ile kırılma direncinin yükseldiği, yapılan in vitro bir çalışma ile bildirilmiştir (Tsai ve ark 1998). Bir başka çalışmada yine oklüzal kalınlığı 5,5 mm üretilen endokuronlar ile, oklüzal kalınlığı 1,5 mm olan seramik kronlar karşılaştırılmış ve endokuronların kırılma direnci iki kat fazla bulunmuştur (Mörmann ve ark 1998). Endokuron restorasyonlar supragingival sonlanırlar böylece diş yapısı korunur, restorasyonun adezyon kapasitesi yükselir (Al-Dabbagh 2021). Endokuron restorasyonların daha çok molar dişlere uygulanması tavsiye edilir çünkü kesici ve premolar dişlerin daha küçük pulpa odasının olması ve fazla lateral kuvvetle karşılaşması söz konusudur (Sedrez-Porto ve ark 2016, Al-Dabbagh 2021). Sonlu elemanlar stres analizi ile yapılan bir çalışmada preparasyon sonrası kalan diş doku miktarı ne kadar büyükse ve kullanılan restorasyon materyalinin elastisite modülü ne kadar yüksekse, stresin siman birleşim hattından daha ziyade restorasyon üzerinde yoğunlaştığını göstermişlerdir (Tribst ve ark 2018). Yapılan bir çalışmaya göre araştırmacılar, restorasyonun merkezi pulpa odası formunun önemli olduğunu bildirmişlerdir ve pulpa odasının anatomik yapısına benzemesi gerektiğini belirtmişlerdir (Zhu ve ark 2020). Diğer bir çalışmada, endokuron restorasyonun pulpa odasında olan derinliğinin ve dış hat şeklinin kırılma dayanımını önemli oranda etkilemediğini bildirmişlerdir (de Kuijper ve ark 2020). Ayrıca, Ghajghouj ve ark(2019)'nın yaptıkları çalışma ile endokuronların pulpa odası derinliğinin, dışın kırılmaya karşı direncine etkisi arasında bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir (Ghajghouj ve Taşar-Faruk 2019). Yapılan bir çalışmada, endokuron preparasyon

tasarımının oluklarla modifiye hazırlanması ile klasik endokuron preparasyonu ile hazırlanmasının kırılma dayanımını etkilediği, oluklarla modifiye endokuronların daha kırılmaya karşı dirençli olduğunu belirtmişlerdir (Ghoul ve ark 2020).

Endokuron Restorasyon Yapımında Kullanılan Materyaller

Endokuron restorasyonlarda; rezin nano-seramikler, CAD/CAM seramikleri, cam seramikleri, feldspat, fiberle güçlendirilmiş rezinler ve kompozit blokları kullanılırlar. Endokuron restorasyonlar ilk olarak porselen CAD/CAM bloklarından, Bindl ve Mörmann isimli araştırmacılar tarafından Cerec sistemi kullanılarak elde edilmişlerdir (Bindl ve Mörmann 1999).

Endokuron restorasyonlarda; kompozit, lityum disilikat, alumina seramik, feldspatik porselen, cam seramik, zirkonya ve rezin nano seramik kullanılarak in vitro ve in vivo çalışmalar yapılmıştır. Endokuron restorasyonun başarısında, restorasyonun adaptasyonu, restorasyona hazırlık aşaması, endokuron üretim yöntemi, boşluk ölçüm teknikleri ve kullanılan materyaller gibi bir çok değişken etkilidir (Shin ve ark 2017).

Hibrit seramiklerden üretilmiş endokuron, alümina endokuron ve zirkonya endokuronun, kırılma dayanımlarını birbiriyle karşılaştırmak için yapılan bir araştırmada, her üç malzemeninde kırılma dayanım yönünden klinik kullanıma uygun olduğu açıklanmıştır. Zirkonya endokuron ile yapılan restorasyonlarda tamir edilemez kırıklar olduğu ve hibrit seramik endokuron restorasyonlarda oluşan kırıkların daha tamir edilebilir kırıklar olduğunu açıklamışlardır (Aktas ve ark 2018).

Kompozit onley restorasyonlarda fiberle güçlendirilen kompozitlerin kullanılmasını tavsiye eden çalışmalar bulunmaktadır (Fennis ve ark 2005, Garoushi ve ark 2006). Ayrıca fiberli kompozitlerin ve yeni rezin nanoseramiklerin endokuron restorasyon yapımında kullanılması da bildirilmiştir (Rocca ve ark 2013, El-Damanhoury ve ark 2015).

Hem porselenler hem de indirekt rezinler, uygun estetik, çok iyi proksimal kontakt, marjinal uyum, aşınmaya karşı yüksek direnç sağlayan restorasyonlar ortaya çıkarabilir (Ferrari ve ark 2000).

Endokuron Restorasyonların Simantasyonu:

Endokuron restorasyonlar rezin esaslı simanlar ile yapıştırılırlar. Resin esaslı simanlar mineye dentine ve restorasyon yüzeyine bağlanabilirler. Simantasyon için kullanılan adeziv materyallerin restorasyon ve diş dokusu arasında iyi bir bağlantı sağlaması ve diş dokusunu desteklemesi beklenir. (St-Georges ve ark 2003, Pegoraro ve ark 2007). Endokuron restorasyonlarda kullanılan rezin simanların incelendiği bir çalışmada; 7,5 mm kalınlığında endokuron restorasyonların simantasyonunda kullanılan dual polimerize rezin simanlar ile ışıkla polimerize rezin simanlar karşılaştırılmış her iki siman tipinin de restorasyonlar için tutuculuğunun yeterli olduğunu bildirmişlerdir (Gregor ve ark 2014).

Endokuron Restorasyonlarla Yapılan Çalışmalar:

Bir araştırmada, 208 endokuronun klinik başarısı incelenmiş ve küçük azı dişler ile büyük azı dişlere uygulanan endokuron restorasyonların başarısı karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, büyük azı dişlere uygulanan restorasyonların, küçük azı dişlere uygulanan restorasyonlara göre daha yüksek başarı oranına sahip olduğu belirtilmiştir. Bunun nedeni olarak, büyük azı dişlerin yüzey alanlarının daha geniş olması ve küçük azı dişlerin kron boylarının daha uzun olması gösterilmiştir.(Bindl ve Mörmann 1999).

Endokron restorasyonların 10 yıl boyunca izlendiği bir çalışmada, araştırmacılar aşırı madde kayıplı dişlere ve parafonksiyonel alışkanlığa sahip hastalarda endokron restorasyonların başarılı olma oranının yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, endokron restorasyonların fiber-post restorasyonlara alternatif olabileceği vurgulanmıştır (Belleflamme ve ark 2017).

Süt dişlerine yapılan pulpotomi tedavisi sonrası yapılan endokuron restorasyonlar araştırmacılar tarafından 9 ay takip edilmiştir ve endokuron uygulanan dişlerin radyografisinde pulpal veya periradiküler bölgelerde herhangi bir patolojik bulguya rastlamadıklarını ayrıca endokuronların çok iyi marjinal uyum gösterdiklerini bildirmişlerdir (Bilgin ve ark 2016).

Zarone ve ark (2006)'nın yapmış oldukları çalışmada, santral dişlerden 7 grup oluşturmuşlar daha sonra sonlu elemanlar analizi yöntemi ile stres dağılımlarına

bakmışlardır. Hiçbir işlem uygulanmamış santral dişler kontrol grubu olarak seçilmiştir. Araştırmacılar uygulanan post-kron sistemlerine göre endokuronların daha az stres meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, hem endokuron restorasyonlarında hem de post-kron restorasyonlarda alümina gibi sert malzemelerin stres miktarını arttırdığını ve bu sebeple sert malzemeler yerine daha yumuşak olan kompozit materyalin klinik kullanımının daha iyi sonuçlar vereceğini bildirmişlerdir (Zarone ve ark 2006).

Fiber post üzerine kron restorasyonlar ile endokuronların kırılma dayanımlarının incelendiği bir çalışmada araştırmacılar, endokuron ve fiber post üzeri kron restorasyonların, çiğneme kuvvetleri karşısında yeterince dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir (Lise ve ark 2017).

Sağlam dişler, post-kor üstü kronlar ve endokuron restorasyonların kırılma dayanımlarının incelendiği bir çalışmada; sağlam dişlerin kırılma dayanımının diğer restorasyonlara kıyasla daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Kırılma dayanım yönünden endokuron ve fiber post kor üstü kron restorasyonların birbirine yakın sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (Guo ve ark 2016).

Post-kor restorasyonlar 5 mm ve 10 mm derinliğinde hazırlanıp üzerine kron restorasyonlar yapılarak, endokuron restorasyonlar ile karşılaştırıldıkları bir çalışmada tam seramik ve kompozit materyalleri değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu ön keser dişlerde kısa post ve endokuron restorasyonların kullanımının klinik kullanım için yeterli dayanıklılığa sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır ve bu restorasyonlarda oluşan kırıkların tamir edilebilir olduğunu belirtmişlerdir (Ramírez-Sebastià ve ark 2014).

Klinik çalışmalara göre endokuronların başarı oranını %94 ile %100 arasında olduğu ortaya konmuştur (Sedrez-Porto ve ark 2016). Çalışmalara, endokuronların kanal tedavili dişler için uygun estetik, fonksiyon ve dayanıklılığı sağladığını düşündürmektedir. Endokuron restorasyonlar ile ilgili uzun dönem takip edilen klinik çalışmaların sayısı kısıtlıdır. Klinik kullanımın yaygınlaşması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

1.5.Rezin Esaslı Yapıştırıcı Simanlar

Rezin içerikli yapıştırıcı simanlar; rezin siman ve rezin esaslı cam iyonomer siman olarak sınıflandırılabilir. Rezin simanlar, uzun yıllardır diş hekimliğinde kullanılmaktadır. Özellikle estetik dişhekimliğinde tam seramiklerin simantasyonunda tercih edilmişlerdir. Adeziv rezin simanlar üç fazdan meydana gelir: organik matriks kısmı polimer faz, doldurucu partikül içeren kısmı inorganik faz, bağlayıcı ajan görevi yapan kısmı ise ara faz olmak üzere (Goldstein 2014). İçerik olarak kompozitlere benzerler ancak, düşük vizkoziteleri ve doldurucu içeriklerinin az olması ile kompozitlerden farklıdırlar (Haddad ve ark 2011). Organik matriks; UDMA, Bis-GMA, TEGDMA'dan oluşurken inorganik kısım, farklı boyutlarda ve şekillerde cam, kuartz, silikat, borosilikat, stronsiyum, lityum alüminyum, çinko, yitrium ve baryumdan oluşur. Ara faz kısmında organik silisyum ve silanlar bulunur. Polimer matriks içeriğinde UDMA kullanıldığında, iyi bir bağlantı sağlanır ve renk değişimlerine karşı dirençlidir daha iyidir. Organik matriks içerisine 2-hidroksietil metakrilat (HEMA) ilave edilerek simanın viskozitesi azaltarak dentine bağlantısı artırılmıştır (Silva e Souza Junior ve ark 2010).

Adeziv simanlarda aranan özellikler:

- Radyopak olmalı, dentinden ayırt edilebilmeli.
- Dişin dentin dokusuna iyi bağlanma göstermeli.
- Film kalınlığı 25 µm den az olmalı
- Çalışma zamanı yeterli ancak sertleşme süresi kısa olmalı.
- Oral dokulara, pulpaya toksik olmamalı.
- Oral sıvılarda minimum çözünürlüğü olmalı.
- Artıklarının temizlenebilmesi kolay olmalıdır (Diaz-Arnold ve ark 1999, Hill 2007).

Polimerizasyon yöntemlerine göre adeziv simanlar üçe ayrılırlar: “self cure” kimyasal yol ile polimerize, “light-cure” ışık ile polimerize ve “dual cure” kimyasal ve ışık ile polimerize. (Van Landuyt ve ark 2007).

Self cure adeziv simanlar ışıkla polimerizasyonun gerçekleşmesinin zor olduğu vakalarda kullanılması avantajlıdır. Çabuk sertleşmesi ve çalışma süresinin kısıtlı olması dezavantajdır. Self cure simana örnek; Panavia 21 (Kuraray), Panavia F2.0 (Kuraray) gösterilebilir. Light cure adeziv simanların çalışma süresi uzundur ve renk stabiliteleri iyidir çünkü içeriğinde tersiyer amin grubu kimyasallar yoktur. Bu gruba örnek olarak NX3 Nexus (Kerr), Variolink Veneer (Ivoclar), RelyX Veneer (3M) gibi simanlar vardır. Dual cure adeziv simanların polimerizasyonu, içeriğinde ışıkla aktifleşen maddelere rağmen esas polimerizasyon kimyasal olarak gerçekleştirilir. Dual cure rezin simanlar, kalınlığı 1.5-2 mm'den fazla olan restorasyonların yapıştırılmasında, ışık gücünün rezin simanın tamamına ulaşamadığı durumlarda ve ışık geçirgenliği düşük olan opak restorasyonlarda kullanılmaktadır (Türk ve ark 2014). Dual cure rezin simanların kimyasal polimerizasyonu oldukça yavaş meydana geldiğinden, bu sürede oluşan serbest radikallerin polimere dönüşümü kısıtlanır ancak fiziksel özellikleri iyidir, raf ömrü uzundur (Diaz-Arnold ve ark 1999, Moörmann 2006). Bu simanlara örnek olarak Variolink II (Ivoclar), MaxCem (Kerr), RelyX Unicam (3M), Panavia F2.0 (Kuraray), NX3 Nexus (Kerr) gösterilebilir.

Rezin esaslı simanlar üç farklı şekilde uygulanabilirler:

Asit ile Pürüzlendirilerek ve Yıkılarak Uygulanan Simanlar (Etch & Rinse)

Uygulama şekli üç aşamalı veya iki aşamalı olabilir. Üç aşamalı teknikte ilk aşamada fosforik asit %30-40 oranında diş dokusunun mine ve dentinine uygulanır. İkinci aşamada primer ajan uygulanır. Primer ajan etanol, aseton veya su içerisinde çözülmüş monomerler içerir (Grigoratos ve ark 2001). Sistemin üçüncü aşamasında bonding ajan uygulanır. Bonding ajan, hidrofobik monomerler içeren kompozit rezin ile hibrit tabaka arasında bağlantıyı sağlar (Otto ve De Nisco 2002). İki aşamalı sistemlerin uygulaması daha kolay ve daha az karmaşıktır ancak üç aşamalı sistemlere oranla bağlantısı daha düşüktür (Goldstein 2014). İki aşamalı rezin simanlara örnek; NX3 Nexus (Kerr), RelyX Arc (3M), Variolink II (Ivoclar) simanlardır.

Kendinden Asitli Simanlar (Self-Etch)

Bu simanların en büyük avantajı asitleme ve yıkama işlemine ihtiyaç duyulmamasıdır. Bir diğer avantajı ise tek aşamalı olarak uygulanmasıdır. Bu uygulama post-operatif hassasiyeti azaltan faktörlerden biridir. Asidik rezin 1-2 pH'a sahiptir ve primer dentinde hibrit tabakası meydana getirir. Ayrıca mine ve dentinde aynı zamanlı demineralizasyon yapabilen ve uygulanan primerin infiltrasyonunu arttıran asidik monomerleri içerir. Uygulanan bonding ajanı ile de rezin bazlı yapıştırıcı siman ile hibrit tabakanın bağlantısı sağlanır. Uygulaması kolaydır ancak, asitlenerek ve yıkanarak uygulanan sistemlerle karşılaştırıldığında bağlantının daha zayıf olduğu bildirilmiştir (Silva e Souza Junior ve ark 2010, Haddad ve ark 2011). Multilink (Ivoclar), RelyX Ultimate (3M), Panavia F2.0 (Kuraray) gibi adeziv simanlar bu gruptadır.

Kendinden Adezivli Simanlar (Self-Adeziv)

Geleneksel rezin simanlarda bulunan mekanik özellikler ile cam iyonomer simanlarda bulunan flor salınımı, adezyon gibi özellikler birleştirilerek self adeziv rezin simanlar oluşturulmuştur. Toz likit veya ikili pat şeklinde kullanılabilen bu simanlar dual polimerize olurlar ve dentine bağlanması iyidir. Porselen inley ve onleylerin, tam seramik kronların, köprülerin, laminate veneerlerin, simantasyonunda kullanılabilir. Self adeziv simanların uygulamasının tek aşama olması ve postoperatif hassasiyetin az görülmesi sebebiyle daha çok kullanılırlar. MaxCem (Kerr), Monocem (Shofu), Multilink Sprint (Ivoclar), RelyX Unicem2 (3M) gibi simanlar bu simanlara örnektir (Hill 2007).

Rezin simanların uygulama aşamalarındaki zorluklar kullanımlarını kısıtlamaktadır. Ancak, uygulamayı güçleştiren bu adeziv uygulamaların restorasyonların tutuculuğunu artırdığı ve mikrosızıntılarını azalttığı bildirilmiştir (Cura ve ark , Krämer ve ark 2000, Bitter ve ark 2006).

1.6. Kompozit Restorasyonların Başarısını Etkileyen Unsurlar

Kompozit restorasyonların başarısı değerlendirilirken restorasyonun kenar sızıntısı, aşınma direnci, renklenme miktarı, polimerizasyon büzülmesi, restorasyonun basma-çekme kuvvetlerine karşı dayanımı, kavitenin bulunduğu yer

ve boyutu, restorasyonun uygulandığı dişin karşıt dişlerle olan teması ve materyallerin doğru teknikle kullanılması gibi faktörlere bakılır (Garber ve Goldstein 1994, Monaco ve ark 2001).

1.6.1. Polimerizasyon Büzülmesi

Son yıllarda restoratif malzemelerde gelişmeler olmasına rağmen, rezin kompozitlerde polimerizasyon büzülmesi görülmesi hala problemdir. Üretim formülasyonlarına ve kompozitlerin polimerizasyon şartlarına bağlı olarak %1 ile %6 oranında değişen hacimsel büzülme olabilmektedir (Mantri ve Mantri 2013, Soares ve ark 2013, Rosatto ve ark 2015). Resin simanlarda da polimerizasyon büzülmesi resin kompozitlerdeki bu orana yakın, hatta daha yüksek değerler gösterebilmektedir (Faria-e-Silva ve ark 2011, Soares ve ark 2013)

Polimerizasyonu tamamlanan resin kompozitler ile diş arasında 5-15 MPa'lık bir büzülme gerilimi oluşmaktadır. Bu gerilim arayüzey bağlantısını olumsuz etkilemekte ve mikro boşluklara, debondinge ve tüberkül eğilmelerine sebep olabilmektedir (Feilzer ve ark 1987). Polimerizasyon büzülmesine kavitenin genişliği, uygulama yöntemi, kompozit materyalin tipi, kavitenin tasarımı gibi faktörler etki etmektedir. Kompozit materyalin bağlandığı yüzeylerin, bağlanmayan yüzeylere oranı konfigürasyon faktörü (C-faktörü) olarak tanımlanır. C-faktörü büyük olduğunda, materyalin viskozitesi azalır, polimerizasyon büzülme stresi artar. C- faktörü okluzal, düz dentin yüzeylerde 1, Sınıf II kavitlerde 2, kutu biçimli okluzal Sınıf I kavitelerde ise 5 tir. Bir kavitenin C- faktörü 5 ise polimerizasyon büzülmesine bağlı oluşan stresler yüksek olmaktadır. Kompozit resin restorasyonlarda C- faktörünün mümkün olduğunca azaltılması önerilmektedir bu yüzden kavitenin kutu formunda hazırlanmamasına dikkat edilmelidir (Tarle ve ark 1998, Rouhollahi ve ark 2012, Tamura ve ark 2013).

Kompozitlerde polimerizasyon büzülmesinin temelde iki nedeni vardır. Bunlardan biri polimerizasyon esnasında monomer molekülleri arasında oluşan Van Der Waals bağlantının kovalent bağlantıyla yer değiştirmesi, ikincisi de polimerizasyondan önce monomer molekülleri arasındaki mesafenin, polimerizasyondan sonra polimer zincirleri arasındaki mesafeden daha fazla olmasındandır (Fu ve ark 2014).

Kompozit restorasyon ile diş dokusu arasındaki bağlanma kuvveti yetersizse restorasyon kenarlarında mikrosızıntı, ikincil çürük oluşumu ve renklenme kaçınılmazdır (Ciucchi ve ark 1997). Kompozit restorasyonun diş yapılarıyla bağlanması çok iyiye bu defa kompozitin büzülmesi diş yapısında strese neden olmaktadır (Davidson ve Feilzer 1997). Bunun sonucunda ise post-operatif hassasiyet, kasp kırıkları ve kasp hareketi oluşabilmektedir (Sheth ve ark 1988).

1.6.2. Mikrosızıntı

Kompozit restorasyonlarda polimerizasyon büzülmesinin en olumsuz yönlerinden biri kavite duvarı ile kompozit arasında boşluk oluşumuna neden olması ve bu durumun da kenar sızıntısına yol açabilmesidir (Dayangaç 2000).

Mikrosızıntı; kompozit materyal ile kavite kenarları arasında oluşan mikro aralıktan sıvıların, iyon veya moleküllerin, bakterilerin klinik olarak belirlenemeyen geçişleridir (Kidd ve Beighton 1996).

Kompozit yerleştirilirken uygulanan yerleştirme tekniklerinden oblik tabakalama tekniğinin diğer yerleştirme tekniklerine göre daha az mikrosızıntı oluşturduğu gösterilmiştir (Breschi ve ark 2008). Ancak hala hiçbir teknik mikro-aralanma oluşumuna bağlı gelişen mikrosızıntı oluşumunu tümüyle ortadan kaldıramamaktadır.

1.6.3. Aşınma Direnci

Dişlerde çiğneme fonksiyonu esnasında oluşan aşınmalara benzer olarak, restorasyonlarda da kullanılan materyaller fonksiyon sırasında aşınabilmektedir. Kompozitlerin aşınma dirençlerini inorganik doldurucu partiküllerinin şekli, boyutu, miktarı, organik rezin matriksle ilişkisi ve kompozitlerin polimerizasyon derecesi etkilemektedir (Roulet ve Noack 1991, Bashetty ve Joshi 2010).

Kompozit restorasyonun ağız içerisindeki konumu, hastanın oklüzyonu, bitim ve polisaj işlemlerine bağlı hatalar, restorasyonun genişliği, hastanın ağız hijyeni ve diş fırçalama tekniği de restorasyonların aşınmasını etkileyen faktörlerdendir (Dayangaç 2000).

1.6.4. Su Emilimi

Dental kompozit rezinlerle yapılan restorasyonlar ağız ortamındaki sıvılarla sürekli etkileşim halindedir (Ozer ve ark 2014). Moleküler su önce restorasyondaki polimer ağ içine difüze olur, polimer yapının zincirleri ile mikro boşluk bölgesindeki serbest hacme sızar ve böylece polimer matrikste şişmeye ve plastikleşmeye yol açarlar. Devamında, polimer zincirler birbirinden uzaklaşır ve monomerin yapıdan ayrılmasına neden olur (Curtis ve ark 2008, Ferracane 2006).

Su emilimi materyal içinde hidrolitik bozulmalara neden olur. Ayrıca materyalin fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirerek mekanik özelliklerini zayıflatıcı etki eder. Su emilimine bağlı restorasyonda renklenme, hidrolitik degradasyon ve higroskopik ekspansiyon, aşınma direncinde azalma olduğu bildirilmiştir (Ito 2005, Rüttermann 2007, Yiu 2004). Ayrıca su emilimi ile higroskopik stres oluşmasına bağlı olarak, diş yapısında tüberkül kırıklarına veya çatlaklara da yol açabileceği bildirilmektedir (Rüttermann ve ark 2007).

1.6.5. Yüzey Pürüzlülüğü

Dental kompozitlerin yüzeyinde var olan pürüzler, plak retansiyonuna, yüzey renklenmesine ve sekonder çürük oluşumuna sebep olarak restorasyonun ömrünü kısaltmaktadır (Korkmaz ve ark 2008). Kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğünü içeriğindeki doldurucuların şekli, boyutu ve monomerin tipi etkiler. Ayrıca polimerizasyon derinliği de etkilemektedir. Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü azaltmak için doldurucu partiküllerin boyutlarının küçültülüp doldurucu oranında artış hedeflenir (Jung ve ark 2007). Yüzey pürüzlülüğü fazla olan restorasyonların sürtünme katsayısı artışı restorasyonun aşınma oranında da artışa neden olmaktadır (Gedik ve ark 2005, Scheibe ve ark 2009, Schmidlin ve Göhring 2004).

