



T.C.
TOKATGAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI
ENDODONTİ UZMANLIK PROGRAMI

MTA KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ:
RETROSPEKTİF BİR ÇALIŞMA

UZMANLIK TEZİ

Hazırlayan
Beyzanur HATİPOĞLU

Danışman
Doç. Dr. Emre BAYRAM

TOKAT- 2025

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Emre BAYRAM danışmanlığında hazırlamış olduğum “ MTA Kullanımının Değerlendirilmesi: Retrospektif Bir Çalışma” adlı Uzmanlık tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

09/07/2025

Beyzanur HATİPOĞLU



JÜRİ KABUL VE ONAYI

T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

ENDODONTİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

ADI SOYADI : Beyzanur HATİPOĞLU**TEZ SAVUNMA TARİHİ** : 09 / 07 / 2025**TEZ KONUSU** : MTA Kullanımının Değerlendirilmesi: Retrospektif Bir Çalışma

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Danışman: Doç. Dr. Emre BAYRAM

.....

Üye: Doç. Dr. Hüda Melike BAYRAM

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Tunahan DÖKEN

.....

ONAY

...../...../.....

Prof. Dr. Hatice BALCI YÜCE Diş Hekimliği Fakültesi Dekan V.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi, tecrübe ve önerilerini her zaman içtenlikle benimle paylaşan, tez sürecinde sabır ve hoşgörüsüyle yanımda olan, destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Emre BAYRAM’a,

Akademik ve klinik bilgi birikimi ile uzmanlık eğitimime yol gösteren, değerli tavsiyelerini ve deneyimlerini her zaman paylaşan kıymetli hocam Doç. Dr. H. Melike BAYRAM’a,

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, tez hazırlama sürecinde değerli katkılarıyla destek olan Dr. Öğr. Üyesi Tunahan DÖKEN’e, Tezimin istatistiksel analizinde değerli katkılarını sunan Sayın Öğr. Gör. Yunus Emre KUYUCU’ya,

Bu süreçte birlikte çalışma fırsatı bulduğum; tecrübeleri, dostlukları ve destekleriyle uzmanlık eğitimimi anlamlı kılan tüm değerli çalışma arkadaşlarıma – başta bu yolculukta desteğini esirgemeyen eş kıdemlim Dt. Berkay GÜMÜŞ ile uzmanlık eğitimim boyunca tecrübelerinden faydalandığım, katkılarıyla bu süreci daha anlamlı hale getiren ve birlikte çalışma fırsatı bulduğum değerli çalışma arkadaşlarım, Uzm. Dt. Okan TURGUT, Uzm. Dt. Doğa Arda YAVUZ, Uzm. Dt. Şahin KILINÇKAYA, Dt. Zehra GÖNEN, Dt. Sevilay KÖSE, Uzm. Dt. Beyza GÜL, Uzm. Dt. Fatıma KEÇECİ, Uzm. Dt. Kübra BAŞARAN Dt. Tuğçe YAPIŞOĞLU, Dt. Tuğçe İLDENİZ, Dt. Salih Volkan SÖNMEZ, Dt. Azime Nur UYSAL, Dt. Derviş YILDIZ ve diğer asistan arkadaşlarıma,

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan, destekleri ve fedakarlıklarıyla bu noktaya gelmemde büyük pay sahibi olan ailemin değerli üyelerine,

Hayatımda attığım her adımda beni koşulsuz sevgi ve sabırla destekleyen, her
anımda yanımda olan sevgili eşim Mahmut HATİPOĞLU'na,
En İçten Teşekkürlerimi Sunarım...

Beyzanur HATİPOĞLU,
Temmuz 2025, TOKAT



MTA Kullanımının Değerlendirilmesi: Retrospektif Bir Çalışma

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ve Pedodonti kliniklerinde MTA kullanımının; yıllara, cinsiyete, yaş gruplarına, diş gruplarına ve uygulama alanlarına göre dağılımını ve bunlar arasındaki ilişkiyi retrospektif olarak incelemektir. Elde edilen verilerle MTA'nın kullanım eğilimleri ve tercih edilen tedavi yaklaşımları analiz edilerek literatüre katkı sunulması hedeflenmiştir.

Gereç ve Yöntem: Bu retrospektif çalışmada, 2014–2024 yılları arasında MTA ile tedavi edilen 2406 diş incelenmiştir. Vakalar uygulama yılı, cinsiyet, yaş, diş grubu ve tedavi türüne göre sınıflandırılmıştır. Veriler, SisoView yazılımı kullanılarak radyografik olarak değerlendirilmiş ve istatistiksel analizler SPSS 19 programı ile yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular: Bu çalışmada 2014–2024 yılları arasında MTA ile tedavi edilen toplam 2406 diş retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Yıllara göre MTA kullanım oranlarında genel bir artış gözlenmiştir. Cinsiyet açısından değerlendirildiğinde, MTA kullanımında kadın ve erkek hastalar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Yaş dağılımı incelendiğinde, MTA en çok 0–14 yaş grubunda uygulanmıştır. Diş gruplarına göre en yüksek kullanım alt daimi molarlarda (%36,2) görülmüştür. Tedavi türü açısından ise MTA en yaygın olarak vital pulpa tedavisinde (%85,8) tercih edilmiştir.

Sonuç: MTA kullanımı zamanla artış göstermekte olup, en yaygın kullanım alanı pre-adölesan dönemdeki posterior daimi dişlerde uygulanan vital pulpa tedavileridir.

Anahtar Kelimeler: Mineral Trioksit Agregat, Retrospektif Çalışma, Vital Pulpa Tedavisi, Endodonti, Pedodonti

Evaluation of MTA Usage: A Retrospective Study

ABSTRACT

Aim: The aim of this study is to retrospectively examine the distribution and relationships of MTA usage in terms of years, gender, age groups, tooth groups, and application areas in the Endodontics and Pedodontics clinics of Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Dentistry. By analyzing the obtained data, the study intends to contribute to the literature on the trends and preferred treatment approaches of MTA usage.

Materials and Methods: In this retrospective study, 2406 teeth treated with MTA between 2014 and 2024 were examined. Cases were classified according to the year of application, gender, age, tooth group, and type of treatment. Data were radiographically evaluated using SisoView software, and statistical analyses were performed using SPSS 19 software. The significance level was set at $p < 0.05$.

Results: A total of 2406 teeth treated with MTA between 2014 and 2024 were retrospectively evaluated in this study. A general increase in MTA usage was observed over the years. In terms of gender, no significant difference was found between male and female patients. Regarding age distribution, MTA was most commonly applied in the 0–14 age group. The highest usage by tooth group was observed in mandibular permanent molars (36.2%). In terms of treatment type, MTA was most frequently used in vital pulp therapy (85.8%).

Conclusion: The use of MTA has been increasing over time, with its most common application being in vital pulp therapies of posterior permanent teeth during the pre-adolescent period.

Keywords: Mineral Trioxide Aggregate, Retrospective Study, Vital Pulp Therapy, Endodontics, Pedodontics

İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME	i
JÜRİ KABUL VE ONAYI	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Diş Hekimliğinde Kullanılan Biyomateryaller	3
2.2. MTA Gelişimi ve Tarihçesi	4
2.3. MTA' nın İçeriği	5
2.4. MTA' nın Kimyasal Özellikleri	6
2.5. MTA' nın Fiziksel ve Biyolojik Özellikleri	6
2.5.1. Sertleşme Zamanı	6
2.5.2. Sertleşme Genleşmesi	7
2.5.3. Çözünürlük	7
2.5.4. Sızdırmazlık Yeteneği ve Marjinal Adaptasyon	8
2.5.5. Sıkışma ve Gerilme Dayanımı	8
2.5.6. pH Değeri	9
2.5.7. Radyopaklık.....	9
2.5.8. Biyouyumluluk	9
2.5.9. Antibakteriyel Özelliği	10
2.5.10. MTA' nın Rejeneratif Potansiyeli	11
2.5.11. Diğer Restoratif Materyallerle Etkileşim	11
2.6. MTA' nın Dezavantajları	12
2.7. MTA' nın Hazırlanması ve Taşınması	14
2.7.1. Karıştırma Süreci	14
2.7.2. Alternatif Karışım Likitleri	14
2.7.3. Taşınma ve Yerleştirme	14
2.7.4. Sertleşme Süresi.....	15
2.8. MTA' nın Klinik Uygulamaları ve Tekniği.....	15
2.8.1. Vital Pulpa Tedavileri (VPT)	16
2.8.1.1. Pulpa Kuafajında MTA Kullanımı.....	16
2.8.1.2. Pulpotomide MTA Kullanımı	18
2.8.2. Devital Pulpa Tedavileri	18
2.8.2.1. Apeksifikasyonda MTA Kullanımı	18
2.8.2.2. Rejeneratif Endodontik Tedavide (RET) MTA Kullanımı	19
2.8.3. Retrograd Dolgu Materyali Olarak MTA Kullanımı	21
2.8.4. MTA' nın Kök Kanal Obturasyonunda Kullanımı	22

2.8.5. Perforasyonlarda MTA Kullanımı	22
2.8.6. Rezorpsiyonlarda MTA Kullanımı	23
2.8.7. MTA'nın Diğer Kullanım Alanları	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. Deney Gruplarının Oluşturulması:.....	26
3.1.1. Çalışma Kapsamı ve Genel Veriler.....	26
3.1.2. MTA'nın Yıllara Göre Kullanımının Gruplarının Oluşturulması.....	26
3.1.3. Demografik Verilere Göre Grupların Oluşturulması	27
3.1.4. MTA Uygulanan Diş Gruplarının Oluşturulması.....	27
3.1.5. Tedavi Yöntemlerine Göre Grupların Oluşturulması.....	28
3.1.5.1. VPT Uygulanan Diş Gruplarının Oluşturulması	28
3.1.5.2. VPT Dışındaki MTA Uygulamalarının Sınıflandırılması	28
3.1.5.3. 0–14 Yaş Haricindeki Hastalarda MTA Kullanım Alanlarına Göre Grupların Oluşturulması.....	28
3.2. İstatistiksel Analiz	29
4. BULGULAR.....	30
4.1. MTA'nın Yıllara Göre Dağılımı.....	30
4.2. Cinsiyete Göre Dağılım	32
4.3. MTA Kullanımının Yaş Gruplarına Göre Dağılımı	32
4.4. MTA Kullanımının Diş Gruplarına Göre Dağılımı	33
4.5. MTA'nın Kullanım Alanlarına Göre Dağılımı	34
4.5.1. VPT Uygulanan Hastalarda Yaş Grubu ve Diş Grubu Dağılımı	34
4.5.1.1. 0-14 Yaş Grubunda VPT Uygulanan Hastalarda Dentisyon Tipine (Süt/Karışık/Daimi) Göre Diş Grubu Dağılımı	35
4.5.2. VPT Uygulaması Dışında MTA Kullanılan Tedavi Türlerinin Diş Tipine Göre Dağılımı	35
4.5.3. 0–14 Yaş Grubu Hariç Tutularak Endodonti Kliniğindeki MTA ile Tedavi Edilen Hastaların Tedavi Türlerinin Diş Tipi ve Yaş Grubuna Göre Dağılımı	36
5. TARTIŞMA	38
6. SONUÇ ve ÖNERİ	52
KAYNAKÇA.....	53
EKLER	67
EK-1: Etik Kurul Kararı.....	67
EK-2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu.....	68

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. : Gri MTA (GMTA) ve Beyaz MTA'nın Özellikleri.....	5
Tablo 4.1. : MTA kullanımının yıllara göre dağılımı	30
Tablo 4.2. : MTA ile Gerçekleştirilen VPT Uygulamalarının Toplam VPT İçerisindeki Yerinin Yıllara Göre Dağılımı.....	31
Tablo 4.3. : MTA ile Gerçekleştirilen kök kanal dolgu uygulamalarının Toplam kök kanal dolgu İçerisindeki Yerinin Yıllara Göre Dağılımı	32
Tablo 4.4. : MTA kullanımının cinsiyete göre dağılımı	32
Tablo 4.5 : MTA kullanımının yaş gruplarına göre dağılımı.....	33
Tablo 4.6. : MTA kullanımının diş gruplarına göre dağılımı	33
Tablo 4.7. : MTA'nın kullanım alanlarına göre dağılımı	34
Tablo 4.8. : VPT uygulanan hastalarda yaş grubu ve diş grubu dağılımı.....	34
Tablo 4.9. : 0-14 yaş grubunda VPT uygulanan hastalarda dentisyon tipi ve diş grubu dağılımı	35
Tablo 4.10. : Kullanım alanı tablosu.....	36
Tablo 4.11. : 0–14 Yaş Grubu Hariç Tutularak Endodonti Kliniğindeki MTA ile Tedavi Edilen Hastaların Tedavi Türlerinin Diş Tipi ve Yaş Grubuna Göre Dağılımı.....	37

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: MTA'nın Süt ve Daimi Dişlerinde Klinik Kullanımı.....	16
--	----



KISALTMALAR VE SİMGELER

<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
%	: Yüzde
Ark.	: Arkadaşları
MTA	: Mineral Trioksit Agregat
GMTA	: Gri MTA
VPT	: Vital Pulpa Tedavileri
RET	: Rejeneratif Endodontik Tedavi
IRM	: Intermediate restorative material
Süper-EBA	: Super ethoxy benzoic acid
MPa	: Megapaskal
CaOH ₂	: Kalsiyum hidroksit
EDTA	: Etilen diamin tetraasetik asit
CİS	: Cam iyonomer siman
ZOE	: Çinko oksit ojenol

1. GİRİŞ

Diş hekiminin esas görevi, hastanın var olan problemini en doğru şekil, yöntem ve araçlarla saptamak, tedavisinin gerçekleştirilmesini sağlamak ve bu sayede dişlerin fonksiyonunu koruyarak ağızda kalmasını sağlamaktır. Yapılan tedavinin başarısı; hastanın sistemik ve oral sağlığının durumu, hekimin tecrübesi, tercih edilen tedavi yöntemleri, kullanılan aletler ve materyaller gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Karayılmaz & Kirzioglu, 2009). Günümüzde tedavi ve restorasyon amacıyla; amalgam, cam iyonomer siman (CİS), polikarboksilat siman, çinko oksit öjenol (ZOE) bazlı siman, kompozit rezin ve mineral trioksit agregat (MTA) gibi çeşitli materyaller, klinikte birçok uygulamada kullanılmaktadır (Bodrumlu, 2008).

Dental tedavilerde kullanılan pek çok endodontik ve restoratif materyal; dentin, pulpa, periodontal dokular ve oral mukoza gibi dokularla uzun süre temasta kalmaktadır (Uzun & Bayındır, 2011). Hiçbir materyal %100 güvenli olmamakla beraber, taşıdığı riskler ve yararları göz önünde bulundurularak, ağız içinde kullanımına karar verilmektedir (Yıldırım ve ark., 2017). Kullanılan bu materyallerde aranan en önemli özellikler; toksik olmamaları ve dokularla biyouyumlu olmalarıdır (Torabinejad & Parirokh, 2010).

MTA günümüzde birçok avantajından dolayı en çok tercih edilen materyallerden biridir. Yapısı trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, bizmut oksit ve trikalsiyum aluminat içermektedir (Rajasekharan ve ark., 2014). MTA temelde kalsiyum hidroksit içermemesine rağmen, kalsiyum hidroksit salarak ortamın pH'ını alkali hale getirir (Holland ve ark., 1999; Kahler ve ark., 2017). MTA'nın karıştırıldığında pH'ı 10,2 iken, 3 saat sonra 12,5'e yükselir (Torabinejad ve ark., 1995).

MTA, Torabinejad tarafından geliştirilmiş olup güçlü fiziksel, kimyasal ve

biyolojik özelliklere sahip, biyouyumlu ve hidrofilik bir endodontik simandır. MTA'nın iyileşmeyi ve osteogenezi teşvik etmesi gibi avantajlarının yanı sıra, yüksek maliyeti, karıştırma ve uygulama zorluğu, uzun sertleşme süresi ve renklenmeye neden olması gibi klinik kullanımını sınırlayan dezavantajları da bulunmaktadır. MTA'nın bu avantaj ve dezavantajlarına bağlı olarak klinik endikasyonları da farklılık göstermektedir (Camilleri ve ark., 2005; Roberts ve ark., 2008).

MTA klinik uygulamalarda en fazla vital pulpa tedavileri, apeksifikasyon, rejenerasyon, kök kanallarının doldurulması, horizontal kök kırıklarının tedavisi, rezorpsiyon ve perforasyonların onarımı gibi temel ve ileri tedavi prosedürleri için kullanılmaktadır. Süt dişlerinde MTA çoğunlukla, vital pulpa tedavilerinde uygulanmaktadır (Hachmeister ve ark., 2002; Parirokh & Torabinejad, 2010b; Anthonappa ve ark., 2013).

Deneyisel anlamda uzun yıllardır kullanılmakta olan MTA araştırmalarının büyük kısmının olgu bildirimleri ile histolojik değerlendirmelerden oluştuğu, kliniğe yönelik retrospektif çalışmalarının ise çok az sayıda olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ve Pedodonti kliniğinde yıllara göre MTA kullanım düzeyini, klinisyenler tarafından tercih edilen çeşitli klinik uygulama yaklaşımlarını ve prevelansını belirlemektir. Elde edilen verilerin bu alanda yapılan çalışmalara kaynak ve klinik uygulamalara rehber olması amaçlanmaktadır.

Bu araştırmanın hipotezi; MTA kullanımının cinsiyete göre farklı olmadığı, ancak yaşa, yaşa, diş grubuna, klinik uygulama yaklaşımına ve klinik seçimine (Endodonti/Pedodonti) göre farklı olduğu yönündedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Hekimliğinde Kullanılan Biyomateryaller

Diş hekimliği tedavilerinde kullanılan biyomateryaller, ağız ve diş dokularının onarımı, restorasyonu veya değiştirilmesi amacıyla kullanılan biyouyumlu malzemelerdir. Bu materyaller, hem fonksiyonel hem de estetik ihtiyaçları karşılamak üzere tasarlanmıştır (Anusavice ve ark., 2012). Diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan bazı biyomateryaller şunlardır:

- Kompozit Rezinler: Diş renginde olan ve çürük tedavisinde dolgu materyali olarak kullanılan rezin bazlı malzemelerdir.
- Amalgam: Gümüş, cıva, kalay ve bakır gibi metallerin alaşımından oluşan dayanıklı dolgu materyalidir. Geçmişte yaygın olarak kullanılırken, günümüzde yerini estetik materyallere bırakmaya başlamıştır (Affairs, 2003).
- Seramik ve Porselen: Kron, köprü ve veneer gibi protezlerde kullanılan estetik ve biyouyumlu materyallerdir (Denry, 1996).
- Cam İyonomer Simanlar: Flor salınımı yaparak diş çürüklerinin oluşumunu engelleyebilir. Bu materyaller biyouyumludur ve çocuk diş hekimliğinde sıklıkla kullanılır (Mount, 2002).
- Biodentin: Endodontik ve restoratif tedavilerde geniş kullanım alanına sahip biyouyumlu ve biyoaktif bir materyaldir (Poplai ve ark., 2013).
- Kalsiyum Hidroksit (CaOH_2): Pulpaya yakın derin çürüklerde kullanılan, dişin canlı dokusunu korumaya yardımcı olan bir materyaldir (Aponte ve ark., 1966).
- MTA: Temel olarak kalsiyum ve silikat bileşenlerinden oluşan biyoaktif bir endodontik simandır.

Diş hekimliği alanında gelişen materyaller, restoratif ve endodontik tedavi süreçlerinin başarısında büyük rol oynamaktadır. Bunlardan biri olan MTA, günümüzde diş hekimliği uygulamalarında kullanılan dolgu materyalleri arasında biyouyumluluğu ve klinik etkinliği yüksek olanlardan biri olarak kabul edilmektedir. MTA'nın geliştirilmesi, vital pulpa tedavilerinden kök ucu dolgularına kadar pek çok alanda önemli bir devrim niteliği taşımaktadır (Parirokh & Torabinejad, 2010a; Anusavice ve ark., 2012).

2.2. MTA Gelişimi ve Tarihçesi

MTA, 1993 yılında Torabinejad tarafından kök ucu dolgu maddesi olarak geliştirilen biyoaktif ve biyouyumlu bir materyaldir. Yıllar içerisinde yapılan daha kapsamlı araştırmalar, MTA'nın sadece uygun bir kök ucu dolgu maddesi olarak değil, aynı zamanda çeşitli klinik durumlarda da etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir (Lee ve ark., 1993; Abdullah ve ark., 2002; Srinivasan ve ark., 2009).

MTA, klinik başarıyı destekleyen birçok özelliği ile endodontik ve restoratif tedavi alanlarında ön plana çıkmaktadır. Yüksek biyouyumluluğu sayesinde çevre dokularla uyum gösterir ve inflamasyonu en aza indirirken, doku iyileşmesini hızlandırır. Özellikle dentin köprüsü oluşumunu teşvik etme kabiliyeti, pulpa ve apikal cerrahi gibi tedavilerde avantaj sağlar. Hidrofilik özellikleri, nemli ortamlarda dahi başarılı bir şekilde sertleşmesini sağlar. Yüksek radyoopasitesi, radyografik değerlendirmelerde net ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine katkıda bulunur. Sızdırmazlık kapasitesi sayesinde sızıntıyı önlerken, düşük çözünürlüğü, uzun süreli stabilitesi ile tedavi başarısına önemli bir katkı sunmaktadır (Faraco & Holland, 2001; Tawil ve ark., 2009).

2.3. MTA' nın İçeriği

MTA'nın ana bileşenleri portland çimentosu (%75), bizmut oksit (%20) ve alçı taşı (%5)'dir (Ferris & Baumgartner, 2004). MTA'daki portland çimentosu bileşeni trikalsiyum silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$), dikalsiyum silikat ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) ve trikalsiyum alüminattan ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) oluşur. MTA, kalsiyum oksit (ağırlık olarak %50-75) ve silikon oksitten (ağırlık olarak %15- 20) oluşur. Bu iki bileşen simanın toplamda %70-95'ini oluşturur (Tselnik ve ark., 2004).

