

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**REVERSİBLE PULPİTİSLİ İMMATÜR DAİMİ BİRİNCİ
BÜYÜKAZI DİŞLERDE FARKLI TEDAVİ
YÖNTEMLERİNİN APİKAL KAPANMA VE TEDAVİ
BAŞARISININ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

Muhammed ALAGÖZ

Pedodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Sera ŞİMŞEK DERELİOĞLU

ERZURUM
2025

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

**REVERSİBLE PULPİTİSLİ İMMATÜR DAİMİ BİRİNCİ
BÜYÜKAZI DİŞLERDE FARKLI TEDAVİ YÖNTEMLERİNİN
APİKAL KAPANMA VE TEDAVİ BAŞARISININ ÜZERİNDEKİ
ETKİSİ**

Muhammed ALAGÖZ

Tez Savunma Tarihi : 26.06.2025

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sera ŞİMŞEK DERELİOĞLU (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Fatih ŞENGÜL (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Periş ÇELİKEL (Atatürk Üniversitesi)

Onay

Bu çalışma yukarıdaki Jüri tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Diş Hekimliği Fakültesi Kurum Eğitim Sorumlusu
Prof. Dr. Taner ARABACI

Uzmanlık Tezi
ERZURUM – 2025

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ	X
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Pulpanın Yapısı.....	3
2.1.1. Pulpa Dentin Kompleksi	3
2.1.2. Pulpa	3
2.1.3. Odontoblastlar.....	3
2.1.4. Primer Dentin.....	4
2.1.5. Sekonder Dentin	5
2.1.6. Tersiyer Dentin	5
2.2. Pulpanın Fonksiyonları	5
2.2.1. Formatif	6
2.2.2. Nutritif	6
2.2.3. Sinirsel	6
2.2.4. Defansif.....	7
2.3. Pulpanın Çürüğe Karşı Cevabı	8
2.4. Odontoblastlarda Gözlenen Değişimler	10
2.5. Hasta Muayenesi.....	11

2.5.1. Klinik Muayene	11
2.5.2. Radyografik Muayene.....	13
2.6. Kök Gelişimi ve Kök Gelişimini Etkileyen Faktörler	14
2.7. Kök Gelişimi Sınıflandırmaları.....	16
2.7.1. Dichotomized (İkili) Sınıflandırması.....	16
2.7.2. Demirjian Sınıflandırması.....	16
2.7.3. Cvek Sınıflandırması	16
2.7.4. Moorrees Sınıflandırması.....	17
2.7.4.1. Detaylı ve Kapsamlı Değerlendirme.....	17
2.7.4.2. Aşamaların Net Tanımlanması	18
2.7.4.3. Erken ve Geç Dönem Gelişiminin İzlenmesi	18
2.7.4.4. Klinik ve Araştırma Amaçlı Kullanım.....	18
2.8. Pulpitis	19
2.8.1. Reversibl Pulpitis.....	19
2.8.2. Semptomatik İrreversibl Pulpitis	19
2.8.3. Asemptomatik İrreversibl Pulpitis	20
2.9. Histolojik Pulpitis Sınıflaması	20
2.9.1. Reversibl Pulpitis Histolojisi	20
2.9.2. İrreversibl Pulpitis Histolojisi.....	21
2.9.3. Sağlıklı Pulpanın Histolojisi	21
2.9.4. Tedavi Edilmiş Pulpanın Histolojisi	21
2.10. Semptomlarına Göre Pulpitis Sınıflaması.....	22
2.11. Pulpal Enflamasyon	22
2.12. Pulpanın İyileşme Potansiyeli.....	24
2.13. Genç Daimi Dişlerde Vital Pulpa Tedavi Yöntemleri	26

2.13.1. İndirekt Kuafaj	27
2.13.2. Direkt Kuafaj	28
2.13.3. Pulpotomi.....	29
2.14. Vital Pulpa Tedavilerinde Kullanılan Materyaller.....	30
2.14.1. Kalsiyum Hidroksit.....	31
2.14.2. MTA.....	32
2.14.3. Biodentine™	35
2.15. Koronal Restorasyon.....	36
3. MATERYAL VE METOT.....	37
3.1. Araştırmanın Kapsamı	37
3.2. Örneklem Belirlenmesi	37
3.3. Etik Kurul Onayı.....	37
3.4. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	38
3.5. Araştırmaya Katılan Bireylerin Seçimi.....	38
3.5.1. Dahil Edilme Kriterleri	38
3.5.2. Hariç Tutulma Kriterleri	38
3.6. Araştırmanın Tipi.....	39
3.7. Çalışmada Kullanılan Değişkenler	39
3.7.1. Bağımlı Değişkenler	39
3.7.2. Bağımsız Değişkenler	39
3.8. Tedavi Protokolü.....	39
3.8.1. Dişlerin Tedaviye Hazırlanışı	40
3.8.2. Dişlerin Takipleri	44
3.9. Verilerin Toplanması	44
3.9.1. Klinik Değerlendirme Kriterleri	44

3.9.2. Radyolojik Değerlendirme Kriterleri	45
3.9.3. Restorasyonların Değerlendirilmesi	46
3.10. Araştırmanın Sınırlılıkları ve Genellenebilirliği	48
3.11. İstatistiksel Yöntem	48
4. BULGULAR.....	50
5. TARTIŞMA.....	71
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	92
KAYNAKLAR	94
EKLER	108
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	108
EK-2. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	110
EK-3. ETİK KURUL ONAY FORMU	111
EK-4. HASTA VELİSİ ONAM FORMU	114
EK-5. HASTA TAKİP FORMU	115

TEŞEKKÜR

Derin bilgi ve deneyimiyle beni akademik olarak büyüten çok değerli danışman hocam ve Anabilim Dalı başkanımız Prof. Dr. Sera ŞİMŞEK DERELİOĞLU'na en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Bilgi ve tecrübeleriyle uzmanlık eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen sayın Doç. Dr. Fatih ŞENGÜL'e, Eğitim sürecimde her zaman yol gösterici olan sayın Dr. Öğr. Üyesi Periş ÇELİKEL'e, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatma SARAÇ ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aybike BAŞ'a

Tezime hasta bulma konusunda çok istekli davranarak yardımlarını esirgemeyen ve birlikte çalışmaktan zevk aldığım çok sevgili asistan arkadaşlarıma,

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi uzmanlık eğitimim boyunca da sonsuz sevgi ve özverilerini bir an bile eksik etmeden, maddi ve manevi destekleriyle bugüne gelmemi sağlayan eşime, kızlarıma ve anne-babama en kalbi duygularıyla teşekkür ederim.

Muhammed ALAGÖZ

ÖZET

Reversible Pulpitisli İmmatür Daimi Birinci Büyükazı Dişlerde Farklı Tedavi Yöntemlerinin Apikal Kapanma ve Tedavi Başarısının Üzerindeki Etkisi

Amaç: Bu çalışmanın amacı, reversibl pulpitis semptomlarına sahip immatür alt daimi birinci büyük azı dişlere uygulanan direkt pulpa kuafajı ve koronal pulpotomi tedavilerinin kök gelişimi (apeksogenezis) ve tedavi başarısı üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

Materyal ve Metot: Araştırma, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Kliniği'ne başvuran 7–10 yaş aralığındaki 60 çocuğa ait 72 immatür alt birinci molar diş kapsamaktadır. Dişlerin 34'üne pulpotomi, 38'ine ise direkt kuafaj tedavisi uygulanmıştır. Tüm vakalarda tek bir biyomateryal (ProRoot MTA) kullanılmış ve tedaviler tek seansta tamamlanmıştır. Klinik ve radyografik takipler 3., 6., 12. ve 18. aylarda yapılmış, kök gelişimi Moorrees sınıflamasına göre değerlendirilmiştir.

Bulgular: Her iki tedavi grubunda da asemptomatik klinik seyir ve düzenli kök gelişimi gözlemlenmiş, tedavi türleri ile klinik/radyografik başarı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Başlangıçta farklı kök gelişim düzeyine sahip dişlerin tedavi sonrası seyrinde izlenen varyasyonlar, gelişimsel sürecin doğal bir parçası olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç: Elde edilen veriler, direkt kuafaj ve pulpotomi tedavilerinin immatür daimi dişlerde benzer klinik, radyografik ve fizyolojik sonuçlar sağlayabildiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Direkt pulpa kuafajı, Koronal pulpotomi, İmmatür daimi dişler, Apeksogenezis, Mineral trioksit agregat (MTA), Vital pulpa tedavisi, Kök gelişimi

ABSTRACT

The Effect of Different Treatment Methods on Apical Closure and Treatment Success in Immature Permanent First Molars with Reversible Pulpitis

Objective: The aim of this study is to evaluate the effects of direct pulp capping and coronal pulpotomy treatments on root development (apexogenesis) and treatment success in immature mandibular first permanent molars with symptoms of reversible pulpitis.

Materials and Methods: The study included 72 immature mandibular first molars from 60 children aged between 7 and 10 years who applied to the Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Atatürk University. Pulpotomy was performed on 34 teeth and direct pulp capping on 38 teeth. In all cases, a single biomaterial (ProRoot MTA) was used, and treatments were completed in a single session. Clinical and radiographic follow-ups were performed at 3, 6, 12, and 18 months. Root development was assessed using the Moorrees classification.

Results: Asymptomatic clinical progress and regular root development were observed in both treatment groups, and no statistically significant difference was found between the treatment types in terms of clinical/radiographic success ($p > 0.05$). The variations observed in the post-treatment course of teeth with different initial root development stages were considered part of the natural developmental process.

Conclusion: The data obtained indicate that both direct pulp capping and pulpotomy treatments can provide similar clinical, radiographic, and physiological outcomes in immature permanent teeth.

Keywords: Direct pulp capping, Coronal pulpotomy, Immature permanent teeth, Apexogenesis, Mineral trioxide aggregate (MTA), Vital pulp therapy, Root development

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAPD	: Amerikan pediatrik diş hekimliği akademisi
CİS	: Cam İyonomer Siman
dk	: Dakika
EPT	: Elektrikli pulpa testi
HERS	: Hertwig'in Epitel Kök Kılıfı
KH	: Kalsiyum hidroksit
MTA	: Mineral Trioksit Agregat
PDL	: Periodontal ligament
pH	: Hidrojen Potansiyeli
RMCİS	: Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman
TM	: Tescilli
VPT	: Vital Pulpa Tedavi
µm	: Mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Moorrees sınıflandırması.....	17
Şekil 3.1. Tedavilerde kullanılan RMCİS (Ionoseal) ve MTA (Proroot).....	40
Şekil 3.2. Direkt kuafaj uygulanan bir olguda klinik işlemlerin görüntüleri.....	42
Şekil 3.3. Pulpotomi uygulanan bir olguda işlemlerin aşamalı fotoğrafları.....	43
Şekil 3.4. Farklı dişlerin, farklı zaman kontrollerinde, dentin köprüsü oluşumunun görüntüsü.....	46



TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Katılımcıların tedavi türlerine göre yaşlarının dağılımları ve karşılaştırılması	50
Tablo 4.2. Katılımcıların tedavi türlerine göre cinsiyetlerin dağılımları ve aralarındaki ilişkiler	51
Tablo 4.3. Direkt kuafaj ve pulpotomi ile tedavi edilen dişlerin restorasyon skorlarının dağılımı ve aralarındaki istatistiksel ilişkiler	51
Tablo 4.4. Direkt kuafaj ve pulpotomi ile tedavi edilen dişlerin başlangıç ve takip boyunca Moorrees skorlarının dağılımları ve aralarındaki ilişkiler.....	52
Tablo 4.5. Direkt kuafaj ve pulpotomi ile tedavi edilen dişlerin tedavi türlerine göre klinik semptomların dağılımı ve aralarındaki istatistiksel ilişkiler.....	53
Tablo 4.6. Dişlerin tedavi türlerine göre dentin köprüsü skorlarının dağılımları ve aralarındaki ilişkiler	54
Tablo 4.7. Dişlerin tedavi türleri için başlangıç ve 18.ay Moorrees skorlarına göre yaşların dağılımları ve karşılaştırılması	55
Tablo 4.8. Direkt kuafaj tedavisi uygulanan dişlerde başlangıç Moorrees kök gelişim skorlarına göre asemptomatik ve semptomatik durumların dağılımları ve aralarındaki istatistiksel ilişkiler	56
Tablo 4.9. Pulpotomi tedavi türü için başlangıç Moorrees skorlarına göre klinik skorların dağılımları ve aralarındaki ilişkiler.....	57
Tablo 4.10. Direkt kuafaj tedavi türü için başlangıç Moorrees skorlarına göre dentin köprüsü durumunun dağılımları ve aralarındaki ilişkiler.....	58
Tablo 4.11. Pulpotomi tedavi türü için başlangıç Moorrees skorlarına göre dentin köprüsü durumunun dağılımları ve aralarındaki ilişkiler.....	59

Tablo 4.12. Direkt kuafaj tedavi yöntemine göre Moorrees skorlarının başlangıç ölçümleri ile 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümlerinin dağılımları ve aralarındaki ilişkiler	60
Tablo 4.13. Pulpotomi tedavi protkolüne göre tedavi edilen dişler için Moorrees skorlarının başlangıç ölçümleri ile 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümlerinin dağılımları ve aralarındaki ilişkiler.....	61
Tablo 4.14. Direkt kuafaj ile tedavi edilen dişlerde Moorrees skorlarının 3. ay ölçümleri ile 6., 12. ve 18. ay ölçümlerine göre dağılımını ve bu ölçümler arasındaki ilişkiler	63
Tablo 4.15. Pulpotomi uygulanan dişlerde 3. ay Moorrees skorlarının, 6., 12. ve 18. ay ölçümleriyle karşılaştırmalı dağılımı ve aralarındaki ilişkiler	64
Tablo 4.16. Direkt kuafaj uygulanan dişlerde 6. ay Moorrees skorlarının, 12. ve 18. ay ölçümleriyle karşılaştırmalı dağılımları ve aralarındaki ilişkiler.....	65
Tablo 4.17. Pulpotomi uygulanan dişlerde 6. ay Moorrees skorlarının, 12. ve 18. ay ölçümleriyle karşılaştırmalı dağılımları ve aralarındaki ilişkiler.....	66
Tablo 4.18. Direkt kuafaj uygulanan dişlerde 12. ve 18. ay Moorrees skorlarının dağılımları ve aralarındaki değişimlerin istatistiksel analizi	67
Tablo 4.19. Pulpotomi uygulanan dişlerde 12. ay Moorrees skorlarının, 18. ay ölçümleriyle karşılaştırmalı dağılımı ve aralarındaki ilişkiler	68
Tablo 4.20. Direkt kuafaj tedavi türü için zamana göre dentin köprüsü durumunun dağılımları ve aralarındaki ilişkiler	69
Tablo 4.21. Pulpotomi tedavi türü için zamana göre dentin köprüsü durumunun dağılımları ve aralarındaki ilişkiler	70

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Diş çürüğü, diş sert dokularında mineral kaybına neden olan, biyofilm aracılı, diyetle modüle edilen, çok faktörlü, bulaşıcı olmayan, dinamik bir hastalıktır. Biyolojik, davranışsal, psikososyal, sosyoekonomik ve çevresel faktörlerden etkilenir (Pitts et al., 2017). Genç daimi dişlerde pulpanın ekspoz olmasının ana sebebi çürük ya da travmalardır. Çürük kaynaklı ekspozürlerde pulpa ve dentin enfekte iken enflamasyonun hangi aşamada olduğunun belirlenememesi pulpal tedavilerin en önemli ve en zor yönünü oluşturmaktadır. Gelişimini henüz tamamlamamış daimi dişlerde uygulanan farklı vital pulpa tedavi (VPT) işlemleri direkt ve indirekt kuafaj, parsiyel ve servikal pulpotomi yöntemlerini içermektedir (Fuks et al., 2016a).

Genç daimi dişlerde pulpanın vitalitesini devam ettirmek, kök gelişiminin sürdürülmesini sağlamak ve inflamasyonlu pulpalı dişin fonksiyonda kalmasını mümkün kılmak amacıyla VPT'ler uygulanmaktadır (Abu-Tahun & Torabinejad, 2010). Son yıllarda, hidrolik kalsiyum silikat esaslı yeni biyomateryallerin kullanıma girmesi, pulpa biyolojisi ve bağışıklık yanıtının daha iyi anlaşılması ile birlikte minimal invaziv yaklaşım ilkelerinin benimsenmesi, VPT'lerin hem dünya genelinde öncelikli hale gelmesine hem de klinik uygulamalarda giderek artan oranda tercih edilmesine zemin hazırlamıştır (Duncan, 2022).

Pulpaya yakın derin çürük lezyonlu genç daimi dişlerde direkt kuafaj ve koronal pulpotomi uygulaması ile apeksogenezisin sağlanması son yıllarda apeksifikasyon işlemlerine tercih edilmektedir. Genç daimi dişlerde direkt kuafaj ve pulpotomi prosedürü ile dişin fizyolojik kök gelişimi tamamlayıncaya kadar etkilenmemiş pulpa dokusunun normal fonksiyonunu sürdürmesi sağlanmaktadır (Asgary et al., 2020).

Bu tez çalışmasının amacı; reversibl pulpitis semptomlarına sahip kök gelişimini henüz tamamlamamış (Moorrees sınıflamasına göre R^{3/4}, Rc, aşamalarında olan) alt

daimi birinci büyük azı dişlerinde, Mineral Trioksit Aggregat (MTA) kullanılarak direkt kuafaj ve pulpotomi uygulamalarının 3-6-12-18 aylık klinik ve radyografik başarılarının yanı sıra tedavilerin maturogenesis (kök gelişimi ve apikal kapanma) üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesidir.

Tez çalışmamızın sıfır hipotezleri aşağıdaki şekilde kurulmuştur;

Hipotez 1: Reversibl pulpitisli immatür daimi azı dişlerinde uygulanan direkt kuafaj ve pulpotomi tedavileri arasında klinik ve radyografik başarı açısından anlamlı bir fark yoktur.

Hipotez 2: Reversibl pulpitisli immatür daimi azı dişlerinde uygulanan direkt kuafaj ve pulpotomi tedavilerinin apeksogenesis üzerinde hızlandırıcı veya yavaşlatıcı bir etkisi yoktur.

Hipotez 3: Farklı kök gelişim düzeyine sahip reversibl pulpitisli immatür daimi azı dişlerinde uygulanan direkt kuafaj ve pulpotomi tedavilerinin tedavi başarısı üzerinde etkisi yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Pulpanın Yapısı

Oral dokuların sağlık ve bütünlüğünün sürdürülebilmesi için pulpa canlılığının devam ettirilebilmesi önemlidir. Bu nedenle, pulpanın yapısı, fonksiyonu ve fizyolojisinin iyi bilinmesi gerekmektedir (Fuks et al., 2016b).

2.1.1. Pulpa Dentin Kompleksi

Pulpa, kron ve kök kanalını çevreleyen tübüler dentin duvarları arasında bulunan mezodermal kökenli özelleşmiş bir bağ dokusudur. Odontoblastlar adı verilen hücre grubu, kollajen açısından zengin dentin organik matriksin sentezini ve birikimini yapar. Daha sonra, bu matriks pulpa dokusu çevresinde mineralleşir. Bu nedenle, dentin ve pulpa, gelişim sürecinden başlayarak yaşam boyunca güçlü bir şekilde birbirleriyle bağlantılıdır. Bu ilişki, pulpa- dentin kompleksi olarak bilinir (Fuks et al., 2016b).

2.1.2. Pulpa

İnsan vücudunun birçok organı, gevşek bağ dokusundan oluşur. Bunlar stroma (besleyici destek dokusu) ve parenkim (fonksiyonel doku) içerir. Pulpa hem kendisini hem de dentini korumak için stroma ve parenkimi oluşturur. Pulpa, dentin üretimi sırasında dişin merkezi kısmında koronal ve radiküler bölüme sahiptir. Tek köklü dişlerde koronal ve radiküler pulpa dokuları birbirine bitişiktir, ancak çok köklü dişlerde pulpa odasının tabanında belirgin bir ayrım vardır. Çok köklü dişlerde, damar-sinir kılıfı daha yoğundur ve daha az anastomoz gösterir, buna karşın koronal pulpa daha fazla hücre ve hücre dışı matriks içerir (Fuks et al., 2016b).

2.1.3. Odontoblastlar

Odontoblastlar, pulpa odasını çevreleyen ve sitoplazmik uzantılarını dentinal tübüllere uzatan hücrelerdir. Genç daimi dişlerde pulpa dokusu derinliğe göre özel bölgelere ayrılır. Hücresiz bölge, odontoblastik tabakanın hemen altında bulunur ve

miyelinli olmayan sinirlerin ve kan kapillerlerinin geniş bir pleksusunu içerir. Hücreden yoğun bölge, hücresiz bölgenin altında gözlenen bir dizi farklılaşmamış mezankimal hücre içerir. Diş pulpasının merkezi, daha büyük damar ve sinirleri içeren gevşek bağ dokusu tarafından çevrilmiştir. Aktif dentinogenez sırasında odontoblastların boyutunun ve sitoplazmik organel içeriğinin yaşam döngüleri boyunca değiştiği ve bunların fonksiyonel aktiviteyle yakından ilişkili olduğu kabul edilmektedir. Odontoblastlar oldukça uzmanlaşmış hücrelerdir ve dentin oluşumundan sorumludurlar. Sitoplazmik uzantılarının dentinal tübüllere uzanması nedeniyle, bu hücreler dentin-pulpa kompleksinin ana kısmını oluştururlar. Bu kompleks, çürük veya atrisyon sebebiyle hasar gördüğünde veya iyatrojenik müdahaleler ile etkilendiğinde, pulpa dokusunu korumaya çalışarak tepki verir. Gelişim zamanına ve dokunun histolojik özelliklerine göre dentin primer, sekonder veya tersiyer olabilir (Fuks et al., 2016b).

2.1.4. Primer Dentin

Post-mitotik odontoblastlar primer dentin salgılamaya başlarlar. Dentinogenezin başlangıcında, manto dentin oluşumu sırasında mineralizasyon matriks vezikülleri aracılığıyla gerçekleştirilir. Manto dentin, ilk oluşan dentindir, yaklaşık 80 ila 100 µm kalınlığında olup neredeyse gelişimsel kusurlardan tamamen arındırılmıştır. Manto dentin oluşumu tamamlandığında ve odontoblastlar sıkıca paketlenmiş bir hücre tabakası oluşturduğunda, dentin matriksi yalnızca odontoblastlar tarafından üretilir. Pulpanın diğer hücreleri (subodontoblastik tabakada ve pulpa merkezinde ki hücreler) dentinogenezisi desteklerken, doğrudan primer dentin salgılama rolü yoktur. Matris salgılandıkça, odontoblastlar pulpaya doğru hareket ederler. Odontoblastik tübüller, pulpa yakınında yoğunluğu artan ve dentine geçirgenlik kazandırmaktadır, bu da önemli klinik bir özelliktir (Nowak, 2019). Sirkümpulpal dentin, manto dentininden sonra oluşur ve dentinin çoğunluğunu oluşturur. Odontoblastlar, organik dentin matriksini pulpa

merkezine doğru üretirken, mevcut alan giderek azalır ve sirkümpulpal dentinde 'S' şeklinde bir kavis oluşur. Bu kavis kronda daha belirgin, kökte daha az belirgindir (Fuks et al., 2016b).

2.1.5. Sekonder Dentin

Primer dentinogenez sırasında dentinin büyük bir kısmı salgılandıktan sonra, fizyolojik sekonder dentin, dişin ömrü boyunca çok daha yavaş bir hızda salgılanır ve pulpa odasının boyutunda yavaş bir azalmaya yol açar. Post-mitotik odontoblastlar, primer dentinogenezden sorumlu olanlar, yaralanmaya maruz kalmadığı sürece hayatta kalır. Bu hücreler, primer dentinogenezden sonra dinlenme aşamasında kalır ve fizyolojik sekonder dentin oluşumu, dinlenme aşamasında ki hücre aktivitesinin bazal düzeyini temsil eder (Nowak, 2019). Sekonder dentin, radiküler dentinden sonra oluşan bir fizyolojik yapıdır ve oluşumu daha yavaş ve düzensizdir. (Fuks et al., 2016)

2.1.6. Tersiyer Dentin

Tersiyer dentin, çevresel uyarana (abrazyon, erozyon, atrisyon, çürük, diş preparasyonu gibi) yanıt olarak pulpa-dentin birleşiminin özel bir alanında yığılan dentin matriksini temsil eden tabaka olarak tanımlanmaktadır. Tersiyer dentin reaksiyoner ve reparatif dentin olarak iki farklı mekanizma ve hücre grubu tarafından oluşturulur. Reaksiyoner dentin, gerçek odontoblast hücreleri tarafından oluşturulurken reparatif dentin odontoblast benzeri hücreler tarafından salgılanır. Bu odontoblast benzeri hücreler primer ve sekonder dentin sekresyonundan sorumlu olan orijinal post-mitotik odontoblastların ölümünden sonra uygun bir uyarana yanıt olarak pulpal hücrelerden kaynaklanır (Alaçam, 2012a).

2.2. Pulpanın Fonksiyonları

Diş pulpası tüm gevşek bağ dokuları gibi formatif, nutritif, nervöz ve defansif fonksiyonlara sahiptir (Alaçam, 2012b).

2.2.1. Formatif

Dentin oluşumu dişin vitalitesi devam ettiği sürece değişik koşullarda farklı birikme hız ve şekiller de devam eder. Erken diş gelişimin de primer dentinogenezis genelde hızlıdır. Sekonder dentinogenezis postmaturasyon dönemde daha yavaş ve asimetrik şekilde devam eder. Aşırı çevresel uyarı atipik dentin meydana getirir. Bu oluşum yaralanma bölgesinde ve dentin kaybının yerine konulması için savunma fonksiyonu da sağlar. Tersiyer, reparatif, irregüler, defansif veya irritasyon dentini olarak da adlandırılmaktadır (Alaçam, 2012b).

2.2.2. Nutritif

Foramen apikaleden giren arter ve arteriollerden beslenen pulpa, oksijen ve besin maddelerini sağlayarak ve dentin sıvısını göndererek pulpal ve odontblastik hücrelerin vitalitesini devam ettirir. Pulpadaki arter ve venler özellikle fonksiyonel gereksinimleri karşılamak üzere pulpa boynuzları bölgesinde subodontoblastik tabakada daha yoğun bulunmaktadır (Alaçam, 2012b).

2.2.3. Sinirsel

Diş pulpası innervasyonun zengin olan bir dokudur. Sinirler dişe foramen apikaleden afferent kan damarlarıyla beraber nörovasküler demeti meydana getirerek girerler. Oklüzale doğru dallanma yapan demetler koronal bölgede hücresiz tabakada Raschkow sinir ağını oluşturmaktadır. Afferent (duyu) nöronları, iki uzantıya sahiptir, periferik uzantı (dendrit), diş pulpasından gelir ve terminali pulpa periferinde reseptör görevi görür. Hücre gövdesi, trigeminal ganglionda yer alır ve ikinci uzantısı (akson) merkezi sinir sistemindedir. Efferent sinir hücreleri, merkezi sinir sisteminden diş pulpasına uzanan multipolar nöronlardır. Bu hücreler, birden fazla kısa uzantıya (dendrit) ve tek bir uzun uzantıya (akson) sahiptir. Hücre gövdeleri, medulla spinalisin torasik seviyesindeki gri maddenin lateral boynuzunda ve superior servikal ganglionda yer alır.

Subodontoblastik ve odontoblastik bölgelerde, ayrıca dentinin iç kısmındaki kanallarda bulunan çıplak sinir uçları, stimülasyon eşiği aşıldığında mekanik deformasyonlara karşı son derece hassastır. Brännström, dentin ağrısının hidrodinamik mekanizmaya bağlı olduğunu öne sürmüştür. Bu kanalcıklardaki sıvı, pulpa bağ dokusunun interstisyel sıvısından gelir ve bileşimi sinoviyal veya serebrospinal sıvılara benzer. Pulpa veya dışa doğru hareket eden bu sıvı, tubuluslardaki serbest sinir uçlarında mekanik uyarılara neden olarak ağrı impulsunu başlatır. Su soğutması olmadan kullanılan bir frezin yarattığı sürtünme, kaybolan sıvının yerine konması için sıvının dışa doğru hareket etmesine ve odontoblastların aspirasyonuna neden olur. Bu durum, ortamın nemli olduğu koşullarda daha düşük düzeyde meydana gelir(Alaçam, 2012b).

2.2.4. Defansif

Pulpanın savunması dentin kanallarının sklerozu, irritasyon dentini oluşumu ve bağ dokusundaki iltihabi değişimleri kapsamaktadır. Hafif ve kısa süreli yaralanmalarda dentin kanallarında skleroz oluşur. Bu durum çoğu defa yavaş ilerleyen çürük, abrazyon, erozyon, atrisyon gibi patolojik ve yaşlanma gibi fizyolojik etkenlerle meydana gelir. Skleroz olayında intratubuler kalsifikasyon ve odontoblast uzantısında peritubuler dentin oluşumunda artış görülmektedir. Peritübüler dentin odontoblast uzantısının kalsifiye sekresyonudur. İrritanların pulpaya ulaşmasını engelleyen peritübüler dentin ve intratübüler kalsifikasyon kanalların daralmasına ve tamamen tıkanmasıyla sonuçlanmaktadır. İrritasyon dentini oluşumu pulpa-dentin savunmasının ikinci hattıdır. İrritasyon dentini çabuk oluştuğundan dentin kanalları ebat ve sayı olarak azalmaktadır. İrritasyon dentini (reparatif dentin) dentin kaybının telafisi için meydana gelir. Regüler dentinden daha fazla kalsifikasyon göstererek bir bariyer oluşturur. Yaralanma sonucu ölen odontoblastların yerine hücreden zengin tabakadan yeni hücreler gelmesiyle odontoblast uzantısının devamlılığı kaybolur ve daha az duyarlı hale gelir. Bu hücreler

odontoblast bölgesine göç eder ve dentin matriksini sekrete ederler. Yaralanan odontoblastların veya çok sayıda odontoblast benzeri hücrenin oluşturduğu matriks üzerinde meydana gelen mineralizasyon düzensizlikler gösterir.

Odontoblast uzantısında meydana gelen hafif veya orta dereceli bir yaralanma kanallarda skleroz ve pulpa tarafında irritasyon dentini oluşmasına neden olmaktadır. Bununla beraber daha uzun süreli ve şiddetli irritasyonlar plazma membranını ve odontoblastların nukleuslarını irreversibl olarak etkileyebilmektedir. Bu durumda iltihapsal değişimler başlar. İltihap harabiyete uğramış olan dokuda meydana gelen sıralı olayların bütünüdür. İltihap süresine göre, akut veya kronik olarak tanımlanabilir. Akut olaylar eksüdatif, kronik olaylar proliferatif özellik taşır. İltihapla ilgili olaylar belli başlı iki grup altında toplanabilir. Bunlardan biri damarsal, diğeri de dokusal reaksiyondur. Damarlarda görülen değişiklikler, vazodilatasyon ve kapiller permeabilitede artmadır. İltihabi tepkinin amaçları yaralanma alanında irritanların ortadan kaldırılması, savunma oluşmadan önce geçici nötralizasyon ve dilüsyon, hasar görmüş dokunun tamir aşaması olarak sayılabilir (Alaçam, 2012b).

2.3. Pulpanın Çürüğe Karşı Cevabı

Pulpitis, en yaygın ağız hastalıklarından biridir ve esas olarak dental pulpanın bakteriyel enfeksiyonundan kaynaklanır. Bakterilerin pulpa dokusuna girmesi, pulpanın kendiliğinden iyileşme yetisini bozarak kolayca irreversibl pulpitise neden olabilir ve bu durum, nihayetinde pulpa dokusunun nekrozuna yol açar. Pulpa iltihabı sırasında, dental pulpa hücreleri bağışıklık yanıtında rol oynayan ve ağrıya sebep olan çeşitli enflamatuvar sitokinler salgılar (Hargreaves et al., 2020). Bu da periapikal iltihaba yol açarak hastanın hissettiği ağrıyı daha da artırır (Nowak, 2019a). Farges ve arkadaşları tarafından yayımlanan çalışmada, dentin pulpasının çürüğe karşı gösterdiği yanıtları; bakteriyel invazyonun tespiti, bağışıklık aktivasyonu, inflamatuvar yanıt, dentin oluşumu ve

moleküler sinyalleme gibi başlıklar altında detaylı bir şekilde incelenmiştir (Farges et al., 2015).