1.6.6. Renk Değişikliği

Kompozit restorasyonlarda oluşan renklenmelerin en önemli nedeni kenar sızıntısıdır. Kompozit rezinlerin polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak restorasyon ile kavite kenarları arasında oluşan aralanmalar kenar sızıntısına neden olmaktadır (Feilzer ve ark 1987). Kompozit restorasyonlarda oluşan renk değişikliği

içsel ve dışsal faktörlere bağlı meydana gelmektedir. İçsel faktörler; rezin materyalin yapısından kaynaklanan renk değişikliğidir. Kimyasal renk değişikliği; polimer matriksin ve amin akseleratörün oksidasyonu ve reaksiyona girmeyen pendant metakrilat grubun oksidasyonu ile meydana gelir. Dışsal faktörler; pigmentlerin absorbe edilmesi ya da adsorbe edilmesi sonucu oluşmaktadır. Dışsal renk değişikliğinin derecesini hastanın, yeme-içme alışkanlığı, ağız hijyeni ve sigaraya maruziyeti etkilemektedir. Kompozit yerleştirilirken tükürük izolasyonunun tam olarak sağlanamaması, kompozitin polimerizasyonunun yetersiz olması, yerleştirme sırasında kavitenin kan ile kontamine olması, polisaj ve bitim işlemlerine özen gösterilmemesi gibi yapılan bazı ihmaller de renklenmeye neden olabilir. Dışsal renklenmeleri en aza indirebilmek için yüzey polisajı doğru yapılmalıdır. Hastanın beslenme ve oral hijyen alışkanlıkları göz önüne alınarak yapılacak restorasyona karar verilmelidir (Blalock 2006, Catelan 2011, Yazici 2007).

1.6.7. Çekme ve Kırılma Dayanımı

Dental restoratif materyalin dayanımını kaybedilen sağlam diş yapısının miktarı, kavite preparasyonunun dizaynı ve kompozit materyali oluşturan bileşenler belirlemektedir. Basma ve çekme kuvvetleri karşısında dayanıklı olan bir restoratif materyal, çiğneme kuvvetlerine karşısında da dayanıklı bir materyal anlamına gelmektedir. Restoratif materyaller piyasaya çıkmadan önce mekanik özelliklerinin değerlendirildiği birçok test uygulanır. Biyomekanik testler yapılması ile materyalin dayanım seviyesi, çiğneme kuvvetlerinin materyale etkisi, ikincil çürük oluşması gibi değişkenlerin in vitro tespiti yapılarak, in vivo uygunluğu değerlendirilmiş olur (Anusavice ve ark 2007).

Dişler üzerine gelen okluzal kuvvet miktarının 150-800 N aralığında olduğu bilinmektedir. Çiğneme kuvvetinin şiddeti, temporomandibular eklem bölgesine en yakın diş grubu olan azılar bölgesinde yüksek olmakla beraber kesici dişlere doğru azalmaktadır. Küçük azılar bölgesindeki diş grubunda ortalama 300 N olduğu kabul görmüştür (Sakaguchi ve Powers 2012). Okluzal kuvvetlerin etkisiyle diş ve restorasyon materyali arasında oluşan gerilimlere bağlı kırılma oluşabilmektedir. Materyalde oluşabilecek üç çeşit stres mevcuttur: Sıkışma gerilimi (compressive stress), çekme gerilimi (tensile stress) ve makaslama gerilimi (shear stress). Materyallerdeki stress miktarını ölçmek için; basma, bükme, çekme ve makaslama

test yöntemleri ile mekanik testler uygulanır. Bu test yöntemlerinin birçok avantajı ve sınırı vardır. Test yöntemlerinden hangisinin kullanılması ile ilgili henüz ortak bir görüş bulunmamaktadır (Anusavice ve ark 2007).

1.7. Kompozit Restorasyonlarda Kırılma Dayanımı ve Mikrosızıntı Test Yöntemleri

1.7.1. Kırılma Dayanımı Test Yöntemi

Kuvvet uygulanan bir cismin kırıldığı anda sahip olduğu gerilim miktarına kırılma dayanımı denir. Kırılma dayanım testinde test uygulamak istediğimiz numunelere kuvvet uygulanır materyal başarısızlığa uğrayana kadar kuvvet miktarı artırılır. Materyalde görülen ilk çatlak kritik stres yoğunluk faktörü diye adlandırılır (Saridag ve ark 2013). Bu aşamadan sonra çatlak ilerlemeye devam ederek kırılma gerçekleşir. Kırılma dayanımı test yöntemi uygulayan cihazlarda restorasyona uygulanan kuvvet dik açılı veya çeşitli açılarda olacak şekilde uygulanabilir (Ausiello ve ark 1997, Keshvad ve ark 2011, Saridag ve ark 2013). Teste tabi tutulan örnek yüzeyine en yüksek basınç kuvveti uygulandığında ölçüm gerçekleşir. Basınç kuvveti universal test cihazında ölçülür. Test için hazırlanan örnekler, bir kalıp içinde test cihazına yerleştirilir, belirlenen bir ekseninde bir uç ile kontrollü bir hızla (mm/dk) kuvvet uygulanır (Stuart ve ark 2006, Wilkinson ve ark 2007). Kırılma dayanım testinde kuvvet uygulamak amacı ile kullanılan uçlar; bıçak sırtı, küt veya keski şeklinde olabilir. Örnekte kırılma oluşumuna neden olan kuvvet, test cihazında bulunan yük hücresi vasıtası ile ölçülür. Kuvvet miktarı Newton (N) veya Megapascal (MPa) olarak kaydedilir (Hammad ve ark 2007).

1.7.2. Mikrosızıntı Test Yöntemi

Restorasyon veya siman tabaka ile diş kavitesinin duvarları arasından oral sıvıların, bakteri toksinlerinin, iyonların veya moleküllerin klinik olarak saptanamayan geçişleri, mikrosızıntı olarak adlandırılmaktadır (Trowbridge 1987). Mikrosızıntı, restoratif materyalin kullanım süresini belirleyen önemli unsurlardan biridir (Silveira de Araújo ve ark 2006). Mikrosızıntı oluşumunu en çok etkileyen faktör; kompozit rezinlerde meydana gelen polimerizasyon büzülmesi olarak görülmektedir. Restorasyon ile kavite arasında oluşan mikrosızıntı uzun dönemde postoperatif hassasiyete, tekrarlayan çürüklere ve pulpada hasarlara ve endodontik

tedavili dişlerde başarısızlığa sebep olabilmektedir. Boya penetrasyon yöntemi, elektrokimyasal yöntem, radyoaktif izotop yöntemi, kimyasal ajanların kullanılması, nötron aktivasyon analizi ve taramalı elektron mikroskop analizi yöntemi gibi pek çok yöntem mikrosızıntı testleri için kullanılabilir. Bu test yöntemlerinden boya penetrasyon testleri oldukça sık kullanılır çünkü bu test basit, ucuz, kolay uygulanabilir ve karşılaştırılabilir bir yöntemdir (Mueninghoff ve ark 1990, Taylor ve Lynch 1992).

1.8. Çalışmanın Amacı

Bu araştırma projesi; endodontik tedavi yapılmış aşırı madde kayıplı molar dişlere direkt, indirekt ve indirekt fiberle güçlendirilmiş yöntemlerle yapılan endokuron restorasyonların kırılma dayanımlarının ve mikrosızıntılarının karşılaştırmalı incelenmesini amaçlamıştır.

2.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalında yürütülmüştür.

İn vitro şartlarda yürütülen bu çalışmanın yapılabilmesi için, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulundan 24/02/2022 tarihli toplantıda etik kurul onayı alınmıştır (Karar No: 2022/07), (EK-1).

Çalışmamızda kullanılan sarf malzemeler, Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen 22/02/2023 tarihli 23212007 kodlu projesi ile alınmıştır (EK-2).

2.1.Dişlerin Seçilmesi ve Hazırlanması

Çalışmada protetik ve periodontal amaçla çekimi yapılan, 78 adet alt 1., 2. ve 3. büyük azı dişler kullanıldı. Dişler mercek altında incelenerek kırık, çatlak, abrazyon, erezyon içermemesine dikkat edildi. Eski restorasyon ve çürük içeren dişler çalışmaya dahil edilmedi. Dişlerin boyutlarının birbirine yakın olmasına dikkat edildi. Seçilen dişlerin üzerinde bulunan yumuşak dokular ve eklentiler el aletleri ile temizlendi, diş yüzeylerine polisaj, pat kullanılmadan yapıldı (Şekil2.1). Çalışma yapılıncaya kadar dişler, oda sıcaklığında distile su içerisinde bekletildi.



Şekil 2.1. Seçilen mandibular molar dişler

2.2. Dişlere Kök Kanal Tedavisinin Uygulanması

Dişlerin kronlarına, elmas ront frez (DIMEI, Piranha, Çin) yardımıyla kanal tedavisi yapılabilmesi için, giriş kavitesi açıldı. Dişlerin pulpa dokuları turnerf (Diadent, Barbed Broach, Kore) ile uzaklaştırıldı. Kanal içi çalışma boyutu tespiti için, #10 K tipi kanal aleti (Mani Inc, Tochigi, Japonya) kök ucundan 1mm kısa olacak şekilde yerleştirilerek uzunluğu ölçüldü. Belirlenen bu uzunluğa göre kanallar genişletildi. Kanal genişletme işleminde endo motor (X Smart Plus, Dentsply, Japonya) kullanıldı. Pro Taper nikel titanyum kanal eğeleri (Dentsply Maillefer, İsviçre) kanal genişletme esnasında SX, S1, S2, F1 ve en son F2 eğesi sırasıyla kullanıldı. Her eğeleme işlemi sonrası kanallar 10 sn boyunca %2,5 sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonu ile yıkandı. Her bir eğe en fazla 3 dişte kullanıldı. Kanal şekillendirme işlemi sonrası kanal içi smear tabakasını uzaklaştırmak için 3ml %17'lik etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) ile kanallar 1 dakika boyunca yıkandı. Son kez kanallar 2ml serum fizyolojik ile yıkandı ve kâğıt konlarla (Diadent Group Int., Güney Kore) kurularak, kanallar doldurulma işlemine hazırlandı. Kök kanal şekillendirilmesinde uygulanan son eğeye uyumlu gutta percha (Pearl Endo, Kore) ile kök kanal dolgu patı (Kerr Sealapex, İtalya) kanalların doldurulmasında kullanıldı. Kanallar tek kon tekniği ile dolduruldu. Kök kanallarına yerleştirilen konlar ısıtılmış ekskavatör ile kök kanal girişinin 1mm altından kesildi (Şekil2.2). Kavite tabanı alkol ile nemlendirilmiş pamukla silindi. Hava spreyi ile kurutuldu.

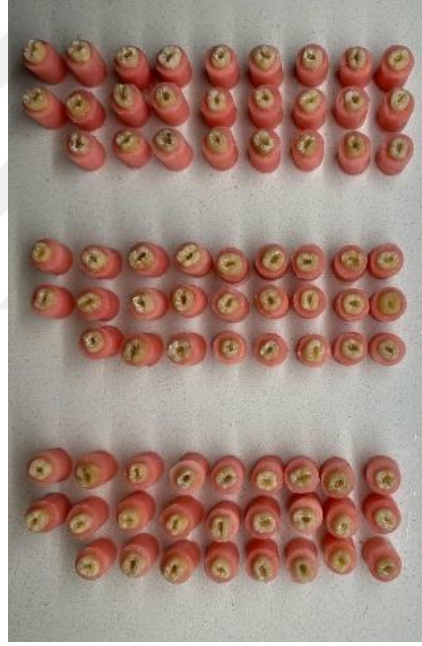


Şekil 2.2. Uygulanan kanal tedavisinin radyografisi

Daha sonra kavite tabanına, üniversal tek aşamalı adeziv sistem (G-Premio Bond, GC, Japonya) bir mikro aplikatör yardımı ile 10sn uygulandı. Düşük hava basıncı ile 5 saniye inceltirilerek 10 saniye ışık cihazı (Valo Curing Light, Almanya)

ile polimerize edildi. Sonra kanal ağızlarını kapatmak ve pulpa odası tabanını düzeltmek için nano hibrit akışkan kompozit (Nova Compo HF, Imicryl, Türkiye) 1mm uygulanıp, 20 saniye ışık ile polimerize edildi.

Kanal tedavileri tamamlanan dişlerden rastgele seçilen 39 dişin kökleri mine sement sınırının 1mm altından kök ucuna kadar olacak şekilde, tırnak cilası (Flormar, Türkiye) ile kaplandı ve bu dişler işaretlendi. Bütün dişler polivinil klorür (PVC) boru kesilerek hazırlanan kalıp kullanılarak akrilik rezine (BGDental İntegra, Soğuk Tamir Akriliği, Türkiye) mine-sement bileşiminin 1 mm altında olacak şekilde, köklerin uzun eksenleri akriliğe dik gelecek konumda ağız içinde çene kemiğinde bulunduğu gibi gömüldü (Şekil 2.3). Akrilik sertleştikten sonra kalıptan çıkarılarak dişlerin preparasyon sıraları gelinceye kadar distile suda bekletildi.



Şekil 2.3. Kanal tedavisi tamamlanan dişler

2.3. Dişlere Endokuron Preparasyonu Uygulanması

Endokuron restorasyonlarda preparasyon, kalan diş dokusu miktarını esas alarak yapılmaktadır. Çalışmamız aşırı madde kaybı gösteren kanal tedavili dişler üzerinde yapılmaktadır. Pedodonti kliniğinde minimal invaziv yaklaşımla, endokuron restorasyon yaparak, diş dokusunu adeziv bir restorasyonla güçlendirmek istediğimiz için dişlere standart tek bukkal duvar kalacak şekilde endokuron preparasyonu yapıldı. Preparasyon basamakları sırası ile okluzal kesim, intrakoronal kesim olarak uygulandı.

Okluzal Kesim:

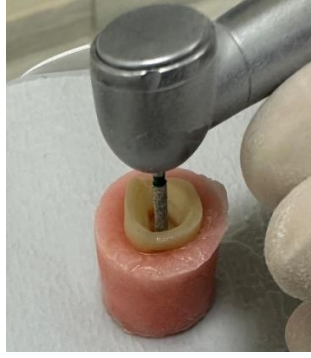
Endokuron preparasyonu için kanal tedavisi tamamlanan dişlerinin okluzal yüzeyleri, elmas disk frez (Noth Bel FG Diamonds, İtalya) kullanılarak ve dişe frezin disk bölümü paralel konumlandırılarak okluzal yüzeyin yüksekliği dişin uzun eksen yönünde 2 mm kesim yapıldı (Şekil 2.4).



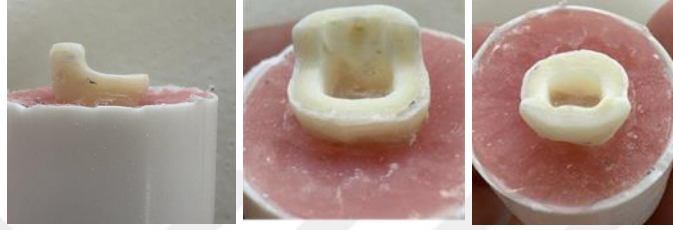
Şekil 2.4. Oklüzal kesim

İntrakoronal Kesim:

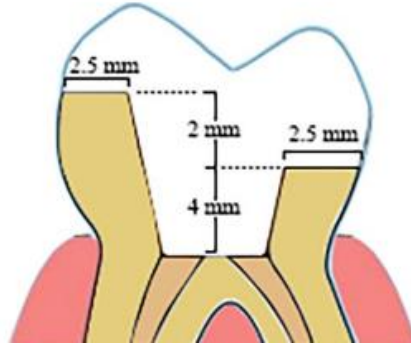
Okluzal kesim yapıldıktan sonra, kavite girişindeki düzensizlikleri gidermek için elmas silindirik frez (Hicare Medical Co. Ltd, Çin) kullanılarak koronal pulpa odası ve endodontik giriş kavitesinin duvarları düzeltildi. Daha sonra alev uçlu frez (Hicare Medical Co. Ltd, Çin) ile, frez dik tutularak pulpa odası duvarlarına 8-10° açı verilerek kesim yapıldı. Pulpa odası tabanı, tersine konik frez (MDT Dental, İsrail) ile düzeltildi. İç aksiyal duvarların kalınlığı standartlaştırılmış marjın genişliğini sağlamak için 2.5 mm olacak şekilde hazırlandı. Daha sonra bukkal marjın bırakılarak mesial, distal ve lingual marjın kenarlarından pulpa odası tabanına kadar 4mm olacak şekilde marjın kenarları tersine konik frez (MDT Dental, İsrail) ile prepare edildi. Bukkal marjın ile mesial ve distal marjın birleşim kenarları 90° açı ile birleştirildi, açının birleşim noktası fissür frezle kavis şekli verildi. Koronal duvarın preparasyonunda 4°lik açı ile oklüzale doğru genişleyen preparasyon yapılarak endokurona giriş yolu verildi. En son marjın kenarlarındaki pürüzler giderildi ve keskin kenar köşe kalmayacak şekilde bizote edildi (Şekil 2.5),(Şekil 2.6), (Şekil 2.7).



Şekil 2.5. İntrakronal kesim



Şekil 2.6. Preparasyonu tamamlanan diş örneği



Şekil 2.7. Dişlere uyguladığımız endokuron preparasyonunun şematik çizimi

2.4. Çalışmamızda Kullandığımız Malzemeler

Çalışmada kullanılan kompozit, fiberli akışkan kompozit, bonding ajanı, rezin içeren yapıştırma simanı ve bu malzemelerin uygulama şekilleri aşağıdaki çizelge 2.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan materyallerin içerik, uygulama şekilleri ve çeşitli özellikleri

Materyal, Üretici Firma	İçerik	Uygulama Şekli
G-eanial Posterior Kompozit GC, Japonya	Metakrilat monomerler, pre-polimerize doldurucular (16-17 μ silika içeren), İnorganik doldurucular > 100 nm (Silika, Floroaluminosilikat), İnorganik doldurucular <100 nm, boyalar, katalizör.	Direkt ve İndirekt yöntemlerle kaviteye tabakalama tekniği ile yerleştirilebilirler ve ışık ile polimerize edilebilirler.
everXFlow Kompozit GC, Japonya	E-cam fiberler (ortalama fiber uzunluğu 140 μ m fiber çapı 6 μ m), Baryum cam, Bis-MEPP, TEGDMA, UDMA. İçeriğin %25 fiberler, %45 partikül doldurucular, %30 matrix oluşturur.	Hazırlanan kavitenin eksik kenarları geleneksel kompozit ile tamamlanır. Kavite everX Flow ile doldurulup üzeri geleneksel kompozit ile kaplanır.
G-Premio Bond GC, Japonya	4-Metakriloksietil trimellitat anhidrit (4-MET) Fosforik ester monomerleri (MDP ve MDTP) Metakrilat monomeri, Silikon dioksit, Aseton ve su içerir.	Tüm asitleme seçenekleriyle kullanılabilen universal bondingdir. Bond fırçası ile diş yüzeyine sürülür 10 sn beklenir, hafif basınçlı hava ile 5 sn kurutulur. 10 sn ışık ile polimerize edilir.
G-Cem One Self-Adeziv Rezin Siman GC, Japonya	1.Tüp: Floro-alümino-silikat cam, dimetakrilat, silikon dioksit, başlatıcı, pigment, stabilizatör 2.Tüp: Silisyum dioksit, dimetakrilat, fosforik asit ester monomer, başlatıcı, stabilizatör	Çift tüplü şırınga ile otomatik karıştırma yapan yapıştırma simanıdır. Hem self cure hem de dual cure yapıştırmaya uygundur.
G-Cem One Adhesive Enhancing Primer GC, Japonya	İndikatör, distile su, ethanol içerir	İndirekt restorasyon ve post yapıştırılmasında kullanılan dual cure aktivatördür
G-Multi Primer GC, Japonya	Etanol, Metakriloiloksidesil Dihidrojen Fosfat (MDP) Metakriloiloksidesil dihidrojen tiyofosfat (MDTP) γ -Metakriloksipropil trimetoksisilan (Silan) Metakrilat monomeri içerir.	Yapıştırma işlemini daha da basitleştirmek için geliştirilmiş universal primer, G-Multi PRIMER ALL ön-işlem için kullanılır. Tüm restorasyon malzemeleri ile kullanılabilir.

G-aenial Posterior Kompozit Özellikler:

G-aenial posterior kompozit organik matriks, doldurucular, boyalar ve foto başlatıcılardan meydana gelir. İki farklı prepolimerize rezin doldurucu içerir. Prepolimerize doldurucular hem klinik olarak radyo-opasite sağlayarak estetik restorasyonun yapılmasına imkan verir, hem de kompozitin düşük polimerizasyon büzülmesini sağlar. Prepolimerize doldurucular, mikro doldurucuların içinde bulunduğu bir rezin matriksin polimerizasyonu sağlanıp, 16-17 μ boyuttaki parçacıklara kesilmesi ile oluşturulur. G-aenial posterior kompozit ışıkla sertleşen radyo-opak hibrit kompozitlerdir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. G-aenial posterior kompozit

everX Flow Fiberli Kompozit Özellikleri:

everX Flow fiberli kompozit sistemi organik rezin matrix, inorganik cam fiberler ve doldurucu partiküllerin bir kombinasyonu temel alınarak üretilmiştir. Resin matrix içeriğinde Bis-MEPP, TEGDMA ve UDMA bulunur. Doldurucu partiküller çoğunlukla baryum camı olmak üzere kısa cam fiberler ve partikül dolgu maddelerinin karışımıdır. everX Flow'un total doldurucu oranı %70 ağırlığındadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. everX Flow fiberli kompozit

GC G Premio Bond Özellikleri

Tüm asitleme seçenekleri ile kullanılabilen universal bir bondingdir. İçeriğinde bulunan 4-MED, MDP, MDTP monomerleri ile hem dişe hem de diğer restorasyon materyallerine güçlü bağlanır. İçeriği sayesinde ağız içinde tamir işlemlerinde de kullanımı uygundur. Ayrıca hassasiyet giderici olarak da kullanılabilir. Sahip olduğu 3 mm ince film kalınlığı, ideal ıslatılabilirliği ve etkili penetrasyonu sağlar (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. G Premio Bond

G-Cem One Adhesive Rezin Siman Özellikleri:

İndirekt restorasyonların dayanıklı ve güçlü bir şekilde bağlanmasını sağlamak amacı ile tasarlanmış, dual cure sertleşme özelliğine sahip, evrensel kendinden yapışkanlı bir reçine simanıdır. G-Cem One ek astar veya yapıştırıcıya ihtiyaç duymadan çeşitli alt tabakalara yapıştırımadaki çok yönlülüğü en önemli avantajlarından. Ancak daha fazla adezyon gerektiğinde, hekimin tercihlerine bağlı olarak G-Cem One ile G- Adeziv Artırıcı Primer veya G-Premio Bond ile kullanılabilir.

İki tüp şeklindedir; 1.Tüp: Floro-alümino-silikat cam, dimetakrilat, silikon dioksit, başlatıcı, pigment, stabilizatör 2.Tüp: Silisyum dioksit, dimetakrilat, fosforik asit ester monomer, başlatıcı, stabilizatör, indikatör, distile su, ethanol içerir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. G-Cem One System Kit

2.5. Dişlerin Gruplandırılması ve Restorasyonların Yapılması

Toplam 78 diş standart endokuron preparasyonu yapıldı. Preparasyonları yapılmış olan dişler, 3 farklı şekilde uygulanacak restorasyon şekline göre gruplara ayrıldı.

Grup 1: (Kontrol grubu: 26 diş) Endokuron preparasyonu yapılmış dişler, G-aenial Posterior Kompozit ile direkt yöntem kullanılarak restore edilmiştir.

Grup 2: (Deney grubu: 26 diş) Endokuron preparasyonu yapılmış dişler, G-aenial Posterior Kompozit ile indirekt yöntem kullanılarak restore edilmiştir.

Grup3: (Deney grubu: 26 diş) Endokuron preparasyonu yapılmış dişler, G-aenial Posterior Kompozit ve everX Flow ile indirekt yöntem kullanılarak restore edilmiştir.