Materyal başlangıçta gri renk olarak üretilmiş, fakat ön dişlerde renklenmeye sebep olduğu için sonrasında beyaz renk MTA piyasaya sürülmüştür (Camilleri ve ark., 2005). İçerik olarak gri MTA'da demir bulunduğundan dolayı materyalin sertleşmesi esnasında tetrakalsiyum alüminoferrit faz ortaya çıkmaktadır. Birçok araştırmacı beyaz MTA'da demir bulunmadığı için bu fazın oluşmadığını belirtmiştir (Camilleri, 2008). Buna karşın bazı araştırmacılar beyaz MTA'da eser miktarda demir bulduklarını bildirmişlerdir (Belío-Reyes ve ark., 2009). Bu iki MTA arasındaki farklar tablo 1'de gösterilmiştir (Ferris & Baumgartner, 2004; Tselnik ve ark., 2004; Sarkar ve ark., 2005; Khan ve ark., 2016).

Tablo 2.1.: Gri MTA (GMTA) ve Beyaz MTA'nın Özellikleri.

Özellik	Gri MTA	Beyaz MTA
Renklenme	Gri renklenmeye neden olan tetrakalsiyum-alüminoferrit içerir, bu nedenle ön dişlerde kullanılmaz.	Demir oksit, magnezyum oksit ile yer değiştirmiştir, bu nedenle diş renginde bozulmaya neden olmaz.
Partikül Boyutu	Büyük boyutlu partiküller içerir.	Daha küçük partiküllere sahip olup dar boyut dağılımına sahiptir.
Sertleşme Süresi	Daha uzun sertleşme süresi.	Daha kısa sertleşme süresi.
Basınç Dayanımı	Daha yüksek basınç dayanımı.	Daha düşük basınç dayanımı.

2.4. MTA'nın Kimyasal Özellikleri

MTA tozu hidrofilik partiküllere sahiptir ve bu nedenle nem varlığında sertleşmektedir (Torabinejad ve ark., 1995; Oliveira ve ark., 2007). MTA tozu likiti ile karıştırıldığında, ilk aşamada kalsiyum silikat ve kalsiyum hidroksit oluşur. Daha sonra, bu karışım zayıf kristalize katı jel haline gelirken, kalsiyum çökeltisi oluşumu sonucunda kalsiyum silikat oranı azalır (Camilleri, 2007). Kalsiyumun çökmesi sonucu kalsiyum hidroksit oluşur, bu da MTA'nın yüksek alkalın özellik göstermesini sağlar (Camilleri, 2008). Kalsiyum hidroksit oluşumunun kökeni hâlâ tartışılmaktadır. MTA tozu ile su karışımından sonra, Camilleri ve arkadaşları (2008), kalsiyum hidroksitin trikalsiyum ve dikalsiyum silikat bileşenlerinden türediğini öne sürerken, Dammaschke ve ark. (2005) kalsiyum hidroksitin trikalsiyum alimünat hidrojenasyonu sonucu oluştuğunu bildirmişlerdir.

MTA'nın hidrasyonu sonucu meydana gelen kalsiyum hidroksit çökeltisi, bizmut üzerinde etkili olabilmektedir. Bizmut oksit, asidik ortamlarda çözünür, bu da enfeksiyon gibi asidik ortamlarda MTA yerleştirilmesinin, çevreye bizmut oksit salınmasına neden olabileceği anlamına gelir (Camilleri, 2007). Bu koşul, bizmut oksitin hücre çoğalmasını artırmadığı için MTA'nın biyouyumluluğunu azaltıcı bir etkiye sebep olabilir (Camilleri ve ark., 2004).

2.5. MTA'nın Fiziksel ve Biyolojik Özellikleri

2.5.1. Sertleşme Zamanı

MTA, toz ile sıvının 3'e 1 oranında karıştırılmasıyla hazırlanır (Torabinejad ve ark., 1993). Karışımın su miktarı, karıştırma süreci ve kullanım sırasındaki basınç gibi faktörler, sertleşme süresini etkileyebilir; ayrıca ortamın nem ve sıcaklığı da bu sürece katkıda bulunabilir (Zanjani ve ark., 2018). MTA'nın sertleşme süresi ortalama 2-3

saattir. Gri MTA'nın başlangıç ve nihai sertleşme süresi, beyaz MTA'ya kıyasla belirgin bir şekilde daha uzundur (Islam ve ark., 2006; Zanjani ve ark., 2018). MTA'nın uzun sertleşme süresi bir dezavantaj olarak görülse de, bu özelliği boyutsal değişimin azalmasına ve dolayısıyla mikrosızıntıya karşı daha fazla direnç sağlamasına katkıda bulunarak önemli bir avantaj sunar (Altan ve ark., 2016; Zanjani ve ark., 2018). MTA'nın sertleşme süresinin kısaltılması önerilse de, hızlı sertleşen materyal hızlı büzülme eğilimindedir (Torabinejad ve ark., 1995).

2.5.2. Sertleşme Genleşmesi

MTA uygulamasının ardından, hidroksiapatit kristalleri büyüyerek dentin duvarları ile MTA arasındaki boşluğu doldurmaktadır. Bu durum, bir tür mekanik kilitleme sağlamakta olup sızdırmazlığa katkı oluşturmaktadır (Sarkar ve ark., 2005).

2.5.3. Çözünürlük

MTA'nın çözünürlüğünü incelediğinde, çözünürlüğünün ya çok az olduğu ya da hiç olmadığı belirtilmiştir (Torabinejad & Parirokh, 2010). MTA, çözünmeyen bir silikat matris yapısına sahip olduğu için bu yapı, malzemenin çözünmeye karşı direnç göstermesini ve bütünlüğünü uzun süre korumasını sağlar (Parirokh & Torabinejad, 2010a). MTA'nın su/toz oranının çözünürlük üzerinde etkili olduğu, yüksek su/toz oranlarının hem çözünürlük hem de porozite seviyelerini artırdığı tespit edilmiştir. Araştırmalar, MTA'nın çözünürlüğünün kalsiyum hidroksit salınımıyla ilişkili olduğunu ve karışımda daha fazla su kullanılması durumunda bu kalsiyum salınımının arttığını ortaya koymuştur. Uzun vadede, çözünürlükteki artışın ise sertleşme sonrası oluşan kalsiyum hidroksitin çözünürlüğüne bağlı olduğu bulunmuştur (Fridland & Rosado, 2003; Shie ve ark., 2009).

2.5.4. Sızdırmazlık Yeteneği ve Marjinal Adaptasyon

Sızdırmazlık özelliği ve marjinal adaptasyon kök ucu dolgusu, perforasyon onarımları, pulpa kuafajı veya pulpotomi prosedürleri için kullanılan her türlü restoratif materyal açısından büyük önem taşımaktadır (Torabinejad ve ark., 1995; Shipper ve ark., 2004). Bates ve ark. (1996), MTA'nın sertleşme sırasında genişmesiyle diğerk geleneksel kök ucu dolgu materyallerinden üstün olduğunu belirtirken, Torabinejad ve ark. (1995) MTA'nın deneysel örneklerinde boşluk oluşmadığını ve bakteriyel sızıntı testlerinde arayüze bakterilerin girişini engellediğini göstermiştir. Buna karşın, amalgam, Super EBA ve IRM gibi materyallerde 3,8 ila 14,9 mikron arasında boşluklar gözlemlenmiştir (Torabinejad ve ark., 1995). MTA'nın yaklaşık 4 mm kalınlıkta uygulanması, iyi bir sızdırmazlık sağlamak için yeterli kabul edilmektedir (Valois & Costa, 2004).

2.5.5. Sıkışma ve Gerilme Dayanımı

Sıkışma dayanımı, sertleşme süreci ve materyalin kuvveti ile yakından ilişkilidir (Danesh ve ark., 2006). MTA'nın sıkışma dayanımı, furka perforasyonlarının onarımı, pulpa kuafajı gibi uygulamalar için önemlidir çünkü bu işlemlerde okluzal kuvvetlere karşı dayanıklılık göstermesi istenir (Samiei ve ark., 2017). Sıkışma dayanımı, MTA'nın karıştırılmasından 24 saat sonra IRM ve Süper-EBA ile kıyaslandığında daha düşük (40 MPa) bulunmuştur. MTA'nın sıkışma dayanımı 21 günün sonunda 67 MPa'a ulaşmıştır. Bu dayanım değeri diğerk materyallerle benzerlik göstermektedir. MTA'nın sıkışma dayanımındaki artışın sebebi, dikalsiyum silikatın trikalsiyum silikattan daha yavaş hidrasyon hızıyla ilişkilendirilmiştir (Torabinejad ve ark., 1995; Parirokh & Torabinejad, 2010a). MTA'nın konservatif tedavi amaçlı kullanımı kısıtlıdır; çünkü diğerk materyallerle karşılaştırıldığında sıkışma dayanımı oldukça düşüktür. Bu yüzden, daimi dolgu materyali olarak kullanılması tavsiye edilmez (Torabinejad ve ark., 1995).

Materyallerin aranan fiziksel özelliklerinden biri olan gerilme dayanımı, materyalin yerleştirilmesine bağlı olarak diş işlevleri sırasında yer değişikliğine yol açabilir. MTA'nın gerilme dayanıklılığı üzerinde nemin etkisi kanıtlanmış olup nemli koşullarda bulunması zamanla daha da güçlenmesine neden olur (Gancedo-Caravia & Garcia- Barbero, 2006).

2.5.6. pH Değeri

MTA'nın karıştırılmasından hemen sonra 10.2 olan pH değeri, 3 saat sonra 12.5'a yükselmiştir (Torabinejad ve ark., 1995). Uzun dönemde yüksek pH seviyesinin korunmasının, kalsiyum salınımıyla ilişkili olabileceği belirtilmiştir. (Fridland & Rosado, 2003). MTA'nın kalsiyum hidroksite yakın pH değerinin, kalsiyum hidroksit gibi sert doku oluşumunu artırdığını yapılan çalışmalar göstermiştir (Schwartz ve ark., 1999; Lee & Bogen, 2001).

2.5.7. Radyopaklık

Radyopaklık, malzemelerin klinik görüntülenebilirliği açısından önemlidir (Shah ve ark., 1996). Portland çimentosu dental prosedürler için yeterince radyopak olmadığı için, radyopak bir ajan olan bizmut oksit MTA'ya dahil edilmiştir. MTA'nın radyopasite değeri 7,17 mm kalınlığındaki alüminyumla eşdeğer olarak belirtilmektedir, bu da onu diğer dolgu materyalleriyle karşılaştırıldığında oldukça radyopak hale getirir (Parirokh & Torabinejad, 2010a). Ayrıca MTA, dentinden biraz daha yüksek bir radyopasiteye sahiptir (Torabinejad ve ark., 1995).

Çalışmalar, Beyaz MTA'nın Gri MTA'ya kıyasla daha yüksek radyopasiteye sahip olduğunu göstermektedir (Islam ve ark., 2006).

2.5.8. Biyouyumluluk

Bir materyalin dokulara uygulanmasıyla, konakta uygun bir doku yanıtı oluşması

biyoyumluluk olarak ifade edilir (Hauman & Love, 2003). MTA'nın kullanıma sunulmasından bu yana, yapılan birçok çalışmada MTA'nın biyoyumluluğu araştırılmış ve bu çalışmalarda biyoyumlu olduğu gösterilmiştir (Kettering & Torabinejad, 1995; Schwartz ve ark., 1999). Çalışmalar, MTA'nın dokular tarafından iyi tolere edilebilen materyal olduğunu ve iyileşme için uygun bir ortam sağlayarak sert doku oluşumunu teşvik ettiğini göstermektedir (Schwartz ve ark., 1999; Lee & Bogen, 2001). Amalgam, Süper-EBA, IRM, gutta perka ve CİS ile MTA'nın biyoyumluluğunu karşılaştıran çalışmalar, MTA'nın daha iyi performans sergilediğini ortaya koymuştur (Huang ve ark., 2005; Souza ve ark., 2006).

2.5.9. Antibakteriyel Özelliği

MTA'nın hidrasyonu sırasında salınan hidroksil iyonları, pH seviyesinin yükselmesine neden olarak mikroorganizmaların büyümesini engelleyen bir ortam oluşturur. Yüksek pH, mikroorganizmaların sitoplazmik zarına ve DNA'sına zarar verebilen reaktif serbest radikaller oluşturur (Zanjani ve ark., 2018; Teixeira ve ark., 2019; Morita ve ark., 2021). MTA'nın *Candida albicans*, *Fusobacterium nucleatum*, *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis* gibi mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki gösterdiği; su ile karıştırıldıktan sonra karışımdaki oksijen miktarının artmasıyla özellikle anaerobik mikroorganizmalar üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Stowe ve ark., 2004).

Bununla birlikte, MTA'nın antimikrobiyal etkilerini inceleyen çalışmalarda farklı mikroorganizma türleri, inkübasyon süreleri ve değerlendirme yöntemlerinden kaynaklanan değişiklikler nedeniyle farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak genel bulgular MTA'nın belirgin bir antimikrobiyal etkinlik gösterdiği yönündedir (Nazhan & Judai, 2003; Hezaimi ve ark., 2005).

2.5.10. MTA'nın Rejeneratif Potansiyeli

MTA, dentin, sement ve kemik gibi sert dokuların oluşumunu uyarırken, aynı zamanda periapikal dokularda rejenerasyonu teşvik eder. Bu sebeple, osteojenik, osteoindüktif ve sementojenik niteliklere sahiptir (Bogen & Kuttler, 2009; Torabinejad & Parirokh, 2010). MTA, hasar görmüş sement ve kemik dokusunun yenilenmesi ve kemik defektlerinin iyileşmesi için gerekli olan hücresel faktörlerin salgılanmasını uyarmaktadır (Koh ve ark., 1998; Economides ve ark., 2003; Tomas ve ark., 2017). MTA, periodontal ligament fibroblastlarının osteojenik özellikler göstermesini teşvik eder ve ayrıca osteopontin ve osteonektin üretimini uyarır (Bonson ve ark., 2004).

MTA'nın osteojenik aktivitesi, materyalden salınan yüksek miktarda kalsiyum iyonunun dokudaki fosfat gruplarıyla etkileşime girerek hidroksiapatit oluşturmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bu özellik, MTA'nın biyoaktif bir malzeme olduğunu göstermektedir. MTA ile ilgili yapılan biyoaktivite çalışmalarında, kalsiyum salınımı sonrasında hidroksiapatit oluşumu gerçekleşmekte ve bunun sert doku oluşumunu teşvik ettiği ortaya koyulmaktadır (Sarkar ve ark., 2005; Torabinejad & Parirokh, 2010). MTA, doku reaksiyonu ve oluşan dentin köprüsü miktarı açısından yaygın olarak kullanılan CaOH_2 bazlı simanlardan çok daha üstündür. Faraco ve ark. (2001) MTA ile oluşturulan dentin köprüsünün CaOH_2 'e göre nispeten daha hızlı ve yapısal bütünlüğünün daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

2.5.11. Diğer Restoratif Materyallerle Etkileşim

MTA'nın sertleşmesi birkaç seans almaktadır. Nihai restorasyonu tek bir seansta tamamlayabilmek için, MTA ile uyumlu bir materyalin kısmen sertleşmiş olan MTA üzerine uygulanması gerekir (Nandini ve ark., 2007). Bu nedenle, MTA üzerine uygulanabilecek ve nihai restorasyonun hemen yerleştirilmesine izin verebilecek

materyallerin belirlenmesi önemlidir. Rezin kompozitler ve CİS'ler estetik nitelikleri nedeniyle restoratif diş hekimliğinde çok popülerdir. Rezin kompozitler doğrudan yeni karıştırılmış MTA üzerine yerleştirilemez çünkü MTA'nın sertleşmesini etkileyebilir ve sertleşmemiş MTA'nın wash out etkisiyle materyali yerinden çıkarabilir.

Bunun yerine, kalıcı bir restorasyonun veya provizyonun bir parçası olarak kısmen sertleşmiş MTA üzerine bir CİS materyali yerleştirilmesi düşünülmelidir (Nandini ve ark., 2007). Nandini ve ark. (2007) ile Ballal ve ark. (2008) geleneksel CİS'lerin 45 dakikadan sonra kısmen sertleşmiş MTA üzerine yerleştirilebileceğini ve bunun tek seanslık prosedürlere olanak sağlayabileceğini iddia etmişlerdir. Buna karşın Karabucak ve ark. (2005) ile Sluyk ve ark. (1998) MTA'nın sertleşmesi ve CİS ile iyi bir sızdırmazlık sağlayabilmesi için 3 gün gerektiğini öne sürmüşlerdir.

Rezin modifiye cam iyonomer siman, MTA sertleşmeden önce uygulandığında ara yüzeyde çatlak ve boşluklar oluşabilir; bundan dolayı MTA sertleştikten sonra uygulanmalıdır (Eid ve ark., 2012).

MTA ve dolgu materyalleri arasındaki etkileşimle ilgili çalışmalar sınırlıdır. Camilleri (2011), MTA'nın çevresindeki restoratif materyallerle etkileşime girdiğini ve bu etkileşimin MTA ile diğer restoratif materyaller arasında element geçişine yol açtığını belirtmiştir. Ayrıca, ZOE bazlı simanların, içeriğindeki çinkonun siman hidrasyonunu geciktirerek poroziteyi artırması nedeniyle MTA'ya bitişik olarak kullanılmaması gerektiği ifade edilmiştir. Bunun yanında, kısmen sertleşmiş MTA üzerine yerleştirilen cam iyonomerin, MTA'nın hidrasyon reaksiyonu sırasında su kaybına neden olarak MTA'nın zayıfladığını bildirmişlerdir (Camilleri, 2013).

2.6. MTA'nın Dezavantajları

MTA'nın başlıca dezavantajları arasında renk değiştirme potansiyeli, çamur

benzeri kıvamı, başlangıç çözünürlüğü, kullanım zorluğu, uzun sertleşme süresi, yüksek maliyet ve çıkarılmasının zorluğu gibi özellikler yer almaktadır (Maroto ve ark., 2005; Naik & Hegde, 2005; Percinoto ve ark., 2006).

GMTA ile tedavi edilen dişlerde görülen renk değişikliği nedeniyle, üretici beyaz renkli bir formül geliştirmiştir (Glickman & Koch, 2000). Süt dişlerinde yapılan çalışmalarda, pulpotomi sonrası dişlerde MTA'nın renk değişikliğine sebebiyet verdiği gösterilmiştir (Maroto ve ark., 2005; Naik & Hegde, 2005). Kavisli kök kanallarının dolumundaki zorluk ve uzun sertleşme süresi nedeniyle, MTA'nın kök kanal dolgu materyali olarak kullanımında zorluklar vardır (Bogen & Kuttler, 2009). MTA'nın uzun sertleşme süresinin, materyalin mekanik direncine olumsuz etkileri olduğu ve seans sayısındaki artışın tedavi sırasında kontaminasyon riskini yükselttiği rapor edilmiştir (Kang ve ark., 2013). Ayrıca, sertleşmiş MTA için bilinen bir çözücü bulunmamakta ve materyalin kök kanallarından çıkarılması zor olmaktadır (Boutsioukis ve ark., 2008). MTA'nın dezavantajlarından bir diğeri de, yeni hazırlandığında kan veya sıvılarla temas ettiğinde çözünme eğilimidir. Buna yıkanma etkisi (washout effect) denir. Bu durum, kök ucu dolgusunun ortamdan uzaklaşmasına ve sızdırmazlığın zayıflamasına yol açabilir (Kim ve ark., 2011; Formosa ve ark., 2013; Pushpalatha ve ark., 2022).

Karıştırılarak hazırlanan materyallerde, toz/likit oranındaki değişikliklerin materyallerin çözünürlüğünü, baskı dayanımını ve bağlanma dayanımını etkilediği bildirilmiştir (Bortoluzzi ve ark., 2019; Hiyasat & Alfirjani, 2019). MTA'nın bu dezavantajlarının hafifletilmesi amacıyla çeşitli formları ortaya çıkmıştır (Debelian & Trope, 2016). Son yıllarda geliştirilen kullanıma hazır MTA'lar, homojen yapıları sayesinde operatöre zaman kazandırarak ve sadece ihtiyaç duyulan miktarın kullanılmasına olanak tanıyarak klinik uygulamalarda kolaylık sağlamaktadır (Ree &

Schwartz, 2014; Debelian & Trope, 2016).

2.7. MTA'nın Hazırlanması ve Taşınması

Üretici firma talimatlarına göre, MTA tozunun likiti ile karıştırılması gerekmektedir. Karışımın ideal kıvamı, yoğun ve granüler olmalıdır. MTA'nın hazırlık sürecinde birkaç kritik adıma dikkat edilmelidir. Bunlar:

2.7.1. Karıştırma Süreci

MTA, cam ya da kağıt bir yüzeyde plastik veya metal spatüller kullanılarak karıştırılmalıdır. Ayrıca, kapsüllü MTA amalgamatör kullanılarak karıştırma işlemi hızlandırılabilir. Uzun karıştırma süresi malzemenin kıvamını olumsuz etkileyebileceğinden dolayı karıştırma işlemi 4 dakikayı aşmamalıdır (Parirokh & Torabinejad, 2010a; Basturk ve ark., 2013; Basturk ve ark., 2014; Nawareg & Zidan, 2020).

2.7.2. Alternatif Karışım Likitleri

Steril su, MTA'yı karıştırmak için önerilen standart likit olmasıyla birlikte, bazı klinisyenler anestezi solüsyonlar veya gliserin gibi steril likitlerle karıştırmayı tercih edebilirler. Ancak bu alternatif likitlerin MTA'nın sertleşme süresi ve biyolojik uyumluluğu üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir (Nawareg & Zidan, 2020).