Bakteriyel İnvazyonun Tespiti: Dentin-pulpa ara yüzünü kaplayan odontoblastlar, ilk olarak invaziv bakterileri tespit eder. Bu hücreler, patojenleri etkisiz hale getirmeye çalışan antibakteriyel moleküller üretir.

Bağışıklık Aktivasyonu: Bakterilerin varlığı, pulpa içinde bir bağışıklık yanıtını tetikler. Yerleşik bağışıklık hücreleri, fibroblastlar ve kök hücreler gibi hücreler aktive olur ve enfeksiyon bölgesine göç eder. Bu hücreler, ek bağışıklık hücrelerini bölgeye çekmeye yardımcı olan IL-6 ve IL-10 gibi proinflamatuvar sitokinler ve kemokinler salgılar.

İnflamatuvar Yanıt: İnflamatuvar yanıt, enfeksiyona karşı savaşmaya yardımcı olan bağışıklık hücrelerinin pulpa içine sızması ile karakterizedir. Ancak, eğer inflamasyon kronik hale gelirse, iyileşmeyi engelleyebilir ve normal doku fonksiyonunun kalıcı kaybına yol açabilir.

Dentin Oluşumu: Enfeksiyona yanıt olarak, pulpa reaksiyoner veya onarıcı dentin oluşumunu başlatabilir. Bu süreç, pulpayı daha fazla bakteriyel invazyondan ve restoratif materyallerden koruyan bir bariyer oluşturmaya yardımcı olur ve iyileşmeyi kolaylaştırır.

Moleküler Sinyalleme: Pulpanın yanıtı, dentin matrisinden ve pulpadan salınan çeşitli sinyal molekülleri tarafından da düzenlenir. Bu moleküller, bağışıklık yanıtını modüle etme ve doku onarımını teşvik etme rolü oynar (Farges et al., 2015).

Dentin/pulpa kompleksinin çürüğe karşı doğuştan gelen immün yanıtı, çeşitli bileşenlerin bir arada çalışmasıyla şekillenir. İlk olarak, dentin sıvısının dışa doğru akışı ve intratübüler immünoglobulinlerin birikimi, çürüğün ilerlemesini yavaşlatan bir bariyer oluşturur. Bu sıvı akışı, pulpal basıncın artmasıyla başlar ve zararlı uyarıların dentinal tübüller aracılığıyla pulpaya ulaşmasını engeller. İkinci olarak, odontoblastlar, bakteriyel

antijenleri tanıyan ve immün yanıtı tetikleyen ilk hücreler olarak görev yapar. Ayrıca, nöropeptidler ve nörojenik inflamasyon da pulpal immün yanıtın önemli bir parçasıdır; bu nöropeptidler, immün hücreleri doğrudan uyararak ya da vasküler geçirgenliği artırarak inflamasyon bölgesine immün hücrelerin ve makromoleküllerin taşınmasını kolaylaştırır. İmmün hücreler, yani immatür dendritik hücreler, doğal öldürücü hücreler ve T hücreleri, pulpa içindeki patojenleri tanıyarak ve ortadan kaldırmaya çalışarak önemli bir savunma mekanizması oluşturur. Bu hücrelerin ürettiği sitokinler ve kemokinler, inflamatuvar süreci düzenler ve diğer immün hücrelerin bölgeye çekilmesini sağlar. Bu bileşenlerin her biri, pulpanın çürüğe karşı verdiği savunma yanıtını şekillendirir ve bu yanıt, çürüğün pulpaya ulaşmasını engelleyerek dişin canlılığını korumayı hedefler (Hahn & Liewehr, 2007). Genç ve olgunlaşmamış daimi dişlerde pulpanın zengin kan dolaşımı ve savunma mekanizması, bakteriyel enfeksiyona karşı daha büyük bir direnç sağlayabilir ve tedavi başarısını artırabilir (Elmas et al., 2023; Nosrat et al., 2013).

2.4. Odontoblastlarda Gözlenen Değişimler

İltihap olayında odontoblast tabakasında ki permeabilite de artış görülür. Pulpa-dentin membranının devamlılığının kaybolması ile yığılmalar ve odontoblastların düzenli sıra halindeki görünümleri bozulur. Hücresel düzeyde endoplazmik retikulum membranı ve mitokondri dejenere olur. Odontoblast tabakasına gelen kan akımı yavaşlar ve dilatasyon oluşur. Lökosit ve eritrositlerin çeşitli mekanizmalar ile damar dışına çıkması sonucu gerçekleşen basınç pulpa dokusunun bozulmasına sebep olur. Hücre ölümü sonucu odontoblast tabakasının genişliğinde ve odontoblastların ürettiği predentin kalınlığında ve kalitesinde azalma görülür.

2.5. Hasta Muayenesi

2.5.1. Klinik Muayene

Hasta hikayesi dikkatlice sorgulanmalı ve belgelenmeli, ardından detaylı klinik ve radyografik muayeneler yapılmalıdır. Klinik muayene, hem ekstraoral hem de intraoral incelemeleri içermelidir. Ekstraoral muayene, şişlik, kızarıklık, lenfadenopati ve ekstraoral sinüs yollarının varlığına odaklanmalıdır. İntraoral muayene, ağrının kaynağı olarak şüphelenilen diş değerlendirilmelidir, ancak aynı taraftaki tüm dişler, yansıyan ağrı ihtimali düşünülerek, dikkatlice incelenmelidir. Ekstraoral veya intraoral sinüs yolu varlığı, enfeksiyonun kökenini belirlemek için ilgili bölgeden radyografi alınmasını gerektirir. Dişin rengi de özellikle travmatize dişlerde önemli bir bulgudur.

Perküsyon testi, iltihaplı bir sürecin periapikal dokulara veya çevreleyen periodontal ligamente (PDL) yayılıp yayılmadığını belirlemek için kullanılır. Diş hekimi, incelenen dişin insizal veya oklüzal yüzeyine, ağız aynası sapının ucuyla nazikçe vurarak gerçekleştirir. Enflamasyon başlamışsa ödemin oluşturduğu basınç ile hasta ağrı hisseder. Dik olarak yapılan perküsyon testinde ağrı apikal bölgenin iltihaplı olduğunu gösterir ve apikal periodontitis tanısını doğrularken, eğik yapıldığında periodontal bölgenin iltihaplı olduğunu gösterir (Kulkarni et al., 2020). Perküsyonda ağrı, her zaman pulpa iltihabının durumunu belirtmez; travma geçiren dişlerde PDL’de başlayan iltihabın bir göstergesi olabilir. Bu iltihap genellikle pulpa iltihabının PDL’ye yayılmasının veya diş travmasının bir sonucudur (Nowak, 2019b).

Perküsyon özellikle akut iltihaplı periapikal patolojik durumlar hakkında bilgi vermektedir. Pulpa ve periapikal dokuların hastalıkları apikal periodontitise neden olduğundan, perküsyon doğru tanı ve tedavi planlaması açısından yönlendirici olmaktadır. Pulpa kaynaklı periapikal sorunlarda periodontal kaynaklı perküsyona göre daha şiddetli ağrı reaksiyonu ile karşılaşılacaktır (Alaçam, 2012c).

Palpasyon, dokunma duyusu ve parmak uçlarının yardımıyla oral dokuların durumunu değerlendirmesini ifade etmektedir. Kök üzerindeki mukozada duyarlılık çoğu defa PDL'den başlayan ve kemiğe doğru yayılan iltihabın belirtisidir. Lenf nodüllerinin muayenesinde bidigital ve bimanuel tekniklerden yararlanılmaktadır (Alaçam, 2012c).

Soğuk testi dentin sıvısının kontraksiyonu sonucu dışa doğru harekete neden olur. Bu hareket a-delta sinir mekanoreseptörlerinin uyarılmasıyla keskin duyarlılığa sebep olur. Soğuk testinde pulpanın fizyolojik cevabı kısa ve keskin bir tepki iken patolojik durumlarda yoğun ve uzamış bir reaksiyon irreversibl değişimi gösterir. Soğuk testi sıcak testinden daha güvenilirdir ve dişlerdeki sinir iletimi hakkında daha etkili bir araştırma olanağı sunmaktadır (Alaçam, 2012c).

Süt dişlerinde olduğu gibi, genç daimi dişlerde termal ve elektrikli pulpa testi (EPT) güvenilir değildir ve pulpal enflamasyon seviyesini belirlemede yetersizdir. Araştırmalar, innervasyonun tamamlanana kadar (fonksiyon görmeye başladıktan sonra 4-5 yıl) EPT'nin diş canlılığını belirlemede güvenilir bir yöntem olmadığını göstermiştir. Soğuk testi, olgunlaşmamış daimi dişlerde daha güvenilir bulunmuştur. Perküsyona duyarlılık, pulpal enflamasyonu değil, daha çok PDL iltihabının bir göstergesidir. Bu iltihap genellikle PDL'ye uzanan pulpa iltihabının bir sonucu veya dental travmanın bir devamıdır. Pulpanın fizyolojik durumu, hikâye ve klinik muayeneden oluşur, ancak histolojik olarak doğrulanamaz (Fuks et al., 2016c).

Değerlendirme süreci, doğru bir ağrı öyküsünü içermelidir; sıcak ve soğuk uyarana verdiği tepkiyi detaylıca açıklamalı, ağrının spontane, uykudan uyandırıp uyandırmamasına ve ağrı geçmişini kapsamalıdır. Bu bilgiler, geçici birincil teşhisi belirlemek için klinik ve periapikal radyografik muayeneyle desteklenmelidir (pulpa nekrozu ve apikal patoloji belirtilerinde endikedir) (Dummer et al., 2019; Löst, 2006; Whaites & Drage, 2013).

2.5.2. Radyografik Muayene

Radyografik muayenenin klinik muayene ile korelasyon göstermesi gerekmektedir. İntraoral radyografların alınması, çürüğün derinliğini, pulpa odasının morfolojisini, pulpa boynuzlarının yüksekliğini, restorasyonların bütünlüğünü ve derinliğini, kemik desteğinin seviyesini değerlendirmek için gereklidir. Radyografik görüntüler ayrıca, çürüğe yanıt olarak vital bir pulpadan kaynaklanan tersiyer dentin oluşumunu gösteren pulpa odasında kalsifikasyonu da gösterebilir. Periapikal radyografide, inflamatuvar ve rezorptif lezyonları teşhis etmek için PDL sürekliliği dikkatlice incelenmelidir. Genç, olgunlaşmamış kalıcı dişlerin radyografik yorumu, normalde büyük ve açık apeksi ile karakterize olmaları ve radyolüsent dental papillaları nedeniyle zorlu olabilir. Radyografi yorumlamada yeterince tecrübesi olmayan diş hekimleri, normal apikal anatomiye patolojik değişikliklerden ayırmakta zorlanabilmektedir. Tedavi kararları, tek bir radyografa dayanmamalıdır. Etkilenen dişin kök gelişim derecesi ve kanal boyunca oluşan dentin miktarı, kontralateral taraftaki dişle karşılaştırılmalıdır. Kalıcı dişlerin kök kanalları, bukolingual düzlemde mesiodistal düzleme göre daha geniştir. Bu nedenle, yalnızca mesiodistal düzlemi gösteren tipik bir radyografi ile apikal kapanmanın derecesini belirlemek zor olabilir (Nowak, 2019b).

Diyagnostik açıdan kabul edilebilir periapikal radyografiler, paralel bir teknik kullanarak elde edilmeli, film tutucu cihazlarla desteklenmeli ve görüntü değerlendirilirken, dişin tamamı net bir şekilde görünmeli ve apikal dokuların varlığı açıkça gösterilmelidir (Dummer et al., 2019; Löst, 2006; Whaites & Drage, 2013). Radyografik görüntülerin avantajlarına rağmen, periapikal görüntülerin bazı yetersizliklere sahip olduğu kanıtlanmıştır, zira bunlar, görsel ve öznel olarak yorumlanan 2 boyutlu radyografik görüntülere dayanmaktadır. Biyomedikal alanda radyografik yorumlama, algı yanılgıları, akıl yürütme yeteneği ve gözlemcinin bilişsel karar verme süreci gibi gözlem sürecine özgü çeşitli faktörler tarafından olumsuz etkilenebilecek kusurlu bir görsel süreçtir. Endodonti ve pedodonti

hastalarında radyografinin sıklıkla kullanıldığı göz önünde bulundurularak, 3 boyutlu anatomik yapıların süperpozisyonu, geometrik bozulma, anatomik gürültü gibi ek durumlar radyografik bulguların tespit edilmesini daha da zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, klinisyenler kök gelişimini, kök olgunluğu derecesine dayanan sınıflandırmalar kullanarak tahmin etmek zorunda kalmaktadır (Dummer et al., 2019).

2.6. Kök Gelişimi ve Kök Gelişimini Etkileyen Faktörler

Genç daimi dişlerin kökleri, ince dentin duvarları ve açık apeks yapılarıyla tanımlanır. Kök gelişiminin erken evrelerinde, Hertwig Epitel Kök Kılıfının (HERS) proliferatif ucunda iç ve dış mine epitelі yaklaşık 45 derecelik bir açıyla birleşir. Bu birleşim, dental papillada yer alan farklılaşmamış mezenkimal hücrelere sinyal ileterek kök dentin oluşumunun başlamasında etkili olur (Ten Cate, 1994). Kök gelişimi, mine formasyonu tamamlandıktan sonra, dişin servikal bölgesindeki epitelyal birleşim alanından başlar. Bu birleşik epitel yapı, hücre proliferasyonu yoluyla apikale doğru ilerler. HERS, odontoblastların farklılaşması ve kök dentininin oluşumu süreçlerine rehberlik eder; ayrıca kökün morfolojisi, uzunluğu ve sayısının belirlenmesinde görev alır. HERS'in iç yüzeyindeki hücreler, dental papil içerisindeki mezenkimal hücrelerle etkileşime girerek bu hücrelerin bir kısmının odontoblastlara dönüşmesini sağlar ve böylece primer (manto) dentin tabakası oluşur (Walton & Torabinejad, 1995). Primer dentin oluşuktan sonra altındaki bazal membran parçalanır. HERS'in iç yüzeyindeki hücreler, bu dentin yüzeyine hyalin benzeri bir yapı salgılar. Bu yapı daha sonra sementin dentine tutunmasına aracılık eder (Chiego, 2023).

Kök dentininin mineralizasyon sürecinin başlamasının ardından HERS, apikal yönde ilerlerken hücre göçü ve apoptoz yoluyla parçalanır ve kök dentini üzerinde ağısı bir yapı meydana gelir (Huang et al., 2009). Bu parçalanma sonucunda açığa çıkan dentin yüzeyi, dental folikülün iç yüzeyinde bulunan mezenkimal bağ dokusu hücreleriyle temas eder. Bu hücreler farklılaşarak sementoblastları oluşturur ve bu sementoblastlar, kök dentini üzerine

sement tabakasını salgılar. Ardından, bazı sementoblast hücreleri salgıladıkları sement dokusunun içerisinde gömülü kalarak sementositlere dönüşürler (Chiego, 2023).

Diş kök gelişimi, diş sürmesi sırasında apikal bölgedeki HERS tarafından yönlendirilen karmaşık bir biyolojik süreçtir. Bu yapı, odontoblastların farklılaşmasını tetikleyerek kök dentinini oluşturur ve apikal büyümeyi destekler. Kök gelişimi, yeterli vasküler destekle birlikte kök ucunun kapanmasıyla tamamlanır. Ancak, bu süreç çeşitli patofizyolojik durumlar nedeniyle aksayabilir. Genetik bozukluklar, beslenme yetersizlikleri, travma, enfeksiyonlar ve sistemik hastalıklar, kök gelişimini olumsuz etkileyebilecek başlıca faktörler arasında yer alır. Örneğin, ektodermal displazi, dişlerin şekil, boyut ve kök oluşumunda ciddi anomalilere yol açabilir. Benzer şekilde, amelogenesis imperfecta ve dentinogenesis imperfecta gibi yapısal diş bozuklukları da kök gelişiminde geriliğe neden olabilir. Enfeksiyonlar ve travmalar, diş kök gelişimini engelleyebilen diğer kritik faktörlerdir. Gelişmekte olan diş köklerinin apikal periodontitis gibi enfeksiyonlara maruz kalması, kök oluşumunu durdurabilir. Ayrıca, avulsiyon veya intrüzyon gibi ciddi diş travmaları, kök gelişiminin sürekliliğini kesintiye uğratabilir (Chiego, 2023).

Sistemik hastalıklar ve beslenme yetersizlikleri de diş kök gelişimini önemli ölçüde etkileyebilir. C vitamini eksikliği gibi beslenme bozuklukları, diş dokularının sağlıklı oluşumunu engelleyebilir. Ayrıca, hiperparatiroidizm ve hiperfosfatemi gibi metabolik bozukluklar, diş mineralizasyon sürecini olumsuz etkileyerek kök gelişiminde bozukluklara yol açabilir. Tedavi ve ilaç uygulamaları da diş kök gelişimi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Özellikle baş ve boyun bölgesine uygulanan radyoterapi, diş germelerinin gelişimini ciddi şekilde engelleyebilir. Benzer şekilde, çocukluk çağında uygulanan kemoterapi, hızlı hücre bölünmesi gerektiren diş kök gelişimini durdurabilir. Uzun süreli kortikosteroid kullanımı, büyüme plaklarını inhibe ederek diş kök gelişimini baskılayabilir. Antibiyotikler arasında tetrasiklin gibi ilaçlar, yalnızca dentin ve mine yapısında renk değişikliğine neden olmakla

kalmayıp, aynı zamanda kök gelişimini de olumsuz etkileyebilir. Bifosfonatlar ise özellikle kanser tedavisinde kullanılan ve alveoler kemik ile diş kökleri üzerinde potansiyel olarak zararlı etkileri olan farmakolojik ajanlar olarak dikkat çeker (Chiego, 2023).

2.7. Kök Gelişimi Sınıflandırmaları

Diş gelişimini değerlendirmek için farklı sınıflandırma yöntemleri kullanılır. Bunlar arasında Dichotomized, Moorrees, Demirjian ve Cvek sınıflandırması bulunmaktadır (Plascencia et al., 2021).

2.7.1. Dichotomized (İkili) Sınıflandırması

Dichotomized (ikili) sınıflandırmasında, dişler iki kategoriye ayrılır. İlk kategoride, apeksi açık olan dişler bulunur. İkinci kategoride ise, apeksi kapalı olan dişler yer alır (Plascencia et al., 2021).

2.7.2. Demirjian Sınıflandırması

Demirjian sınıflandırmasında, dört ana kriter kullanılır. E ölçeğinde, apeksi açık olan ve kök uzunluğu kronun 1/3'ü kadar olan dişler değerlendirilir. Bu aşamada, furkasyonun başlangıç (yarımay şeklinde) oluşumu görülür. F ölçeğinde, apeksi huni şeklinde olan ve kök uzunluğu krona eşit veya daha uzun olan dişler yer alır. G ölçeğinde, apeksi açık olan ve kök kanalı duvarları paralel olan dişler bulunur. Son olarak, H ölçeğinde, kök kanalı apikal ucu tamamen kapalı olan dişler değerlendirilir ve bu aşamada apeksi kapalıdır (Demirjian et al., 1973).

2.7.3. Cvek Sınıflandırması

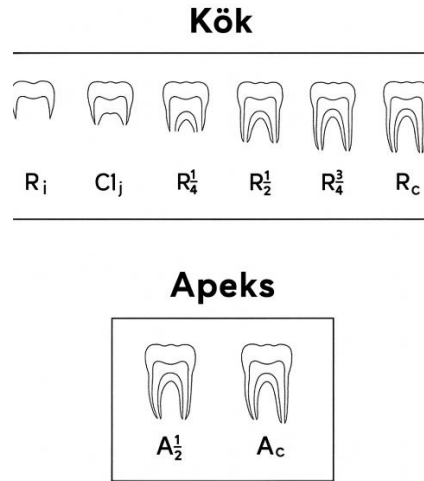
Cvek sınıflandırması, beş farklı aşamadan oluşur. İlk aşamada, kök uzunluğunun yarısından az olan ve apeksi açık olan dişler değerlendirilir. İkinci aşamada, kök uzunluğunun yarısı tamamlandığında dişler incelenir. Üçüncü aşamada, kök uzunluğunun 2/3'ü tamamlanmış dişler yer alır. Dördüncü aşamada, apeksi açık olan ve kök gelişimi

tamamlanmış dişler değerlendirilir. Son aşamada ise, apeksi kapalı ve kök gelişimi tamamlanmış dişler yer alır (Cvek, 1992).

2.7.4. Moorrees Sınıflandırması

Moorrees sınıflandırması, yedi farklı kriterden oluşur. Başlangıç kök oluşumu aşamasında, dişin apeksi açıktır. Kök uzunluğunun 1/4'ü, 1/2'si ve 3/4'ü tamamlandığında, dişler sırasıyla R1/4, R1/2 ve R3/4 olarak adlandırılır. Kök uzunluğu tamamlandığında, diş Rc olarak tanımlanır. Apeksin yarısı kapandığında, diş A1/2 olarak adlandırılır ve bu aşamada apeksi kapalıdır. Son olarak, apikal kapanma tamamlandığında diş Ac olarak tanımlanır (Şekil 2.1) (Moorrees et al., 1963).

Moorrees sınıflandırması, diş gelişimini değerlendirmek için kullanılan diğer sınıflandırma yöntemlerine kıyasla birçok öne çıkan özelliğe ve avantaja sahiptir. Bu yöntem, diş gelişimini daha detaylı ve kapsamlı bir şekilde analiz etme imkanı sunar. Moorrees sınıflandırmasının öne çıkan özellikleri ve avantajları alt başlıklar halinde açıklanacaktır.



Şekil 2.1. Moorrees sınıflandırması (Moorrees et al., 1963)

2.7.4.1. Detaylı ve Kapsamlı Değerlendirme

Moorrees sınıflandırması, diş gelişimini yedi farklı kriterle değerlendirir. Bu kriterler, başlangıç kök oluşumundan apikal kapanmanın tamamlanmasına kadar geniş bir yelpazede diş gelişimini kapsar. Böylece, diş gelişiminin her aşaması ayrıntılı bir

şekilde incelenebilir. Bu detaylı yaklaşım, diş gelişim sürecinin daha doğru ve kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlar.

2.7.4.2. Aşamaların Net Tanımlanması

Moorrees sınıflandırmasında, her bir aşama açık ve net bir şekilde tanımlanmıştır. Bu aşamalar; Ri aşamasında başlangıç kök oluşumu, R1/4, R1/2 ve R3/4 aşamalarında kök uzunluğunun gelişim oranları, Rc aşamasında kök uzunluğunun tamamen tamamlanması, A1/2 aşamasında apeksin yarısının kapanması ve Ac aşamasında apikal kapanmanın tamamlanması gibi diş gelişiminin her bir adımını ayrıntılı olarak tanımlanır. Bu net tanımlamalar, diş gelişiminin izlenmesini ve değerlendirilmesini kolaylaştırır.

2.7.4.3. Erken ve Geç Dönem Gelişiminin İzlenmesi

Moorrees sınıflandırması, diş gelişiminin hem erken hem de geç dönemlerini kapsar. Ri aşaması, başlangıç kök oluşumunu değerlendirirken, Ac aşaması, apikal kapanmanın tamamlanmasını değerlendirir. Bu sayede, diş gelişiminin tüm evreleri izlenebilir ve erken müdahale imkanı sunar.

2.7.4.4. Klinik ve Araştırma Amaçlı Kullanım

Moorrees sınıflandırması hem klinik uygulamalarda hem de bilimsel araştırmalarda kullanılabilir. Klinik uygulamalarda, diş gelişiminin ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi, tedavi planlarının daha doğru bir şekilde yapılmasını sağlar. Bilimsel araştırmalarda ise, diş gelişim süreçlerinin incelenmesi ve karşılaştırılması için güvenilir bir yöntem sunar.

Sonuç olarak, Moorrees sınıflandırması, diş gelişimini değerlendirmek için kullanılan diğer yöntemlere kıyasla daha detaylı, kapsamlı ve net bir yaklaşım sunar. Bu özellikleri sayesinde, diş hekimliği alanında güvenilir bir araç olarak öne çıkar ve diş gelişiminin izlenmesi ve değerlendirilmesinde önemli avantajlar sağlar (Moorrees et al., 1963).

2.8. Pulpitis

Pulpitis, sinir, kan damarı ve bağ dokusundan oluşan pulpanın iltihaplanmasıdır. Genellikle derin çürük, travma, dişin aşınması veya çatlaması gibi nedenlerden kaynaklanır. Bu da genellikle şiddetli diş ağrısına yol açar. Glossary of Endodontic Terms rehberine göre, klinisyenler tarafından sıklıkla kullanılan pulpitis sınıflaması; hastanın anamnezi ve klinik semptomlarına dayanarak yapılmakta olup, tanısal süreçte temel bir referans niteliği taşımaktadır (Scott B. McClanahan et al., 2020). Bu sınıflandırma kapsamında reversibl pulpitis, asemptomatik irreversibl pulpitis ve semptomatik irreversibl pulpitis tanıları klinik karar verme sürecinde öne çıkan kategoriler arasında yer almaktadır (Levin et al., 2009).

2.8.1. Reversibl Pulpitis

Reversibl pulpitis, inflamasyonun uygun yönetimi sonrasında reversibl ve pulpanın normal durumuna dönmesi gerektiğini gösteren subjektif ve objektif bulgulara dayanır. Uyarıcı bir stimulus uygulandığında (örneğin soğuk veya tatlı gibi) rahatsızlık hissedilir ve uyarıcının uzaklaştırılmasından sonra birkaç saniye içinde kaybolur. Ekspoze dentin (dentinal hassasiyet), çürük veya derin dolgular reversibl pulpitisin sebepleri arasında sayılabilir. Şüpheli dişin periapikal bölgesinde anlamlı radyografik değişiklikler yoktur ve yaşanan ağrı kendiliğinden ortaya çıkmaz (Levin et al., 2009; Scott B. McClanahan et al., 2020).

2.8.2. Semptomatik İrreversibl Pulpitis

Semptomatik irreversibl pulpitis, vital fakat inflamasyonlu pulpanın iyileşemeyeceğini gösteren subjektif ve objektif bulgulara dayanır ve kök kanalı tedavisinin gerekli olduğunu işaret eder. Özellikler arasında termal uyarıcıya keskin ağrı, ağrının devam etmesi (genellikle uyarıcının uzaklaştırılmasından sonra 30 saniye veya daha uzun), spontane ağrı ve provoke ağrı bulunur. Bazı durumlarda ağrı, yatma veya öne

eğilme gibi postural değişikliklerle artabilir. Yaygın etiyolojiler arasında derin çürükler, derin restorasyonlar veya pulpal dokuları açığa çıkaran kırıklar bulunabilir. Semptomatik irreversibl pulpitisli dişler, inflamasyonun henüz periapikal dokulara ulaşmadığı erken evrede perküsyonda ağrı veya rahatsızlık olmayabilir. Bu tür durumlarda, pulpal durumu değerlendirmenin temel araçları anamnez ve termal testlerdir (Levin et al., 2009; Scott B. McClanahan et al., 2020).

2.8.3. Aseptomatik İrreversibl Pulpitis

Aseptomatik irreversibl pulpitis, canlı inflamasyonlu pulpanın iyileşemeyeceğini gösteren subjektif ve objektif bulgulara dayanan bir klinik tanıdır ve kök kanalı tedavisinin gerekli olduğunu işaret eder. Bu vakalar klinik semptomları olmayabilir ve genellikle termal testlere normal yanıt verir, ancak travma veya derin çürük gibi durumlar geçmişte var olmuş olabilir ve bunlar tedavi edildikten sonra açığa çıkacaktır (Scott B. McClanahan et al., 2020).

2.9. Histolojik Pulpitis Sınıflaması

Anderson ve diğerleri tarafından 1981 yılında önerilen kriterlerin (Anderson et al., 1981) modifikasyonuna göre histolojik olarak pulpitis sınıflaması şöyledir (Ricucci et al., 2014).

2.9.1. Reversibl Pulpitis Histolojisi

İltihaplanmamış ve atrofik pulpayı ifade eder. Atrofik pulpa, genç sağlıklı pulpa ile karşılaştırıldığında daha az hücre ve fibroblast içerir, ancak daha fazla kollajen demeti içerir. Odontoblastik tabaka azalmış ve düzleşmiş olabilir. Pulpa dokusunun her yerinde kalsifikasyon adaları görülebilir ve kalın dentin tabakaları pulpa hacmini azaltır. Koronal pulpada kronik iltihap belirtileri gösteren örnekler de görülmüştür. Bu durumlarda lenfositler ve plazma hücreleri, en derin çürük penetrasyon bölgelerinin altında orta

yoğunlukta toplanır. Koagülasyon veya likefaksiyon nekrozu alanları ve bakteriler yoktur (Ricucci et al., 2014).

2.9.2. İrreversibl Pulpitis Histolojisi

Koronal pulpada kısmi veya tam nekroz mevcuttur. Pulpa dokusunun en az bir alanı, çok küçük olsa bile, canlı ve ölü polimorfonükleer nötrofiller tarafından çevrili olarak likefaksiyon veya koagülasyon nekrozu görülür. Periferik olarak, kronik iltihap hücrelerinin (lenfositler, plazma hücreleri ve makrofajlar) yoğun halkaları bu merkezi apse bölgelerinin etrafında oluşur. Bakteri birikimleri/biyofilmleri, nekrotik pulpa dokusunu veya yanındaki dentin duvarlarını kolonize eder (Ricucci et al., 2014).

2.9.3. Sağlıklı Pulpanın Histolojisi

Dentin/predentin/odontoblast kompleksinde herhangi bir değişiklik olmayan pulpa mevcuttur. Dentin ve predentin boyunca birbirine paralel dentinal tübüller, sayılarında azalma olmadan gözlemlenir. Odontoblast tabakasında veya odontoblast hücre boyutunda azalma yoktur. Tersiyer dentin ve diğer kalsifikasyonlar yoktur. İnflamatuar hücre birikimleri, genişlemiş damarlar veya bakteriler bulunmaz (Ricucci et al., 2014).

2.9.4. Tedavi Edilmiş Pulpanın Histolojisi

Anormal histolojik bulgulara rağmen, belirgin bir inflammatuar birikimi olmayan pulpalarda normal bulgulardan sapmalar vardı. Pulpa odasında serbest veya yapışkan pulpa taşları, tübüler veya atübüler tersiyer dentin değişken miktarlarda bulunabilir. Dağınık inflammatuar hücreler, fibrozis, azalmış odontoblastik katman ve hiperemik damarlar görüldü (Ricucci et al., 2018).

2.10. Semptomlarına Göre Pulpitis Sınıflaması

2017 yılında yayımlanan bir makale pulpitis sınıflamasına yeni bir bakış açısı getirmektedir. Wolters ve arkadaşları, semptomlara dayalı dört farklı pulpitis kategorisi olan başlangıç, hafif, orta ve şiddetli olan bir sistem önerdi (Wolters et al., 2017).

Başlangıç pulpitis; Soğuk testte tepki artar ancak uzun süreli değildir, perküsyona duyarlı değildir ve kendiliğinden ağrı yoktur.

Hafif pulpitis; Soğuk, sıcak ve tatlı uyarıcılara karşı artan ve uzayan tepki, 20 saniyeye kadar sürebilir ancak sonra azalır, muhtemelen perküsyona duyarlı olabilir. Bu bulgulara uygun histolojik duruma göre, koronal pulpa ile sınırlı lokal iltihaplanma olduğu düşünülebilir.