Direkt Yöntem ile Endokuron Kompozit Restorasyonların Yapımı

Kanal tedavileri, preparasyonu tamamlanan 26 diş (13'ü kırılma dayanımı için, 13'ü mikrosızıntı için) G-aenial Posterior Kompozit, direkt yöntem ile restorasyon yapımı için, önce kavite duvarları %35'lik fosforik asit jeli (Panora 200, İmicryl, Türkiye) kullanılarak 15 sn asitleme yapıldı. Asitleme sonrası dişler 5 sn yıkanarak, kavite hava spreyi ile kurutuldu. Dişlere, universal bir adeziv sistem olan G-Premio Bond, mikro aplikatör yardımı ile kaviteye uygulandı. Üretici firmanın önerisine göre 10 sn ovalama yapıldı ve 5 sn düşük basınçlı hava ile inceltildi. Led ışık cihazının (Valo South Jordan, ABD) standart 1000Mw/cm² güç ayarında, 10 sn polimerize edildi. Daha sonra diş anatomik kontürlü çevresel matris bant (Hawe Tofflemire Contoured Matrices, Kerr, ABD) takıldı. Restorasyonlarda G-aenial

posterior kompozit 2 mm'lik tabakalar şeklinde kaviteye yerleştirildi ve her tabaka 20 sn ışık ile polimerize edildi. Polimerizasyon sonrası polisaj işlemleri için sarı kuşaklı bitim frezi dişlerin yüzeylerine uygulandı. Beyaz kompozit polisaj lastiği (Duracool Diamond, Dian Fong Inc, Shenzhen, Çin) ile polisajları yapılarak restorasyonlar tamamlandı (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Direkt yöntem ile restorasyon yapımı

İndirekt Yöntem ile Endokuron Restorasyonların Yapımı

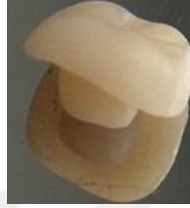
Kanal tedavileri ve preparasyonu tamamlanan ikinci grup (26 diş) (13 diş mikrosızıntı, 13 diş kırılma dayanımı için) dişe indirekt kompozit endokuron restorasyon yapılabilmesi için, polivinil siloksan (Elite H-D, Zhermack, Rovigo, İtalya) ölçü maddesi kullanılarak, tek aşamalı ölçü tekniği ile ölçü alındı. Ölçü içine sert alçı dökülerek, model elde edildi. Alçı modelin izolasyonu için kaviteye ince bir tabaka izolatör, fırça yardımıyla sürüldü. Dişlere anatomik kontürlü çevresel matris bant takıldı. G-aenial posterior kompozit 2 mm tabakalar halinde yerleştirildi ve yerleştirilen tabakalar 20 saniye ışık cihazı ile polimerize edildi (Şekil 2.13). Hazırlanan restorasyonlar modelden çıkarılarak polimerizasyon fırınına (CS-110, Kuraray, Japonya) yerleştirildi (Şekil 2.14). Kullandığımız polimerizasyon fırını iki bölmeden oluşmaktadır. Üst bölme, geniş spektrumlu, yüksek güçlü görünür ışık sağlamaktadır. Restorasyonlar bu bölmede 3 dk görünür ışığa maruz bırakıldı. Polimerizasyon fırınının alt bölümü ısı ile polimerizasyon sağlamaktadır. Restorasyonlar polimerizasyon fırınının alt bölümünde önceden ısıtılmış 114°C de 20 dk ısıya maruz bırakıldı (Şekil 2.15).



Şekil 2.13. Restorasyonların indirekt yöntemle hazırlanması



Şekil 2.14. İndirekt restorasyonlarda kullanılan polimerizasyon fırını



Şekil 2.15. Restorasyonu tamamlanan endokuron

İndirekt Yöntemle Fiber ile Güçlendirilmiş Endokuron Restorasyonların Yapımı

Kanal tedavileri ve preparasyonu tamamlanan üçüncü grup (26 diş) diş indirekt kompozit endokuron restorasyon yapılabilmesi için, polivinil siloksan (Elite H-D, Zhermack, Rovigo, İtalya) ölçü maddesi kullanılarak, tek aşamalı ölçü tekniği ile örneklerin ölçüleri alındı. Ölçülere sert alçı dökülerek, sert alçıdan model elde edildi. Alçı model üzerine örneklerin izolasyonu için kavitelere ince bir tabaka izolatör, fırça ile sürüldü. Bu grupta alçı model üzerinde kaviteye, 1 mm kalınlığında G-aenial posterior kompozit ile pulpa odası duvarlarına ve tabanına kompozit yerleştirildi ve 20 sn ışık ile polimerize edildi. Daha sonra kavitenin pulpa odasına fiberli kompozit (everX Flow GC, Japonya) önce 2mm kalınlığında tabaka halinde yerleştirilerek ışık ile 20 sn polimerize edildi sonra 1 mm tabaka daha yerleştirilerek ışık ile 20 sn polimerize edildi. Toplam 3 mm fiberli kompozit pulpa odasını doldurdu (Şekil 2.16). En son diş anatomik kontürlü çevresel matris bant takılarak pulpa odası üzerine ve restorasyonun tamamına G-aenial posterior kompozit 2 mm tabakalar halinde yerleştirildi. Her tabaka 20 sn ışık yardımıyla polimerize edilerek restorasyonlar hazırlandı. Hazırlanan restorasyonlar modelden çıkarılarak polimerizasyon fırınına yerleştirildi. Kullandığımız polimerizasyon fırını iki bölmeden oluşmaktadır. Üst bölme, geniş spektrumlu, yüksek güçlü görünür ışık sağlamaktadır. Restorasyonlar bu bölmede 3 dk görünür ışığa maruz bırakıldı.

Polimerizasyon fırınının alt bölümü ısı ile polimerizasyon sağlamaktadır. Restorasyonlar polimerizasyon fırınının alt bölümünde önceden ısıtılmış 114°C de 20 dk ısıya maruz bırakıldı.

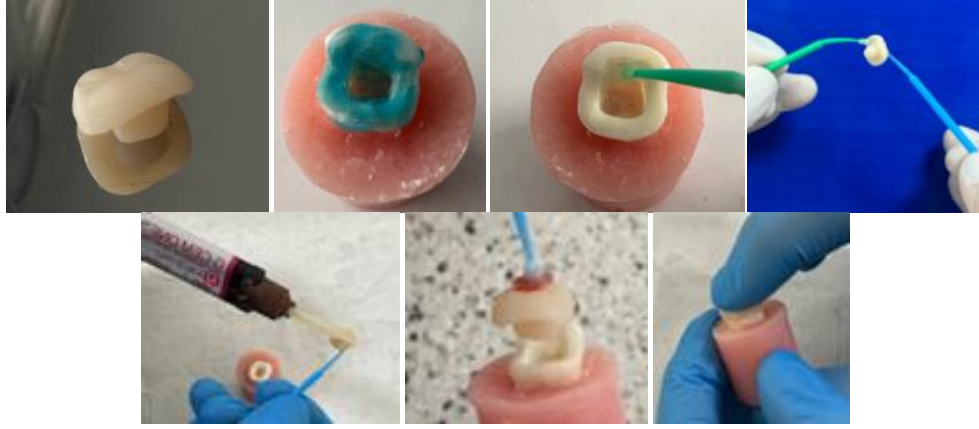


Şekil 2.16. Pulpa odasına everX Flow uygulanması

İndirekt Endokron Restorasyonların Simantasyonu

İndirekt endokron restorasyonlarının simantasyonu dual-cure rezin siman (G-Cem One Self-Adhesive Resin Cement System Kit, GC, Japonya) ile yapıldı. Dişlerin kavite duvarları %35'lik fosforik asit jeli ile 20 sn asitlenerek kavitenin yüzey enerjisi, ıslanabilirliği ve retansyonu artırıldı. Asitleme sonrası dişler yıkanarak, kavite hava spreyi ile kurutuldu. Kavite duvarları ve tabanına G-Cem One Adhesive Enhancing Primer, mikro aplikatör yardımı ile sürüldü 10 sn beklendi, 5 sn yüksek basınçlı hava ile kurutuldu. İndirekt yöntemle hazırlanan endokron restorasyonun yapıştırılacak yüzeyi önce %35'lik fosforik asit jeli ile asitlendi. Asit bol su ile yıkandıktan sonra kurutuldu. G-Cem One kitin içerisinde bulunan G-Multi Primer, hazırlanan restorasyonun yapıştırılacak yüzeyine mikro uçlu aplikatör yardımıyla ince bir tabaka sürüldü ve hava spreyi ile kurutuldu. Daha sonra adeziv rezin siman G-Cem One 2'li pat ürünün içinden çıkan spiralli uçlu şırınga vasıtası ile 1:1 oranında otomatik karıştırılarak, restorasyonun yapıştırılmak istenen yüzeyine uygulandı. Restorasyon, diş yüzeyine parmak basıncı ile yerleştirildi. Taşan siman artıkları temizlenerek restorasyon ve dişin birleşim yerlerine 20 sn ışık uygulanarak polimerizasyon sağlandı (Şekil 2.17). Polimerizasyon sonrası polisaj işlemleri için sarı kuşaklı bitim frezi dişlerin yüzeylerine uygulandı. Beyaz kompozit polisaj lastiği (Duracool Diamond, Dian Fong Inc, Shenzhen, Çin) ile polisajları yapılarak restorasyonlar tamamlandı (Şekil 2.18). Restorasyonları tamamlanan dişler, 37 °C

distile su içerisinde, 24 saat rezin simanın polimerizasyonunun tamamlanması amacı ile bekletildi.



Şekil 2.17. İndirekt restorasyonların simantasyonu



Şekil 2.18. Çalışmamız için hazırlanan restorasyonlar

2.6. Restorasyonların Sıcaklık Döngü Cihazı ile Yaşlandırma İşlemi

Tüm restorasyonlar Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda ağız içi koşulların, restorasyon üzerindeki uzun dönem etkilerinin taklit edilmesi amacı ile 5 °C ve 55 °C'de 1000 kez sıcaklık döngü işlemine (termal siklus) maruz bırakıldı (Şekil 2.19). Restorasyonları tamamlanan dişler, 5°C ve 55°C ($\pm 2^\circ\text{C}$)'deki su banyolarında 30'ar sn bekletildi, banyolar arası geçiş 5 sn olacak şekilde ayarlandı (Şekil 2.19).

Sıcaklık döngü işlemi sonrası, dişlere kırılma dayanımı ve mikrosızıntı testleri uygulanana kadar oda ısısında distile su içerisinde konularak bekletildi.



Şekil 2.19. Gruplara sıcaklık döngüsü ile yaşlandırma uygulaması yapılması

2.7. Restorasyonlara Uygulanan Testler

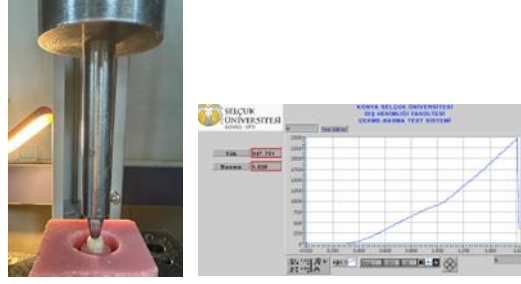
Kırılma Dayanımı Testi

Restorasyonların termal siklus cihazı ile yaşlandırma işleminden sonra, mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacı ile direkt kompozit restorasyon, indirekt kompozit restorasyon ve fiberli indirekt kompozit ile restorasyonları tamamlanan dişlerin her grupta 13 diş olmak üzere 39 dişin kırılma dayanıklılıklarının karşılaştırılması için basma kuvvetleri uygulandı. Kırılma dayanım testinin yapılması için Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan Universal test cihazı (Instron, Canton, MA, ABD) kullanıldı (Şekil 2.20).



Şekil 2.20. Universal test cihazı

Dişlere kuvvet uygulamak amacı ile, uç bölgesinde 5 mm çapında bilye bulunan özel paslanmaz çelik aparat hazırlandı, restorasyonların okluzal yüzeyinde santral fossa üzerinde konumlandırıldı. Dişlerin merkezi fossalarına temas edecek şekilde ayarlanan çelik uç ile dakikada 1mm/dk kafa hızıyla okluzal yüzeyin merkezine dişler kırılana kadar kuvvet uygulandı (şekil 2.21).



Şekil 2.21. Kırılma dayanım testi

Uygulanan kuvvetin dişe dik yönde ve sürekli artan şekilde olmasına dikkat edildi. Diş veya dolgu maddesine kırılma anında uygulanan kuvvetler Newton (N) cinsinden kaydedildi.



Şekil 2.22. Kırılan diş örnekleri

Daha sonra kırılma testi uygulanan dişler, stereo mikroskop (Yashima, Tokyo) ile incelenerek 4X büyütme altında fotoğrafları alındı, kırılma tipleri belirlendi (Şekil 2.23).



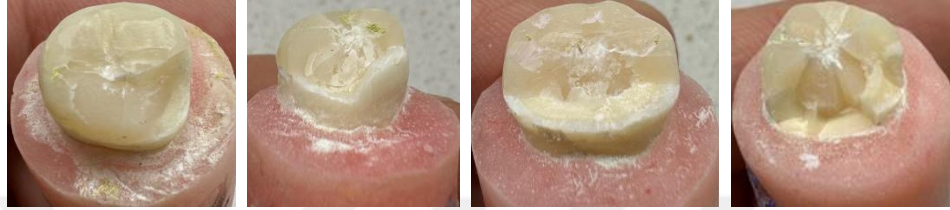
Şekil 2.23. Stereo mikroskop ile kırılan diş örneğinin incelenmesi

Kırılma Tipi

Kırılma tipleri Burke sınıflamasına (Burke ve ark 2006) göre değerlendirildi (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Kırık skorlaması

Tip I.	Endokuron restorasyonda çatlak veya minimal kırılma (tamir edilebilir kırık)
Tip II.	Endokuron restorasyonun yarısından daha az meydana gelen kırılma (tamir edilebilir kırık)
Tip III.	Endokuron restorasyonun yarısından oluşan kırılma (mine-sement birleşiminin üzerinden) (kabul edilebilir kırık)
Tip IV.	Endokuron restorasyonun yarısından fazlasının ve dişin kırılması (mine-sement birleşiminin altından) (katastrofik kırık)



Tip I

TipII

TipIII

Tip IV

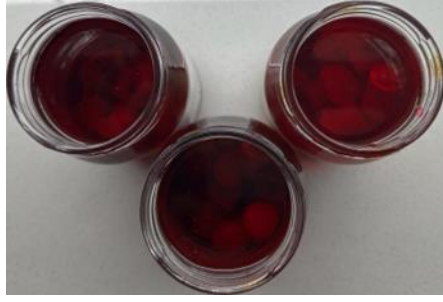
Şekil 2.24. Restorasyonlardan seçilen kırık tipleri

Mikrosızıntı Testi

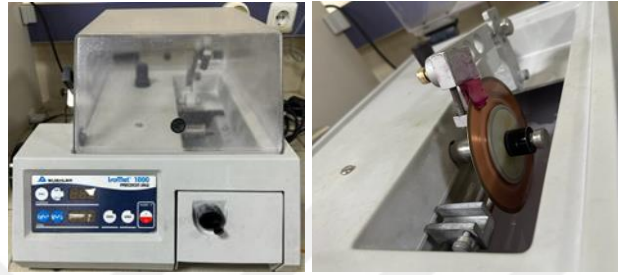
Restorasyonlara uygulanan mikrosızıntı testi, boyama yöntemi kullanılarak yapıldı. Mikrosızıntı testi için ayrılan dişlerin restorasyon sınırlarından 1 mm mesafe kalacak biçimde geriye kalan yüzeyler iki defa tırnak cilası (Flormar, Türkiye) sürülerek kurutuldu (Şekil 2.23). Daha sonra örnekler ışık geçirmeyen ortamda %0,5'lik bazik fuksin solüsyonunda 24 saat bekletildi (Şekil 2.24). Ardından örnekler su ile yıkanarak diş üzerindeki fazla boya artıkları giderildi. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan IsoMET cihazı (Şekil 2.25) yardımıyla elmas separe (Medcon, Türkiye) düşük hızda kullanılarak örnekler kesildi. Her bir dişten mesio-distal yönde restorasyonun bukkal dış yüzeyi ile restorasyonun lingual dış yüzeyinin ortası olacak şekilde kesitler alındı.



Şekil 2.25. Restorasyonları tamamlanan dişlere tırnak cilası uygulama sonrası



Şekil 2.26. Restorasyonları tamamlanan dişlerin mikrosızıntı testi için %0.5'lik bazik fuksin solüsyonunda bekletilmesi.



Şekil 2.27. İsoMET cihazı ve isoMET cihazı ile dişten kesit alma

Mikrosızıntı testinin gerçekleştirildiği örnekler stereo mikroskop altında 6X ve 8X büyütmede incelenerek görüntüler kaydedildi.

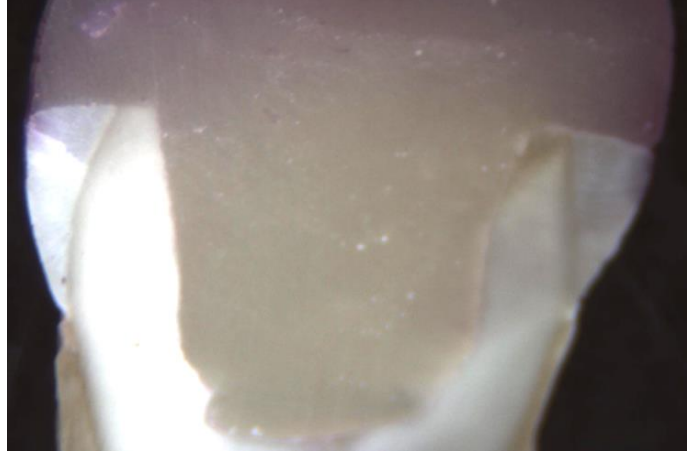
Mikrosızıntı Skorlaması

Restorasyonlar ile dişler arasında oluşan mikrosızıntı değerlendirmesi için aşağıdaki çizelgedeki (Çizelge 2.3) skorlama kullanıldı.

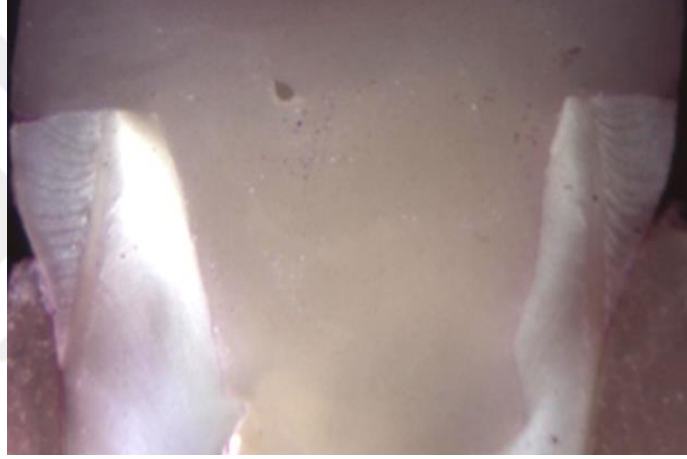
Çizelge 2.3. Mikrosızıntı skorlaması

0	Boya sızıntısı yok
1	Marjinal kenarın yarısına kadar boya sızıntısı var
2	Tüm marjinal kenar boyunca boya sızıntısı var
3	Pulpa boşluğuna ulaşmış boya sızıntısı var
4	Pulpa boşluğunun tamamına ulaşmış boya sızıntısı var

Şekil 2.28. Restorasyonlardan mikrosızıntı değerlendirme kriterlerine göre seçilen diş örnekleri.



Boya sızıntısı yok (0)



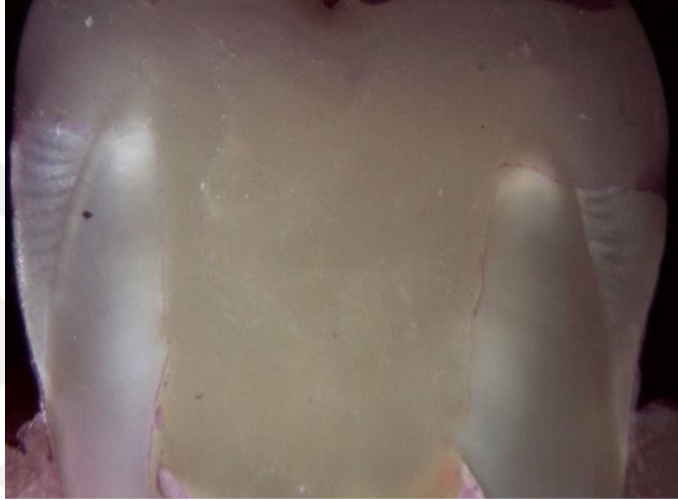
Marjinal kenarın yarısına kadar boya sızıntısı var (1) (Shafiei ve ark 2011)



Marjinal kenar boyunca boya sızıntısı var (2)



Pulpa boşluğuna ulaşmış boya sızıntısı var (3) (Blankenau ve ark 1984)



Pulpa boşluğunun tamamına ulaşmış boya sızıntısı var (4)

2.8. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Çalışmaya dahil ettiğimiz 3 gruba ait (39 diş) kırılma dayanımı verileri ve diğer 3 gruba ait (39 diş) mikrosızıntı verileri için öncelikle tanımlayıcı istatistik yapıldı. Çalışmamızın istatistiksel analizleri için “Microsoft Excel 2016” ve “IBM SPSS Statistics 26” paket programları kullanılmıştır. Temel tanımlayıcı istatistikler için sıklıklar ve gruplar bazında sütun grafikleri verilmiştir. Gruplar arası fark kontrolleri normal dağılım sınavasının (Shapiro-Wilk ve basıklık/çarpıklık) ardından tek yönlü varyanslı analizi (ANOVA) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Anlamlı bulunan parametreler için öncelikle varyans homojenliği (Levene) testi uygulanmıştır. Homojen varyanslı değişkenler Tukey testi ve heterojen varyanslı değişkenler ise Dunnett’s T3 testi yardımıyla ile ikili karşılaştırmaya sokulmuştur.

Çalışmadaki tüm testler için $p=0,05$ düzeyi anlamlı kabul edilmiştir. Kullanılan testler/istatistikler alfabetik olarak sıralanmıştır:

- “ANOVA” tek yönlü varyans analizi testi
- “Dunnett's T3” post hoc ikili karşılaştırma testi
- “Kurtosis” (basıklık) istatistiği
- “Levene” varyans homojenliği testi
- “Shapiro-Wilk” normallik testi
- “Skewness” (çarpıklık) istatistiği
- “Tukey” post hoc ikili karşılaştırma testi



3. BULGULAR

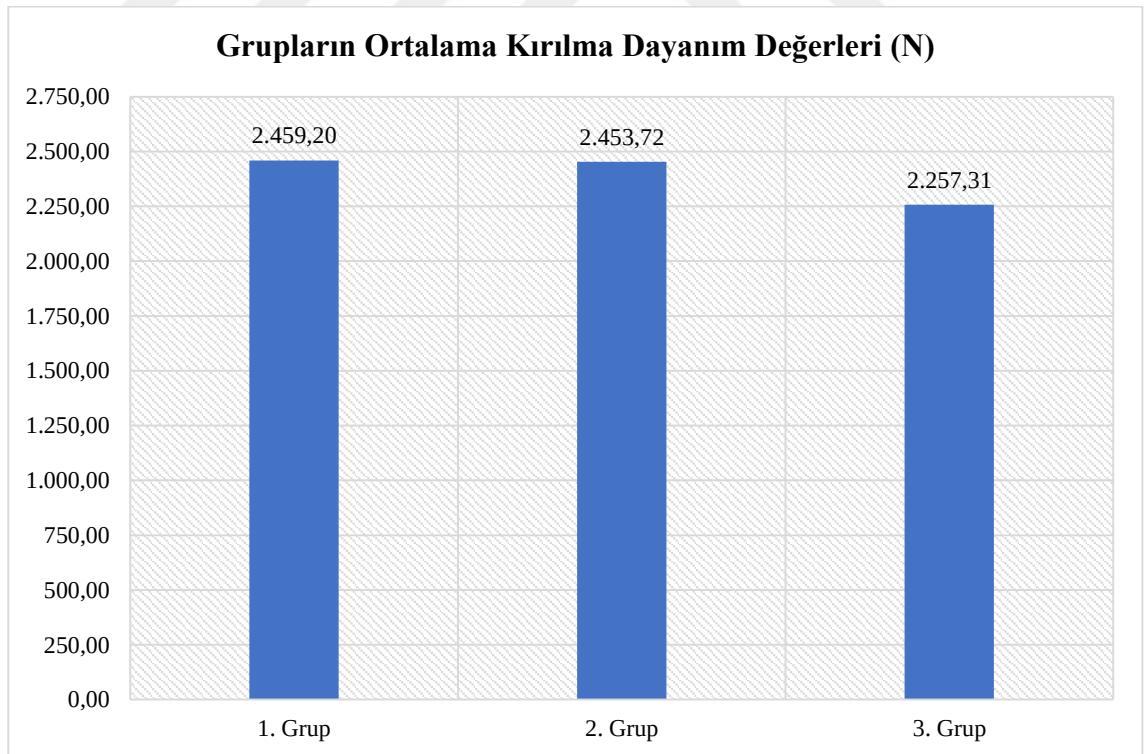
3.1. Kırılma Dayanımı Bulguları

Örnek dişlere uygulanan kırılma dayanım testi ile elde edilen verilerin ortalamaları, standart sapmaları, en küçük ve en büyük değerleri Newton (N) cinsinden Çizelge 3.1.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1.1. Deney gruplarına ait kırılma dayanımı verilerinin ortalaması, standart sapması, en büyük ve en küçük değerleri

Gruplar	N	Ortalama	Standart Sapma	En Küçük	En Büyük
1. Grup	13	2459,2	382,5	1846,1	3140,8
2. Grup	13	2453,7	409,6	1661,9	3018,0
3. Grup	13	2257,3	527,6	1359,6	3433,8

Grup1 (Direkt endokuron restorasyon), Grup2 (İndirekt endokuron restorasyon), Grup3 (İndirekt fiberle güçlendirilmiş endokuron restorasyon).



Grafik 3.1.1. Deney gruplarına ait kırılma dayanım grafiği

Gruplara göre ortalama kırılma dayanım değerleri grafik 3.1.1’de verilmiştir. Buna göre 1. grup dişlerin ortalama kırılma dayanımı 2459,20 Newton, 2. grup

dişlerin 2453,72 Newton ve 3. grup dişlerin ise 2257,31 Newton olarak hesaplanmıştır.

