



The Journal of Turkish Dental Research

Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

The Journal Of Turkish Dental Research



E-ISSN : 2822-4310

Yıl / YEAR 2025

Cilt / Volume

4

Sayı / Issue

1

Ocak - Nisan
January - April



Mustafa Kemal ATATÜRK



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310

Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310 | Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1



Tarandığı İndeksler

ASCI
Asian Science Citation Index

TÜRKİYE ATIF DİZİNİ

Crossref

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinin bilimsel yayın organıdır.
The Official Organ of Ondokuz Mayıs University Faculty of Dentistry

Yılda 3 kez yayımlanır.
Published three times a year.

Ulusal Süreli Yayın / National Periodical

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkishjdentres>

E-ISSN: 2822-4310

İletişim Adresi / Correspondence

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Körfez Mahalesi, OMÜ Caddesi, No: 65
55270 ATA KUM/SAMSUN Editör Tel: 0362 312 19 19 / 8223



The Journal of Turkish Dental Research Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310 | Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Adına Sahibi
Owner on Behalf of Ondokuz Mayıs University

Prof. Dr. Fatma AYDIN
Rektör/Rector

Bilimsel Yayın Koordinatörü
Doç. Dr. Muhammet MEMİŞ

Baş Editör/ *Editor-in-Chief*
Prof. Dr. Müge LÜTFİOĞLU

Editörler/ *Editors*

Prof. Dr. Kaan GÜNDÜZ
Prof. Dr. Feyza OTAN ÖZDEN
Doç. Dr. Fikret YILMAZ

Teknik Editör / *Technical Editor*
Öğr. Gör. Ruveyda BAKKAL

İngilizce Dil Editörü / *English Language Editor*
Abdulatif Hajjismael AHMED

Türkçe Dil Editörü / *Turkish Language Editor*
Öğr. Gör. Ruveyda BAKKAL

İndeks Sorumlusu / *Index Editor*
Prof. Dr. Eda GÜLER

Editör Yardımcıları / *Associate Editors*
Prof. Dr. Şafak KÜLÜNK
Prof. Dr. Ayşe Zeynep ZENGİN
Prof. Dr. Fethiye Çakmak ÖZLÜ

ALAN EDITÖRLERİ / *Field Editor*

Ağız Diş ve Çene Cerrahisi / *Oral and Maxillofacial Surgery*
Prof. Dr. Burcu Baş AKKOR

Periodontoloji / *Periodontology*
Prof. Dr. Burcu ÖZKAN ÇETİNKAYA

Endodonti / *Endodontics*
Prof. Dr. Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK

Pedodonti / *Pedodontics*
Prof. Dr. Aysun AVŞAR

Restoratif Diş Tedavisi / *Restorative Dentistry*
Doç. Dr. Fikret YILMAZ

Ağız Diş ve Çene Radyolojisi / *Oral and Maxillofacial Radiology*
Prof. Dr. Ayşe Zeynep ZENGİN

Protetik Diş Tedavisi / *Prosthetic Dental Treatment*
Prof. Dr. Tolga KÜLÜNK

Ortodonti / *Orthodontics*
Doç. Dr. Sabahat YAZICIOĞLU

YAYIM KURULU / *Editorial Board*

Prof. Dr. Kaan GÜNDÜZ
Prof. Dr. Müge LÜTFİOĞLU
Prof. Dr. Duygu SARAÇ
Prof. Dr. Aysun AVŞAR
Prof. Dr. Nihan GÖNÜLOL
Prof. Dr. Murat CANGER
Prof. Dr. Figen ÖNGÖZ DEDE
Doç. Dr. Fikret YILMAZ
Doç. Dr. Sabahat YAZICIOĞLU
Doç. Dr. Gözde SERİNDERE

Kapak Tasarım, Sayfa Mizanpaj
Cover design and layout
Kudret Kuşoğlu



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310 | Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1



BİLİMSEL DANIŞMA KURULU (alfabetik sıra ile) / Advisory Board (in alphabetical order)

Ağız Diş ve Çene Cerrahisi / Oral and Maxillofacial Surgery

Prof. Dr. Dilek Aynur ÇANKAL
Prof. Dr. Emel BULUT
Prof. Dr. Gürkan Raşit BAYAR
Prof. Dr. Hasan Ayberk ALTUĞ
Prof. Dr. Mehtap MUĞLALI
Prof. Dr. Mehmet Melih ÖMEZLİ
Prof. Dr. Nihat AKBULUT

Periodontoloji / Periodontology

Prof. Dr. Adnan TEZEL
Prof. Dr. Burcu ÖZKAN ÇETİNKAYA
Prof. Dr. Elif Eser ACAREL
Prof. Dr. İbrahim Alpdoğan KANTARCI
Prof. Dr. Nurcan BUDUNELİ
Doç. Dr. Ferda PAMUK ÖZER
Doç. Dr. H. Cenker KÜÇÜKEŞMEN

Ağız Diş ve Çene Radyolojisi / Oral and Maxillofacial Radiology

Prof. Dr. A. Berhan YILMAZ
Prof. Dr. A. Pınar SÜMER
Prof. Dr. B. Güniz BAKSI ŞEN
Prof. Dr. E. Murat CANGER
Prof. Dr. Hüsniye D. KOCASARAÇ
Prof. Dr. İlknur ÖZCAN
Prof. Dr. Saadetin KAYIPMAZ

Protetik Diş Tedavisi / Prosthetic Dental Treatment

Prof. Dr. Bora BAĞIŞ
Prof. Dr. Burak YILMAZ
Prof. Dr. Murat YENİSEY
Prof. Dr. Sadullah ÜÇTAŞLI
Prof. Dr. Şafak KÜLÜNK
Prof. Dr. Şamil AKYIL
Prof. Dr. Yurdanur ŞANLI UÇAR

Endodonti / Endodontics

Prof. Dr. Hikmet AYDEMİR
Prof. Dr. Ali KELEŞ
Prof. Dr. Berivan Tuğba TÜRK SOMER
Prof. Dr. Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK
Prof. Dr. Emre BODRUMLU
Prof. Dr. Hakan ARSLAN

Restoratif Diş Tedavisi / Restorative Dentistry

Prof. Dr. Adil Nalçacı
Prof. Dr. Eda GÜLER
Prof. Dr. Emel KARAMAN
Prof. Dr. Ertan Ertaş
Prof. Dr. Füsün ÖZER
Prof. Dr. Murat TÜRKÜN
Prof. Dr. Nurcan ÖZAKAR İLDAZ
Prof. Dr. Osman Tolga HARORLI
Doç. Dr. Tuğba MİSİLLİ

Ortodonti / Orthodontics

Prof. Dr. Mehmet Alp TAVAS
Prof. Dr. Selim ARICI
Prof. Dr. Selma ELEKDAĞ TÜRK
Prof. Dr. Tülin TANER
Doç. Dr. Aslıhan Zeynep ÖZ
Doç. Dr. İdil ALATLI BURT

Pedodonti / Pedodontics

Prof. Dr. Çiğdem KÜÇÜKEŞMEN
Prof. Dr. Emine ŞEN TUNÇ
Prof. Dr. Işıl ŞAROĞLU SÖNMEZ
Prof. Dr. Tamer TÜZÜNER
Prof. Dr. Ebru HAZAR BODRUMLU
Doç. Dr. Halenur ALTAN
Doç. Dr. Özge GÜNGÖR



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310 | Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1



BU SAYININ HAKEMLERİ / Referees of This Issue

Dr. Öğr. Üyesi Dolu KAYA

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

Prof. Dr. Hikmet AYDEMİR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ayça KURT

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÖZBEY İPEK

Pamukkale Üniversitesi

Prof. Dr. Adil NALÇACI

Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Arzu MÜJDECI

Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Ebru Hazar BODRURLU

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Prof. Dr. Ayça Tuba ULUSOY YAMAK

Medicana International Samsun

Doç. Dr. Emine ŞİRİN KARAARSLAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Doç. Dr. Fikret YILMAZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Ali Cemal TINAZ

Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Rana NALÇACI

Ankara Üniversitesi



İÇİNDEKİLER /CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALESİ / Research Article

Comparison of the Antibacterial Effects of Calcium Hydroxide Medicament, Chlorhexidine Gluconate Gel And a Blend Of The Two Materials on *Enterococcus faecalis*

Kalsiyum Hidroksit Medikaman, Klorheksidin Glukonat Jel ve İki Materyalin Karışımının *Enterococcus faecalis* Üzerindeki Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması.....

1-11

Nüşet DOĞAN

Can ChatGPT-3.5 Be Used to Answer Questions Related to Pediatric Dentistry?

ChatGPT-3.5 Çocuk Diş Hekimliği Alanı ile İlgili Soruları Yanıtlamak İçin Kullanılabilir mi?.....

12-18

Şeyma MUSTULOĞLU

OLGU SUNUMU / Case Report

Maksiller Anterior Polidiastema Vakasının “Injection Moulding” Tekniği ile Estetik Rehabilitasyonu: Olgu Sunumu

Aesthetic Rehabilitation of Polydiastema of Maxillary Anterior Teeth Using “Injection Moulding” Technique: A Case Report.....

19-24

Melek TAŞ ÇİNKİLİÇ, Ertan ERTAŞ, Fikret YILMAZ

DERLEME / Review

Büyük Azı Keser Hipomineralizasyonu

Molar Incisor Hypomineralization.....

25-36

Melike ERDEM, Işıl SÖNMEZ

Kompozit ve Amalgam Restoratif Materyallerle Yapılan Restorasyonların Ağız İçi Ömrü ve Buna Etki Eden Faktörler

The Intraoral Lifespan of Composite and Amalgam Restorative Materials and Factors Influencing Them.....

37-49

Mahsa GHASEMZADEH, Yasemin BENDERLİ GÖKÇE

Endodontide Koni Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanım Alanları- Geleneksel Derleme

Applications of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics - Traditional Review.....

50-58

İpek ERARSLAN AKYÜZ



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310 | Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1

**Comparison of the Antibacterial Effects of Calcium Hydroxide
Medicament, Chlorhexidine Gluconate Gel And a Blend Of The Two Materials on
Enterococcus faecalis**

**Kalsiyum Hidroksit Medikaman, Klorheksidin Glukonat Jel ve İki Materyalin Karışımının
Enterococcus faecalis Üzerindeki Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması**

Antibacterial effects of calcium hydroxide and chlorhexidine gluconate

Nüşet DOĞAN

Dt, Ankara University Graduate School of Health Sciences and Faculty of Dentistry Endodontics Department

dt.nushetdogan@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5176-3601

Conflict of Interest: Scientific and medical committee membership of the authors and/or their family members that may have a potential conflict of interest in relation to this study or its members, consultancy, expertise, employment status in any company, shareholding and similar situations.

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 26-11-2024

Kabul Tarihi / Accepted: 21-03-2025

Sayfa / Pages: 1-11

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Nüşet DOĞAN

DOI: <https://doi.org/10.58711/turkishdentres.vi.1591364>

Comparison of the Antibacterial Effects of Calcium Hydroxide Medicament, Chlorhexidine Gluconate Gel And a Blend Of The Two Materials on *Enterococcus faecalis*

Kalsiyum Hidroksit Medikaman , Klorheksidin Glukonat Jel ve İki Materyalin Karışımının *Enterococcus faecalis* Üzerindeki Antibakteriyel Etkilerinin Karşılaştırılması

ABSTRACT

The aim of this study is the comparison of antibacterial effects of calcium hydroxide medicament and chlorhexidine gluconate gel on *Enterococcus faecalis*.

The study is composed of three experimental groups. Antibacterial effects of group 1, calcium hydroxide medicament (Calcicure); group 2, %1 chlorexidine gluconate gel (Corsodyl) and group 3, combination of calcium hydroxide medicament plus chlorexidine gluconate gel equal ratio were examined with agar diffusion method on the 1st, 2nd and 7th days. Inventions are evaluationed as statistical with ANOVA and multiple comparisons tests.

In the end of our study for the three time period the antibacterial effect of chlorexidine gluconate gel was more than calcium hydroxide medicament and the combination of calcium hydroxide medicament plus chlorexidine gluconate gel equal ratio ($P<0,01$). After the 1st and 2nd days' measures between the antibacterial effects of calcium hydroxide medicament and combination of calcium hydroxide medicament + chlorhexidine gluconate gel on this bacteria there was no important statistical difference ($P>0,05$), however on the 7th day it is found an important statistical difference ($P<0,01$).

The all experiment materials that is used showed an increasing antibacterial effect on *E.faecalis*.