2.7.3. Taşınma ve Yerleştirme

Hazırlanan MTA, çeşitli taşıyıcılar yardımıyla tedavi alanına taşınır. Bu taşıyıcılar arasında Retro Amalgam Carrier, Messing Root Canal Gun, Centrix syringe, Dovgan Carrier, Disposable MTA Carrier, Micro Apical Placement (MAP) ve Pellet-forming Block gibi sistemler bulunur. Hassas bir şekilde uygulanması gereken MTA, aşırı baskı kuvveti uygulanmadan istenilen bölgeye yerleştirilmelidir. Nem varlığı yerleştirilmesini zorlaştırabileceği için nemli bir pamuk ile fazla sıvı miktarı elimine edilerek MTA'nın

düzgün bir şekilde yerleştirilmesi sağlanır (Torabinejad & Chivian, 1999; Lee, 2000).

MTA yerleştirme işlemi için iki teknik önerilmiştir:

- i. **El ile Yerleştirme (Konvansiyonel Yöntem)** : Bu yöntemde gerekli miktarda MTA, siman spatülü veya taşıyıcı ile taşınır ve endodontik plugger ile kondanse edilir (Aminoshariae ve ark., 2003; Lawley ve ark., 2004).
- ii. **Ultrasonik Aktivasyon:**
 - o **Direkt Ultrasonik Aktivasyon:** Ultrasonik cihazın ucu veya plugger ile MTA bölgeye taşındıktan sonra, cihazın titreşim hareketi aracılığıyla malzemenin apikale doğru itilmesi önerilir (Aminoshariae ve ark., 2003).
 - o **İndirekt Ultrasonik Aktivasyon:** İndirekt ultrasonik aktivasyon yönteminde, MTA'yı ilgili bölgeye taşıyan endodontik pluggerin boyun kısmına ultrasonik titreşim uygulanır. MTA diş içerisine yerleştirilecekse, pluggerin dentin duvarlarına temas etmemesi gerektiği belirtilmiştir (Yeung ve ark., 2006).

2.7.4. Sertleşme Süresi

MTA'nın sertleşmesi, genellikle birkaç saat sürer. Bu süreçte, malzemenin üzeri nemli bir pamuk ile kapatılarak hidrasyon süreci desteklenir. Tam sertleşme sağlandıktan sonra, ikinci seansta kalıcı restorasyon yapılabilir (Schwartz ve ark., 1999; Torabinejad & Chivian, 1999).

2.8. MTA'nın Klinik Uygulamaları ve Tekniği

MTA birçok avantajlı özelliğinden dolayı endodonti ve pedodonti kliniklerinde geniş kullanım alanı bulmaktadır (Torabinejad ve ark., 1993; Perez ve ark., 2003; Akyüz ve ark., 2012).



Şekil 1: MTA'nın Süt ve Daimi Dişlerinde Klinik Kullanımı (Macwan & Deshpande, 2014).

(a) Pulpa kapama/Pulpotomi, (b) Furkasyon tamiri, (c) Kök kanalı dolgu ajanı, (d) Kök ucu dolgusu/Apeksifikasyon, (e) Kök perforasyonu tamirinde kullanımı, (f) Pulpa kapama, (g) Pulpotomi, (h) Rezorpsiyon tamiri, (i) Furkasyon perforasyon tamiri, (j) Kök kanalı dolgusu

2.8.1. Vital Pulpa Tedavileri (VPT)

VPT uygulamaları, sürekli dişlerin kök gelişimini (apeksogenezi) teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Hirschberg ve ark., 2021). Bununla birlikte, pulpa dokusunun iyileşme kapasitesine dair artan literatür bilgileri (Duncan ve ark., 2019), irreversible pulpitis teşhisi konmuş kapalı apeksli dişlerin tedavisinde bile pulpotomi gibi VPT yaklaşımlarını ön plana çıkarmıştır ve bu tedavilerde iyileşme gözlemlendiğini ortaya koymuştur. (Cushley ve ark., 2019). Pulpanın yaşlanması, dişin kök hücrelerinin rejeneratif kapasitesinin azalmasına neden olabileceğinden, vaka seçiminde hastanın yaşı önemli bir faktördür. Bu yüzden VPT sıklıkla süt dişleri ve genç daimi dişlerde tercih edilir (Maeda, 2020).

2.8.1.1. Pulpa Kuafajında MTA Kullanımı

İndirekt pulpa kuafajı, derin çürüğün pulpaya çok yaklaştığı durumlarda pulpayı korumak ve açılmasını önlemek için biyouyumlu bir malzeme ile kapama işlemidir

(Teeth, 2016).

Direkt pulpa kuafajı, mekanik veya travmatik sebeplerle ekspoz olmuş pulpanın üzerine dental bir materyal yerleştirilerek, vital pulpanın korunmasını sağlayan yöntem olarak tanımlanmaktadır Bu prosedür; çürük temizleme, travma veya diş preparasyonu sonucunda oluşan iğne ucu büyüklüğüne sahip pulpa ekspozu için endikedir. Geçmişte, pulpa açıklığının çapının 1 mm'yi aşmaması gerektiği kabul edilse de, günümüzde bu görüş geçerliliğini yitirmiştir (Aguilar & Linsuwanont, 2011). Ayrıca pulpa kuafajı, süt dişlerinde genellikle zayıf prognoz nedeniyle tercih edilen bir tedavi yöntemi değildir (Tuna & Ölmez, 2008).

Pulpa kuafaj materyallerinden kalsiyum hidroksit, antimikrobiyal özellikleri ve sert doku bariyeri oluşturma yeteneği nedeniyle yaygın olarak tercih edilmiştir. Ancak, düşük mekanik direnç, yüksek çözünürlük ve tünel defektlerinin oluşumu gibi dezavantajlar, özellikle vital pulpa tedavilerinde önemli sınırlamalar olarak değerlendirilmektedir (Qudeimat ve ark., 2007). Bu dezavantajlarından dolayı yerini başka materyaller almaya başlamıştır (Gökçek & Bodrumlu, 2015). MTA günümüzde pulpa kuafajında en sık kullanılan materyallerden biri olarak öne çıkmaktadır. Kuafaj uygulamalarında MTA, yüksek biyouyumluluğu ve rejeneratif potansiyeli sayesinde oldukça başarılı sonuçlar verir. MTA, pulpa dokusuyla doğrudan temas ettiğinde, pulpayı koruyarak dentin oluşumunu teşvik eder ve pulpa üzerinde sertleşme sırasındaki genleşme ile sızdırmaz bir bariyer oluşturur. Bu özellikleri sayesinde, pulpanın iyileşme sürecini hızlandırır (Parirokh & Torabinejad, 2010a; Aguilar & Linsuwanont, 2011).

MTA pulpa dokusuna zarar vermeden taşıyıcıyla ince bir tabaka halinde nazıkçe uygulanır. Ayrıca, MTA'nın pulpa üzerine tam olarak yerleştirilip tüm açığı kapattığından emin olunmalıdır (Parirokh & Torabinejad, 2010b). MTA uygulandıktan sonra, hafif

nemli steril pamuk konularak hidrasyon ve sertleşme sağlanır (Parirokh & Torabinejad, 2010b). Daha sonra geçici dolgu uygulanır ve ikinci seans sertleşme tamamlandığında kalıcı dolgu materyali ile tedavi sonlandırılır (Vij ve ark., 2004; McDonald ve ark., 2010; Parirokh & Torabinejad, 2010b; Aguilar & Linsuwanont, 2011).

2.8.1.2. Pulpotomide MTA Kullanımı

Pulpotomi, dişin pulpasının enfekte ya da hasar görmüş olan kısmının alınarak, kalan sağlıklı pulpa dokusunun korunmasına yönelik yapılan bir dental tedavi işlemidir. Pulpotomi sayesinde diş canlı tutulur ve kök yapısı korunur (Cvek, 1978; Cohenca ve ark., 2013).

Süt dişlerindeki derin çürüklerin tedavisinde pulpotomi yöntemi yaygın olarak tercih edilmektedir. Formokrezol bu tedavilerde sıklıkla kullanılsa da toksik, mutajenik ve karsinojenik riskleri nedeniyle güvenli bulunmamaktadır. Bu nedenle güvenilir olan MTA'nın kullanım yaygınlığı artmıştır (Eidelman ve ark., 2001; Maroto ve ark., 2005). Özellikle, MTA'nın klinik başarı oranları formokrezol ile karşılaştırıldığında oldukça olumlu bulunmuştur (Eidelman ve ark., 2001). MTA, steril bir taşıyıcı alet yardımıyla açıkta kalan pulpa üzerine dikkatlice taşınır ve kalınlığı genellikle 1-2 mm olmalıdır (Rodd ve ark., 2006).

2.8.2. Devital Pulpa Tedavileri

2.8.2.1. Apeksifikasyonda MTA Kullanımı

Kök gelişimi tamamlanmamış olan genç daimi dişlerde, pulpanın açılması, travmaya uğraması ve tedaviye geç kalınması dişin nekrotize olmasına ve kök gelişiminin durmasına yol açabilir (Ham ve ark., 2005). Bunun sonucunda geniş açık apeks, ince ve kırılğan dentin duvarları ve sık görülen periapikal lezyonlar kanal dolumunu zorlaştırır (Jain ve ark., 2017). Açık apeksin en sık rastlandığı dişler, travmaya daha yatkın olan üst

ön dişlerdir (Jain ve ark., 2017). Bu tür durumlarda, başarılı bir endodontik tedavi gerçekleştirebilmek için öncelikle apikal bariyerin oluşturulması şarttır (Friend, 1967).

CaOH₂, nekrotik genç daimi dişlerde geleneksel apeksifikasyon tedavisinde uzun yıllar tercih edilmiştir. Ancak, tedavinin birden fazla seans gerektirmesi, hasta takibinin zorluğu ve geçici dolgu maddesinin düşmesi bakteriyel kontaminasyona neden olabilir. Ayrıca, kalsiyum hidroksit uzun süre kök dentinine temas ettiğinde, dentin yapısını zayıflatıp dişi kırılmaya karşı daha hassas hale getirir (Andreasen ve ark., 2002; Rafter, 2005).

Son yıllarda yüksek başarı oranı ve cerrahi işlemlerin yol açabileceği psikolojik travmayı önlemesi nedeniyle MTA, bu tedavilerde ön plana çıkmıştır (Mahajan ve ark., 2020). Açık apeksli dişlerde MTA kök kanalının apikal kısmına ortograd olarak gönderilir. Bu yöntem, kanalın hızlı bir şekilde doldurulmasını sağlayacak apikal bir tıkama elde eder. Ancak, kök gelişiminin devamını sağlamak mümkün olmadığı için kök kırılma riski tam olarak ortadan kalkmaz (Morse ve ark., 1990; Huang, 2009).

MTA, taşıyıcı kullanılarak kaviteye yerleştirilir. Materyal bir el aleti (plugger) veya kağıt konlarla apikal foramene doğru itilir ve taşmamasına dikkat edilir (Torabinejad & Chivian, 1999). Apikal tıkaç en az 3-4 mm kalınlığında olmalıdır ve bu radyografik olarak kontrol edilmelidir (Jodłowska, 2009). Apikal tıkaç yeterince yerleştirilememişse, tüm materyal kanaldan steril su ile durulanır ve prosedür tekrarlanır. Kanala nemli bir pamuk pelet yerleştirilir ve diş geçici olarak restore edilir. 2-3 saat sonra kalan kanal, güta perka ile doldurulur ve kalıcı restorasyon yerleştirilir (Torabinejad & Chivian, 1999).

2.8.2.2. Rejeneratif Endodontik Tedavide (RET) MTA Kullanımı

Rejenerasyon, nekrotik ve özellikle kök gelişimi tamamlanmamış genç daimi dişlerde pulpa dokusunun yeniden canlandırılması ve kök gelişiminin devamını sağlamak

amacıyla uygulanan bir tedavi yöntemidir (Kim ve ark., 2018). Rejenerasyon tedavisi, geleneksel endodontik tedavi prensiplerine dayansa da, hücre çağırma (cell homing) gibi bazı farklı yaklaşımlar içermektedir (Wigler ve ark., 2013). Nekrotik pulpalı genç daimi dişlerde kök kanal tedavisine bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Kim ve ark., 2018). Post uygulaması gerektiren nekrotik ve madde kaybı fazla olan dişler RET için uygun değildir. Bu tür vakalarda apikal tıkaç olarak MTA kullanımı ön plandadır (Kim ve ark., 2018).

RET’te çok fazla mekanik preparasyon yapılmaz, çünkü rejeneratif süreç için kök kanal duvarlarının fazla incelmesi istenmez. Sodyum hipoklorit (%1.5) ve Etilen Diamin Tetra Asetik Asit (EDTA) (%17) ile irrigasyon yapılır. EDTA, dentin yüzeyindeki smear tabakasını temizleyerek kök hücrelerin kök kanal duvarına tutunmasına yardımcı olur. Irrigasyon işleminden sonra kanal kağıt konlar kullanılarak kurulanır (Mohammadi, 2008; Galler ve ark., 2015). Kalsiyum hidroksit veya üçlü antibiyotik patı (metronidazol, minosiklin, siprofloksasin) gibi kanal içi ilaçlar uygulanır (Diogenes ve ark., 2013). İlk randevudan sonra genellikle 1-4 hafta arasında beklenir. Bu süre içinde hastanın semptomlarının azalması ve enfeksiyonun iyileşmesi gözlenir. İkinci seans önceden yerleştirilen kanal içi medikaman çıkarılır ve kanal yeniden EDTA (%17) ile yıkanır. EDTA’dan sonra kök kanalı salin veya steril su ile yıkanır (Thibodeau ve ark., 2007). Kök hücrelerin tutunabileceği bir scaffold (iskelet yapı) oluşturmak amacıyla steril bir el eğesi ile apikal bölge nazıkçe travmatize edilerek kanama başlatılır (Nakashima & Akamine, 2005; Kim ve ark., 2018). Kan pıhtısının seviyesinin mine sement birleşiminden yaklaşık 3 mm aşağıda olması istenir. Kan pıhtısının üzerine MTA yerleştirilir. Bu materyal, kök kanalının hermetik bir şekilde kapatılmasını sağlar ve pıhtı üzerinde sabit kalmasına yardımcı olur. MTA yerleştirildikten sonra, kanalın koronal

kısmı geçici dolgu ile kapatılır (Galler ve ark., 2011; Kim ve ark., 2018).

2.8.3. Retrograd Dolgu Materyali Olarak MTA Kullanımı

Periapikal cerrahi, ortograd kök kanal tedavisine rağmen periapikal hastalığın devam ettiği durumlarda periapikal lezyonlu dişlerin tedavisi için uygulanmaktadır (Soundappan ve ark., 2014; Akcay ve ark., 2016).

Kök ucu dolgu materyalinin seçimi, apikal bölgenin kapatılmasını amaçladığından, işlemin nihai başarısını doğrudan etkiler (Ravichandra ve ark., 2014). Retrograd dolgu materyali olarak kullanılan amalgam, çinko fosfat siman, cam iyonomer, Super-EBA, IRM, gutta perka ve kompozit rezin gibi materyaller, biyouyumluluklarının tartışmalı olması, enfekte kök kanalındaki iritanların periradiküler alana sızmasını yeterince engelleyememeleri ve periradiküler dokuların rejenerasyonunu yeterince desteklememeleri gibi dezavantajlara sahiptir. Bu eksiklikler, retrograd dolgu materyalleri için yeni alternatiflerin araştırılmasına yol açmış ve MTA'nın kullanımı önerilmiştir (Akyüz ve ark., 2012; Parirokh ve ark., 2018). Yumuşak doku flebi kaldırılır ve sırayla osteotomi, kök ucunun 3 mm rezeksiyonu ve ultrasonik uçlarla kök ucu preparasyonu yapılır (Tawil ve ark., 2015). Ardından, periradiküler kanama kontrol edilmelidir. MTA yerleştirilirken nem kontrolü ve kanama önemlidir; aşırı kanama MTA'yı kullanılamaz hale getirebilir (Torabinejad & Chivian, 1999). Küçük bir taşıyıcı kullanarak kök ucu kavitesine MTA yerleştirilir. Kök ucu boşluğu tamamen doldurulduktan sonra, rezeke edilen kök ve MTA yüzeyi ıslak bir gazlı bez ile temizlenir. MTA'nın sertleşmesini sağlamak için periradiküler ligamentten hafif bir kanama oluşturulur ve kan, rezeke edilen kök ucu ve MTA'nın üzerine getirilir. MTA yerleştirildikten sonra operasyon alanı durulanmaz. Yumuşak doku flebi dikilir ve iyileşme süreci takip edilir (Torabinejad & Chivian, 1999).

2.8.4. MTA'nın Kök Kanal Obturasyonunda Kullanımı

Kanal patları, kök kanalı duvarlarına bağlanabilse de, pratikte hiçbir gutta perka ile bağ kuramamaktadır. Kanal dolgu patlarının polimerizasyon büzülmesine ve gutta perka ile bağlanamamasına bağlı olarak boşluklar oluşabilir, bu durum bakteriyel sızıntıya ve kök kanal enfeksiyonlarının tekrarlamasına neden olabilir. MTA, yüksek sızdırmazlık kapasitesi ve biyomekanik adaptasyonu ile alternatif bir materyaldir (Teixeira ve ark., 2004).

Süt dişlerinin kanal tedavisinde, rezorbe olabilen kanal patlarının kullanılması gerekmektedir. MTA, rezorbe olmadığı için yalnızca sürekli diş germi bulunmayan süt dişlerinde tercih edilmektedir. Yapılan araştırmalarda, sürekli diş germi olmayan süt dişlerinin MTA ile doldurulması ve takip süreçlerinde klinik olarak başarılı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (Akyüz ve ark., 2012). MTA'nın apikal bölgeye yerleşmesi sırasında uygun endodontik plugger veya spreader aletleri ile apikal bölgedeki MTA, kök kanalının uç kısmına tam olarak adapte olacak şekilde sıkıştırılır. Kanalın geri kanal kısmına da kademeli olarak yerleştirilir (Orhan, 2020).

2.8.5. Perforasyonlarda MTA Kullanımı

Perforasyonlar genellikle dental işlemler ya da rezorpsiyon ve çürük gibi durumlar nedeniyle oluşan, kök kanalı sistemi ile çevre dokular arasındaki anormal bağlantılar olarak tanımlanır (Mente ve ark., 2010). Apikal perforasyonlara kıyasla furkal perforasyonlar, daha kötü bir prognoza sahiptir (Azim ve ark., 2014). Furkal bölgenin anatomik yapısı ve topografik özellikleri, kemik kaybına ve tedavi zorluklarına yol açabilir (Jepsen ve ark., 2011). Perforasyon defektinin biyouyumlu bir materyal ile hızlıca kapatılması, başarılı sonuçların elde edilmesinde etkili olmaktadır (Tsesis & Fuss, 2006).

Perforasyonları onarmak amacıyla çeşitli materyaller kullanılmıştır. Geleneksel

olarak en sık tercih edilen onarım materyalleri arasında amalgam, ZOE bazlı siman, kalsiyum hidroksit, gutta perka, cam iyonmer siman, IRM, kompozit rezin ve Super-EBA yer almaktadır. Birçok farklı materyal perforasyon tamiri için önerilmiş olsa da, bunların hiçbiri doku rejenerasyonu ve tedavi sonrası öngörülebilir iyileşme için uygun bir ortam sağlayamamıştır (Aguirre ve ark., 1986; Balla ve ark., 1991). Bu materyallerin başarısızlıkları, ağız boşluğu ile dokular arasındaki sızıntıyı önleyememeleri veya biyoyumluluk eksikliği göstermeleriyle açıklanabilir (Clauder, 2022).

MTA, sement oluşumunu desteklemesi, uygulandığı bölgede kemik yapımını teşvik etmesi ve minimum çözünürlük göstermesi gibi özelliklerinden dolayı perforasyon onarımında kullanılan en popüler materyallerden biri haline gelmiştir. Yapılan çalışmalar, MTA'nın perforasyon tedavisinde yüksek başarı oranlarına sahip olduğunu ve uzun vadeli iyileşme sağladığını göstermiştir (Silva ve ark., 2016; Clauder, 2022).

Perforasyon bölgesi tespit edilir ve perforasyonun apikalindeki kanallar, gutta perka ve kök kanal patı ile tam olarak doldurulur. MTA perforasyon bölgesine yerleştirilir, nemli pamuk pelet ile bölgeye doğru sıkıca bastırılır (Torabinejad, 2004). Apikal perforasyonlarda, sızıntıyı engellemek amacıyla MTA kanalın apikal kısmına 3-5 mm olacak şekilde yerleştirilir (Torabinejad, 2004).

2.8.6. Rezorpsiyonlarda MTA Kullanımı

Kök rezorpsiyonu, klastik hücrelerin etkisiyle sement ve/veya dentin gibi dişin sert dokularının kaybıyla sonuçlanan bir süreçtir (Patel ve ark., 2009). Kök rezorpsiyonu, süt dişlerinde normal bir fizyolojik süreç olarak kabul edilirken, daimi dişlerde genelde patolojik ve istenmeyen durumdur. Patolojik kök rezorpsiyonu, pulpal veya periodontal dokuların kronik enfeksiyonları, travma, ortodontik tedavi, neoplastik süreçler, sistemik hastalıklar ve idiyopatik nedenlerle ortaya çıkabilir (Tronstad, 1988; Trope, 2002).

Kök rezorpsiyonu tedavisi, öncelikle doğru teşhisle başlar. İlk adımda radyografik incelemeler yapılarak rezorpsiyonun türü ve kapsamı belirlenir (Nilsson ve ark., 2013). Rezorpsiyon, kök kanal duvarında (internal rezorpsiyon) veya kökün dış yüzeyinde (eksternal rezorpsiyon) meydana gelebilir ve bu durum ya geçici ya da ilerleyici nitelikte olabilir (Tsesis & Fuss, 2006). İnternal rezorpsiyonun kök kanal duvarında perforasyon oluşturduğu vakalarda, perforasyonun onarımı ve rezorpsiyonun doldurulması amacıyla sıklıkla MTA tercih edilmektedir (Meire & De Moor, 2008). Eksternal kök rezorpsiyonu sonucu kökte oluşan ciddi hasara rağmen, cerrahi olmayan tedavi, kök rezorpsiyonunu kontrol altına alıp periapikal dokunun iyileşmesini desteklemektedir (Hegde & Hegde, 2013).