Shapiro-Wilk testi ile verilerin normal dağıldığı görülmüştür ($p=0,853$). Normal dağılım koşulu sağlandığından gruplar arası fark kontrolü tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilmiş ve Grup1, Grup2, Grup3 örneklerinden elde edilen kırılma dayanım verileri arasında anlamlı fark **bulunmamıştır** ($p=0,427>0,05$) (Çizelge 3.1.2).

Ortalama kırılma dayanımı bakımından 1. grup ve 2. grup dişler arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Ortalama kırılma dayanımı bakımından 1. grup ve 3. grup arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Ortalama kırılma dayanımı yönünden 2. grup ve 3. grup arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Çizelge 3.1.2. Kırılma dayanımı için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucu

ANOVA

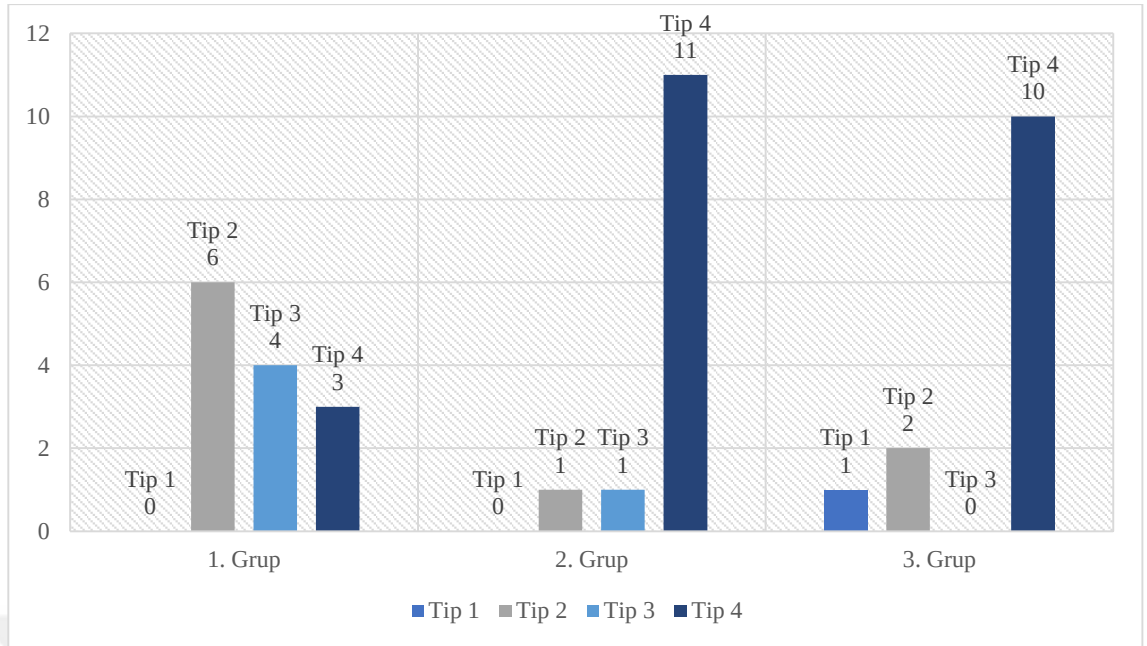
Kırılma Dayanımı					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	343903,814	2	171951,907	,871	,427
Within Groups	7110456,188	36	197512,672		
Total	7454360,002	38			

3.2. Kırılma Tipi Bulguları

Kırılma tipi skorlamasına göre grupların sıklıkları Çizelge 3.2.1’de ve gruplara göre kırılma tipleri sıklıklarına ilişkin sütun grafikleri de Grafik 3.2.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.2.1. Deney gruplarının kırılma tiplerine göre sıklıkları

Gruplar	N	Kırılma Tipi Skorları			
		Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
1. Grup	13	0	6	4	3
2. Grup	13	0	1	1	11
3. Grup	13	1	2	0	10



Grafik 3.2.1. Deney gruplarının kırılma tipleri için sütun grafiği

Shapiro-Wilk test istatistiği değeri $p=0,000$ elde edilmişse de basıklık ve çarpıklık katsayıları mutlak değerce 2'den küçük olduğu için normallik koşulu sağlanmaktadır (çarpıklık=-0,944 ve basıklık=-0,629).

Normal dağılım koşulu sağlandığından gruplar arası fark kontrolü tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilmiş ve kırılma tipleri skorları arasında anlamlı fark **bulunmuştur** ($p=0,015<0,05$) (Çizelge 3.2.2).

Çizelge 3.2.2. Kırılma tipi için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucu

ANOVA					
Kırılma Tipi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,821	2	3,410	4,750	,015
Within Groups	25,846	36	,718		
Total	32,667	38			

Farklılığın kaynağını grup 1 ve grup 2 oluşturmaktadır. 1. grubun ortalama kırılma tipi skoru 2,77 olarak hesaplanmışken bu skor 2. grup için 3,77 olarak hesaplanmıştır. 2. grubun kırılma tipi skoru 1. gruba göre daha yüksektir. 1. ve 3. gruplar ile 2. ve 3. gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur (Çizelge 3.2.3).

Direkt yöntemle yapılan endokuron restorasyonların tamir edilebilir kırık tipi daha yüksek iken, İndirekt yöntemle yapılan endokuron restorasyonların tamir edilemez kırık tipi istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Direkt yöntemle yapılan endokuron restorasyonlar ve İndirekt yöntemle yapılan fiberli endokuron restorasyonların arasında kırılma tipi skoru yönünden anlamlı bir fark yoktur ($p > 0,05$).

İndirekt yöntemle yapılan endokuron restorasyonlar ve İndirekt yöntemle yapılan fiberli endokuron restorasyonlar arasında kırılma tipi skoru yönünden anlamlı bir fark yoktur ($p > 0,05$).

Çizelge 3.2.3. Kırılma tipi skorları için ikili karşılaştırmalar

Kırılma Tipi Skorları - Ortalamalar Arası Fark Kontrolü			
(N=39)	μ	σ	*
1. Grup	2,77 ^a	0,832	,015
2. Grup	3,77 ^b	0,599	
3. Grup	3,46 ^{ab}	1,05	

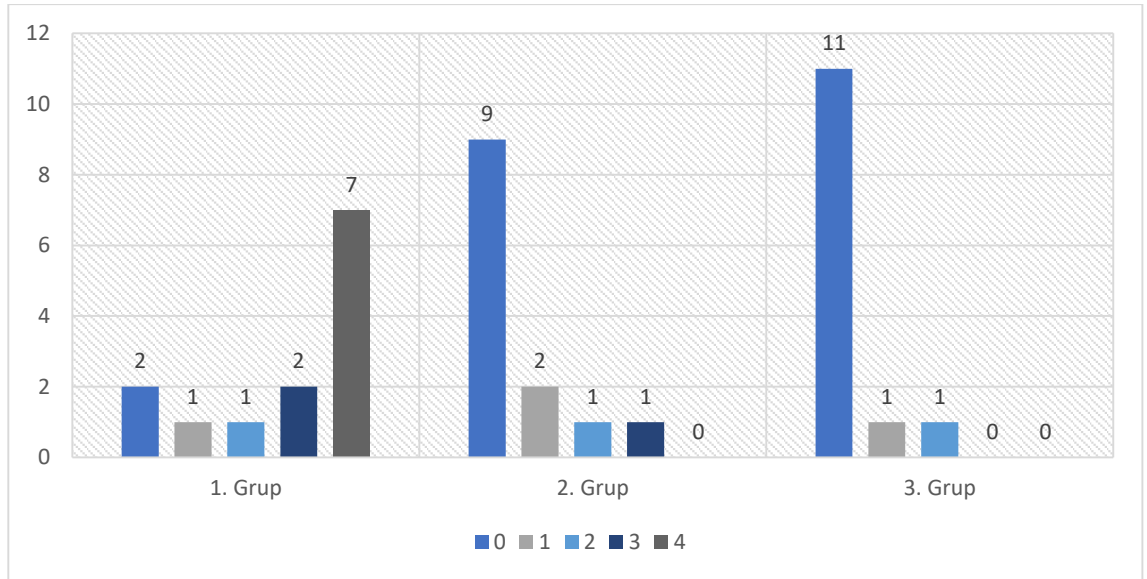
Sütun içi farklı harfler anlamlı farklılığı gösterir ($p < 0,05$), * ANOVA anlamlılık (p), μ : ortalama, σ : standart sapma, N: popülasyon büyüklüğü

3.3. Mikrosızıntı Bulguları

Mikrosızıntı skorlamasına göre grupların sıklıkları Çizelge 3.3.1’de ve gruplara göre mikrosızıntı sıklıklarına ilişkin sütun grafikleri de Grafik 3.3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3.1. Deney gruplarının mikrosızıntı skorlarına göre sıklıkları

Gruplar	N	Mikrosızıntı Skorları				
		0	1	2	3	4
1. Grup	13	2	1	1	2	7
2. Grup	13	9	2	1	1	0
3. Grup	13	11	1	1	0	0



Grafik 3.3.1. Deney gruplarının mikrosızıntı skorları için sütun grafiği

Shapiro-Wilk test istatistiği değeri $p=0,000$ elde edilmişse de basıklık ve çarpıklık katsayıları mutlak değerce 2'den küçük olduğu için normallik koşulu sağlanmaktadır (çarpıklık=0,887 ve basıklık=-0,925).

Normal dağılım koşulu sağlandığından gruplar arası fark kontrolü tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilmiş ve mikrosızıntı skorları arasında anlamlı fark **bulunmuştur** ($p=0,000<0,05$) (Çizelge 3.3.2).

Çizelge 3.3.2. Mikrosızıntı için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucu

ANOVA					
Mikrosızıntı					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	53,128	2	26,564	21,143	,000
Within Groups	45,231	36	1,256		
Total	98,359	38			

Farklılığın kaynağını 1. ve 2. gruplar ile 1. ve 3. gruplar oluşturmaktadır. 1. grubun ortalama mikrosızıntı skoru 2,85 olarak hesaplanmışken bu skor 2. grup için 0,54 olarak hesaplanmıştır. 1. grubun mikrosızıntı skoru 2. grubun yaklaşık 5,3 katı düzeyindedir. 1. grubun ortalama mikrosızıntı skoru 2,85 olarak hesaplanmışken bu skor 3. grup için 0,23 olarak hesaplanmıştır. 1. grubun mikrosızıntı skoru 3. grubun 12,3 katı düzeyindedir. Ortalama mikrosızıntı skoru yönünden 2. grup ve 3. grup arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır (Çizelge 3.3.3).

Direkt yöntemle yapılan endokuron restorasyonların mikrosızıntı skoru indirekt yöntemle yapılan endokuron restorasyonların mikrosızıntı skoruna göre istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Direkt yöntemle yapılan endokuron restorasyonların mikrosızıntı skoru indirekt yöntemle yapılan fiberli endokuron restorasyonların mikrosızıntı skoruna göre istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Ortalama mikrosızıntı skoru bakımından indirekt yöntemle yapılan endokuron restorasyon ve indirekt yöntemle yapılan fiberli endokuron arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

Çizelge 3.3.3. Mikrosızıntı skorları için ikili karşılaştırmalar

Mikrosızıntı Skorları - Ortalamalar Arası Fark Kontrolü			
(N=39)	μ	σ	p^*
1. Grup	2,85 ^a	1,573	0,000
2. Grup	0,54 ^b	0,967	
3. Grup	0,23 ^{bc}	0,599	

Sütun içi farklı harfler anlamlı farklılığı gösterir ($p < 0,05$), * ANOVA anlamlılık (p), μ : ortalama, σ : standart sapma, N: popülasyon büyüklüğü

4.TARTIŞMA

Çocuklarda daimi birinci büyük azı dişler, diş çürüğüne en yatkın dişlerdir ve çürük nedeni ile en sık kaybedilen dişler olduğu bilinir (Telli ve Aytan 1989, Güngörmüş ve ark 2001). Bu dişlerin erken dönemde tedavileri yapılamadığında ilerleyen yıllarda yaygın çürük ve aşırı kuron harabiyeti ile karşılaşılır. Aşırı kuron harabiyetli daimi birinci büyük azı dişler çoğunlukla devitaldir ve bu nedenle endodontik tedavi yapılması gerekir. Geleneksel yöntemle bu dişlerin tedavisinde kanal içi post uygulaması, kor yapımı ve tam kron restorasyon uygulanmaktadır (Assif ve Gorfil 1994, Ree ve Schwartz 2010). Ancak bu tedavi yönteminde kron kaplamak için sağlam dokuların kaldırılmasına gereksinim duyulur, böylece yapılan işlem, geriye kalan dişin biyomekanik yapısını zayıflatmaktadır. Ayrıca post-kor işlemi yapılırken kökte kırık ve perforasyon oluşabilme riski mevcuttur. Tüm bu sebepler geleneksel restorasyon tekniğine alternatif başka tedavi yöntemlerinin araştırılmasına sebep olmuştur (Assif ve Gorfil 1994, Soares ve ark 2007).

Son yıllarda adeziv simanların geliştirilmesi ile geleneksel tedavi yöntemlerine alternatif olarak endokuron restorasyonlar uygulanmaktadır (Sedrez-Porto ve ark 2016). Endokuron restorasyonlar tek bir blok olarak hazırlanmaktadır. Pulpa odasından ve kavite duvarlarından restorasyona destek sağlanmaktadır ve adeziv simanlar ile simante edilmektedirler (Bindl ve Mormann 1999, Biacchi ve ark 2013). Böylece hem makromekanik hem de mikromekanik tutuculuk elde edilmiş olur (Chang ve ark 2009). Son yıllarda yapılan çalışmalar endokuron restorasyonların geleneksel restorasyonlara göre daha iyi performans gösterdiği yönündedir bu yüzden popüleritesi artmıştır (Sedrez-Porto ve ark 2016). Zamanla adeziv sistemlerde yaşanan gelişmeler ve kompozitlerin yapısının güçlendirilmesi, bu materyallerin kullanımlarını yaygınlaştırmıştır. Kompozitler estetikirler, seramiklere göre daha ucuzdurlar, karşıt arktaki diş yapısında daha az aşınmaya sebep olurlar. Ayrıca minimal invaziv çalışma prensibi ile daha uyumludurlar (Ericson 2007). Bu bilgilere dayanarak çalışmamızda, aşırı madde kayıplı endodontik tedavi görmüş dişlerde kompozit endokuron restorasyonlar yapıldı. Restorasyonlar, direkt ve indirekt yöntemle uygulandı. Ayrıca bir grup indirekt yöntemle restore edilen endokuronlarda akışkan fiber kullanıldı. Farklı tipteki endokuron restorasyonlar, kırılma dayanımı ve mikrosızıntı yönünden karşılaştırıldı. Bu çalışma ile endokuron restorasyonları farklı yöntemlerle uygulayarak, klinik

pratiğinde hangi restorasyon tekniğinin daha uygun olduğu ile ilgili bilgi sağlanması amaçlandı.

Yapılan restorasyonların fiziksel ve mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi için klinik ve labaratuvar çalışmaları yapılmaktadır (Gwinnett ve Kanca 1992, Scotti ve ark 2016). Klinikte uygulanan çalışmalarda; hastanın okluzyon dinamikleri, ağız hijyeni, yaşı gibi bir çok unsur etkilidir, bu sebeple başarısızlığa yol açan spesifik faktörün belirlenmesi oldukça güçtür (De Munck ve ark 2005). Labaratuvarında yapılan çalışmalarda ise farklı değişkenler sabit tutulup tek bir parametrenin etkisini ölçebilmek mümkündür. Ayrıca laboratuvar çalışmalarında veriler daha hızlı elde edilebilir (Van Meerbeek ve ark 2010). Bu çalışmada, restorasyonların kırılma dayanımı ve mikrosızıntı ölçümlerini in vitro koşullarda gerçekleştirildi.

Aşırı madde kayıplı kanal tedavili dişler için modern bir rekonstrüksiyon yöntemi olan endokuron restorasyonlar, özellikle molar dişleri için endikedir (Bindl ve Mörmann 1999, Biacchi ve Basting 2012, Biacchi ve ark 2013, Rocca ve ark 2013). Premolar dişlerde yapılan endokuron restorasyon çalışmasında, post ile desteklenen geleneksel kuronlar ile endokuron restorasyonlar karşılaştırılmış ve benzer kırılma dayanımı bulunmuştur (Guo ve ark 2016). Ancak, molar dişler üzerinde yapılan endokuron çalışmalarına kıyasla, premolar dişlerde daha yüksek başarısızlık oranı rapor edilmiştir (Bindl ve ark 2005, Forberger ve Göhring 2008). Bu sonuçlar, premolar dişlerin pulpa odasının bağlantı yüzeyinin daha az olması ve kuronun okluzo-gingival uzunluğunun daha fazla olması şeklinde açıklanmıştır. Endokuron restorasyonların gerekli fonksiyon ve estetiği sağlaması, vitalitesini kaybetmiş posterior dişlerin zayıflayan yapısını biyomekanik olarak desteklemesi, endodontik tedavili molar dişler için avantajlı bir restorasyon seçeneği olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Lander ve Dietschi 2008). Yapılan bir çalışmada, çeşitli nedenlerle 1000 hastadan alınan panoramik filmler incelenmiş; apikal periodontitis ve kök kanal tedavisi prevalansının en çok mandibular molar dişlerde olduğu gözlenmiştir (Ureyen Kaya ve ark 2013). Bu bilgilere dayanarak, çalışmamızda çeşitli nedenlerle çekilmiş mandibular molar dişler kullanıldı.

İn vitro çalışmalarda çekilmiş insan dişleri kullanıldığında, bekletilme ortamlarında dehidrate olmamaları gerekmektedir. Bu dişler üzerinde yapılan çalışmalarda, restorasyonların uygulamasından önce ve restorasyonlar uygulandıktan

sonra dişler distile su, su, % 30 steril salin veya timol kristali içeren distile suda bekletilmektedir (Rueggeberg 1991, Demarco ve ark 2001, Civelek ve ark 2003). Test sonuçlarının etkilenmemesi için dişlerin bekletildiği sıvının, dişin yapısında herhangi bir değişikliğe neden olmaması gerekmektedir. Çalışmamızda kullanılmak üzere toplamış olduğumuz dişler, restorasyonlar yapılmaya kadar ve restorasyonlar yapıldıktan sonra, her aşamada oda sıcaklığında distile suda bekletildi. Distile su sık aralıklarla değiştirildi.

Endodontik tedavi uygulanmış dişlerde vertikal kök kırığı nadir görülen bir durum olsa da vertikal kırık olduğu durumda diş kaybına neden olur. Vertikal kök kırığı nedenleri arasında; kanal dolum işlemleri, post uygulamaları, kanal genişletme derecesi, kök yüzeyindeki düzensizlikler, kanalın son şekli ve defektler sıralanabilir (Wilcox ve ark 1997, Sathorn ve ark 2005, Versluis ve ark 2006). Nikel-titanyum döner aletler ile yapılan kök kanal şekillendirme prosedürlerinin de dişlerin vertikal kök direncini düşürdüğü daha önceki çalışmalarla gösterilmiştir (Sathorn ve ark 2005, Capar ve ark 2014). Çalışmamızda literatüre uygun, nikel-titanyum döner alet kullanılarak kanallar uygun şekilde genişletildi. Kullanılan son eğeye uygun açılı tek kon ile epoksi rezin esaslı bir pat kullanarak kanallar dolduruldu.

Endokuron restorasyonlarda kök kanalı yerine pulpa odası ve kavite duvarları destek için kullanılır. Bu amaçla preparasyonlar, hem minimal invaziv olmalı hem de kullanılan materyale yeterli alan sağlayacak şekilde olmalıdır. Klinikte aşırı madde kayıplı genç daimi dişler pek çok farklı konfigürasyonda karşımıza çıkmaktadır. Bu dişlerde bazen bukkal bazen lingual bazen de aksiyal duvar yeterli kalınlıkta ağızda kalmış olabilir bu sebeple çalışmamızda dişlere standart tek bukkal duvar kalacak şekilde endokuron preparasyonu uygulandı. Dişlerin pulpa odası derinliği dişlerin anatomik yapısına göre farklılık göstermektedir. Fages ve Bennasar çalışmalarında endokuron restorasyonların pulpa odası derinliğinin en az 3 mm olması gerektiğini belirtmişlerdir (Fages ve Bennasar 2013). Bir başka çalışmada pulpa odası derinlikleri 2, 3 ve 4 mm olan endokuron restorasyonların kırılma dayanımları değerlendirilmiştir. En yüksek kırılma dayanımı gösteren gruplar, 2 ve 4 mm'lik pulpa odası derinliğine sahip olanlar iken, 3 mm'lik grup 2 mm'lik grupla benzerlik göstermiştir. Pulpa odası derinliği 3 ve 4 mm olan örneklerin neredeyse tamamı tamir edilemez diş kırığı tipi gösterirken, 2 mm pulpa odası derinliğine sahip grubun yarısı geri dönüşü olmayan kök kırıkları sergilemiştir. Çalışmanın sonucunda, tüm grupların yüksek sayıda tamir edilemez kırık oluşturduğu, ancak bu sonuçların klinik

olarak anlamlı olmayabileceği çünkü dişlerin kırılması için uygulanan kuvvetin normal çiğneme fonksiyonu kuvveti değerlerinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Hayes ve ark 2017). Bu bilgilere dayanarak, çalışmamızda endokuron restorasyonların pulpa odası derinliği standart 4 mm olacak şekilde hazırlandı. Endokuronların oklüzal kalınlığı 3-7 mm arasında değişmektedir. Endokuronların sahip olduğu bu kalınlığın geleneksel kronlara göre yaklaşık 2 kat fazla olduğu, bu durumun endokuronların kırılmaya karşı dirençlerinin daha yüksek olmasını sağladığı belirtilmiştir (Mörmann ve ark 1998). Yaptığımız çalışmada standart tek bukkal duvar bırakıldığı için oklüzal kesim 2 mm yapılarak bukkal duvar bırakıldı ve bukkal duvarın dışında kalan diğer duvarlardan pulpa odası derinliği 4 mm olacak şekilde, preparasyonları tamamlandı. Çalışmamızda, endokuron restorasyonları için kavite preparasyonu hazırlarken, literatürde geçen molar dişlere uygulanan preparasyon kuralları temel alınmıştır. Testi yapılacak numunelerin standardizasyonunu sağlamak amacı ile bütün kavite preparasyonları ve restorasyonlar tek bir klinisyen tarafından uygulanmıştır.

In vitro mikrosızıntı değerlendirme çalışmalarında önerilen kavite tipi; mine ve dentinin bulunduğu sınıf II kavitelerde yapılmasıdır. Çalışmalarda yaygın olarak diş dokusunun mine, dentin ve sementini içeren sınıf II kaviteler kullanılmaktadır (El-Mowafy ve ark 2007, Agrawal ve ark 2012, Basavanna ve ark 2012). Yaptığımız çalışmada, mikrosızıntı testinin yapılması için ayrılan örneklerle endokuron preparasyonu yapılmıştır ve dişlerin gingival sınırları mine-sement birleşim yerinin 1 mm üzerinde olacak şekilde sonlandırılmıştır.

Endokuronlar seçilen malzemeye bağlı olarak, seramik malzemelerdeki gibi diş yapısından daha sert veya dişe biyomekanik olarak kompozit rezin malzemelerdeki gibi benzer materyallerden yapılabilir. Buna bağlı olarak, kullanılan malzemenin türü endokuronların performansı üzerinde etkili olabilir (Ramírez-Sebastià ve ark 2014). Endokuron restorasyonlarının yapımında lityum disilikat dahil olmak üzere cam seramikler, hibrit nano seramikler, fiber-kompozitler, zirkonyum ile güçlendirilmiş lityum silikat cam-seramik gibi farklı bileşimlere ve dolayısı ile farklı fiziksel özelliklere sahip çeşitli malzemeler kullanılabilmektedir (Gresnigt ve ark 2016, Aktas ve ark 2018). Endokuron restorasyonların pulpa boşluğu kısmının marjinal ve internal uyumu üzerine etkisi değerlendirilmiştir, fakat endokuron restorasyonlar için hangi materyalin en iyisi olduğu ile ilgili henüz net

bir bilgi bulunmamaktadır (Gaintantzopoulou ve El-Damanhoury 2016, Shin ve ark 2017). Seramik restorasyonlar dayanıklılık, estetik ve biyouyumlulukları nedeniyle popülerdirler ancak dişlerde yıkıcı kırık oluşturma potansiyellerinin olması, karşıt dişlerde aşırı aşınmaya sebep olmaları, bu restorasyonların istenmeyen etkileridir (Zhi ve ark 2016). Mekanik özellikleri mükemmel olmasına rağmen cam seramikler, sağlam dişlerin biyomekanik özelliklerine ters düşen kırılğan nitelikte rijit malzemelerdir (Bajraktarova-Valjakova ve ark 2018). Rijit malzemeler köke ulaşan tamir edilemeyen kırıklar oluşturmaya daha yatkındır bu durum dişin sağ kalım süresini azaltır. Bu nedenle seramikler gibi üstün estetiğe sahip olan ve kırılğan olmayan; rezin kompozitler, rezin nano seramikler ve polimer infiltre seramikler gibi yeni CAD-CAM malzemeleri geliştirilmiştir (Belleflamme ve ark 2017, Tzimas ve ark 2018). Bu malzemeler restorasyonun boyutsal stabilitesini olumsuz yönde etkileyebilecek ek işlem gerektirmez ve kolayca işlenebilir (Porto ve ark 2019). Ayrıca bu malzemeler diş dokusuna benzer biyomimetik özellikler gösterirler, iyi stres dağıtma yeteneğine sahiptirler ve böylece gelen oklüzal kuvvetlere karşı daha yüksek dayanım gösterirler (Lawson ve ark 2016, Lise ve ark 2017). Bu bilgilere dayanarak çalışmamızda endokuron restorasyon yapımında kompozit kullandık çünkü kompozitler yukardaki bilgilere ilave olarak, her klinikte bulunan estetik, kolay ulaşılabilir ve ekonomik bir malzemedir.