Keywords: Calcium hydroxide medicament, Chlorhexidine gluconate gel, *Enterococcus faecalis*, Antibacterial effect

ÖZET

Kalsiyum hidroksit içerikli medikaman ve klorheksidin glukonat jel ve her iki medikamanın eşit oranda karışımının *Enterococcus faecalis* üzerindeki antibakteriyel etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmada 3 deneysel grup oluşturuldu , I. grupta kalsiyum hidroksit içerikli medikamanın (Calcicure), II. grupta %1'lik klorheksidin glukonat jelin (Corsodyl), III. grupta eşit oranda hazırlanmış kalsiyum hidroksit içerikli medikaman + klorheksidin glukonat jel karışımının antibakteriyel etkileri 1. 2. ve 7. günlerde agar difüzyon yöntemiyle incelendi. Bulgular ANOVA ve Çoklu karşılaştırma testleri ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

Çalışmamız sonucunda ölçüm yapılan üç zaman periyodunda da klorheksidin glukonat jel; kalsiyum hidroksit içerikli medikaman ve kalsiyum hidroksit içerikli medikaman + klorheksidin glukonat jel karışımından daha fazla antibakteriyel etki gösterdi. ($P<0,01$) Kalsiyum hidroksit içerikli medikaman ve kalsiyum hidroksit içerikli medikaman + klorheksidin glukonat jel karışımının bu bakteri üzerindeki antibakteriyel etkileri arasında ise 1. ve 2. gün ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($P>0,05$), 7. gün yapılan ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($P<0,01$).

Kullanılan tüm deney materyalleri E. Faecalis'e karşı zaman geçtikçe artan antibakteriyel etki gösterdiler.

Anahtar Kelimeler: Kalsiyum hidroksit içerikli medikaman, Klorheksidin glukonat jel, *Enterococcus faecalis*, Antibakteriyel etki

Introduction

The root canal system has a complex structure in which microorganisms can harbor, such as dentinal tubules, accessory canals, canal ramifications, apical deltas and transverse anastomoses.¹ Successful endodontic treatment is primarily aimed at removing microorganisms from these difficult areas of the pulp cavity. In addition to mechanical preparation and irrigation, it is recommended that intracanal medication be used when necessary.^{1,2,3} When selecting intracanal medication, it is important to be aware of the types of microorganisms present in the root canal, the mechanism of action of the medication, how long it remains in the canal, its diffusion properties, its toxicity and the inflammatory reactions it causes in the area of application.^{4,5}

The role of bacteria in the development of pulp and periapical diseases has been proven in many studies.^{6,7} The presence of bacteria leads to pulpal or periapical inflammatory reaction.⁸ The severity of the inflammatory response of pulpal and periapical tissue is related to the presence, number and contact time of microorganisms.⁹

Single-session root canal treatment is indicated for teeth with vital pulp, whereas endodontic treatment of a tooth with an infected necrotic pulp should be performed in at least two sessions. The aim of this multi-session treatment is to place an antimicrobial agent in the root canal to ensure that the remaining bacteria are destroyed between sessions.¹⁰

The purposes of using in-canal medication in the root canal treatment of teeth with necrotic pulp or periapical lesions can be summarised as follows: To eliminate bacteria remaining in the root canal after biomechanical expansion, to reduce inflammation of the periapical tissue and pulp residues left behind, to render the substances remaining in the canal harmless and neutralise tissue residues, to create a barrier against leakage from the temporary filling material, to dry canals with continuous exudate.^{1,11,12}

In today's endodontic practice, calcium hydroxide-containing media are generally used to achieve the above-mentioned objectives. However, since the antibacterial effect of calcium hydroxide against stubborn pathogens is limited, the development of alternative or antibacterial agents that can be used in combination with calcium

hydroxide is ongoing.¹³ Chlorhexidine gluconate is one of them.

Chlorhexidine gluconate has a bactericidal effect after a prolonged bacteriostatic effect. Chlorhexidine is effective against most microorganisms such as gram (+), gram (-) bacteria, yeast and some fungi and viruses. Chlorhexidine delays bacterial growth. It is absorbed from microbial cell walls and causes disruption of membrane integrity.¹⁴

Chlorhexidine gluconate inhibits cell membrane enzymes at low concentrations and increases the permeability of the cell membrane. This effect is called bacteriostasis. At high concentrations, it causes precipitation of cytoplasmic organelles and shows bactericidal effect. It has been reported that slow release of chlorhexidine gluconate plays a major role in its long-term antibacterial effect.¹⁵

Characteristics of *E.faecalis*

Enterococcus faecalis is a non-spore, fermentative, facultative gram (+) anaerobic cocci that can be classified as an opportunistic pathogen. Its cells are ovoid shaped. They are usually observed singly, in pairs or in short chains. They are nonhaemolytic and immobilised bacteria.¹⁶ They can lower the pH of the medium up to 4.1-4.6. They can survive for 15 minutes at 60 °C. Their main reservoirs are faeces and mouth. They may cause subacute endocarditis and urinary system infection.¹⁷

It has been observed that facultative bacteria usually dominate the environment in unsuccessful root canal treatments. It has been reported that *Enterococcus faecalis* is one of the most frequently isolated bacteria from the root canal, but *Enterococcus faecalis* is not frequently encountered in primary infections in the root canal.¹⁰ This suggests that *Enterococcus faecalis* is transmitted to the root canal during endodontic treatment. It has been reported that bacteria can enter the canal during root canal treatment, between sessions or when the root canal remains open.¹⁸

Enterococcus faecalis can lower the pH of the environment to 4.1-4.6. This bacterium has been shown to be resistant to various medications. If it has settled in the root canal, it is very difficult to eliminate it by conventional methods.¹⁹ It has mechanisms that enable it to survive in an unfavourable environment: Survival

without nutrients, survival in the presence of intra-canal drugs and irrigants, survival in high salinity, antibiotic resistance, invasion of dentin tubules, using fluids from the periodontal ligament as food are among the main ones.²⁰

Enterococcus faecalis biofilm consists of exopolysaccharides, proteins, lipids and extracellular deoxyribonucleic acid (eDNA).^{21,22} The dense and protected environment of the biofilm facilitates gene transfer and increases the stability of the biofilm. In *Enterococcus faecalis* biofilm, eDNA is actively released from autolysis of the bacterium itself or its mimic or from membrane vesicles and nanofibres.^{21,23}

The presence of extracellular polymer matrix around the biofilm makes it more resistant to conventional root canal treatment. Therefore, the use of intra-canal medications such as chlorhexidine, tetracycline, calcium hydroxide is recommended.^{24,25}

In our study, we aimed to investigate the antibacterial effects of calcium hydroxide, chlorhexidine gluconate gel and the mixture of these two agents on *Enterococcus faecalis* in-vitro by agar diffusion method on days 1, 2 and 7.

Materials and Methods

Antibacterial properties of calcium hydroxide containing medikaman (Calcicure-voco Germany), chlorhexidine gluconate gel (Corsodyl-gsk Ireland) and calcium hydroxide containing medikaman + chlorhexidine gluconate gel mixture were investigated by agar diffusion method.

The bacterial strain to be used in our study was prepared according to Mc-Farland 0.5 standard in the Microbiology Laboratory of Ankara University Faculty of Dentistry Microbiology Laboratory and was inoculated into the broth and kept in an oven at 37°C for 24 hours.

In 6 petri dishes, blood agar medium infected with bacteria was used. Each petri dish was divided into three sections and three standard blanks were made in each section. Then, they were swabbed with sterile swabs on 7% sheep blood Müller-Hinton agar medium with standard slots of 2 mm depth and 4.5 mm width.

The media prepared in accordance with the manufacturer's recommendations were injected into the prepared nests in equal amounts with the help of

macropipettes.

The prepared medium was evaluated in terms of the antibacterial effects of the materials at three different time periods, at the end of 24 hours, at the end of the second day and at the end of the seventh day. These evaluations were performed by measuring the length of the inhibition zone around the samples in the petri dishes millimetrically with caliper measuring instrument. Average values were taken for irregular zones around the samples.

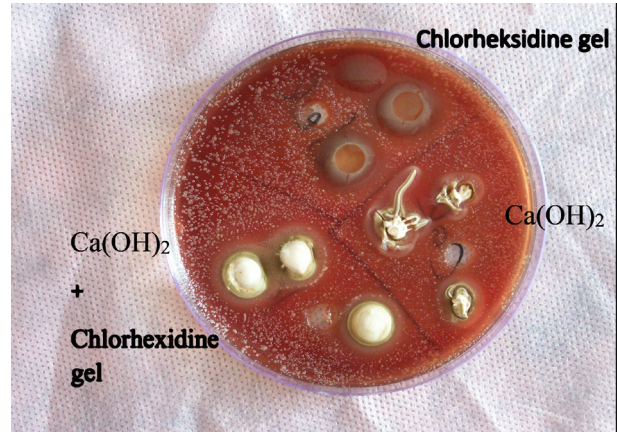


Figure 1. One of the 6 petri dishes used in the study shows inhibition areas (white areas around the standard blanks) formed at the end of day 1. Calcium hydroxide is abbreviated as Ca(OH)_2 .

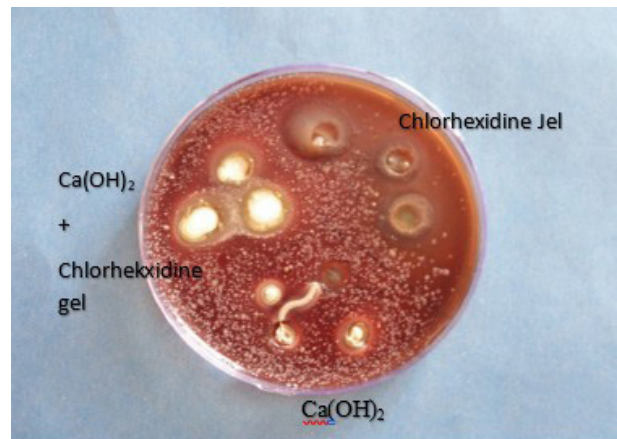


Figure 2. Inhibition areas formed at the end of day 2

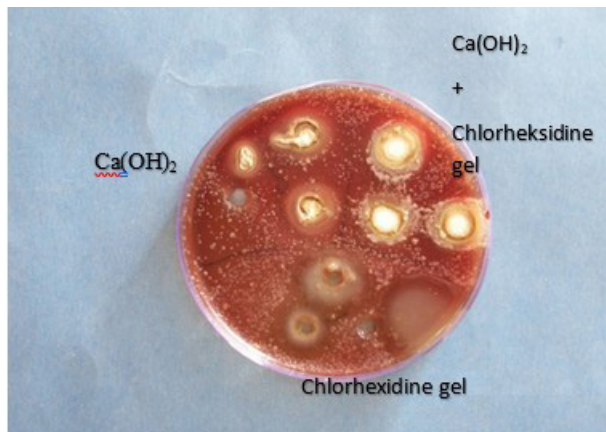


Figure 3. Inhibition areas formed at the end of the 7th day

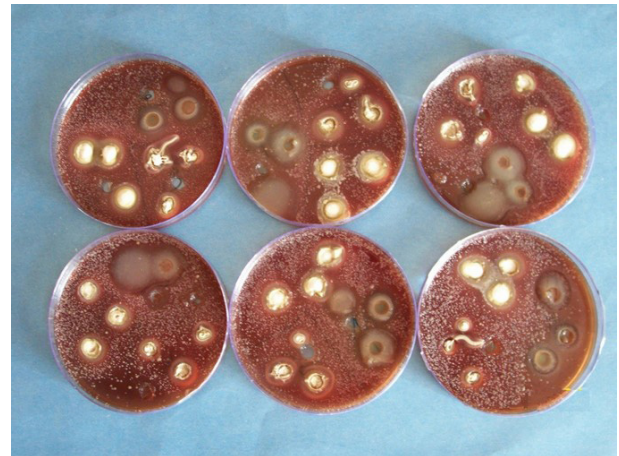


Figure 4. Images of 6 petri dishes used in the study at the end of the 7th day

Statistical Analysis

ANOVA test and multiple comparison test were used statistically in our study. For each of the three time periods, the millimetre lengths of the inhibition areas formed by each material were averaged. One-way ANOVA test was performed to determine whether there was a significant difference between the antibacterial effects of the materials as of the experimental days. P value less than 0.05 was accepted for significance.