Orta şiddetli pulpitis; soğuğa karşı güçlü, artan ve uzun süreli tepki, dakikalarca sürebilir, muhtemelen perküsyona duyarlı ve ağrı kesicilerle daha az veya daha fazla baskılanabilen kendiliğinden donuk ağrı. Bu bulgulara uygun histolojik duruma göre, koronal pulpasının yaygın inflamasyonlu olduğu düşünülebilir.

Şiddetli pulpitis; Şiddetli kendiliğinden ağrı ve sıcaklık ve soğuk uyarıcılara net ağrı tepkisi, genellikle keskin veya donuk ağrı, hastalar ağrı nedeniyle uyumakta zorlanırlar. Palpasyon ve perküsyona çok duyarlıdır. Bu bulgulara uygun histolojik duruma göre, koronal pulpada ki yaygın enflamasyonun kök kanallarına kadar uzandığı düşünülebilir.

2.11. Pulpal Enflamasyon

Pulpa iltihabını incelemek amacıyla deneysel bir fare modeli oluşturulan bir çalışmada, araştırmacılar farelerde pulpa maruziyeti indüklemiş ve inflamatuvar reaksiyonları 1-6-12-24-48 ve 72. saatlerde gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu ve histopatolojik analizler ile değerlendirmişlerdir. Farklı zaman dilimlerinde pulpa dokusunda inflamatuvar hücre infiltrasyonu, ödem, vasküler permeabilite de artış ve pulpa

nekrozu gibi değişiklikler gözlenmiştir. Pulpa dokusunda, maruziyetten 6 ila 12 saat sonra kırmızı kan hücrelerinin ekstrasvazasyonu yaşanmış ve bu durum odontoblast tabakasının yıkımına yol açmıştır. Pulpa dokusunda 24 saat sonra nekroz gözlenmiş ve bu nekroz 72 saat içerisinde koronal pulpa dokusuna yayılmıştır. Maruziyetten 72 saat sonra radiküler pulpa dokusunda büyük miktarda inflamatuvar hücre tespit edilmiştir. Histomorfolojik skorlar, maruziyet süresi uzadıkça inflamasyonun şiddetinin arttığını göstermiş ve 72 saatlik grup en yüksek skorları almıştır. İnflamatuvar sitokinlerin ekspresyon seviyeleri, 72 saatlik süre boyunca artış göstermiş olup, özellikle maruziyetten 6 ve 12 saat sonra yüksek ekspresyon oranları kaydedilmiştir. Bu çalışmada, pulpa dokusundaki inflamatuvar sitokinlerin ekspresyon seviyelerine odaklanmıştır. Bu sitokinler, immün yanıtı ve inflamasyonu düzenleyen sinyal molekülleri olarak işlev görürler. İncelenen inflamatuvar sitokinler arasında İnterlökin-1b, İnterlökin-6, Tümör nekroz faktörü alfa bulunmaktadır. Bu sonuçlar, pulpa iltihabının moleküler mekanizmalarına dair önemli bilgiler sunmaktadır (He et al., 2017).

Dışerde klinik ve histolojik olarak reversibl ve irreversibl pulpitis tanısı konulan durumlarda, iltihaplı pulpa dokusunda bazı proteinler/sitokinlerin (IL-1 β , IL-2, IL-6, IL-8, osteokalsin) ve enzimlerin (PGE2, eNOS) üretimi önemli ölçüde artmıştır. Farklı pulpal inflamasyon durumları arasında çeşitli inflamatuvar mediatörler ve osteokalsin arasında pozitif ve negatif korelasyonlar gözlemlenmiştir (Abd-Elmeguid et al., 2013). Ayrıca, reversibl ve irreversibl pulpitis durumlarında belirgin olarak farklı PGE2 ifade seviyeleri bulunmuştur (Donnermeyer et al., 2023; Petrini et al., 2012).

Pulpa iltihabının çürüğe yanıt olarak geri döndürülebilir olup olmadığını belirlemek, genellikle klinik pulpa maruziyeti olduğunda belirgindir. Ancak bazı çok derin ve yaygın çürük lezyonlarında, pulpa perforasyondan önce bile geri dönüşümsüz iltihaplanabilir. Bu durum, biyofilm altındaki dentinal tübüllerin ağır bakteriyel

invazyonu sonucu oluşur ve “fonksiyonel maruziyet” yaratabilir. İltihaplı pulpit vakalarında VPT’nin başarı oranı düşüktür, çünkü pulpa dejenerasyonunu ve enfeksiyonunu klinik ortamda güvenilir bir şekilde belirlemek zordur. Çürüğün veya restorasyonların tamamen çıkarılması mümkün olmadığında, gösterilemediğinde veya istenmediğinde pulpa maruziyeti belirlenemez ve doğru tanı için diğer klinik parametrelere güvenmek gereklidir (Ricucci et al., 2014).

Süt dişlerinde, irreversibl pulpitis durumlarında kanal tedavisi endikedir. Olgunlaşmamış bir başka deyişle immatür dişler, kök gelişimi ve apikal kapanması tamamlanmamış genç daimi dişleri ifade eder. Olgunlaşmamış kalıcı dişlerde, pulpotomi, apeksogenezis veya rejeneratif tedavi seçenekleri dikkatlice değerlendirilmelidir. Çünkü pulpa fonksiyonlarının kaybı yıkıcı nitelikte olacaktır (Fuks et al., 2016c).

Pulpanın erken inflamasyon aşamaları genellikle koronal pulpa dokusu ile sınırlıdır ve diğer pulpa alanları nispeten sağlıklıdır (Ricucci et al., 2014). Bazı durumlarda, klinik tedavi sürecinde ancak pulpa dokusunun doğrudan gözlemlenmesiyle kesin bir teşhis koymak mümkündür. Pulpadan gelen kanamanın renk ve miktarı, pulpa dokusunun görünümü, ekspozite alanın büyüklüğü hemostazın sağlanabilmesi dikkatlice değerlendirilmelidir (Seltzer et al., 1963). Olgunlaşmamış kalıcı dişler için VPT yöntemleri arasında direkt ve indirekt kuafaj, kısmi ve servikal pulpotomi bulunmaktadır (Fuks et al., 2016c).

2.12. Pulpanın İyileşme Potansiyeli

Genç daimi dişler, yoğun hücresel bir pulpa ve zengin bir damar kaynağına sahiptir, bu da yetişkinlerdeki aynı dişlerden daha iyi bir iyileşme potansiyeli sunar (Hargreaves et al., 2012). Bu dişlerin kök gelişimi derecesine bağlı olarak tedavi planının değiştirilmesi gerekebilir (Fuks et al., 2016c).

Diş çürüğü, pulpa dokusunun enfeksiyonuna yol açarak, bağışıklık yanıtını tetikler ve bu süreçte çeşitli inflamatuvar medyatörlerin salınımı gerçekleşir. Pulpa hücreleri, bu inflamatuvar yanıt sırasında, onarıcı mekanizmaları aktive ederek, dentin oluşumunu teşvik eden sinyaller gönderir. Ancak, bu iyileşme potansiyeli, enfeksiyonun şiddeti ve süresi ile doğrudan ilişkilidir. Literatürde ki bu çalışmada, pulpanın iyileşme kapasitesinin, inflamasyonun kontrol altına alınması ve dentin bariyerinin oluşumu ile mümkün olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle, düşük seviyelerdeki inflamatuvar sinyallerin, pulpa hücrelerinin mineralizasyon ve farklılaşma süreçlerini desteklediği, ancak yüksek seviyelerdeki sinyallerin ise hücre ölümüne yol açabileceği belirtilmektedir. Bu bağlamda, pulpanın iyileşme potansiyelinin artırılması için inflamasyonun etkili bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir (Farges et al., 2015).

Pulpanın iyileşme potansiyeli, özellikle erken evrelerdeki çürük lezyonlarına karşı sergilediği biyolojik tepkilerle doğrudan ilişkilidir. Pulpa dokusu, çürük ilerledikçe çeşitli savunma mekanizmalarını devreye sokarak, hasarı onarma kapasitesini gösterir. Bu iyileşme süreci, özellikle odontoblastlar tarafından gerçekleştirilen dentin üretimi ve hasarlı dokuların onarımıyla desteklenir. Odontoblastlar, dentin köprüsü oluşumunda rol oynayarak, pulpaya bakteriyel invazyonu sınırlar ve iyileşme sürecine katkıda bulunur. Pulpa dokusu aynı zamanda zengin sinir ağıyla inflamatuvar yanıtları düzenleyerek, nöropeptidler aracılığıyla immün yanıtları modüle eder ve inflamasyonun kontrol altına alınmasını sağlar. İmmatür dendritik hücreler, doğal öldürücü hücreler ve T hücreleri gibi doğuştan gelen immün hücrelerin bölgeye toplanması, hasarlı dokunun iyileşmesini hızlandırır ve pulpanın canlılığını korur. Bu hücresel ve moleküler yanıtlar, özellikle reversibl pulpitis durumlarında, pulpa dokusunun fonksiyonel bütünlüğünü sürdürmesini ve iyileşme potansiyelinin etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar (Hahn & Liewehr, 2007).

Son alışmalar, kalsiyum hidroksitin (KH) veya MTA'nın yara iyileşme sürecini uyarıcı mekanizmalarının, KH'in dentin matris bileşeni üzerindeki çözündürücü etkisi ile ilişkili olduğunu öne sürmektedir. Dentinogenez sırasında dentin matrisine hapsedilen büyüme faktörleri ve diğeri biyoaktif moleküller (örneğin, TGF-β'ler), KH 'in etkisiyle serbest bırakılabilir ve onarıcı dentinogenez sırasında gözlenen hücre davranışındaki değışiklikleri aracılık edebilir (Fuks et al., 2016d).

İyileşme, histolojik olarak periradiküler doku alanında yeni sement oluşumu, pulpa boşluğunda dentin köprüsü oluşumu ve düşük inflamatuvar yanıt ile meydana gelmektedir (Faraco Jr & Holland, 2001; Kim et al., 2016; Tawil et al., 2009).

2.13. Genç Daimi Dişlerde Vital Pulpa Tedavi Yöntemleri

Direkt kuafaj ve pulpotomi genç olgunlaşmamış daimi dişlerde reversibl pulpitis gibi enflamasyonun koronal pulpa ile sınırlı olduğu durumlarda önerilmektedir (Fuks et al., 2016d). Dentin-pulpa kompleksinin savunma tepkileri konusundaki bilgi birikimindeki ilerlemeler ve pedodontide minimal invaziv tedavi çözümleri geliştirmeye yönelik artan çabalar, VPT'ye olan ilgiyi önemli ölçüde artırmıştır (Dummer et al., 2019). ürükle pulpa maruziyeti sonrası yapılan VPT'nin sonucu, uygulanan protokol, kullanılan materyal ve operasyon öncesi gerçekleştirilen pulpal teşhis gibi çeşitli faktörlere bağılıdır (Cushley et al., 2021).

Çürük lezyonu veya restorasyon klinik veya radyografik olarak pulpa dokusuna yakın değılse, çürük dokusu tamamen çıkarılabilir ve sızdırmaz restorasyon uygulanabilir. Çürüğün dentin tabakasının tamamını penetre ettiği ve operatif müdahale sırasında pulpa ekspozisyonunun kaçınılmaz olduğu durumlarda, tedavi planlaması daha dikkatli yapılmalıdır. Bu gibi olgularda, pulpa dokusunun korunmasını amaçlayan aşamalı çürük uzaklaştırma veya selektif çürük temizliğı gibi minimal invaziv yaklaşımlar tercih edilmelidir. Öte yandan, çürük lezyonu ile pulpa arasında radyoopak

sert dentin bariyerinin mevcut olduğu vakalarda, pulpa ekspozisyonu riski düşük kabul edilmekte ve daha konvansiyonel restoratif işlemler güvenle uygulanabilmektedir. Derin veya aşırı derin çürük vakalarında, pulpa çürüğe maruz kalmış ve spontane ağrı varsa direkt kuafaj veya pulpotomi prosedürleri uygulanabilir. Genel olarak, apeksi gelişmemiş olan dişlerde, kök gelişiminin devamını sağlamak için pulpanın korunması tercih edilir. Eğer pulpanın korunması başarılı olmazsa, apeksifikasyon veya revitalizasyon teknikleri düşünülebilir (H. F. Duncan et al., 2023).

2.13.1. İndirekt Kuafaj

Çürüğün selektif biçimde temizlendiği ve kavitenin biyouyumlu bir materyalle geçici veya kalıcı olarak restore edildiği indirekt kuafaj prosedürü, laboratuvar çalışmaları ve olumlu klinik kanıtlar, bu yöntemin etkinliğini desteklemektedir. Derin çürüklü ancak reversibl pulpitis semptomlarına sahip dişler, bu prosedür için uygun endikasyonu oluşturmaktadır. Klinik prosedür, çürüğün alınması ancak pulpanın açığa çıkmaması için gerekirse çürüğün pulpa boynuzu üzerinde kalmasına izin verir. Çürüğün mine-dentin sınırında rezidüel olarak bulunması, tamir sürecinde yeterli sızdırmazlık oluşturmayı engeller. Bu nedenle, kavite duvarları sağlam diş yapısına kadar temizlenir. Kavite tabanındaki kalan ince çürük tabakası radyoopak, biyouyumlu bir baz materyal ile kaplanır ve dayanıklı bir final restorasyon ile kapatılır. Önceki dönemlerde, son restorasyon için 6 ila 8 hafta beklemek önerilse de (aşamalı), bunun gerekli olduğuna dair kesin kanıt yoktur ve tedavinin başarısını azaltabilir. Bu sebepten dolayı, klinisyenler genellikle dişi kalıcı olarak restore ederek mikrosızdırmazlığını temin etmeye çalışır. Dişin 6 ila 8 hafta sonra yeniden açılması gerektiğinde, rezidüel çürüğün dikkatlice uzaklaştırılması, sklerotik olan sağlam bir dentin tabanını ortaya çıkarabilir. Eğer sağlam bir dentin tabakası pulpayı kaplıyorsa, diş kalıcı olarak restore edilir (Dean, 2021).

2.13.2. Direkt Kuafaj

Pulpa kuafajı, yıllardır yaygın bir şekilde uygulanmış ve birçok diş hekiminin vital pulpalı dişleri tedavi etmek için tercih ettiği bir yöntem olmuştur. Genel olarak, pulpa kuafajında travma veya kavite hazırlığı sırasında meydana gelen ve sağlam dentin tarafından çevrelenmiş ekspoze alan ile sınırlı olması gerektiği kabul edilmektedir. Pulpa kuafajı, genellikle ağrı olmayan durumlarda düşünülmelidir. Tüm pulpa tedavi prosedürleri steril aletlerle ve temiz koşullarda gerçekleştirilmelidir. Rubber dam kullanımı, pulpanın dış kontaminasyondan korunmasına yardımcı olur. Preparasyon işlemine başlamadan önce, çürük dentinin en çok pulpa ekspoza neden olabilecek bölgesindeki tüm periferik çürük dokusu temizlenmelidir (Dean, 2021).

Pulpa kuafajı, normal veya reversibl pulpitisli dişlerde son zamanlarda yaşanan travmatik bir yaralanmanın ardından veya kavite hazırlığı sırasında pulpanın ekspoze olduğu durumlarda gerçekleştirilebilir. Bu tedavinin amacı, pulpa vitalitesini koruyarak bir kalsifiye bariyer (reparatif dentin) oluşturarak ekspoze alanı örtmektir. Dişler çürükten etkilenmiş ise pulpanın bakterilere veya bakteri ürünlerine karşı inflamatuvar bir yanıt oluşturduğu göz önünde bulundurmak önemlidir. Direkt pulpa kuafajı, pulpanın kontaminasyonunu önlemek için pulpa ekspoza hemen sonra yapılmalıdır (Fuks et al., 2016d).

Direkt pulpa kuafajı, minimal doku kaybı hedefleyen yapısıyla, özellikle genç daimi dişlerde ve sağlıklı pulpa dokusunun korunmasının mümkün olduğu molar diş vakalarında, fonksiyonel diş ömrünü uzatma potansiyeli taşıyan önemli bir tedavi seçeneğidir. Direkt pulpa kuafajı işlemi, yalnızca restorasyonu mümkün olan bir dişte, non-selektif çürük dokusu uzaklaştırılmasının ardından uygulanmalıdır (Dummer et al., 2019).

2.13.3. Pulpotomi

Pulpotomi, koronal pulpanın tamamen çıkarılması ve sağlıklı kök pulpa dokusunun korunmasıyla gerçekleştirilen bir tedavi yöntemidir. Özellikle genç daimi dişlerde ve pulpa dokusunun canlılığını koruduğu durumlarda tercih edilen pulpotomi, radiküler pulpa dokusunun iyileşmesine ve fonksiyonunu devam ettirmesine olanak tanır (Berman & Hargreaves, 2020).

Daimi dişlerdeki çürükle pulpa maruziyetlerinin tedavisinde, ekspozite bölgede bulunan pulpada patolojik bir değişiklik olduğunda KH veya MTA'nın kullanımı önerilebilir. Bu prosedür, kök kanallarında sağlıklı pulpa dokusu bulunan ancak olgunlaşmamış kök gelişimi gösteren kalıcı dişler için özellikle uygundur. Prosedür tek bir randevuda tamamlanır. Güncel literatür, VPT yaklaşımlarının yalnızca reversibl pulpitis olgularıyla sınırlı olmadığını; semptom ve bulguları irreversibl pulpitis ile uyumlu olan daimi dişlerin de uygun vaka seçimiyle tedavi kapsamına alınabileceğini ortaya koymaktadır (Duncan, 2022; Elmas et al., 2023; Lin et al., 2022; Rueda-Ibarra et al., 2023). Prosedür, koronal pulpanın amputasyonunu, kanamanın kontrolünü ve kanallarda kalan pulpa dokusunun üzerine biomateryal yerleştirilmesini içerir. Yeterli bir sızdırmazlık sağlamak için MTA üzerine RMCİS koruyucu bir tabaka olarak yerleştirilir. Diş daha sonra daimi restorasyonu için hazırlanır. Ancak, koronal dokunun amputasyonundan sonra pulpa kanallarındaki doku hiperemik görünüyorsa, pulpotomi yerine rejenerasyon düşünülmelidir. Kalıcı dişlerin pulpotomi yöntemiyle tedavisi, dişlerin mevcut tekniklerle dikkatlice seçilmesi durumunda daha yüksek bir başarı oranı görülmektedir (Dean, 2021).

Bu prosedür, pulpanın nörosensoryal fonksiyonlarının, özellikle de proprioepsiyon yetisinin devamlılığı açısından, geleneksel kök kanal tedavisine kıyasla belirgin üstünlükler sunmaktadır. Bu sayede dişin çevresel kuvvetlere karşı duyarlılığı

sürdürülerek, oklüzal travmalara karşı doğal bir koruma mekanizması sağlanır. Pulpotomi işlemi klinik açıdan daha ekonomik bir yaklaşım sunmakta, daha kısa sürede tamamlanabilmekte ve hasta uyumunu artırmaktadır (Schwendicke & Stolpe, 2014).

2.14. Vital Pulpa Tedavilerinde Kullanılan Materyaller

İdeal pulpa kaplama materyali çeşitli özelliklere sahip olmalıdır. Öncelikle, biyouyumlu olmalıdır, yani vücutta herhangi bir olumsuz reaksiyona neden olmamalıdır. Ayrıca, antibakteriyel özelliklere sahip olmalı ve bakteriyel sızıntıyı engellemelidir. Uygulanan biyomateryalin, diş pulpasını fiziksel ve termal etkilere karşı izole etmesi ve alkali bir ortam oluşturarak çürüğe bağlı asitleri nötralize etmesi, pulpa sağlığının korunmasında kritik öneme sahiptir. Ayrıca, pulpayı kimyasal olarak uyarak savunma mekanizmasını harekete geçirmelidir. Bununla birlikte, biyomateryal sedatif etkiye sahip olmalı ve işlem sırasında konfor sağlamalıdır. Hem hazırlanması hem de kullanımı kolay olmalıdır, böylece diş hekimleri etkili bir şekilde kullanabilir. Son olarak, ekspozite pulpa dokusunu örtecek dentin köprüsü yapımını teşvik etmelidir, bu da dışın doğal yapısını korur ve iyileşme sürecini destekler. Bu niteliklerin birleşimi, etkili ve sağlıklı bir diş biyomateryalinin temel gereksinimlerini oluşturur (Dean, 2021; Torabinejad & Parirokh, 2010).

Pulpa kaplama materyalinin özellikleri önemlidir: biyomateryal, çözünmez, bakteri kontaminasyonunu önlemek için iyi bir sızdırmazlık sağlayabilen ve pulpa onarımını ve dentin köprüsü oluşumunu teşvik edebilen bir malzeme olmalıdır. İdeal olarak, direkt pulpa kuafajı sonrasında oluşan dentin köprüsü, daha sonraki bir aşamada bakterilerin pulpa içine sızıntıya izin vermeyecek yapıda olmalıdır. MTA ve KH en sık önerilen kaplama materyalleridir. İki materyalin de VPTsindeki mekanizması benzerdir, çünkü MTA'nın ana çözünür bileşeni KH'tir. KH, sulu bir ortamda kalsiyum ve hidroksil iyonlarına çözünerek yakın çevrede yüksek bir pH (~12) oluşturur. Alkalen pH, bu

materyallerin antibakteriyel aktivitesinden sorumludur. KH'in açığa çıkarılması sonucunda ortaya çıkan yüksek pH'nin neden olduğu yüzeyel nekroz, dokuya düşük dereceli bir tahrişe ve pulpanın savunma ve onarımını uyarmaya neden olur. MTA örtülen pulpada hafif inflamatuvar ve nekrotik değişikliklere neden olur. Dolayısıyla, geleneksel KH' ten daha az kostik etkiye sahiptir. Kalsiyum iyonları, MTA'dan salınır ve etkileşen pulpal hücrelerdeki sitolojik ve fonksiyonel değişiklikleri kontrol eden mekanizma ile ilişkilendirilen inorganik çökelmeler oluşturur (Fuks et al., 2016a).

2.14.1. Kalsiyum Hidroksit

KH' in yüksek pH ve düşük çözünürlüğü, antibakteriyel etkisini uzatır. Ancak, su çözünür olması nedeniyle, sızdıran restorasyonlar altında çözünebilir ve yıkanabilir ve dolgu malzemesi altında boş bir alan bırakabilir. Sertleşmiş KH materyali dentin köprüsü oluşumunu indükleyebilir, ancak etkili ve uzun vadeli bakteri veya ürünlerine karşı sızdırmazlık sağlamaz. Son çalışmalar, KH'in veya MTA'nın yara iyileşme sürecini uyarıcı mekanizmalarının, KH' in dentin matris bileşeni üzerindeki çözündürücü etkisi ile ilişkili olduğunu öne sürmektedir.

KH, 1921 yılında diş hekimliğine tanıtılmış olup, uzun yıllar boyunca direkt pulpa örtüleme işlemlerinde “*altın standart*” olarak kabul edilmiştir. KH'in bu statüsünü kazanmasında etkili olan başlıca faktörler, güçlü antibakteriyel özellikleri ve klinik başarı geçmişi. Bununla birlikte, bu malzemenin bazı dezavantajları da mevcuttur. Özellikle kendi kendine sertleşen formülasyonlar, yüksek çözünürlük gösterir ve zamanla çözünme eğilimindedir. Ancak, KH çözüldüğünde, dentin köprüsünün zaten oluşmuş olduğu gözlemlenmiştir, bu da materyalin pulpa örtülemesi sürecindeki etkinliğini sürdürdüğünü göstermektedir. KH, yapışkan özelliklere sahip olmaması ve zayıf bir sızdırmazlık sağlaması gibi sınırlamalara da sahiptir.

KH ile pulpa örtüleme sonrasında, bazı durumlarda onarıcı dentinde “tünel defektleri” olarak adlandırılan yapılar gözlemlenmiştir. Bu defektler, maruziyet bölgesinden onarıcı dentin boyunca pulpa kadar uzanan açıklıklar olarak tanımlanmış olup, bazen içlerinde fibroblastlar ve kapillerler de bulunabilir. Ancak diğer araştırmalar, dentin köprüsünün kalınlaştıkça kalitesinin arttığını ve çoğu zaman bu defektlerin pulpa ile doğrudan ilişkisi olmadığını göstermiştir. İnsan çalışmalarında tünel defektlerinin yaygın bir bulgu olmadığı da literatürde vurgulanmaktadır.

KH’in pulpa onarımını birkaç mekanizma aracılığıyla sağladığı düşünülmektedir. Antibakteriyel özellikleri sayesinde pulpa içine bakteriyel penetrasyonu en aza indirmekte veya tamamen ortadan kaldırmaktadır. Geleneksel görüşe göre, KH’in yüksek pH’sı, pulpa dokusunda irritasyona neden olarak onarım sürecini tetiklemektedir. Son yıllarda, bu mekanizmanın biyolojik olarak aktif moleküllerin salınımı ile ilişkili olabileceği ileri sürülmüştür. Dentinogenez sırasında dentin matriksine dahil edilen çeşitli proteinler, özellikle Kemik Morfogenetik Protein ve Dönüştürücü Büyüme Faktörü-Beta 1, pulpa onarımını teşvik edici özellikler göstermektedir. KH’ in bu proteinleri dentinden çözündürdüğü ve pulpa örtüleme sonrası onarım sürecinde biyolojik olarak aktif moleküllerin salınımının önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (Hilton, 2009).

2.14.2. MTA

1993 yılında diş hekimliğine girmesinden bu yana, MTA endodonti alanında büyük bir etki yaratmıştır. MTA, nem varlığında sertleşen ince hidrofilik partiküllerden oluşan bir tozdur. Bu malzeme, rafine edilmiş Portland çimentosu ve bizmut oksit karışımından oluşur ve bileşiminde dikalsiyum silikat, trikalsiyum silikat, trikalsiyum alüminat ve tetrakalsiyum aluminoferrit bulunur. Ayrıca, kimyasal ve fiziksel özelliklerini değiştiren SiO₂, CaO₂, MgO, K₂SO₄ ve Na₂SO₄ gibi az miktarda diğer

mineral oksitleri içerdği de bildirilmiştir. MTA'nın pH değeri sertleştikten sonra, su ile reaksiyonu sonucu oluşan Ca(OH)_2 nedeniyle 12.5'tir (Fuks et al., 2016a).

Başlangıçta kanal dolgu materyali olarak geliştirilen MTA, kemik iliği hücrelerinden sitokinlerin serbest bırakılmasını indüklemesi, sert doku oluşumunu uyarması, pulpa üzerinde odontojenik etki göstermesi, antimikrobiyal olması, pulpayı sızdırmaz şekilde örtmesi ve sitotoksosite göstermemesi gibi üstün özellikleri ile pulpa kuafajı ve pulpotomi gibi vital tedavilerde kullanılmaya başlanmıştır (Tziafas et al., 2000).

MTA, direkt kuafaj için tercih edilen malzeme olarak KH'e göre bazı avantajlara sahiptir. Biyolojik olarak antibakteriyel etkiye sahip olan sertleşmiş bir biyomateryaldir. Bu özellikler, mikrosızıntıyı önlemekte etkili olup, tedavi sonucunu iyileştirir (Kim et al., 2016). MTA, minimal pulpal nekrozu ve açığa çıkan pulpada minimal inflamatuvar reaksiyonla birlikte reparatif dentin oluşumunu uyarır. MTA ile direkt kuafaj sonrasında, sert bir doku bariyerinin başlangıcı 2 hafta sonra gözlemlenirken, 3 hafta sonra bir fibro dentin matrisi ile ilişkili olarak reparatif dentinogenez gözlemlenmiştir. Ayrıca, KH'e kıyasla, MTA'nın daha üstün yapısal bütünlüğü görülmüştür (Fuks et al., 2016a).

ProRoot® MTA gibi hidrolik kalsiyum silikat çimentosu, pulpal yanıtı düzenleyerek pulpal inflamasyonu azaltır ve sertleşen KH malzemelerine kıyasla maruz kalan pulpa üzerinde sert doku köprüsü oluşumunun kalitesini artırır (Careddu & Duncan, 2021; Nair et al., 2008). MTA, son yıllarda direkt kuafaj materyali olarak büyük ilgi görmüştür. Henüz sertleşmemiş MTA, esas olarak trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat ve trikalsiyum alüminat formunda kalsiyum oksitten oluşmaktadır (Kim et al., 2016). Radyopasite sağlamak amacıyla bizmut oksit eklenmiştir. MTA, bir oksit karışımı yerine silikat çimento olarak kabul edilir ve biyoyumluluğu reaksiyon ürünlerinden kaynaklanır. İlginç bir şekilde, MTA'nın su ile birincil reaksiyon ürünü kalsiyum

hidroksittir ve bu nedenle MTA'nın biyouyumluluğunu sağlayan aslında KH oluşumudur. Bu sebeple, MTA'nın avantajları ve olası etki mekanizmalarının birçoğu, antibakteriyel özellikleri, yüksek pH, radyopasite ve biyoaktif dentin matriks proteinlerinin salınımına yardımcı olma yeteneği KH ile benzerdir. MTA ve KH arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. İlk olarak, MTA iki renkte mevcuttur: beyaz ve gri. Gri versiyon, demir ilavesinden kaynaklanmaktadır. Diğer önemli bir fark ise MTA'nın diş yapısına sızdırmazlık sağlamasıdır. Bununla birlikte, MTA'nın bazı dezavantajları da vardır. Yüksek çözünürlük göstermiş olup, suda 78 gün boyunca saklandığında %24'lük bir kayıp göstermiştir. Gri MTA formülasyonundaki demir varlığı, dişin kararmasına neden olabilir. MTA'nın önemli bir dezavantajı ise yaklaşık 2 saat 45 dakika süren uzun sertleşme süresidir. Bu, pulpa örtülemesinin iki aşamalı bir prosedürde yapılmasını gerektirir; MTA'nın sertleşmesi için geçici bir restorasyon yerleştirilir ve ardından kalıcı restorasyon uygulanır ya da kalıcı restorasyon sırasında MTA'yı korumak için hızlı sertleşen bir kaide kullanılır.

Bugüne kadar edinilen bilgiye göre, MTA'nın başarısının muhtemelen KH rezervuarı işlevi görmesi ve/veya pulpa maruziyeti bölgesinde bir sızdırmazlık sağlamasından kaynaklandığı görülmektedir. MTA, KH' ten daha iyi bir sızdırmazlık sağlasa da, pulpa örtüleme malzemesi olarak kullanılan her iki durumda da, üzerine cam iyonomer veya rezin modifiye cam iyonomer kaide uygulanması gerekmektedir. KH kullanılması durumunda, bu kaide materyalleri, KH' in tek başına sağlayamayacağı koruyucu antibakteriyel sızdırmazlık sağlamak için gereklidir. MTA kullanıldığı durumunda ise, daimi restorasyon sırasında MTA'yı korumak için kaide gereklidir çünkü uzun sertleşme süresi boyunca, MTA sertleşene kadar geçici bir restorasyon yerleştirilmesi gerekecek ve ardından nihai restorasyon için hastanın ikinci bir randevuya gelmesi gerekecektir (Hilton, 2009).

İdeal bir biyomateryal, biyoyumlu olmalı, onarıcı dentinogenezi tetiklemeli, bakteriyel bir sızdırmazlık sağlamalı ve uygun mekanik özelliklere sahip olmalıdır (Rafter, 2005). Günümüzde, modern hidrolik kalsiyum silikatlar, sağladıkları etkililiği, antibakteriyel etkileri ve mükemmel biyoyumlulukları nedeniyle VPT için tercih edilen biyomateryallerdir (Lovato & Sedgley, 2011; Torabinejad & Parirokh, 2010). MTA, pulpotomi, indirekt ve direkt kuafaj işlemlerinde başarıyla kullanılmıştır (Barrieshi-Nusair & Qudeimat, 2006; Bogen et al., 2008; Sharma et al., 2020).