Kompozit rezin restorasyonlar hem anterior hem de posterior kanal tedavili dişlerin direkt ve indirekt restorasyonu için sıklıkla kullanılır, ayrıca postlar için yapıştırma simanı olarak ve bir kor malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Kompozit rezinler hem dentinin korunmasını sağlar hem de kök dentinine adeziv bağlanmayı kolaylaştırır (Bhuva ve ark 2021). Kompozit rezin materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerinin daha iyi hale getirilmesi ve polimerizasyon büzülmesinin en aza indirilmesi için çeşitli uygulama yöntemlerini kapsayan çalışmalar sürdürülmektedir. Bu yöntemler; tabakalama tekniği, kompozit rezinin fiber veya seramik eklenmesi ile güçlendirilmesi, direkt veya indirekt kompozit inley uygulamalarıdır. Direkt kompozit restorasyonlarda kompozitin tabakalar halinde yerleştirilmesinin materyalin polimerizasyon büzülmesini azaltabileceği fakat tamamen ortadan kaldıramadığı bildirilmiştir. Direkt ya da indirekt inley tekniklerinin uygulanması tabakalı yerleştirme tekniğine göre daha az büzülme gösterse de hala istenilen sonuç sağlanamamıştır (Wassell ve ark 2000, Lee ve ark 2011, Zhang ve Matinlinna 2012,

Yildirim 2013, Mondelli ve ark 2019). Yaptığımız çalışmada endokuron restorasyonların direkt ve indirekt yöntemlerle restore edilmesinin, restorasyonların kırılma dayanımlarının ve mikrosızıntılarının üzerine etkisini araştırmak için restorasyonları direkt ve indirekt yöntemlerle uyguladık.

İdeal bir restoratif materyal, dişlerin çeşitli nedenlerle zayıflayan kırılma dayanıklılığını arttırmayı amaçlar. Geleneksel partikül dolduruculu kompozit malzemelerin kırılma tokluğu, dişin dentin dokusundan önemli ölçüde düşüktür (Manhart ve ark 2000). Ayrıca bu kompozitlerin mikro yapısı dentinden farklıdır. Geleneksel kompozitler bir rezin matriksine gömülü doldurucu partiküllerden oluşurken, dentin dokusu hidroksilapatit matrisine gömülü kollajen liflerinden meydana gelir. Bu açıdan dentin dokusu, doğal fiberle güçlendirilmiş kompozit gibi görülebilir (Vallittu 1998). Kompozit malzemeleri güçlendirme gerekliliği, giderek artan bir araştırma çabasına yol açmıştır. Bu amaçla, kompozit içerisine seramik partiküllerin rastgele oryantasyonu veya fiberlerin çeşitli oryantasyonları gibi yaklaşımlar olmuştur (Xu ve ark 2003, Zandinejad ve ark 2006, Garoushi ve ark 2018). Zaman içerisinde üreticiler, geleneksel partikül dolduruculu kompozitlerin mekanik zayıflığını bertaraf ettiğini iddia eden, kısa fiberle güçlendirilmiş kompozitleri geliştirmiştir. Bu ürün, dentin replasman materyali olarak biyomimetik amaçla yüzey tabakası altında veya post-kor materyal olarak kompozit restorasyonlarda, restorasyonları güçlendirmek amacı ile piyasaya sürülmüştür (Garoushi ve ark 2008, Vallittu ve Özcan 2017). Kısa fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin yapısı dentinin fibröz yapısını taklit etmektedir (van Dijken ve Sunnegårdh-Grönberg 2006, Garoushi ve ark 2013, Lassila ve ark 2018, Fráter ve ark 2020). Çalışmamızda, bir grup endokuron restorasyonunda pulpa odası boşluğunda everX posterior kullanıldı. EverX posterior içeriğinde kısa E-cam ve inorganik doldurucu partikül maddelerinden üretilmiş, kullanım kolaylığı olan fiberle güçlendirilmiş bir kompozittir.

Aşırı madde kaybı gösteren dişlerde siman ile bağlantı için yüzey alanı sınırlıdır bu yüzden adeziv simantasyon daha güvenli bulunur. Geleneksel simanlar, adeziv simanlar ile karşılaştırıldığında adeziv simanların daha iyi bağlandığı buna bağlı olarak mikrosızıntıyı azalttığı ve estetik beklentileri karşıladığı bildirilmiştir. Klinik kullanımda dual polimerize simanlar, sadece ışıkla sertleşen simanlarla karşılaştırıldığında daha fazla tercih edilmektedir çünkü ışıkla sertleşen simanlarda

polimerizasyon restorasyonun kalınlığına ve ışık geçirgenliğine bağılı olarak gerçekleşir (Lindberg ve ark 2005). Endokuron restorasyonlarda rezin simanların etkisinin incelendiğı bir çalışmada; 7,5 mm kalınlığında hazırlanan endokuron restorasyonlarda dual polimerize ve ışıkla polimerize rezin simanlar ile restorasyonların simantasyonu yapılmıştır her iki simanın yeterli tutuculuğı sağladığı bildirilmiştir (Gregor ve ark 2014). Bu bilgilere dayanarak çalışmamızda, endokuron restorasyonların simantasyonu gereken gruplarda dual cure rezin siman kullanıldı.

Dental restoratif materyaller zamanla ağız içerisinde çeşitli ısı ve ph değışiklikleri ile karşılaşır. Ağız ortamındaki oluşan ısı değışimleri restoratif materyalde büzölme ve genleşme oluşturarak, diş ve restoratif materyal arasında zarar verici streslere sebep olabilir (Daneshkazemi ve ark 2015, El Mourad 2018). İn vitro şartlarda ağız ortamını taklit eden çalışmalarda tolere edilebilen en düşük ve en yüksek sıcaklık değeri değışmekle birlikte, ortalama olarak 5°C ila 55°C'ler arasındaki 10.000 sıcaklık döngünün yaklaşık olarak 1 yıla karşılık geldiğı kabul görmüştür (Mandras ve ark 1991, Gale ve Darvell 1999). Sıcaklık döngü uygulamasında örneklere farklı sıcaklıklar uygulanarak restoratif materyalde termal stresler oluşturulur. Termal stresler matrikste mikro çatlaklara neden olur ve doldurucu-matriks ilişkisinin bozulmasına sebep olur. Ayrıca restorasyonların su maruziyeti, rezinin matriksinde veya restorasyonun dış duvarlarında hidrolitik bozulmaya neden olmaktadır. Kompozitlerin matriksleri TEGDMA gibi hidrofilik yapıları barındırdığından, hidrofilik yapıları barındırmayan materyallere kıyasla bozulmalara daha yatkın olmaktadır. Hidrofilik yapılar su emilimini kolaylaştırmaktadır (Örtengren ve ark 2001, McCabe ve Rusby 2004, Rinastiti ve ark 2011). Yapılan bir çok çalışmada, sıcaklık döngü işlemi, uygulanan adeziv türüne bağılı olarak diş yapılarına olan bağlanma direncini zayıflatığı yönünde görüş belirtmişlerdir (Daneshkazemi ve ark 2015, El Mourad 2018). Literatürde sıcaklık döngü sayıları farklı miktarlarda karşımıza çıkmakta ve 500 ila 10.000 arasında değıştiğı bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada 500 kez tekrarlanan sıcaklık döngü işleminin restoratif materyalin mikrosızıntısını belirlemede önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Wahab ve ark 2003). Çalışmamızda literatüre uygun olarak örnekler 5°C -55°C de 1000 kez sıcaklık döngü işlemine tabi tutulmuştur.

Literatürde endokuron restorasyonlarla ilgili çeşitli çalışmalar vardır. Yapılan bir klinik çalışmada molar dişlere uygulanan tam seramik endokuron

restorasyonlar 3 yıl kadar takip edilmiştir. Üç yılın sonunda endokuron restorasyonların uyumunun iyi olduğu, periodonsiyumun sağlıklı olduğu bildirilmiştir. Dişlerin distal yüzeyinde oluşan madde kaybının kanal morfolojisi ve periodontal problemlerden kaynaklandığını belirtmişlerdir (Biacchi ve ark 2013). Endokuron restorasyonların 10 yıl takipli incelendiği bir klinik çalışmada araştırmacılar, madde kaybı fazla olan dişlerde ve parafonksiyonel alışkanlıklara sahip hastalarda endokuron restorasyonların yüksek başarı oranı gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca endokuron restorasyonların, geleneksel fiber-post restorasyonlara alternatif bir restorasyon seçeneği olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir (Belleflamme ve ark 2017). Bir başka klinik çalışmada, süt dişlerine uygulanan pulpotomi tedavisini takiben uygulanan endokuron restorasyonların 9 ay kadar takibi yapılmıştır. Araştırmacılar 9 ay sonunda endokuron yapılan dişlerin radyografisini değerlendirdiklerinde pulpa veya periradiküler dokuların normal görüldüğünü ve restorasyonun marjinal adaptasyonunun çok iyi olduğunu belirtmişlerdir (Bilgin ve ark 2016). Endodokuronların stres dağılımlarının incelendiği bir çalışma sonucunda, endokuron restorasyonlarının geleneksel post-kron restorasyonlara göre daha az stres değerleri gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca, hem post-kron restorasyonlarında hem de endodokuron restorasyonlarında alümina gibi sert malzemelerin dişte oluşan stres miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, klinik açıdan daha avantajlı sonuçlar elde etmek adına sert malzemeler yerine kompozit materyali gibi daha esnek malzemeler tercih edilmesinin daha uygun olabileceği vurgulanmıştır.(Zarone ve ark 2006). Endokuron restorasyonların ve fiber post üzerine kron restorasyonların kırılma dayanımlarının incelendiği bir çalışmada; endokuron restorasyonlar 2,5 ve 5 mm derinliğinde ve fiber post 5 mm derinliğinde uygulanıp üzerine kor yapılmıştır, kron restorasyonları tam seramik ve kompozit ile restore edilmiştir. Bu çalışmada; tüm grup dişlerin, dişlere gelen çığneme kuvvetlerini karşılayacak kadar yeterli dayanıma sahip olduğu belirtilmiştir (Lise ve ark 2017). Hiçbir işlem görmemiş sağlam diş, endokuron ve post-kor üstü kron restorasyonlarının kırılma dayanımlarının incelendiği bir çalışmada; restorasyonlara kıyasla sağlam dişlerin kırılma dayanımlarının istatistiksel olarak daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Fiber post-kor üstü kron restorasyonlar ile endokuron restorasyonlar kırılma dayanımları yönünden birbirine yakın sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Guo ve ark 2016). Derinlikleri 5 ve 10 mm olan post-kor üzeri yapılan kron restorasyonlar ile endokuron restorasyonların karşılaştırıldığı bir başka

çalışmada, kompozit ve tam seramik materyaller değerlendirilmiştir. Çalışma sonucu ön keser dişlere uygulanan kısa post ve endokuron restorasyonlar klinikte uygulamak için yeterli dayanıklılığa sahip bulunmuş ve ayrıca oluşan kırıkların tamir edilebilir olduğunu bildirilmiştir (Ramírez-Sebastià ve ark 2014). Hibrit seramiklerden üretilmiş endokuronların, zirkonya endokuronların ve alümina endokuronların kırılma dayanımlarının incelendiği bir araştırmada, araştırmacılar kullanılan bu malzemelerin klinik kullanım için yeterli dayanıma sahip olduğunu bildirmişlerdir. Zirkonya ile üretilmiş endokuronlarda tamir edilemez kırıklar oluştuğunu belirtmişlerdir. Hibrit seramik ile yapılan endokuron restorasyonlardaki kırıklar daha tamir edilebilir kırıklar olduğu bildirilmiştir (Aktas ve ark 2018). Bizim çalışmamızda da kompozit rezin kullanarak direkt yöntemle, indirekt yöntemle ve pulpa odasına fiberle güçlendirilmiş kompozit yerleştirerek indirekt yöntemle hazırlanan endokuron restorasyonların kırılma dayanımları yönünden anlamlı fark bulunmamıştır.

Ağız içinde fizyolojik çiğneme hareketleri sırasında dişlere gelen kuvvetler 50-250 N, en kuvvetli ısırma hareketinde dişlere gelen kuvvetlerin ise 500-900 N olduğu bildirilmiştir (Kampe 1987, Kiliaridis ve ark 1993). Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerler maksimum çiğneme kuvvetlerinin çok üstünde olduğu için, her üç restorasyon yöntemi klinikte, endodontik tedavi görmüş aşırı madde kayıplı posterior dişlerde güvenle kullanılabilir diyebiliriz. Bizim çalışmamız, direkt ve indirekt kompozit restorasyonların kırılma dayanımlarını mukayese eden bazı çalışmaların sonuçları ile de uygunluk göstermektedir (Da Fonte Porto Carreiro ve ark 2004, Plotino ve ark 2008). Da Fonte Porto Carreiro ve ark (2004)'na göre, kompozit rezin materyalinin mekanik özellikleri, rezin içerikleri, polimerizasyon yöntemleri, doldurucu partiküllerin parçacık büyüklüğü ve miktarı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Çalışmamızda; tüm restorasyonlarda aynı kompozit materyalinin kullanılmış olması ve aynı endokuron preparasyonunun yapılmış olması, restorasyonların direkt, indirekt ve indirekt fiber ilave edilerek yapılmasına rağmen benzer sonuçlar alınmasına neden olmuş olabilir.

Kompozit rezinlerin polimerizasyonlarının en üst düzeye çıkarılarak mekanik ve fiziksel özelliklerini artırmak, biyouyumluluğunu sağlamak amacı ile ikincil polimerizasyon yapılmaktadır. Kompozitlerde matrikste polimerize olmayan monomerlerin varlığı materyalde birtakım sorunlara yol açar, renk değişikliğine ve

yüzey degradasyonuna neden olurlar. Kompozit materyaline uygulanan ilave polimerizasyon işlemi ile materyalin kırılma dayanımı, esneklik modülü ve sertliğinin arttığı bildirilmiştir (Freiberg ve Ferracane 1998). Bazı araştırmalarda, kompozitlerin polimerizasyon miktarı arttıkça mekanik özelliklerinin arttığını rapor etmişlerdir (Wendt 1987, Soares ve ark 2005). Bütün bu bilgilere rağmen indirekt kompozit restorasyonlar, direkt kompozit restorasyonlardan daha iyi klinik performansa sahip denilememiştir çünkü kompozit rezinlerin mekanik özelliklerinde, kullanılan rezinin içeriği de etkilidir (Wendt Jr ve Leinfelder 1990). Ayrıca kompozit rezinlerin doldurucularının tipi, parçacık boyutları ve dağılımları da mekanik özelliklerini etkiler (Da Fonte Porto Carreiro ve ark 2004). Bizim çalışmamızın sonucuna göre kompozit endokuron restorasyonların direkt ve indirekt yöntemle uygulanması kırılma dayanımı üzerine fark oluşturmamıştır.

Yapılan in vitro bir çalışmada; endodontik tedavi yapılan premolar dişlere akıcı kompozit, bulk-fill akıcı, fiber takviyeli kompozit ve geleneksel mikrohibrit kompozit ile restorasyonlar yapılarak kırılma dayanımlarına bakılmıştır ve restorasyonların kırılma dayanımları yönünden anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tekçe ve ark 2016). Fronza ve arkadaşları yapmış oldukları çalışma ile kısa fiberle güçlendirilmiş kompozit materyalinin mekanik performansının diğer kompozitlerden farklı olmadığını göstermişlerdir (Fronza ve ark 2017). Ayrıca başka bir çalışmada, retansiyon yuvalarının yokluğunda/varlığında nano-hibrit kompozit rezin, bulk-fill akışkan ve kısa fiberle güçlendirilmiş kompozit kullanılarak restore edilen endodontik tedavi görmüş dişlerin kırılma direnci değerlendirilmiştir. Araştırmacılar restoratif materyaller arasında fark olmadığını bildirmişlerdir (Yasa ve ark 2016). Bizim çalışmamızda da kısa fiberle güçlendirdiğimiz indirekt endokuronların kırılma dayanımları diğer gruplarla kıyaslandığında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Garlapati ve arkadaşları, endodontik tedavi yapılmış mandibular molar dişlere MOD kavite hazırlayıp restorasyonları hibrit kompozit, polietilen fiberle birlikte geleneksel kompozit ve everX posteriorla birlikte geleneksel kompozit ile restore etmiş ve restorasyonların kırılma dayanım değerlerini karşılaştırmışlardır. Fiberle güçlendirilmiş grupların tamamını sağlam diş grubunu temsil eden kontrol grubu değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır. Ayrıca en yüksek kırılma değerinin everX posterior kompozitin kullanıldığı grupta olduğunu belirtmişlerdir (Garlapati ve ark 2017). Özsevik ve arkadaşları everX posterior ile

güçlendirilmiş kompozit, kompozit rezin, polietilen fiberle güçlendirilmiş kompozitle restorasyonları yapılan kanal tedavili MOD kaviteye sahip molar dişlerin basınç kuvvetlerine dayanımlarını değerlendirmişlerdir. EverX posterior ile restore edilen grubunun sağlam diş grubuna yakın kırılma dayanımı değeri gösterdiğini belirtmişlerdir (Ozsevik ve ark 2016). Bu çalışmaların, bizim sonuçlarımız ile farklı çıkmasının nedeni karşılaştırmada kullanılan kontrol grubunun sağlam diş grubunu temsil etmesi, dişlere MOD kavite preparasyonu yapılması ve everX posterior fiberi direkt yöntemle uygulamış olmaları diyebiliriz.

İn vitro çalışmalarda, kemiğin stres dağılımı ve kırılma direnci üzerinde önemli bir etkisi olduğundan, restoratif materyallerin kırılma dayanımı açısından değerlendirebilmek için, çene kemiğinin ve periodontal ligamentin test modellerine dahil edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Soares ve ark 2007). Literatürdeki çalışmaların çoğuna uyumlu olarak (Ausiello ve ark 1997, Brunton ve ark 1999, Ozsevik ve ark 2016) bizim çalışmamızda da bu etki hariç tutulmuştur.

Kırılma dayanıklılığı testi uygulanan dişlerin kırılma tipi, sonuçların yorumlanması açısından önemlidir. Bu yüzden çalışmalarda kırılma testi uygulanan örneklerin kırılma tipi de değerlendirilir (Akman ve ark 2011). Bizim çalışmamızda, indirekt endokuron grubunun kırılma tipi skoru direkt endokuron grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Direkt endokuron ve indirekt fiberle güçlendirilmiş endokuron grupları arasında kırılma tipi yönünden anlamlı bir fark yoktur. İndirekt endokuron ile indirekt fiberle güçlendirilmiş endokuron grupları arasında da kırılma tipi yönünden anlamlı bir fark yoktur.

Literatürde, kırılma tipi açısından bizim çalışmamızla benzer sonuçlar veren çalışmalar vardır. Bir çalışmada lityum disilikat cam seramikleri, rezin nano-seramik materyali ve feldspatik seramikleri kırılma dayanımı yönünden karşılaştırmışlardır. İçlerinden rezin nanoseramik materyalin, diğerlerine kıyasla daha yüksek kırılma dayanımına sahip olduğu ve daha az tamir edilemez kırılma tipi sergilediği bildirilmiştir (El-Damanhoury ve ark 2015). Bir başka çalışmada, alümina endokron, zirkonya endokron ve hibrit seramiklerden yapılan endokuronların kırılma dirençleri incelenmiştir. Araştırma sonucu kırılma dayanımı açısından tüm malzemelerin klinikte kullanılabilmesi için yeterli dayanıma sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kırık tipleri yönünden zirkonya endokron restorasyonlarda oluşan kırıkların tamir

edilemez kırıklar olduğunu bildirmişlerdir. Hibrit seramik endokronlarda oluşan kırıkların daha tamir edilebilir kırıklar olduğunu açıklamışlardır (Aktas ve ark 2018). Bu çalışmaların bizim çalışmamıza benzer yönü; her 3 grupta da kullanılan kompozit materyali aynı olmasına ve aynı tip endokron kavite preparasyonu yapılmasına rağmen uygulanan indirekt teknikle kompozit materyalinin polimerizasyon miktarı artırılmış olabilir. Polimerizasyon miktarı artan kompozitin mekanik özellikleri de artmış olabileceğinden, restorasyonların tamir edilemez kırık oluşturma miktarını yükseltilmiş olabilir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak, literatürde bazı çalışmalarda kanal tedavi sonrası fiberle güçlendirilerek kompozitle restore edilen dişler ile kompozitle restore edilen dişler karşılaştırıldığında fiberli restorasyonların kırılma dayanımı, diğer kompozit restorasyonlardan daha yüksek olmasa da kırık tipi yönünden daha restore edilebilir bulunmuştur (Garoushi ve ark 2013). Çalışmamızda fiberli endokronların, indirekt yöntemle uygulanması ve sonrasında direkt endokron ve indirekt endokronlarla karşılaştırılmış olmasından dolayı kırık tipi yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış olabilir.

Yapılan restorasyonlarda kullanılan restoratif materyallerin değerlendirilmesi açısından mikrosızıntı önemli bir parametredir. Diş dokusu ve restoratif malzeme arasında oluşan mikrosızıntının önlenmesi, restorasyonun ve dişin sağ kalımı yönünden oldukça önemlidir (Bernardo ve ark 2007, Cramer ve ark 2011, Walter ve ark 2014). Restorasyonlarda kompozit materyal kullanıldığında, kompozit rezinin ısıl genleşme katsayısındaki farklılık, su emilimi kapasitesi ve polimerizasyon sırasında oluşan büzülme gerilimi gibi istenmeyen yönleri restorasyonlarda marjinal uyumun bozulmasına ve mikrosızıntıya sebep olmaktadır. Polimerizasyon sırasında oluşan büzülme gerilimi sonucu oluşan mikrobiyal sızıntı, dişlerde pulpa reaksiyonuna neden olan en büyük etken olarak bildirilmiştir (Braga ve ark 2005, García ve ark 2006, Al Sunbul ve ark 2016). Mikrosızıntının kompozit rezin restorasyonlarında önlenmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmektedir. Bu yöntemler arasında, kompozit materyalinin inorganik doldurucu partikül ölçüsünün artırılması, partiküllerin boyutunun veya şeklinin değiştirilmesi, kompozit rezinlerin tabakalar halinde yerleştirilerek C faktörün azaltılması, önceden polimerize edilmiş doldurucu partikül ilavesi, elastikiyet modülü daha düşük olan akıcı kompozit kullanımı ve kompozit rezinin fiber ile beraber kullanılması yer almaktadır. Bu yöntemler

mikrosızıntının önlenmesinde etkili olabilmektedir. (Aw ve Nicholls 2001, Altun 2005, Takahashi ve ark 2010).

Kompozit rezin materyallerin kullanımında kompozitlerin başarısını etkileyen ve en çok baş edilmeye çalışılan problem polimerizasyon büzülmesidir. Polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak marjinal sızıntı, marjinal renklenme ve sekonder çürük oluşumu görülmektedir. Yeni geliştirilen kompozitler ve teknik uygulamalarla bu sorun bertaraf edilmeye çalışılmaktadır (Uluakay ve ark 2011, Mathur ve ark 2016). Kompozit rezinlerin indirekt uygulanmasında polimerizasyon ısı, ışık veya basınç fırınlarında güçlendirilmesi gibi hassas uygulamalarla yapılabilmektedir böylece indirekt yöntemde polimerizasyon büzülmesi daha az görülmektedir (Azeem ve Sureshabu 2018). İndirekt yöntemle uygulanan restorasyonlarda marjinal uyumsuzluklara bağlı olarak yapıştırıcı simanın ağız ortam ile teması, zamanla simanın çözülmesine ve dolayısı ile sekonder çürüklerin artışına sebep olmaktadır (Abbate ve ark 1989, Boening ve ark 2000). Bir restorasyonun marjinal adaptasyonundan restorasyon materyali, preparasyon şekli, restorasyon yerleştirme kuvveti ve kullanılan siman tipi gibi faktörler sorumludur (Gavelis ve ark 1981, White ve ark 1995). Simanlar, indirekt restorasyonların zayıf halkası olarak sayılmaktadır. İndirekt restorasyonlarda mikrosızıntıyı azaltmak için kullanılan simanlar hem dişe hem de restorasyona iyi bağlanmalı, oral sıvılarda çözülmemeli, iyi mekanik özelliklere sahip olmalıdır (Diaz-Arnold ve ark 1999, Hill 2007). Günümüzde, adeziv diş hekimliği ve rezin siman teknolojilerindeki ilerlemeler sayesinde endokuron restorasyonların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu gelişmeler, klinisyenlere daha etkili ve uzun ömürlü tedavi seçenekleri sunmaktadır.