MTA rezorpsiyon alanına taşıyıcı kullanılarak yerleştirilir. MTA üzerine ıslak bir pamuk pelet yerleştirilir ve kavite geçici bir dolgu materyali ile kapatılır (Torabinejad, 2004). Eğer perforasyon ortograd yolla tamir edilemiyorsa, cerrahi bir müdahale ile flep kaldırıldıktan sonra perforasyon bölgesine MTA yerleştirilir (Patel ve ark., 2010).

2.8.7. MTA'nın Diğer Kullanım Alanları

İnternal Ağartma: Dişlerde meydana gelen pulpal kanamalar, nekrotik pulpa dokusu veya kök kanal dolgu maddelerinin neden olduğu internal renklenmeler, intrakoronal ağartma teknikleri ile konservatif, ekonomik ve protetik tedavilere alternatif bir yöntem olarak giderilebilmektedir (Rotstein ve ark., 1993). Ağartma işlemleri ile klinik olarak başarılı sonuçlar elde edilmesine rağmen, eksternal kök rezorpsiyonu gelişme riski de rapor edilmiştir (Friedman, 1997). Bu riskin, ağartıcı maddelerin dentin tübülleri aracılığıyla servikal bölgeye diffüze olarak periodontal ligamente ulaşması ve inflamasyona neden olması sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bu nedenle, ağartma işlemi öncesinde kök kanal dolgusunun üzerine koruyucu bir bariyer materyal olarak

MTA'nın güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir (Bayrak ve ark., 2005).

Horizontal Kök Kırıkları: Horizontal kök kırıkları, özellikle kökün apikal ve orta üçlü bölgesinde meydana geldiğinde yüksek iyileşme potansiyeline sahiptir ve çoğunlukla kendiliğinden iyileşir (Orhan ve ark., 2010). Ancak bazı durumlarda koronal fragmandaki pulpa canlılığını yitirebilir ve kök kanal tedavisi gerekebilir. Pulpanın nekroze olduğu bu tür fraktürlerde, fraktür alanında apikal bariyer oluşturmak amacıyla MTA kullanılabilir. Kanalin geri kalanı gutta perka ve kanal patı ile doldurulabileceği gibi, koronal fragmanın tamamen MTA ile doldurulduğu başarılı vakalar da literatürde bildirilmiştir (Kusgoz ve ark., 2009).

Periodontal Tedavi: MTA ve benzeri biyoaktif simanların periodontal kemik defektlerinin onarımında kullanımı araştırılmıştır (Ghanbari ve ark., 2014). Rejeneratif periodontal tedavilerde MTA, kollajen membran ile birlikte sınıf II furkasyon defekti tedavisinde uygulanmış ve 6 ay sonunda sondlama derinliğinde azalma ile dişeti sınırında iyileşme gözlemlenmiştir (Ghanbari ve ark., 2014).

Dens invaginatus: Dens invaginatus, dişin gelişimsel bir anomalisi olup dişin içe doğru katlanması ile karakterizedir ve bu durum, erken pulpa enfeksiyonu ve nekroz gibi komplikasyonlara yol açabilir. Geleneksel tedaviler dişin karmaşık morfolojisinden dolayı öngörülemez sonuçlara yol açabilirken, MTA bu anomalinin tedavisinde etkili bir seçenek olarak yer almaktadır (Alani & Bishop, 2009).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu retrospektif çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından 2023 tarihinde onaylanmış olup, 23-KAEK-222 proje numarası ile yürütülmüştür (Ek-1). Çalışmada, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ve Pedodonti Anabilim Dallarında 2014-2024 yılları arasında MTA kullanılarak tedavi edilen hastaların kayıtları retrospektif olarak değerlendirilmiştir.

3.1. Deney Gruplarının Oluşturulması:

3.1.1. Çalışma Kapsamı ve Genel Veriler

Çalışmamıza, 2014–2024 yılları arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ve Pedodonti kliniklerinde MTA tedavisi uygulanmış toplam 2.406 diş dahil edilmiştir. Bu dişlerin 326'sı endodonti, 2080'i ise pedodonti kliniğinde tedavi edilmiştir. İncelenen dişlerin 1.875'i daimi, 531'i süt dişidir. Aynı dönem aralığında gerçekleştirilen toplam 6.359 VPT ve 49.972 kök kanal dolgu uygulamasına ait veriler de çalışma kapsamında toplanmıştır.

MTA tedavisi uygulanan hastaların radyografik görüntüleri, 1920 × 1200 piksel çözünürlük ve 64 bit renk derinliğine sahip 27 inç Dell Precision T3620 tıbbi monitörlerde (Dell, Round Rock, TX, ABD) incelenmiştir. Radyografilerin analizinde SisoView medikal görüntüleme yazılımı (Sisoft, Sivas, Türkiye) kullanılmıştır.

3.1.2. MTA'nın Yıllara Göre Kullanımının Gruplarının Oluşturulması

Çalışma kapsamında MTA'nın 2014-2024 arası yıllara göre kullanım sayıları kayıt altına alınmıştır. MTA ile gerçekleştirilen VPT ve kök kanal dolgu uygulamalarının, toplam VPT ve kök kanal dolgu işlemleri içerisindeki oranları incelenerek, MTA kullanımının yıllar içindeki kullanım durumu kayıt altına alınmıştır.

3.1.3. Demografik Verilere Göre Grupların Oluşturulması

- Hastaların cinsiyetlerine göre MTA uygulamaları kaydedilmiştir.
- Yaş gruplarına göre sınıflandırma yapılmış ve hastalar şu beş ana grupta değerlendirilmiştir:
 - 0–14 yaş
 - 15–30 yaş
 - 31–45 yaş
 - 46–60 yaş
 - 61 yaş ve üzeri
- 0–14 yaş grubu, dişlenme dönemlerine göre üç alt gruba ayrılmıştır:
 - Süt dişlenme dönemi: 0–5 yaş
 - Karışık dişlenme dönemi: 6–12 yaş
 - Daimi dişlenme dönemi: 13–14 yaş

3.1.4. MTA Uygulanan Diş Gruplarının Oluşturulması

MTA uygulanan dişler, çene bölgesine (üst/alt), dentisyon tipine (süt/daimi) ve anatomik lokalizasyonuna (anterior/premolar/molar) göre detaylı şekilde sınıflandırılmıştır. Bu doğrultuda tanımlanan diş grupları şu şekilde kaydedilmiştir:

- Alt Daimi Anterior
- Alt Daimi Premolar
- Alt Daimi Molar
- Üst Daimi Anterior
- Üst Daimi Premolar
- Üst Daimi Molar
- Alt Süt Anterior
- Alt Süt Molar
- Üst Süt Anterior
- Üst Süt Molar

3.1.5. Tedavi Yöntemlerine Göre Grupların Oluşturulması

Çalışmamızda MTA'nın klinik kullanım alanları şu şekilde tanımlanmıştır:

- VPT
- Kök kanal dolgusu
- RET
- Retrograd dolgu
- Perforasyon onarımı
- Rezorpsiyon tedavisi
- Horizontal kök kırığı tedavisi
- Dental anomaliye bağlı işlemler

3.1.5.1. VPT Uygulanan Diş Gruplarının Oluşturulması

VPT uygulamaları yaş gruplarına ve diş gruplarına göre ayrıntılı olarak kaydedilmiştir. 0–14 yaş grubunda ise dişlenme dönemlerine göre alt gruplandırma yapılmış (alt daimi anterior, alt daimi premolar, alt daimi molar, üst daimi anterior, üst daimi premolar, üst daimi molar, alt süt anterior, alt süt molar, üst süt anterior, üst süt molar) ve her alt grup için VPT uygulanan dişlerin dağılımı değerlendirilmiştir.

3.1.5.2. VPT Dışındaki MTA Uygulamalarının Sınıflandırılması

VPT dışındaki MTA uygulamalarında, tedavi edilen dişler diş tipine göre sınıflandırılmıştır:

- Anterior
- Premolar
- Molar

3.1.5.3. 0–14 Yaş Haricindeki Hastalarda MTA Kullanım Alanlarına Göre Grupların Oluşturulması

Bu gruplarda MTA kullanım alanlarına göre dişler (anterior, premolar ve molar) üç kategoriye ve yaş dağılımına göre 4 alt gruba (15-30, 31-45, 46-60, 61 ve üzeri)

ayrılmıştır.

3.2. İstatistiksel Analiz

Çalışma gruplarının genel özellikleri hakkında bilgi vermek amacı ile tanımlayıcı istatistikler yapılmıştır. Nicel değişkenlere ait veriler N (%) şeklinde verilmiştir. Gruplar arası farklar Ki-Kare testleri ile incelenmiştir. İstatistiksel anlamlılık sınırı $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Tüm analizler, IBM SPSS Statistics 19 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (IBM SPSS Statistics 19, SPSS Inc., an IBM Company, Somers, NY, AB).



4. BULGULAR

4.1. MTA'nın Yıllara Göre Dağılımı

Çalışmamızda MTA kullanımı yıllar içinde genel olarak artış göstermiştir. 2020'de kısa süreli bir düşüş gözlenmiştir (Tablo 4.1).

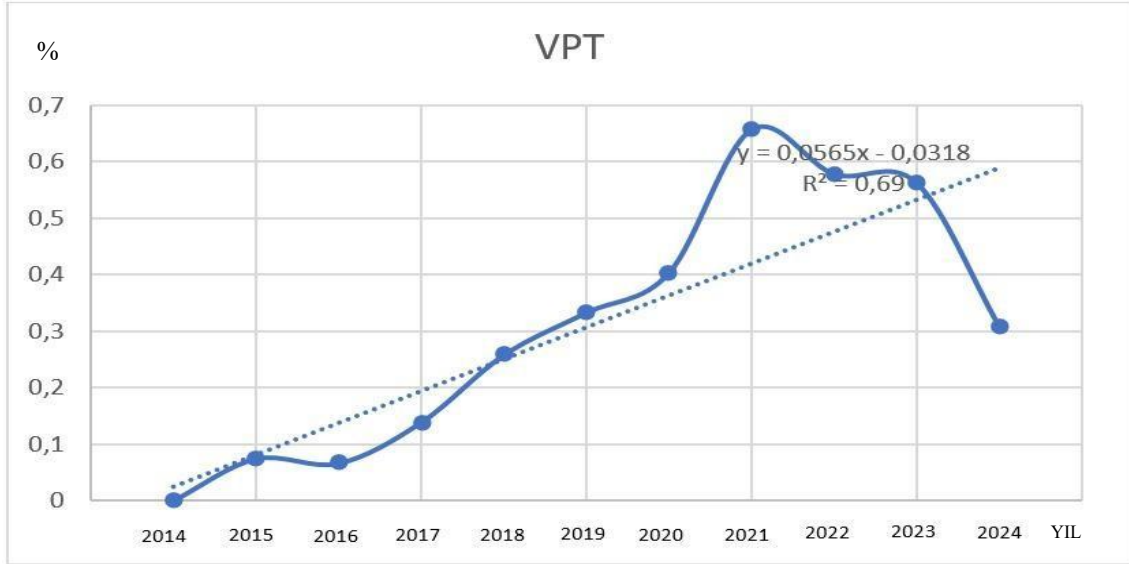
Tablo 4.1. : MTA kullanımının yıllara göre dağılımı (N: sayı, %: yüzde)

		N	%
Yıl	2014	5	0,2
	2015	20	0,8
	2016	41	1,7
	2017	75	3,1
	2018	164	6,8
	2019	178	7,4
	2020	111	4,6
	2021	197	8,2
	2022	215	8,9
	2023	506	21
	2024	894	37,2

Toplam VPT uygulanan 6359 diş içerisinde MTA kullanılan diş sayısı 2065'tir (Tablo 4.2). MTA kullanım oranının yıllara bağlı olarak genel olarak arttığı, 2021 yılında en yüksek seviyeye ulaştığı ve sonrasında düşüş yaşandığı gözlemlenmiştir.

Yapılan trend analizinde bu artış doğrusal bir ilişki göstermiş ve $R^2=0.69$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, artışın güçlü ve belirgin olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.2. : MTA ile Gerçekleştirilen VPT Uygulamalarının Toplam VPT İçerisindeki Yerinin Yıllara Göre Dağılımı



Toplam kök kanal dolgusu uygulanan 49.972 diş içerisinde MTA kullanılan diş sayısı 112'dir (Tablo 4.3). Analiz sonucunda, MTA uygulamasının yıllara göre dağılımı dalgalı olmakla birlikte genel olarak artan bir eğilim göstermektedir. Özellikle son yılda belirgin bir artış dikkat çekmektedir. Yapılan trend analizinde, bu artış doğrusal bir ilişki göstermiş ve $R^2=0.45$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, artış eğiliminin orta düzeyde olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.3. : MTA ile Gerçekleştirilen kök kanal dolgu uygulamalarının Toplam kök kanal dolgu İçerisindeki Yerinin Yıllara Göre Dağılımı



4.2. Cinsiyete Göre Dağılım

Tablo 4.4. : MTA kullanımının cinsiyete göre dağılımı (N: sayı, %: yüzde)

		N	%
Cinsiyet	Erkek	1180	49
	Kadın	1226	51

4.3. MTA Kullanımının Yaş Gruplarına Göre Dağılımı

Çalışmamızda, MTA uygulanan hastalar arasında 0–14 yaş grubundaki bireylerin yaş ortalaması 9,1 olarak bulunmuştur. Bu yaş grubu ayrıca üç alt yaş aralığında incelenmiştir. Buna göre; süt dentisyon grubunda ortalama yaş 4,4, karma dentisyon grubunda 8,6 ve daimi dentisyon grubunda 12,5 olarak belirlenmiştir. 0–14 yaş grubu dışındaki hastaların yaş ortalaması ise 30,2’dir. En genç katılımcı 2, en yaşlı katılımcı ise 72 yaşındadır. MTA kullanım oranlarına yaş grupları açısından bakıldığında, en yüksek kullanımın 0-14 yaş grubunda olduğu görülmektedir (%87,7). En az uygulama 61 yaş ve üzeri grubunda gözlenmiştir. (Tablo 4.5).

Tablo 4.5: MTA kullanımının yaş gruplarına göre dağılımı (N: sayı, %: yüzde)

	N	%
Yaş Grubu	0-14	2111
	15-30	167
	31-45	85
	46-60	36
	61 Ve Üzeri	7

4.4. MTA Kullanımının Diş Gruplarına Göre Dağılımı

MTA uygulamaları daimi dişlerde en fazla alt molarlarda, en az ise alt anterior dişlerde görülmüştür. Süt dişlerinde ise MTA en sık alt süt molarlarda, en az ise üst anterior ve alt anterior dişlerde uygulanmıştır. Diğer diş gruplarındaki MTA kullanımı tablo üzerinde gösterilmiştir. (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. : MTA kullanımının diş gruplarına göre dağılımı (N: sayı, %: yüzde)

	n	%
Diş Grubu	Alt Daimi Anterior	26
	Alt Daimi Premolar	34
	Alt Daimi Molar	870
	Üst Daimi Anterior	337
	Üst Daimi Premolar	101
	Üst Daimi Molar	507
	Alt Süt Anterior	29
	Alt Süt Molar	318
	Üst Süt Anterior	29
	Üst Süt Molar	155

4.5. MTA'nın Kullanım Alanlarına Göre Dağılımı

Aşağıdaki veriler, MTA'nın kullanım alanlarının oranlarını göstermektedir. VPT (%85,8) en yüksek, dental anomali en az orana sahiptir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. : MTA'nın kullanım alanlarına göre dağılımı (N: sayı, %: yüzde)

	n	%
Kök kanal dolgusu	112	4,7
Dental anomali	1	0
Horizontal kök kırığı	5	0,2
Perforasyon	30	1,2
RET	67	2,8
Retrograd Dolgu	30	1,2
Rezorpsiyon	96	4
VPT	2065	85,8

4.5.1. VPT Uygulanan Hastalarda Yaş Grubu ve Diş Grubu Dağılımı

Çalışmamızda MTA'nın en yaygın kullanım alanı VPT'dir (%85.8). VPT tedavilerinin diş gruplarına göre dağılımında 0-14, 15-30, 31-45 yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p < 0.05$). 46-60, 61 ve üzeri yaş gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0,05$). Her yaş grubunda en fazla alt daimi molar diş tedavi uygulanmıştır (Tablo 4.8)

Tablo 4.8. : VPT uygulanan hastalarda yaş grubu ve diş grubu dağılımı (N: sayı, %: yüzde)

		Diş Grupları											Total	p
		Alt Daimi Anterior	Alt Daimi Premolar	Alt Daimi Molar	Üst Daimi Anterior	Üst Daimi Premolar	Üst Daimi Molar	Alt Süt Anterior	Alt Süt Molar	Üst Süt Anterior	Üst Süt Molar			
Yaş Grubu	0-14 yaş	n	8	16	754	173	68	444	28	298	26	153	1968	<0,05
		%	0,4	0,8	38,3	8,8	3,5	22,6	1,4	15,1	1,3	7,8	100	
	15-30 yaş	n	0	2	26	2	3	16	0	3	1	1	54	
		%	0	3,7	48,1	3,7	5,6	29,6	0	5,6	1,9	1,9	100	
	31-45 yaş	n	0	1	16	0	2	11	0	0	0	0	30	
		%	0	3,3	53,3	0	6,7	36,7	0	0	0	0	100	
	46-60 yaş	n	0	0	4	0	3	3	0	0	0	0	10	>0,05
		%	0	0	40	0	30	30	0	0	0	0	100	
	61 yaş ve üzeri	n	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3	
		%	0	0	66,7	0	0	33,3	0	0	0	0	100	
	Total	n	8	19	802	175	76	475	28	301	27	154	2065	
		%	0,4	0,9	38,8	8,5	3,7	23	1,4	14,6	1,3	7,5	100	

4.5.1.1. 0-14 Yaş Grubunda VPT Uygulanan Hastalarda Dentisyon Tipine (Süt/Karışık/Daimi) Göre Diş Grubu Dağılımı

Çalışmamızda, MTA uygulanan dişler arasında süt, karışık ve daimi dişlenme dönemlerine göre yapılan VPT tedavilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$). MTA uygulamaları süt dişlenme döneminde en fazla alt süt molar dişlere yapılmıştır. Karışık ve daimi dişlenme döneminde MTA en fazla alt daimi molar dişlere uygulanmıştır. Dişlenme dönemleri arasında karşılaştırıldığında, en fazla VPT tedavisinin karışık dişlenme döneminde gerçekleştirildiği görülmüştür ($p<0.05$) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. : 0-14 yaş grubunda VPT uygulanan hastalarda dentisyon tipi ve diş grubu dağılımı (N: sayı, %: yüzde)

		Diş Grupları												p
		Alt Daimi Anterior	Alt Daimi Premolar	Alt Daimi Molar	Üst Daimi Anterior	Üst Daimi Premolar	Üst Daimi Molar	Alt Süt Anterior	Alt Süt Molar	Üst Süt Anterior	Üst Süt Molar	Total		
Yaş Grubu	0-5 yaş (Süt Dişlenme)	n	0	0	2	0	0	0	21	142	15	72	252	<0,05
		%	0	0	0,8	0	0	0	8,3	56,3	6	28,6	100	
	6-12 Yaş (Mix Dişlenme)	n	7	8	665	142	51	378	7	153	11	80	1502	
		%	0,5	0,5	44,3	9,5	3,4	25,2	0,5	10,2	0,7	5,3	100	
	13-14 Yaş (Daimi Dişlenme)	n	1	8	87	31	17	66	0	3	0	1	214	
		%	0,5	3,7	40,7	14,5	7,9	30,8	0	1,4	0	0,5	100	
Total	n	8	16	754	173	68	444	28	298	26	153	1968		
	%	0,4	0,8	38,3	8,8	3,5	22,6	1,4	15,1	1,3	7,8	100		

4.5.2. VPT Uygulaması Dışında MTA Kullanılan Tedavi Türlerinin Diş Tipine Göre Dağılımı

Tabloya göre, VPT uygulaması dışında MTA kullanılan tedavi türlerinin diş gruplarına göre dağılımı incelendiğinde, diş grupları arasında anlamlı fark vardır ($p<0.05$). VPT dışındaki diğer tedavi türleri arasında istatistiksel olarak en sık uygulanan tedavi kök kanal dolgusu olmuştur ($p<0.05$). Bu tedavi en fazla anterior dişlere uygulanmıştır. Diğer tedavilerin dağılımı tabloda gösterilmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. : Kullanım alanı tablosu (N: sayı, %: yüzde)

			Diş Tipi				p
			Anterior	Premolar	Molar	Total	
Kullanım Alanı	Kök Kanal Dolgusu	n	61	14	37	112	<0,05
		%	54,5	12,5	33	100	
	Perforasyon	n	6	6	18	30	
		%	20	20	60	100	
	RET	n	35	9	23	67	
		%	52,2	13,4	34,3	100	
	Retrograd Dolgu	n	25	4	1	30	
		%	83,3	13,3	3,3	100	
	Rezorpsiyon	n	50	7	39	96	
		%	52,1	7,3	40,6	100	
Total		n	177	40	118	335	
		%	52,8	11,9	35,2	100	

4.5.3. 0–14 Yaş Grubu Hariç Tutularak Endodonti Kliniğindeki MTA ile Tedavi

Edilen Hastaların Tedavi Türlerinin Diş Tipi ve Yaş Grubuna Göre Dağılımı

0–14 yaş grubu hariç tutularak endodonti kliniğindeki MTA ile tedavi edilen hastaların tedavi türleri arasında anlamlı fark vardır ve en çok VPT tedavisinin uygulandığı görülmüştür ($p<0.05$). Tedavi türleri değerlendirildiğinde, hem diş grupları ve hem de yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$). Diş tipleri açısından incelendiğinde, perforasyon ve VPT tedavilerinin en çok molar dişlere uygulandığı, diğer tedavi türlerinin ise en sık anterior dişlerde gerçekleştirildiği gözlenmiştir. Yaş grupları açısından değerlendirildiğinde ise, perforasyon dışındaki tüm tedavi türlerinin en sık 15– 30 yaş grubunda uygulandığı görülmüştür (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. : 0–14 Yaş Grubu Hariç Tutularak Endodonti Kliniğindeki MTA ile Tedavi Edilen Hastaların Tedavi Türlerinin Diş Tipi ve Yaş Grubuna Göre Dağılımı (N: sayı, %: yüzde)

		Diş Tipleri					Yaş Grubu							
		%	Anterior		Premolar	Molar	Total	p	15-30	31-45	46-60	61 Ve Üzeri	Total	p
Kullanım Alanı	Kök Kanal Dolgusu	28%	n	42	14	26	82	<0,05	48	20	11	3	82	<0,05
			%	51,2	17,1	31,7	100		58,5	24,4	13,4	3,7	100	
	Horizontal Kök Kırığı	1%	n	3	0	0	3		2	1	0	0	3	
			%	100	0	0	100		66,7	33,3	0	0	100	
	Perforasyon	9%	n	5	6	15	26		6	12	7	1	26	
			%	19,2	23,1	57,7	100		23,1	46,2	26,9	3,8	100	
	RET	3%	n	8	1	1	10		7	2	1	0	10	
			%	80	10	10	100		70	20	10	0	100	
	Retrograd Dolgu	10%	n	24	4	1	29		15	10	4	0	29	
			%	82,8	13,8	3,4	100		51,7	34,5	13,8	0	100	
	Rezorpsiyon	16%	n	30	6	12	48		35	10	3	0	48	
			%	62,5	12,5	25	100		72,9	20,8	6,3	0	100	
VPT	33%	n	3	11	83	97	54	30	10	3	97			
		%	3,1	11,3	85,6	100	55,7	30,9	10,3	3,1	100			
Total		n	115	42	138	295	167	85	36	7	295			
		%	39	14,2	46,8	100	56,6	28,8	12,2	2,4	100			

5. TARTIŞMA

Modern tıbbın ve diş hekimliğinin önemli çalışma alanlarından biri, tedavi süreçlerinde kullanılabilen en uygun materyalleri belirlemek ve bunların güvenli ve etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamaktır. Bu süreçte, materyaller ile organizma arasındaki ilişkinin uyumlu olması büyük önem taşımaktadır (Wataha, 2001).