ProRoot MTA, dentin köprüsü oluşumunu teşvik ederek pulpa iyileşmesini destekleyen etkisi sayesinde VPT' lerde etkinliği kanıtlanmış bir materyaldir. Yüksek biyoyumluluğu, mutajenik potansiyel taşıması ve güçlü sızdırmazlık özelliği ile ön plana çıkmıştır (Kim et al., 2016).

2.14.3. Biodentine™

Biodentine™, zirkonyum oksit opasite ajanı ve çeşitli katkı maddeleri içeren 2009 yılında piyasaya sürülen ikinci nesil bir hidrolik kalsiyum silikat malzemesidir (Malkondu et al., 2014). Biodentine™, hem pulpa ile doğrudan temasında hem de kaplama malzemesi olarak kullanıldığında, herhangi bir konsantrasyonda pulpal hücreler üzerinde sitotoksik veya genotoksik bir etkiye sahip değildir (Laurent et al., 2008). Biodentine™'nin sıvı ve toz bölümleri karıştırıldığında, kalsiyum silikat su ile reaksiyona girerek silikat, kalsiyum ve hidroksil iyonları çıkarır ve yüksek bir pH seviyesi oluşturur. Bu süreçte oluşan kalsiyum silikat jeli, sertleşmenin sonunda katı hale gelir (Allen et al., 2007; Ozbay et al., 2014). Ayrıca, Biodentine™, dentin köprüsü ve reaktif dentin oluşumunu uyaran biyoaktif ve biyoyumlu bir maddedir. Ayrıca, pulpa üzerine direkt uygulamalarda kök hücrelerin büyümesini, migrasyonunu ve adezyon yeteneğini geliştirebilir (Kim et al., 2016; Luo et al., 2014).

2.15. Koronal Restorasyon

VPT'leri takiben uygulanan koronal restorasyonlar, biyomateryalin korunması ve mikroorganizma girişinin önlenmesi açısından önemlidir. Uzun sertleşme süresi gösteren, MTA'nın üzerine uygulanacak restoratif materyalin seçiminde bazı teknik hassasiyetleri beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, MTA ile kompozit arasında bir kaide materyali kullanımı, hem adezyonu artırmakta hem de mikrosızıntıyı azaltarak restorasyonun uzun dönem başarısını olumlu yönde etkilemektedir (Patil et al., 2016).

RMCİS, MTA ile kimyasal etkileşim oluşturabilen ve ara yüzde stabilite sağlayabilen materyaller arasında yer almaktadır. RMCİS kaide olarak kullanıldığı restorasyonlarda, MTA'nın üzeri örtülmekte, böylece hem MTA'nın sertleşme süreci desteklenmekte hem de dış ortamla teması sınırlandırılmaktadır. Bu kombinasyonun, tek seansta uygulanabilirliği ve klinik adaptasyon avantajları nedeniyle tercih edildiği bildirilmektedir. MTA'yı takip eden restoratif materyal seçiminde, materyalin kimyasal yapısı, uygulama protokolü ve zamanlaması göz önünde bulundurulmalı; RMCİS ve cam iyonomer siman (CİS) gibi materyallerin MTA ile tek seanslık prosedürlerde kullanılabileceği ifade edilmiştir (Dean, 2021; Kazemipoor et al., 2018).

RMCİS kaide uygulamasını takiben, restorasyonun fonksiyonel ve estetik gereksinimlerini karşılamak amacıyla kompozit rezin ile restorasyonun tamamlanması önerilmektedir. Kompozit restorasyonlar, yüksek mekanik dirençleri ve estetik sonuçları nedeniyle VPT'leri takiben ideal koronal restorasyon seçeneği olarak kabul edilmektedir (Cho et al., 2022; Kodzaeva et al., 2019; Nandini et al., 2007).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırmanın Kapsamı

Bu çalışma ile Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Kliniğine tedavi amacıyla başvuran, sistemik rahatsızlığı bulunmayan 7 ila 10 yaş aralığındaki çocuklarda derin dentin çürüğü bulunan reversibl pulpitis semptomlarına sahip immatür alt daimi birinci büyük azı dişlerinin tedavisi planlanmıştır.

3.2. Örneklem Belirlenmesi

Araştırmanın ana hipotezlerinde kategorik değişkenlerin arasındaki ilişkilerin incelenmesi planlanmıştır. Bu çalışmada “G. Power-3.1.9.2” programı kullanılarak, %95 güven düzeyinde örneklem büyüklüğü hesaplanmıştır (Cohen, J.;1988). Analiz sonucunda $\alpha=0,05$ standardize etki büyüklüğü daha önce benzer bir çalışma olmaması ve uzman görüşü sebebiyle 0,40 (orta düzey) olarak alınmış, 0,80 teorik güç ile için minimum örneklem hacmi 50 olarak hesaplanmıştır.

Gözlemlerde oluşabilecek kayıplar düşünüldüğünde elde edilmesi gereken minimum örneklem hacminin %20’nin boyutunda ek gözlem (50 gözlem için 10 gözlem) elde edilmesi kararı alınmış ve minimum örneklem hacmi 60 olarak belirlenmiştir.

3.3. Etik Kurul Onayı

Tez çalışmamızın etik kurul onayı, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun, “02.05.2023 tarih ve 3 no’lu Toplantı sayısı Karar No: B.30.2.ATA.0.01.00/360” yazısı ile verilmiştir. Çalışmamıza ait etik kurul kararı EK-3’te sunulmuştur. Bu klinik araştırma, ‘NCT06575062’ protokol numarasıyla ClinicalTrials.gov sisteminde kayıt altına alınmış olup, çalışma metodolojimizin uluslararası standartlara uygunluğunu ve şeffaflığını belgelemektedir.

3.4. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Hastaların tedavileri Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Kliniğinde yapılmıştır. 30.05.2023- 15.11.2023 tarihleri arasında tedavi ve 31.08.2023- 15.05.2025 tarihleri arasında takipleri yapılmıştır.

3.5. Araştırmaya Katılan Bireylerin Seçimi

3.5.1. Dahil Edilme Kriterleri

- Yaşları 7-10 arasında değişen
- Reversibl pulpitis semptomları gösteren
- Kendiliğinden başlayan, uzun süre geçmeyen, zonklayıcı ve gece ağrısı bulunmayan.
- Kök ucu açık (Moorrees R^{3/4}, Rc) daimi mandibular molar dişlere sahip hastalar dahil edilmiştir.

3.5.2. Hariç Tutulma Kriterleri

- Sistemik hastalığı bulunan çocuklar
- Bukkal/lingual bölgede fistül ya da şişlik gibi pulpa nekroz bulgusu olan
- Bukkal/lingual bölgede palpasyon hassasiyeti olan
- Perküsyonda ağrı olan
- Radyografide interradiküler, periradiküler radyolusensi olan
- İnternal/eksternal kök rezorpsiyonu olan
- Periodontal aralıkta genişleme olan
- Restorasyon başarısızlığına neden olabilecek aşırı madde kaybına sahip çürüklü ve MIH'a sahip dişler
- Kök pulpasında iltihap ve hiperemi görülen hastalar

3.6. Araştırmanın Tipi

Bu çalışma, derin çürük lezyonlarına sahip daimi dişlerde uygulanan VPT yöntemleri (pulpotomi ve direkt kuafaj) sonrasında elde edilen klinik ve radyografik sonuçların değerlendirilmesini amaçlayan prospektif bir klinik çalışmadır. Araştırma kapsamında, belirlenen hasta grubuna tek seanslık müdahale uygulanmış ve belirli aralıklarla klinik-radyografik takipler yapılmıştır.

3.7. Çalışmada Kullanılan Değişkenler

3.7.1. Bağımlı Değişkenler

- Tedavi başarısı (klinik ve radyografik değerlendirme)
- Pulpal vitalitesinin korunması
- Kök gelişiminin devamı
- Radyografik patoloji varlığı/yokluğu
- Ek endodontik tedavi ihtiyacı

3.7.2. Bağımsız Değişkenler

- Uygulanan tedavi yöntemi (koronal pulpotomi / direkt pulpa kuafajı)
- Kullanılan biyomateryal (ProRoot MTA)
- Hastanın yaşı
- Hastanın cinsiyeti

3.8. Tedavi Protokolü

Bu çalışma ile Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti kliniğine tedavi amacıyla başvuran, sistemik rahatsızlığı bulunmayan 7 ila 10 yaş aralığındaki 60 hastanın, 72 derin dentin çürüğü bulunan geri dönüşümlü pulpitis semptomlarına sahip immatür alt daimi birinci büyük azı dişlerinin tedavisi planlanmıştır. Hastaların muayenesi ve tedavisi yapılacak dişin semptomları EK-5'te verilen hasta takip formuna kaydedilmiştir. Tedaviden önce uygulanacak işlem hakkında çalışmaya dahil edilen tüm

çocuklara ve çocukların ebeveynlerine detaylı bilgi verilmiş ve çalışma için onayları alınarak hem çocuğa hem de ebeveynine *Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu* imzalatılmıştır.

Araştırma reversibl pulpitisli hastalarda güncel tedavi yöntemleri arasında kliniğimizde de rutin olarak uyguladığımız pulpotomi ve direkt kuafaj tedavilerinin 18 aylık takibini içermektedir. Hastalardan tedavi öncesi periapikal radyografi alınmıştır. Radyografik olarak çürüğün pulpayla ilişkili olduğu tespit edilen klinik olarak da reversibl pulpitis tanılı dişler çalışmaya dahil edilmiştir. Kavite preperasyonu ve çürüğün temizlenmesinin ardından pulpanın ekspoz olduğu alanın sayısı ve çapına göre hastalara yapılacak pulpal tedavi yöntemi belirlenmiştir. Bu çalışmada iki farklı pulpa tedavisi sonrasında farklı kök gelişim aşamalarında olan 72 diş başlangıç, 3, 6, 12 ve 18. aylarda klinik ve radyografik olarak değerlendirilmiştir. Pulpotomi tekniğinde kök kanal ağızları, direkt kuafaj tedavisinde ise ekspoz pulpa; ProRoot MTA (Dentsply, Tulsa, OK, USA) ile örtülmüştür.



Şekil 3.1. Tedavilerde kullanılan RMCİS (Ionoseal) ve MTA (Proroot)

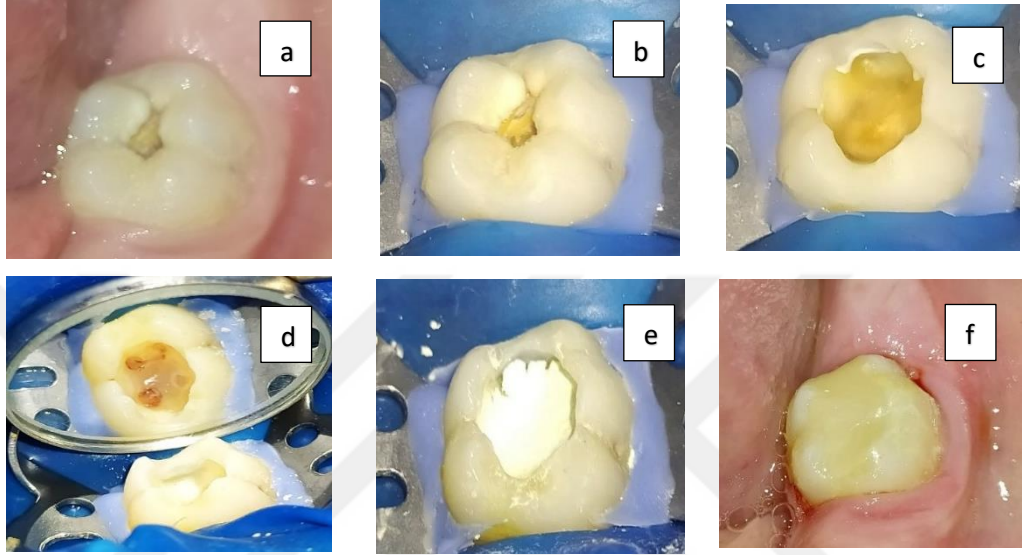
3.8.1. Dişlerin Tedaviye Hazırlanışı

Tüm hastaların klinik ve radyografik muayenelerinin ardından, anestezi uygulanacak bölge hava ile kurutulmuş, ardından topikal anestezik ajan emdirilmiş pamuk pelet (Locanest %10 sprey, Avixa, İstanbul, Turkey) bölgeye uygulanmıştır. Bunu

takiben, vazokonstriktör içeren lokal anestezi (Ultracain D-S Ampul; artikain hidroklorür/epinefrin hidroklorür, Aventis, İstanbul) ile mandibular anestezi gerçekleştirilmiştir. Anestezi sonrası, lastik örtü ile izolasyon sağlanmış ve işlem sahası (kavite ve diş yüzeyi) %2 povidon iyot ile yüzeysel olarak dezenfekte edilmiştir. Tüm hastaların klinik ve radyografik muayenelerinin ardından anestezinin yapılacağı bölge hava ile kurutulduktan sonra topikal anestezi (Locanest %10 sprey, Avixa, İstanbul, Turkey) emdirilmiş pamuk pelet uygulanmış ve ardından vazokonstriktör içeren lokal anestezi (Ultracain D-S Ampul, artikain hidroklorür / epinefrin hidroklorür, Aventis, İstanbul) kullanılarak mandibular anestezi uygulanmıştır. Anestezi sonrası lastik-örtü izolasyonu yapıldıktan sonra işlem sahasının (kavitenin ve dişin yüzeyinin) %2 povidon iyot ile yüzeysel dezenfeksiyonu sağlanmıştır. Kavite preparasyonu ISO 018 numaralı elmas rond (Diatech, Coltene Whaledent AG, Altstätten, İsviçre) frezlerle açılmış, daha sonra dentindeki çürük doku ISO 021-023 numaralı çelik rond frezler (NTI-Kahla GmbH, Kahla, Almanya) ile uzaklaştırılmıştır. Çürük temizlenirken kavite %2.5'lik NaOCl ile nemlendirilmiş pamuk peletlerle silinmiştir. Çürüğün tamamen uzaklaştırılmasını takiben açılan pulpal yüzeyin çapına ve sayısına göre belirlenen direkt kuafaj veya pulpotomi tedavisine devam edilmiştir.

Direkt Kuafaj Prosedürü: Pulpanın 2 mm'den az açılma durumunda direkt kuafaj tekniği uygulanmıştır. Bu uygulamada açılan pulpa sebebiyle daha düşük konsantrasyonda %0.5'lik NaOCl ile kavite dezenfeksiyonu sağlanmış ve kanama kontrol altına alındıktan sonra MTA (ProRoot MTA, Dentsply, Tulsa, OK, USA) üretici firma önerilerine göre hazırlanarak ekspoz alan üzerine yerleştirilmiştir. Yerleştirilen MTA üzeri RMCİS (Ionoseal, VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany) ile örtülmüştür. Kavite duvarlarına bulaşan materyal artıkları restoratif materyalin bağlanmasını olumsuz etkilememesi ve sızdırmaz bir restorasyon sağlanması için çelik ront frez ile

uzaklaştırılmıştır. Ardından kavite duvarları %35'lik ortofosforik asit (Vococid, Voco, Germany) ile pürüzlendirilmiştir. Dentin bağlayıcı bonding ajan (Futurabond-U Voco, Germany) uygulamasından sonra tabakalama tekniği kullanılarak üst restorasyon kompozit rezin (Solare-X, GC, Tokyo, Japan) ile tamamlanmıştır.

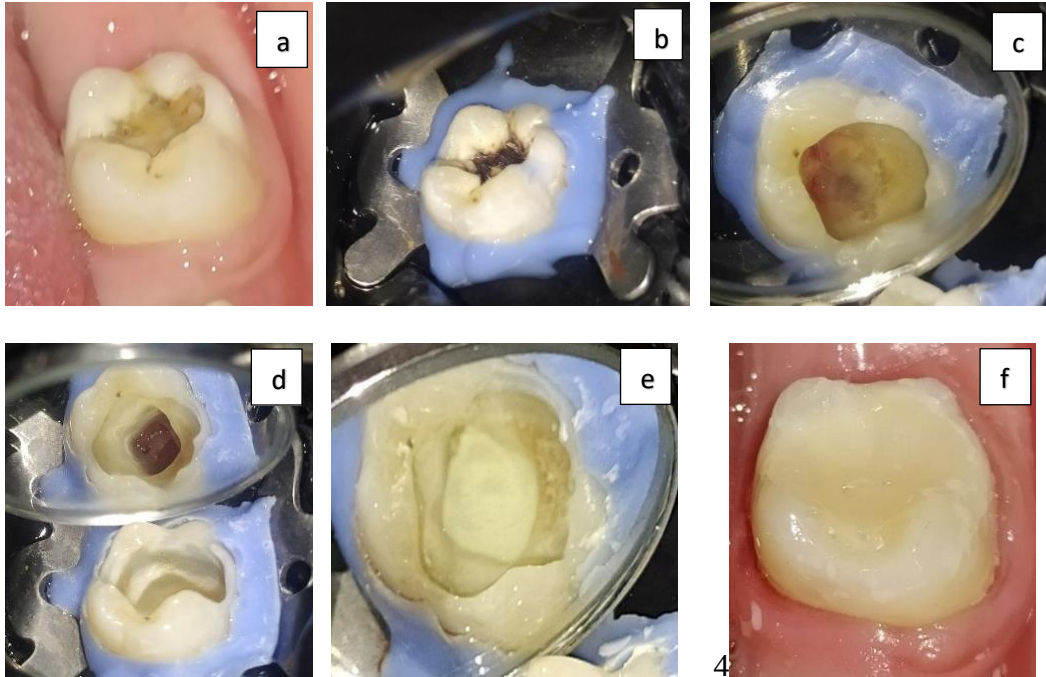


Şekil 3.2. Direkt kuafaj uygulanan bir olguda klinik işlemlerin görüntüleri.

Tedavi öncesi alınan intraoral fotoğrafta, direkt kuafaj uygulanan dişin klinik durumu değerlendirilmiştir (a). Lokal anestezinin ardından lastik örtü ile izolasyon sağlanmış ve işlem sahası uygun dezenfeksiyon protokolü ile hazırlanmıştır (b). Ardından giriş kavitesi hazırlanmış ve çürük dentin uzaklaştırılarak derin dentin bölgesine ulaşılmıştır (c). Kavite tabanında ekspoz pulpa alanı belirgin şekilde görülmüş ve klinik olarak değerlendirilebilmiştir (d). Hemostaz sağlandıktan sonra ekspoz alan üzerine MTA uygulanarak pulpa örtülmüştür (e). Son olarak, kaviteye dentin bağlayıcı ajan uygulanmış ve restorasyon tabakalama tekniği ile kompozit rezin materyali kullanılarak tamamlanmıştır (f).

Pulpotomi Prosedürü: Pulpanın 2 mm'den fazla açığa çıktığı durumlarda tedaviye pulpotomi tekniği ile devam edilmiştir. Bu amaçla ISO 021-023 numaralı çelik rond frezler (NTI-Kahla GmbH, Kahla, Almanya) kullanılarak pulpa tavanı kaldırıldıktan

sonra steril keskin bir kaşık ekskavatör ile pulpa kanal ağızlarına kadar ampute edilmiştir. 3-5 dakika serum fizyolojik emdirilmiş steril pamuk pelet uygulanarak hemostaz sağlanmıştır. Hemostazın sağlanamadığı durumlarda enflamasyonun kök pulpasına ilerlediği göz önünde bulundurularak rejeneratif endodonti uygulamasına geçilmiştir. Hemostaz sağlandığında kavite tekrar %0,5'lik sodyum hipoklorit ile dezenfekte edilmiştir. Pulpa tabanına 2 mm kalınlığında MTA (ProRoot MTA, Dentsply, Tulsa, OK, USA) uygulandıktan sonra üretici firma önerileri doğrultusunda MTA RMCİS (Ionoseal, VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany) ile örtülmüştür. Kavite duvarlarına bulaşan materyal artıkları restoratif materyalin bağlanmasını olumsuz etkilememesi ve sızdırmaz bir restorasyon sağlanması için çelik ront frez ile uzaklaştırıldıktan sonra kavite duvarları %35'lik ortofosforik asit (Vococid, Voco, Germany) ile pürüzlendirilmiştir. Dentin bağlayıcı bonding ajan (Futurabond-U Voco, Germany) uygulamasından sonra tabakalama tekniği kullanılarak üst restorasyon kompozit rezin (Solare-X, GC, Tokyo, Japan) ile tamamlanmıştır.



Şekil 3.3. Pulpotomi uygulanan bir olguda işlemlerin aşamalı fotoğrafları.

Tedavi öncesi alınan ağız içi fotoğrafta, pulpotomi uygulanan dişin klinik durumu gözlemlenmiştir (a). Lokal anestezi uygulamasının ardından lastik örtü ile izolasyon sağlanmış, ardından işlem sahası uygun şekilde dezenfekte edilmiştir (b). Çürüğün uzaklaştırılmasını takiben, pulpa ekspozunun ilk olarak gözlemlendiği aşama kaydedilmiştir (c). Sonrasında, pulpa kanal ağızlarının görüldüğü ve pulpotomi işleminin gerçekleştirildiği aşama tamamlanmıştır (d). Bu işlemi takiben, pulpa kanal ağızlarının üzerine MTA uygulanmıştır (e). Son olarak, kompozit rezin materyali kullanılarak yapılan restorasyon tamamlanmış ve bu işlemin ardından elde edilen ağız içi görüntü değerlendirilmiştir (f).

3.8.2. Dişlerin Takipleri

Dişler başlangıç, 3., 6., 12. ve 18. aylarda klinik ve radyografik olarak değerlendirilmiştir. Hastaların klinik bulguları EK-5'deki hasta takip formlarına not edilmiştir. Radyografilerde standardizasyonu sağlamak için periapikal film tutucu kullanılarak (Super-Bite, Kerr Corporation, Bioggio, İsviçre) radyografiler alınmıştır. Radyograflar Turcasoft Medical Viewer (Turcasoft Yazılım Ltd. Samsun, Türkiye) yazılımı kullanılarak arşivlenmiş ve dijital cetvel özelliği, otomatik kalibrasyondan sonra ölçümler için kullanılmıştır.

3.9. Verilerin Toplanması

Klinik ve radyolojik başarısızlığın değerlendirilmesinde aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmuştur.

3.9.1. Klinik Değerlendirme Kriterleri

- Spontane, uzun süre devam eden veya zonklayıcı ağrı
- Perküsyon ve palpasyon hassasiyeti
- Bukkal/lingual bölgede fistül ya da şişlik
- Anormal mobilite

3.9.2. Radyolojik Değerlendirme Kriterleri

- Periodontal aralıkta genişleme
- İnterradiküler veya periradiküler bölgede radyolusensi
- İnternal veya external kök rezorbsiyonu
- Moorrees sınıflandırmasına göre kök gelişiminin takip edilmesi: Tedavi öncesinde ve takip dönemlerinde (3., 6., 12. ve 18. ay), kök gelişimi periapikal radyografiler üzerinden Moorrees kök gelişim sınıflandırması temel alınarak değerlendirilmiştir. (Sınıflamaya göre; kök uzunluğunun dörtte üçünün tamamlandığı dişler R3/4, kök gelişiminin tamamlandığı ancak apeksin henüz kapanmadığı dişler Rc, apeksin yarı kapanma gösterdiği dişler A1/2, apikal kapanmanın tamamen gerçekleştiği dişler ise Ac evresi olarak tanımlanmıştır.)
- Dentin köprüsü oluşumunun değerlendirilmesi: Dentin köprüsü oluşumunun varlığı, takip periapikal radyografiler üzerinde değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, pulpa örtüleme materyalinin hemen altında görülen radyopak bir hattın tespitiyle gerçekleştirilmiştir. Söz konusu radyopak çizgi, yeni oluşan sert dokuyu, yani dentin köprüsünü temsil eder.

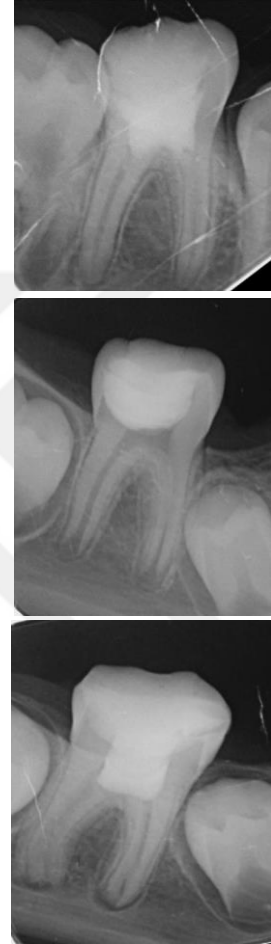
Radyografik değerlendirmeler, çalışmaya dahil edilen iki deneyimli gözlemci tarafından gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme öncesinde, gözlemciler bu çalışmadan bağımsız 15 radyografiyi bireysel olarak inceleyerek kalibrasyon süreci gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyonun ardından, çalışmaya ait preoperatif, tedavi sonrası ve takip radyografileri; karanlık bir odada, her gözlemci tarafından bireysel olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme işlemi, iki hafta sonra ayrı bir seansta tekrar edilmiştir. Her bir dişe ait radyografik bulgular kaydedilmiş olup, gözlemciler arasındaki bireysel değerlendirmeler karşılaştırılmıştır. Farklılık gösteren bulgular üzerinde birlikte

tartışılarak uzlaşa sağlanmaya çalışılmış ve nihai karar ortak şekilde belirlenmiştir. Gözlemciler arası değerlendirme uyumu, *Cohen kappa* istatistiği ile analiz edilmiş olup, elde edilen 0.757 katsayısı iyi düzeyde bir gözlemci tutarlılığına işaret etmektedir.

Başlangıç radyografi



Dentin köprüsünün görüldüğü radyografi



Şekil 3.4. Farklı dişlerin, farklı zaman kontrollerinde, dentin köprüsü oluşumunun görüntüsü

3.9.3. Restorasyonların Değerlendirilmesi

Uygulanan restorasyonlar, Hickel ve ark. tarafından önerilen restoratif değerlendirme kriterleri esas alınarak klinik olarak değerlendirilmiştir (Hickel et al., 2007). Değerlendirme, restorasyonların estetik, fonksiyonel ve biyolojik performansına ilişkin objektif kriterleri kapsayacak şekilde yapılmıştır. Klinik incelemeler, restorasyonların vizüel, palpasyonel ve gerektiğinde radyografik yöntemlerle

değerlendirilmesiyle gerçekleştirilmiş; değerlendirme sırasında restorasyonların hem kısa dönem hem de orta vadeli başarımı dikkate alınmıştır. Her bir restoratif parametre, 1'den 5'e kadar uzanan bir klinik skala ile puanlandırılmıştır. Bu skalada, "1" en ideal durumu (klinik olarak mükemmel/çok iyi), "5" ise tedaviye ihtiyaç gösteren, klinik olarak başarısız restorasyonları (klinik olarak kötü/yetersiz) temsil etmektedir.

Değerlendirme Kriterleri

1. Estetik Özellikler: Yüzey cilası, renklenme, renk stabilitesi ve translüsensi, anatomik form gibi parametreler değerlendirilmiştir. Bu kategoride restorasyonların uyumu, yüzey pürüzsüzlüğü, renk uyumu ve morfolojik formu göz önünde bulundurulmuştur.

2. Fonksiyonel Özellikler: Restorasyon bütünlüğü, marjinal adaptasyon, okluzal aşınma, kontak noktası, besin impaksiyonu, radyografik bulgular ve hastanın subjektif memnuniyeti değerlendirme kapsamına alınmıştır. Fonksiyonel uyum restorasyonun dişin fizyolojik işlevini ne ölçüde desteklediğine göre sınıflandırılmıştır.

3. Biyolojik Özellikler: Postoperatif hassasiyet, vitalite durumu, sekonder çürük varlığı, mine/dentin bütünlüğü, periodontal doku cevabı, komşu mukoza durumu ve ağız içi sistemik semptomlar analiz edilmiştir. Bu değerlendirmede restorasyonun dişe ve çevre dokulara biyolojik etkisi dikkate alınmıştır.

Skorlama Sistemi

Her bir parametre aşağıdaki şekilde sınıflandırılarak puanlanmıştır:

1 – Klinik olarak mükemmel / çok iyi: Doğal dişe yakın özellikler, müdahale gerektirmeyen ideal restorasyon durumu.

2 – Klinik olarak iyi: Küçük eksiklikler mevcut olup, estetik ya da fonksiyon açısından tolere edilebilen ve genellikle basit düzeltmelerle iyileştirilebilen durumlar.

3 – Klinik olarak yeterli: Klinik olarak kabul edilebilir, ancak gözle görülür eksiklikler barındıran, fakat dişe zarar vermeden düzeltilemeyen durumlar.

4 – Klinik olarak yetersiz fakat tamir edilebilir: Klinik olarak kabul edilemez fakat restorasyonun lokal tamirle düzeltilebildiği durumlar.

5 – Klinik olarak kötü / yenileme gerekli: Restorasyonun fonksiyonel, estetik veya biyolojik olarak tamamen başarısız olduğu ve yeniden yapılmasının gerekli olduğu durumlar.

Bu değerlendirme sistemi sayesinde restoratif tedavilerin objektif ve karşılaştırılabilir şekilde analiz edilmesi hedeflenmiştir.

3.10. Araştırmanın Sınırlılıkları ve Genellenebilirliği

➤ Örneklem Boyutu ve Genelleştirilebilirlik

Belirli dahil etme kriterleri nedeniyle örneklem boyutu sınırlı olabilir, bu da sonuçların genelleştirilebilirliğini etkileyebilir.

➤ Katılımcı Uyumu

Klinik ziyaretler ve semptom takibi tutma konusunda katılımcı uyumuna güvenmek değişkenlik yaratabilir.

➤ Radyografik Yorumlama

Radyografik değerlendirmeler yoruma tabidir, bu da yanlılık veya tutarsızlık yaratabilir. Bunu en aza indirmek için iki farklı araştırmacı tarafından değerlendirmeler yapılmıştır.

3.11. İstatistiksel Yöntem

Bu çalışmada verilerin tanımlayıcı istatistikleri (sayı, yüzde, ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum) verilmiştir. İki değerlendiriciden elde edilen kategorik ölçüm değerleri arasındaki uyumun ve benzerliğin araştırılması için Cohen'in kappa istatistiği hesaplanmıştır. Normal dağılım varsayımı Shapiro Wilk testi ile kontrol

edilmiştir. Normallik varsayımının karşılandığı durumlarda bağımsız iki grubun karşılaştırılmasında bağımsız örneklem T testi uygulanmıştır. Normallik varsayımının karşılandığı bağımsız üç grubun arasındaki farkın etkileşim etkisi ile incelenmesi için iki yönlü ANOVA testi yapılmıştır. Kategorik değişkenleri arasındaki ilişkinin test edilmesinde örneklem boyutu varsayımı (beklenen değer >5) karşılandığı durumlarda Pearson ki-kare testi, örneklem boyutu varsayımı karşılanmadığı durumlarda ise Fisher's exact testi uygulanmıştır. Bağımlı kategorik değişkenleri arasındaki ilişkinin test edilmesinde marjinal homojenlik testi yapılmıştır. Analizler IBM SPSS 27 programında gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, toplam 60 hastaya ait 72 immatür daimi alt birinci molar dişe VPT uygulanmıştır. Bu dişlerin 34'üne (%47.2) pulpotomi, 38'inde (%52.8) ise direkt kuafaj tedavisi gerçekleştirilmiştir. Üçüncü ay kontrolünde 70 diş (%97.2), altıncı ay kontrolünde 65 diş (%90.3), on ikinci ay kontrolünde 66 diş (%93.1) ve on sekizinci ay kontrolünde yine 66 diş (%93.1) değerlendirilebilmiştir. Çalışma süresi boyunca toplam 9 hasta (%15) en az bir kontrol zamanında gelmemiştir. Bu hastalardan 2'si yalnızca bir kontrole, 3'ü iki kontrole ve 4'ü üç kontrole şehir dışında yaşadıkları için gelememiştir. 51 hastanın, 63 dişi ise tüm kontrol zamanlarında değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1'de direkt kuafaj ve pulpotomi uygulanan hastaların yaş dağılımı ve istatistiksel karşılaştırması verilmiştir. *Bağımsız örneklem T testi* analizi sonucunda tedavi türlerine göre yaşlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Direkt kuafaj grubundaki katılımcıların yaş ortalamalarının pulpotomi grubuna göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.1. Katılımcıların tedavi türlerine göre yaşlarının dağılımları ve karşılaştırılması

	Direkt kuafaj		Pulpotomi		P
	Min.-Maks.	Ort.±S.S. (Medyan)	Min.-Maks.	Ort.±S.S. (Medyan)	
Yaş	7.76-10.73	8.96±0.80 (8.88)	6.97-10.64	8.54±0.81 (8.45)	0.032*

* $p<0.05$

Tablo 4.2'de direkt kuafaj ve pulpotomi uygulanan hastaların cinsiyet dağılımı ve istatistiksel karşılaştırması verilmiştir. Direkt kuafaj grubunda kız hastaların oranı daha yüksekken, pulpotomi grubunda erkek hastaların oranının daha yüksek olması *Pearson ki-kare testi* sonucunda cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmuştur ($p<0.032$).