Çeşitli yöntemler kullanılarak mikrosızıntı değerlendirilebilir. Bunlar; bakteriyel ve endotoksinlerin geçirgenliği yöntemi, boya yöntemi, direnç yöntemi, radyoizotop analizi yöntemi, glukoz kantitatif analizi yöntemi gibi yöntemlerdir. Boya yöntemi en çok kullanılan yöntemdir. Basit olması ve dijital görüntüleme kullanarak kolayca gözlem yapılabilmesi bu yöntemin tercih sebebidir (Wang ve ark 2016). Bazik fuksin molekül kütlesi küçük olduğu için mikrosızıntının değerlendirilmesinde sık tercih edilen boyalardan biridir. Çalışmamızda mikrosızıntı testi yaptığımız örneklerde bazik fuksin boyası kullanıldı.

İndirekt kompozit restorasyonların uygulama nedenlerinin başında, direkt kompozitlerde görülen polimerizasyon büzülmesini azaltmaktır. İndirekt kompozitlerin sağladığı düşünülen bu klinik faydayı değerlendirmek için mikrosızıntı ve marjinal uyum ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bir çalışmada, direkt ve indirekt uygulanmış kompozit restorasyonları kenar uyumu yönünden 2 yıllık klinik değerlendirme ile takip etmişlerdir. Çalışma sonucunda, direkt restorasyonlarda %40 alfa skoru, indirekt restorasyonlarda %60 alfa skoru bulmuşlardır (Scheibenbogen-Fuchsbrunner ve ark 1999). Bu çalışmaya benzer olarak bir başka klinik çalışmada; direkt kompozit, indirekt onley ve inley restorasyonları 11 yıl takip etmişlerdir, kenar renklenmesi açısından direkt kompozit restorasyonlarda %64 oranında alfa skoru belirlenmişken, inley ve onley indirekt restorasyonlarda %93,2 oranında alfa skoru belirlenmiştir (Van Dijken 2000). Direkt ve indirekt kompozit restorasyonların klinik takibinin 1 yıl yapıldığı bir çalışmada, indirekt kompozit restorasyonlar ile direkt kompozit restorasyonlar karşılaştırmış ve dişte oluşan postoperatif hassasiyet, yumuşak doku sağlığı, yüzey pürüzlülüğü yönünden istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar alındığını bildirmişlerdir (Karaarslan 2008). İn vitro ortamda indirekt kompozit rezin inleylerin marjinal adaptasyonunun SEM görüntülerine göre değerlendirildiği bir çalışmada, marjinal adaptasyon yönünden anlamlı sonuç aldıklarını bildirmişlerdir (Llena Puy ve ark 1993). İndirekt kompozit restorasyonlar ve direkt kompozit restorasyonlar karşılaştırıldığında indirekt kompozitlerin marjinal uyumlarının daha iyi olduğunu ve daha az mikrosızıntı gösterdiğine dair benzer sonuçlar veren birçok çalışma mevcuttur (Robinson 1987, İlday ve Urvasioğlu 2009). Yaptığımız çalışmada da benzer şekilde; direkt yöntem ile yapılan endokuronların mikrosızıntı skoru indirekt yöntemle yapılan endokuronların mikrosızıntı skorlarına göre istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada indirekt inley restorasyonların direkt restorasyonlara nazaran daha az mikrosızıntı gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, minenin yetersiz olduğu durumlarda hala önemli ölçüde mikrosızıntı görülmektedir, bu nedenle sorun esas olarak dentine uygun bağlanmayı sağlamaktır. Yeni “üçüncü nesil” dentin bonding ajanları Sınıf V restorasyonun dişeti kenarına yakın bölgelerinde mikrosızıntıyı tamamen ortadan kaldırmadığından bu sorunun devam ettiği sonucuna ulaşılmıştır (Hasegawa ve ark 1989). Bizim çalışmamızda da direkt ve indirekt endokuron restorasyonlar arasında mikrosızıntı yönünden anlamlı bir fark çıkmasının sebebi; restorasyonların direkt ve indirekt

yöntemle hazırlanması ve direkt bonding ve adeziv simantasyon sistemleri arasındaki restorasyon ve diş arasındaki bağlanma farklılığından kaynaklanıyor olabilir. Literatürde fiberli kompozitlerle yapılan restorasyonların mikrosızıntılarını araştıran çalışmalar vardır. Bu çalışmalardan birinde anizotropik fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin polimerizasyon büzülmesi incelenmiştir. Çalışma sonucunda; polimerizasyon büzülmesinin fiberlerin restorasyonda bulunması ile önemli oranda kontrol edilebildiği, fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin polimerizasyonu esnasında kompozitin fiberlerin uzunluğunca büzülmediği böylece mikrosızıntı miktarının azalacağı belirtilmiştir (Garoushi ve ark 2013). Kısa cam fiberle güçlendirilmiş kompozit restorasyonlarla geleneksel kompozit restorasyonların karşılaştırıldığı bir çalışmada da kısa cam fiber kullanılan kompozit restorasyonların daha iyi marjinal bütünlük gösterdiklerini açıklamışlardır. Ayrıca fiberle güçlendirilmiş kompozitlerle restore edilen Sınıf II kavitelerde restorasyonun dişetine yakın kenarları, oklüzal kenarlardan daha fazla marjinal mikrosızıntı görüldüğünü bildirmişlerdir (Patnana ve ark 2017). Labaratuvar ortamında yapılan bir çalışmada kompozit içerisine ribbond fiberler ilave edilerek yapılan restorasyonlar ile kullanılmayan restorasyonlar karşılaştırılmıştır. Ribbond fiber kullanılan restorasyonların daha az mikrosızıntı gösterdikleri belirtilmiştir. Fiber kullanılan restorasyonlarda kullanılan kompozit reçine hacmi azaldığı için kompozitin polimerizasyon büzülmesinin de azalmış olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca fiber ilavesi ile kompozitlerin mekanik yükleme ve termal değişimler sırasında oluşan deformasyona ve boyutsal değişimlere karşı daha dayanıklı hale geldikleri dolayısı ile restorasyonun marjinal adaptasyonunun daha iyi olmasına sebep olabileceği bildirilmiştir (Agrawal ve Kapoor 2017). Yine benzer şekilde 12 aylık takipli bir klinik çalışmada, fiber kullanılarak yapılan kompozit restorasyonlarla, kullanılmayan kompozit restorasyon grubu karşılaştırılmış, restorasyonların marjinal renklemelerine ve yüzey pürüzlülüğüne bakılmıştır. Fiber kullanılan restorasyonlar klinik muayeneye göre başarılı bulunmuştur (Lukarcenin 2018). Bizim çalışmamızda da literatürdeki gibi direkt endokuronlar, indirekt fiberli endokuronlara göre mikrosızıntı skoru anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bir başka çalışmada, polietilen fiber kullanılan ve kullanılmayan kompozit restorasyonlardaki marjinal renklenme 12 ve 18 aylık klinik takiplerle kontrol edilmiştir. Polietilen fiber kullanılmayan kompozit restorasyonlarda zamanla marjinal renklenme görüldüğü ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı belirtilmiştir. Polietilen fiberin kompozit reçinenin polimerizasyon

büzölmesini azaltarak marjinal sızıntıyı azalttığı bu sebeple polietilen fiberlerin kompozit reçinelerin polimerizasyon büzölmesi konusunda olumlu etkisi olduğu ifade edilmiştir (Özüdoğru 2020). Bizim çalışmamızda da indirekt endokuronlar ile indirekt fiberle güçlendirilmiş endokuronlar arasında mikrosızıntı yönünden anlamlı bir fark bulunmamıştır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Aşırı madde kayıplı endodontik tedavi görmüş dişlerin restorasyonunda, kompozit endokuron restorasyonların direkt, indirekt ve kısa fiberle güçlendirilerek indirekt yöntemle yapılmasının kırılma dayanımı üzerine etkisi yoktur. Her üç restorasyon grubu aşırı madde kayıplı dişlerde yeterli kırılma dayanımına sahip bulunmuştur.

2. Direkt kompozit endokuronlar, indirekt kompozit endokuronlara göre daha tamir edilebilir kırık tipleri göstermişlerdir. Direkt kompozit endokuron ve indirekt fiberle güçlendirilmiş kompozit endokuron grupları arasında kırık tipi yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

3. İndirekt endokuron restorasyonlar ve indirekt fiberli endokuron restorasyonlar mikrosızıntı yönünden direkt endokuron restorasyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı bir oranda daha iyi olduğu görülmüştür.

4. Endokuron restorasyonların minimal invaziv tedavi prensipleri ile paralel çalışabilmesi ve uygulamasının kolay olması çocuk diş hekimliğinde kullanımını yaygınlaştırabilecektir. Bir restorasyonun klinik olarak başarılı olabilmesi için kırılma dayanımı, kırılma tipi ve de mikrosızıntı yönünden yeterli olması gerekmektedir. Çalışmamıza göre indirekt fiberli endokuron restorasyon, diğer restorasyon gruplarına göre bu kriterleri sağladığından, bu restorasyon seçeneğini klinik kullanım için önerebiliriz. Elde edilen verilerin farklı materyal ve restorasyon yöntemleri ile ve ileri klinik çalışmalarla desteklenmeye ihtiyacı vardır.

6. KAYNAKLAR

- Abbate MF, Tjan AH, Fox WM, 1989. Comparison of the marginal fit of various ceramic crown systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 61, 5, 527.
- Abo-Hamar SE, Hiller K-A, Jung H, Federlin M, Friedl K-H, Schmalz G, 2005. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clinical oral investigations*, 9, 3, 161.
- Abuaffan AH, Hayder S, Hussien AA, Ibrahim TA, 2018. Prevalence of dental caries of the first permanent molars among 6-14 years old Sudanese children. *Indian Journal of Dental Education*, 11, 1, 13.
- Agrawal V, Kapoor S, 2017. Effect of fiber reinforcement on microleakage of class II cavities restored with a novel G-aenial posterior composite, silorane composite, and nanohybrid composite: an in vitro comparative study. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 8, 2, e12205.
- Agrawal V, Parekh V, Shah N, 2012. Comparative evaluation of microleakage of silorane-based composite and nanohybrid composite with or without polyethylene fiber inserts in class II restorations: an in vitro study. *Operative dentistry*, 37, 5, E23.
- Ağaccioğlu M, Aytaç F, 2019. Kompozit rezinlerin polimerizasyon özellikleriyle ilgili analiz yöntemleri. *Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi*.
- Ahmetoğlu F, Şimşek N, Yıldırım G, Polat MT, 2014. Endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda post materyalleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 24, 1, 153.
- Akın E, 1999. Diş hekimliğinde porselen. *Ü. Dişhekimliği Fakültesi Yayın lan*, 43, 2.
- Akkayan B, 2004. An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 92, 2, 155.
- 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.
- Aktas G, Yerlikaya H, Akca K, 2018. Mechanical failure of endocrowns manufactured with different ceramic materials: an in vitro biomechanical study. *Journal of prosthodontics*, 27, 4, 340.
- Al-Dabbagh RA, 2021. Survival and success of endocrowns: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of prosthetic dentistry*, 125, 3, 415. e1.
- Al-Hazaimeh N, Gutteridge D, 2001. An in vitro study into the effect of the ferrule preparation on the fracture resistance of crowned teeth incorporating prefabricated post and composite core restorations. *International Endodontic Journal*, 34, 1, 40.
- Al Sunbul H, Silikas N, Watts DC, 2016. Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites. *Dental materials*, 32, 8, 998.
- Alaçam T, Nalbant L, Alaçam A, 1998. Alaçam, T., Nalbant, L., Alaçam, A., İleri Restorasyon Teknikleri, Polat Yayınları, Ankara, 1998.
- Alaçam T, Uzel İ, Alaçam A, Aydın M, Tınaz C, Ömürlü H, 2000. Endodonti, II. Baskı, Barış Yayınları, Ankara, 451.
- Altun C, 2005. Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. *Gülhane tıp dergisi*, 47, 1, 77.

- Alzraikat H, Burrow M, Maghaireh G, Taha N, 2018. Nanofilled resin composite properties and clinical performance: a review. *Operative dentistry*, 43, 4, E173.
- Ambica K, Mahendran K, Talwar S, Verma M, Padmini G, Periasamy R, 2013. Comparative evaluation of fracture resistance under static and fatigue loading of endodontically treated teeth restored with carbon fiber posts, glass fiber posts, and an experimental dentin post system: an in vitro study. *Journal of endodontics*, 39, 1, 96.
- Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T, 1999. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *Journal of dentistry*, 27, 4, 275.
- Assif D, Gorfil C, 1994. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*, 71, 6, 565.
- Ausiello P, De Gee A, Rengo S, Davidson C, 1997. Fracture resistance of endodontically-treated premolars adhesively restored. *American Journal of Dentistry*, 10, 5, 237.
- Aw T, Nicholls J, 2001. Polymerization shrinkage of densely-filled resin composites. *Operative dentistry*, 26, 5, 498.
- Azeem RA, Sureshababu NM, 2018. Clinical performance of direct versus indirect composite restorations in posterior teeth: A systematic review. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 21, 1, 2.
- Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Bajraktarova-Misevska C, Grozdanov A, 2018. Contemporary dental ceramic materials, a review: chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. *Open access Macedonian journal of medical sciences*, 6, 9, 1742.
- Balbinot EdCA, Pereira MFCC, Skupien JA, Balbinot CEA, da Rocha G, Vieira S, 2019. Analysis of transmittance and degree of conversion of composite resins. *Microscopy research and technique*, 82, 11, 1953.
- Baraban D, 1967. The restoration of pulpless teeth. *Dental Clinics of North America*, 633.
- Barnes D, Blank L, Thompson V, Holston A, Gingell J, 1991. A 5-and 8-year clinical evaluation of a posterior composite resin. *Quintessence International*, 22, 2.
- Basavanna R, Garg A, Kapur R, 2012. Evaluation of gingival microleakage of class II resin composite restorations with fiber inserts: An: in vitro: study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 15, 2, 166.
- Bashetty K, Joshi S, 2010. The effect of one-step and multi-step polishing systems on surface texture of two different resin composites. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 13, 1, 34.
- Baysal N, Ayyıldız S, 2014. Sabit Bölümlü Protezlerde Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezin Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 24, 2, 315.
- Belleflamme MM, Geerts SO, Louwette MM, Grenade CF, Vanheusden AJ, Mainjot AK, 2017. No post-no core approach to restore severely damaged posterior teeth: An up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases. *Journal of Dentistry*, 63, 1.
- Belli S, Cobankara FK, 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: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 79, 1, 35.

- Belli S, Çelik K, Akbulut MB, Güneşer MB, Eraslan O, Eskitaçcioğlu G, 2014. Are dentin posts biomechanically intensive?: a laboratory and FEA study. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 28, 24, 2365.
- 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.
- 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.
- Bernardo M, Luis H, Martin MD, Leroux BG, Rue T, Leitão J, DeRouen TA, 2007. Survival and reasons for failure of amalgam versus composite posterior restorations placed in a randomized clinical trial. *The Journal of the American Dental Association*, 138, 6, 775.
- 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.
- Biacchi G, Basting R, 2012. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. *Operative dentistry*, 37, 2, 130.
- Biacchi GR, Mello B, Basting RT, 2013. The endocrown: an alternative approach for restoring extensively damaged molars. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 25, 6, 383.
- Bilgin MS, Erdem A, Tanrıver M, 2016. CAD/CAM endocrown fabrication from a polymer-infiltrated ceramic network block for primary molar: a case report. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 40, 4, 264.
- Bindl A, Mörmann WH, 1999. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years-preliminary results. *Journal of Adhesive Dentistry*, 1, 255.
- Bindl A, Mörmann WH, 1999. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years-preliminary results. *Journal of Adhesive Dentistry*, 1, 3.
- Bindl A, Richter B, Mörmann WH, 2005. Survival of ceramic computer-aided design/manufacturing crowns bonded to preparations with reduced macroretention geometry. *International Journal of Prosthodontics*, 18, 3.
- Bitter K, Meyer-Lueckel H, Fotiadis N, Blunck U, Neumann K, Kielbassa A, Paris S, 2010. Influence of endodontic treatment, post insertion, and ceramic restoration on the fracture resistance of maxillary premolars. *International endodontic journal*, 43, 6, 469.
- Bitter K, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM, 2006. In vitro evaluation of push-out bond strengths of various luting agents to tooth-colored posts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 95, 4, 302.
- Blankenau R, Kelsey 3rd W, Cavel W, 1984. A direct posterior restorative resin inlay technique. *Quintessence international, dental digest*, 15, 5, 515.
- Boening KW, Wolf BH, Schmidt AE, Kästner K, Walter MH, 2000. Clinical fit of Procera AllCeram crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*, 84, 4, 419.
- Braden M, Davy K, Parker S, Ladizesky N, Ward I, 1988. Denture base poly (methyl methacrylate) reinforced with ultra-thin modulus polyethylene fibers. *British dental journal*, 164, 4, 109.

- Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL, 2005. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dental materials*, 21, 10, 962.
- Braga RR, Boaro LC, Kuroe T, Azevedo CL, Singer JM, 2006. Influence of cavity dimensions and their derivatives (volume and 'C'factor) on shrinkage stress development and microleakage of composite restorations. *Dental materials*, 22, 9, 818.
- Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, Dorigo EDS, 2008. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dental materials*, 24, 1, 90.
- Brunton PA, Cattell P, Burke FT, Wilson NH, 1999. Fracture resistance of teeth restored with onlays of three contemporary tooth-colored resin-bonded restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 82, 2, 167.
- Burgess J, Haveman C, Butzin C, 1992. Evaluation of resins for provisional restorations. *American journal of dentistry*, 5, 3, 137.
- Burke F, Fleming G, Abbas G, Richter B, 2006. Effectiveness of a self-adhesive resin luting system on fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*, 14, 4, 185.
- Burke F, Shaglouf A, Combe E, Wilson N, 2000. Fracture resistance of five pin-retained core build-up materials on teeth with and without extracoronary preparation. *Operative dentistry*, 25, 5, 388.
- Capar ID, Altunsoy M, Arslan H, Ertas H, Aydinbelge HA, 2014. Fracture strength of roots instrumented with self-adjusting file and the ProTaper rotary systems. *Journal of endodontics*, 40, 4, 551.
- Chabouis HF, Faugeron VS, Attal J-P, 2013. Clinical efficacy of composite versus ceramic inlays and onlays: a systematic review. *Dental materials*, 29, 12, 1209.
- Chang C-Y, Kuo J-S, Lin Y-S, Chang Y-H, 2009. Fracture resistance and failure modes of CEREC endo-crowns and conventional post and core-supported CEREC crowns. *Journal of Dental Sciences*, 4, 3, 110.
- Chauhan R, 2015. Good short-term survival rates for posterior resin composite restorations. *Evidence-based dentistry*, 16, 4, 114.
- Chen M-H, 2010. Update on dental nanocomposites. *Journal of dental research*, 89, 6, 549.
- Ciucchi B, Bouillaguet S, Delaloye M, Holz J, 1997. Volume of the internal gap formed under composite restorations in vitro. *Journal of Dentistry*, 25, 3-4, 305.
- Civelek A, Ersoy M, L Hotelier E, Soyman M, Say EC, 2003. Polymerization shrinkage and microleakage in Class II cavities of various resin composites. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON*-, 28, 5, 635.
- Cobankara FK, Unlu N, Cetin AR, Ozkan HB, 2008. The effect of different restoration techniques on the fracture resistance of endodontically-treated molars. *Operative dentistry*, 33, 5, 526.
- Cohen S, Burns RC, Walton R, Torabienijad M, 1998. *Pathways of the Pulp* (1). Learning, 30, 10.
- Cramer N, Stansbury J, Bowman C, 2011. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *Journal of dental research*, 90, 4, 402.
- Crispin BJ, 2002. Indirect composite restorations: alternative or replacement for ceramic? *Compendium of continuing education in dentistry* (Jamesburg, NJ: 1995), 23, 7, 611.

- Cura C, Saraçoğlu A, Çötert HS, Effect of different bonding agents on shear bond strengths of composit.
- Çelik Ç, 2017. Güncel Kompozit Rezin Sistemler. Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics, 3, 3, 128.
- D'Arcangelo C, Vanini L, Casinelli M, Frascaria M, De Angelis F, Vadini M, D'Amario M, 2015. Adhesive cementation of indirect composite inlays and onlays: A literature review. *Compend Contin Educ Dent*, 36, 8, 570.
- Da Fonte Porto Carreiro A, Dos Santos Cruz C, Vergani CE, 2004. Hardness and compressive strength of indirect composite resins: effects of immersion in distilled water. *Journal of oral rehabilitation*, 31, 11, 1085.
- Daneshkazemi A, Davari A, Akbari MJ, Davoudi A, Badrian H, 2015. Effects of thermal and mechanical load cycling on the dentin microtensile bond strength of Single Bond-2. *Journal of international oral health: JIOH*, 7, 8, 9.
- Davidson C, Feilzer A, 1997. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *Journal of dentistry*, 25, 6, 435.
- Dayangaç B, 2000. Kompozit rezin restorasyonlar, Güneş Kitabevi, p.
- de Kuijper MC, Cune MS, Tromp Y, Gresnigt MM, 2020. Cyclic loading and load to failure of lithium disilicate endocrowns: Influence of the restoration extension in the pulp chamber and the enamel outline. *journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 105, 103670.
- De Munck Jd, 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.
- Dejak B, Młotkowski A, 2013. 3D-Finite element analysis of molars restored with endocrowns and posts during masticatory simulation. *Dental Materials*, 29, 12, e309.
- DeLong R, Douglas W, 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.
- Demarco F, Ramos O, Mota C, Formolo E, Justino L, 2001. Influence of different restorative techniques on microleakage in class II cavities with gingival wall in cementum. *Operative dentistry*, 26, 3, 253.
- Demarco FF, Corrêa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ, 2012. Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials. *Dental materials*, 28, 1, 87.
- Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR, 1999. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *The Journal of prosthetic dentistry*, 81, 2, 135.
- Dietschi D, Bindi G, Krejci I, Davidson C, 2002. Marginal and internal adaptation of stratified compomer-composite Class II restorations. *Operative dentistry*, 27, 5, 500.
- Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A, 2007. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature-Part 1. Composition and micro-and macrostructure alterations. *Quintessence international*, 38, 9, 733.
- 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*, 39, 2.
- Dixon DL, Breeding LC, 1992. The transverse strengths of three denture base resins reinforced with polyethylene fibers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 67, 3, 417.

- Donly K, Wild T, Bowen R, Jensen M, 1989. An in vitro investigation of the effects of glass inserts on the effective composite resin polymerization shrinkage. *Journal of dental research*, 68, 8, 1234.
- Dry C, 1996. Procedures developed for self-repair of polymer matrix composite materials. *Composite structures*, 35, 3, 263.
- Duman S, Duruk G, 2018. 6-12 Yaş Grubu Çocuklarda Daimi Birinci Büyük Azı Dişlerin Önemi Ve Değerlendirilmesi–Derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 28, 4, 610.
- Eapen AM, Amirtharaj LV, Sanjeev K, Mahalaxmi S, 2017. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with 2 different fiber-reinforced composite and 2 conventional composite resin core buildup materials: an in vitro study. *Journal of endodontics*, 43, 9, 1499.
- El-Damanhoury HM, Haj-Ali RN, Platt JA, 2015. Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks. *Operative dentistry*, 40, 2, 201.
- El-Mowafy O, El-Badrawy W, Eltanty A, Abbasi K, Habib N, 2007. Gingival microleakage of Class II resin composite restorations with fiber inserts. *Operative dentistry*, 32, 3, 298.
- El Mourad AM, 2018. Assessment of bonding effectiveness of adhesive materials to tooth structure using bond strength test methods: a review of literature. *The open dentistry journal*, 12, 664.
- ElAyouti A, Serry M, 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.
- Ellakwa AE, Shortall AC, Marquis PM, 2002. Influence of fiber type and wetting agent on the flexural properties of an indirect fiber reinforced composite. *The Journal of prosthetic dentistry*, 88, 5, 485.
- Ergücüa Z, Türkün LS, 2007. Clinical performance of novel resin composites in posterior teeth: 18-month results. *Journal of adhesive dentistry*, 9, 2.
- Ericson D, 2007. The concept of minimally invasive dentistry. *Dental update*, 34, 1, 9.
- Erman G, 2001. Fiber ile desteklenmiş kompozit rezin postcore restorasyonların, diagonal kuvvetler karşısındaki dayanıklılığının in-vitro incelenmesi. *Hacettepe Ü Diş Hek Fak Doktora Tezi*.
- Eskitaşcıoğlu G, Belli S, Kalkan M, 2002. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *Journal of Endodontics*, 28, 9, 629.
- Fages M, Bennasar B, 2013. The endocrown: a different type of all-ceramic reconstruction for molars. *J Can Dent Assoc*, 79, d140.
- Faria-e-Silva A, Boaro L, Braga R, Piva E, Arias V, Martins L, 2011. Effect of immediate or delayed light activation on curing kinetics and shrinkage stress of dual-cure resin cements. *Operative dentistry*, 36, 2, 196.
- Fazeli A, Fazeli A, 2005. First-molar caries in primary school children of a northern city of Iran. *Pakistan Oral & Dent*, 25, 1, 93.
- Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson C, 1987. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *Journal of dental research*, 66, 11, 1636.
- Fennis WM, Tezvergil A, Kuijs RH, Lassila LV, Kreulen CM, Creugers NH, Vallittu PK, 2005. In vitro fracture resistance of fiber reinforced cusp-replacing composite restorations. *Dental Materials*, 21, 6, 565.