Geçmişte, doku ile temas ettiğinde inert (tepkimeye girmeyen) olduğu düşünülen materyallerin tercih edildiği bilinmektedir (Cao & Hensch, 1996). Ancak, bu materyallerin zamanla belirli oranlarda çözünerek dokuda hasara yol açabilecek etkiler oluşturabileceği vurgulanmıştır (Löf ve ark., 2008). Günümüzde ise, canlı doku veya doku sıvılarıyla temas ettiklerinde çevreleriyle biyofiziksel ve biyokimyasal etkileşimlere girerek doku iyileşmesini destekleyen ve antimikrobiyal özellikleri bulunan biyomateryallerin kullanımı ön plana çıkmıştır (Zhang ve ark., 2005).

Biyomateryaller; sahip oldukları biyoaktivite, antimikrobiyal etkiler ve doku ile uyumlu etkileşimleri sayesinde tıp ve diş hekimliği gibi çeşitli alanlarda geniş bir uygulama alanı bulmaktadır (Kümbüloğlu & Oral, 2013). Bu gelişmelerin bir sonucu olarak, son yıllarda biyomateryallerin dokularla etkileşimlerini inceleyen araştırmalar artmış ve dokuları yeniden yapılandırmayı hedefleyen biyouyumlu malzemelerin geliştirilmesine odaklanılmıştır (Hürmüzlü & Mollaoğlu, 2023). Bununla birlikte pek çok materyalin mekanik etkileri iyi bilinmesine rağmen, lokal veya sistemik etkileri hakkında bilgi sınırlıdır (Silver ve ark., 1999).

Dental uygulamalarda; VPT, apeksifikasyon, perforasyon onarımları ve kök ucu dolgusu gibi işlemlerde çeşitli biyolojik ve fiziksel özelliklere sahip materyaller kullanılmaktadır (Torabinejad ve ark., 1993; Torabinejad & Chivian, 1999). Ancak mevcut materyallerin bazı biyolojik ve fiziksel yetersizlikleri, daha etkili ve güvenilir

malzemelere olan ihtiyacı sürdürmektedir. Bu doğrultuda; MTA, Biodentin, EndoSequence Kök Tamir Materyali ve TheraCal gibi biyouyumlu malzemeler (Machado ve ark., 2016; Sanz ve ark., 2021) geliştirilmiştir. Bu materyaller arasında, biyouyumluluğu ve geniş kullanım alanları ile en dikkat çeken materyal MTA olmuştur (Kaur ve ark., 2017).

MTA, çevre dokularla uyumlu yapısı sayesinde enflamatuvar tepkileri en aza indirir. Karıştırıldıktan sonra oluşan kalsiyum hidroksit ile dentin ve sert doku oluşumunu destekleyerek rejeneratif tedavilerde başarılı sonuçlar alınmasına katkı sağlar (Camilleri, 2008; Torabinejad & Parirokh, 2010). Yüksek pH seviyesi materyale güçlü bir antibakteriyel etki kazandırır ve enfeksiyon riskini azaltarak kök kanal tedavilerinde uzun vadeli başarıyı destekler (Komabayashi & Spångberg, 2008). VPT'de ve kök kanal dolgularında sağladığı sızdırmazlık, mikroorganizmaların kök kanal sistemine girişini engelleyerek dişin uzun süre korunmasını destekler (Asgary ve ark., 2005). Kan ve doku sıvılarının varlığında bile sertleşebilme özelliği, VPT, apeksifikasyon, perforasyon onarımları ve kök ucu dolgusu gibi endodontik uygulamalarda büyük avantaj sağlar (Shabahang, 2013).

MTA, endodonti ve pedodonti kliniklerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Torabinejad ve ark., 2018). Özellikle çocuk hastalarda diş koruyarak gereksiz ekstraksiyonları önlemesi, MTA'nın pedodontide yaygınlaşmasını sağlamaktadır (Qin & Cai, 2025). Ayrıca, çocuk hastalarda tek seans ve başarılı bir tedavi süreci büyük önem taşır (Mehdipour ve ark., 2025). Bunun yanı sıra, pedodonti hastalarında postoperatif komplikasyon riskini azaltması MTA'yı geleneksel materyallerden daha avantajlı hale getirmektedir (Kahler & Swain, 2025). Sonuç olarak, çocuk hastalarda minimal invaziv yaklaşımlara uygunluğu, uzun vadeli başarı oranlarının yüksek olması, pedodonti

alanında MTA'nın yaygın olarak tercih edilmesinin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır (Srinivasan ve ark., 2009; Karayılmaz & Kırzioğlu, 2011; Mohamed ve ark., 2025). MTA, klinik başarı oranlarının yüksek olması ve çeşitli endodontik prosedürlerde güvenilir sonuçlar vermesi nedeniyle endodontistler tarafından da sıklıkla tercih edilmektedir (Torabinejad & Parirokh, 2010). Özellikle perforasyon tamiri, apikal tıkaç, VPT ve kök kanal dolgularında kullanımının yaygın olduğu belirtilmiştir (Saghiri ve ark., 2021).

Bu çalışmada, MTA'nın Endodonti ve Pedodonti kliniklerindeki kullanımı retrospektif olarak değerlendirilmiş ve materyalin klinik uygulama alanlarına ilişkin kapsamlı veriler sunulmuştur. 2014–2024 yılları arasındaki geniş zaman dilimini kapsayan bu analiz, MTA kullanımındaki zamansal eğilimleri ortaya koymakta ve materyalin klinik tercihlerdeki yerini değerlendirmeye olanak tanımaktadır. MTA'nın VPT ve kök kanal dolgu uygulamalarındaki yıllara göre tercih edilme oranları incelenmiş; literatürde bilgilerimiz dahilinde böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır. Literatür taraması sonucu, MTA uygulanmış dişler üzerinde yapılan çalışmaların çoğunluğunun vaka serileri şeklinde olduğu, retrospektif çalışmaların ise genellikle belirli alt klinik uygulamalara odaklandığı belirlenmiştir. Bu bağlamda, çalışmamızda MTA'nın 8 farklı klinik uygulamada (VPT, kök kanal dolgusu, retrograd dolgu, perforasyon onarımı, RET, rezorpsiyon onarımı, horizontal kök kırığı ve dental anomali) kullanımının birlikte ele alınması, literatüre MTA'nın geniş kullanımı hakkında bilgi vermesi açısından yararlı olacaktır. Mevcut çalışmamızda yer alan uygulama çeşitliliğine kapsamlı biçimde değinen bir çalışmaya literatürde rastlanmamakta olup, bu yönüyle çalışmamız, MTA'nın klinik uygulamalarını ortaya koyan özgün bir katkı sunmaktadır. Ayrıca çalışmamızda yaş grubu, diş grubu ve dişlenme dönemi gibi parametreler doğrultusunda ayrıntılı

analizler yapılmıştır. 0–14 yaş grubunda dişlenme dönemlerinin ayrı ayrı analiz edildiği bir yaklaşıma, yaptığımız literatür taramasında rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ve Pedodonti kliniklerinde MTA kullanımının; yıllara, cinsiyete, yaş gruplarına, diş gruplarına ve uygulama alanlarına göre dağılımını ve bunlar arasındaki ilişkiyi retrospektif olarak incelemektir. Bu araştırmada; MTA kullanımının cinsiyete göre değişmediği, ancak yıla, yaşa, diş grubuna, klinik uygulama yaklaşımına ve klinik seçimine (Endodonti/Pedodonti) göre değiştiği yönündeki hipotezimiz kabul edilmiştir.

Çalışmamızda MTA'nın pedodonti kliniğinde, endodonti kliniğine kıyasla daha sık kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu durumun, çocuk hastalarda minimal invaziv tedavi yaklaşımlarına duyulan ihtiyaç ve dişin doğal yapısının korunmasına verilen önemin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Ünlü ve ark., 2023). Pedodonti alanında yaygın şekilde kullanılan MTA ile dişin doğal gelişimi desteklenmekte, ağızda kalma süresi uzatılmakta ve böylece estetik ile fonksiyon korunarak çocukların yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmektedir (Santos & Góes, 2023; Ramírez ve ark., 2024).

Son yıllarda MTA kullanımı, diş hekimliği alanında önemli bir artış göstermiştir. (Pushpalatha ve ark., 2022). Bu artış; materyalin biyouyumluluğu, başarı oranı ve gelişen formülasyonları sayesinde klinik etkinliğinin artmasıyla ilişkilendirilmektedir (Kadali ve ark., 2020). Ayrıca, 2020 sonrasında MTA ile ilgili akademik yayın sayısında da artış olduğu bildirilmiş; bu durum materyalin sadece klinik alanda değil, araştırma ortamlarında da daha fazla ilgi gördüğünü ortaya koymuştur (Saghiri ve ark., 2021; Bichile ve ark., 2022; Cilmiaty & Ilyas, 2024). Çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak, MTA kullanımının yıllar içinde artış gösterdiği gözlenmiştir. Ancak 2020 yılı dikkat çekici bir şekilde bu trendin dışına çıkarak düşüş yaşanan tek yıl olmuştur. Bu

düşüşün en büyük nedeninin, küresel çapta etkisini gösteren COVID-19 pandemisi olduğunu düşünmekteyiz. Pandemi sürecinde sağlık hizmetlerinde aksaklıklar yaşanmış, elektif (acil olmayan) diş tedavileri ertelenmiş ve klinik araştırmaların bir kısmı yavaşlamıştır (Soysal ve ark., 2020). Bu dönemde, zorlu ve komplike tedavilerin yapılamamış olmasına bağlı olarak bir gerileme yaşanmıştır. MTA kullanımına ilişkin sayısal verideki artışın, klinikte görev yapan hekimlerin kalitatif ve kantitatif artışıyla da ilişkili olabilir.

Literatürde, VPT ve kök kanal dolgu uygulamalarında MTA'nın yıllara göre tercih edilme oranlarını ele alan kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bulgularımıza göre, her iki tedavi türünde de MTA'nın tercih edilme oranlarında yıllar içerisinde genel bir artış eğilimi gözlemlenmiştir. MTA'nın özellikle son yıllarda artan oranda tercih edilmesi, biyouyumluluğu, yüksek başarı oranı ve klinik etkinliğine dair giderek güçlenen bilimsel kanıtlarla ilişkilendirilebilir (Torabinejad ve ark., 2018). Öte yandan, bazı yıllarda gözlenen dalgalanmanın; materyalin temininde yaşanan sıkıntılar, maliyet, kullanıcı deneyimi veya alternatif materyallere yönelim gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Ha ve ark., 2017; Sanz ve ark., 2021).

Literatürdeki pek çok çalışmada MTA uygulamalarında cinsiyetin belirleyici bir faktör olmadığı, uygulama oranlarının kadın ve erkek hastalar arasında benzerlik gösterdiği bildirilmektedir (Alobaid ve ark., 2014; Bücher ve ark., 2016; Chen & Chen, 2016). Araştırmamızda da MTA uygulanan hastaların cinsiyetleri incelendiğinde, kadın ve erkek hastalar arasında dengeli bir dağılım olduğu görülmüştür.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında klinik uygulama yaklaşımlarını karşılaştıran bir çalışma bildirilmemiştir. Çalışmamızda, MTA'nın VPT'de %85,8 oranında kullanıldığı tespit edilmiştir. MTA'daki son gelişmeler ve biyolojik olarak pulpa

onarım tepkilerinin daha iyi anlaşılması, VPT’de daha fazla tercih edilmesine ve bu tedaviye olan ilginin artmasına neden olmuştur (Zenaldeem ve ark., 2023). Bu yüksek oranın, özellikle genç hastalarda fonksiyon, fonasyon ve estetik gibi unsurların daha ön planda olmasının yanı sıra (Igna, 2021), dışın ağızda kalma süresinin uzatılmasına verilen önemin artmasıyla ilişkili olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca VPT, hem teknik olarak daha karmaşık ve invaziv müdahaleleri önlemek için önemli bir alternatif oluşturmaktadır (Duncan, 2022). Buna karşın, perforasyon onarımı, retrograd dolgu ve rezorpsiyon gibi daha az sıklıkta uygulanan tedavi türlerinde MTA kullanım oranı düşük bulunmuştur. Bu durumun, söz konusu işlemlerin nadir görülmesinden kaynaklanıyor olabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde MTA uygulanan VPT işlemlerine baktığımızda tüm dişlenme dönemlerini ve diş gruplarını birlikte değerlendiren kapsamlı bir çalışmaya literatürde rastlanmamaktadır. Literatürde, MTA kullanılan VPT uygulamalarına yönelik çalışmaların büyük çoğunluğunun pre-adölesan dönemde olduğu ve çoğunun iyileşme üzerine olduğu görülmektedir (Farsi ve ark., 2005; Akçay ve ark., 2014; Çelik ve ark., 2016). Çelik ve ark. (2016) ile Akçay ve ark. (2014), başarı değerlendirmesi yaptıkları klinik çalışmalarında sadece 6–10 yaş grubu incelemiş; her iki çalışma da karışık dişlenme dönemine denk gelen bu yaş aralıklarında MTA ile yapılan VPT uygulamalarını ele almıştır. Ancak her iki çalışmada da değerlendirme yalnızca alt süt molarlar ile sınırlı tutulmuştur. Benzer şekilde, Farsi ve ark. (2005) yalnızca 3–8 yaş aralığındaki çocuklarda süt molarlarına uygulanan tedavileri incelemiş, Alqaderi ve ark. (2014) ise 10–15 yaş grubunda yalnızca daimi dişlere uygulanan VPT işlemlerinin başarısını değerlendirmiştir. Yoshpe ve ark. (2023) tarafından yapılan retrospektif bir çalışmada, 6–14 yaş aralığındaki çocuk ve genç bireylerde MTA ile gerçekleştirilen VPT

uygulamalarının en sık alt daimi molar dişlerde yapıldığı bildirilmiştir. Çalışmamızda VPT işlemlerinin en sık karışık dişlenme döneminde uygulandığı gözlenmiştir. Bu durum, daimi birinci molarların da bu dönemde ağıza sürmesiyle ve (Sánchez-Pérez ve ark., 2019) ağızdaki diş sayısının artması (Yuqi ve ark., 2015), okul çağına geçişle beslenme alışkanlıklarının değişmesi ve ağız hijyeninin yetersiz olması gibi faktörlerle açıklanabilir (Abbass ve ark., 2019). Diş grubu açısından değerlendirildiğinde, çalışmamızda MTA kullanılan VPT işlemleri süt dişlenme döneminde en çok alt süt molar dişlerde; karışık dişlenme ve daimi dişlenme döneminin başlangıcını oluşturan 12–14 yaş aralığında ise daha çok alt daimi molar dişlerde gözlenmiştir. Alt molar dişlerin daha erken sürmesi (Wedl ve ark., 2004), çiğneme kuvvetlerine daha fazla maruz kalması ve (Ahovuo-Saloranta ve ark., 2017) ve derin fissürlü yapıları nedeniyle çürüğe yatkın olmaları gibi faktörlerin, bu dişlerin daha fazla tedavi gerektirmesine neden olduğunu düşünmekteyiz. Alt daimi molarların çürüğe yatkın olduğu literatürle de desteklenmektedir. Liu ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada 7–9 yaş arası çocuklarda mandibular birinci daimi molarların çürük prevalansı %45,1 olarak bildirilmiş ve bu oran maksiller molarlara kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0.0001$). Benzer şekilde Öz'ün (2025) çalışmasında, 7–13 yaş arası çocuklarda alt daimi molarların çürük prevalansı %30 olarak bulunmuş ve maksiller molarlara göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0.001$).

Literatürde MTA uygulanan VPT işlemlerine baktığımızda yaş gruplarını ve diş gruplarını birlikte değerlendiren çalışma sınırlıdır. Çalışmamızda yaş gruplarına göre MTA ile VPT uygulanan tedaviler incelendiğinde, 0-14 yaş grubunun tedavi sıklığının en yüksek olduğu grup olduğu görülmüştür. Bu durumun, söz konusu yaş grubunda çürük ve travmaya bağlı pulpa problemlerinin daha yaygın olarak görülmesinden kaynaklandığı

düşünülmektedir (Yu & Abbott, 2016). Ayrıca, bu yaş aralığında devam eden apeksogenezis süreci de göz önüne alındığında, 0-14 yaş grubunda VPT'nin daha çok tercih edildiği dikkat çekmektedir (Farsi ve ark., 2005). Bazı klinik çalışmalarda hastaların yalnızca daimi molar dişlerine MTA ile VPT uygulanmış ve yaş gruplarına göre değerlendirme yapılmıştır ve uygulamanın en sık 15-30 yaş grubunda yapıldığı gözlenmiştir. Ancak sadece molar dişlerin incelenmiş olması, farklı diş gruplarının göz ardı edilmesine neden olarak bulguların kapsamlı yorumlanmasını sınırlamıştır (Taha & Khazali, 2017; Taha ve ark., 2017). Buna karşın Awawdeh ve ark.'ın (2018) farklı diş gruplarını da değerlendirdikleri prospektif klinik çalışmada MTA'nın biodentinle karşılaştırıldığı VPT'de, yaş grupları arasında en fazla uygulamanın 15-30 yaş aralığında yapıldığı, ileri yaş gruplarında ise tedavi sıklığının azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca, alt molar dişlere diğer diş gruplarına kıyasla daha sık tedavi uygulandığı belirtilmiştir. Miles ve ark.'ın (2010) retrospektif analizinde, MTA ile yapılan VPT'nin başarısı değerlendirilmiş; ileri yaş grubundaki bireylerde uygulanan işlemlerde en sık alt molar dişlerin tedavi edildiği bildirilmiştir. Bu bulgularla uyumlu olarak, bizim çalışmamızda da MTA ile VPT uygulamalarının en sık alt daimi molar dişlerde kullanıldığı ve yaş ilerledikçe uygulama oranının azaldığı gözlenmiştir. İleri yaş gruplarında VPT tedavisinin daha az tercih edilmesinin nedenleri arasında, pulpa dokusunun yenilenme kapasitesinin azalması (Burke & Samarawickrama, 1995), bu yaş gruplarına yönelik yeterli sayıda randomize kontrollü çalışmanın bulunmaması ve hekimlerin bu nedenle tedaviye daha temkinli yaklaşması sayılabilir (Murray Thomson, 2014). Biz de elde edilen çalışma bulgularımızın, bu görüşü destekler nitelikte olduğunu düşünmekteyiz.

Literatürde farklı tedavi türlerini diş gruplarına göre değerlendiren çalışmalar mevcuttur. Bukhari ve ark. (2016) MTA uygulanan RET işleminin sonuçlarını araştırdığı

retrospektif vaka serisinde RET en sık anterior dişlere uygulanmıştır. MTA ile yapılan kök kanal dolgusunun klinik başarısını değerlendiren çeşitli çalışmalar (Simon ve ark., 2007; Witherspoon ve ark., 2008; Bücher ve ark., 2016) en sık tedavi edilen diş grubunun anterior dişler olduğunu ortaya koymuştur. Retrograd dolgu materyali olarak MTA'nın kullanıldığı ve tedavi başarısının değerlendirildiği retrospektif kohort çalışmalarında en sık tedavi edilen diş grubunun anterior dişler olduğu bildirilmiştir (Huang ve ark., 2020; Lai ve ark., 2022). Benzer şekilde, retrospektif vaka çalışmalarında da MTA ile yapılan tedavilerin başarısı incelenmiş ve en sık tedavi edilen dişlerin anterior dişler olduğu belirtilmiştir (Wang ve ark., 2014; Pallarés-Serrano ve ark., 2021). Erkal ve ark.'ın (2023) rezorpsiyon tedavisi yapılmış vaka raporu ve vaka serilerini inceledikleri çalışmada vakaların çoğunda anterior dişlere tedavi uygulandığını bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da bu tedavi türlerinin anlamlı olarak anterior dişlerde daha fazla gerçekleştirildiği gözlenmiştir. Buna karşın RET tedavisinin başarısını değerlendiren Chueh ve ark. (2009) ile Jun ve ark. (2021) tarafından yapılan retrospektif çalışmalarda, sırasıyla 23 ile 28 diş sayısı üzerinde gerçekleştirilen işlemlerde tedavinin en sık premolar dişlere uygulandığı bildirmişlerdir. Bu farklılığın, söz konusu çalışmaların örneklem boyutunun bizim çalışmamızdan farklı olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Molar dişlerin karmaşık kanal morfolojisi, çok kök ve kanallara sahip olmaları nedeniyle tedavi sürecini hem teknik açıdan zorlaştırmakta hem de hekimin klinik deneyimine bağlı olarak süreci etkileyebilmektedir (Malagnino ve ark., 1997). Ayrıca, bu bölgelerde apikal daralımın kontrolü ve materyalin ideal konumlandırılması gibi faktörler, anterior bölgeye kıyasla daha fazla klinik zorluk oluşturmaktadır (Pablo ve ark., 2010). Bu da çalışma uzunluğunun doğru bir şekilde belirlenmesini, genellikle daha düz ve daha basit kanallara sahip olan ön dişlere göre daha zor hale getirir (ElAyouti ve ark., 2001).