Tablo 4.2. Katılımcıların tedavi türlerine göre cinsiyetlerin dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

		Direkt kuafaj		Pulpotomi		P
		n	%	n	%	
Cinsiyet	Kız	28a	73.7	16b	47.1	0.021*
	Erkek	10a	26.3	18b	52.9	

*p<0.05. %: Sütun yüzdesi ve farklı harfler farklı sütun yüzdelerini göstermektedir

Tablo 4.3'te, tedavi edilen dişlerin, uygulanan tedavi türlerine göre restorasyon skorlarının dağılımına ilişkin veriler sunulmuş ve skorlar arasındaki istatistiksel ilişkiler *Pearson ki-kare* ile *Fisher's exact* testleri kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda tedavi türleri ile klinik özelliklerin arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki elde edilmemiştir (p>0.05).

Tablo 4.3. Direkt kuafaj ve pulpotomi ile tedavi edilen dişlerin restorasyon skorlarının dağılımı ve aralarındaki istatistiksel ilişkiler

		Direkt kuafaj		Pulpotomi		P
		n	%	n	%	
Restorasyon skoru	1	23	67.6	25	75.8	0.462
	2	11	32.4	8	24.2	

*p<0.05. **Fisher's Exact testi. %: Sütun yüzdesi

Tablo 4.4'te direkt kuafaj ve pulpotomi ile tedavi edilen dişlerin başlangıç ve takip süreleri boyunca Moorrees skorlarının dağılımları ve aralarındaki istatistiksel ilişkileri verilmiştir. Dişlerin tedavi türlerine göre başlangıç, 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümleri Moorrees skorlarının dağılımları ve aralarındaki ilişkilerin incelenmesinde *Pearson ki kare* ve *Fisher's exact* testleri uygulanmıştır. Moorrees kök gelişim evrelerine göre tedavi başlangıcında, direkt kuafaj grubundaki dişler %21.1 R3/4 evresinde, %78.9' Rc evresindeyken, pulpotomi grubundaki dişlerde %23.5 R3/4, %76.5 Rc evresinde olduğu tespit edilmiştir. 3. ayda direkt kuafaj grubunda dişlerin %19.4'ü R3/4, %38.9'u Rc ve %41.7'si A1/2 evresinde; pulpotomi grubunda ise %11.8'i R3/4, %61.8'i Rc ve %26.5'i

A1/2 evresinde olduğu gözlemlenmiştir. 6. ayda direkt kuafaj grubundaki dişlerin %8.8 R3/4 evresinde, %41.2 Rc evresinde, %29.4 A1/2 evresinde ve %20.6 Ac evresinde olduğu; pulpotomi grubundaki dişlerin ise %9.7 R3/4 evresinde, %45.2 Rc evresinde, %35.5 A1/2 evresinde ve %9.7 Ac evresinde olduğu tespit edilmiştir. 12. ayda direkt kuafaj grubundaki dişlerin %23.5'i Rc, %38.2'si A1/2, %38.2'si Ac evresindeyken; pulpotomi grubunda %25.0'i Rc, %40.6'sı A1/2 ve %34.4'ü Ac evresinde olduğu gözlemlenmiştir. 18. ayda ise direkt kuafaj grubundaki dişlerin %12.1'i Rc, %24.2'si A1/2, %63.6'sı Ac evresindedir; pulpotomi grubunda ise %6.1'i Rc, %39.4'ü A1/2 ve %54.5'i Ac evresindedir. Analizler sonucunda tedavi türleri ile başlangıç, 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümleri Moorrees skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 4.4. Direkt kuafaj ve pulpotomi ile tedavi edilen dişlerin başlangıç ve takip boyunca Moorrees skorlarının dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

	Kök gelişim düzeyi	Direkt kuafaj		Pulpotomi		P
		n	%	n	%	
Başlangıç	R3/4	8	21.1	8	23.5	0.801
	Rc	30	78.9	26	76.5	
3.ay	R3/4	7	19.4	4	11.8	0.160
	Rc	14	38.9	21	61.8	
	A1/2	15	41.7	9	26.5	
6.ay	R3/4	3	8.8	3	9.7	0.690
	Rc	14	41.2	14	45.2	
	A1/2	10	29.4	11	35.5	
	Ac	7	20.6	3	9.7	
12.ay	Rc	8	23.5	8	25.0	0.948
	A1/2	13	38.2	13	40.6	
	Ac	13	38.2	11	34.4	
18.ay	Rc	4	12.1	2	6.1	0.369
	A1/2	8	24.2	13	39.4	
	Ac	21	63.6	18	54.5	

%; Sütun yüzdesi

Tablo 4.5'te, direkt kuafaj ve pulpotomi ile tedavi edilen dişlerin klinik semptomların varlığı/yokluğunun dağılımı ve tedavi türleri arasındaki istatistiksel değerlendirmeler verilmiştir. Tedavi edilen dişlerin, tedavi türlerine göre 3.ay, 6.ay, 12.ay ve 18.ay klinik semptomların varlığı/yokluğunun istatistiksel değerlendirmesi *Fisher's Exact* testleriyle gerçekleştirilmiştir. Klinik semptomlara göre tedavi türleri incelendiğinde, 3. ayda direkt kuafaj grubundaki dişlerin %97.4'ü asemptomatik, %2.6'sı semptomatikken; pulpotomi grubunun %97.1'i asemptomatik, %2.9'u semptomatiktir. 6. ve 12. aylarda direkt kuafaj grubunda asemptomatik oranı %94.7, semptomatik oranı %5.3 iken; pulpotomi grubunda tüm dişler (%100) asemptomatiktir. 18. ayda ise direkt kuafaj grubunun %92.1'i asemptomatik, %7.9'u semptomatik; pulpotomi grubunun %94.1'i asemptomatik, %5.9'u semptomatiktir. Analizler sonucunda tedavi türleri ile 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümleri klinik skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 4.5. Direkt kuafaj ve pulpotomi ile tedavi edilen dişlerin tedavi türlerine göre klinik semptomların dağılımı ve aralarındaki istatistiksel ilişkiler

	Semptom durumu	Direkt kuafaj		Pulpotomi		P
		n	%	n	%	
3.ay	Asemptomatik	37	97.4	33	97.1	1.000
	Semptomatik	1	2.6	1	2.9	
6.ay	Asemptomatik	36	94.7	34	100.0	0.495
	Semptomatik	2	5.3	0	0.0	
12.ay	Asemptomatik	36	94.7	34	100.0	0.495
	Semptomatik	2	5.3	0	0.0	
18.ay	Asemptomatik	35	92.1	32	94.1	1.000
	Semptomatik	3	7.9	2	5.9	

%%: Sütun yüzdesi

Tablo 4.6, uygulanan tedavi yöntemlerine göre tedavi edilen dişlerin, dentin köprüsü varlığı/yokluğunun ve bu parametreler arasındaki istatistiksel ilişkilerin değerlendirilmesini içermektedir. Tedavi edilen dişlerin, tedavi türlerine göre 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay takiplerinde dentin köprüsü varlığı/yokluğu ve aralarındaki ilişkilerin incelenmesinde *Pearson ki kare* ve *Fisher's exact* testleri yapılmıştır. Analizler sonucunda tedavi türleri ile takip radyografilerinde dentin köprüsü varlığı/yokluğu açısından istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 4.6. Dişlerin tedavi türlerine göre dentin köprüsü skorlarının dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

	Dentin köprüsü	Direkt kuafaj		Pulpotomi		P
		n	%	n	%	
3.ay	Yok	20	55.6	21	61.8	0.598
	Var	16	44.4	13	38.2	
6.ay	Yok	6	17.1	10	30.3	0.201
	Var	29	82.9	23	69.7	
12.ay	Yok	1	2.9	5	15.2	0.101
	Var	34	97.1	28	84.8	
18.ay	Yok	2	5.4	2	6.1	1.000
	Var	35	94.6	31	93.9	

%; Sütun yüzdesi

Tablo 4.7, uygulanan tedavi protokolleri doğrultusunda dişlerin, başlangıç ve 18. Ayda ki kök gelişiminin Moorrees skorlarına göre yaş dağılımlarını sunmakta ve bu veriler arasında yapılan karşılaştırmalı analizleri yansıtmaktadır. Tedavi edilen dişlerin, tedavi türleri için başlangıç ve 18.ay Moorrees skorlarına göre yaşların dağılımları tabloda gösterilmiş ve karşılaştırılmasında *iki yönlü ANOVA* testi kullanılmıştır. Analizler sonucunda başlangıç Moorrees skorlarına göre yaşlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Bu fark, başlangıçta R3/4 kök gelişim düzeyinde olan

bireylerin yaş ortalamalarının, Rc düzeyinde olan bireylere kıyasla daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Buna karşılık, tedavi türü ile başlangıç kök gelişim düzeyi arasındaki ($p=0.996$) ve tedavi türü ile 18. ay kök gelişim düzeyi arasındaki ($p=0.385$) etkileşimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 4.7. Dişlerin tedavi türleri için başlangıç ve 18.ay Moorrees skorlarına göre yaşların dağılımları ve karşılaştırılması

	Yaş				
	Tedavi türü	Direkt kuafaj		Pulpotomi	
	Kök gelişim düzeyi	Min.-Maks.	Ort.±S.S.	Min.-Maks.	Ort.±S.S.
Başlangıç	R3/4	7.76-9.91	8.56±0.70	6.97-9.22	8.05±0.75
	Rc	7.82-10.73	9.07±0.80	7.62-10.64	8.70±0.78
18.ay	Rc	8.86-10.58	9.61±0.71	7.64-9.23	8.43±1.12
	A1/2	8.52-10.35	9.28±0.61	8.00-10.97	9.31±0.74
	Ac	8.42-11.40	9.62±0.89	8.06-11.30	9.24±0.86
Kaynak	Tip 3 Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p	
Tedavi	1.577	1.577	2.446	0.123	
Başlangıç	4.071	4.071	6.315	0.015*	
18.ay	0.845	0.423	0.656	0.523	
Tedavi türü*Başlangıç	1.316E-05	1.316E-05	0.000	0.996	
Tedavi türü*18.ay	1.251	0.625	0.970	0.385	

* $p<0.05$

Tablo 4.8’de direkt kuafaj tedavi türü için başlangıç Moorrees skorlarına göre klinik semptom dağılımı tabloda sunulmuş ve aralarındaki ilişkiler *Fisher’s Exact* testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm semptomatik dişler Rc olan dişler arasında görülürken, kök gelişimi R $\frac{3}{4}$ olanların tümünün asemptomatik olduğu tespit edilmiştir. Analizler sonucunda başlangıç Moorrees skorları ile 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümleri klinik skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 4.8. Direkt kuafaj tedavisi uygulanan dişlerde başlangıç Moorrees kök gelişim skorlarına göre asemptomatik ve semptomatik durumların dağılımları ve aralarındaki istatistiksel ilişkiler

		Başlangıç kök gelişim düzeyi				
		R3/4		Rc		
	Semptom durumu	n	%	n	%	P
3.ay	Asemtomatik	8	100.0	29	96.7	1.000
	Semptomatik	0	0.0	1	3.3	
6.ay	Asemtomatik	8	100.0	28	93.3	1.000
	Semptomatik	0	0.0	2	6.7	
12.ay	Asemtomatik	8	100.0	28	93.3	1.000
	Semptomatik	0	0.0	2	6.7	
18.ay	Asemtomatik	8	100.0	27	90.0	1.000
	Semptomatik	0	0.0	3	10.0	

%%: Sütun yüzdesi

Tablo 4.9, pulpotomi uygulanan dişlerde başlangıç aşamasındaki Moorrees skorlarına göre klinik semptom skorlarının dağılımını ortaya koymaktadır. Bu skorlar arasındaki olası bağlantılar tedavi türüne göre incelenmiştir. Pulpotomi tedavi türü için başlangıç Moorrees skorlarına göre klinik skorların dağılımları tabloda sunulmuş ve aralarındaki ilişkiler *Fisher's Exact* testleri uygulanmıştır. Analizler sonucunda başlangıç Moorrees skorları ile 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümleri klinik skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 4.9. Pulpotomi tedavi türü için başlangıç Moorrees skorlarına göre klinik skorların dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

Başlangıç kök gelişim düzeyi						
		R3/4		Rc		
	Semptom durumu	n	%	n	%	P
3.ay	Aseptomatik	7	87.5	26	100.0	0.235
	Semptomatik	1	12.5	0	0.0	
6.ay	Aseptomatik	8	100.0	26	100.0	-
	Semptomatik	0	0.0	0	0.0	
12.ay	Aseptomatik	8	100.0	26	100.0	-
	Semptomatik	0	0.0	0	0.0	
18.ay	Aseptomatik	8	100.0	24	92.3	1.000
	Semptomatik	0	0.0	2	7.7	

%%: Sütun yüzdesi

Tablo 4.10, direkt kuafaj uygulanan dişlerde başlangıç Moorrees skorlarına dayalı olarak dentin köprüsü oluşumunun varlığı veya yokluğunu göstermektedir. Ayrıca, bu veriler arasındaki olası ilişkiler tedavi türü bağlamında analiz edilmiştir. Direkt kuafaj tedavi türü için başlangıç Moorrees skorlarına göre dentin köprüsü varlığı/yokluğu arasındaki ilişkiler *Fisher's Exact* testleri ile incelenmiştir. Analizler sonucunda başlangıç Moorrees skorları ile 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümleri dentin köprüsü durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 4.10. Direkt kuafaj tedavi türü için başlangıç Moorrees skorlarına göre dentin köprüsü durumunun dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

Başlangıç kök gelişim düzeyi						
		R3/4		Rc		P
	Dentin köprüsü	n	%	n	%	
3.ay	Yok	5	62.5	15	53.6	0.709
	Var	3	37.5	13	46.4	
6.ay	Yok	2	25.0	4	14.8	0.602
	Var	6	75.0	23	85.2	
12.ay	Yok	1	12.5	0	0.0	0.229
	Var	7	87.5	27	100.0	
18.ay	Yok	1	12.5	1	3.4	0.390
	Var	7	87.5	28	96.6	

%; Sütun yüzdesi

Tablo 4.11, pulpotomi uygulanan dişlerde başlangıç Moorrees skorlarına bağlı olarak dentin köprüsü oluşumunun mevcut olup olmadığını ortaya koymaktadır. Bu veriler arasındaki potansiyel bağlantılar tedavi türüne göre değerlendirilmiştir. Pulpotomi tedavi türü için başlangıç Moorrees skorlarına göre dentin köprüsü varlığı/yokluğunun incelenmesinde *Fisher's Exact* testleri uygulanmıştır. Analizler sonucunda başlangıç Moorrees skorları ile 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümleri dentin köprüsü durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 0.1. Pulpotomi tedavi türü için başlangıç Moorrees skorlarına göre dentin köprüsü durumunun dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

Başlangıç kök gelişim düzeyi						
		R3/4		Rc		
	Dentin köprüsü	n	%	n	%	P
3.ay	Yok	7	87.5	14	53.8	0.116
	Var	1	12.5	12	46.2	
6.ay	Yok	3	42.9	7	26.9	0.646
	Var	4	57.1	19	73.1	
12.ay	Yok	2	28.6	3	11.5	0.282
	Var	5	71.4	23	88.5	
18.ay	Yok	0	0.0	2	7.7	1.000
	Var	7	100.0	24	92.3	

%;Sütun yüzdesi

Tablo 4.12’de, Direkt kuafaj tedavi yöntemine göre tedavi edilen dişlerin, başlangıç ve izlem dönemlerine ait Moorrees skorlarının dağılımı ve bu ölçümler arasındaki zamana bağlı değişimlerin karşılaştırmalı analizi verilmiştir. Direkt kuafaj prosedürüne göre tedavi edilen dişlerin, Moorrees skorlarının başlangıç ölçümleri ile 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümlerinin dağılımları tabloda sunulmuş ve aralarındaki ilişkilerin incelenmesinde *marjinal homojenlik* testleri uygulanılmıştır. Analizler sonucunda Direkt kuafaj tedavisinde 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümleri ile başlangıç kök gelişimi durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0.05$). Direkt kuafaj grubunda, başlangıçta R3/4 kök gelişimi olan olguların büyük çoğunluğu tüm takip aylarında (özellikle 3. ve 6. ayda %100 oranında) R3/4 veya Rc durumunda kalmış; buna karşın Rc ile başlayan olguların çoğunda ilerleyen aylarda A1/2 veya Ac’ye ilerleme gözlenmiştir. Özellikle 12. ve 18. ay takiplerinde başlangıçta Rc olan dişlerde Ac gelişme oranı oldukça yüksektir (%50 ve %80). Analizler sonucunda direkt kuafaj tedavisinde 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümleri ile başlangıç kök gelişimi durumu

arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0.05$). Bu farkların ortaya çıkmasında, başlangıçta R3/4 seviyesinde (kökün 3/4'ü tamamlanmış, apeksi açık) olan dişlerin büyük ölçüde aynı seviyede kalmasına karşılık, Rc aşamasında (kök uzunluğu tamamlanmış ancak apeksi hâlâ açık) bulunan dişlerin zamanla daha ileri kök gelişim evrelerine, özellikle apeks kapanmasının başladığı A1/2 ve tamamlandığı Ac aşamasına ilerlemesi etkili olmuştur.

Tablo 0.2. Direkt kuafaj tedavi yöntemine göre Moorrees skorlarının başlangıç ölçümleri ile 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümlerinin dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

Başlangıç kök gelişim düzeyi								
		R3/4			Rc			
Direkt kuafaj	Kök gelişim düzeyi	n	%	%B.	n	%	%B.	P
3.ay	R3/4	7	100.0	87.5	0	0.0	0.0	<0.001*
	Rc	1	7.1	12.5	13	92.9	46.4	
	A1/2	0	0.0	0.0	15	100.0	53.6	
6.ay	R3/4	3	100.0	37.5	0	0.0	0.0	<0.001*
	Rc	5	35.7	62.5	9	64.3	34.6	
	A1/2	0	0.0	0.0	10	100.0	38.5	
	Ac	0	0.0	0.0	7	100.0	26.9	
12.ay	Rc	7	87.5	87.5	1	12.5	3.8	<0.001*
	A1/2	1	7.7	12.5	12	92.3	46.2	
	Ac	0	0.0	0.0	13	100.0	50.0	
18.ay	Rc	4	100.0	50.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	3	37.5	37.5	5	62.5	20.0	
	Ac	1	4.8	12.5	20	95.2	80.0	

* $p<0.05$, %:Satır yüzdesi ve %B.: Başlangıç için sütun yüzdesi

Tablo 4.13, pulpotomi tedavi protokolüyle işlem gören dişlerde, Moorrees skorlarının başlangıç, 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümlerine göre dağılımını ve bu ölçümler arasındaki ilişkileri göstermektedir. Pulpotomi grubunda, başlangıçta R3/4 kök gelişimi olan dişlerde 3. ve 6. ay takiplerinde %100 oranında R3/4 durumunun korunduğu, 12. ve 18. ayda ise kök gelişiminin Rc veya A1/2 düzeyine ilerlediği

gözlenmiştir. Öte yandan başlangıçta Rc olan dişlerin büyük kısmında ilerleyen aylarda A1/2 ya da Ac'ye ilerleme olduğu görülmüştür. Özellikle 18. ayda başlangıçta Rc olan dişlerin %65.4'ünde Ac düzeyine ilerleme saptanmıştır. Analizler sonucunda Pulpotomi tedavisinde 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümleri ile başlangıç kök gelişimi durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0.05$). Bu farkların oluşmasında, başlangıçta R3/4 kök gelişim düzeyine sahip dişlerin 3. ve 6. ayda aynı düzeyde kalmasına karşın, takip eden aylarda Rc ve A1/2 düzeyine geçiş göstermeleri ile, başlangıçta Rc düzeyinde olan dişlerin ilerleyen aylarda daha ileri kök gelişim evreleri olan A1/2 ve özellikle Ac düzeyine ilerlemesi etkili olmuştur.

Tablo 4.13. Pulpotomi tedavi protkolüne göre tedavi edilen dişler için Moorrees skorlarının başlangıç ölçümleri ile 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 18. ay ölçümlerinin dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

Başlangıç kök gelişim düzeyi								
		R3/4			Rc			
Pulpotomi	Kök gelişim düzeyi	n	%	%B.	n	%	%B.	P
3.ay	R3/4	4	100.0	50.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	Rc	4	19.0	50.0	17	81.0	65.4	
	A1/2	0	0.0	0.0	9	100.0	34.6	
6.ay	R3/4	3	100.0	42.9	0	0.0	0.0	<0.001*
	Rc	4	28.6	57.1	10	71.4	41.7	
	A1/2	0	0.0	0.0	11	100.0	45.8	
	Ac	0	0.0	0.0	3	100.0	12.5	
12.ay	Rc	5	62.5	71.4	3	37.5	12.0	<0.001*
	A1/2	2	15.4	28.6	11	84.6	44.0	
	Ac	0	0.0	0.0	11	100.0	44.0	
18.ay	Rc	2	100.0	28.6	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	4	30.8	57.1	9	69.2	34.6	
	Ac	1	5.6	14.3	17	94.4	65.4	

* $p<0.05$, %: Satır yüzdesi ve %B.: Başlangıç için sütun yüzdesi

Tablo 4.14, direkt kuafaj tedavisi gören dişlerin Moorrees skorlarına ait 3. ay verilerinin, 6., 12. ve 18. ay ölçümleriyle olan istatistiksel ilişkilerini ve dağılımlarını ortaya koymaktadır. Pulpotomi tedavi yöntemine göre tedavi edilen dişlerin, Moorrees skorlarının 3.ay ölçümleri ile 6.ay, 12.ay ve 18.ay ölçümlerinin dağılımları tabloda sunulmuş ve aralarındaki ilişkilerin incelenmesinde *marjinal homojenlik* testleri uygulanmıştır. Direkt kuafaj grubunda, 3.ayda Rc durumunda olanların 6. ayda %76.9'u Rc olarak kalmaya devam etmiş, %23.1'i A1/2 düzeyine ilerlemiştir. A1/2 olan dişlerin %50'sinde 6. ayda Ac geliştiği gözlenmiştir. 12. ay değerlendirmesinde 3. ayda Rc olanların %85.7'si A1/2 düzeyine ilerlemiş, %7.1'i Ac seviyesine ulaşmıştır. 18. ayda ise A1/2 grubundakilerin tamamında (%100) Ac gözlenmiştir. Analizler sonucunda, direkt kuafaj uygulanan dişlerde 3. ay Moorrees skorları ile 6., 12. ve 18. ay ölçümleri arasında yapılan karşılaştırmalarda, zamanla kök gelişiminde istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır ($p<0.05$). Bu farkların oluşmasında, 3. ayda Rc düzeyinde olan dişlerin ilerleyen aylarda büyük oranda A1/2 düzeyine, ardından Ac düzeyine geçiş göstermesi ve A1/2 seviyesinde olan dişlerin ise zamanla tamamen Ac düzeyine ilerlemesi etkili olmuştur.

Tablo 4.14. Direkt kuafaj ile tedavi edilen dişlerde Moorrees skorlarının 3. ay ölçümleri ile 6., 12. ve 18. ay ölçümlerine göre dağılımını ve bu ölçümler arasındaki ilişkiler

3.ay kök gelişim düzeyi											
		R3/4			Rc			A1/2			
Direkt kuafaj	Kök gelişim düzeyi	n	%	%A.	n	%	%A.	n	%	%A.	P
6.ay	R3/4	3	100.0	42.9	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	Rc	4	28.6	57.1	10	71.4	76.9	0	0.0	0.0	
	A1/2	0	0.0	0.0	3	30.0	23.1	7	70.0	50.0	
	Ac	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	7	100.0	50.0	
12.ay	Rc	7	87.5	100.0	1	12.5	7.1	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	0	0.0	0.0	12	100.0	85.7	0	0.0	0.0	
	Ac	0	0.0	0.0	1	7.7	7.1	12	92.3	100.0	
18.ay	Rc	4	100.0	57.1	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	3	37.5	42.9	5	62.5	38.5	0	0.0	0.0	
	Ac	0	0.0	0.0	8	40.0	61.5	12	60.0	100.0	

*p<0.05, %: Satır yüzdesi ve %A.: 3.ay için sütun yüzdesi

Tablo 4.15, pulpotomi ile tedavi edilen dişlerde 3. ay Moorrees skorlarının, 6., 12. ve 18. ay skorlarıyla olan dağılımlarını ve bu zaman noktaları arasındaki ilişkileri sunulmuş ve aralarındaki ilişkilerin incelenmesinde *marjinal homojenlik* testleri uygulanmıştır. Pulpotomi grubunda, 3. ayda R3/4 düzeyinde olan dişlerin %75'i 6. ayda da aynı düzeyde kalırken, %25'i Rc düzeyine ilerlemiştir. Rc düzeyinde olan dişlerin %68.4'ü aynı düzeyde kalmış, %31.6'sı A1/2 düzeyine ilerlemiştir. A1/2 düzeyinde olan dişlerin %62.5'i aynı düzeyde kalırken, %37.5'i Ac düzeyine geçmiştir. 3. ay ile 12. ay karşılaştırmasında da istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir (p<0.001). 3. ayda Rc düzeyinde olan dişlerin %25'i aynı düzeyde kalmış, %65'i A1/2 düzeyine ve %10'u Ac düzeyine ilerlemiştir. A1/2 düzeyinde olan dişlerin tamamı Ac düzeyine geçmiştir. 3. ayda Rc düzeyinde olan dişlerin %57.1'i A1/2 düzeyine, %42.9'u ise Ac düzeyine geçmiştir. A1/2 düzeyinde olan dişlerin tamamının 18. ayda Ac düzeyine

ilerlemiştir. Analizler sonucunda, pulpotomi tedavisi uygulanan dişlerde 3. ay Moorrees skorlarının 6., 12. ve 18. ay ölçümleriyle karşılaştırılması neticesinde, kök gelişiminin zaman içinde anlamlı şekilde ilerlediği ve ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu farkların oluşmasında, 3. ayda Rc kök gelişim düzeyinde olan dişlerin takip eden aylarda büyük oranda A1/2 veya Ac düzeyine ilerlemesi ve benzer şekilde 3. ayda A1/2 düzeyinde olan dişlerin zamanla tamamen Ac düzeyine ulaşması etkili olmuştur.

Tablo 4.15. Pulpotomi uygulanan dişlerde 3. ay Moorrees skorlarının, 6., 12. ve 18. ay ölçümleriyle karşılaştırmalı dağılımı ve aralarındaki ilişkiler

		3.ay kök gelişim düzeyi									
		R3/4			Rc			A1/2			P
Pulpotomi	Kök gelişim düzeyi	n	%	%A.	n	%	%A.	n	%	%A.	
6.ay	R3/4	3	100.0	75.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	Rc	1	7.1	25.0	13	92.9	68.4	0	0.0	0.0	
	A1/2	0	0.0	0.0	6	54.5	31.6	5	45.5	62.5	
	Ac	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	3	100.0	37.5	
12.ay	Rc	3	37.5	100.0	5	62.5	25.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	0	0.0	0.0	13	100.0	65.0	0	0.0	0.0	
	Ac	0	0.0	0.0	2	18.2	10.0	9	81.8	100.0	
18.ay	Rc	2	100.0	66.7	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	1	7.7	33.3	12	92.3	57.1	0	0.0	0.0	
	Ac	0	0.0	0.0	9	50.0	42.9	9	50.0	100.0	

* $p<0.05$, %: Satır yüzdesi ve %A.: 3.ay için sütun yüzdesi

Tablo 4.16, direkt kuafaj uygulanan dişlerde 6. ay Moorrees skorlarının, 12. ve 18. ay ölçümleriyle olan dağılımlarını sınıflandırılmış ve aralarındaki ilişkilerin incelenmesinde *marjinal homojenlik* testleri kullanılmıştır. Direkt kuafaj için yapılan analiz sonucunda Moorrees skorlarının 6. aya göre 12. ve 18. aydaki dağılımları

incelendiğinde, 6. ayda R3/4 grubunda yer alanların 12. ayda %100'ünün Rc grubunda kaldığı görülmüştür. 6. ayda Rc grubunda olup 12. ayda A1/2 grubuna geçenlerin oranı %64.3 iken, A1/2 grubunda başlayıp 12. ayda Ac grubuna geçenlerin oranı %80'dir. 18. ay değerlendirmesinde ise 6. ayda Rc düzeyinde olanların yalnızca %7.1'i aynı düzeyde kalırken, büyük çoğunluğunun daha ileri düzeylere geçtiği; A1/2 düzeyinde olan tüm olguların Ac düzeyine ilerlediği belirlenmiştir. Direkt kuafaj grubunda Moorrees skorlarının 6.ay ölçümleri ile 12.ay ve 18.ay ölçümlerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu farkların oluşmasında, 6. ayda Rc düzeyinde olan dişlerin takip eden dönemlerde büyük oranda A1/2 ve Ac düzeylerine ilerlemesi, ayrıca A1/2 düzeyinde olan olguların 12. ve 18. ayda tamamen Ac düzeyine ulaşması etkili olmuştur.

Tablo 4.16. Direkt kuafaj uygulanan dişlerde 6. ay Moorrees skorlarının, 12. ve 18. ay ölçümleriyle karşılaştırmalı dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

		6.ay kök gelişim düzeyi												
		R3/4			Rc			A1/2			Ac			
Direkt kuafaj	Kök gelişim düzeyi	n	%	%A.	n	%	%A.	n	%	%A.	n	%	%A.	P
12.ay	Rc	3	37.5	100.0	5	62.5	35.7	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	0	0.0	0.0	9	81.8	64.3	2	18.2	20.0	0	0.0	0.0	
	Ac	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	8	61.5	80.0	5	38.5	100.0	
18.ay	Rc	3	75.0	100.0	1	25.0	7.1	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	0	0.0	0.0	8	100.0	57.1	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	
	Ac	0	0.0	0.0	5	25.0	35.7	10	50.0	100.0	5	25.0	100.0	

* $p<0.05$, %: Satır yüzdesi ve %A.: 6.ay için sütun yüzdesi

Tablo 4.17, pulpotomi tedavisi uygulanan dişlerde 6. ay Moorrees skorlarının, 12. ve 18. ay ölçümleriyle olan dağılımlarını sınıflandırmakta ve bu zaman dilimleri arasındaki değişimlerin karşılaştırmalı analizini sunmaktadır. Pulpotomi için yapılan

analiz sonucunda Moorrees skorlarının 6. aya göre 12. ve 18. aydaki dağılımları incelendiğinde, 6. ayda Rc grubunda yer alan dişlerin %30.8'inin 12. ayda da Rc grubunda kalmaya devam ettiği, %69.2'sinin ise A1/2 grubuna geçtiği görülmektedir. Aynı şekilde, 6. ayda A1/2 grubunda olanların %36.4'ü yine A1/2 grubunda kalırken %63.6'sının Ac grubuna geçtiği gözlenmiştir. 18. ay verileri incelendiğinde, 6. ayda R3/4 grubunda yer alan dişlerin %66.7'sinin Rc, %33.3'ünün ise A1/2 grubuna geçtiği; Rc grubunda olanların %61.5'inin A1/2 grubuna geçtiği %38.5'inin Ac grubuna geçtiği; A1/2 grubunda olanların ise %81.8'inin yine Ac grubuna geçtiği ve %18.2'sinin A1/2 grubunda kaldığı belirlenmiştir. Pulpotomi grubunda Moorrees skorlarının 6.ay ölçümleri ile 12.ay ve 18.ay ölçümlerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar belirlenmiştir ($p<0.05$). Bu farkların oluşmasında, 6. ayda Rc düzeyinde olan dişlerin önemli bir kısmının 12. ayda A1/2 düzeyine ve 18. ayda ise A1/2 ve Ac düzeylerine ilerlemesi; ayrıca A1/2 düzeyinde olan olguların takip dönemlerinde ağırlıklı olarak Ac düzeyine ulaşması etkili olmuştur.