Results

The diameters of the inhibition zones formed as a result of the study were measured in millimetres on the 1st, 2nd and 7th days. Calcium hydroxide was determined as group 1, chlorhexidine gluconate as group 2 and the mixture as group 3. The measurement results are given in the following tables:

Table I. The diameters of the inhibition zones formed by the experimental materials at the end of the first 24 hours

Millimeter	Calcium Hydroxide (Group 1)			Chlorhexidine Gluconate (Group 2)			Calcium Hydroxide + Chlorhexidine Gluconate (Group 3)		
I. petri dish	12	9	11	19	16	15	10	11	10
II. petri dish	8	8	10	16	19	22	9	12	9
III. petri dish	6	8	7	22	20	24	10	9	9
IV. petri dish	4	5	6	15	19	19	6	8	9
V. petri dish	3	3	6	16	15	13	6	10	8
VI. petri dish	6	8	5	13	14	15	8	7	6

Table II. The diameters of the inhibition zones formed by the experimental materials at the end of the 2nd day

Millimeter	Calcium Hydroxide (Group 1)			Chlorhexidine Gluconate (Group 2)			Calcium Hydroxide + Chlorhexidine Gluconate (Group 3)		
I. petri dish	13	10	11	26	25	23	11	13	12
II. petri dish	8	9	11	18	18	23	11	13	10
III. petri dish	7	9	9	25	21	24	10	9	10
IV. petri dish	3	6	7	17	20	19	7	8	9
V. petri dish	3	3	7	17	17	15	7	11	9
VI. petri dish	7	8	5	14	15	16	10	7	6

Table III. The diameters of the inhibition zones formed by the experimental materials at the end of the 7th day

millimeter	Calcium Hydroxide (Group 1)			Chlorhexidine Gluconate (Group 2)			Calcium Hydroxide + Chlorhexidine Gluconate (Group 3)		
I.petri dish	16	14	14	32	30	28	16	18	17
II.petri dish	11	13	15	24	26	29	16	18	15
III.petri dish	10	12	13	32	29	30	14	14	16
IV.petri dish	6	10	12	22	24	25	12	14	15
V.petri dish	6	5	11	22	23	24	12	14	15
VI.petri dish	10	10	12	20	22	24	15	13	12

For each of the three time periods, the average of the millimetre lengths of the inhibition areas formed by each material was taken. One-way ANOVA test was performed to determine whether there was a significant difference between the antibacterial effects of the materials on the measured days. A p value less than 0.05 was accepted for significance.

According to the results of one-way ANOVA test, there was a statistically significant difference ($P<0.05$) between the calcium hydroxide-containing medikaman, chlorhexidine gluconate gel and mixture groups of both in all three time periods (1st, 2nd and 7th day measurements) (Tables 5-6-7).

Table IV. ANOVA test for first day measurements

Variance source	Degrees of freedom	Sum of squares	F value	P value
Between Groups	2	1159,259	64,170	$P<0,05$
Within groups	51	460,667		
General	53	1619,926		

Table V. ANOVA test for day 2 measurements

Variance source	Degrees of freedom	Sum of squares	F value	P value
Between Groups	2	1517,481	80,588	$P<0,05$
Within groups	51	480,167		
General	53	1997,648		

Table VI. ANOVA test for day 7 measurements

Variance source	Degrees of freedom	Sum of squares	F value	P value
Between Groups	2	2131,704	119,557	$P<0,05$
Within groups	51	454,667		
General	53	2586,370		

The materials were compared with each other for three time periods based on the average of the millimetric diameters of the inhibition areas they created in the regions where they were applied. Multiple comparison tests were used for this purpose.

According to multiple comparison tests, inhibition areas were found to be higher in Group2 on the 1st day compared to the other groups and this result was found to be statistically significant ($p<0.05$). There was no statistically significant difference between Group1 and Group3.

Table VII. Comparison of 3 groups with each other in the first day measurements (Between Group 1 and Group 2 : There is a difference ($P<0,05$) Group 2 > Group 1 , Between Group 1 and Group 3: No difference ($P>0,05$), Between Group 2 and Group 3 : There is a difference ($P<0,05$) Group 2> Group 3)

Day 1	Group 2	Group3
Grup 1	There is a difference ($P<0,05$) Group 2 > Group 1	No difference ($P>0,05$)
Group 2	-----	There is a difference ($P<0,05$) Group 2> Group 3

At the end of the 2nd day, there was no statistically significant difference between Group 1 and Group 3. Group 2 was found to be statistically significantly different from the other groups ($P<0.05$).

Table VIII. Comparison of 3 groups with each other in the second day measurements. Between Group 1 and Group 2 : There is a difference ($P<0,05$) Group 2 > Group 1, Between Group 1 and Group 3: No difference ($P>0,05$), Between Group 2 and Group 3 : There is a difference ($P<0,05$) Group 2> Group 3

Day 1	Group 2	Group3
Grup 1	There is a difference ($P<0,05$) Group 2 > Group 1	No difference ($P>0,05$)
Group 2	-----	There is a difference ($P<0,05$) Group 2> Group 3

At the end of the 7th day, the difference between Group 1 and Group 2 was found to be statistically significant, as in the other days. In addition, the difference between Group 1 and Group 3 was found to be statistically significant, unlike the results of the measurements made on the other days. Again, a statistically significant difference was found between Group 2 and Group 3 on the 7th day, as in the measurements made on the other days ($P<0.05$).

It was observed that the diameters of the inhibition areas increased with time in all three groups.

The materials were statistically evaluated in terms of the increase in their effects on *Enterococcus faecalis* on

Table IX. Comparison of 3 groups with each other in the seventh day measurements. Between Group 1 and Group 2 : There is a difference ($P<0,05$) Group 2 > Group 1, Between Group 1 and Group 3: There is a difference ($P<0,05$) Group 3 > Group 1, Between Group 2 and Group 3 : There is a difference ($P<0,05$) Group 2> Group 3

Day 1	Group 2	Group3
Grup 1	There is a difference ($P<0,05$) Group 2 > Group 1	There is a difference ($P<0,05$) Group 3 > Group 1
Group 2	-----	There is a difference ($P<0,05$) Group 2> Group 3

days 1, 2 and 7. Repeated measures analysis of variance (ANOVA) was used for this evaluation and it was determined that the difference between the groups was statistically significant ($P<0.05$).

Multiple Comparison Tests were applied to determine which time periods were statistically significant.

It was determined that the antibacterial effect of calcium hydroxide-containing medication on *Enterococcus faecalis* increased on the 2nd and 7th days compared to the 1st day and this increase was statistically significant ($P<0.05$).

It was determined that the antibacterial effect of chlorhexidine gluconate gel on *Enterococcus faecalis* increased on the 2nd and 7th days compared to the 1st day and this increase was statistically significant ($P<0.05$).

Similarly, it was determined that the increase in the antibacterial effect of calcium hydroxide + chlorhexidine gluconate gel mixture on *Enterococcus faecalis* on the 2nd and 7th days compared to the 1st day was statistically significant ($P<0.05$).

It was observed that the inhibition areas increased as time progressed in all 3 experimental groups. This can be interpreted as an increase in antibacterial effect as time progresses.

In Group 2, i.e. chlorhexidine gluconate group, inhibition areas were found to be significantly higher than the other groups in all 3 days.

Discussion

Calcium hydroxide medicaments have been used as in-canal medicaments in root canal treatment for a long time due to their positive properties such as antibacterial effect, stimulating hard tissue production and having alkaline pH. Studies have shown that calcium hydroxide medicaments placed in root canals can diffuse through dentinal tubules and foramen apicale.^{26,27,28,29}

There are different recommendations regarding the duration of leaving calcium hydroxide-containing media in the canal. Byström et al. reported that all microorganisms were eliminated after leaving calcium hydroxide-containing media in the canal for 4 weeks.³⁰ Reihl and Dahlen reported that infection persisted in 26% of the canals two weeks after calcium hydroxide application.³¹ Sjögren et al. reported that bacteria were effectively eliminated in root canals treated with calcium

hydroxide for one week.³² Orstavik et al. detected bacteria in 34.8% of root canals after a one-week application of calcium hydroxide-containing media.⁸ In their in vivo study, Barbosa et al. reported that positive cultures were obtained in 12 (26.7%) of 45 cases in which calcium hydroxide-containing medicament was applied for one week.³³

The widespread opinion about the time that calcium hydroxide should be left in the root canal system is at least one week. In our study, we planned the 7th day measurements considering this situation. We observed that the antibacterial effect increased in the 7th day measurements compared to the other measurements. As the antibacterial effect of calcium hydroxide is limited, we wanted to observe whether the antibacterial effect increases when mixed with chlorhexidine gluconate.

Chlorhexidine, which is known to have antibacterial effect as an irrigation solution, has been investigated in various studies in terms of its antibacterial activity when used as an intracanal medication. Heling et al. compared the effect of chlorhexidine gluconate and calcium hydroxide in the form of medikament applied with a controlled release apparatus on bovine dentinal tubules infected with *Enterococcus faecalis* and observed a significant decrease in the bacterial population in samples in which chlorhexidine was used, whereas no such effect was detected in calcium hydroxide.³⁴ Siqueira and Uzeda reported that 0.12% chlorhexidine gluconate gel was more effective than calcium hydroxide in the form of medikament in an in-vitro study in which they compared the antibacterial effects of different intra-canal medicaments.³⁵ These results are in parallel with the results of our study.

Enterococcus faecalis has been reported to play an important role in resistant apical periodontitis cases requiring retreatment.³⁶ Because this microorganism is more resistant to locally used disinfectants than other microorganisms of the endodontic flora.^{37,38} Considering the presence of *E. faecalis* in retreatment cases, chlorhexidine solutions are reported to be more effective.³⁸

In the in-vitro studies of Almyroudy et al. where they examined the antibacterial effects of calcium hydroxide, chlorhexidine gluconate gel and a mixture prepared in

equal proportions on *E. faecalis* on extracted human teeth on the 3rd and 8th days, the antibacterial effect of calcium hydroxide was observed on the 8th day compared to the 3rd day.³⁹ They found that the antibacterial effect of 1% chlorhexidine gluconate gel also increased over time. Researchers found that the difference between the effect of calcium hydroxide and the antibacterial effect of chlorhexidine gluconate on the 3rd and 8th days was statistically significant and that the effect of chlorhexidine gluconate was greater. This finding is also similar to our study.

They found a statistically significant difference between the antibacterial effects of calcium hydroxide and calcium hydroxide + chlorhexidine gluconate gel mixture in both time periods and reported parallel results with our findings. The researchers found no statistically significant difference between the antibacterial effects of chlorhexidine gluconate gel and calcium hydroxide + chlorhexidine gluconate gel mixture. Unlike the researchers, in our study, according to the measurements made on the 1st, 2nd and 7th days, chlorhexidine gluconate gel showed a statistically significant difference from the other experimental materials at all time periods. This difference may be attributed to the different materials and methods used.

Lin et al. evaluated the antibacterial effects of calcium hydroxide, 0.12% chlorhexidine gluconate gel and its mixture in equal proportions on *E. faecalis* in blood agar medium by agar diffusion method on days 1 and 3.⁴⁰ As a result of their study, they found that there was no statistically significant difference between the size of the inhibition areas formed by calcium hydroxide, chlorhexidine gluconate gel and the mixture of both on day 1. However, in our study, the antibacterial effect of chlorhexidine gluconate gel was statistically significantly different from the antibacterial effects of calcium hydroxide and calcium hydroxide + chlorhexidine gluconate gel mixture on day 1. This may be due to the low concentration of chlorhexidine gluconate gel used in that study. On the 3rd day, they found that chlorhexidine gluconate gel showed more antibacterial effect than the other experimental groups according to the mean size of inhibition areas and this difference was statistically significant. This finding is in parallel with our findings

on the 2nd and 7th days. Calcium hydroxide, on the other hand, showed less antibacterial effect than the other two groups on the 1st and 3rd days and reported results in line with our findings. They found no statistically significant difference between the antibacterial effects of chlorhexidine gluconate gel and calcium hydroxide + chlorhexidine gluconate gel mixture on days 1 and 3. Unlike Lin et al. study, in our study, a statistically significant difference was found between the antibacterial effects of chlorhexidine gluconate gel and calcium hydroxide + chlorhexidine gluconate gel mixture.

Schafer and Bossmann examined the antibacterial effects of calcium hydroxide, 2% chlorhexidine gluconate solution and calcium hydroxide + chlorhexidine gluconate combination on *E.faecalis* for one week in their in-vitro study on 40 extracted human teeth in 2005.⁴¹ At the end of the 7th day, they found that 2% chlorhexidine gluconate had more antibacterial effect than calcium hydroxide and calcium hydroxide + chlorhexidine gluconate combination and reported that the difference was statistically significant. Although chlorhexidine gluconate was used as a solution in this study, the finding obtained is in parallel with our findings on the 7th day.

A study was conducted in 2008 to evaluate the efficacy of chlorhexidine gluconate gel, calcium hydroxide and their combination with iodoform and zinc oxide powder as intracanal pastes against persistent microorganisms and to measure the pH changes caused by these pastes.⁴² Antimicrobial activity was determined by agar diffusion method, which is the same method as in our study. Growth inhibition zones were measured immediately after the preparation of the pastes, after 24 hours and after 1 week. The largest average microbial inhibition zones were produced by 2% CHX gel, followed by $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + 2% CHX gel + iodoform, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + 2% CHX gel, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + 2% CHX gel + zinc oxide and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + water. The mean pH value of all medications except CHX gel (pH=7.0) remained above 12.0 throughout the experiment. The results of this study showed that all medications had antimicrobial activity, but the most effective against the tested microorganisms was 2% CHX gel, followed by its combination with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and iodoform. These results are in parallel with our study.