Molar dişlerde kompleks kanal anatomisi nedeniyle tedavi başarısızlıkları sonrasında cerrahi müdahalelere ihtiyaç duyulabilmektedir. Ancak molar dişlerin sinüs (Ismail ve ark., 2024) ve mandibular kanal gibi anatomik yapılara yakın konumda bulunması cerrahi erişimi zorlaştırmakta (Kovisto ve ark., 2011) ve bu bölgelerde retrograd dolgu uygulamalarını kısıtlamaktadır. Retrograd dolgu uygulamalarında anterior dişlerin cerrahi olarak daha kolay erişilebilir bir konumda bulunması, bu bölgedeki tedavilerin daha sık tercih edilmesine sebep olmaktadır (LaTurno & Zillich, 1985). Anterior dişlerin anatomik yapısının daha basit olması (Nogueira Leal da Silva ve ark., 2016) travmaya daha açık olmaları ve ortograd tedavi yöntemlerinin bu bölgede daha sık kullanılmasıyla ilişkilendirilmektedir (Hecova ve ark., 2010). Ayrıca, estetik bölgede yer almaları nedeniyle bu dişler hem hastalar hem de hekimler tarafından daha yakından takip edilmekte ve bu durum tedavi edilme sıklığını artırmaktadır (Hecova ve ark., 2010). Tüm bu sebeplerden dolayı, söz konusu tedavi türlerinde anterior bölge tercihinin hem anatomik hem de klinik faktörlerle ilişkili olduğu kanaatindeyiz.

MTA kullanılarak yapılan kök perforasyonu onarımlarının tedavi başarısının değerlendirildiği çalışmalarda (Main ve ark., 2004; Krupp ve ark., 2013; Gorni ve ark., 2022), en sık tedavi edilen diş grubunun molar dişler olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da perforasyon onarımlarının anlamlı olarak molar dişlerde daha fazla gerçekleştirildiği görülmüştür. Ancak Melo ve ark.'ın (2019) yaptıkları retrospektif vaka serisi çalışmasında, en sık tedavi edilen diş grubunun anterior dişler olduğu gözlemlenmiştir. Bu farklılığın olası nedenlerinden biri, söz konusu çalışmada tüm işlemlerin tek bir hekim tarafından gerçekleştirilmiş olması olabilir. Oysa bizim çalışmamızda, işlemler birden fazla operatör tarafından gerçekleştirilmiş olup, bu durum diş seçimi ve tedavi yaklaşımlarında çeşitliliğe yol açmış olabilir. Çalışmamızda

perforasyon onarımının molar dişlerde daha sık uygulanmasının çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Molar dişler, sahip oldukları çok kök ve kompleks kanal morfolojisi nedeniyle endodontik tedavi sırasında iyatrojenik komplikasyonlara, özellikle de furkasyon ve lateral kök perforasyonlarına daha yatkındır (Main ve ark., 2004). Ayrıca erişim zorluğu ve kök kanallarının eğimli yapısı, tedavi sırasında perforasyon riskini artırmaktadır (Fuss & Trope, 1996; Clauder & Shin, 2006). Bulgularımız doğrultusunda, MTA ile perforasyon onarımının molar dişlerde daha sık uygulanmasının, hem anatomik karmaşıklık hem de klinik zorluklarla ilişkili olduğunu düşünmekteyiz.

Fakültemizde 0–14 yaş grubu dışındaki, Endodonti kliniğinde MTA uygulanan hastaların yaş dağılımı incelendiğinde; RET, kök kanal dolgusu, rezorpsiyon tamiri, retrograd dolgu, VPT ve horizontal kök kırığı işlemlerinin en sık 15–30 yaş aralığında uygulandığı görülmüştür. Literatürde yaş faktörü genellikle yalnızca demografik veri olarak sunulmakta, yaş grupları arasında doğrudan karşılaştırmalara yeterince yer verilmemektedir. Bu durum, yaşla MTA uygulamaları arasındaki ilişkiye yönelik önemli bir boşluğa işaret etmektedir. Literatürde RET ile ilgili olan çalışmalarda yaş gruplarına ayrı ayrı bakılmamıştır ve mevcut klinik vakaların sistematik derlemelerinde RET uygulamalarının sıklıkla apeksin henüz kapanmadığı dönemde gerçekleştirildiği görülmektedir (Torabinejad ve ark., 2017; Alghamdi & Alsulaimani, 2021). Bu nedenle, mevcut çalışmamız, bilgimiz dâhilinde tüm yaş gruplarında RET uygulamasını değerlendiren tek çalışma olma özelliğini taşımaktadır. MTA ile kök kanal dolgu uygulaması yapılan klinik vakalara ait sistematik derlemelerde, hastalar yaş gruplarına göre incelendiğinde, uygulamanın en sık 10–14 yaş aralığındaki bireylerde, bunu takiben ise 15–30 yaş aralığındaki bireylerde gerçekleştirildiği belirtilmiştir (Simon ve ark., 2007; Torabinejad ve ark., 2017). Horizontal kök kırıklarını inceleyen bir çalışmada, 7–59 yaş

aralığındaki hastaların uzun dönem tedavi sonuçları değerlendirilmiştir. Vakaların çoğunu 18 yaş ve altı bireyler oluşturduğu gözlenmiştir. Ayrıca çalışmada literatürdeki önceki araştırmalar incelenmiş; horizontal kök kırıklarının en sık 7–18 yaş grubunda görüldüğü ve çalışmaların büyük ölçüde bu yaş grubunda yapıldığı belirtilmektedir (Sheikhnezami ve ark., 2024). MTA ile rezorpsiyon tamirine yönelik mevcut çalışmaların çoğu, vaka raporları veya küçük vaka serileri şeklindedir (Asgary & Ehsani, 2012; Yadav ve ark., 2013; Mehra ve ark., 2018). Bu çalışmalarda yaş grupları ayrı ayrı analiz edilmemiştir. Ayrıca tedavi uygulamaları büyük ölçüde 10–30 yaş aralığındaki hastalara yapılmıştır. Yaşın, kök gelişim durumu ve rezorpsiyonun şiddeti ile birlikte ele alınması, daha uygun yaklaşımlar geliştirilmesini sağlayabilir (Li ve ark., 2020). Retrospektif bir çalışmada, MTA ile gerçekleştirilen retrograd dolgu uygulamaları açısından hastalar 45 yaş altı ve 45 yaş üstü olmak üzere iki gruba ayrılmış; hastaların büyük çoğunluğunu 45 yaş üstü bireylerin oluşturduğu gözlemlenmiştir (von Arx ve ark., 2019). Gorni ve ark. (2022) tarafından gerçekleştirilen prospektif çalışmada, MTA ile yapılan perforasyon tedavileri açısından hastalar 50 yaş altı ve 50 yaş üstü olmak üzere iki gruba ayrılmış; hastaların büyük çoğunluğunu 50 yaş altı bireylerin oluşturduğu belirlenmiştir. Melo ve ark.'ın (2019) retrospektif çalışmasında ise MTA ile tedavi edilen perforasyonların en çok 30–45 yaş aralığında uygulandığı gözlemlenmiştir. Bizim çalışmamızda ise perforasyon tamirinin en sık 31–45 yaş aralığında uygulandığı tespit edilmiştir. MTA uygulamalarının yaş gruplarına göre dağılımında gözlemlenen farklılıklar; biyolojik, sosyokültürel ve klinik etkenle ilişkilendirilebilir (Vehkalahti ve ark., 2021). Özellikle 15–30 yaş grubunda RET, kök kanal dolgu, rezorpsiyon tamiri, retrograd dolgu, VPT ve horizontal kök kırığı gibi işlemlerin sık uygulanması; bu dönemde dental travmaların, ortodontik tedavi ihtiyaçlarının (Duarte ve ark., 2023) ve endodontik müdahale gerektiren durumların daha

yaygın görülmesiyle açıklanabilir (Murray, 2014). Bu yaş grubundaki bireylerin sağlık bilinci daha yüksek olabilir ve düzenli diş hekimi kontrollerine daha sık gitmeleri, tanı ve tedavi oranlarını artırabilir (Thomson ve ark., 2010). Buna karşılık, perforasyon tamiri gibi işlemlerin daha çok 30 yaş ve üzerindeki bireylerde görülmesi, tedavi sonrası oluşan komplikasyonlar ve ileri yaşlardaki diş yapısındaki zayıflıkların artması ile ilişkili olabilir (Regan ve ark., 2005). Ancak eldeki veriler, yaşın yalnızca biyolojik değil; aynı zamanda tedavi ihtiyacını, başvuru nedenlerini ve klinik yaklaşım tarzlarını etkileyen çok yönlü bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Genç yaşlarda koruyucu ve rejeneratif uygulamalar daha fazla ön plandayken (Palotie ve ark., 2023), ileri yaşlarda komplikasyon yönetimi öne çıkmaktadır (Krupp ve ark., 2013). Bu durum, yaş faktörünün MTA uygulamaları bağlamında daha bütüncül ve bireyselleştirilmiş yaklaşımlarla ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Mevcut çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunduğu göz önünde bulundurulmalıdır. En temel kısıt, araştırmanın retrospektif tasarımından kaynaklanmaktadır. Retrospektif çalışmalar; eksik kayıtlar, kontrol edilemeyen değişkenler nedeniyle belirli bir yanlılık riski taşımakta, bu da vaka seçimi ve veri güvenilirliği açısından sınırlamalar yaratmaktadır.

Çalışmamız yalnızca Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ve Pedodonti kliniklerinden elde edilen vakalarla sınırlıdır. Bu nedenle, farklı coğrafi bölgelerden ve hasta gruplarından elde edilecek verilerle karşılaştırıldığında genellenebilirliği sınırlı olabilir. Ayrıca çalışma döneminde klinikte uygulanan protokollerin ve klinisyen tercihleri doğrultusunda yapılan farklı uygulamaların da sonuçlara etkisi söz konusu olabilir.

Çalışmada tedaviler farklı klinisyenler tarafından uygulanmış olup, operatör

deneyimi, bilgi birikimi ve uygulama tekniklerindeki farklılıklar, tedavi sonuçlarında değişkenliğe neden olabilir. Operatör bağımlı bu değişkenler standardizasyonu güçleştirmiştir.

Verilerin büyük çoğunluğu radyografik kayıtlar üzerinden değerlendirilmiştir. Klinik muayene bulgularının ve uzun dönem takip sonuçlarının analiz edilememiş olması da çalışmanın önemli bir sınırlamasıdır. Bu nedenle tedavi başarısının uzun vadeli değerlendirilmesi mümkün olmamıştır.

Son olarak, çalışmamızda sadece MTA uygulamalarının dağılımı ve ilişkileri incelenmiş; MTA'nın diğer tedavi materyalleri ile karşılaştırmalı etkinlik değerlendirmesi yapılmamıştır.

6. SONUÇ ve ÖNERİ

MTA'nın klinik kullanımı yıllar içinde artış göstermekte olup en fazla 0–14 yaş grubunda, alt molar dişlerde ve VPT'de uygulanmaktadır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre endodontik tedavi ağırlıklı olarak 15-30 yaş grubunda ve anterior dişlerde uygulanmaktadır.

Materyalin yüksek maliyeti, uygulama zorluğu ve estetik sınırlamaları gibi faktörlerin iyileştirilmesi ve diş hekimliği eğitim müfredatlarında MTA'ya yönelik teorik ve pratik içeriklerin artırılması özellikle pedodonti ve endodonti alanlarında yapılan tedavilerdeki kullanım oranının artmasına olanak sağlayacaktır. Materyalin yaş gruplarına, diş gruplarına ve tedavi türüne göre kullanımını detaylı biçimde analiz eden daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca daha sonra yapılacak çalışmalarda MTA kullanımının başarı ve iyileşme üzerine etkilerinin diğer biyouyumlu materyallerle karşılaştırılmasının ayrı değişkenler üzerinde yapılması literatüre değerli katkılar sunacaktır.

KAYNAKÇA

- Abbass, M. M., Mahmoud, S. A., El Moshy, S., Rady, D., AbuBakr, N., Radwan, I. A., Ahmed, A., Abdou, A., & Al Jawaldeh, A. (2019). The prevalence of dental caries among Egyptian children and adolescences and its association with age, socioeconomic status, dietary habits and other risk factors. A cross-sectional study. *F1000Research*, 8, 8.
- Abdullah, D., Ford, T. P., Papaioannou, S., Nicholson, J., & McDonald, F. (2002). An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. *Biomaterials*, 23(19), 4001-4010.
- Abu-Nawareg, M., & Zidan, A. (2020). Modification of Portland cement properties using glycerin. *Int J Health Sci Res*, 10, 168-178.
- Affairs, A. C. O. S. (2003). Direct and indirect restorative materials. *The Journal of the American Dental Association*, 134(4), 463-472.
- 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.
- Aguirre, R., Eldeeb, M. E., & ElDeeb, M. E. (1986). Evaluation of the repair of mechanical furcation perforations using amalgam, gutta-percha, or indium foil. *Journal of Endodontics*, 12(6), 249-256.
- Ahovuo-Saloranta, A., Forss, H., Walsh, T., Nordblad, A., Mäkelä, M., & Worthington, H. V. (2017). Pit and fissure sealants for preventing dental decay in permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7.
- Akcay, H., Arslan, H., Akcay, M., Mese, M., & Sahin, N. N. (2016). Evaluation of the bond strength of root-end placed mineral trioxide aggregate and Biodentine in the absence/presence of blood contamination. *European Journal of Dentistry*, 10(03), 370-375.
- Akçay, M. (2014). Süt dişi vital pulpa amputasyonlarında MTA ve Ca (OH) 2'nin etkinliğinin klinik ve radyolojik olarak değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri Journal Dental Sciences Special Topics*, 3(1), 50-6.
- Akyüz, S., Kaya, D. M. S., & Demirel, D. S. (2012). Çocuk Diş Hekimliğinde MTA: Bir Literatür Güncellemesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Special Topics*, 3(1), 6-12.
- Alani, A., & Bishop, K. (2009). The use of MTA in the modern management of teeth affected by dens invaginatus. *International Dental Journal*, 59(6), 343-348.
- Alghamdi, F., & Alsulaimani, M. (2021). Regenerative endodontic treatment: A systematic review of successful clinical cases. *Dental and Medical Problems*, 58(4), 555-567.
- Alobaid, A. S., Cortes, L. M., Lo, J., Nguyen, T. T., Albert, J., Abu-Melha, A. S., Lin, L. M., & Gibbs, J. L. (2014). Radiographic and clinical outcomes of the treatment of immature permanent teeth by revascularization or apexification: A pilot retrospective cohort study. *Journal of Endodontics*, 40(8), 1063-1070.
- Alqaderi, H. E., Al-Mutawa, S. A., & Qudeimat, M. A. (2014). MTA pulpotomy as an alternative to root canal treatment in children's permanent teeth in a dental public health setting. *Journal of Dentistry*, 42(11), 1390-1395.
- Altan, H., Tosun, G., & Kus, M. (2016). Effects of different accelerators on the setting time and physico-chemical properties of mineral trioxide aggregate. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 6(3).
- Aminoshariae, A., Hartwell, G. R., & Moon, P. C. (2003). Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques. *Journal of Endodontics*, 29(10), 679-682.
- Andreasen, J. O., Farik, B., & Munksgaard, E. C. (2002). Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dental Traumatology*, 18(3), 134-137.
- Anthonappa, R., King, N., & Martens, L. (2013). Is there sufficient evidence to support the long-

- term efficacy of mineral trioxide aggregate (MTA) for endodontic therapy in primary teeth? *International Endodontic Journal*, 46(3), 198-204.
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2012). *Phillips' science of dental materials*. Elsevier Health Sciences. Chapter 1.
- Aponte, A. J., Hartsook, J., & Crowley, M. C. (1966). Indirect pulp capping success verified. *Journal of Dentistry for Children*, 33(3), 164-166.
- Asgary, S., & Ehsani, S. (2012). MTA resorption and periradicular healing in an open-apex incisor: A case report. *The Saudi Dental Journal*, 24(1), 55-59.
- Asgary, S., Parirokh, M., Eghbal, M. J., & Brink, F. (2005). Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 31(2), 101-103.
- Awawdeh, L., Al-Qudah, A., Hamouri, H., & Chakra, R. J. (2018). Outcomes of vital pulp therapy using mineral trioxide aggregate or biodentine: A prospective randomized clinical trial. *Journal of Endodontics*, 44(11), 1603-1609.
- Azim, A. A., Lloyd, A., & Huang, G. T.-J. (2014). Management of longstanding furcation perforation using a novel approach. *Journal of Endodontics*, 40(8), 1255-1259.
- Balla, R., LoMonaco, C. J., Skribner, J., & Lin, L. M. (1991). Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam, and life. *Journal of Endodontics*, 17(5), 234-238.
- Ballal, S., Venkateshbabu, N., Nandini, S., & Kandaswamy, D. (2008). An in vitro study to assess the setting and surface crazing of conventional glass ionomer cement when layered over partially set mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 34(4), 478-480.
- Basturk, F. B., Nekoofar, M. H., Gunday, M., & Dummer, P. M. (2014). Effect of various mixing and placement techniques on the flexural strength and porosity of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 40(3), 441-445.
- Basturk, F. B., Nekoofar, M. H., Gunday, M., & Dummer, P. M. (2013). The effect of various mixing and placement techniques on the compressive strength of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 39(1), 111-114.
- Bates, C. F., Carnes, D. L., & del Rio, C. E. (1996). Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *Journal of Endodontics*, 22(11), 575-578.
- Bayrak, Ş., Tunç, E. Ş., & Çetiner, S. (2005). Mineral trioxide aggregate'in intrakoronar ağartma uygulamalarında bariyer materyali olarak kullanımının karşılaştırılmalı değerlendirilmesi. *European Annals of Dental Sciences*, 32(2), 107-114.
- Belio-Reyes, I. A., Bucio, L., & Cruz-Chavez, E. (2009). Phase composition of ProRoot mineral trioxide aggregate by X-ray powder diffraction. *Journal of Endodontics*, 35(6), 875-878.
- Bichile, M. L., Mahaparale, R., Mattigatti, S., Wahane, K. D., & Raut, S. V. (2022). Push-out bond strength of mineral trioxide aggregate with addition of titanium dioxide, silver, and silicon dioxide nanoparticles: An: In vitro: Comparative study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 25(5), 541-546.
- Bodrumlu, E. (2008). Biocompatibility of retrograde root filling materials: A review. *Australian Endodontic Journal*, 34(1), 30-35.
- Bogen, G., & Kuttler, S. (2009). Mineral trioxide aggregate obturation: A review and case series. *Journal of Endodontics*, 35(6), 777-790.
- Bonson, S., Jeansonne, B., & Lallier, T. (2004). Root-end filling materials alter fibroblast differentiation. *Journal of Dental Research*, 83(5), 408-413.
- Bortoluzzi, E. A., De Araújo, T. C., Neis, A. C. C., Dos Santos, M. C., Garcia, L. d. F. R., Souza, B. D. M., & Teixeira, C. D. S. (2019). Effect of different water-to-powder ratios on the dimensional stability and compressive strength of mineral aggregate-based cements. *European Oral Research*, 53(2), 94-98.