Tablo 4.17. Pulpotomi uygulanan dişlerde 6. ay Moorrees skorlarının, 12. ve 18. ay ölçümleriyle karşılaştırmalı dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

6.ay kök gelişim düzeyi														
		R3/4			Rc			A1/2			Ac			
Pulpotomi	Kök gelişim düzeyi	n	%	%A.	n	%	%A.	n	%	%A.	n	%	%A.	P
12.ay	Rc	3	42.9	100.0	4	57.1	30.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	0	0.0	0.0	9	69.2	69.2	4	30.8	36.4	0	0.0	0.0	
	Ac	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	7	70.0	63.6	3	30.0	100.0	
18.ay	Rc	2	100.0	66.7	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	1	9.1	33.3	8	72.7	61.5	2	18.2	18.2	0	0.0	0.0	
	Ac	0	0.0	0.0	5	29.4	38.5	9	52.9	81.8	3	17.6	100.0	

* $p<0.05$, %:Satır yüzdesi ve %A.: 6.ay için sütun yüzdesi

Tablo 4.18, direkt kuafaj uygulanan dişlerde 12. ay Moorrees skorlarının, 18. ay ölçümleriyle olan dağılımlarını sınıflandırmakta ve bu iki zaman noktası arasındaki değişimlerin istatistiksel değerlendirmesini sunmaktadır. Direkt kuafaj grubunda, dişlerin 12. ve 18. ay Moorrees skorlarının dağılımları tablo üzerinde gösterilmiş ve bu iki zaman noktası arasındaki farkların değerlendirilmesinde *marjinal homojenlik* testleri uygulanmıştır. Direkt kuafaj için yapılan analiz sonucunda 12. ayda Rc düzeyinde olan dişlerin %50'si 18. ayda da Rc düzeyini korumuştur. A1/2 düzeyinde olan dişlerin ise %36.4'ü yine A1/2 düzeyinde kalırken, %63.6'sı Ac düzeyine ilerlemiştir. Yapılan analizler sonucunda, 12. ve 18. ay ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu farkın oluşmasında, 12. ayda A1/2 düzeyinde olan dişlerin önemli bir kısmının 18. ayda Ac düzeyine ilerlemesi etkili olmuştur.

Tablo 4.18. Direkt kuafaj uygulanan dişlerde 12. ve 18. ay Moorrees skorlarının dağılımları ve aralarındaki değişimlerin istatistiksel analizi

12. ay kök gelişim düzeyi											
		Rc			A1/2			Ac			
Direkt kuafaj	Kök gelişim düzeyi	n	%	%A.	n	%	%A.	n	%	%A.	P
18.ay	Rc	4	100.0	50.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	4	50.0	50.0	4	50.0	36.4	0	0.0	0.0	
	Ac	0	0.0	0.0	7	35.0	63.6	13	65.0	100.0	

* $p<0.05$, %:Satır yüzdesi ve %A.: 6.ay için sütun yüzdesi

Tablo 4.19, pulpotomi uygulanan dişlerde 12. ay Moorrees skorlarının, 18. ay ölçümleriyle karşılaştırmalı olarak dağılımını göstermekte ve bu iki zaman noktası arasındaki ilişkileri istatistiksel olarak değerlendirmektedir. Pulpotomi için yapılan analiz sonucunda 12. ayda Rc düzeyinde olan dişlerin %25'i 18. ayda da Rc düzeyini korumuştur. A1/2 düzeyinde olan dişlerin %46.2'si aynı düzeyde kalırken, %53.8'i Ac düzeyine ilerlemiştir. Yapılan analizler sonucunda, 12. ve 18. ay ölçümleri arasında

istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu farkın oluşmasında, 12. ayda A1/2 düzeyinde olan dişlerin yarısından fazlasının (%53.8) 18. ayda Ac düzeyine ilerlemiş olması etkili olmuştur.

Tablo 4.19. Pulpotomi uygulanan dişlerde 12. ay Moorrees skorlarının, 18. ay ölçümleriyle karşılaştırmalı dağılımı ve aralarındaki ilişkiler

12. ay kök gelişim düzeyi											
		Rc			A1/2			Ac			
Pulpotomi	Kök gelişim düzeyi	n	%	%A.	n	%	%A.	n	%	%A.	P
18.ay	Rc	2	100.0	25.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	<0.001*
	A1/2	6	50.0	75.0	6	50.0	46.2	0	0.0	0.0	
	Ac	0	0.0	0.0	7	38.9	53.8	11	61.1	100.0	

* $p<0.05$, %:Satır yüzdesi ve %A.: 6.ay için sütun yüzdesi

Tablo 4.20’de, direkt kuafaj tedavi yöntemi uygulanan dişlerde dentin köprüsü oluşumuna dair bulguların 3., 12. ve 18. ay ölçümlerine göre dağılımları ve bu ölçümler arasındaki istatistiksel ilişkiler sunulmuştur. Marjinal homojenlik testi sonuçlarına göre, 3. ve 12. ay arasında dentin köprüsü oluşum oranlarında anlamlı fark bulunmuştur ($p=0.025$). Bu farkın kaynağı, 3. ayda dentin köprüsü gözlenmeyen dişlerin %16.7’sinde 12. ayda köprü oluşumunun başlamasıdır. Ancak, 12. ve 18. ay arasında dentin köprüsü oluşumu açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0.135$). Bu sonuçlar, 12. aydan sonra dentin köprüsü oluşum sürecinin büyük ölçüde tamamlandığını göstermektedir.

Tablo 4.20. Direkt kuafaj tedavi türü için zamana göre dentin köprüsü durumunun dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

		3. ay semptom durumu						
		Yok			Var			
		n	%	%A.	n	%	%A.	P
12.ay	Yok	1	100.0	16.7	0	0.0	0.0	0.025*
	Var	5	15.2	83.3	28	84.8	100.0	
		12. ay						
		Yok			Var			
		n	n	%	%A.	n	%	P
18.ay	Yok	1	50.0	100.0	0	0.0	0.0	0.135
	Var	0	0.0	0.0	33	100.0	100.0	

*p<0.05, %:Satır yüzdesi, %B.: Başlangıç için sütun yüzdesi, %A.: Aylar için sütun yüzdesi

Tablo 4.21’de, pulpotomi tedavi yöntemi uygulanan dişlerde dentin köprüsü oluşumuna dair 3., 12. ve 18. ay ölçümlerine ait verilerin zaman içindeki dağılımları ve aralarındaki istatistiksel ilişkiler sunulmuştur. Bu zaman noktaları arasındaki değişimlerin değerlendirilmesinde marjinal homojenlik testleri kullanılmıştır. Yapılan analizlerde, 3. ay ile 12. ay karşılaştırmasında dentin köprüsü oluşumu açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (p=0.025). Bu farkın oluşumunda, 3. ayda dentin köprüsü gözlenmeyen dişlerin yarısında (%50) 12. ayda köprü oluşumu gözlenmemiş olması etkili olmuştur. Bununla birlikte, 12. ve 18. ay arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0.083). Bu sonuçlar, dentin köprüsü oluşumunun büyük oranda ilk 12 ay içerisinde gerçekleştiğini ve 18. aya kadar ek bir artışın sınırlı kaldığını göstermektedir.

Tablo 4.21. Pulpotomi tedavi türü için zamana göre dentin köprüsü durumunun dağılımları ve aralarındaki ilişkiler

		3. ay semptom durumu						
		Yok			Var			
		n	%	%A.	n	%	%A.	P
12.ay	Yok	5	100.0	50.0	0	0.0	0.0	0.025*
	Var	5	18.5	50.0	22	81.5	100.0	
12. ay								
		Yok			Var			
		n	n	%	%A.	n	%	P
18.ay	Yok	2	100.0	40.0	0	0.0	0.0	0.083
	Var	3	9.7	60.0	28	90.3	100.0	

*p<0.05, %: Satır yüzdesi, %B.: Başlangıç için sütun yüzdesi, %A.: Aylar için sütun yüzdesi

5. TARTIŞMA

Diş hekimliğinde minimal invaziv ve biyolojik temelli tedaviler giderek önem kazanmaktadır. Bu tedaviler arasında indirekt kuafaj, direkt kuafaj ve pulpotomi pedodonti kliniklerinde en çok uygulanan tedavilerdendir. Direkt kuafaj ve pulpotomi gibi prosedürler, bakteriyel kontaminasyonu kontrol altına almayı, reparatif dentin oluşumunu teşvik etmeyi ve pulpanın vitalitesini sürdürmeyi amaçlamaktadır. Bu tedavilerin nihai hedefi, sağlıklı pulpa ve periapikal dokulara sahip dişlerin ağızda uzun süreli hayatta kalmasını sağlamaktır. Bu tez çalışmasında çocukların dental tedavileri arasında büyük öneme sahip VPT'lerinden direkt kuafaj ve pulpotomi prosedürlerinin kök gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Çalışmamızda, 18 aylık takip süresi boyunca elde edilen bulgular hem direkt pulpa kuafajı hem de koronal pulpotomi uygulamalarının immatür daimi dişlerde başarılı bir şekilde uygulanabileceğini ortaya koymuştur. Klinik ve radyografik başarı kriterleri, hastaların çoğunda sağlanmıştır. Takip sürecinde 60 hastanın hiçbirinde periapikal radyolüsent lezyon, internal veya eksternal rezorpsiyon gibi patolojilere rastlanmamış; yalnızca bir olguda kanal içi kalsifikasyon ve bir hastanın 18.ay kontrolünde perküsyon hassasiyetine eşlik eden PDL genişlemesi gözlemlenmiştir. Klinik semptomatik olguların sayısı oldukça düşük olmakla birlikte, semptomların çoğunluğu hafif perküsyon hassasiyeti ve bir olguda hassasiyet ile sınırlı kalmıştır. Ayrıca, bazı hastalarda 6. ve 12. ay kontrollerinde yeni çürük gelişimi ve yeni restorasyon ihtiyacı tespit edilmiştir. Tedavi edilen dişler fonksiyonlarını asemptomatik şekilde sürdürmüştür. Bulgular, uygulanan tedavi protokollerinin biyolojik ve fonksiyonel açıdan yüksek başarı sağladığını desteklemektedir.

Pulpotomi, derin çürük lezyonu ve pulpa tutulumu bulunan dişlerde, farklı VPT yöntemleri arasında en yaygın olarak uygulanan tekniktir. VPT yöntemleri hem süt

dişlerinde hem de daimi dişlerde, uzun süredir en güvenilir ve en başarılı tedavi yaklaşımı olarak kabul edilmektedir (Asgary et al., 2020). VPT yöntemlerinin minimal invaziv doğası gereği komplikasyon gelişme riski de daha düşüktür. Ayrıca, kanamanın (hemostazın) yönetimi esnasında, pulpa dokusundaki inflamatuvar değişimlerin doğrudan gözlemlenebilmesi, klinisyene pulpa dokusunun mevcut vitalitesi ve iyileşme potansiyeli hakkında önemli tanısal bilgiler sağlamaktadır (Zanini et al., 2016). Son yıllarda literatürde pulpotominin biyolojik avantajlarını ve klinik etkinliğini destekleyen bilimsel kanıtların artış göstermesi, özellikle immatür daimi dişlerde sunduğu rejeneratif potansiyel ile bu yaklaşımın ön plana çıkmasına neden olmuştur. Bu doğrultuda, çalışmamızda da pulpotomi yöntemi, uygun endikasyonlar doğrultusunda tercih edilerek uygulanmıştır.

Direkt kuafaj derin çürük lezyonlarına bağlı olarak gelişen ancak sınırlı çapta ve minimal invaziv şekilde pulpa ekspozisyonun meydana geldiği durumlarda, dişin vitalitesini koruma amacıyla uygulanan konservatif bir tedavi yaklaşımıdır. Özellikle koronal pulpanın sağlıklı olduğu düşünülen dişlerde, daha invaziv endodontik işlemlere alternatif olarak tercih edilmektedir. Aguilar ve Linsuwanont tarafından yapılan sistematik derlemede, pulpa ekspozisyonun çürüğe bağlı olduğu olgularda direkt kuafajın, uygun vaka seçiminde yüksek başarı oranları sunduğu bildirilmiştir (Aguilar & Linsuwanont, 2011). Bu literatür verisi doğrultusunda, çalışmamızda direkt pulpa kuafajı yöntemi, özellikle derin dentin çürüğüne bağlı sınırlı pulpa ekspozisyonu görülen ve koronal pulpanın canlılığının korunabildiği immatür daimi dişlerde tedavi seçeneği olarak değerlendirilmiştir. Minimal invaziv yapısı, pulpa dokusuna yönelik koruyucu yaklaşımı ve uygun hasta seçimi ile yüksek başarı oranlarına ulaşılabileceğine dair bilimsel kanıtlar doğrultusunda, direkt kuafaj yöntemi çalışmamıza dahil edilmiştir.

Derin çürük lezyonlarının preperasyonu esnasında meydana gelen pulpa ekspozisyonlarında, dişin vitalitesini korumayı amaçlayan direkt kuafaj ve pulpotomi uygulamaları, konservatif tedavi protokolleri içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Klinik uygulamalarda, pulpa dokusunun doğrudan histolojik değerlendirilmesi mümkün olmadığından, ekspozisyon çapı, çevre dokunun görünümü, pulpa kanamasının miktarı ve süresi gibi objektif kriterler doğrultusunda tedavi seçimi yapılmaktadır (Asgary et al., 2018; Leong & Yap, 2021). Leong ve Yap tarafından yayınlanan derlemede, çürük kaynaklı pulpa ekspozisyonlarında pulpotomi uygulamalarının, direkt kuafaja kıyasla daha öngörülebilir ve uzun dönem başarı oranları sunduğu bildirilmiştir (Leong & Yap, 2021). Benzer şekilde, Jakovljevic ve ark. tarafından yapılan çalışmada, VPT’lerde başarıyı etkileyen temel parametrelerden birinin, tedavi esnasında gerçekleştirilen doğru klinik değerlendirme olduğu; inflamasyonun klinik olarak sınırlı olduğu vakalarda direkt kuafajın uygulanabileceği, ancak şüpheli durumlarda pulpotominin daha güvenli bir tedavi seçeneği sunduğu belirtilmiştir (Jakovljevic et al., 2023).

Tez çalışmamızın bulgularına göre, reversibl pulpitis semptomları gösteren immatür daimi molar dişlerde uygulanan direkt kuafaj ve pulpotomi tedavileri arasında, 18 aylık takip süresi boyunca elde edilen klinik ve radyografik başarı oranları açısından anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Her iki tedavi yaklaşımının da benzer başarı düzeylerine ulaşmasında; doğru vaka seçimi, pulpa durumunun doğru tanımlanması, biyolojik açıdan uygun tedavi endikasyonlarının belirlenmesi ve yüksek biyouyumluluğa sahip bir biyomateryal kullanılması etkili olmuştur. Ayrıca, tanısal süreçte dikkatli klinik değerlendirmelerin yapılması ve tedavi sonrası restoratif bütünlüğün sağlanması da elde edilen başarılı sonuçlara katkıda bulunmuştur.

VPT’ler için yapılan bir derlemede, direkt kuafaj prosedürünün invaziv olmaması, işlem süresinin kısa olması ve diş yapısının maksimum düzeyde korunmasına olanak

sağlaması gibi belirgin avantajlara sahip olduğu vurgulanmıştır (Leong & Yap, 2021). Ayrıca, doğru materyal seçimi ve uygun teknik uygulandığında, direkt kuafajın uzun dönemli diş vitalitesini başarılı bir şekilde koruyabileceği gösterilmiştir. Asgary ve ark. tarafından bildirildiği üzere, pulpotomi, daha geniş ekspozisyon alanlarında başarılı sonuçlar verebilmekte ve ekspozisyon sırasında oluşabilecek olası komplikasyon riskini azaltmaktadır (Asgary et al., 2018). Bununla birlikte, pulpotomi prosedürü, invaziv doğası nedeniyle daha fazla doku kaybına yol açabilmekte ve uygulama süresi ile teknik hassasiyet açısından direkt kuafaja kıyasla daha yüksek düzeyde klinik uzmanlık gerektirmektedir (Asgary et al., 2018; Henry F Duncan et al., 2023; Ramani et al., 2022). Bu çalışmada, tedavi protokolü oluşturulurken ekspozisyon alanının boyutu temel kriter olarak alınmış; ekspozisyon çapı 2 mm veya daha küçük olan olgularda direkt kuafaj uygulanırken, 2 mm’yi aşan ekspozisyon vakalarında pulpotomi tercih edilmiştir. Klinik değerlendirme sırasında ekspozisyon alanında hemostazın sağlanması da işlemin devamı için destekleyici bir klinik kriter olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu standart protokol çerçevesinde vaka yönetimi gerçekleştirilmiş ve uygulanan yöntemler, mevcut literatürde bildirilen klinik başarı kriterleri ile uyumlu olacak şekilde planlanmıştır.

Avrupa Endodonti Derneği’nin (ESE) 2019 tarihli bildirisine göre, derin ve aşırı derin çürük lezyonlarının yönetiminde, pulpa dokusunun vitalitesini korumaya yönelik tedavi protokolleri klinik başarı açısından öncelikli olarak tercih edilmektedir. Bildiride, pulpa ekspozisyonları etiyolojisine göre sınıflandırılmakta olup; travmatik ya da iatrojenik nedenlerle meydana gelen ekspozisyonlar Sınıf I, çürüğe bağlı oluşan ekspozisyonlar ise Sınıf II olarak tanımlanmıştır. Sınıf II ekspozisyonlarda, pulpa dokusunun reversibl inflamasyon gösterebildiği durumlarda, direkt kuafaj, parsiyel pulpotomi ya da koronal pulpotomi gibi VPT’ler önerilmektedir. Pulpotomi; aseptik koşulların sağlandığı, lastik örtü ile izolasyonun gerçekleştirildiği, büyütme altında

çalışıldığı ve hidrolik kalsiyum silikat bazlı biyomateryallerin kullanıldığı durumlarda tercih edilmesi önerilmektedir (Dummer et al., 2019). Bununla birlikte, VPT sonuçları ve başarı oranı, pulpa inflamasyonunun şiddeti ve pulpa dokusunun histopatolojik durumu ile sıkı bir şekilde ilişkilidir (Zanini et al., 2017). Ayrıca, klinik semptomlar ile pulpanın histopatolojik durumu arasında belirgin bir korelasyon bulunmadığı, özellikle irreversible pulpitis durumlarında, bu durumun yanlış bir tanıya yol açabileceği gösterilmiştir (Lin et al., 2020; Ricucci et al., 2019). Çalışmamızda reversibl pulpitis semptomlar gösteren, ancak çürük progresyonu nedeniyle pulpa ekspozisyonunun kaçınılmaz olduğu daimi dişlerde, ESE'nin önerdiği protokoller doğrultusunda pulpotomi uygulanmıştır. Bu prosedür, kök kanal sistemine giriş yapılmaksızın pulpal vitalitenin korunmasını hedeflemiş, böylece minimal invaziv yaklaşımların dışında olsa da biyolojik temelli ve güncel literatürle uyumlu bir tedavi seçeneği olarak tercih edilmiştir. Bu sebepten ötürü, tez çalışmamızda farklı semptomlara sahip dişlerin enflamatuvar yanıt üzerindeki etkisini elimine etmek amacıyla yalnızca reversibl pulpitis semptomları gösteren dişler dâhil edilmiştir. Böylece tedavi protokolü hastanın klinik semptomları açısından standardize edilerek, yalnızca tedavi yaklaşımı (direkt kuafaj ve pulpotomi) ile klinik ve biyolojik çıktılar arasındaki ilişki nesnel biçimde değerlendirilebilmiştir.

Biyomateryaller, hücre içermeyen doku mühendisliği uygulamalarında vazgeçilmez bir bileşen olarak kabul edilmektedir. VPT'de kullanılan biyomateryaller, yalnızca mekanik bir bariyer işlevi görmekten ötesinde, pulpa dokusunun rejenerasyonuna katkı sağlayan biyolojik ortamlar sunmaktadır (AAPD, 2016). Özellikle immatür daimi dişlerde apeksogenezi sağlamak amacıyla uygulanan VPT'lerde bu biyolojik mimarinin önemi artmaktadır. Çalışmamızda kullanılan MTA hem yüksek biyoyumluluğu hem de kalsiyum salınımına bağlı olarak sert doku formasyonunu teşvik eden özelliği sayesinde, kök gelişiminin devam etmesini ve apikal daralmanın sağlanmasını mümkün kılmıştır.

Gerçekleştirilen 18 aylık takipler sonucunda, her ne kadar tüm dişlerde apeks formasyonu tam olarak tamamlanmamış olsa da kök gelişiminin aktif olarak sürdüğü ve apeksogenezin desteklendiği gözlemlenmiştir. Bu bulgular, biyomateriyallerin rejeneratif potansiyelini vurgulayan literatür ile uyum göstermekte ve MTA'nın immatür dişlerde biyolojik açıdan etkili bir materyal olduğunu desteklemektedir.

MTA'yı KH ile karşılaştıran hayvan çalışmalarında, genellikle MTA'nın daha iyi pulpa iyileşmesi gösterdiği belirtilmektedir (Briso et al., 2006; de Souza Costa et al., 2008). Ancak, MTA'nın KH ile karşılaştırıldığı insan çalışmaları farklı sonuçlar vermektedir. Çoğu insan çalışması, MTA ve KH'in benzer başarı gösterdiğini ifade etmiştir (Bogen et al., 2008). Bu sonuçlar, MTA'nın pulpa maruziyeti üzerinde KH'in sağlayamadığı bir sızdırmazlık sağlayabileceğini göstermektedir. Kontrol grubunun bulunmadığı ve yalnızca MTA'nın pulpa örtüleme ajanı olarak kullanıldığı insan çalışmalarında, altı aydan dört yıla kadar olan sürelerde başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Hilton, 2009).

VPT'yi takiben uygulanan koronal restorasyonlar, tedavi başarısında kritik rol oynayan bir diğer faktördür. MTA biyouyumluluğu, yüksek alkallenliği ve sızdırmazlık kapasitesi nedeniyle geniş endikasyonlara sahip olmasına rağmen, uzun sertleşme süresi klinik uygulamalarda bazı zorluklar yaratmaktadır. Bu nedenle, MTA'nın üzerine uygulanacak restoratif materyalin hem biyomekanik uyumu hem de kimyasal etkileşimi önem kazanmaktadır.

RMCİS, MTA ile kimyasal olarak etkileşime geçerek arayüzde stabil bir bağlantı oluşturabilir. Eid ve ark.'nın yaptığı çalışmada, RMCİS'in MTA üzerine uygulanmasının, özellikle nemli koşullarda kalsiyum tuzu kristallerinin oluşumunu desteklediği ve bu arayüzdeki adaptasyonu iyileştirdiği gösterilmiştir (Eid et al., 2012). Aynı çalışmada, RMCİS'in erken uygulanmasının MTA'nın sertliğinde geçici değişiklikler yaratsa da bu

etkinin zamanla azaldığı ve nihai sertlik değerlerinde anlamlı bir farklılık yaratmadığı rapor edilmiştir. Bu bulgular, MTA'nın üzerine RMCİS uygulanmasının tek seansta güvenle kullanılabileceğini ve klinik uyumluluk açısından uygun bir alternatif sunduğunu desteklemektedir.

Benzer şekilde, Nandini ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada, CİS'in MTA ile sertleşme reaksiyonu üzerinde olumsuz bir etkisinin bulunmadığı gösterilmiştir (Nandini et al., 2007). Ayrıca Yesilyurt ve ark., CİS'lerin MTA ile tek seansta uygulanabilir olduğunu ve bunun klinik uygulamalar açısından zaman ve maliyet bakımından avantaj sunduğunu ortaya koymuştur (Yesilyurt et al., 2009). Öte yandan, kompozit esaslı restorasyonlar da VPT'yi takiben sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak bu materyallerin içerdiği hidrofobik primerlerin, MTA'nın hidrasyon süreciyle etkileşime girebileceği ve MTA'nın sertleşme reaksiyonunu olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte, klinik uygulamalarda doğru zamanlama ve uygun yüzey işlemleri ile kompozitlerin de başarıyla uygulanabileceği ifade edilmiştir (Tsujimoto et al., 2013).

MTA ile birlikte kullanılan restoratif materyalin seçimi, tedavinin başarısını doğrudan etkileyen bir unsurdur. Özellikle RMCİS'lerin, MTA ile kimyasal olarak uyumlu bir arayüz oluşturduğu ve sertleşme sürecini olumsuz etkilemeden tek seansta uygulanabildiği görülmektedir. Bu özellikleriyle RMCİS, bizim çalışmamızda da MTA yerleştirilmesini takiben güvenle tercih edilebilecek materyal olduğu için kullanılmıştır.

Cam iyonomer ve RMCİS gibi kaide materyallerinin kullanımıyla, MTA yüzeyinde yeterli bağlanma mukavemeti sağlandığı ve restorasyon sırasında biyomateryalin sertleşme sürecinin olumsuz etkilenmediği gösterilmiştir.(Patil et al., 2016; Tsujimoto et al., 2013) Bu literatür bulguları, çalışmamızda uygulanan klinik protokolle doğrudan örtüşmektedir. Çalışmamızda, MTA uygulamasını takiben, üretici firma önerilerine uygun şekilde RMCİS ile örtüleme yapılmıştır. Bu yaklaşım, MTA'nın

stabilitesini koruyarak dış ortamla olan temasını minimize etmiş; aynı zamanda modern restoratif protokollerin sunduğu marjinal adaptasyon avantajları sayesinde sızdırmaz bir restorasyon elde edilmesini sağlamıştır. Klinik ve radyografik takiplerde, tedavi başarısını olumsuz yönde etkileyebilecek herhangi bir sızdırmazlık problemiyle karşılaşılmemiştir. Bu durum, MTA'nın bilinen sızdırmazlık kapasitesi ile birlikte, RMCİS ile oluşturulan restoratif katmanın MTA'nın fiziksel özelliklerini olumsuz etkilemediğini ve klinik başarının sürekliliğini desteklediğini göstermektedir. Sonuç olarak, çalışmamızın bulguları, MTA + RMCİS kombinasyonunun immatür dişlerde VPT de güvenle uygulanabileceğine dair literatürdeki mevcut kanıtlarla uyum içindedir.

Geleneksel KH bazlı materyallerin yanında, son yıllarda MTA ve Biodentine™ gibi biyoseramik esaslı materyallerin kullanımı yaygınlaşmış olup, bu ajanların pulpa üzerinde dentin köprüsü oluşumunu indükleyici etkileri ve düşük inflamatuvar yanıt profilleri ile tedavi başarısını artırdığı gösterilmiştir (Taha & Khazali, 2017). Aguilar ve Linsuwanont'un yaptığı sistematik derlemede ise farklı VPT'ler karşılaştırılmış ve üç yıllık takip süresi sonunda MTA ile yapılan pulpotominin %96.6 ile en yüksek başarı oranına sahip olduğu bulunmuştur (Aguilar & Linsuwanont, 2011). Benzer şekilde, çalışmamızda da hem direkt pulpa kuafajı hem de koronal pulpotomi uygulamaları klinik olarak yüksek başarı oranları ile sonuçlanmış; 3., 6., 12. ve 18. aylarda yapılan takiplerde tedavi türleri arasında klinik semptom varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Örneğin, 3. ayda direkt kuafaj grubundaki dişlerin %97.4'ü, pulpotomi grubunun ise %97.1'i asemptomatik olarak değerlendirilmiştir. 6. ve 12. aylarda tüm pulpotomi hastaları asemptomatik kalırken, direkt kuafaj grubunda bu oran %94.7 olarak belirlenmiştir. 18. ayda ise asemptomatik dişlerin oranları sırasıyla %92.1 ve %94.1 olarak izlenmiştir. Bu bulgular, her iki tedavi yaklaşımının da fonksiyonel bütünlüğü ve biyolojik iyileşmeyi başarıyla sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, tüm izlem

periyotlarında pulpotomi grubunda daha yüksek oranda asemptomatik seyir gözlenmiş olması, MTA ile yapılan pulpotominin klinik açıdan daha başarılı bir iyileşme süreci sunduğunu düşündürmektedir.

Kök gelişimini tamamlamamış immatür daimi dişlerde, pulpa dokusunun vitalitesinin korunması yalnızca mevcut enfeksiyonun yönetilmesi açısından değil, aynı zamanda kök gelişiminin devamı ve apikal kapanmanın sağlanması bakımından da kritik öneme sahiptir. Bu dişlerde gerçekleştirilen tedaviler, pulpa dokusunun iyileşme kapasitesinden yararlanarak, hem dentin-kök gelişiminin doğal seyriyle devam etmesini hem de daha dirençli bir kök yapısının oluşmasını hedefler. İmmatür dişlerde kanal genişliği ve açık apeks varlığı, konvansiyonel endodontik tedavileri teknik olarak güçleştirmekte; buna karşın bu tedaviler, kök gelişimini destekleyen biyolojik ve koruyucu bir alternatif sunmaktadır (Vafaei et al., 2022). Bu nedenle, çalışmamızda immatür daimi dişlerin değerlendirmeye alınması, yalnızca mevcut pulpa vitalitesinin korunmasıyla sınırlı kalmayan; aynı zamanda kök gelişiminin tamamlanması, apikal kapanmanın sağlanması ve dişin uzun dönem fonksiyonda tutulabilmesi gibi biyolojik hedeflere ulaşılması açısından klinik uygulamalar için büyük önem taşımaktadır. Elde edilen başarılı sonuçlar, doğrudan tedavi protokolünün etkinliğinin yanı sıra, immatür daimi dişlerin sahip olduğu yüksek rejeneratif kapasite ve biyolojik yanıt potansiyeli ile de ilişkilidir. Özellikle genç yaş grubundaki hastalarda pulpa dokusunun iyileşmeye ve dentinogeneze yatkın yapısı, uygulanan VPT'lerin başarısını anlamlı ölçüde desteklemektedir. Bu yönüyle, çalışmamızın bulguları yalnızca seçilen tedavi yaklaşımlarının değil, aynı zamanda uygun hasta ve diş seçiminin de uzun dönemli klinik prognoz üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda, direkt pulpa kuafajı ve koronal pulpotomi uygulanan immatür daimi dişlerin 3., 6., 12. ve 18. ay klinik takiplerinde elde edilen bulgular, tedavi türleri

ile klinik semptomlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir ($p>0.05$). Benzer şekilde, Moorrees kök gelişim skorları kullanılarak yapılan radyografik değerlendirmelerde de tedavi türlerine göre anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu sonuçlar, her iki tedavi yaklaşımının da benzer klinik ve radyografik başarı oranlarına sahip olduğunu ortaya koymakta ve bu bağlamda çalışma kapsamında oluşturulan *“Reversibl pulpitisli immatür daimi azı dişlerinde uygulanan direkt kuafaj ve pulpotomi tedavileri arasında klinik ve radyografik başarı açısından anlamlı bir fark yoktur.”* birinci hipotezimiz doğrulanmıştır.