In a study on endo-periodontal lesions, chlorhexidine-

loaded calcium hydroxide pastes were used as intracanal medication.⁴³ These were prepared and tested on pathogens present in both the root canal and periodontal pocket. The 0.5% and 1% chlorhexidine-loaded paste reduced *Porphyromonas gingivalis* growth and was effective in eliminating or inhibiting *Enterococcus faecalis* biofilm. Chlorhexidine -loaded medicaments resulted in transradicular diffusion of active ingredients out of the tooth through the apex and lateral dentinal tubules, as indicated by Chlorhexidine release after 7 days and changes in pH and calcium concentrations. The results suggest that the root canal may serve as a reservoir for periodontal drug delivery and CHX-based calcium hydroxide medicaments may be an aid for the control of infection and inflammation in endo-periodontal lesions. The importance of this study for our study is that the calcium hydroxide medication loaded with chlorhexidine has been studied in vivo and has been successful against persistent pathogens in endoperio lesions.

Gomes et al. evaluated the efficacy of 2% chlorhexidine gluconate gel and calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) as intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis* injected into bovine maxillary incisors.⁴⁴ Chlorhexidine gel alone completely inhibited the growth of *E. faecalis* after 1, 2, 7 and 15 days. Calcium hydroxide allowed microbial growth at all experimental times. The combination of chlorhexidine and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ was effective after 1 and 2 days and showed 100% antibacterial effect; however, its antibacterial activity decreased between 7 and 15 days. They reported that 2% chlorhexidine gel alone was more effective than calcium hydroxide against *E. faecalis*, but its antibacterial activity depended on how long it remained in the root canal. Although the study methods are different from our study, it supports our study in terms of the successful antibacterial effect of chlorhexidine gluconate against *Enterococcus faecalis* in experimental times.

Conclusion

As a result of our study, it was determined that chlorhexidine gluconate gel showed statistically more antibacterial effect than other experimental materials in all time periods. The use of chlorhexidine gluconate, which is frequently used as an irrigation solution in the clinic, as an intra-canal drug in gel form when necessary,

or the production of a medicament containing its mixture with calcium hydroxide may increase the success rate in multi-session treatments and in stubborn infections. We believe that more in vivo and in-vitro studies should be done on this topic.

References

- Messer H, Chen R.S. (1984) The duration of effectiveness of root canal medicaments. *J End.* 10:240-5
- Barthel, C.R., Zimmer, S., West, G., Roulet J.F. (2000). Bacterial leakage in obturated root canals following the use of different intracanal medicaments. *End Dent Traumatol.*; 16:282-6
- Lambrianidis, T., Kosti, E., Boutsoukis, C., Mazinis, M. (2006) Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. *Int End J* 39:55-61.
- Abdulkader, A., Duguid, R., Saunders, E.M. (1996) The antimicrobial activity of endodontic sealers to anaerobic bacteria. *Int End J.* Jul; 29:280-3.
- Estrella, C., Bammann, L., Pecora, J.D. (2001) Two methods to evaluate the antimicrobial action of calcium hydroxide paste. *J Endod.* 27:720-3.
- Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U (1998) Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 85: 86-93.
- Nelson-Filho P, Leonardo M, Silva A, Assed S (2002) Radiographic evaluation of the effect of endotoxin (LPS) plus calcium hydroxide on apical and periapical tissues of dogs. *J Endod.* 28:694-6
- Orstavik D, Kerekes K, Molven O (1991) Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: pilot study. *Int End J* 24, 1-7
- Korzen H, Krakow, Green B (1974) Pulpal and periapical tissue responses in conventional and monoinfected gnotobiotic rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 37: 783-802
- Çalışkan A. (2006) Endodontide Tanı ve Tedaviler, Edition 1 Ankara: Nobel Kitabevi
- Metzler S, Montgomery S (1989) Effectiveness of ultrasonics and calcium hydroxide for the debridement of human mandibular molars. *J Endod.* 15:373-8
- Yang F, Rivera M, Walton E, Baumgardner R (1996) Canal debridement: effectiveness of sodium hypochlorite and calcium hydroxide as medicaments *J End.* Oct ;22:521-5
- Ohara P, Torabinejad M., Kettering D (1993) Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *End Dent Traumatol.* 9:95-100
- Siqueira R, Uzeda, M (1996) Desinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacterium. *J End.* 22,674-6
- Madhubala, M.M.; Srinivasan, N.; Ahamed, S. (2011) Comparative Evaluation of Propolis and Triantibiotic Mixture as an Intracanal Medicament against *Enterococcus Faecalis*. *J. Endod.*, 37, 1287-1289.
- Roças N., Siqueira, F., Santos R. (2004) Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J End* 30:315-20
- Alaçam T (2000). *Endodonti* Edition 2 Ankara: Barış Yayınları
- Chaves P, Molander A, Dahlen G (2004) Gram-positive rods prevailing in teeth with apical periodontitis undergoing root canal treatment. *Int End J* 37:579-87
- Figdor D, Davies JK, Sundqvist G. Starvation survival, growth and recovery of *Enterococcus faecalis* in human serum. *Oral Microbiol Immunol* 2003; 18: 234- 239.
- Prada I., Mico P, Giner T, Martines P, Collado N, Manzano A, (2019) Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review, *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 24 (3), 364-72.
- Whitchurch CB, Tolker-Nielsen T, Ragas PC, Mattick JS. Extracellular DNA required for bacterial biofilm formation. *Science* 2002; 295: 1487.
- Barnes AM, Ballering KS, Leibman RS, Wells CL, Dunny GM. *Enterococcus faecalis* produces abundant extracellular structures containing DNA in the absence of cell lysis during early biofilm formation. *mBio* 2012; 3: e00193-12.
- Thomas VC, Hiromasa Y, Harms N, Thurlow L, Tomich J, Hancock LE. A fratricidal mechanism is responsible for eDNA release and contributes to biofilm development of *Enterococcus faecalis*. *Mol Microbiol* 2009; 72: 1022-1036.
- Tennert C, Drews AM, Walther V, Altenburger MJ, Karygianni L, Wrbas KT et al. (2015) Ultrasonic activation and chemical modification of photosensitizers enhances the effects of photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* root-canal isolates. *Photodiagnosis Photodyn Ther*; 12: 244-251.
- Afkhami F, Karimi M, Bahador A, Ahmadi P, Pourhajibagher M, Chiniforush N. (2020) Evaluation of antimicrobial photodynamic therapy with toluidine blue against *Enterococcus faecalis*: Laser vs LED. *Photodiagnosis*

- Photodyn Ther; 32: 102036.
26. Haapasalo M, Orstavik D. (1987) In-vitro infection and disinfection of dentinal tubules. J Dent Res, 66: 1375-9.
27. Simon.T, Bhat S, Francis R (1995) Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 80: 459- 64.
28. Siquera R, Lopes P (1999) Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. Int End J, 32: 361-9
29. Çalt S, Serper A, Özçelik B, Dalat D (1999) pH changes and calcium ion diffusion from calcium hydroxide dressing materials through root dentin, J Endod. 25: 329-31.
30. Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. (1985) The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. End Dent Traumatol 1: 170-5.
31. Reit C, Dahlen G (1988) Decision making analysis of endodontic treatment strategies in teeth with apical periodontitis. Int End J 21, 291-9.
32. Sjogren U, Figdor D, SpanqbergL., Sunqvist G (1991) The antibacterial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. Int End J 24: 119-25.
33. Barbosa M, Goncalves B, Siquera R, Uzeda M (1997) Evaluation of the antibacterial activities of calcium hydroxide, chlorhexidine and camphorated paramonochlorophenol as intracanal medicament. A clinical and laboratory study. J End 23: 297-300.
34. Heling I, Steinberg D, Kenig S, Gavrilovich I, Sela N (1992) Efficiency of a sustained –release device containing chlorhexidine and calcium hydroxide in preventing secondary infection of dentinal tubules. Int End J 25, 20-4.
35. Siqueia R, Uzeda M (1997) Intracanal medicaments: evaluation of the antibacterial effects of chlorhexidine, metronidazole, and calcium hydroxide associated with three vehicles. J Endod. 23:167-9.
36. Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T (1998) Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. Int End J 31: 1–7.
37. Molander A, Reit C, Dahlen G (1999) The antimicrobial effect of calcium hydroxide in root canals pretreated with 5%iodine potassium iodide. End Dent Traumatol. 15: 205–209.
38. Stuart H, Schwartz A, Beeson J., Owatz B (2006) Enterococcus faecalis: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment J Endod. 32:93-8.
39. Almyroudy A., Mackenzie D, Mchugh S, Saunders P (2002) The effectiveness of various disinfectants used as endodontic intracanal medications: an in-vitro study. J End. Mar; 28:163-7.
40. Lin H, Mickel K., Chogle S (2003) Effectiveness of selected materials against Enterococcus faecalis: part 3. The antibacterial effect of calcium hydroxide and chlorhexidine on Enterococcus faecalis. J Endod. 29:565-6.
41. Schaffer E., Bossmann K (2005) Antimicrobial efficacy of chlorhexidine and two calcium hydroxide formulations against Enterococcus faecalis. J End 31:53-6
42. F. J. Souza-Filho et al. Antimicrobial Effect and pH of Chlorhexidine Gel and Calcium Hydroxide Alone and Associated with other Materials. Braz Dent J (2008) 19(1): 28-33
43. Kadiatou S, Charlene C , Mickaël M, Ilham M (2023) Therapeutic Potential of Chlorhexidine-Loaded Calcium Hydroxide-Based Intracanal Medications in Endo-Periodontal Lesions: An Ex Vivo and In-Vitro Study, Antibiotics 12(9), 1416
44. Gomes S, Souza,C, Ferraz, B Teixeira, A Zaia, L Valdrighi, F Souza-Filho. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against Enterococcus faecalis in bovine root dentine in-vitro. Comparative Study. Int Endod J. 2003 Apr;36(4):267-75



The Journal of Turkish Dental Research Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310 | Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1

Can ChatGPT-3.5 Be Used to Answer Questions Related to Pediatric Dentistry?

ChatGPT-3.5 Çocuk Diş Hekimliği Alanı ile İlgili Soruları Yanıtlamak İçin Kullanılabilir mi?

ChatGPT-3.5 and Pediatric Dentistry

Şeyma MUSTULOĞLU

Doç. Dr., Department of Paediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Mersin University, Mersin, Türkiye
dtseymaozturk@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9796-4348

Author contributions : Conceptualisation: Seyma Mustuloglu; Methodology: Seyma Mustuloglu; Formal analysis and investigation: Seyma Mustuloglu; Writing-original draft preparation: Seyma Mustuloglu; Writing-review and editing: Seyma Mustuloglu; Supervision: Seyma Mustuloglus.

Acknowledgements The authors wish to thank all participants for their invaluable contribution to this study.

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 09-07-2024

Kabul Tarihi / Accepted: 12-03-2025

Sayfa / Pages: 12-18

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Şeyma MUSTULOĞLU

DOI: <https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1513154>

Can ChatGPT-3.5 Be Used to Answer Questions Related to Pediatric Dentistry?

ChatGPT-3.5 Çocuk Diş Hekimliği Alanı ile İlgili Soruları Yanıtlamak İçin Kullanılabilir mi?

ABSTRACT

Aim: This study aimed to evaluate and compare the quality of chatGPT-3.5's responses to frequently asked and undergraduate education-related questions provided by chatGPT-3.5 in the field of pediatric dentistry.

Materials and Methods: Frequently asked questions by patients about procedures in pediatric dentistry and questions for educational purposes were generated to be asked on ChatGPT-3.5. The questions were divided into two categories consisting of 14 Patient Questions and 18 Educational Questions. Specific topics covered: Oral hygiene and preventive dentistry, patient management, dental trauma, restorative dentistry and pulp therapy, orthodontics, dental pathology and dental radiology. ChatGPT-3.5 answered these questions on April 15, 2024. Responses were scored on a 1 to 5 scale by pediatric dentists using a modified global quality scale. All statistical calculations were performed using IBM SPSS Statistics version 25.0.

Results: Responses were scored by 25 pediatric dentists. The mean score for responses to Patient Questions was 4.21 ± 0.53 , while the mean score for responses to Education Questions was 3.44 ± 0.71 . The difference in scores between the two question categories and the subgroups of the categories was found to be statistically significant ($p < 0.001$).

Conclusion: GPT-3.5 provided more reliable information on frequently asked questions by patients in pediatric dentistry than on undergraduate education-related questions. Beyond being used for clinicians, ChatGPT may be more appropriate for patients to obtain general information in the field of pediatric dentistry.