- Boutsoukakis, C., Noula, G., & Lambrianidis, T. (2008). Ex vivo study of the efficiency of two techniques for the removal of mineral trioxide aggregate used as a root canal filling material. *Journal of Endodontics*, 34(10), 1239-1242.
- Bukhari, S., Kohli, M. R., Setzer, F., & Karabucak, B. (2016). Outcome of revascularization procedure: A retrospective case series. *Journal of Endodontics*, 42(12), 1752-1759.
- Burke, F., & Samarawickrama, D. (1995). Progressive changes in the pulpo-dentinal complex and their clinical consequences. *Gerodontology*, 12(2), 57-66.
- Bücher, K., Meier, F., Diegritz, C., Kaaden, C., Hickel, R., & Kühnisch, J. (2016). Long-term outcome of MTA apexification in teeth with open apices. *Quintessence International*, 47(6).
- Camilleri. (2008). Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 41(5), 408-417.
- Camilleri, Montesin, F., Di Silvio, L., & Pitt Ford, T. (2005). The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. *International Endodontic Journal*, 38(11), 834-842.
- Camilleri, J. (2007). Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 40(6), 462-470.
- Camilleri, J. (2011). Scanning electron microscopic evaluation of the material interface of adjacent layers of dental materials. *Dental Materials*, 27(9), 870-878.
- Camilleri, J. (2013). Investigation of Biodentine as dentine replacement material. *Journal of Dentistry*, 41(7), 600-610.
- Camilleri, J., Montesin, F. E., Brady, K., Sweeney, R., Curtis, R. V., & Ford, T. R. P. (2005). The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dental Materials*, 21(4), 297-303.
- Camilleri, J., Montesin, F. E., Papaioannou, S., McDonald, F., & Pitt Ford, T. R. (2004). Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 37(10), 699-704.
- Cao, W., & Hench, L. L. (1996). Bioactive materials. *Ceramics International*, 22(6), 493-507.
- Chen, S.-J., & Chen, L.-P. (2016). Radiographic outcome of necrotic immature teeth treated with two endodontic techniques: A retrospective analysis. *Biomedical Journal*, 39(5), 366-371.
- Chueh, L.-H., Ho, Y.-C., Kuo, T.-C., Lai, W.-H., Chen, Y.-H. M., & Chiang, C.-P. (2009). Regenerative endodontic treatment for necrotic immature permanent teeth. *Journal of Endodontics*, 35(2), 160-164.
- Cilmiaty, R., & Ilyas, M. F. (2024). A bibliometrics and scientometrics study of mineral trioxide aggregate material for irreversible pulpitis. *Journal of Medicinal and Chemical Sciences*, 7(5), 729-743.
- Clauder, T. (2022). Present status and future directions—Managing perforations. *International Endodontic Journal*, 55, 872-891.
- Clauder, T., & Shin, S. J. (2006). Repair of perforations with MTA: Clinical applications and mechanisms of action. *Endodontic Topics*, 15(1), 32-55.
- Cohenca, N., Paranjpe, A., & Berg, J. (2013). Vital pulp therapy. *Dental Clinics*, 57(1), 59-73.
- Cushley, S., Duncan, H. F., Lappin, M. J., Tomson, P. L., Lundy, F. T., Cooper, P., Clarke, M., & El Karim, I. A. (2019). Pulpotomy for mature carious teeth with symptoms of irreversible pulpitis: A systematic review. *Journal of Dentistry*, 88, 103158.
- Cvek, M. (1978). A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. *Journal of Endodontics*, 4(8), 232-237.
- Çelik, B. N., & Sarı, Ş. (2016). Carious exposure versus mechanical exposure for MTA

- pulpotomy in primary teeth. *BioMed Research International*, 2016(1), 2753429.
- Dammaschke, T., Gerth, H. U., Züchner, H., & Schäfer, E. (2005). Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dental Materials*, 21(8), 731-738.
- Danesh, G., Dammaschke, T., Gerth, H., Zandbiglari, T., & Schäfer, E. (2006). A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements. *International Endodontic Journal*, 39(3), 213-219.
- de Melo, P. H. A., Machado, A. G., Machado, A. L. B., Carvalho, F. N., de Melo, J. B., & Schneider, L. F. J. (2019). Evaluation of root perforation treatments with mineral trioxide aggregate: A retrospective case series study. *Iranian Endodontic Journal*, 14(2), 144.
- de Pablo, Ó. V., Estevez, R., Sánchez, M. P., Heilborn, C., & Cohenca, N. (2010). Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: A systematic review. *Journal of Endodontics*, 36(12), 1919-1931.
- Debelian, G., & Trope, M. (2016). The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *Giornale Italiano di Endodonzia*, 30(2), 70-80.
- Denry, I. L. (1996). Recent advances in ceramics for dentistry. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 7(2), 134-143.
- Diogenes, A., Henry, M. A., Teixeira, F. B., & Hargreaves, K. M. (2013). An update on clinical regenerative endodontics. *Endodontic Topics*, 28(1), 2-23.
- Duarte, P. H. M., Weissheimer, T., Michel, C. H. T., Só, G. B., da Rosa, R. A., & Só, M. V. R. (2023). Do orthodontic movements of traumatized teeth induce dental pulp necrosis? A systematic review. *Clinical Oral Investigations*, 27(8), 4117-4129.
- Duncan, H., Galler, K., Tomson, P., Simon, S., El-Karim, I., Kundzina, R., Krastl, G., Dammaschke, T., & Fransson, H. (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. (2022). Present status and future directions—Vital pulp treatment and pulp preservation strategies. *International Endodontic Journal*, 55, 497-511.
- Economides, N., Pantelidou, O., Kokkas, A., & Tziafas, D. (2003). Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. *International Endodontic Journal*, 36(1), 44-48.
- 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.
- Eidelman, E., Holan, G., & Fuks, A. B. (2001). Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: A preliminary report. *Pediatric Dentistry*, 23(1), 15-18.
- ElAyouti, A., Weiger, R., & Löst, C. (2001). Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. *Journal of Endodontics*, 27(1), 49-52.
- Erkal, D., Basoglu, A., Kirici, D., Kayar, N. A., Koç, S., & Er, K. (2023). Treatment of Teeth with Root Resorptions: A Case Report and Systematic Review. *Galician Medical Journal*, 30(4).
- Faraco, 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.
- Farsi, N., Alamoudi, N., Balto, K., & Mushayt, A. (2005). Success of mineral trioxide aggregate in pulpotomized primary molars. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 29(4), 307-311.
- Ferris, D. M., & Baumgartner, J. C. (2004). Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 30(6), 422-424.
- Formosa, L., Mallia, B., & Camilleri, J. (2013). A quantitative method for determining the

- antiwashout characteristics of cement-based dental materials including mineral trioxide aggregate. *International Endodontic Journal*, 46(2), 179-186.
- Fridland, M., & Rosado, R. (2003). Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *Journal of Endodontics*, 29(12), 814-817.
- Friedman, S. (1997). Internal bleaching: Long-term outcomes and complications. *The Journal of the American Dental Association*, 128, 51S-55S.
- Friend, L. (1967). The treatment of immature teeth with non-vital pulps. *International Endodontic Journal*, 1(2), 28-33.
- Fuss, Z., & Trope, M. (1996). Root perforations: Classification and treatment choices based on prognostic factors. *Dental Traumatology*, 12(6), 255-264.
- Galler, K. M., Buchalla, W., Hiller, K.-A., Federlin, M., Eidt, A., Schiefersteiner, M., & Schmalz, G. (2015). Influence of root canal disinfectants on growth factor release from dentin. *Journal of Endodontics*, 41(3), 363-368.
- Galler, K. M., D'Souza, R. N., Federlin, M., Cavender, A. C., Hartgerink, J. D., Hecker, S., & Schmalz, G. (2011). Dentin conditioning codetermines cell fate in regenerative endodontics. *Journal of Endodontics*, 37(11), 1536-1541.
- Gancedo-Caravia, L., & Garcia-Barbero, E. (2006). Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *Journal of Endodontics*, 32(9), 894-896.
- Ghanbari, H. O., Taheri, M., Abolfazli, S., Asgary, S., & Gharechahi, M. (2014). Efficacy of MTA and CEM cement with collagen membranes for treatment of class II furcation defects. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, 11(3), 343.
- Glickman, G. N., & Koch, K. A. (2000). 21st-century endodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 131, 39-46.
- Gorni, F. G., Ionescu, A. C., Ambrogi, F., Brambilla, E., & Gagliani, M. M. (2022). Prognostic factors and primary healing on root perforation repaired with MTA: A 14-year longitudinal study. *Journal of Endodontics*, 48(9), 1092-1099.
- Gökçek, M., & Bodrumlu, E. H. (2015). Vital Pulpa Tedavilerinde Güncel Yaklaşımlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 26(4).
- Ha, W. N., Kahler, B., & Walsh, L. J. (2017). Dental material choices for pulp therapy in paediatric dentistry. *European Endodontic Journal*, 2, 1-7.
- Hachmeister, D. R., Schindler, W. G., Walker III, W. A., & Thomas, D. D. (2002). The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *Journal of Endodontics*, 28(5), 386-390.
- Ham, K. A., Witherspoon, D. E., Gutmann, J. L., Ravindranath, S., Gait, T. C., & Opperman, L. A. (2005). Preliminary evaluation of BMP-2 expression and histological characteristics during apexification with calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 31(4), 275-279.
- Hauman, C., & Love, R. (2003). Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: A review. Part 1. Intracanal drugs and substances. *International Endodontic Journal*, 36(2), 75-85.
- Hecova, H., Tzigkounakis, V., Merglova, V., & Netolicky, J. (2010). A retrospective study of 889 injured permanent teeth. *Dental Traumatology*, 26(6), 466-475.
- Hegde, N., & Hegde, M. N. (2013). Internal and external root resorption management: A report of two cases. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 6(1), 44.
- Hezaimi, K., Hamdan, K., Naghshbandi, J., Oglesby, S., Simon, J. H., & Rotstein, I. (2005). Effect of white-colored mineral trioxide aggregate in different concentrations on *Candida albicans* in vitro. *Journal of Endodontics*, 31(9), 684-686.

- Hirschberg, C., Galicia, J., & Ruparel, N. (2021). AAE position statement on vital pulp therapy. *J Endod*, 47(9), 1340-1344.
- Hiyasat, A. S., & Alfirjani, S. A. (2019). The effect of obturation techniques on the push-out bond strength of a premixed bioceramic root canal sealer. *Journal of Dentistry*, 89, 103169.
- Holland, R., De Souza, V., Nery, M. J., Otoboni Filho, J. A., Bernabé, P. F., & Dezan Jr, E. (1999). Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 25(3), 161-166.
- Huang, G. J. (2009). Apexification: The beginning of its end. *International Endodontic Journal*, 42(10), 855-866.
- Huang, S., Chen, N.-N., Victoria, S., Lim, H. A., & Lui, J.-N. (2020). Long-term success and survival of endodontic microsurgery. *Journal of Endodontics*, 46(2), 149-157.
- Huang, T. H., Yang, C. C., Ding, S. J., Yan, M., Chou, M. Y., & Kao, C. T. (2005). Biocompatibility of human osteosarcoma cells to root end filling materials. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 72(1), 140-145.
- Hürmüzlü, M. K., & Mollaoğlu, N. (2023). Dental İmplant Çeşitleri ve Biyomateryaller. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 12(1), 142-149.
- İgna, A. (2021). Vital pulp therapy in primary dentition: Pulpotomy—A 100-year challenge. *Children*, 8(10), 841.
- İslam, I., Chng, H. K., & Yap, A. U. J. (2006). Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement. *Journal of Endodontics*, 32(3), 193-197.
- Ismail, M. R. Y., Ab Rahman, W. W., & Anuar, A. (2024). Anatomical Relationship between Root Apices of Maxillary First Molars and Maxillary Sinus Floor Using Computed Tomography. *Malaysian Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 22(1), 1-5.
- Jain, J. K., Ajagannavar, S. L., Jayasheel, A., Bali, P. K., & Jain, C. J. (2017). Management of a fractured nonvital tooth with open apex using mineral trioxide aggregate as an apical plug. *International Journal of Oral Health Sciences*, 7(1), 44-47.
- Jepsen, S., Deschner, J., Braun, A., Schwarz, F., & Eberhard, J. (2011). Calculus removal and the prevention of its formation. *Periodontology 2000*, 55(1) 167-188.
- Jodłowska, A. (2009). Application of the mineral trioxide aggregate (MTA) in apexification—Case reports. *Dental and Medical Problems*, 46(2), 247-251.
- Jun, J.-H., Chun, K.-A., Kum, K.-Y., Lee, W., Shon, W.-J., Yoo, Y.-J., & Baek, S.-H. (2021). Effect of mineral trioxide aggregate plug location on root development in regenerative endodontic procedure. *Odontology*, 109(2), 411-421.
- Kadali, N., Alla, R. K., Guduri, V., AV, R., MC, S. S., & Raju, R. V. (2020). Mineral Trioxide Aggregate: An overview of composition, properties and clinical applications. *International Journal of Dental Materials*, 2(1), 11-18.
- Kahler, B., Chugal, N., & Lin, L. M. (2017). Alkaline materials and regenerative endodontics: A review. *Materials*, 10(12), 1389.
- Kahler, B., & Swain, M. V. (2025). The Calcium Hydroxide Controversy: Does Calcium Hydroxide Weaken Teeth? *Dental Traumatology*, 41(1), 53-63.
- Kang, J.-Y., Lee, B.-N., Son, H.-J., Koh, J.-T., Kang, S.-S., Son, H.-H., Chang, H.-S., Hwang, I.-N., Hwang, Y.-C., & Oh, W.-M. (2013). Biocompatibility of mineral trioxide aggregate mixed with hydration accelerators. *Journal of Endodontics*, 39(4), 497-500.
- Karabucak, B., Li, D., Lim, J., & Iqbal, M. (2005). Vital pulp therapy with mineral trioxide aggregate. *Dental Traumatology*, 21(4), 240-243.

- Karayılmaz, H., & Kirzioğlu, Z. (2009). Vitalite test yöntemi olarak pulse oksimetri ve lazer doppler flowmetri: Derleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 1(2), 25-36.
- Karayılmaz, H., & Kirzioğlu, Z. (2011). Mineral Trioksit Agregat ve Pedodontideki Önemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 3(1) 30-46.
- Kaur, M., Singh, H., Dhillon, J. S., Batra, M., & Saini, M. (2017). MTA versus Biodentine: Review of literature with a comparative analysis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 11(8), 1-5.
- Kettering, J. D., & Torabinejad, M. (1995). Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *Journal of Endodontics*, 21(11), 537-539.
- Khan, J., El-Housseiny, A., & Alamoudi, N. (2016). Mineral trioxide aggregate use in pediatric dentistry: A literature review. *Journal of Oral Hygiene & Health*, 4(5)
- Kim, S., Malek, M., Sigurdsson, A., Lin, L., & Kahler, B. (2018). Regenerative endodontics: a comprehensive review. *International Endodontic Journal*, 51(12), 1367-1388.
- Kim, Y., Lee, C.-Y., Kim, E., & Jung, I.-Y. (2011). Failure of orthograde MTA filling: MTA wash-out? *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry*, 36(6), 510-514.
- Koh, E. T., McDonald, F., Ford, T. R. P., & Torabinejad, M. (1998). Cellular response to mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 24(8), 543-547.
- Komabayashi, T., & Spångberg, L. S. (2008). Comparative analysis of the particle size and shape of commercially available mineral trioxide aggregates and Portland cement: A study with a flow particle image analyzer. *Journal of Endodontics*, 34(1), 94-98.
- Kovisto, T., Ahmad, M., & Bowles, W. R. (2011). Proximity of the mandibular canal to the tooth apex. *Journal of Endodontics*, 37(3), 311-315.
- Krupp, C., Bargholz, C., Brüsehaber, M., & Hülsmann, M. (2013). Treatment outcome after repair of root perforations with mineral trioxide aggregate: A retrospective evaluation of 90 teeth. *Journal of Endodontics*, 39(11), 1364-1368.
- Kusgoz, A., Yildirim, T., Tanriver, M., & Yesilyurt, C. (2009). Treatment of horizontal root fractures using MTA as apical plug: Report of 3 cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(5), 68-72.
- Kümbüloğlu, Ö., & Oral, O. (2013). Biyomateryaller. *EU Dişhek Fak Derg*, 34(1), 27-33.
- Lai, P.-T., Wu, S.-L., Huang, C.-Y., & Yang, S.-F. (2022). A retrospective cohort study on outcome and interactions among prognostic factors of endodontic microsurgery. *Journal of the Formosan Medical Association*, 121(11), 2220-2226.
- LaTurno, S. A., & Zillich, R. M. (1985). Straight-line endodontic access to anterior teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 59(4), 418-419.
- Lawley, G. R., Schindler, W. G., Walker III, W. A., & Kolodrubetz, D. (2004). Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. *Journal of Endodontics*, 30(3), 167-172.
- Lee, D., & Bogen, G. (2001). Multifaceted use of ProRoot™ MTA root canal repair material. *Pediatric Dent*, 23(4), 326-330.
- Lee, E. S. (2000). A new mineral trioxide aggregate root-end filling technique. *Journal of Endodontics*, 26(12), 764-765.
- Lee, S.-J., Monsef, M., & Torabinejad, M. (1993). Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *Journal of Endodontics*, 19(11), 541-544.
- Li, X., Xu, J., Yin, Y., Liu, T., Chang, L., Tang, Z., & Chen, S. (2020). Association between root resorption and tooth development: A quantitative clinical study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 157(5), 602-610.

- Liu, M., Xu, X., Song, Q., Zhang, H., Zhang, F., & Lai, G. (2022). Caries prevalence of the first permanent molar and associated factors among second-grade students in Xiangyun of Yunnan, China: A cross-sectional study. *Frontiers in Pediatrics*, 10, 946176.
- Lööf, J., Svahn, F., Jarmar, T., Engqvist, H., & Pameijer, C. H. (2008). A comparative study of the bioactivity of three materials for dental applications. *Dental Materials*, 24(5), 653-659.
- Machado, J., Johnson, J. D., & Paranjpe, A. (2016). The effects of endosequence root repair material on differentiation of dental pulp cells. *Journal of Endodontics*, 42(1), 101-105.
- Macwan, C., & Deshpande, A. (2014). Mineral trioxide aggregate (MTA) in dentistry: A review of literature. *Journal of Oral Research and Review*, 6(2), 71-74.
- Maeda, H. (2020). Aging and senescence of dental pulp and hard tissues of the tooth. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 8.
- Mahajan, T., Kochhar, R., & Kumari, M. (2020). Apexification using MTA: A challenging approach. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 10(2), 9828.
- Main, C., Mirzayan, N., Shabahang, S., & Torabinejad, M. (2004). Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: A long-term study. *Journal of Endodontics*, 30(2), 80-83.
- Malagnino, V., Gallottini, L., & Passariello, P. (1997). Some unusual clinical cases on root anatomy of permanent maxillary molars. *Journal of Endodontics*, 23(2), 127-128.
- Maroto, M., Barbería, E., Planells, P., & García-Godoy, F. (2005). Dentin bridge formation after mineral trioxide aggregate (MTA) pulpotomies in primary teeth. *American Journal of Dentistry*, 18(3), 151.
- McDonald, R. E., Avery, D. R., & Dean, J. A. (2010). Treatment of deep caries, vital pulp exposure, and pulpless teeth. *McDonald Avery's Dent Child Adolescent*, 9, 343-365.
- Mehdipour, A., Heidari, F., Nattaj, M. H., Torabi, S., Aghaali, M., & Saleh, A. (2025). Comparison of the Sealability of Four Mineral Trioxide Aggregate Materials in Repairing of Furcal Perforation of the Deciduous Teeth: An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 18(1), 1455-1460.
- Mehra, N., Yadav, M., Kaushik, M., & Roshni, R. (2018). Clinical management of root resorption: A report of three cases. *Cureus*, 10(8), 3215.
- Meire, M., & De Moor, R. (2008). Mineral trioxide aggregate repair of a perforating internal resorption in a mandibular molar. *Journal of Endodontics*, 34(2), 220-223.
- Mente, J., Hage, N., Pfefferle, T., Koch, M. J., Geletneky, B., Dreyhaupt, J., Martin, N., & Staehle, H. J. (2010). Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: Repair of root perforations. *Journal of Endodontics*, 36(2), 208-213.
- Miles, J. P., Gluskin, A. H., Chambers, D., & Peters, O. A. (2010). Pulp capping with mineral trioxide aggregate (MTA): A retrospective analysis of carious pulp exposures treated by undergraduate dental students. *Operative Dentistry*, 35(1), 20-28.
- Mohamed, H. M., Elheeny, A. A. H., & Yassa, M. K. (2025). Indirect Pulp Capping versus Pulpotomy with MTA for Treatment of Primary Molars with Deep Caries: An Equivalent Parallel Randomized Controlled Trial. *Egyptian Dental Journal*, 71(1), 99-107.
- Mohammadi, Z. (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: An update review. *International Dental Journal*, 58(6), 329-341.
- Morita, M., Kitagawa, H., Nakayama, K., Kitagawa, R., Yamaguchi, S., & Imazato, S. (2021). Antibacterial activities and mineral induction abilities of proprietary MTA cements. *Dental Materials Journal*, 40(2), 297-303.
- Morse, D. R., O'Larnic, J., & Yesilsoy, C. (1990). Apexification: Review of the literature. *Quintessence International*, 21(7), 589-598.