- Ferracane JL, 2011. Resin composite—state of the art. *Dental materials*, 27, 1, 29.
- Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN, 2000. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*, 13, Spec No, 9B.
- Forberger N, Göhring TN, 2008. Influence of the type of post and core on in vitro marginal continuity, fracture resistance, and fracture mode of lithia disilicate-based all-ceramic crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*, 100, 4, 264.
- Fráter M, Lassila L, Braunitzer G, Vallittu PK, Garoushi S, 2020. Fracture resistance and marginal gap formation of post-core restorations: influence of different fiber-reinforced composites. *Clinical Oral Investigations*, 24, 265.
- Freedman GA, (2012). *Contemporary esthetic dentistry*/[edited by] George Freedman, St. Louis, Mo.: Elsevier/Mosby.
- Freiberg RS, Ferracane JL, 1998. Evaluation of cure, properties and wear resistance of Artglass dental composite. *American journal of dentistry*, 11, 5, 214.
- Freilich MA, Karmaker AC, Burstone CJ, Goldberg AJ, 1998. Development and clinical applications of a light-polymerized fiber-reinforced composite. *The Journal of prosthetic dentistry*, 80, 3, 311.
- Fronza B, Ayres A, Pacheco R, Rueggeberg F, Dias CTdS, Giannini M, 2017. Characterization of inorganic filler content, mechanical properties, and light transmission of bulk-fill resin composites. *Operative dentistry*, 42, 4, 445.
- Fu J, Liu W, Hao Z, Wu X, Yin J, Panjiyar A, Liu X, Shen J, Wang H, 2014. Characterization of a low shrinkage dental composite containing bismethylene spiroorthocarbonate expanding monomer. *International journal of molecular sciences*, 15, 2, 2400.
- Gaintantzopoulou M, El-Damanhoury H, 2016. Effect of preparation depth on the marginal and internal adaptation of computer-aided design/computer-assisted manufacture endocrowns. *Operative dentistry*, 41, 6, 607.
- Gale M, Darvell B, 1999. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of dentistry*, 27, 2, 89.
- Ganesh M, Tandon S, 2006. Versatility of ribbond in contemporary dental practice. *Trends Biomater Artif Organs*, 20, 1, 53.
- Garber DA, Goldstein RE, 1994. *Porcelain & composite inlays & onlays: esthetic posterior restorations*. (No Title).
- García AH, Lozano MAM, Vila JC, Escribano AB, Galve PF, 2006. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11, 2, E215.
- Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva G, 2014. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Operative dentistry*, 39, 4, 441.
- Garlapati TG, 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.
- Garoushi S, Gargoum A, Vallittu PK, Lassila L, 2018. Short fiber-reinforced composite restorations: a review of the current literature. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 9, 3, e12330.
- Garoushi S, Säilynoja E, Vallittu PK, Lassila L, 2013. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dental Materials*, 29, 8, 835.

- Garoushi S, Vallittu P, 2006. Fiber-reinforced composites in fixed partial dentures. *Libyan Journal of Medicine*, 1, 1, 73.
- Garoushi SK, Hatem M, Lassila LV, Vallittu PK, 2015. The effect of short fiber composite base on microleakage and load-bearing capacity of posterior restorations. *Acta biomaterialia odontologica Scandinavica*, 1, 1, 6.
- Garoushi SK, Lassila L, Tezvergil A, Vallittu PK, 2006. Fiber-reinforced composite substructure: load-bearing capacity of an onlay restoration and flexural properties of the material. *J Contemp Dent Pract*, 7, 4, 1.
- Garoushi SK, Vallittu PK, Lassila L, 2008. Short glass fiber-reinforced composite with a semi-interpenetrating polymer network matrix for temporary crowns and bridges. *J Contemp Dent Pract*, 9, 1, 14.
- Gavelis J, Morency J, Riley E, Sozio R, 1981. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 45, 2, 138.
- Gemalmaz D, 2002. Use of heat-pressed, leucite-reinforced ceramic on anterior and posterior onlays: A clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry*, 87, 2, 133.
- Ghajghouj O, Taşar-Faruk S, 2019. Evaluation of fracture resistance and microleakage of endocrowns with different intracoronal depths and restorative materials luted with various resin cements. *Materials*, 12, 16, 2528.
- Ghoul WE, Özcan M, Tribst JPM, Salameh Z, 2020. Fracture resistance, failure mode and stress concentration in a modified endocrown design. *Biomaterial investigations in dentistry*, 7, 1, 110.
- Goldberg A, Burstone C, 1992. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dental materials*, 8, 3, 197.
- Goldberg AJ, Freilich MA, 1999. An innovative pre-impregnated glass fiber for reinforcing composites. *Dental Clinics of North America*, 43, 1, 127.
- Goldstein RE, 2014. *Esthetics in dentistry*, PMPH-USA, p.
- Gökçe K, 2005. Kompozit restorasyonlarda son gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2005, 3, 52.
- Gregor L, Bouillaguet S, Onisor I, Ardu S, Krejci I, Rocca GT, 2014. Microhardness of light-and dual-polymerizable luting resins polymerized through 7.5-mm-thick endocrowns. *The Journal of prosthetic dentistry*, 112, 4, 942.
- Gresnigt MM, Kalk W, Ozcan M, 2013. Randomized clinical trial of indirect resin composite and ceramic veneers: up to 3-year follow-up. *J Adhes Dent*, 15, 2, 181.
- Gresnigt MM, Özcan M, van den Houten ML, Schipper L, Cune MS, 2016. Fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithium disilicate and multiphase resin composite endocrowns under axial and lateral forces. *Dental materials*, 32, 5, 607.
- Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K, 2001. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *International endodontic journal*, 34, 2, 113.
- Guo J, Wang Z, Li X, Sun C, Gao E, Li H, 2016. A comparison of the fracture resistances of endodontically treated mandibular premolars restored with endocrowns and glass fiber post-core retained conventional crowns. *The journal of advanced prosthodontics*, 8, 6, 489.
- Guo J, Wang Z, Li X, Sun C, Gao E, Li H, 2016. A comparison of the fracture resistances of endodontically treated mandibular premolars restored with endocrowns and glass

- fiber post-core retained conventional crowns. The journal of advanced prosthodontics, 8, 6, 489.
- Gutmann JL, 1992. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. The Journal of prosthetic dentistry, 67, 4, 458.
- Guzy GE, Nicholls JJ, 1979. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. The Journal of prosthetic dentistry, 42, 1, 39.
- Güngörmüş M, Güngörmüş Z, Tozoğlu S, Yavuz M, 2001. Çekilen dişlerdeki mevcut patolojik durumların istatistiksel olarak değerlendirilmesi. Türkiye Klinik Derg, 3, 86.
- Gürel MA, Kivanç BH, Ekici A, Alaçam T, 2016. Evaluation of crown discoloration induced by endodontic sealers and colour change ratio determination after bleaching. Australian Endodontic Journal, 42, 3, 119.
- Gwinnett A, Kanca, 1992. Micromorphological relationship between resin and dentin in vivo and in vitro. American Journal of Dentistry, 5, 1, 19.
- Haddad MF, Rocha EP, Assunção WG, 2011. Cementation of prosthetic restorations: from conventional cementation to dental bonding concept. Journal of Craniofacial Surgery, 22, 3, 952.
- Hammad M, Qualtrough A, Silikas N, 2007. Effect of new obturating materials on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. Journal of Endodontics, 33, 6, 732.
- Hasegawa E, Boyer D, Chan D, 1989. Microleakage of indirect composite inlays. Dental Materials, 5, 6, 388.
- Hayes A, Duvall N, Wajdowicz M, Roberts H, 2017. Effect of endocrown pulp chamber extension depth on molar fracture resistance. Operative dentistry, 42, 3, 327.
- Hill EE, 2007. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. Dental Clinics of North America, 51, 3, 643.
- Huang Q, Garoushi S, Lin Z, He J, Qin W, Liu F, Vallittu PK, Lassila LVJ, 2017. Properties of discontinuous S2-glass fiber-particulate-reinforced resin composites with two different fiber length distributions. Journal of prosthodontic research, 61, 4, 471.
- Huang T-JG, Schilder H, Nathanson D, 1992. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. Journal of endodontics, 18, 5, 209.
- Huyang G, Debertin AE, Sun J, 2016. Design and development of self-healing dental composites. Materials & design, 94, 295.
- Ichikawa Y, Akagawa Y, Nikai H, Tsuru H, 1992. Tissue compatibility and stability of a new zirconia ceramic in vivo. The Journal of prosthetic dentistry, 68, 2, 322.
- İlday AGDNÖ, Urvasızoğlu AGDN, 2009. İndirekt Kompozit İnley Restorasyonlar İle Direkt Kompozit Restorasyonların Mikrosızıntı Yönünden Karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2009, 2, 76.
- Isidor F, Brøndum K, Ravnholt G, 1999. The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. International Journal of Prosthodontics, 12, 1.
- Isidor F, Ödman P, Brøndum K, 1996. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. International Journal of Prosthodontics, 9, 2.
- Jagger D, Harrison A, Jandt K, 1999. The reinforcement of dentures. Journal of oral rehabilitation, 26, 3, 185.

- Jiang W, Bo H, Yongchun G, LongXing N, 2010. Stress distribution in molars restored with inlays or onlays with or without endodontic treatment: a three-dimensional finite element analysis. *The Journal of prosthetic dentistry*, 103, 1, 6.
- Jotkowitz A, Samet N, 2010. Rethinking ferrule—a new approach to an old dilemma. *British dental journal*, 209, 1, 25.
- Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M, 2012. Ferrule effect: a literature review. *Journal of endodontics*, 38, 1, 11.
- Kaizer O, Bonfante G, Pereira Filho L, Cardinal L, Reis K, 2008. Utilization of biological posts to reconstruct weakened roots. *Rev Gaucha Odontol*, 56, 1, 7.
- Kampe T, 1987. Function and dysfunction of the masticatory system in individuals with intact and restored dentitions. A clinical, psychological and physiological study. *Swedish Dental journal. Supplement*, 42, 1.
- Karaarslan EŞ, 2008. Arka grup dişlerde yapılan direkt ve indirekt kompozit dolguların bir yıllık klinik takibi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Kathuria A, Kavitha M, Khetarpal S, 2011. Ex vivo fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors restored with fiber-reinforced composite posts and experimental dentin posts. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 14, 4, 401.
- Keçeci M, 2021. İnley Tutuculu Monolitik Zirkonya Sabit Dental Protezlerde Farklı Tasarımların Kırılma Dayanımına Etkisi, Necmettin Erbakan University (Turkey).
- Keshvad A, Hooshmand T, Asefzadeh F, Khalilinejad F, Alihemmati M, Van Noort R, 2011. Marginal gap, internal fit, and fracture load of leucite-reinforced ceramic inlays fabricated by Cerec inLab and hot-pressed techniques. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, 20, 7, 535.
- Kidd E, 2005. Principles of operative dentistry. *British Dental Journal*, 199, 6, 397.
- Kidd E, Beighton D, 1996. Prediction of secondary caries around tooth-colored restorations: a clinical and microbiological study. *Journal of dental research*, 75, 12, 1942.
- Kiliaridis S, Kjellberg H, Wenneberg B, Engström C, 1993. The relationship between maximal bite force, bite force endurance, and facial morphology during growth: A cross-sectional study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 51, 5, 323.
- King NM, Shaw L, Murray JJ, 1980. Caries susceptibility of permanent first and second molars in children aged 5–15 years. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 8, 3, 151.
- Koutayas SO, Kern M, 1999. All-ceramic posts and cores: the state of the art. *Quintessence international*, 30, 6.
- Krämer N, Lohbauer U, Frankenberger R, 2000. Adhesive luting of indirect restorations. *American Journal of Dentistry*, 13, Spec No, 60D.
- Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G, 1999. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dental materials*, 15, 2, 128.
- Lander E, Dietschi D, 2008. Endocrowns: a clinical report. *Quintessence international*, 39, 2.
- Lassila L, Keulemans F, Säilynoja E, Vallittu PK, Garoushi S, 2018. Mechanical properties and fracture behavior of flowable fiber reinforced composite restorations. *Dental Materials*, 34, 4, 598.

- Lassila L, Nohrström T, Vallittu P, 2002. The influence of short-term water storage on the flexural properties of unidirectional glass fiber-reinforced composites. *Biomaterials*, 23, 10, 2221.
- Lassila LV, Tezvergil A, Lahdenperä M, Alander P, Shinya A, Shinya A, Vallittu PK, 2005. Evaluation of some properties of two fiber-reinforced composite materials. *Acta Odontologica Scandinavica*, 63, 4, 196.
- Lastumäki T, Kallio T, Vallittu P, 2002. The bond strength of light-curing composite resin to finally polymerized and aged glass fiber-reinforced composite substrate. *Biomaterials*, 23, 23, 4533.
- Lawson NC, Bansal R, Burgess JO, 2016. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dental materials*, 32, 11, e275.
- Lee Y-K, Yu B, Lim H-N, Lim JI, 2011. Difference in the color stability of direct and indirect resin composites. *Journal of Applied Oral Science*, 19, 154.
- Leinfelder K, Radz G, Nash R, 1998. A report on a new condensable composite resin. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 19, 3, 230.
- Lindberg A, Peutzfeldt A, van Dijken JW, 2005. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. *Clinical oral investigations*, 9, 71.
- Lise DP, Van Ende A, De Munck J, Suzuki TYU, Vieira LCC, Van Meerbeek B, 2017. Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials. *Journal of dentistry*, 59, 54.
- Liu P-R, 2005. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compendium*, 26, 7, 507.
- Llena Puy MC, Navarro LF, Llacer V, Ferrandez A, 1993. Composite resin inlays: a study of marginal adaptation. *Quintessence International*, 24, 6.
- Love RM, Purton DC, 1996. The Effect of Serrations on Carbon Fibre Posts-Retention Within the Root Canal, Core Retention, and Post Rigidity. *International Journal of Prosthodontics*, 9, 5.
- Lukarcanin J, 2018. Endodontik tedavi yapılmış posterior dişlerin farklı restorasyon yöntemleriyle tedavileri. Ege üniversitesi sağlık bilimleri enstitüsü, Doktora tezi.
- Maas MS, Alania Y, Natale LC, Rodrigues MC, Watts DC, Braga RR, 2017. Trends in restorative composites research: what is in the future? *Brazilian oral research*, 31.
- Maden EA, Altun C, 2012. Use of polyethylene fiber (Ribbond) in pediatric dentistry. *Arch Clin Exp Surg*, 1, 2, 110.
- Malavasi CV, Macedo EM, Rego G, Schneider L, Cavalcante L, 2015. Surface Texture and Optical Properties of Self-Adhering Composite Materials after Toothbrush Abrasion. *The journal of contemporary dental practice*, 16, 10, 775.
- Malmstrom H, Schlueter M, Roach T, Moss ME, 2002. Effect of thickness of flowable resins on marginal leakage in class II composite restorations. *Operative Dentistry*, 27, 4, 373.
- Mamoun JS, 2014. On the ferrule effect and the biomechanical stability of teeth restored with cores, posts, and crowns. *European journal of dentistry*, 8, 02, 281.
- Mandras R, Retief D, Russell C, 1991. The effects of thermal and occlusal stresses on the microleakage of the Scotchbond 2 dentinal bonding system. *Dental Materials*, 7, 1, 63.

- Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R, 2004. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Operative Dentistry-University Of Washington-*, 29, 481.
- Manhart J, Kunzelmann K-H, Chen H, Hickel R, 2000. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dental Materials*, 16, 1, 33.
- Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R, 2000. Mechanical properties of new composite restorative materials. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 53, 4, 353.
- Manhart J, Scheibenbogen-Fuchsbrunner A, Chen H, Hickel R, 2000. A 2-year clinical study of composite and ceramic inlays. *Clinical oral investigations*, 4, 4, 192.
- Mannocci F, Cowie J, 2014. Restoration of endodontically treated teeth. *British dental journal*, 216, 6, 341.
- Mannocci F, Sherriff M, Watson TF, 2001. Three-point bending test of fiber posts. *Journal of Endodontics*, 27, 12, 758.
- Mantri SP, Mantri SS, 2013. Management of shrinkage stresses in direct restorative light-cured composites: a review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 25, 5, 305.
- Martelli Jr H, Pellizzer E, Rosa B, Lopes M, Gonini Jr A, 2008. Fracture resistance of structurally compromised root filled bovine teeth restored with accessory glass fibre posts. *International endodontic journal*, 41, 8, 685.
- Mathur S, Jaiswal J, Tripathi AM, Saha S, Palit M, 2016. Restorative materials used in pediatric dentistry. *Int J Oral Health Med Res*, 2, 6, 101.
- McCabe JF, Rusby S, 2004. Water absorption, dimensional change and radial pressure in resin matrix dental restorative materials. *Biomaterials*, 25, 18, 4001.
- McDonald A, King P, Setchell D, 1990. An in vitro study to compare impact fracture resistance of intact root-treated teeth. *International endodontic journal*, 23, 6, 304.
- Meyenberg KH, Lüthy H, Schärer P, 1995. Zirconia posts: a new all-ceramic concept for nonvital abutment teeth. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 7, 2, 73.
- Miller T, 1993. A new material for periodontal splinting and orthodontic retention. *Compendium (Newtown, Pa.)*, 14, 6, 800.
- Mills R, Jandt K, 2001. LED and halogen light polymerisation of oral biomaterials-Depth of cure and power outputs. *Journal of Dental Research*, 80, 591.
- Mitra SB, Wu D, Holmes BN, 2003. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *The Journal of the American Dental Association*, 134, 10, 1382.
- Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y, 2009. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental materials journal*, 28, 1, 44.
- Mohamedhussein N, Busuttil-Naudi A, Mohammed H, UlHaq A, 2020. Association of obesity with the eruption of first and second permanent molars in children: a systematic review. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 21, 13.
- Mohammadi N, Kahnamoii MA, Yeganeh PK, Navimipour EJ, 2009. Effect of fiber post and cusp coverage on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars directly restored with composite resin. *Journal of endodontics*, 35, 10, 1428.

- Monaco C, Baldissara P, Dall'Orologio GD, Scotti R, 2001. Short-term clinical evaluation of inlay and onlay restorations made with a ceromer. *International Journal of Prosthodontics*, 14, 1.
- Mondelli J, Rizzante FAP, Valera FB, Roperto R, Mondelli RFL, Furuse AY, 2019. Assessment of a conservative approach for restoration of extensively destroyed posterior teeth. *Journal of Applied Oral Science*, 27, e20180631.
- Mondelli RFL, Ishikiriama SK, Oliveira Filho Od, Mondelli J, 2009. Fracture resistance of weakened teeth restored with condensable resin with and without cusp coverage. *Journal of Applied Oral Science*, 17, 161.
- Moorthy A, Hogg C, Dowling A, Grufferty B, Benetti A, Fleming G, 2012. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *Journal of dentistry*, 40, 6, 500.
- Moörmann WH, 2006. The evolution of the CEREC system. *The Journal of the American Dental Association*, 137, 7S.
- Morgano SM, 1996. Restoration of pulpless teeth: application of traditional principles in present and future contexts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 75, 4, 375.
- Morgano SM, Brackett SE, 1999. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. *The Journal of prosthetic dentistry*, 82, 6, 643.
- Morgano SM, Milot P, 1993. Clinical success of cast metal posts and cores. *The Journal of prosthetic dentistry*, 70, 1, 11.
- Moszner N, Klapdohr S, 2004. Nanotechnology for dental composites. *International Journal of Nanotechnology*, 1, 1-2, 130.
- Moszner N, Salz U, 2001. New developments of polymeric dental composites. *Progress in polymer science*, 26, 4, 535.
- Mörmann WH, Bindl A, Lüthy H, Rathke A, 1998. Effects of preparation and luting system on all-ceramic computer-generated crowns. *International Journal of Prosthodontics*, 11, 4.
- Mueninghoff L, Dunn S, Leinfelder K, 1990. Comparison of dye and ion microleakage tests. *American journal of dentistry*, 3, 5, 192.
- Nagasiri R, Chitmongkolsuk S, 2005. Long-term survival of endodontically treated molars without crown coverage: a retrospective cohort study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 93, 2, 164.
- Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H, 2012. 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. *Journal of endodontics*, 38, 4, 432.
- Nurulaqmar-Iwani S, 2020. Review Article: Different Types of Coronal Restoration for Endodontically Treated Anterior Teeth: Treatment Recommendation. Vol. 5. *International Journal of Research Studies in Medical and Health Sciences*.
- Opdam N, Bronkhorst E, Loomans B, Huysmans M-C, 2010. 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *Journal of dental research*, 89, 10, 1063.
- Oskoe PA, Ajami AA, Navimipour EJ, Oskoe SS, Sadjadi J, 2009. The effect of three composite fiber insertion techniques on fracture resistance of root-filled teeth. *Journal of endodontics*, 35, 3, 413.
- Ottl P, Hahn L, Lauer HC, Fay M, 2002. Fracture characteristics of carbon fibre, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. *Journal of oral rehabilitation*, 29, 2, 175.

- Otto T, De Nisco S, 2002. Computer-aided direct ceramic restorations: a 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *International Journal of Prosthodontics*, 15, 2.
- Ozakar-Ilda N, Zorba YO, Yildiz M, Erdem V, Seven N, Demirbuga S, 2013. Three-year clinical performance of two indirect composite inlays compared to direct composite restorations. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*, 18, 3, e521.
- Ozsevik AS, Yildirim C, Aydın U, Culha E, Surmelioglu D, 2016. Effect of fibre-reinforced composite on the fracture resistance of endodontically treated teeth. *Australian Endodontic Journal*, 42, 2, 82.
- Önal B, 2001. Restoratif Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi. Ege Üniversitesi Yayınları İzmir, 30.
- Örtengren U, Andersson F, Elgh U, Terselius B, Karlsson S, 2001. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *Journal of Dentistry*, 29, 1, 35.
- Özüdoğru S, 2020. Geniş kuron harabiyeti olan genç daimi dişlerde fiber ile güçlendirilerek yapılan kompozitlerin klinik başarısının ve in vitro ortamda dayanıklılığının değerlendirilmesi.
- Pantvisai P, Messer HH, 1995. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *Journal of endodontics*, 21, 2, 57.
- Papa J, Cain C, Messer H, 1994. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. *Dental Traumatology*, 10, 2, 91.
- Paphangkorakit J, Osborn J, 2000. The effect of normal occlusal forces on fluid movement through human dentine in vitro. *Archives of oral biology*, 45, 12, 1033.
- Patnana AK, Vanga VNR, Chandrabhatla SK, 2017. Evaluating the marginal integrity of bulk fill fibre reinforced composites in bio-mimetically restored tooth. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 11, 6, ZC24.
- Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM, 2007. Cements for use in esthetic dentistry. *Dental Clinics of North America*, 51, 2, 453.
- Pereira JR, De Ornelas F, Conti PCR, Do Valle AL, 2006. Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 95, 1, 50.
- Peroz I, Blankenstein F, Lange K-P, Naumann M, 2005. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence international*, 36, 9.
- Pilo R, Cardash HS, Levin E, Assif D, 2002. Effect of core stiffness on the in vitro fracture of crowned, endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*, 88, 3, 302.
- 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.
- Pissis P, 1995. Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD*, 7, 5, 83.
- Plotino G, Buono L, Grande NM, Lamorgese V, Somma F, 2008. Fracture resistance of endodontically treated molars restored with extensive composite resin restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 99, 3, 225.
- Polacek P, Pavelka V, Ozcan M, 2014. Effect of intermediate adhesive resin and flowable resin application on the interfacial adhesion of resin composite to pre-impregnated unidirectional S2-glass fiber bundles. *J Adhes Dent*, 16, 2, 155.