Anahtar Kelimeler: Artificial intelligence; Chatbot; Chatgpt; Pediatric dentistry.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada çocuk diş hekimliği alanı ile ilgili sık sorulan ve lisans eğitimi ile ilgili sorulara chatGPT-3.5'in sunduğu yanıtların kalitesinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Hastaların çocuk diş hekimliğindeki işlemlerle ilgili sıklıkla sorduğu sorular ve eğitim amaçlı sorular ChatGPT-3.5 üzerinden sorulmak üzere oluşturulmuştur. Sorular 14 Hasta Sorusu ve 18 Eğitim Sorusu olmak üzere iki kategoriye ayrıldı. Belirlenen spesifik konular: Ağız hijyeni ve koruyucu diş hekimliği, hasta yönetimi, diş travması, restoratif diş hekimliği ve pulpa tedavisi, ortodonti, diş patolojisi ve diş radyolojisi idi. ChatGPT-3.5, bu soruları 15 Nisan 2024'te yanıtladı. Yanıtlar, çocuk diş hekimleri tarafından modifiye edilmiş bir küresel kalite ölçeği kullanılarak 1 ile 5 arasında bir ölçekte puanlandı. Tüm istatistiksel hesaplamalar IBM SPSS Statistics sürüm 25.0 kullanılarak gerçekleştirildi.

Bulgular: Yanıtlar 25 pediatrik diş hekimi tarafından puanlandı. Hasta Sorularına verilen yanıtların ortalama puanı $4,21 \pm 0,53$ iken Eğitim Sorularına verilen yanıtların ortalama puanı $3,44 \pm 0,71$ idi. İki soru kategorisi ve kategorilerin alt grupları arasındaki puan farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$).

Sonuç: GPT-3.5, çocuk diş hekimliği hastalarında sıklıkla sorulan sorular hakkında lisans eğitimi ile ilgili sorulara göre daha güvenilir bilgi sağlamıştır. ChatGPT, klinisyenlerin kullanımı dışında, hastaların çocuk diş hekimliği alanında genel bilgi edinmeleri için daha uygun olabilir.

Keywords: Yapay zeka; Sohbet robotu; Chatgpt; Çocuk diş hekimliği.

Introduction

The use of an artificial intelligence (AI) program called ChatGPT-3.5, which creates text in response to written instructions over the web via OpenAI (San Francisco, CA, USA), has become widespread in recent years. Using natural language processing (NLP), ChatGPT-3.5 understands and interprets people's spoken language and predicts subsequent items from previous natural language texts to produce responses that resemble human responses. However, it has been noticed that there is a risk of giving wrong answers even to basic problems and that it has some limitations.¹

AI-based chatbots have great potential to provide relevant information to patients and to be used in health education. However, research on the application of ChatGPT-3.5 in dentistry is limited. So far, its performance in answering dental questions related to endodontics², surgery³, public health⁴, and pediatric dentistry⁵ has been evaluated. However, comprehensive studies on pediatric dentistry have not been conducted yet.

Answering parents' questions correctly in pediatric dentistry is of great importance in improving the oral health of children. Since it is not always possible for parents to consult pediatric dentists, revealing the advantages and disadvantages of artificial intelligence applications in pediatric dentistry can make important contributions to this issue. Therefore, this study aims to measure the frequently asked questions of patients and the quality of educational information about pediatric dentistry provided by ChatGPT-3.5 and evaluate the usability of the information generated, and the performance of chatGBT. The null hypothesis (H0) of this study is that there is no difference in the quality of responses to frequently asked questions in pediatric dentistry and undergraduate education questions provided by ChatGPT-3.5. The H1 hypothesis of this study is that ChatGPT-3.5 provides higher quality answers to frequently asked questions in pediatric dentistry than it does to undergraduate education questions.

Materials and Methods

2.1. Study design and participants

This cross-sectional study was reported according to the Strengthening the Reporting of Observational Studies

in Epidemiology (STROBE) guidelines.⁶ Informed consent was obtained from all participants. Ethics committee approval was not required as no patient data was used, and clinicians self-enrolled.

Common questions that patients typically ask about Pediatric Dentistry, as well as questions that could be utilized for training purposes, were identified to be posed to the artificial intelligence-based chatbot (ChatGPT-3.5). To create frequently asked pediatric dentistry questions, searches were conducted on Google ("Frequently Asked Questions About Pediatric Dentistry"). The search yielded 39 questions. A pediatric dentist with five years of experience then evaluated the questions for similarity and scientific aspects. As a result, six very recurring (some questions regarding dental caries and causative factors were similar) questions and three non-scientific questions (e.g., cost). were excluded from the study. Thirty two questions covering oral hygiene and preventive dentistry, patient management, dental trauma, restorative dentistry, orthodontics, dental pathology and dental radiology were obtained. These questions were categorized as Patient Questions and Training Questions (Table 1). Professional textbooks were used by the researcher (Ş.M.) to determine the questions about education and determine the correct answers to all questions. Questions arose covering topics such as oral hygiene and preventive dentistry, patient management, dental trauma and pulp therapy, restorative dentistry, orthodontics, dental pathology and dental radiology (Table 1).

ChatGPT-3.5 was accessed on April 15, 2024, with a new account opened for this study. The questions were manually written into a new chat window for each question. The questions asked, and responses provided by ChatGPT-3.5 were recorded in a Google Form to create an evaluation survey. Descriptive information about pediatric dentists, such as gender, age, professional experience and experiences with artificial intelligence, were also added to the survey. Finally, two questions were added to the survey about whether ChatGPT-3.5 could be used for patient information and whether it would be useful in undergraduate dentistry education. Experienced pediatric dentists were contacted via e-mail to evaluate the survey. To evaluate the survey, 70

experienced pediatric dentists with contact information were contacted via e-mail. 25 (%35) pediatric dentists responded to the e-mail. Pediatric dentists were asked to score the questions and answers in the survey between 1 (The answer is correct, and the content is comprehensive) and 5 (The answer and the entire content are incorrect or irrelevant.) using the modified version of the Global Quality Score (GQS).³ It is a 5-point scale (1–5) that measures the reliability, quality, and usefulness of responses. A score of 4 or 5 indicates high quality, a score of 3 indicates moderate quality, and a score of 1 or 2 indicates low quality.³

2.1. Statistical Analysis

All statistical calculations were performed using IBM SPSS Statistics version 25.0. The Shapiro-Wilk test and histograms were used to test the normality of data. Continuous data were presented as mean and standard deviation, while categorical data were presented as frequency and ratio. The chi-square or Fisher's exact test was used to evaluate the relationship for categorical variables. To compare the means of normally distributed data, a paired-samples t-test was used for dependent groups and an independent samples test was used for independent groups. A p-value of less than 0.05 was considered statistically significant.

3. Results

A set consisting of 14 questions frequently asked by patients and 18 questions within the scope of undergraduate dentistry education was asked to ChatGPT-3.5.

A total of 25 pediatric dentists agreed to participate in the study. Sixteen of the participants were female, and the mean age was 32.52. While 19 (76%) of the participants had no experience with artificial intelligence, 6 (24%)

had experience. Descriptive characteristics of pediatric dentists are presented in Table 2.

Table 3 evaluates the mean scores of answers to patient questions and answers to education-related questions according to the modified version of the GQS. While the mean score of the responses to patient questions was 4.21 ± 0.53 , the mean score of the responses to questions about education was 3.44 ± 0.71 . The difference between the two groups was statistically significant ($p < 0.001$).

Table 4 shows the results of evaluating the difference between the answers given according to categories. Accordingly, the mean scores of ChatGPT's answers to patient questions were significantly higher in all subgroups ($p < 0.001$).

Table 5 shows the ChatGPT-3.5 evaluation results of pediatric dentists. After the scoring, 10 (40%) of the participants stated that they would definitely use ChatGPT-3.5, while no participants said that they would absolutely not use it. In addition, while more than half of the participants thought that ChatGPT-3.5 would be useful if it was further developed in pediatric dentistry education, no participants thought that it was absolutely not useful.

4. Discussion

Today, artificial intelligence chat robots are used by individuals as easy-to-access, powerful information sources. The use of these chatbots in healthcare has the potential to increase patient satisfaction and reduce healthcare costs.⁷ However, it is extremely important to critically evaluate the information provided in the field of health and identify the inherent benefits, threats and shortcomings of these data sources.⁸ Using chatbots to answer frequently asked questions of patients in pediatric dentistry and questions that may be asked within the scope

Table I. Categories of patient questions and education questions regarding pediatric dentistry

	Patient questions	Education questions
Oral hygiene and preventive dentistry	5	2
Patient management	3	3
Dental trauma	1	2
Restorative dentistry and pulp therapy	3	6
Orthodontics	2	2
Dental pathology and dental radiology	0	3
Total	14	18

Table II. Demographic characteristics of the pediatric dentists who made the evaluation

	N(%)	Age, years			Professional experience years			Artificial intelligence experience		
		Mean	Standard deviation	p-value	Mean	Standard Deviation	p-value	Yes	No	p-value
Female	16 (64)	32.25	3.17	0,605*	6.63	3.36	0.605*	5	11	0.364**
Male	9(36)	33	3.87		7.44	4.39		1	8	
Total	25 (100)	32.52	3.38		6.92	3.69		6 (24)	19 (76)	

* Independent Samples Test. ** Fisher's Exact Test.

Table III. Evaluation of the difference between the answers given to patient questions and the answers given to education-related questions based on the modified version of the GQS

	N	Mean	Standard deviation	p-value
Answers to Patient Questions	25	4.21	0.53	.000
Answers to Educational Questions	25	3.44	0.71	

*paired-samples t-test

Table IV. Evaluating the difference between the answers to patient questions and the answers to education-related questions according to categories

	Answers to patient questions		Answers to educational questions		p-value
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	
Answers about oral hygiene and preventive dentistry	4.21	0.51	3.56	0.83	.000
Answers regarding patient management	4.3	0.63	3.48	0.85	.000
Answers about dental trauma	4,44	0, 82	3.46	0.94	.000
Answers about restorative dentistry and pulp therapy	4, 17	0, 75	3.64	0.64	.000
Answers about orthodontics	4,06	0,71	3.24	0.84	.000
Answers about dental pathology and dental radiology			3.05	0.80	

*paired-samples t-test

Table V. Pediatric dentists' evaluation results of ChatGPT-3.5

Would you consider using ChatGPT-3.5 to inform the patient?	N (%)
I will absolutely use	10 (40)
I can use it if it is developed further	10 (40)
I am undecided	5 (20)
I will absolutely not use it	0 (0)
Is the use of ChatGPT-3.5 useful in undergraduate education in pediatric dentistry?	
Absolutely useful	8 (32)
It could be useful if developed further.	14 (56)
I am undecided	3 (12)
Absolutely not helpful	0 (0)

of graduate education can provide a valuable resource for parents and students seeking information about dental conditions and potential care and treatment outcomes. This study aimed to evaluate the quality of ChatGPT-3.5's answers, an artificial intelligence-supported application, to questions in the field of pediatric dentistry. Therefore, the results of this study provide valuable information about the potential of artificial intelligence in improving the accuracy and efficiency of dental care.

A number of previous studies have evaluated the accuracy of the paid (4.0) and free versions (3.5) of ChatGPT when answering medical questions. In a study by Lee et al.⁹ on hyperlipidemia, ChatGPT-3.5 answered 69.33% of the questions correctly, while ChatGPT-4.0 answered 74.67% of the questions. Lechien et al.¹⁰ reported that the accuracy of ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4.0 in referencing articles published in the field of otolaryngology ranged from 47% to 60% and 73% to 87%, respectively. Additionally, Hirose et al.¹¹ reported that ChatGPT-3.5 creates differential diagnoses with high diagnostic accuracy in clinical cases with common complaints. Massey et al.¹² reported that orthopedic residents were able to answer more questions correctly on the Orthopedic Evaluation Exams than on ChatGPT-3.5 and GPT-4. Since ChatGPT version 4.0, which was released in March 2023, has advanced features but requires a monthly fee, the previous version (3.5), which is accessible to every segment of society, was used in this study.

There are a limited number of studies evaluating the performance of ChatGPT in dentistry. Suarez et al.¹³ found a high level of consistency (85%) in ChatGPT's answers to endodontics questions. Mohammad-Rahimi et al.² reported that GPT-3.5 provides more reliable information on endodontics-related topics than Google Bard and Bing. Balel³ reported that ChatGPT has significant potential as a patient information tool in oral and maxillofacial surgery but may not be safe to use in education. Rokhshad et al.⁵ reported on the accuracy and consistency of chatbots to clinicians for answering pediatric dentistry questions that ChatGPT4 had the highest accuracy among chatbots, with an accuracy rate of $77.8\% \pm 5.1\%$, but significantly lower accuracy than pediatric dentists (mean $\pm$ SD: $96.7\% \pm 4.3\%$). Özden

et al.¹⁴ revealed that ChatGPT 3.5 correctly answered 57.5% of questions regarding dental trauma intervention. In this study, it was observed that ChatGPT3.5 gave more accurate answers to the frequently asked questions of patients than to the questions asked about undergraduate education the H1 hypothesis of the study was accepted. Based on this, ChatGPT3.5 needs to be developed in order to be used as a useful resource in undergraduate education. Particularly with the development of GPT models based on academic databases, it can make a significant contribution to student education by providing access to higher quality and more reliable information in the field of pediatric dentistry. Rokhshad et al.⁵ found the ChatGPT3.5 response consistency to be questionable (Cronbach's alpha coefficient=0.69). Therefore, there is a need to further examine and improve the consistency of ChatGPT 3.5's answers at different times.