- Mount, G. (2002). Color atlas of glass ionomer cement. *London: Dunitz*, 10(2).
- Murray, P. (2014). Treatments for Traumatized and Diseased Immature Teeth: Pulpotomy, Cvek Partial Pulpotomy, Apexification, Apexogenesis, and Regenerative Endodontics. In *A Concise Guide to Endodontic Procedures* (73-97).
- Murray Thomson, W. (2014). Epidemiology of oral health conditions in older people. *Gerodontology*, 31(1), 9-16.
- Naik, S., & Hegde, A. (2005). Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: An: In vivo: Study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 23(1), 13-16.
- Nakashima, M., & Akamine, A. (2005). The application of tissue engineering to regeneration of pulp and dentin in endodontics. *Journal of Endodontics*, 31(10), 711-718.
- 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.
- Nawareg, M., & Zidan, A. (2020). Modification of Portland cement properties using glycerin. *International Journal of Health Sciences and Research*, 10(7), 168-178.
- Nazhan, S., & Judai, A. (2003). Evaluation of antifungal activity of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 29(12), 826-827.
- Nilsson, E., Bonte, E., Bayet, F., & Lasfargues, J.-J. (2013). Management of internal root resorption on permanent teeth. *International Journal of Dentistry*, 2013(1), 929486.
- Nogueira Leal da Silva, E. J., Queiroz de Castro, R. W., Nejaim, Y., Vespasiano Silva, A. I., Haiter-Neto, F., Silberman, A., & Cohenca, N. (2016). Evaluation of root canal configuration of maxillary and mandibular anterior teeth using cone beam computed tomography: An in-vivo study. *Quintessence International*, 47(1), 19.
- Oliveira, M. G. d., Xavier, C. B., Demarco, F. F., Pinheiro, A. L. B., Costa, A. T., & Pozza, D. H. (2007). Comparative chemical study of MTA and Portland cements. *Brazilian Dental Journal*, 18(1), 3-7.
- Orhan, E. O. (2020). Kök Kanallarının Total Mineral Trioksit Agregat (MTA) ile Obturasyonu ve Gutta Perkasisiz Kök Kanal Tedavi Konsepti. *Türkiye Klinikleri Endodontics-Special Topics*, 6(1), 39-44.
- Orhan, K., Aksoy, U., & Kalender, A. (2010). Cone-beam computed tomographic evaluation of spontaneously healed root fracture. *Journal of Endodontics*, 36(9), 1584-1587.
- Oz, E. (2025). Caries Prevalence of the First Permanent Molars and Treatment Needs in Children Aged 7–13 Years in the Western Mediterranean Region of Turkey. *NEU Dental Journal*, 7(1), 65–76.
- Pallarés-Serrano, A., Glera-Suarez, P., Tarazona-Alvarez, B., Peñarrocha-Diago, M., Peñarrocha-Diago, M., & Peñarrocha-Oltra, D. (2021). Prognostic factors after endodontic microsurgery: A retrospective study of 111 cases with 5 to 9 years of follow-up. *Journal of Endodontics*, 47(3), 397-403.
- Palotie, U., Vehkalahti, M. M., & Varsio, S. (2023). Direct restorations and enhanced caries prevention among 20-to 60-year-olds attending Helsinki City Public Dental Service—a register-based observation. *Acta Odontologica Scandinavica*, 81(1), 86-92.
- Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010a). Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review—part I: Chemical, physical, and antibacterial properties. *Journal of Endodontics*, 36(1), 16-27.
- Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010b). Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review—part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *Journal of*

- Endodontics*, 36(3), 400-413.
- Parirokh, M., Torabinejad, M., & Dummer, P. (2018). Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: An updated overview—part I: Vital pulp therapy. *International Endodontic Journal*, 51(2), 177-205.
- Patel, S., Kanagasingam, S., & Ford, T. P. (2009). External cervical resorption: A review. *Journal of Endodontics*, 35(5), 616-625.
- Patel, S., Ricucci, D., Durak, C., & Tay, F. (2010). Internal root resorption: A review. *Journal of Endodontics*, 36(7), 1107-1121.
- Percinoto, C., De Castro, A. M., & Pinto, L. (2006). Clinical and radiographic evaluation of pulpotomies employing calcium hydroxide and trioxide mineral aggregate. *General Dentistry*, 54(4), 258-261.
- Perez, A., Spears, R., Gutmann, J., & Opperman, L. (2003). Osteoblasts and MG-63 osteosarcoma cells behave differently when in contact with ProRoot MTA and White MTA. *International Endodontic Journal*, 36(8), 564-570.
- Poplai, G., Jadhav, S. K., & Hegde, V. (2013). Effect of Acidic Environment on the Surface Microhardness of Biodentine. *World Journal Dent*, 4(2), 100-102.
- Pushpalatha, C., Dhareshwar, V., Sowmya, S., Augustine, D., Vinothkumar, T. S., Renugalakshmi, A., Shaiban, A., Kakti, A., Bhandi, S. H., & Dubey, A. (2022). Modified mineral trioxide aggregate-A versatile dental material: An insight on applications and newer advancements. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 941826.
- Qin, H., & Cai, J. (2025). Clinical evaluation of permanent molars diagnosed by irreversible pulpitis with apical periodontitis treated by MTA pulpotomy. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 49(1) 97-104.
- 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.
- Rajasekharan, S., Martens, L., Cauwels, R., & Verbeeck, R. (2014). Biodentine material characteristics and clinical applications: A review of the literature. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 15, 147-158.
- Ramirez, M. B. I., Cueva, G. V. U., & Espinoza, G. D. (2024). Treatment selection to preserve pulp vitality and ensure complete root development in a pediatric patient. *Salud, Ciencia y Tecnologia-Serie de Conferencias*, 3, 113.
- Ravichandra, P., Vemisetty, H., Deepthi, K., Ramkiran, D., & Malathi, G. (2014). Comparative evaluation of marginal adaptation of Biodentine™ and other commonly used root end filling materials-an invitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(3), 243.
- Ree, M., & Schwartz, R. (2014). Clinical applications of bioceramics materials in endodontics. *Endod Pract*, 7(4), 32-40.
- Regan, J. D., Witherspoon, D. E., & FOYLE, D. (2005). Surgical repair of root and tooth perforations. *Endodontic Topics*, 11(1), 152-178.
- Roberts, H. W., Toth, J. M., Berzins, D. W., & Charlton, D. G. (2008). Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: A review of the literature. *Dental Materials*, 24(2), 149-164.
- Rodd, H., Waterhouse, P., Fuks, A., Fayle, S., & Moffat, M. (2006). UK national clinical guidelines in paediatric dentistry. *Int J Paediatr Dent*, 16(1), 15-23.
- Rotstein, I., Mor, C., & Friedman, S. (1993). Prognosis of intracoronary bleaching with sodium perborate preparations in vitro: 1-year study. *Journal of Endodontics*, 19(1), 10-12.
- Saghiri, M. A., Asatourian, A., Rahmani, B., Gutmann, J., & Morgano, S. (2021). The pH and

- bismuth oxide particle size can affect diametral tensile strength of mineral trioxide aggregate. *European Endodontic Journal*, 6(2), 211.
- Samiei, M., Ghasemi, N., Asl-Aminabadi, N., Divband, B., Golparvar-Dashti, Y., & Shirazi, S. (2017). Zeolite-silver-zinc nanoparticles: Biocompatibility and their effect on the compressive strength of mineral trioxide aggregate. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(3), 356.
- Sánchez-Pérez, L., Irigoyen-Camacho, M. E., Molina-Frechero, N., & Zepeda-Zepeda, M. (2019). Fissure depth and caries incidence in first permanent molars: A five-year follow-up study in schoolchildren. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19), 3550.
- Santos, B. P. P., & Góes, R. W. L. (2023). Pulpotomia como tratamento conservador na odontopediatria: Uma revisão de literatura. *Scientia Generalis*, 4(2), 128-137.
- Sanz, J. L., Soler-Doria, A., López-García, S., García-Bernal, D., Rodríguez-Lozano, F. J., Lozano, A., Llena, C., Forner, L., Guerrero-Gironés, J., & Melo, M. (2021). Comparative biological properties and mineralization potential of 3 endodontic materials for vital pulp therapy: Theracal PT, Theracal LC, and Biodentine on human dental pulp stem cells. *Journal of Endodontics*, 47(12), 1896-1906.
- Sarkar, N., Caicedo, R., Ritwik, P., Moiseyeva, R., & Kawashima, I. (2005). Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 31(2), 97-100.
- Schwartz, R. S., Mauger, M., Clement, D. J., & Walker III, W. A. (1999). Mineral trioxide aggregate: A new material for endodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 130(7), 967-975.
- Shabahang, S. (2013). Treatment options: Apexogenesis and apexification. *Pediatric Dentistry*, 35(2), 125-128.
- Shah, P. M., San Chong, B., Sidhu, S. K., & Ford, T. R. P. (1996). Radiopacity of potential root-end filling materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 81(4), 476-479.
- Sheikhnezami, M., Shahmohammadi, R., Jafarzadeh, H., & Azarpazhooh, A. (2024). Long-term outcome of horizontal root fractures in permanent teeth: A retrospective cohort study. *Journal of Endodontics*, 50(5), 579-589.
- Shie, M.-Y., Huang, T.-H., Kao, C.-T., Huang, C.-H., & Ding, S.-J. (2009). The effect of a physiologic solution pH on properties of white mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 35(1), 98-101.
- Shipper, G., Grossman, E., Botha, A., & Cleaton-Jones, P. (2004). Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: A low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. *International endodontic journal*, 37(5), 325-336.
- Silva, L., Carnevalli, B., Sakai, V. T., Viola, N. V., de Carvalho, L. F., & de Carvalho, E. M. O. F. (2016). Radicular perforation repair with mineral trioxide aggregate: A case report with 10-year follow-up. *The Open Dentistry Journal*, 10, 733-738.
- Silver, F. H., Christiansen, D. L., Silver, F. H., & Christiansen, D. L. (1999). *Introduction to biomaterials science and biocompatibility*. Springer, 1-26.
- Simon, S., Rilliard, F., Berdal, A., & Machtou, P. (2007). The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: A prospective study. *International Endodontic Journal*, 40(3), 186-197.
- Sluyk, S., Moon, P., & Hartwell, G. (1998). Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair

- material. *Journal of Endodontics*, 24(11), 768-771.
- Soundappan, S., Sundaramurthy, J. L., Raghu, S., & Natanasabapathy, V. (2014). Biodentine versus mineral trioxide aggregate versus intermediate restorative material for retrograde root end filling: An invitro study. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, 11(2), 143.
- Souza, N., Justo, G., Oliveira, C., Haun, M., & Bincoletto, C. (2006). Cytotoxicity of materials used in perforation repair tested using the V79 fibroblast cell line and the granulocyte-macrophage progenitor cells. *International Endodontic Journal*, 39(1), 40-47.
- Soysal, F., İşler, S. Ç., Peker, I., Akca, G., Özmeriç, N., & Ünsal, B. (2020). The impact of COVID-19 pandemic on dentistry practices. *Klinik Dergisi*, 33(1), 5-15.
- Srinivasan, V., Waterhouse, P., & Whitworth, J. (2009). Mineral trioxide aggregate in paediatric dentistry. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 19(1), 34-47.
- Stowe, T. J., Sedgley, C. M., Stowe, B., & Fenno, J. C. (2004). The effects of chlorhexidine gluconate (0.12%) on the antimicrobial properties of tooth-colored ProRoot mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 30(6), 429-431.
- Taha, N., Ahmad, M., & Ghanim, A. (2017). Assessment of mineral trioxide aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures. *International Endodontic Journal*, 50(2), 117-125.
- 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.
- Tawil, P. Z., Duggan, D. J., & Galicia, J. C. (2015). MTA: A clinical review. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 36(4), 247.
- 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.
- Teeth, P. (2016). Guideline on pulp therapy for primary and immature permanent teeth. *Pediatr. Dent*, 38, 280-288.
- Teixeira, A. B., de Carvalho Honorato Silva, C., Alves, O. L., & Cândido dos Reis, A. (2019). Endodontic sealers modified with silver vanadate: Antibacterial, compositional, and setting time evaluation. *BioMed Research International*, 2019(1), 4676354.
- Teixeira, F. B., Teixeira, E. C., Thompson, J. Y., & Trope, M. (2004). Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *The Journal of the American Dental Association*, 135(5), 646-652.
- Thibodeau, B., Teixeira, F., Yamauchi, M., Caplan, D. J., & Trope, M. (2007). Pulp revascularization of immature dog teeth with apical periodontitis. *Journal of Endodontics*, 33(6), 680-689.
- Thomson, W., Williams, S., Broadbent, J., Poulton, R., & Locker, D. (2010). Long-term dental visiting patterns and adult oral health. *Journal of Dental Research*, 89(3), 307-311.
- Tomas-Catala, Collado-González, M., García-Bernal, D., Oñate-Sánchez, R., Forner, L., Llana, C., Lozano, A., Castelo-Baz, P., Moraleda, J., & Rodríguez-Lozano, F. (2017). Comparative analysis of the biological effects of the endodontic bioactive cements MTA-Angelus, MTA Repair HP and NeoMTA Plus on human dental pulp stem cells. *International Endodontic Journal*, 50, 63-72.
- Torabinejad, Hong, McDonald, F., & Ford, T. P. (1995). Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of Endodontics*, 21(7), 349-353.
- Torabinejad, M. (2004). Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *The Alpha Omegan*, 97(4), 23-31.
- Torabinejad, M., & Chivian, N. (1999). Clinical applications of mineral trioxide aggregate.

- Journal of Endodontics*, 25(3), 197-205.
- Torabinejad, M., Nosrat, A., Verma, P., & Udochukwu, O. (2017). Regenerative endodontic treatment or mineral trioxide aggregate apical plug in teeth with necrotic pulps and open apices: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 43(11), 1806-1820.
- 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.
- Torabinejad, M., Parirokh, M., & Dummer, P. M. (2018). Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: An updated overview—part II: Other clinical applications and complications. *International Endodontic Journal*, 51(3), 284-317.
- Torabinejad, M., Watson, T., & Ford, T. P. (1993). Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *Journal of Endodontics*, 19(12), 591-595.
- Tronstad, L. (1988). Root resorption—etiology, terminology and clinical manifestations. *Dental Traumatology*, 4(6), 241-252.
- Trope, M. (2002). Root resorption due to dental trauma. *Endodontic Topics*, 1(1), 79-100.
- Tselnik, M., Baumgartner, J. C., & Marshall, J. G. (2004). Bacterial leakage with mineral trioxide aggregate or a resin-modified glass ionomer used as a coronal barrier. *Journal of Endodontics*, 30(11), 782-784.
- Tsesis, I., & Fuss, Z. (2006). Diagnosis and treatment of accidental root perforations. *Endodontic Topics*, 13(1), 95-107.
- Tuna, D., & Ölmez, A. (2008). Clinical long-term evaluation of MTA as a direct pulp capping material in primary teeth. *International Endodontic Journal*, 41(4), 273-278.
- Uzun, İ. H., & Bayındır, F. (2011). Dental materyallerin biyouyumluluk test yöntemleri. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 28(2), 115-122.
- Ünlü, Ö., Sengun Berber, E., Keleş Gülbahçe, E., & Aykut Yetkiner, A. (2023). Çocuk Diş Hekimliğinde Minimal İnvaziv Tedavi Yaklaşımları. *International Archives Of Dental Sciences*, 44, 55-64.
- Valois, C. R., & Costa, E. D. (2004). Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 97(1), 108-111.
- Vehkalahti, M. M., Palotie, U., & Valaste, M. (2021). Age-related variation in volume and content of restorative private dental care for adults in Finland in 2012–2017: A nationwide register-based observation. *Journal of Dentistry*, 104, 103537.
- Vij, R., Coll, J. A., Shelton, P., & Farooq, N. S. (2004). Caries control and other variables associated with success of primary molar vital pulp therapy. *Pediatric Dentistry*, 26(3), 214-220.
- Vilela Teixeira, A. B., de Carvalho Honorato Silva, C., Alves, O. L., & Cândido dos Reis, A. (2019). Endodontic sealers modified with silver vanadate: Antibacterial, compositional, and setting time evaluation. *BioMed Research International*, 2019(1), 4676354.
- von Arx, T., Jensen, S. S., Janner, S. F., Hänni, S., & Bornstein, M. M. (2019). A 10-year follow-up study of 119 teeth treated with apical surgery and root-end filling with mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 45(4), 394-401.
- Wang, H., Li, D., Tian, Y., & Yu, Q. (2014). A retrospective study of 180 cases of apical microsurgery. *Zhonghua kou Qiang yi xue za zhi= Zhonghua Kouqiang Yixue Zazhi= Chinese Journal of Stomatology*, 49(7), 421-427.
- Wataha, J. C. (2001). Principles of biocompatibility for dental practitioners. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 86(2), 203-209.

- Wedl, J. S., Schoder, V., Blake, F., Schmelzle, R., & Friedrich, R. (2004). Eruption times of permanent teeth in teenage boys and girls in Izmir (Turkey). *Journal of Clinical Forensic Medicine*, 11(6), 299-302.
- Wigler, R., Kaufman, A. Y., Lin, S., Steinbock, N., Hazan-Molina, H., & Torneck, C. D. (2013). Revascularization: A treatment for permanent teeth with necrotic pulp and incomplete root development. *Journal of Endodontics*, 39(3), 319-326.
- Witherspoon, D. E., Small, J. C., Regan, J. D., & Nunn, M. (2008). Retrospective analysis of open apex teeth obturated with mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 34(10), 1171-1176.
- Yadav, P., Rao, Y., Jain, A., Relhan, N., & Gupta, S. (2013). Treatment of internal resorption with mineral trioxide aggregates: A case report. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 7(10), 2400.
- Yeung, P., Liewehr, F. R., & Moon, P. C. (2006). A quantitative comparison of the fill density of MTA produced by two placement techniques. *Journal of Endodontics*, 32(5), 456-459.
- Yıldırım, Z. S., Bakır, E. P., Bakır, Ş., & Aydın, M. S. (2017). Dişhekimliğinde biyouyumluluk ve değerlendirme yöntemleri. *Selcuk Dental Journal*, 4(3), 162-169.
- Yoshpe, M., Kaufman, A. Y., Lin, S., Malul, M., & Ashkenazi, M. (2023). Clinical and radiographic outcomes of mineral trioxide aggregate pulpotomies in vital permanent teeth with carious pulp exposure: A pioneering retrospective study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 16(4), 555.
- Yu, C., & Abbott, P. V. (2016). Responses of the pulp, periradicular and soft tissues following trauma to the permanent teeth. *Australian Dental Journal*, 61(1), 39-58.
- Yuqi, L., Qiong, Z., & Jing, Z. (2015). Investigation of teeth number and morphology abnormalities in children at the mixed dentition stage. *Hua xi kou Qiang yi xue za zhi= Huaxi Kouqiang Yixue Zazhi= West China Journal of Stomatology*, 33(6), 597-601.
- Zanjani, V. A., Tabari, K., Sheikh-Al-Eslamian, S. M., & Abrandabadi, A. N. (2018). Physiochemical properties of experimental nano-hybrid MTA. *Journal of Medicine and Life*, 11(1), 51.
- Zenaldeen, R., Kaddoura, R., Alzoubi, H., Achour, H., & Aljabban, O. (2023). Partial Pulpotomy in Mature Permanent Molars with Symptoms Indicated Irreversible Pulpitis Using MTA: A Study of Three Case Reports over Four-Year Follow-Up. *Case Reports in Dentistry*, 2023(1), 1344101.
- Zhang, D., Vedel, E., Hupa, L., Ylänen, H. O., & Hupa, M. (2005). In vitro characterization of bioactive glasses. *Key Engineering Materials*, 284, 481-484.

EKLER

EK-1: Etik Kurul Kararı



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı : 83116987 - 687
Konu : Etik Kurul Kararı
Toplantı Tarihi : 28.09.2023
Toplantı No : 2023/17
Proje No : 23-KAEK-222

22.11.2023

Sayın, Doç.Dr. Emre BAYRAM

Etik Kurulumuzun 28.09.2023 tarihli toplantısında görüşülen 23-KAEK-222 kayıt numaralı “**Mta kullanımının değerlendirilmesi, retrospektif bir çalışma**” başlıklı çalışmanız gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına karar verilmiştir.

İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmeliğin 14-4. maddesi ve yönergemizin 18-3. maddesine göre çalışmanız tamamlandıktan sonra sonuç raporunun tarafımıza en geç 90 gün içerisinde bildirilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Doç. Dr. Muzaffer KATAR
Başkan

EK-2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu**Araştırmacının/Hekimin Açıklaması**

Literatüre daha fazla katkı sağlamak amacıyla bir bilimsel araştırma yapmayı planlamaktayız. Yapılması planlan araştırmanın ismi “MTA Kullanımının Değerlendirilmesi: Retrospektif Bir Çalışma” dır.

MTA uygulaması yapılan hastaların sistem üzerinde kayıtlı röntgenlerinin incelenmesi esasına dayanan bu çalışmaya, tıbbi durumunuz uyduğu için sizi de davet ediyoruz. Ancak hemen belirtilmelidir ki araştırmaya katılıp katılmamak gönüllülük esasına dayalıdır. Bu bilimsel çalışmaya katılma kararını tamamen hür iradeniz ile vermelisiniz. Bu kararı verirken hiç kimse tarafından size telkin ve baskıda bulunulamaz.

Kararınızdan önce söz konusu bilimsel araştırma ve bu araştırmaya katılmayı kabul etmeniz durumunda yapılacak işlemler hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra bu bilimsel araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bilimsel çalışma hakkında bilgiler

Araştırmaya davet edilmenizin nedeni, MTA uygulanmış bir birey olmanızdır. Bu araştırma Endodonti Anabilim Dalı, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından gerçekleştirilecektir.

Bu araştırmada araştırılacak olan Endodonti ve Pedodonti kliniklerinde MTA uygulanmış dişleri tespit edip farklı değişkenlerle ilişkisine bakmaktır.

Bu nedenle tedavi sonrası hastane sisteminde kayıtlı röntgenler üzerinden incelemeler yapılacak ve MTA uygulanan dişler tespit edilecektir. Böylelikle çalışma sonucu MTA kullanım ilişkileri belirlenecektir.

Çalışma kapsamında bilinmesi gereken durumlar ve araştırmacılar ile gönüllülerin uyması gereken kurallar

Araştırmaya katılmanız durumunda;

- 1) Sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir.
- 2) Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme yapılmayacaktır.
- 3) Hekim ile aranızda kalması gereken size ait bilgilerin gizliliğine büyük özen ve saygı gösterilecektir.
- 4) Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgileriniz çok büyük bir hassasiyetle korunacaktır.
- 5) Çalışma sırasında meydana gelebilecek sağlığınız ile ilgili ve diğer olumsuzlukların sorumluluğu araştırmacılara aittir.
- 6) Gönüllü olarak katıldığınız çalışmanın herhangi bir aşamasında araştırmadan ayrılabilirsiniz. Ancak ayrılmadan önce araştırmacılara bu durumu bildirmeniz önemlidir.
- 7) Çalışmaya katılmayı kabul etmemeniz durumunda tedavinizde ve klinik izlemlerinizde hiçbir değişiklik olmayacak, her zaman olduğu gibi aynı özen ve ihtimam ile hastalığınızın tedavisi sürdürülecektir.

Katılımcının (Gönüllü) / Hastanın Beyanı

Sayın Dt. Beyzanur HATİPOĞLU tarafından, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı tarafından bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam, hekim ile aramda kalması gereken, bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı gösterileceği, araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı kesin ve net bir şekilde belirtilmiştir.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Benden herhangi bir ücret talep edilmeyeceği ve bana da herhangi bir ödeme yapılmayacağı net ve kesin bir şekilde ifade edilmiştir.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilme hakkına sahip olduğum bildirilmiştir. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının da bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

İster doğrudan ister dolaylı olsun, araştırma sürecinde araştırma ile ilgili ortaya çıkabilecek sağlık durumuyla ilgili olumsuzluklarda sorumluluk araştırmacılara ait olup parasal bir yük altına girmeyeceğim.

Araştırma sırasında araştırma ile ilgili bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; günün herhangi bir saatinde Doç. Dr. Emre BAYRAM'a ulaşarak danışabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı herhangi bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (gönüllü) olarak yer alma kararını tamamen hür iradem ile almış bulunuyorum. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllük içerisinde kabul ediyorum.

Katılımcı (Gönüllü)

Adı, Soyadı :

Adres :

Telefon :

İmza :

Görüşme Tanığı

Adı, Soyadı :

Adres :

Telefon :

İmza :

Katılımcı (Gönüllü) ile Görüşen Araştırmacı

Adı, Soyadı, Ünvanı :

Adres :

Telefon :

İmza :

(Tüm sayfaları imzalı bu formun bir kopyası katılımcıya verilecektir)