- Polesel A, 2014. Restoration of the endodontically treated posterior tooth. *Giornale Italiano di Endodonzia*, 28, 1, 2.
- Porto TS, Roperto RC, Teich ST, Faddoul FF, Rizzante FAP, Porto-Neto SdT, Campos EAd, 2019. Brittleness index and its relationship with materials mechanical properties: Influence on the machinability of CAD/CAM materials. *Brazilian oral research*, 33, e026.
- Price RB, Fahey J, Felix CM, 2010. Knoop microhardness mapping used to compare the efficacy of LED, QTH and PAC curing lights. *Operative Dentistry*, 35, 1, 58.
- Qualtrough A, Mannocci F, 2003. Tooth-colored post systems: a review. *Operative Dentistry*, 28, 1, 86.
- Quinn GD, Quinn GD, 2007. Fractography of ceramics and glasses, National Institute of Standards and Technology Washington, DC, p.
- Raman Mishra D, Shetty VS, D'Costa VF, Shetty KH, 2017. Evolution of posts-from rigidity to flexibility. *Intern J Sci Res*, 6, 2671.
- Ramírez-Sebastià A, Bortolotto T, Cattani-Lorente M, Giner L, Roig M, Krejci I, 2014. Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: influence of post length on fracture strength. *Clinical oral investigations*, 18, 545.
- Ramírez-Sebastià A, Bortolotto T, Cattani-Lorente M, Giner L, Roig M, Krejci I, 2014. Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: influence of post length on fracture strength. *Clinical oral investigations*, 18, 2, 545.
- Randolph LD, Palin WM, Leloup G, Leprince JG, 2016. Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties. *Dental Materials*, 32, 12, 1586.
- Ree M, Schwartz RS, 2010. The endo-restorative interface: current concepts. *Dental Clinics*, 54, 2, 345.
- Reeh ES, Messer HH, Douglas WH, 1989. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *Journal of endodontics*, 15, 11, 512.
- Ricketts D, Pitts N, 2009. Traditional operative treatment options. *Detection, Assessment, Diagnosis and Monitoring of Caries*, 21, 164.
- Rinastiti M, Özcan M, Siswomihardjo W, Busscher HJ, 2011. Effects of surface conditioning on repair bond strengths of non-aged and aged microhybrid, nanohybrid, and nanofilled composite resins. *Clinical oral investigations*, 15, 625.
- Rivera E, Yamauchi M, 1993. Site comparisons of dentine collagen cross-links from extracted human teeth. *Archives of oral biology*, 38, 7, 541.
- Rizzante FAP, Mondelli RFL, Furuse AY, Borges AFS, Mendonça G, Ishikiriama SK, 2019. Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. *Journal of applied oral science*, 27.
- Robinson P, 1987. Comparison of microleakage in direct and indirect composite resin restorations in vivo. *Oper Dent*, 12, 113.
- Rocca G, Rizcalla N, Krejci I, 2013. Fiber-reinforced resin coating for endocrown preparations: a technical report. *Operative dentistry*, 38, 3, 242.
- Rocca GT, Rizcalla N, Krejci I, 2013. Fiber-reinforced resin coating for endocrown preparations: a technical report. *Operative dentistry*, 38, 3, 242.
- Rosatto C, Bicalho A, Veríssimo C, Bragança G, Rodrigues M, Tantbirojn D, Versluis A, Soares C, 2015. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture

- resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *Journal of dentistry*, 43, 12, 1519.
- Rouhollahi M, Mohammadibasir M, Talim S, 2012. Comparative depth of cure among two light-cured core build-up composites by surface vickers hardness. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, 9, 3, 255.
- Roulet J-F, Wilson NH, Fuzzi M, 2001. *Advances in operative dentistry*, Quintessence Publishing (IL), p.
- Roulet J, Noack M, 1991. Criteria for substituting amalgam with composite resins. *International dental journal*, 41, 4, 195.
- Rueggeberg F, 1991. Substrate for adhesion testing to tooth structure—Review of the literature: A report of the ASC MD156 Task Group on Test methods for the adhesion of restorative materials Accredited standards committee MD156 for dental materials and devices. *Dental Materials*, 7, 1, 2.
- Rusnac ME, Gasparik C, Irimie AI, Grecu AG, Mesaroş AŞ, Dudea D, 2019. Giomers in dentistry—at the boundary between dental composites and glass-ionomers. *Medicine and Pharmacy Reports*, 92, 2, 123.
- Sachdeva P, Goswami M, Singh D, 2016. Comparative evaluation of shear bond strength and nanoleakage of conventional and self-adhering flowable composites to primary teeth dentin. *Contemporary clinical dentistry*, 7, 3, 326.
- Sakaguchi R, Powers J, 2012. *Restorative materials—composites and polymers*. Restorative dental materials. 13th ed. Philadelphia, 161.
- Sakaguchi RL, Ferracane JL, 1998. Stress transfer from polymerization shrinkage of a chemical-cured composite bonded to a pre-cast composite substrate. *Dental Materials*, 14, 2, 106.
- Sakaguchi RL, Powers JM, 2011. *Craig's restorative dental materials-e-book*, Elsevier Health Sciences, p.
- Santos MJMC, Bezerra RB, 2005. Fracture resistance of maxillary premolars restored with direct and indirect adhesive techniques.
- Saridag S, Sevimay M, Pekkan G, 2013. Fracture resistance of teeth restored with all-ceramic inlays and onlays: an in vitro study. *Operative dentistry*, 38, 6, 626.
- Sathorn C, Parashos P, Messer H, 2005. Effectiveness of single-versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 38, 6, 347.
- Schaefer O, Watts DC, Sigusch BW, Kuepper H, Guentsch A, 2012. Marginal and internal fit of pressed lithium disilicate partial crowns in vitro: a three-dimensional analysis of accuracy and reproducibility. *Dental Materials*, 28, 3, 320.
- Scheibenbogen-Fuchsbrunner A, Manhart J, Kremers L, Kunzelmann K-H, Hickel R, 1999. Two-year clinical evaluation of direct and indirect composite restorations in posterior teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*, 82, 4, 391.
- Schirrmeister JF, Huber K, Hellwig E, Hahn P, 2009. Four-year evaluation of a resin composite including nanofillers in posterior cavities. *Journal of Adhesive Dentistry*, 11, 5.
- Schreiber C, 1971. Polymethylmethacrylate reinforced with carbon fibres. *British Dental Journal*, 130, 1, 29.
- Scotti N, Forniglia A, Tempesta RM, Comba A, Saratti CM, Pasqualini D, Alovisei M, Berutti E, 2016. Effects of fiber-glass-reinforced composite restorations on fracture

- resistance and failure mode of endodontically treated molars. *Journal of dentistry*, 53, 82.
- Scotti N, Scansetti M, Rota R, Pera F, Pasqualini D, Berutti E, 2011. The effect of the post length and cusp coverage on the cycling and static load of endodontically treated maxillary premolars. *Clinical Oral Investigations*, 15, 6, 923.
- Sedgley CM, Messer HH, 1992. Are endodontically treated teeth more brittle? *Journal of endodontics*, 18, 7, 332.
- Sedrez-Porto JA, da Rosa WLdO, da Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T, 2016. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, 52, 8.
- Segner D, Ibe D, 1995. Properties of superelastic wires and their relevance to orthodontic treatment. *The European Journal of Orthodontics*, 17, 5, 395.
- Sengun A, Cobankara FK, Orucoglu H, 2008. Effect of a new restoration technique on fracture resistance of endodontically treated teeth. *Dental Traumatology*, 24, 2, 214.
- Sevimli G, Cengiz S, Oruc MS, 2015. Endocrowns. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 49, 2, 57.
- Shafiei F, Memarpour M, Karimi F, 2011. Fracture resistance of cuspal coverage of endodontically treated maxillary premolars with combined composite-amalgam compared to other techniques. *Operative dentistry*, 36, 4, 439.
- Shellard E, Duke E, 1999. Indirect composite resin materials for posterior applications. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 20, 12, 1166.
- Sheth J, Fuller J, Jensen M, 1988. Cuspal deformation and fracture resistance of teeth with dentin adhesives and composites. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 60, 5, 560.
- Shillingburg H, Hobo S, Whitsett L, Jacobi R, Brackett S, 1997. Preparations for extensively damaged teeth. *Fundamentals of fixed prosthodontics*, 3, 181.
- Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett S, 1997. *Fundamentals of fixed prosthodontics*, Quintessence Publishing Company Chicago, IL, p.
- Shin Y, Park S, Park J-W, Kim K-M, Park Y-B, Roh B-D, 2017. Evaluation of the marginal and internal discrepancies of CAD-CAM endocrowns with different cavity depths: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117, 1, 109.
- Shouha P, Swain M, Ellakwa A, 2014. The effect of fiber aspect ratio and volume loading on the flexural properties of flowable dental composite. *Dental materials*, 30, 11, 1234.
- Sideridou ID, Karabela MM, Vouvoudi EC, 2011. Physical properties of current dental nanohybrid and nanofill light-cured resin composites. *Dental materials*, 27, 6, 598.
- Silva e Souza Junior MH, Carneiro KGK, Lobato MF, Silva e Souza PdAR, Góes MFd, 2010. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *Journal of Applied Oral Science*, 18, 207.
- Silveira de Araújo C, Incerti da Silva T, Ogliari F, Meireles S, Piva E, Demarco F, 2006. Microleakage of seven adhesive systems in enamel and dentin. *J Contemp Dent Pract*, 7, 5, 26.
- Sim T, Knowles J, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K, 2001. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *International endodontic journal*, 34, 2, 120.
- Smidt A, Venezia E, 2003. Techniques for immediate core buildup of endodontically treated teeth. *Quintessence international*, 34, 4.

- Soares CJ, Bicalho AA, Tantbirojn D, Versluis A, 2013. Polymerization shrinkage stresses in a premolar restored with different composite resins and different incremental techniques. *J Adhes Dent*, 15, 4, 341.
- Soares CJ, Pizi ECG, Fonseca RB, Martins LRM, 2005. Mechanical properties of light-cured composites polymerized with several additional post-curing methods. *Operative Dentistry-University Of Washington-*, 30, 3, 389.
- Soares CJ, Rodrigues MdP, Vilela ABF, Pfeifer Cs, Tantbirojn D, Versluis A, 2017. Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements—What do we need to know? *Brazilian oral research*, 31, e62.
- Soares CJ, Santana FR, Silva NR, Preira JC, Pereira CA, 2007. Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. *Journal of Endodontics*, 33, 5, 603.
- Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, Fonseca RB, 2005. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: a literature review. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 17, 4, 224.
- Spreatico R, 1996. Direct and semi-direct posterior composite restorations. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD*, 8, 7, 703.
- St-Georges AJ, Sturdevant JR, Swift Jr EJ, Thompson JY, 2003. Fracture resistance of prepared teeth restored with bonded inlay restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 89, 6, 551.
- Stewart MG, Bagby M, 2020. *Clinical aspects of dental materials*, Jones & Bartlett Learning, p.
- Strub JR, Rekow ED, Witkowski S, 2006. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *The Journal of the American Dental Association*, 137, 9, 1289.
- Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, 2006. Reinforcement of immature roots with a new resin filling material. *Journal of Endodontics*, 32, 4, 350.
- Sturdevant CM, Roberson TM, 1995. *The art and science of operative dentistry*, Mosby Elsevier Health Science, p.
- Sturdevant CM, Roberson TM, Swift EJ, Heymann H, 2002. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*, Mosby, p.
- Swarupa C, Sajjan GS, Bhupahupathiraju VL, Anwarullahwarullah A, YV S, 2014. Biological dentin post for intra radicular rehabilitation of a fractured anterior tooth. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 8, 2, 242.
- Takahashi H, Finger WJ, Wegner K, Utterodt A, Komatsu M, Wöstmann B, Balkenhol M, 2010. Factors influencing marginal cavity adaptation of nanofiller containing resin composite restorations. *dental materials*, 26, 12, 1166.
- Tamura Y, Kakuta K, Ogura H, 2013. Wear and mechanical properties of composite resins consisting of different filler particles. *Odontology*, 101, 156.
- Tarle, Meniga, Ristic, Sutalo, Pichler, 1998. The effect of the photopolymerization method on the quality of composite resin samples. *Journal of oral rehabilitation*, 25, 6, 436.
- Taylor M, Lynch E, 1992. Microleakage. *Journal of dentistry*, 20, 1, 3.
- Tekçe N, Pala K, Demirci M, Tuncer S, 2016. Influence of different composite materials and cavity preparation designs on the fracture resistance of mesio-occluso-distal inlay restoration. *Dental Materials Journal*, 35, 3, 523.

- Telli A, Aytan S, 1989. Changes in the dental arch due to obligatory early extraction of first permanent molars. *Türk Ortodonti Dergisi: Ortodonti Derneği'nin Resmi Yayın Organıdır= Turkish Journal of Orthodontics*, 2, 1, 138.
- Tezvergil A, Lassila L, Yli-Urpo A, Vallittu P, 2004. Repair bond strength of restorative resin composite applied to fiber-reinforced composite substrate. *Acta Odontologica Scandinavica*, 62, 1, 51.
- Tezvergil A, Lassila LV, Vallittu PK, 2003. Strength of adhesive-bonded fiber-reinforced composites to enamel and dentin substrates. *Journal of Adhesive Dentistry*, 5, 4.
- Thomson AD, Athanassiadis B, Kahler B, Walsh L, 2012. Tooth discolouration: staining effects of various sealers and medicaments. *Australian Endodontic Journal*, 38, 1, 2.
- Tikku AP, Chandra A, Bharti R, 2010. Are full cast crowns mandatory after endodontic treatment in posterior teeth? *Journal of conservative dentistry: JCD*, 13, 4, 246.
- Torbjörner A, Fransson B, 2004. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *International Journal of Prosthodontics*, 17, 3.
- Tribst JPM, Dal Piva AMdO, Madruga CFL, Valera MC, Borges ALS, Bresciani E, de Melo RM, 2018. Endocrown restorations: Influence of dental remnant and restorative material on stress distribution. *Dental Materials*, 34, 10, 1466.
- Trowbridge HO, 1987. Model systems for determining biologic effects of microleakage. *Operative dentistry*, 12, 4, 164.
- Tsai Y-L, Petsche PE, Anusavice KJ, Yang MC, 1998. Influence of glass-ceramic thickness on Hertzian and bulk fracture mechanisms. *International Journal of Prosthodontics*, 11, 1.
- Tuloglu N, Bayrak S, Tunc ES, 2009. Different clinical applications of bondable reinforcement ribbon in pediatric dentistry. *European journal of dentistry*, 3, 04, 329.
- Türk AG, Ulusoy M, Önal B, 2014. İndirekt restorasyonlarda kullanılan kompozit rezin simanlar. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 35, 2, 1.
- Tzimas K, Tsiafita M, Gerasimou P, Tsitrou E, 2018. Endocrown restorations for extensively damaged posterior teeth: clinical performance of three cases. *Restorative dentistry & endodontics*, 43, 4.
- Uluakay M, Hüseyin İ, Yamanel K, Arhun N, 2011. Kompozit rezinler ve polimerizasyon büzülmesi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 5, 2, 895.
- Uluakay M, İnan H, Yamanel K, Arhun N, 2011. Kompozit rezinler ve polimerizasyon büzülmesi. *Yayın Kuralları*, 895.
- Ureyen Kaya B, Kececi A, Guldaz H, Orhan H, 2013. A retrospective radiographic study of coronal-periapical status and root canal filling quality in a selected adult Turkish population. *Medical Principles and Practice*, 22, 4, 334.
- Uzel I, Kuru R, Eden E, 2017. The effect of different application procedures on microleakage and microhardness of a bulk-fill composite material. *J. Ege Univ. Sch. Dent*, 38, 48.
- Uzun G, Hersek N, Tincer T, 1999. Effect of five woven fiber reinforcements on the impact and transverse strength of a denture base resin. *The Journal of prosthetic dentistry*, 81, 5, 616.
- Uzun G, Keyf F, 2007. Geleneksel post-core sistemlerine bir alternatif: polietilen fiber post. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 31, 43.

- Vallittu P, 1998. The effect of glass fiber reinforcement on the fracture resistance of a provisional fixed partial denture. *The Journal of prosthetic dentistry*, 79, 2, 125.
- Vallittu P, Lassila V, 1992. Reinforcement of acrylic resin denture base material with metal or fibre strengtheners. *Journal of oral rehabilitation*, 19, 3, 225.
- Vallittu P, Özcan M, 2017. *Clinical guide to principles of fiber-reinforced composites in dentistry*, Woodhead Publishing, p.
- Vallittu PK, 1998. Compositional and weave pattern analyses of glass fibers in dental polymer fiber composites. *Journal of Prosthodontics*, 7, 3, 170.
- Vallittu PK, 2000. Effect of 180-week water storage on the flexural properties of E-glass and silica fiber acrylic resin composite. *International Journal of Prosthodontics*, 13, 4.
- Vallittu PK, 2015. High-aspect ratio fillers: fiber-reinforced composites and their anisotropic properties. *Dental materials*, 31, 1, 1.
- Van Dijken J, 1999. All-ceramic restorations: classification and clinical evaluations. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 20, 12, 1115.
- Van Dijken J, 2000. Direct resin composite inlays/onlays: an 11 year follow-up. *Journal of dentistry*, 28, 5, 299.
- Van Dijken JW, Hasselrot L, Örmén A, Olofsson AL, 2001. Restorations with extensive dentin/enamel-bonded ceramic coverage. A 5-year follow-up. *European Journal of Oral Sciences*, 109, 4, 222.
- van Dijken JW, Pallesen U, 2013. A six-year prospective randomized study of a nano-hybrid and a conventional hybrid resin composite in Class II restorations. *Dental materials*, 29, 2, 191.
- van Dijken JW, Sunnegårdh-Grönberg K, 2006. Fiber-reinforced packable resin composites in Class II cavities. *Journal of dentistry*, 34, 10, 763.
- Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, Coutinho E, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B, 2007. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 28, 26, 3757.
- Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, De Munck J, 2010. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental materials*, 26, 2, e100.
- Versluis A, Messer H, Pintado M, 2006. Changes in compaction stress distributions in roots resulting from canal preparation. *International Endodontic Journal*, 39, 12, 931.
- Vichi A, Margvelashvili M, Goracci C, Papacchini F, Ferrari M, 2013. Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restorations. *Clinical oral investigations*, 17, 1497.
- Vitale MC, Caprioglio C, Martignone A, Marchesi U, Botticelli A, 2004. Combined technique with polyethylene fibers and composite resins in restoration of traumatized anterior teeth. *Dental Traumatology*, 20, 3, 172.
- Wahab FK, Shaini FJ, Morgano SM, 2003. The effect of thermocycling on microleakage of several commercially available composite Class V restorations in vitro. *The Journal of prosthetic dentistry*, 90, 2, 168.
- Wall JG, Cipra D, 1992. Alternative crown systems. Is the metal-ceramic crown always the restoration of choice? *Dental Clinics of North America*, 36, 3, 765.

- Walter R, Boushell LW, Heymann HO, Ritter AV, Sturdevant JR, Wilder Jr AD, Chung Y, Swift Jr EJ, 2014. Three-year clinical evaluation of a silorane composite resin. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 26, 3, 179.
- Wang Z, Guo J, Li X, Zhao T, Li H, 2016. Evaluation of the marginal microleakage of endocrowns fabricated with three different processing technologies. *J Resid Sci Technol*, 13, 316.1.
- Wassell R, Walls A, McCabe J, 2000. Direct composite inlays versus conventional composite restorations: 5-year follow-up. *Journal of dentistry*, 28, 6, 375.
- Wendt Jr S, 1991. Microleakage and cuspal fracture resistance of heat-treated composite resin inlays. *American Journal of Dentistry*, 4, 1, 10.
- Wendt Jr SL, Leinfelder KF, 1990. The clinical evaluation of heat-treated composite resin inlays. *The Journal of the American Dental Association*, 120, 2, 177.
- Wendt SL, 1987. The effect of heat used as secondary cure upon the physical properties of three composite resins. II. Wear, hardness, and color stability. *Quintessence International*, 18, 5.
- White SN, Yu Z, Tom JF, Sangsurasak S, 1995. In vivo marginal adaptation of cast crowns luted with different cements. *The Journal of prosthetic dentistry*, 74, 1, 25.
- Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T, 1997. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *Journal of Endodontics*, 23, 8, 533.
- Wilkinson KL, Beeson TJ, Kirkpatrick TC, 2007. Fracture resistance of simulated immature teeth filled with resilon, gutta-percha, or composite. *Journal of Endodontics*, 33, 4, 480.
- Wolter H, Storch W, Ott H, 1994. New inorganic/organic copolymers (Ormocer® s) for dental applications. *MRS Online Proceedings Library (OPL)*, 346, 143.
- Xu HH, Quinn JB, Smith DT, Giuseppetti AA, Eichmiller FC, 2003. Effects of different whiskers on the reinforcement of dental resin composites. *Dental Materials*, 19, 5, 359.
- Yaman SsDI, Karacaer Ö, Sahin M, 2004. Stress distribution of post–core applications in maxillary central incisors. *Journal of Biomaterials Applications*, 18, 3, 163.
- Yamanel K, Çağlar A, Gülsahi K, Özden UA, 2009. Effects of different ceramic and composite materials on stress distribution in inlay and onlay cavities: 3-D finite element analysis. *Dental materials journal*, 28, 6, 661.
- Yasa B, Arslan H, Yasa E, Akcay M, Hatirli H, 2016. Effect of novel restorative materials and retention slots on fracture resistance of endodontically-treated teeth. *Acta Odontologica Scandinavica*, 74, 2, 96.
- Yazdanie N, Mahood M, 1985. Carbon fiber acrylic resin composite: an investigation of transverse strength. *The Journal of prosthetic dentistry*, 54, 4, 543.
- Yıkılğan İ, Bala O, 2013. How can stress be controlled in endodontically treated teeth? A 3D finite element analysis. *The Scientific World Journal*, 2013.
- Yildirim T, Ayar MK, Akdag M, Yesilyurt C, 2017. Radiopacity of bulk fill flowable resin composite materials. *Nigerian journal of clinical practice*, 20, 2, 200.
- Yildirim Y, 2013. Altı yaş dişlerine direkt ve indirekt yöntemlerle uygulanan farklı kompozit sistemlerin klinik başarısının ve fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi.
- Yoldas O, Akova T, Uysal H, 2005. An experimental analysis of stresses in simulated flared root canals subjected to various post–core applications. *Journal of oral rehabilitation*, 32, 6, 427.

- 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.
- Zaimoğlu A, Can G, 2004. Sabit protezler. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları*, 24.
- Zandinejad A, Atai M, Pahlevan A, 2006. The effect of ceramic and porous fillers on the mechanical properties of experimental dental composites. *Dental Materials*, 22, 4, 382.
- Zarone F, Sorrentino R, Apicella D, Valentino B, Ferrari M, Aversa R, Apicella A, 2006. Evaluation of the biomechanical behavior of maxillary central incisors restored by means of endocrowns compared to a natural tooth: a 3D static linear finite elements analysis. *Dental materials*, 22, 11, 1035.
- Zhang M, Matinlinna JP, 2012. E-glass fiber reinforced composites in dental applications. *Silicon*, 4, 73.
- Zhang Y, Peng M, Wang Y, Li Q, 2015. The effects of ferrule configuration on the anti-fracture ability of fiber post-restored teeth. *Journal of Dentistry*, 43, 1, 117.
- Zhi L, Bortolotto T, Krejci I, 2016. Comparative in vitro wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 115, 2, 199.
- Zhu J, Wang D, Rong Q, Qian J, Wang X, 2020. Effect of central retainer shape and abduction angle during preparation of teeth on dentin and cement layer stress distributions in endocrown-restored mandibular molars. *Dental Materials Journal*, 39, 3, 464.
- Zhu Z, Dong X-Y, He S, Pan X, Tang L, 2015. Effect of Post Placement on the Restoration of Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review. *International Journal of Prosthodontics*, 28, 5.
- Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A, 2010. Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin= Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie= Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia*, 120, 11, 972.

EK-B Turnitin Raporu



Sayfa 1 of 139 - Kapak Sayfası

Guide ID: 13112907327

Esin AKAN

AŞIRI MADDE KAYIPLI, ENDODONTİK TEDAVİ GÖRMÜŞ DİŞLERE UYGULANAN FARKLI DİREKT/İNDİREKT RESTORAS...

- AŞIRI MADDE KAYIPLI, ENDODONTİK TEDAVİ GÖRMÜŞ DİŞLERE UYGULANAN FARKLI DİREKT/İNDİREKT RESTORASYONLARIN KIRILMA DA...
- Aralık Doktora Tezleri
- Selçuk Üniversitesi

Belge Ayrıntıları

Gönderi Kimliği

trno id=13112907327

Gönderi Tarihi

12 Ara 2024 20:41 GMT+3

İndirme Tarihi

12 Ara 2024 20:46 GMT+3

Dosya Adı

Esln_Akan.docx

Dosya Boyutu

8.0 MB

131 Sayfa

36.532 Söz Dk

241.792 Karakter



Sayfa 1 of 139 - Kapak Sayfası

Guide ID: 13112907327

14% Genel Benzerlik

Her veri tabanı için çıkarılan kaynaklar da dahil tüm eşleşmelerin toplamı.

Rapordan Filtrelenen

• Bibliyografi

Ön Sıradaki Kaynaklar

13%  İnternet kaynakları

5%  Yayınlar

1%  Gönderilen çalışmalar (Öğrenci Makaleleri)

Bütünlük Bayrakları

İnceleme için 0 Bütünlük Bayrağı

Herhangi bir diğer metin manipülasyonu belirtilmedi.

Sistemimiz ağırlıklı olarak bütünlükte, ancak bazı durumlarda yanlışlıkla bütünlük tutarlılığı ile ilgili uyarılar verebilir. Bu tür uyarılar, yanlışlıkla uyarılarla ilgili uyarılar olabilir.

Bu sayfa bütünlükli olarak bu durumu göstermez. Ancak daha fazla uyarı ile ilgili uyarılar verilebilir.