Çalışmamızdaki hastaların dental olgunlaşma hızlarının başlangıçta heterojen olduğu tespit edilmiştir. Ancak, tedavi türleri arasında hem başlangıç hem de 18. aydaki Moorrees skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Tedavi türü ile zaman faktörünün etkileşiminin istatistiksel olarak anlamsız çıkması ($p=0.996$ ve $p=0.385$), bu iki tedavi yönteminin dental gelişim üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca, tedavi türünün tek başına Moorrees skorları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmaması ($p=0.123$), dental matürasyonun büyük ölçüde hastanın bireysel biyolojik özelliklerine bağlı olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, direkt kuafaj ve pulpotominin dental yaş üzerindeki etkilerinin benzer olduğu ve tedavi seçiminin dental matürasyon sürecini anlamlı şekilde değiştirmedeği söylenebilir.

Apeksogenezis, immatür daimi dişlerde VPT’lerin temel hedeflerinden biri olup, pulpanın canlılığını koruyarak kök gelişiminin tamamlanmasını ve apikal kapanmanın sağlanmasını amaçlar. Çalışmamızda değerlendirilen veriler doğrultusunda, direkt kuafaj ve pulpotomi uygulanan dişlerin başlangıç ve takip dönemlerindeki (3., 6., 12. ve 18. ay) Moorrees kök gelişim skorları karşılaştırıldığında, tedavi yöntemlerine göre anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Her iki tedavi grubunda da kök gelişiminin düzenli ve fizyolojik bir seyir izlediği, apeksogenezisin tedavi türünden bağımsız olarak başarıyla

sürdüğü gözlemlenmiştir. Bu bulgu, direkt kuafaj ve pulpotominin, immatür daimi dişlerde kök gelişimini etkili şekilde destekleyebildiğini ortaya koymakta; dolayısıyla, *“Reversibl pulpitisli immatür daimi azı dişlerinde uygulanan direkt kuafaj ve pulpotomi tedavilerinin apeksogenezis üzerinde hızlandırıcı veya yavaşlatıcı bir etkisi yoktur.”* şeklinde ifade edilen ikinci hipotezimiz kabul edilmiştir.

Literatürde, MTA’nın pulpa kuafaj materyali olarak kullanıldığı tek seanslı ve iki seanslı VPT’ler arasında, klinik ya da histolojik başarı açısından anlamlı bir fark bildirilmemiştir (Rafter, 2005; Tan et al., 2020). VPT’yi takiben dişin hemen restore edilmesi, tedavinin başarısı üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Tedavi sonrası pulpaya uygulanan biyomateryalin korunması, mikroorganizmaların girişinin engellenmesi ve mikrosızıntının önlenmesi, ancak yeterli marjinal adaptasyona sahip kalıcı bir restorasyonla mümkün olabilmektedir. Özellikle çocuk hastalarda tedavi süresinin kısaltılması, iş birliğinin sınırlı olduğu durumlarda restoratif işlemlerin geciktirilmeden tamamlanması, hem biyomateryalin stabilitesi hem de pulpa dokusunun korunması açısından büyük önem taşımaktadır (Jang et al., 2015; Tan et al., 2020). Bu güçlü literatür desteği doğrultusunda, özellikle kalsiyum silikat bazlı materyallerin sertleşme süreci henüz tamamlanmamış olsa dahi, üzerine doğrudan daimi restorasyon uygulanmasının mümkün olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, çalışmamızda da tüm tedavi protokolleri tek seansta tamamlanmış ve restorasyonlar aynı seansta uygulanmıştır. Böylelikle, seanslar arasında oluşabilecek mikrosızıntı, bakteriyel kontaminasyon ve bunlara bağlı olarak gelişebilecek pulpa başarısızlığı gibi olası komplikasyonların önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Nitekim çalışmamızda, 18 aylık takip süresince değerlendirilen vakalarda herhangi bir restorasyon kaynaklı mikrosızıntı bulgusu ya da buna bağlı gelişen patoloji gözlenmemiştir. Bu durum, kullanılan MTA’nın yüksek sızdırmazlık kapasitesi

ve biyouyumluluğu ile birlikte, tek seanslı restoratif yaklaşımın tedavi başarısını doğrudan destekleyen bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır.

ESE, VPT uygulanan dişlerin, postoperatif olarak 6. ve 12. aylarda klinik, radyografik ve termal testlerle değerlendirilmesini ve 4 yıla kadar yıllık olarak izlenmesini önermektedir (Dummer et al., 2019). VPT'ler ile ilgili çalışmalarda uygun takip süresi konusunda bir görüş birliği bulunmamaktadır. Matsuo ve arkadaşları, çalışmalarında 3. ve 18. ayda benzer başarı oranları elde ettikleri için 3 aylık bir sürenin yeterli olabileceğini öne sürmüşlerdir (Matsuo et al., 1996). Benzer şekilde, çalışmamızda da 3. ve 18. aylarda elde edilen klinik ve radyografik başarı oranlarının birbirine oldukça yakın seyrettiği gözlenmiş, bu da erken dönemde sağlanan iyileşmenin uzun dönem başarının öngörülmesinde güvenilir bir gösterge olabileceğini desteklemiştir. Ancak, direkt pulpa kuafajı ile ilgili bazı çalışmalarda, KH ile tedavi edilen olgularda başarı oranlarının zamanla azaldığı bildirilmiş buna karşın MTA ile gerçekleştirilen parsiyel pulpotomilerde, başarı oranlarının zaman içerisinde daha stabil seyrettiği görülmüş ve bu durum, MTA ile yapılan direkt pulpa kuafajlarının uzun dönem başarılarıyla da uyumlu bulunmuştur (Aguilar & Linsuwanont, 2011; Taha & Khazali, 2017). Çalışmamızda da benzer bir başarı seyri meydana gelmiş; MTA ile tedavi edilen dişlerin 3., 6., 12. ve 18. aylık takiplerinde, klinik ve radyografik olarak başarı oranlarında anlamlı bir düşüş gözlenmemiştir. Bu durum, MTA'nın biyolojik uyumluluğu, pulpayla olan etkileşimi ve uzun süreli sızdırmazlık özelliği sayesinde, VPT'lerde uzun dönem stabilite sağladığını bir kez daha desteklemektedir. Aynı zamanda bu bulgu, materyal seçiminin yalnızca kısa vadeli değil, uzun vadeli tedavi başarısı açısından da belirleyici bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır.

Koronal restorasyonlar, VPT'nin uzun dönem başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Literatürde, kompozit materyallerin MTA ve benzeri kalsiyum silikat bazlı

materyallerle doğrudan temaslarında, uygun adeziv sistemler ile kullanıldığında, hem biyolojik uyumluluk hem de mekanik dayanıklılık açısından tatmin edici sonuçlar elde edildiği bildirilmektedir (Ajami et al., 2013; Tulumbaci et al., 2017). Öte yandan, farklı bir çalışmada, MTA'nın üretici talimatlarına uygun olarak karıştırılıp uygulandığı ve yeterli hidrasyon sağlandığı sürece, kompozit rezin materyalinin MTA üzerine doğrudan uygulanmasının MTA'nın sertliğini olumsuz yönde etkilemediği ve bu yaklaşımın önerilen klinik protokollerle uyumlu olduğu bildirilmiştir (Tsujimoto et al., 2013). Ancak literatürde bu konuya ilişkin bazı görüş ayrılıkları da bulunmaktadır. Örneğin, bazı çalışmalarda rezin kompozitlerin taze karıştırılmış MTA üzerine doğrudan uygulanmasının, MTA'nın sertleşme sürecini olumsuz etkileyebileceği ve asitle pürüzlendirme ile yıkama işlemlerinin materyalin stabilitesini bozabileceği belirtilmektedir (Patil et al., 2016). Bu nedenle, MTA'nın kısmen sertleşmesini takiben CİS gibi kaide materyallerin uygulanmasının daha uygun olabileceği ifade edilmiştir. Bu uygulamanın ardından, restoratif protokolün aynı seansta tamamlanarak daimi restorasyonun gerçekleştirilmesi, hem biyomateryalin korunması hem de mikrosızıntının önlenmesi açısından klinik başarıya katkı sağladığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda, direkt kuafaj ve pulpotomi sonrası aynı seansta uygulanan kompozit restorasyonlar, Hickel ve ark. tarafından önerilen restorasyon değerlendirme kriterlerine göre değerlendirilmiştir (Hickel et al., 2007). Restorasyon skorlarına göre incelendiğinde, Skor 1 olanların %67.6'sı direkt kuafaj grubunda, %75.8'i pulpotomi grubunda; Skor 2 olanların ise %32.4'ü direkt kuafaj grubunda, %24.2'si pulpotomi grubunda yer almıştır. Bu çalışmada, restorasyonların tümü tedaviyle aynı seansta direkt kompozit materyaller kullanılarak standart bir restoratif protokol uygulanmıştır. Dolayısıyla, restorasyonun tipi ve zamanlaması açısından gruplar arasında herhangi bir değişkenlik söz konusu değildir. Restorasyon skorlarına göre yapılan değerlendirmede,

tedavi türleri ile restorasyon başarısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu bulgu, uygulanan tedavi prosedürleri farklılık gösterse de restoratif başarı açısından benzer sonuçlar elde edildiğini ve restorasyon prognozunun esasen restoratif işlemin kalitesiyle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, bu durumun kullanılan MTA materyalinin yüksek sızdırmazlık özelliği, güncel kompozit ve bonding materyallerinin marjinal adaptasyonundaki teknolojik gelişmeler sayesinde mikrosızıntının azaltılmasıyla da ilişkili olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, restorasyon başarısı ile uygulanan tedavi yöntemi arasında istatistiksel bir fark bulunmasa da restoratif yaklaşımın kalitesi ve uygulama koşulları; çocuk hastalarda ise buna ek olarak oral hijyen alışkanlıkları, kooperasyon düzeyi ve düzenli takip seanslarına katılım gibi faktörler, tedavinin uzun dönem başarısını doğrudan etkilemektedir.

İmmatür daimi dişlerde VPT'ler yalnızca pulpanın canlılığını korumayı değil, aynı zamanda kök gelişiminin tamamlanmasını ve apikal kapanmanın sağlanmasını hedeflemektedir. Bu bağlamda, apeksogenezi destekleyen tedavi protokolleri, klinik başarıyı uzun vadede artıran biyolojik temelli yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir. Literatürde, MTA ve KH ile yapılan pulpotomi uygulamalarında kök uzunluğunda anlamlı artış, apikal bölgedeki kanal genişliğinde azalma ve kök kanalının daralması gibi radyografik olarak izlenebilir apeksogenezin çeşitli parametreler üzerinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde gözlemlendiği bildirilmiştir (Kaur et al., 2021). Benzer şekilde, MTA ile tedavi edilen immatür dişlerde kök gelişiminin 3. aydan itibaren başladığı ve 24. ayda anlamlı düzeyde ilerlediği ortaya konmuştur (Eppa et al., 2018).

Çalışmamızda, Moorrees kök gelişim sınıflamasına göre başlangıçta R3/4 ve Rc evrelerinde yer alan immatür daimi dişlerin, takip süresi boyunca apeksogenezis sürecini fizyolojik yönde sürdürdüğü belirlenmiştir. Direkt pulpa kuafajı grubundaki dişlerin başlangıçta %21.1'i R3/4 ve %78.9'u Rc evresindeyken; pulpotomi grubunda bu oranlar

sırasıyla %23.5 ve %76.5 olarak saptanmıştır. Üçüncü ayda her iki grupta da Rc evresindeki dişlerin sayısında anlamlı artış görülmüş; direkt kuafaj grubunda %41.7'si A1/2 evresine ulaşmış, pulpotomi grubunda ise %26.5 oranında A1/2 ilerlemesi kaydedilmiştir. Altıncı ay itibarıyla her iki tedavi yönteminde de A1/2 ve Ac evrelerine doğru belirgin bir geçiş gözlenmiştir. Direkt kuafaj grubunda %29.4 A1/2 ve %20.6 Ac evresine ulaşırken; pulpotomi grubunda bu oranlar sırasıyla %35.5 ve %9.7 olmuştur. On ikinci ayda ise Ac evresine geçen diş oranı direkt kuafaj grubunda %38.2, pulpotomi grubunda ise %34.4 olarak belirlenmiştir. On sekizinci ay sonundaysa bu oranlar, direkt kuafaj grubunda %63.6 ve pulpotomi grubunda %54.5'e ulaşarak, kök gelişiminin ileri aşamaya taşındığını ortaya koymuştur.

Çalışmamızda, Moorrees sınıflamasına göre farklı kök gelişim düzeylerinde yer alan immatür daimi dişlere uygulanan direkt pulpa kuafajı ve pulpotomi tedavilerinin başarısı, 3., 6., 12. ve 18. ay takiplerinde hem klinik hem de radyografik veriler ışığında karşılaştırılmıştır. Analizler sonucunda başlangıç kök gelişim evresi ile takip dönemlerinde gözlenen evreler arasında bazı istatistiksel farklılıklar saptanmış ($p<0.05$); ancak bu farklar, tedavi başarısından ziyade dişlerin gelişimsel fizyolojisini yansıtan varyasyonlar olarak yorumlanmıştır.

Özellikle R3/4 evresinde olan dişlerin Rc ve A1/2 gibi daha ileri evrelere geçiş sürecinin, Rc düzeyinde başlayanlara kıyasla daha uzun zaman alması, beklenen gelişimsel bir seyir olarak değerlendirilmiştir. Her iki tedavi grubunda da Rc evresinden başlayan dişlerin önemli bir kısmının 18. ay sonunda Ac evresine ulaştığı gözlemlenmiş; bu durum, maturasyonun başlangıç kök gelişim düzeyine bağlı olmadığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, kök gelişim düzeyleri ile tedavi başarısı arasında doğrudan ve anlamlı bir nedensellik kurulmamıştır. Bu bulgular doğrultusunda, *“Farklı kök gelişim düzeyine sahip reversibl pulpitisli immatür daimi azı dişlerinde uygulanan direkt kuafaj*

ve pulpotomi tedavilerinin tedavi başarısı üzerinde etkisi yoktur.” şeklindeki üçüncü hipotezimiz kabul edilmiştir.

Öte yandan, farklı VPT yaklaşımları arasında 6, 12 ve 24 aylık takiplerde kök gelişimi açısından anlamlı bir fark bulunmaması, vital tedavi yöntemlerin immatür dişlerde potansiyel olarak etkili olabileceğini düşündürmektedir (Chatzidimitriou et al., 2023). Benzer şekilde, çalışmamızda da direkt pulpa kuafajı ve pulpotomi uygulamaları karşılaştırıldığında, başlangıç ve 18. ay dönemlerinde kök gelişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bu sonuç, mevcut literatürle uyumlu olup, her iki tedavi protokolünün de immatür daimi dişlerde apeksogenezi destekleme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Tedavi türüne bağlı olmaksızın, kök gelişiminin devam ettiği bulgusu, VPT’nin temel hedeflerinden biri olan maturogenезin klinik olarak sağlanabileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte, bu tür karşılaştırmalı çalışmaların çoğunda güven aralıklarının genişliği ve sonuçlardaki klinik belirsizlikler, hangi materyalin daha üstün olduğunu belirlemeyi zorlaştırmakta ve yorum gücünü sınırlamaktadır (Fasoulas et al., 2023). Bu nedenle, çalışmamızda yalnızca tek bir biyomateriyal olan MTA kullanılarak tedavi protokolü standardize edilmiş ve materyal kaynaklı değişkenliklerin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Ayrıca bu tasarım, uygulanan tedavi yaklaşımlarının (direkt pulpa kuafajı ve pulpotomi) klinik ve biyolojik sonuçları üzerine odaklı ve kontrollü bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlamıştır. Böylece, elde edilen veriler, literatürde sıklıkla karşılaşılan materyal farklılığına bağlı metodolojik belirsizliklerden arındırılmış olup, yorumlanabilirliği daha yüksek ve karşılaştırılabilir sonuçlar sunmaktadır.

Uzun dönem takip çalışmalarında, immatür dişlerde uygulanan VPT’lerin yüksek başarı oranlarına ulaştığı ve tüm vakalarda tamamlanmış kök gelişiminin gözleendiği rapor edilmiştir (Bogen et al., 2008). Bu güçlü literatür desteği doğrultusunda, çalışmamızda

immatür daimi dişlerin değerlendirmeye alınması, yalnızca pulpa vitalitesinin korunmasına değil, aynı zamanda kök gelişiminin desteklenmesine yönelik biyolojik temelli ve koruyucu bir yaklaşımın benimsendiğini göstermektedir. Her ne kadar çalışmamızın takip süresi 18 ay olarak sınırlı görünse de bu süre immatür dişlerde kök gelişiminin izlenmesi açısından anlamlı bir dönemi kapsamakta ve literatürde önerilen takip aralıklarıyla kıyaslandığında nispeten uzun bir gözlem periyodu olarak değerlendirilebilmektedir.

Çalışmamızda değerlendirilen immatür daimi dişlerin tamamında, tedavi sonrası radyografik bulgular kök gelişiminin sürdüğünü ve apikal daralmanın gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Bu gelişim, vital pulpa dokusunun başarıyla korunmasının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, sadece kök gelişimi değil, klinik seyir açısından da her iki tedavi yönteminin olumlu sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Klinik takiplerde hem direkt pulpa kuafajı hem de koronal pulpotomi gruplarında hastaların büyük çoğunluğunun asemptomatik kaldığı saptanmıştır.

Pulpa örtüleme materyallerinin, pulpa sağlığının korunmasında en etkili tedavi yaklaşımlarından biri olabileceği öne sürülmektedir. Yapılan birçok çalışmada, MTA ve Biodentine® gibi biyomateryallerin uygulanmasının, tersiyer dentin oluşumunu stimüle ederek pulpal savunma mekanizmasının sürdürülebilirliğini desteklediği ve bu sayede yüksek klinik başarı oranları sağladığı bildirilmiştir (Brizuela et al., 2017). Dentin köprüsü oluşumu, VPT'lerin başarısını değerlendirmede önemli bir biyobelirteç olarak kabul edilmektedir. Nowicka ve ark. tarafından yapılan çalışmada, MTA ve Biodentine'in açığa çıkan pulpa üzerinde olumlu bir etki gösterdiği ve dentin köprüsü oluşumunu teşvik ettiği bildirilmiştir (Nowicka et al., 2015).

Çalışmamızda da 3., 6., 12. ve 18. aylarda yapılan radyografik takiplerde hem direkt pulpa kuafajı hem de koronal pulpotomi uygulanan immatür daimi dişlerde dentin

köprüsü oluşumunun zamanla belirgin şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Özellikle 12. ve 18. aylarda dentin köprüsü oluşum oranları, her iki grupta da %90'ın üzerine çıkmıştır. Direkt kuafaj grubunda 18. ayda dentin köprüsü %94.6, pulpotomi grubunda ise %93.9 oranında gözlenmiştir. Bu bulgular, VPT'nin biyolojik iyileşme sürecini desteklediğine işaret etmektedir. Literatürde, histolojik değerlendirmelerde incelenen tüm kesitlerde dentin köprüsünün tam olarak oluştuğu bildirilmiştir (Eghbal et al., 2009). Bu yapının, tedavi sonrası tespit edilmesi yalnızca iyileşmenin bir göstergesi değil, aynı zamanda olası başarısızlıkların önlenmesinde koruyucu bir faktör olarak da değerlendirilmektedir (Kunert et al., 2015). Bununla birlikte, sert doku bariyerinin radyografik olarak gözlenip gözlenememesi, klinik başarıyı değerlendirirken tartışmalı bir durum yaratmaktadır. Literatürdeki bazı çalışmalarda olduğu gibi, bu çalışmada da sert doku bariyerinin radyografik olarak tespit edilememesi bir başarısızlık kriteri olarak kabul edilmemiştir (Barrieshi-Nusair & Qudeimat, 2006; Qudeimat et al., 2007). Benzer şekilde, çalışmamızda da erken dönem değerlendirmelerde (özellikle 3. ve 6. ay) bazı dişlerde dentin köprüsü oluşumu radyografik olarak izlenememiştir. Direkt kuafaj grubunda 3. ayda %55.6, pulpotomi grubunda %61.8 oranında dentin köprüsü görülmemiştir. Ancak bu durum, tedavinin başarısızlığı şeklinde yorumlanmamış; biyolojik iyileşmenin ilerleyen kontrollerde izlenebilir hale geleceği öngörülmüştür.

İki boyutlu radyografilerde örtüşen anatomik yapılar, bu tür mineralize dokuların görüntülenmesini zorlaştırabilmektedir. Nitekim Kiatwateeratana ve ark. da histolojik doğrulama olmaksızın sadece radyografik değerlendirme ile sert doku oluşumunun güvenilir biçimde belirlenemeyeceğini bildirmiştir (Kiatwateeratana et al., 2009). Pulpa iyileşmesinin değerlendirilmesinde en güvenilir yöntem histolojik analizdir; ancak bu yöntem klinik çalışmalarda uygulanabilir değildir. VPT'ye verilen olumlu bir biyolojik yanıt olan osteodentin köprüsü oluşumu, bu mineralize dokunun kalitesini

değerlendirmek açısından histolojik inceleme gerektirir. Ancak bazı immatür daimi dişlerde, VPT sonrasında kök gelişimi devam etmesine rağmen, klasik radyografilerde osteodentin köprüsünün oluşumu ya da kalınlığında artış gözlenmeyebilir (Waterhouse et al., 2011). Nowicka ve arkadaşları, histopatolojik olarak doğrulanan 37 köprüden yalnızca 25'inin konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile tespit edilebildiğini bildirmiştir. Bu durum, genç dentin ile osteodentin arasındaki benzer radyografik dansite değerlerinin yanı sıra, restorasyon kaynaklı artefaktların da osteodentin köprüsünü radyografik olarak ayırt etmeyi güçleştirmesinden kaynaklanmaktadır (Nowicka et al., 2015). Benzer şekilde, çalışmamızda da yalnızca iki boyutlu radyografiler kullanılmış olması, dentin köprüsü oluşumunun net şekilde ayırt edilmesini güçleştirmiştir. Özellikle mineralize doku oluşumunun sınırlarının belirgin olmaması ve görüntü üzerindeki restoratif materyal artefaktları, bu değerlendirmeyi sınırlayıcı faktörler arasında yer almıştır.

Sonuç olarak, çalışmamızda 3., 6., 12. ve 18. aylarda yapılan radyografik takiplerde, her iki VPT yöntemi sonrasında dentin köprüsü oluşumunun zamanla artış gösterdiği tespit edilmiştir. 18. ay itibarıyla hem direkt kuafaj hem de pulpotomi uygulanan dişlerde dentin köprüsü oluşum oranı %90'ın üzerinde seyretmiştir. Bununla birlikte, iki tedavi yaklaşımı arasında dentin köprüsü oluşumu açısından yapılan istatistiksel analizlerde anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu durum, her iki tedavi yönteminin de immatür daimi dişlerde biyolojik iyileşmeyi destekleyen etkili yaklaşımlar olduğunu ve dentin köprüsü gibi önemli bir biyobelirteç açısından benzer başarı sağladığını göstermektedir.

Literatürde perküsyon hassasiyeti, tedavilerin başarısını değerlendirirken tartışmalı bir bulgu olarak öne çıkmaktadır. Özellikle tedavi sonrası erken dönemde gözlemlenen perküsyon hassasiyeti, her zaman patolojik bir duruma işaret etmeyebilir. İlgili bir çalışmada, en sık bildirilen semptomun perküsyon hassasiyeti olduğu; ancak 24

aylık takip süresi sonunda bu semptomu gösteren 18 diştten 16'sında kök gelişiminin devam ettiğı ve herhangi bir radyografik ya da klinik başarısızlık bulgusunun saptanmadığı belirtilmiştir. Bu nedenle, eşlik eden başka bir belirti (örneğin spontan ağrı, apikal radyolüsent lezyon, şişlik vb.) yoksa, izole perküsyon hassasiyeti tek başına bir başarısızlık kriteri olarak değerlendirilmemelidir (Özgür et al., 2017; Taha & Khazali, 2017). Çalışmamızda da erken dönem (3. ve 6. ay) takiplerinde geçici nitelikte perküsyon hassasiyeti gözlenen bazı olgularda, kök gelişiminin devam ettiğı ve apikal kapanmanın gerçekleştiğı izlenmiştir. Benzer şekilde, 18. ay kontrolünde izole olarak saptanan hafif perküsyon hassasiyetinin de radyografik olarak kök gelişimini olumsuz etkilemediğı görülmüştür. Çalışmamızda sadece bir vakada, 3. aydan itibaren 18. aya kadar süregelen perküsyon hassasiyetine rağmen, ilgili dişte Moorrees sınıflamasına göre Rc aşamasından Ac aşamasına geçiş gözlenmiş ve dişin kök gelişimini tamamladığı belirlenmiştir. Bu klinik takip süresince herhangi bir radyografik patolojiye de rastlanmamıştır. Öte yandan, yalnızca bir olguda gözlenen PDL genişlemesiyle birlikte ortaya çıkan perküsyon hassasiyeti, dikkatle izlenmesi gereken bir bulgu olarak değerlendirilmiş ve ilerleyen dönemlerde endodontik müdahale gereksinimi öngörülmüştür. Bu bulgular ışığında, perküsyon hassasiyeti gibi klinik belirtilerin değerlendirilmesinde bütüncül bir yaklaşım benimsenmeli; tek bir semptom temelinde tedavi başarısızlığına karar verilmemelidir. Bu durum, dinamik iyileşme süreci içerisinde ortaya çıkabilecek geçici semptomların, klinik bağlam ve radyografik verilerle birlikte ele alınmasının önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, direkt kuafaj ve pulpotomi uygulanan hastaların başlangıç 3., 6., 12. ve 18. aydaki dental matürasyon düzeyleri Moorrees skorları kullanılarak karşılaştırılmıştır (Moorrees et al., 1963). Moorrees sınıflandırması, diş gelişiminin izlenmesinde ve değerlendirilmesinde oldukça değerli bir yöntem olarak kabul

edilmektedir (AlOtaibi & AlQahtani, 2023). Diş gelişimi ile ilgili ayrıntılı bir değerlendirme sunan bu sınıflandırma, dişlerin kök gelişimi parametrelerini net bir şekilde belirleyerek, diğer yöntemlere kıyasla daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Diğer kök gelişim sınıflandırmaları sadece belirli dönemlere odaklanırken, Moorrees sınıflandırması tüm kök gelişim sürecini kapsar (Plascencia et al., 2021; Saunders et al., 1993).

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Özellikle şehir dışında ikamet eden ve takip kontrollerine düzenli katılım sağlayamayan bazı hastaların bazı takip periyotlarında yalnızca teletıp yöntemiyle klinik olarak izlenebilmiş olması, değerlendirmelerin standardizasyonunu kısmen etkilemiştir. Ayrıca, çalışma grubundaki bireylerin yaş dağılımının homojen olmaması, elde edilen sonuçların genellenebilirliğini sınırlandıran bir diğer faktördür. Radyografik değerlendirmelerin yorumlayıcı nitelikte olması ise gözlemci kaynaklı yanlılık veya tutarsızlık olasılığını beraberinde getirmektedir. Bu durumu en aza indirmek amacıyla, çalışmada yer alan iki deneyimli gözlemci değerlendirme öncesinde, bu çalışmadan bağımsız radyografiler üzerinde bireysel inceleme yaparak kalibrasyon sürecinden geçirilmiştir. Bu nedenlerle, gelecekte yapılacak çalışmalarda daha geniş örneklemlemlerle, yaş dağılımı açısından homojen gruplar kullanılarak ve uzun dönemli takiplerle elde edilen bulguların desteklenmesi, klinik geçerliliğin artırılması açısından önem arz etmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada reversibl pulpitisli immatür daimi birinci molar dişlerde uygulanan direkt pulpa kuafajı ve koronal pulpotomi tedavi yaklaşımlarının klinik ve radyografik başarıları ile apeksogenezis üzerindeki etkileri araştırılmış ve elde edilen bulgular ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Direkt kuafaj ve pulpotomi uygulamaları, immatür daimi dişlerin fonksiyonda kalmasını ve kök gelişiminin sürdürülmesini sağlayan başarılı tedavi seçenekleri olarak gösterilmiştir. Her iki tedavi yaklaşımı ile tedavi edilen dişlerde, takip süreci boyunca klinik olarak asemptomatik seyir ve fonksiyonun sürdürülebilirliği sağlanmıştır. Bu bulgu, önceki çalışmalarda da bildirilen vital pulpa tedavilerinin genç daimi dişlerdeki başarısıyla uyumludur.

2. Kök gelişiminin izlenmesinde kullanılan radyografik değerlendirmeler sonucunda, farklı kök gelişim evrelerinde yer alan dişlerin tedavi sonrası gelişimlerinin fizyolojik süreçle uyumlu biçimde ilerlediği gözlemlenmiştir.

3. Vital pulpa tedavisi uygulanan immatür daimi dişlerde restorasyon işlemlerinin tedaviyle aynı seansta tamamlanması, biyomateryalin stabilitesini koruyarak mikrosızıntıyı önlemiş ve bu sayede tedavinin klinik başarısını desteklemiştir. Bu doğrultuda, restoratif işlemlerin geciktirilmeden, uygun adeziv teknikler kullanılarak tamamlanması ve sonrasında düzenli klinik-radyografik takiplerin sürdürülmesi hem restorasyonun marjinal bütünlüğünün korunması hem de pulpa dokusunun iyileşme sürecinin güvenli biçimde izlenebilmesi açısından önerilmektedir.

4. Genç daimi dişlerde vital pulpa tedavileri planlanırken, pulpa dokusunun klinik durumu dikkatle değerlendirilmeli ve ekspozisyonun büyüklüğü göz önünde bulundurularak uygun tedavi seçiminin yapılması önerilmektedir.

5. Çalışmamızda, direkt kuafaj ve pulpotomi uygulanan immatür daimi dişlerde, zamanla artış gösteren dentin köprüsü oluşumu gözlemlenmiştir. Dentin köprüsü değerlendirmesinde yalnızca erken dönem radyografik bulgulara dayanılmamalı, uzun dönem takip sonuçları dikkate alınmalı ve mineralize dokuların tespiti için restorasyon kaynaklı görüntü artefaktlarının da sınırlayıcı olabileceği unutulmamalıdır.

6. Perküsyon hassasiyeti, vital pulpa tedavisi uygulanan dişlerin erken dönem takiplerinde izole olarak gözlendiğinde, tek başına patolojik bir duruma işaret etmeyebilir. Çalışmamızda bu semptomun izlendiği tüm olgularda, kök gelişiminin devam ettiği ve apikal kapanmanın başarıyla gerçekleştiği belirlenmiştir. Özellikle başka herhangi bir klinik veya radyografik bulgunun eşlik etmediği durumlarda perküsyon hassasiyetinin geçici nitelikte olabileceği ve tedavi başarısını doğrudan etkilemeyebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, perküsyon hassasiyetinin klinik karar sürecinde tek başına değerlendirilmemesi; radyografik bulgular, semptom geçmişi ve genel klinik tablo ile birlikte ele alınması önerilmektedir.

7. Sonuç olarak bu tez çalışmasında immatür daimi dişlerde biyomateryallerle vital pulpa tedavileri apeksogenezi gerçekleştiren bir tedavi yaklaşımı olarak önerilmektedir. Bununla birlikte; vital pulpa tedavilerinin başarısını etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılabilmesi için, farklı biyomateryallerin karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği, daha uzun takip sürelerini içeren geniş örneklemli klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- AAPD. (2016). Guideline on Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth. *Pediatr Dent*, 38(6), 280-288. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27931467>
- Abd-Elmeguid, A., Abdeldayem, M., Kline, L. W., Moqbel, R., Vliagoftis, H., & Yu, D. C. (2013). Osteocalcin expression in pulp inflammation. *Journal of Endodontics*, 39(7), 865-872.
- Abu-Tahun, I., & Torabinejad, M. (2010). Management of teeth with vital pulps and open apices. *Endodontic topics*, 23(1), 79-104.
- Aguilar, P., & Linsuwanont, P. (2011). Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 37(5), 581-587.
- Ajami, A. A., Navimipour, E. J., Oskoe, S. S., Kahnamoui, M. A., Lotfi, M., & Daneshpooy, M. (2013). Comparison of shear bond strength of resin-modified glass ionomer and composite resin to three pulp capping agents. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 7(3), 164.
- Alaçam, T. (2012a). Endodonti (T. Alaçam, Ed. Vol. 2). Dentin ve Pulpa Teedavileri. Barış Yayınları, ANKARA, 181-238.
- Alaçam, T. (2012b). Endodonti (T. Alaçam, Ed. Vol. 2). Pulpa ve Periapikial Dokuların Biyolojisi . Barış Yayınları, ANKARA, 41-70.
- Alaçam, T. (2012c). Endodonti (T. Alaçam, Ed. Vol. 2). Tanı ve Tedavi Planlaması. Barış Yayınları, ANKARA, 107-180.
- Allen, A. J., Thomas, J. J., & Jennings, H. M. (2007). Composition and density of nanoscale calcium–silicate–hydrate in cement. *Nature materials*, 6(4), 311-316.