Chatbots can also be used for educational purposes, as they can improve dental students' clinical skills and assist with various aspects of patient care and communication.^{15,16,17} However, ChatGPT has limitations, such as it can only answer text-based questions and does not allow questions based on images to be processed. Additionally, short essay questions have limitations, such as not providing detailed information about clinical intervention and follow-up visits.¹⁷ In this study, ChatGPT3.5 provided significantly lower quality answers to patients' frequently asked questions in all education-related subgroups. Moreover, ChatGPT3.5 gave the highest quality answers regarding education to questions in the field of restorative dentistry and pulp therapy, while it gave the lowest quality answers in the field of dental pathology and dental radiology. Similarly, Mago et al.¹⁷ reported that ChatGPT3.5 only emphasizes the basic characteristic features of oral and maxillofacial pathologies and their radiographic findings and is not detail-oriented. Gilson et al.¹⁸ reported that ChatGPT3.5 was initially trained on a corpus with data processing from 2021 or earlier, so it does not have updated sources. Additionally, these sources are not always verifiable. It may not be a useful tool for dental health professionals regarding oral and maxillofacial pathologies and their radiographic features.

4.1. Limitations

This study has some limitations. First, the consistency of ChatGPT3 was not evaluated by asking questions at different times. Further studies are needed to investigate this important point. Secondly, only the answers given to open-ended questions were assessed. Yes/no, true/false type questions were not asked. However, open-ended questions may be more appropriate for revealing incomplete or incorrect answers. The last limitation is the use of a single version of artificial intelligence. Therefore, similar, multi-institutional studies need to be conducted on a larger scale and with a wider range of questions.

5. Conclusions

Within the confines of this study, ChatGPT may have significant potential as a patient information tool in pediatric dentistry, but caution should be exercised in its use in education. When using this technology, parents and students must be made aware of its inherent limitations and potential risks in terms of the accuracy and reliability of the information provided. In order for pediatric dentists to recommend ChatGPT as a valuable resource for patient and undergraduate education, scientifically validated, freely accessible datasets that pediatric dentists agree on need to be created.

References

1. Aggarwal A, Tam CC, Wu D, Li X, Qiao S. Artificial Intelligence-Based Chatbots for Promoting Health Behavioral Changes: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2023;25:e40789.
2. Mohammad-Rahimi H, Ourang SA, Pourhoseingholi MA, Dianat O, Dummer PMH, Nosrat A. Validity and reliability of artificial intelligence chatbots as public sources of information on endodontics. *Int Endod J*. 2024;57(3):305-314.
3. Balel Y. Can ChatGPT-3.5 be used in oral and maxillofacial surgery?. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2023;124(5):101471.
4. Tiwari A, Kumar A, Jain S, et al. Implications of ChatGPT-3.5 in Public Health Dentistry: A Systematic Review. *Cureus*. 2023;15(6):e40367.
5. Rokhshad R, Zhang P, Mohammad-Rahimi H, Pitchika V, Entezari N, Schwendicke F. Accuracy and consistency of chatbots versus clinicians for answering pediatric dentistry questions: A pilot study. *J Dent*. 2024;144:104938.
6. Xu L, Sanders L, Li K, Chow JCL. Chatbot for Health Care and Oncology Applications Using Artificial Intelligence and Machine Learning: Systematic Review. *JMIR Cancer*. 2021;7(4):e27850.
7. Dave T, Athaluri SA, Singh S. ChatGPT-3.5 in medicine: an overview of its applications, advantages, limitations, future prospects, and ethical considerations. *Front Artif Intell*. 2023;6:1169595.
8. Lee TJ, Rao AK, Campbell DJ, Radfar N, Dayal M, Khrais A. Evaluating ChatGPT-3.5 and ChatGPT-4.0 Responses on Hyperlipidemia for Patient Education. *Cureus*. 2024;16(5):e61067.
9. Lechien JR, Briganti G, Vaira LA. Accuracy of ChatGPT-3.5 and -4 in providing scientific references in otolaryngology-head and neck surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2024;281(4):2159-2165.
10. Hirose T, Harada Y, Yokose M, Sakamoto T, Kawamura R, Shimizu T. Diagnostic Accuracy of Differential-Diagnosis Lists Generated by Generative Pretrained Transformer 3 Chatbot for Clinical Vignettes with Common Chief Complaints: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(4):3378.
11. Massey PA, Montgomery C, Zhang AS. Comparison of ChatGPT-3.5, ChatGPT-4, and Orthopaedic Resident Performance on Orthopaedic Assessment Examinations. *J Am Acad Orthop Surg*. 2023;31(23):1173-1179.
12. Suárez A, Díaz-Flores García V, Algar J, Gómez Sánchez M, Llorente de Pedro M, Freire Y. Unveiling the ChatGPT phenomenon: Evaluating the consistency and accuracy of endodontic question answers. *Int Endod J*. 2024;57(1):108-113.
13. Ozden I, Gokyar M, Ozden ME, Sazak Ovecoglu H. Assessment of artificial intelligence applications in responding to dental trauma. *Dent Traumatol*. 2024 Dec;40(6):722-729. Epub 2024 May 14. PMID: 38742754.
14. Schwendicke F, Chaurasia A, Wiegand T, et al. Artificial intelligence for oral and dental healthcare: Core education curriculum. *J Dent*. 2023;128:104363.
15. Li R, Kumar A, Chen JH. How Chatbots and Large Language Model Artificial Intelligence Systems Will Reshape Modern Medicine: Fountain of Creativity or Pandora's Box?. *JAMA Intern Med*. 2023;183(6):596-597.
16. Ali K, Barhom N, Tamimi F, Duggal M. ChatGPT-A double-edged sword for healthcare education? Implications for assessments of dental students. *Eur J Dent Educ*. 2024;28(1):206-211.
17. Mago J, Sharma M. The Potential Usefulness of ChatGPT in Oral and Maxillofacial Radiology. *Cureus*. 2023;15(7):e42133.
18. Gilson, A., Safranek, C. W., Huang, T., Socrates, V., Chi, L., Taylor, R. A., & Chartash, D. (2023). How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination (USMLE)? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR medical education*, 9, e45312.



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310 | Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1

Maksiller Anterior Polidiastema Vakasının “Injection Moulding” Tekniği ile Estetik Rehabilitasyonu: Olgu Sunumu

Aesthetic Rehabilitation of Polydiastema of Maxillary Anterior Teeth Using Injection Moulding Technique: A Case Report

Polidiastema ve Injection Moulding Tekniği

Melek TAŞ ÇİNKİLİÇ¹, Ertan ERTAŞ², Fikret YILMAZ³

¹Arş. Gör., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı,
Samsun, Türkiye
melek.tas@omu.edu.tr
ORCID: 0009-0003-1894-0041

²Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı,
Samsun, Türkiye
ertaner@omu.edu.tr
ORCID: 0000-0001-7362-4576

³Doç.Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı,
Samsun, Türkiye
fikrety@omu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-9621-4788

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasını reddetmektedir.

Gaziantep Üniversitesi 1. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, 25-27 Ekim 2024, Gaziantep, Türkiye, Poster Sunumu

Yazar Katkı Oranları: (%50)¹- (%25)²- (%25)³

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Olgu Sunumu / Case Report

Geliş Tarihi / Received: 24-11-2024

Kabul Tarihi / Accepted: 19-02-2025

Sayfa / Pages: 19-24

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Melek TAŞ ÇİNKİLİÇ

DOI: <https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1591178>

Maksiller Anterior Polidiastema Vakasının “Injection Moulding” Tekniği ile Estetik Rehabilitasyonu: Olgu Sunumu

Aesthetic Rehabilitation of Polydiastema of Maxillary Anterior Teeth Using “Injection Moulding” Technique: A Case Report

ÖZET

Özellikle ön bölgede dişler arasındaki polidiastema estetiği bozan bir durumdur. Bu olgu sunumunda maksiller anterior polidiastema vakasının düşük maliyetli ve konservatif bir yaklaşım olan “Injection Moulding” tekniği ile rehabilitasyonu amaçlanmıştır.

23 yaşında, sistemik olarak sağlıklı erkek hasta, dişleri arasındaki boşluklar ve genel görünümü ile ilgili şikayetlerle kliniğimize başvurmuştur. Hastadan, ekstraoral ve intraoral muayenelerin ardından C tipi silikon ölçü materyali ile ölçü alınmıştır. Elde edilen model üzerinde wax-up çalışması yapılmıştır. Silikon indeks kullanılarak dişler injectable kompozit rezin (G-aenial Universal Injectable AO2) ile restore edilmiştir.

1 ve 3 aylık kontrollerinde restorasyonlarda herhangi bir problem veya renklenme görülmemiştir. Hasta estetik sonuçtan memnundur

Anahtar Kelimeler: Diastema; kompozit rezin; estetik

ABSTRACT

Polydiastema, especially in the front area, can cause esthetical problems for the patients. In this case report, the aim is to rehabilitate a case of maxillary anterior polydiastema with the “Injection Molding” technique, which is a low-cost and conservative approach.

A 23-year-old systemically healthy male patient referred to our clinic with complaints about gaps between his teeth and their overall appearance. After extraoral and intraoral examinations, a C-type silicone impression was taken from the patient. A wax up was performed on the obtained model. The teeth were restored with injectable composite resin (G-aenial Universal Injectable AO2) using a silicone index.

No problems or discoloration were observed in the restorations at the 1 and 3 month controls of the patient. The patient is satisfied with the aesthetic result.

Keywords: Diastema; composite resin; aesthetic

Giriş

Anterior bölgede görülen diastemalar en yaygın estetik sorunlardan biridir ve genellikle çekici olmayan bir gülümsemeye neden olur.¹ Etiyolojileri tanımlandıktan sonra, cerrahi, ortodonti veya restoratif prosedürler ile farklı tedaviler yapılabilir.² Ortodontik tedaviler sıklıkla endikedir, ancak bazı hastalarda ortodontik tedavi sonrası bile diş oranlarındaki farklılıklar nedeniyle diastemalar kalır. Ayrıca ortodontik tedavilerin pahalı ve zaman alıcı olması, çoğunlukla yetişkin hastaların braket yerleştirilmesini kabul etmemesi dezavantajdır.^{3,4}

Anterior diastemalar için restoratif tedaviler hem direkt hem de indirekt yöntemleri içermektedir.⁵ Kompozit rezinlerle direkt restorasyon, kompozit veya seramik veneerler veya tam kuronlar diastemaları kapatmak için kullanılabilir.⁶ İndirekt restorasyonlar, özellikle seramik kuronlar, uzun ömürlü olmaları nedeniyle diastema kapatmada yaygın olarak kullanılmıştır.⁷ Ancak ek bir diş preparasyonu gerektirebilirler.⁸ Geleneksel direkt restorasyonlar önceden belirlenmiş diş şekilleri veya konturları kullanılarak yapılmaz, bu da prosedürü operatöre bağımlı ve daha az öngörülebilir hale getirir. Birden fazla anterior restorasyon ise veya bir gülüş tasarımı gerektiğinde, klinisyenler tarafından indirekt restorasyonlar tercih edilir. Ancak, bu restorasyonların üretimini genellikle bir diş teknisyeni devralır ve bu da tedavi süresini ve maliyetleri artırır.⁹ İndirekt restorasyonlarla karşılaştırıldığında, çoğunlukla direkt kompozit restorasyonlar daha az invazivdir ve onarımı daha kolaydır.⁸ Mükemmel estetik sonuç, uzun klinik ömür ve düşük maliyetle geri dönüşümlü tedaviye olanak tanır.⁶

Modern diş hekimliğinde silikon indeksler, planlama aşamasından diş hazırlığına ve son aşamalara kadar restoratif prosedürler için son derece faydalıdır. Enjekte edilebilir kompozit rezin tekniği, tanısal bir wax-up'ın kompozit restorasyonlara doğru ve öngörülebilir bir şekilde dönüştürülmesi için şeffaf bir silikon indeks kullanan direkt/indirekt bir yöntemdir. Daimî restorasyonlar için ve zaman içinde oklüzal parametrelerdeki değişiklikleri değerlendirmek için geçiş restorasyonları olarak kullanılabilir. Ayrıca, yeni dikey boyutlar oluşturmak, kırık veya aşınmış dişleri restore etmek ve geçici restorasyonlar üretmek için kullanılabilir.¹⁰⁻¹² Akışkan kompozitler, kıvrımları nedeniyle bu teknikte kullanım için geleneksel

kompozitlere tercih edilir, çünkü indeks üzerinde bir baskıya ihtiyaç duymadan silikon indeksin içerisini doldurabilirler. Sonuç olarak, indeks deformasyonu ve tatmin edici olmayan sonuçlar gibi sorunlar ortadan kalkar.¹³

Bu olgu sunumunda maksiller anterior polidiastema vakasının düşük maliyetli ve konservatif bir yaklaşım olan "Injection Moulding" tekniği ile rehabilitasyonu amaçlanmıştır.

Birey ve Yöntem

23 yaşında, sigara kullanmayan, sistemik olarak sağlıklı erkek hasta, dişleri arasındaki boşluklar ve genel görünümü ile ilgili şikayetlerle kliniğimize başvurmuştur. Hastadan işlem öncesi, tedavi ve fotoğraf kaydı için aydınlatılmış onam alınmıştır. Hastanın ekstraoral ve intraoral muayenesi yapılmıştır. (Resim 1, Resim 2) Muayene sonrası hasta periodontoloji kliniğine yönlendirilmiştir. Oral hijyenin sağlanmasının ardından hastadan C tipi silikon ölçü materyali ile ölçü alınmıştır. Elde edilen alçı model üzerinde 13-23 numaralı dişler dahil olmak üzere 6 diş için wax-up çalışması yapılmıştır ve Exaclear (GC, Japonya) ile silikon indeks hazırlanmıştır. (Resim 4) Buton tekniği kullanılarak renk seçimi yapılmıştır. AO2 rengi uygun bulunmuştur. (Resim 3)



Resim 1. Ağzıçi görünüm



Resim 2. Ağzıçi görünüm



Resim 3. Ağız içi görünüm button tekniği ile renk seçimi



Resim 5. Ortofosforik asit etching



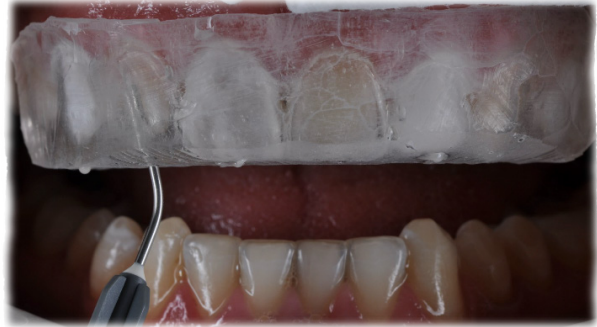
Resim 4. Alçı model üzerinde wax-up



Resim 6. Bağlayıcı uygulaması

İşlem öncesi pamuk rulolar ve ekartör yardımıyla izolasyon sağlanmıştır. Komşu dişler, akışkan kompozitin taşmaması için teflon bant ile izole edilmiştir. Dişler %37 ortofosforik asit jel (K-ETCHANT Syringe, Kuraray, Tokyo, Japonya) ile 30 saniye pürüzlendirilmiş ve ardından su ile durulanmıştır. (Resim 5) Dişler hava ile kurutulduktan sonra 20 saniye boyunca adeziv rezin (G-Premio Bond, GC, Japonya) uygulanmıştır. (Resim 6) Silikon indekste dişlerin insizal kenarlarına akışkan kompozitin enjekte edileceği boşluklar açılmıştır. Şeffaf silikon indeks doğru intraoral pozisyona yerleştirilmiştir. Akışkan kompozitin uç kısmı indekste açılan boşluklara yerleştirilmiş ve enjeksiyon sırasında şırınga ucu servikal yöne doğru itilmiştir. (Resim 7) Kompozit (G-aenial Universal Injectable AO2) enjekte edilirken, restorasyon içinde kabarcık oluşumunu önlemek için ucu kompozite gömülü tutarak şırınga ucu yavaşça geri çekilmiştir. Materyal polimerize olurken, indeksin dişeti bölgesine hafif basınç uygulanmış, böylece optimum sızdırmazlık sağlanmıştır. Kompozit artıkları interproksimal bantlar ve diskler kullanılarak temizlenmiştir. Polisaj işlemi spiral polisaj lastikleri ve polisaj patı kullanılarak tamamlanmıştır. Restorasyon kenarları supragingival pozisyonundadır. (Resim 8) Diş ipi kullanılarak interproksimal kontak noktaları kontrol edilmiştir. Hastaya oral hijyen konusunda önerilerde bulunulmuştur.

Direkt kompozit rezin restorasyonlar, çeşitli vakalarda protetik ve ortodontik tedaviye alternatif olarak düşünülebilmektedir. Hastanın 1 ve 3 aylık kontrollerinde



Resim 7. Akışkan kompozit enjeksiyonu



Resim 8. Bitim

restorasyonlarda renklenme veya herhangi bir olumsuzluk gözlenmemiştir. (Resim 9,10,11,12) Hasta estetik sonuçtan memnundur.

Tartışma

Estetik kaygılar, bireylerin diş tedavilerine yönelmesinde temel motivasyon olarak öne çıkmaktadır.¹⁴ Bu vaka raporu, Injection Moulding tekniğinin, iyi bir gülüş estetiği elde etme konusundaki etkinliğini ortaya koymaktadır.



Resim 9. 1 Aylık Kontrol



Resim 10. 1 Aylık Kontrol



Resim 11. 1 Aylık Kontrol



Resim 12. 3 Aylık Kontrol

Günümüzde, anterior dişlerin estetiğini geri kazandırmak ve en üst düzeye çıkarmak için çeşitli minimal invaziv tedavi seçenekleri mevcuttur.¹⁵ Direkt kompozit rezinler kullanılarak yapılan restorasyonlar, zaman ve maliyet kısıtlamaları nedeniyle ortodontik tedavi seçeneklerine başvurulamayan durumlarda güçlü bir alterna-

tif sunmaktadır.¹⁴ Direkt kompozit rezin restorasyonlar, minimal invaziv veya noninvaziv yaklaşımlar oldukları için ön dişlerdeki estetik sorunlar için makul tedavi seçenekleridir.^{16,17}

Geleneksel olarak, porselen restorasyonlar, anterior dişlerdeki çapraşıklıkları düzeltmek için ortodontik tedaviye alternatiftir.¹⁸ İyi bir estetik sağlamasına rağmen bu indirekt restorasyonlar, direkt restorasyonlara kıyasla daha invaziv, zaman alıcı ve maliyetlidir. Ayrıca, diş preparasyonunu içeren indirekt restorasyonlar önemli miktarda dentini açığa çıkarabilir ve bu da restorasyon tekniklerinin dikkatli bir şekilde seçilmesini gerektirir.¹⁹

Akışkan kompozitlerin mekanik özellikleri, mukavemeti, aşınma direnci, cilalanabilirliği, yarı saydamlığı ve diğer nitelikleri son yıllarda önemli ölçüde iyileşmiştir.²⁰ Akışkan kompozitler zamanla önemli ölçüde ilerlemiş, üstün yerleştirme nitelikleri ve marjinal adaptasyon sergilemiş, çeşitli substratlar üzerindeki olağanüstü ıslanabilirlikleri nedeniyle boşlukları azaltmıştır. Azaltılmış elastik modülleri ve stres tamponlama kapasiteleri, geleneksel kompozitlere göre üstünlüklerini daha da artırmıştır.²¹ Akışkan kompozit, mükemmel kıvamı, geleneksel kompozitlere kıyasla gelişmiş fiziksel nitelikleri ve iyi marjinal adaptasyonu nedeniyle injectable kompozit rezin teknolojisi için tercih edilen materyaldir.^{22,23}

Kompozit enjeksiyon tekniği, şeffaf indekxin laboratuvar üretim süreci nedeniyle birden fazla hasta ziyareti gerektirse de, zorlayıcı ve zaman alıcı olabilen free-hand direkt kompozit restorasyonlara kıyasla uygulamayı basitleştirir ve kolaylaştırır.²⁴ Bu yaklaşım sadece minimal invaziv ve zaman kazandırıcı olmakla kalmaz, aynı zamanda indirekt bonding yöntemlerine kıyasla dentine üstün bağlanma dayanımı sunar.^{13,24-26}

İyi bir estetik sonuç sağlaması, uygulama kolaylığı ve non-invaziv bir yöntem olması nedeniyle İnjection Moulding tekniği anterior bölgede görülen diastemaların tedavisinde başarı ile kullanılabilir.

Kaynaklar

1. Kerosuo H, Hausen H, Laine T, Shaw WC. The influence of incisal malocclusion on the social attractiveness of young adults in Finland. *Eur J Orthod*. 1995;17(6):505-12.
2. Romero MF, Babb CS, Brenes C, Haddock FJ. A multidisciplinary approach to the management of a maxillary midline diastema: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2018;119(4):502-5.
3. Saratti CM, Krejci I, Rocca GT. Multiple diastema closure in periodontally compromised teeth: How to achieve an enamel-like emergence profile. *The journal of prosthetic dentistry*. 2016;116(5):642-6.
4. Kabbach W, Sampaio CS, Hirata R. Diastema closures: A novel technique to ensure dental proportion. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(4):275-80.
5. Shui Y, Wu J, Luo T, Sun M, Yu H. Three dimensionally printed template with an interproximal isolation design guide consecutive closure of multiple diastema with injectable resin composite. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2024;36(10):1381-7.
6. Milian R, Lefrançois E, Radzikowski A, Morice S, Desclos-Theveniau M. Pre-orthodontic restorative treatment of microdontia diastema teeth using composite injection technique with a digital workflow-Case report. *Heliyon*. 2023;9(5):e15843.
7. Chen CT, Yang B, Yin YX, Wang XD, Zhao K. Maxillary midline diastema closure with sectional feldspathic porcelain veneers: A case series followed 1 to 4 years. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2023;35(7):1022-9.
8. Araujo E, Perdigão J. Anterior Veneer Restorations-An Evidence-based Minimal-Intervention Perspective. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2021;23(2).
9. Coachman C, De Arbeloa L, Mahn G, Sulaiman TA, Mahn E. An Improved Direct Injection Technique With Flowable Composites. A Digital Workflow Case Report. *Operative Dentistry*. 2020;45(3):235-42.
10. Terry DA, Powers JM. A predictable resin composite injection technique, Part I. *Dent Today*. 2014;33(4):96, 8-101.
11. Terry DA, Powers JM, Mehta D, Babu V. A predictable resin composite injection technique, part 2. *Dent Today*. 2014;33(8):12.
12. Ammannato R, Ferraris F, Marchesi G. The “index technique” in worn dentition: a new and conservative approach. *Int J Esthet Dent*. 2015;10(1):68-99.
13. Geštakovski D. The injectable composite resin technique: minimally invasive reconstruction of esthetics and function. Clinical case report with 2-year follow-up. *Quintessence international* (Berlin, Germany : 1985). 2019;50:712-9.
14. Burke FJ, Kelleher MG, Wilson N, Bishop K. Introducing the concept of pragmatic esthetics, with special reference to the treatment of tooth wear. *J Esthet Restor Dent*. 2011;23(5):277-93.
15. Qualtrough A, Burke F. A look at dental esthetics. *Quintessence international*. 1994;25(1).
16. Demirci M, Tuncer S, Öztaş E, Tekçe N, Uysal Ö. A 4-year clinical evaluation of direct composite build-ups for space closure after orthodontic treatment. *Clin Oral Investig*. 2015;19(9):2187-99.
17. Frese C, Schiller P, Staehle HJ, Wolff D. Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite buildups: a 5-year follow-up. *Journal of dentistry*. 2013;41(11):979-85.
18. Türkaslan S, Ulusoy KU. Esthetic rehabilitation of crowded maxillary anterior teeth utilizing ceramic veneers: a case report. *Cases journal*. 2009;2:1-5.
19. Muslimah DF, Hasegawa Y, Antonin T, Richard F, Hosaka K. Composite Injection Technique With a Digital Workflow: A Pragmatic Approach for a Protruding Central Incisor Restoration. *Cureus*. 2024;16(4):e58712.
20. Baroudi K, Rodrigues JC. Flowable resin composites: a systematic review and clinical considerations. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2015;9(6):ZE18.
21. Rathod P, Patel A, Mankar N, Chandak M, Ikhar A. Enhancing Aesthetics and Functionality of the Teeth Using Injectable Composite Resin Technique. *Cureus*. 2024;16(5):e59974.
22. Boruziniat A, Gharraee S, Shirazi AS, Majidinia S, Vatanpour M. Evaluation of the efficacy of flowable composite as lining material on microleakage of composite resin restorations: A systematic review and meta-analysis. *Quintessence international*. 2016;47(2).
23. Boeckler A, Schaller H-G, Gernhardt CR. A prospective, double-blind, randomized clinical trial of a one-step, self-etch adhesive with and without an intermediary layer of a flowable composite: a 2-year evaluation. *Quintessence International*. 2012;43(4).
24. Kouri V, Moldovani D, Papazoglou E. Accuracy of direct composite veneers via injectable resin composite and

silicone matrices in comparison to diagnostic wax-up. Journal of Functional Biomaterials. 2023;14(1):32.

25. Akehashi S, Takahashi R, Nikaido T, Burrow MF, Tagami J. Enhancement of dentin bond strength of resin cement using new resin coating materials. Dental materials journal. 2019;38(6):955-62.
26. Okuda M, Nikaido T, Maruoka R, Foxton RM, Tagami J. Microtensile bond strengths to cavity floor dentin in indirect composite restorations using resin coating. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2007;19(1):38-46.