- AlOtaibi, N. N., & AlQahtani, S. J. (2023). Performance of different dental age estimation methods on Saudi children. *The Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 41(1), 27.
- Anderson, D., Langeland, K., Clark, G., & Galich, J. (1981). Diagnostic criteria for the treatment of caries-induced pulpitis. *Naval Dental Research Inst Great Lakes Il*.
- Asgary, S., Ansari, G., Tavassoli-Hojjati, S., Shirazi, A. S., & Parhizkar, A. (2020). Clinical applications of hydraulic calcium silicate-based biomaterials in paediatric endodontics. *Endodontic Practice Today*, 14(3), 229-241.
- Asgary, S., Hassanizadeh, R., Torabzadeh, H., & Eghbal, M. J. (2018). Treatment outcomes of 4 vital pulp therapies in mature molars. *Journal of Endodontics*, 44(4), 529-535.
- Barrieshi-Nusair, K. M., & Qudeimat, M. A. (2006). A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate for partial pulpotomy in cariously exposed permanent teeth. *J Endod*, 32(8), 731-735.
- Berman, L. H., & Hargreaves, K. M. (2020). *Cohen's Pathways of the Pulp-E-Book*: Elsevier Health Sciences, Mosby. 842-44.
- Bogen, G., Kim, J. S., & Bakland, L. K. (2008). Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: an observational study. *The Journal of the American Dental Association*, 139(3), 305-315.
- Briso, A. L. F., Rahal, V., Mestreneur, S. R., & Dezan Junior, E. (2006). Biological response of pulps submitted to different capping materials. *Brazilian oral research*, 20, 219-225.
- Brizuela, C., Ormeño, A., Cabrera, C., Cabezas, R., Silva, C. I., Ramírez, V., & Mercade, M. (2017). Direct pulp capping with calcium hydroxide, mineral trioxide

- aggregate, and biodentine in permanent young teeth with caries: a randomized clinical trial. *Journal of Endodontics*, 43(11), 1776-1780.
- Careddu, R., & Duncan, H. F. (2021). A prospective clinical study investigating the effectiveness of partial pulpotomy after relating preoperative symptoms to a new and established classification of pulpitis. *Int Endod J*, 54(12), 2156-2172.
- Chatzidimitriou, K., Seremidi, K., Balta, M. G., Katechi, V., Petroleka, K., & Gizani, S. (2023). Vital Pulp Therapy of Young First Permanent Molars: A Retrospective Study on Radiographic Findings 24 Months Post-treatment. *Oral Health & Preventive Dentistry*, 21, b4586789.
- Chiego, D. J. (2023). Development of The Root In *Essentials of Oral Histology and Embryology* Elsevier Health Sciences, Mosby, 48-58.
- Cho, K., Rajan, G., Farrar, P., Prentice, L., & Prusty, B. G. (2022). Dental resin composites: A review on materials to product realizations. *Composites Part B: Engineering*, 230, 109495.
- Cushley, S., Duncan, H., Lappin, M., Chua, P., Elamin, A., Clarke, M., & El-Karim, I. (2021). Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 54(4), 556-571.
- Cvek, M. (1992). Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Dental Traumatology*, 8(2), 45-55.
- de Souza Costa, C. A., Duarte, P. T., De Souza, P., Giro, E., & Hebling, J. (2008). Cytotoxic effects and pulpal response caused by a mineral trioxide aggregate formulation and calcium hydroxide. *American journal of dentistry*, 21(4), 255-261.

- Dean, J. A. (2021). *McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent-E-Book: McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human biology*, 211-227.
- Donnermeyer, D., Dammaschke, T., Lipski, M., & Schäfer, E. (2023). Effectiveness of diagnosing pulpitis: a systematic review. *International Endodontic Journal*, 56, 296-325.
- Dummer, P. M. H., Franco, V., Gambarini, G., Orstavik, D., Tjäderhane, L., Whitworth, J., Duncan, H. F., Galler, K. M., Tomson, P. L., Simon, S., El-Karim, I., Kundzina, R., Krastl, G., Dammaschke, T., Fransson, H., Markvart, M., Zehnder, M., Bjorndal, L., & Eise, (2019). European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *International Endodontic Journal*, 52(7), 923-934.
- Duncan, H. F., Kirkevang, L. L., Peters, O. A., El-Karim, I., Krastl, G., Del Fabbro, M., Chong, B. S., Galler, K. M., Segura-Egea, J. J., & Kebschull, M. (2023). Treatment of pulpal and apical disease: the European Society of Endodontology (ESE) S3-level clinical practice guideline. *International Endodontic Journal*, 56, 238-295.
- Eghbal, M. J., Asgary, S., Baglue, R. A., Parirokh, M., & Ghoddusi, J. (2009). MTA pulpotomy of human permanent molars with irreversible pulpitis. *Australian Endodontic Journal*, 35(1), 4-8.
- Eid, A. A., Komabayashi, T., Watanabe, E., Shiraishi, T., & Watanabe, I. (2012). Characterization of the mineral trioxide aggregate–resin modified glass ionomer

- cement interface in different setting conditions. *Journal of Endodontics*, 38(8), 1126-1129.
- Elmas, S., Kotan, D. A., & Odabas, M. E. (2023). Two-year Outcomes of Coronal Pulpotomy in Young Permanent Molars with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis. *Pediatr Dent*, 45(1), 46-52.
- Eppa, H. R., Puppala, R., Kethineni, B., Banavath, S., Kanumuri, P. K., & Kishore, G. V. S. (2018). Comparative evaluation of three different materials: mineral trioxide aggregate, triple antibiotic paste, and abscess remedy on apical development of vital young permanent teeth. *Contemporary clinical dentistry*, 9(2), 158-163.
- Faraco Jr, I. M., & Holland, R. (2001). Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dental Traumatology*, 17(4), 163-166.
- Farges, J.-C., Alliot-Licht, B., Renard, E., Ducret, M., Gaudin, A., Smith, A. J., & Cooper, P. R. (2015). Dental pulp defence and repair mechanisms in dental caries. *Mediators of inflammation*, 2015(1), 230251.
- Fasoulas, A., Keratotis, G., Spinelis, L., Pandis, N., De Bruyne, M. A., De Moor, R. J., & Meire, M. A. (2023). Comparative efficacy of materials used in patients undergoing pulpotomy or direct pulp capping in carious teeth: A systematic review and meta-analysis. *Clinical and experimental dental research*, 9(6), 1129-1148.
- Fuks, A. B., Peretz, B., & Teeth, Y. P. (2016a). Pulpotomy Techniques: Cervical (Traditional) and Partial. *Pediatric Endodontics: Current Concepts in Pulp Therapy for Primary and Young Permanent Teeth*. Springer, Israel, 51-70.

- Fuks, A. B., Peretz, B., & Teeth, Y. P. (2016b). The Primary Pulp: Development and Biomedical Background. *Pediatric Endodontics:Current Concepts in Pulp Therapy for Primary and Young Permanent Teeth*. Springer, Israel, 7-22
- Fuks, A. B., Peretz, B., & Teeth, Y. P. (2016c). Clinical Pulp Diagnosis. *Pediatric Endodontics:Current Concepts in Pulp Therapy for Primary and Young Permanent Teeth*.Guelmann M.(ed). Springer, Israel, 23-36.
- Fuks, A. B., Peretz, B., & Teeth, Y. P. (2016d). Pulp Therapy for the Young Permanent Dentition. *Pediatric Endodontics:Current Concepts in Pulp Therapy for Primary and Young Permanent Teeth*.Guelmann M.(ed). Springer, Israel, 117-148.
- Hahn, C.-L., & Liewehr, F. R. (2007). Innate immune responses of the dental pulp to caries. *Journal of Endodontics*, 33(6), 643-651.
- Hargreaves, K. M., Goodis, H. E., & Tay, F. R. (2012). *Seltzer and Bender's dental pulp*. Quintessence Pub. Batavia, IL, USA.
- He, Y., Gan, Y., Lu, J., Feng, Q., Wang, H., Guan, H., & Jiang, Q. (2017). Pulpal tissue inflammatory reactions after experimental pulpal exposure in mice. *Journal of Endodontics*, 43(1), 90-95.
- Hickel, R., Roulet, J.-F., Bayne, S., Heintze, S. D., Mjör, I. A., Peters, M., Rousson, V., Randall, R., Schmalz, G., & Tyas, M. (2007). Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Clinical oral investigations*, 11, 5-33.
- Hilton, T. J. (2009). Keys to clinical success with pulp capping: a review of the literature. *Operative dentistry*, 34(5), 615-625.
- Huang, X., Bringas Jr, P., Slavkin, H. C., & Chai, Y. (2009). Fate of HERS during tooth root development. *Developmental biology*, 334(1), 22-30.

- Jakovljevic, A., Jaćimović, J., Aminoshariae, A., & Fransson, H. (2023). Effectiveness of vital pulp treatment in managing nontraumatic pulpitis associated with no or nonspontaneous pain: A systematic review. *International Endodontic Journal*, 56, 340-354.
- Jang, Y., Song, M., Yoo, I.-S., Song, Y., Roh, B.-D., & Kim, E. (2015). A randomized controlled study of the use of ProRoot Mineral Trioxide Aggregate and Endocem as direct pulp capping materials: 3-month versus 1-year outcomes. *Journal of Endodontics*, 41(8), 1201-1206.
- Kaur, M., Garg, S., Dhindsa, A., Singh, R., Joshi, S., & Gupta, A. (2021). Is MTA a Better Pulp Capping Agent than Calcium Hydroxide to Achieve Maturogenesis in Carious, Infected Immature Teeth? A Pilot Study. *World*, 12(4), 285-291.
- Kazemipoor, M., Azizi, N., & Farahat, F. (2018). Evaluation of microhardness of mineral trioxide aggregate after immediate placement of different coronal restorations: an in vitro study. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 15(2), 116.
- Khoroushi, M., & Keshani, F. (2013). A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dental research journal*, 10(4), 411.
- Kiatwateeratana, T., Kintarak, S., Piwat, S., Chankanka, O., Kamaolmatyakul, S., & Thearmontree, A. (2009). Partial pulpotomy on caries-free teeth using enamel matrix derivative or calcium hydroxide: a randomized controlled trial. *International Endodontic Journal*, 42(7), 584-592.
- Kim, J., Song, Y. S., Min, K. S., Kim, S. H., Koh, J. T., Lee, B. N., Chang, H. S., Hwang, I. N., Oh, W. M., & Hwang, Y. C. (2016). Evaluation of reparative dentin formation of ProRoot MTA, Biodentine and BioAggregate using micro-CT and immunohistochemistry. *Restor Dent Endod*, 41(1), 29-36.

- Kodzaeva, Z., Turkina, A. Y., & Doroshina, V. Y. (2019). The long-term results of teeth restoration with composite resin materials: a systematic literature review. *Stomatologiia*, 98(3), 117-122.
- Kulkarni, A., Karkade, A., Kole, N., Sankpal, S., Wadne, S., & Rokade, R. (2020). An Overview of Chairside Investigations in Dental Practice. *World J. Pharm. Res*, 9, October special issue 13.
- Kunert, G. G., Kunert, I. R., da Costa Filho, L. C., & de Figueiredo, J. A. P. (2015). Permanent teeth pulpotomy survival analysis: retrospective follow-up. *J Dent*, 43(9), 1125-1131.
- Laurent, P., Camps, J., De Méo, M., Déjou, J., & About, I. (2008). Induction of specific cell responses to a Ca₃SiO₅-based posterior restorative material. *Dental materials*, 24(11), 1486-1494.
- Leong, D. J. X., & Yap, A. U. (2021). Vital pulp therapy in carious pulp-exposed permanent teeth: an umbrella review. *Clin Oral Investig*, 25(12), 6743-6756.
- Levin, L. G., Law, A. S., Holland, G., Abbott, P. V., & Roda, R. S. (2009). Identify and define all diagnostic terms for pulpal health and disease states. *Journal of Endodontics*, 35(12), 1645-1657.
- Lin, G. S. S., Yew, Y. Q., Lee, H. Y., Low, T., Pillai, M. P. M., Laer, T. S., & Wafa, S. W. a. W. S. S. T. (2022). Is pulpotomy a promising modality in treating permanent teeth? An umbrella review. *Odontology*, 1-17.
- Lin, L. M., Ricucci, D., Saoud, T. M., Sigurdsson, A., & Kahler, B. (2020). Vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis from the perspective of pulp biology. *Australian Endodontic Journal*, 46(1), 154-166.

- Lovato, K. F., & Sedgley, C. M. (2011). Antibacterial activity of endosequence root repair material and proroot MTA against clinical isolates of *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 37(11), 1542-1546.
- Löst, C. (2006). Quality guidelines for endodontic treatment:: consensus report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal*, 39(12), 921-930.
- Luo, Z., Li, D., Kohli, M. R., Yu, Q., Kim, S., & He, W.-x. (2014). Effect of Biodentine™ on the proliferation, migration and adhesion of human dental pulp stem cells. *Journal of dentistry*, 42(4), 490-497.
- Malkondu, O., Karapinar Kazandag, M., & Kazazoglu, E. (2014). A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int*, 2014(1), 160951.
- Matsuo, T., Nakanishi, T., Shimizu, H., & Ebisu, S. (1996). A clinical study of direct pulp capping applied to carious-exposed pulps. *Journal of Endodontics*, 22(10), 551-556.
- Moorrees, C. F., Fanning, E. A., & Hunt Jr, E. E. (1963). Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *Journal of dental research*, 42(6), 1490-1502.
- Nair, P., Duncan, H., Pitt Ford, T., & Luder, H. (2008). Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *International Endodontic Journal*, 41(2), 128-150.
- Nandini, S., Ballal, S., & Kandaswamy, D. (2007). Influence of glass-ionomer cement on the interface and setting reaction of mineral trioxide aggregate when used as a furcal repair material using laser Raman spectroscopic analysis. *Journal of Endodontics*, 33(2), 167-172.

- Nosrat, A., Seifi, A., & Asgary, S. (2013). Pulpotomy in caries-exposed immature permanent molars using calcium-enriched mixture cement or mineral trioxide aggregate: a randomized clinical trial. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 23(1), 56-63.
- Nowak, A. J. (2019a). Pulp Therapy for the Primary Dentition. *Pediatric dentistry: infancy through adolescence*. Anna B. Fuks, Ari Kupietzky, Marcio Guelmann, Elsevier Philadelphia, 1017-1086
- Nowak, A. J. (2019b). Pulp Therapy for the Young Permanent Dentition. *Pediatric dentistry: infancy through adolescence*. Anna B. Fuks, Eyal Nuni, Elsevier Philadelphia 1507-1549
- Nowicka, A., Wilk, G., Lipski, M., Kolečki, J., & Buczkowska-Radlińska, J. (2015). Tomographic evaluation of reparative dentin formation after direct pulp capping with Ca (OH) 2, MTA, Biodentine, and dentin bonding system in human teeth. *Journal of Endodontics*, 41(8), 1234-1240.
- Ozbay, G., Kitiki, B., Peker, S., & Kargul, B. (2014). Apical sealing ability of a novel material: analysis by fluid filtration technique. *Acta stomatologica Croatica: International journal of oral sciences and dental medicine*, 48(2), 132-139.
- Özgür, B., Uysal, S., & Güngör, H. C. (2017). Partial pulpotomy in immature permanent molars after carious exposures using different hemorrhage control and capping materials. *Pediatric dentistry*, 39(5), 364-370.
- Patil, A., Aggarwal, S., Kumar, T., Bhargava, K., & Rai, V. (2016). The evaluation of interfaces between MTA and two types of GIC (conventional and resin modified) under an SEM: An: in vitro: study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 19(3), 254-258.

- Petrini, M., Ferrante, M., Ciavarelli, L., Ceccarini, A., Brunetti, L., Vacca, M., & Spoto, G. (2012). Prostaglandin E2 to diagnose between reversible and irreversible pulpitis. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 25(1), 157-163.
- Pitts, N. B., Zero, D. T., Marsh, P. D., Ekstrand, K., Weintraub, J. A., Ramos-Gomez, F., Tagami, J., Twetman, S., Tsakos, G., & Ismail, A. (2017). Dental caries. *Nature reviews Disease primers*, 3(1), 1-16.
- Plascencia, H., Díaz, M., Ordinola-Zapata, R., Vázquez-Sánchez, M. E., Juárez-Broon, N., Ruíz-Gutiérrez, A., Gascón, G., & Cruz, A. (2021). Intra-and interobserver agreement during the assessment of the different stages of root development using 4 radiographic classifications. *Journal of Endodontics*, 47(6), 906-913.
- Qudeimat, M., Barrieshi-Nusair, K., & Owais, A. (2007). Calcium hydroxide vs. mineral trioxide aggregates for partial pulpotomy of permanent molars with deep caries. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 8, 99-104.
- Rafter, M. (2005). Apexification: a review. *Dental Traumatology*, 21(1), 1-8.
- Ramani, A., Sangwan, P., Tewari, S., Duhan, J., Mittal, S., & Kumar, V. (2022). Comparative evaluation of complete and partial pulpotomy in mature permanent teeth with symptomatic irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *International Endodontic Journal*, 55(5), 430-440.
- Ricucci, D., Loghin, S., Niu, L.-n., & Tay, F. R. (2018). Changes in the radicular pulp-dentine complex in healthy intact teeth and in response to deep caries or restorations: a histological and histobacteriological study. *Journal of dentistry*, 73, 76-90.
- Ricucci, D., Loghin, S., & Siqueira Jr, J. F. (2014). Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *Journal of Endodontics*, 40(12), 1932-1939.

- Ricucci, D., Siqueira Jr, J. F., Li, Y., & Tay, F. R. (2019). Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. *Journal of dentistry*, 86, 41-52.
- Rueda-Ibarra, V., Robles-Bermeo, N. L., Gonzalez-López, B. S., Medina-Solís, C. E., Serrano-Robles, J. G., Rodríguez, S. M., Bermeo-Escalona, J. R., Delgado-Pérez, V. J., & Maupomé, G. (2023). Full Pulpotomy as a Treatment for Irreversible Pulpitis in Permanent Teeth: A Systematic Review of the Literature Based on Case Reports. *Cureus Journal of Medical Science*, 15(10).
- Saunders, S., DeVito, C., Herring, A., Southern, R., & Hoppa, R. (1993). Accuracy tests of tooth formation age estimations for human skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology*, 92(2), 173-188.
- Schwendicke, F., & Stolpe, M. (2014). Direct pulp capping after a carious exposure versus root canal treatment: a cost-effectiveness analysis. *Journal of Endodontics*, 40(11), 1764-1770.
- Scott B. McClanahan, Joseph T. Crepps , Maria C. Maranga, Dentonio E. Worrell, & Ali Behnia. (2020). Glossary of Endodontic Terms In *Glossary of Endodontic Terms*
- Seltzer, S., Bender, I., & Ziontz, M. (1963). The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 16(7), 846-871.
- Sharma, A., Thomas, M. S., Shetty, N., & Srikant, N. (2020). Evaluation of indirect pulp capping using pozzolan-based cement (ENDOCER-Zr®) and mineral trioxide aggregate-A randomized controlled trial. *Journal of Conservative Dentistry*, 23(2), 152-157.

- Taha, N. A., & Khazali, M. A. (2017). Partial pulpotomy in mature permanent teeth with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *Journal of Endodontics*, 43(9), 1417-1421.
- Tan, S. Y., Yu, V. S. H., Lim, K. C., Tan, B. C. K., Neo, C. L. J., Shen, L., & Messer, H. H. (2020). Long-term pulpal and restorative outcomes of pulpotomy in mature permanent teeth. *Journal of Endodontics*, 46(3), 383-390.
- Tawil, P. Z., Trope, M., Curran, A. E., Caplan, D. J., Kirakozova, A., Duggan, D. J., & Teixeira, F. B. (2009). Periapical microsurgery: an in vivo evaluation of endodontic root-end filling materials. *Journal of Endodontics*, 35(3), 357-362.
- Ten Cate, A. R. (1994). Oral histology: development, structure, and function. In *Oral histology: development, structure, and function* (pp. 532-532).
- Torabinejad, M., & Parirokh, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. *Journal of Endodontics*, 36(2), 190-202.
- Tsujimoto, M., Tsujimoto, Y., Ookubo, A., Shiraishi, T., Watanabe, I., Yamada, S., & Hayashi, Y. (2013). Timing for composite resin placement on mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 39(9), 1167-1170.
- Tulumbaci, F., Almaz, M. E., Arikan, V., & Mutluay, M. S. (2017). Shear bond strength of different restorative materials to mineral trioxide aggregate and Biodentine. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 20(5), 292-296.
- Tziafas, D., Smith, A., & Lesot, H. (2000). Designing new treatment strategies in vital pulp therapy. *Journal of dentistry*, 28(2), 77-92.
- Vafaei, A., Nikookhesal, M., Erfanparast, L., Løvschall, H., & Ranjkesh, B. (2022). Vital pulp therapy following pulpotomy in immature first permanent molars with deep

- caries using novel fast-setting calcium silicate cement: a retrospective clinical study. *Journal of dentistry*, 116, 103890.
- Walton, R. E., & Torabinejad, M. (1995). Principles and practice of endodontics.
- Waterhouse, P. J., Whitworth, J. M., Camp, J. H., & Fuks, A. B. (2011). Pediatric endodontics: endodontic treatment for the primary and young permanent dentition. In *Cohen's Pathways of the Pulp* (pp. 808-857). Elsevier.
- Whaites, E., & Drage, N. (2013). *Essentials of Dental Radiography and Radiology E-Book: Essentials of Dental Radiography and Radiology E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Wolters, W., Duncan, H., Tomson, P., Karim, E., McKenna, G., Dorri, M., Stangvaltaite, L., & Van Der Sluis, L. (2017). Minimally invasive endodontics a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *International Endodontic Journal*, 50(9), 825-829.
- Yesilyurt, C., Yildirim, T., Taşdemir, T., & Kusgoz, A. (2009). Shear bond strength of conventional glass ionomer cements bound to mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 35(10), 1381-1383.
- Zanini, M., Hennequin, M., & Cousson, P.-Y. (2016). A review of criteria for the evaluation of pulpotomy outcomes in mature permanent teeth. *Journal of Endodontics*, 42(8), 1167-1174.
- Zanini, M., Meyer, E., & Simon, S. (2017). Pulp inflammation diagnosis from clinical to inflammatory mediators: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 43(7), 1033-1051.

EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: Doğum Tarihi: Doğum Yeri: Medeni Hali: Uyruğu: Adres: Tel: Faks: E-mail:
Eğitim
Lise: Lisans: Uzmanlık:
Yabancı Dil Bilgisi
İlgi Alanları ve Hobiler
Bildiriler

Yayınlar
Kongreler ve Kurslar

EK-2. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU¹

Öğrencinin Adı ve Soyadı	
Öğrencinin Numarası	Öğrenci numarasını yazmak için tıklayınız
Ana Bilim Dalı	Pedodonti
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Diş Hekimliğinde Uzmanlık

Yukarıda bilgileri verilen tezin intihal tespit yazılımıyla (Turnitin) yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdaki gibidir. Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi hâlde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Bölümler	Benzerlik Oranı	Maksimum Benzerlik Oranları
I. Giriş	%5	% 15
II. Genel Bilgiler	%2	% 35
III. Materyal ve Metod	%9	% 35
IV. Bulgular	%14	% 15
V. Tartışma	%1	% 20

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
İmza	

EK-3. ETİK KURUL ONAY FORMU



**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP
FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU**



Bölümü : Dekanlık
Servisi : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Sayı : B.30.2.ATA.0.01.00/
Konu : Etik Kurul Kararı

02.05.2023

Sayın: Prof. Dr. Sera DERELİOĞLU
Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 02.05.2023 tarih ve 3 nolu toplantısında, hazırlamış olduğunuz **“Reversible Pulpitisli İmmatür Daimi Birinci Büyükazı Dişlerde Farklı Tedavi Yöntemlerinin Apikal Kapanma ve Tedavi Başarısının Üzerindeki Etkisi”** isimli bilimsel çalışması protokolü ve ekli belgeleri gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemler ile gönüllü bilgilendirme metni dikkate alınarak incelenmiş ve çalışmanın Etik Kurallara uygun olduğuna mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr.Mustafa GÜL
Etik Kurul Başkanı

Eki :
1 Adet Etik Kurul Kararı

Sorumlu Araştırmacı:
1. Prof. Dr. Sera DERELİOĞLU

Yardımcı Araştırmacı:
1. Arş. Gör. Muhammed ALAGÖZ

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Reversible Pulpitisli İmmatür Daimi Birinci Büyükazı Dişlerde Farklı Tedavi Yöntemlerinin Apikal Kapanma ve Tedavi Başarısının Üzerindeki Etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	B.30.2.ATA.0.01.00/1

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı
	TELEFON	+90 442 234 65 11
	FAKS	+90 442 236 09 68
	E-POSTA	atatipetikkurul@gmail.com

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	B.30.2.ATA.0.01.00/1			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Sera DERELİOĞLU			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı			
	DESTEKLEYİCİ	Kendisi			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	VAR			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
Gözlemsel ilaç çalışması		☐			
İlaç dışı klinik araştırma		☐			
Etkililik					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐	ULUSLARARASI ☐	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mustafa GÜL
İmza: 

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Reversible Pulpitisli İmmatür Daimi Birinci Büyükazı Dişlerde Farklı Tedavi Yöntemlerinin Apikal Kapanma ve Tedavi Başarısının Üzerindeki Etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	B.30.2.ATA.0.01.00/1

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ (İncelendi)	02.05.2023	1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (İncelendi)	02.05.2023	1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU (İncelendi)	02.05.2023	1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama	
	SİGORTA	☐		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒	Kendisi tarafından karşılanacaktır.	
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐		
	İLAN	☐		
	YILLIK BİLDİRİM	☐		
	SONUÇ RAPORU	☐		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐		
	DİĞER:	☐		
KARAR BİLGİLERİ	Klinik Araştırma Toplantı No: 3 Karar No:9 Tarih: 02.05.2023			
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.			

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım *	İmza
Prof. Dr. Mustafa GÜL	Fizyoloji	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Zekai HALICI	Farmakoloji	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. M. Hamidullah UYANIK	Tıbbi Mikrobiyoloji	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Yasemin ÇAYIR	Aile Hekimliği	Atatürk Üniversitesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Atilla ÇAYIR	Çocuk Sağlığı	Sağlık Bakanlığı	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Ayşenur AKSOY	Kadın Hastalıkları	Sağlık Bakanlığı	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Sera DERELİOĞLU	Pedodonti	Atatürk Üniversitesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	
Doç. Dr. Zeynep KARAMAN ÖZLÜ	Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği	Atatürk Üniversitesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Ali AHISKALIOĞLU	Anesteziyoloji	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. İbrahim KARABULUT	Üroloji	Sağlık Bakanlığı	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Zafer BAYRAKTURAN	Tıbbi Biyokimya	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Dr. Öğr. Üy. Sinan YILMAZ	Halk Sağlığı	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Esra LALOĞLU	Tıbbi Biyokimya	Atatürk Üniversitesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Dr. Öğr. Üy. Mehmet GÖDEKLİ	Ceza ve Ceza Muhakemesi Hukuku	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Emrah MELETİOĞLU	Teknik Öğretmen	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

*:Toplantıda Bulunma

EK-4. HASTA VELİSİ ONAM FORMU



Atatürk Üniversitesi
Tıp Fakültesi

GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ÇOCUKLARDA YAPILACAK OLAN

“SAĞLIKLI ÇOCUĞUN EBEVEYNİNE” YÖNELİK

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ

Araştırma Projesinin Adı: Reversible Pulpitisli İmmatür Daimi Birinci Büyükazı Dişlerde Farklı Tedavi Yöntemlerinin Apikal Kapanma ve Tedavi Başarısının Üzerindeki Etkisi

Sorumlu Araştırmacının Adı: PROF. DR. Sera DERELİOĞLU

Diğer Araştırmacıların Adı: ARŞ. GÖR. Muhammed ALAGÖZ

Değerli anne ve babalar;

Benim adım Dt Muhammed Sizin çocuğunuzun yaşlarında olup da pulpa (sinir) iltihabi hastalığı olan çocuklarda bir araştırma yapıyoruz. Amacımız, bu hastalığın *etkili bir tedavisini bulabilmek* ve bu hastalığa sahip olan çocukların daha az canı yanarak dişlerinin izlenmesini sağlamaktır.

Bu araştırmayı sürdürebilmek ve sonuçları doğru değerlendirilebilmek için aynı yaş gruplarında sağlıklı çocuklar ile karşılaştırılmalarına gereksinim vardır.

Araştırmaya ben, Dt Muhammed ve bazı başka doktorlar katılacaklar. Eğer sizin çocuğunuzun da bu araştırmaya katılmasını isterseniz çocuğunuzdan istenen tek şey 3, 6, 12, ve 18 aylık kontrollere getirmeniz gerekmektedir.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak sizin çocuğunuzun adını ve tahlil sonuçlarını kimseye açıklamayacağız.

Eğer çocuğunuzun bu çalışmaya dâhil edilmesine izin verirsiniz pulpa (sinir) iltihabı isimli hastalığa sahip olan akranlarının daha güvenilir ve başarılı bir şekilde tanı almasına ve tedavi edilmesine katkı sağlamış olacaksınız.

Bu araştırma hakkında çocuğunuza da bilgi vereceğiz ve ondan da bu çalışmaya katılması için izin alacağız. Aklınıza şimdi gelen veya daha sonra gelecek soruları bana sorabilirsiniz. Telefon numaram ve adresim aşağıda bulunmaktadır.

Çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasını kabul ediyorsanız lütfen aşağıya adını ve soyadını yazarak imzanızı atınız. Daha sonra bu formun bir kopyası size verilecektir.

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştırmacının adı-soyadı, ünvanı: ARŞ. GÖR. MUHAMMED ALAGÖZ

Adres: ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ

FAKÜLTESİ Tel:

İmza:

EK-5. HASTA TAKİP FORMU

HASTA TAKİP FORMU

ADI-SOYADI

Doğum

tarihi:

TC:

Yapılan

tedavi:

TEL:

/

Önceki dental

tecrübesi:

ADRES:

Üst restorasyon

lokalisasyonu:

Şikâyeti / Geliş sebebi:

Expoze alanın lokalizasyonu/büyüklüğü:

DİŞ NUMARASI: 36 46

PERKÜSYON: + -

GECE AĞRISI: + - KAÇ GÜN:

SPONTAN AĞRI: + -

PROVOKE AĞRI: + -

SOĞUK TESTİ: + -

KANAMA ZAMANI: 1 3 5 7 9 (dk)

SEMPOM: REVERSİBLE İRREVERSİBLE

TARİH	TAKİP REJİMİ	KLİNİK Ağrı Şişlik Hassasiyet Mobilité Perküsyon Palpasyon	RADYOGRAFİK RL/RO PATOLOJİ İNT/EXT REZORBSİYON Dentin köprüsü	Mooerrees skorları	RESTORASYON UYUMU
..../..../.....	BAŞLANGIÇ				
..../..../.....	3. AY				
..../..../.....	6. AY				
..../..../.....	12. AY				
..../..../.....	18. AY				