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310 | Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1

Büyük Azı Keser Hipomineralizasyonu

Molar Incisor Hypomineralization

Molar İnsizör Hipomineralizasyonu

Melike ERDEM¹, Işıl SÖNMEZ²

¹Doktora Öğrencisi, Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı
Aydın/Türkiye
dtmelikerdem@gmail.com
ORCID: 0009-0008-8267-9390

²Prof. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Aydın/Türkiye
isilsonmez@adu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-3530-0244

Yazar Katkı Oranları: (%75)¹- (%25)²

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Derleme / Review

Geliş Tarihi / Received: 15-10-2023

Kabul Tarihi / Accepted: 19-07-2024

Sayfa / Pages: 25-36

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Melike ERDEM

DOI: <https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1360555>

Büyük Azı Keser Hipomineralizasyonu

Molar Incisor Hypomineralization

ÖZET

Büyük azı keser hipomineralizasyonu (BAKH) sıklıkla etkilenen kesici dişlerle ilişkili bir ila dört birinci azı dişinin sistemik kaynaklı hipomineralizasyonu şeklinde tanımlanmıştır. Hem çevresel hem de genetik bileşenleri içeren karmaşık bir etiyolojiye sahiptir. BAKH'ın diş hekimleri tarafından teşhis edilebilmesi ve uygun tedavi yaklaşımının bilinmesi önemlidir. Bu derlemede BAKH prevalansı, etiyolojisi, teşhis kriterleri, sınıflandırılması, ayırıcı tanısı ve tedavi yaklaşımları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diş Minesi Hipoplazisi; Etiyoloji; Prevalans

ABSTRACT

Molar incisor hypomineralization (MIH) is defined as the systemic hypomineralization of one to four first molars, often associated with the affected incisors. MIH has a complex etiology that includes both genetic and environmental components. It is crucial for MIH to be diagnosed by dentist and it is important for dentists to know the appropriate treatment approach. In this comprehensive study, the prevalence, etiology, diagnostic criteria, classification, differential diagnosis and treatment approaches of MIH were examined.

Keywords: Dental Enamel Hypoplasia; Etiology; Prevalence

Giriş

Büyük azı keser hipomineralizasyonu (BAKH) dünya çapında çok sayıda kişiyi etkileyen bir ağız sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Çocuğun genel sağlığını ve yaşam kalitesini etkileyebilir ve tedavisi genellikle hem hasta hem de klinisyen için zordur. Bu derlemede BAKH etiyojisi, prevalansı, teşhis kriterleri ve sınıflandırılmasına değinilmiştir ve hastanın bireysel ihtiyacına göre yapılabilecek tedavi seçenekleri sunulmuştur.¹

BAKH ilk kez 2001’de, sıklıkla sürekli kesici dişlerin de dahil olduğu, en az bir veya daha fazla sürekli birinci büyük azı dişinin etkilendiği bir durum olarak tanımlanmıştır.¹ BAKH’tan etkilenen dişlerde mineral yoğunluğu %20 daha azdır. Protein içeriği ise bu dişlerde daha yüksektir ve kahverengi lezyonlarda beyaz lezyonlara göre daha fazla protein bulunmaktadır.^{2,3,4}

İkinci süt azı dişlerinin ve birinci daimi azı dişlerinin mineralizasyon periyotları örtüştüğü için ortaya çıkan risk faktörleri bu dişleri aynı anda etkileyebilir. Süt dişlerinde BAKH benzeri hipomineralize lezyonlar en sık süt ikinci molar dişlerde görülmektedir. Bu durum süt ikinci azı hipomineralizasyonu (HSPM) adıyla bilinmektedir.⁵

Prevalans

Günümüzde BAKH prevalansı ile ilgili bol miktarda veri mevcuttur. Yapılan çalışmalarda BAKH prevalansının %2,8 ila %44 arasında değiştiği gösterilmiştir.⁶ 2017 yılında bir meta-analizde, global prevalansın %14,2 olduğu bildirilmiştir. BAKH prevalansı Avrupa’da %14 ve Asya’da %13 olarak bulunmuştur.⁷ Hindistanda yapılan bir çalışmada prevalans %0,48, Hong Kong’da yapılan başka bir çalışmada %2,8, Norverçte yapılan bir başka çalışmada ise %13,8 bulunmuştur.^{8,9} Ülkemizde ise İstanbul’da yapılan bir çalışmada bu oran %9.1-14.9; 2013 yılında Ankara’da yapılan çalışmada %7,7; 2019 yılında İzmir’de yapılan başka bir çalışmada ise %11,5 olarak bulunmuştur.^{10,11,12} BAKH görülme sıklığındaki bu farkın yapılan araştırmalarda kullanılan indeks, kriter, metot ve yaş gruplarının değişikliğinden kaynaklanabileceği gibi ülkelerin sahip olduğu sağlık sistemleri ve toplumların sosyoekonomik durumlarının farklılığından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir.^{13,14} Bir çalışmada BAKH prevalansının yaşa bağlı olduğu ve 10 yaşın altındaki çocuklarda daha yüksek oranda görüldüğü rapor edilmiştir.⁷ Başka bir çalışmada ise BAKH prevalansının 8-9 yaş

arası çocuklarda daha yüksek olduğu ve sosyoekonomik durumu düşük olan ailelerde daha fazla görüldüğü bildirilmiştir.¹⁵ Prevalansı etkileyebilecek başka bir faktör ise muayene zamanıdır. Çok erken yapılırsa bazı dişler ağızda bulunmayacağı için; çok geç gerçekleşirse de diş çürüğü ya da çiğneme kuvvetlerinden kaynaklı hipomineralizasyon maskelenebileceği için prevalans yanlış tahmin edilebilir. Bu sebeple BAKH tespiti için ideal yaş 8, HSPM için ise ideal yaş 5 olarak belirtilmiştir.¹⁶

Etiyoloji

BAKH ile ilişkili çok sayıda etiyojistik faktör bildirilmiştir. Bu faktörler prenatal, perinatal, postnatal dönemler ve genetik faktörlere göre ayrılmaktadır.^{17,18} Çoğu çalışma, faktörlerin bir kombinasyonunun ameloblastları etkileyebileceğini ve bunun da BAKH’a yol açan anormal mine oluşumuyla sonuçlanabileceğini düşündürmektedir.⁶

Annenin hamileliği döneminde geçirdiği hastalıklarla çocukta BAKH görülmesi arasında ilişki olup olmadığına dair farklı görüşler mevcuttur. 2022’de yapılan bir meta-analizde eklampsi, preeklampsi, annenin sigara içmesi, gebelik sırasında ilaç kullanması, gestasyonel hipertansiyon, gestasyonel diyabet ve maternal renal hastalık ile BAKH arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Mevcut meta-analizde yalnızca ‘anne hastalıkları’ terimi BAKH ile ilişkilendirilmiştir. Dahil edilen çalışmaların hiçbirisi anne hastalıklarının türünü belirtmemiştir.¹⁹ Başka bir çalışmada BAKH görülen çocukların %25’inin annelerinin hamilelik sırasında düşük riski geçirdiği ve %23’ünün anemi öyküsü olduğu belirtilmiştir. 2016 yılında yapılan bir çalışmada, BAKH oluşumu ile annenin okul eğitimi veya sosyoekonomik göstergeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir.^{20,21} Başka bir çalışmada, annenin hamileliği sırasında düzenli olarak sigara içmesi ya da yaşamın ilk yılında evde bir kişinin düzenli olarak sigara içmesinin BAKH ile ilişkili olmadığı belirtilmiştir. BAKH ile prenatal dönemde annenin yaşadığı psikolojik stresin araştırıldığı bir çalışmada ise anlamlı bir ilişki olduğu ifade edilmiştir.^{14,22}

Perinatal dönem 21. gebelik haftası ve doğumdan sonraki ilk dört haftayı içine alan bir dönemdir. 2022’de Garot ve arkadaşları perinatal hipoksi, sezeryan ve prematür doğumun BAKH geliştirme olasılığını yüksek

bildirmişlerdir. Bir çalışmada sezaryan doğumun BAKH olasılığını 2 kat arttırdığı, sezaryen doğuma karar verilmesine neden olan maternal tıbbi koşulların da sezaryen ile BAKH arasındaki pozitif ilişkiye neden olabileceği bildirilmiştir.¹⁹ Çok düşük doğum ağırlığına sahip erken doğan bebekler için daimi kesici dişlerinde ve daimi birinci molar dişlerinde mine opasitesi görülme oranının zamanında doğan bebeklere kıyasla anlamlı derecede fazla olduğu; ancak bu durumun hipomineralizasyon görülme oranını etkilemediği bildirilmiştir.²³

Postnatal faktörlerden kızamık, idrar yolu enfeksiyonu, orta kulak iltihabı, mide rahatsızlıkları, bronşit, böbrek hastalıkları, pnömoni ve astım BAKH ile ilişkili bulunmuştur. Çocukluk çağı hastalıklarının bir sonucu olarak değerlendirilebilecek ateş ve antibiyotik kullanımı da BAKH ile ilişkilendirilmiştir. Buna karşılık, kızamıkçık, sinüzit, sarılık, rinit, yetersiz beslenme, boğaz enfeksiyonları ve alerjiler BAKH ile anlamlı bir şekilde ilişkili bulunmamıştır.¹⁹ Wuollet ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, akut orta kulak iltihabı ataklarından muzdarip çocukların BAKH için 2,28 kat daha fazla risk taşıdığını göstermişlerdir. Ayrıca orta kulak iltihabının yaşamın ilk yılı içindeki her ekstra atağının BAKH riskini %42, ilk üç yılı içindeki her atağın ise BAKH riskini %19 arttırdığını bildirmişlerdir.¹⁴ Bir çalışmada ilk 6 aya kadar veya 12 aya kadar emzirilen çocukların, 2 yıldan fazla emzirilen çocuklara kıyasla BAKH görülme olasılığının daha yüksek olduğunu ve 6 ay boyunca emzirilen çocuklarda BAKH olasılığının, 12 ay boyunca emzirilen çocuklardan 3 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir ve emzirme süresinin mineralizasyon kusurları için bir risk faktörü olabileceği gösterilmiştir.²² 2016'da Mishra ve arkadaşları A vitamini eksikliğinin ameloblastların salgı yeteneklerini azaltarak hipomineralize mine oluşumuna neden olacağını bildirmişler ve BAKH ile ilişkilendirmişlerdir.²⁴ Bakes ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada tükürüğün protein içeriğinin BAKH ile bağlantılı olabileceği düşünülmüştür ve 6-14 yaş arası 5 BAKH'lı çocuk ve 5 BAKH'tan etkilenmemiş çocuk çalışmaya dahil edilmiştir. 618 tükürük proteini arasından 88 protein sadece BAKH'tan etkilenmiş çocukta, 16 protein ise sadece BAKH'tan etkilenmemiş çocukta saptanmıştır. BAKH 'tan etkilenen çocuklardaki tükürük proteinlerinin katabolik bir ortam oluşturarak BAKH oluşumunda

etkili olabileceği belirtilmiştir.²⁵

2016 yılında yapılan aile temelli genetik ilişkilendirme çalışmasında amelogeneze ile ilgili genlerdeki varyasyonların BAKH gelişimine yakınlıkla ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. 21 gende tek nükleotit polimorfizmi (SPN) araştırılmıştır ve FAM83H, AMBN, BMP 2-4-7, ENAM, MMP20, DLX3, FGFR1 ve AMELX SPN'ler için önemli sonuçlar elde edilmiştir.²⁶ 2019 yılında yapılan bir başka çalışmada dönüştürücü büyüme faktörü alfa (TGFA) rs930655 ile BAKH arasında potansiyel bir ilişki olduğu belirtilmiştir.²⁷ Türkiye ve Brezilya'da ortak olarak yapılan çalışmada, mine oluşum genlerindeki genetik varyasyonun BAKH ile ilişkili olup olmadığı incelenmiştir. Her iki kohortta da AMBN geni BAKH ile ilişkili bulunmuştur. Türk popülasyonunda BAKH şiddeti dikkate alındığında, TUFT1 rs4970957 ve rs3790506, ENAM rs3796704 ve TFIP11 rs5997096 SNP'ler için alel ve genotip frekansları açısından anlamlı ilişkiler bildirilmiştir.²⁸ Başka bir çalışmada ise IRF6 ve TGFA genleri BAKH ile ilişkilendirilmiştir. Bu çalışma aynı zamanda 3 yaş civarında çocuğun ilaç kullanmasının BAKH ile ilişkili genlerde varyasyonlara neden olabileceğini bildirmektedir.²⁹

Teşhis Kriterleri

BAKH hipomineralize mine kusurlarından, hafif opasitelerden, beyazımsı veya sarımsı renk değişikliğinden, hızla parçalanana ciddi mine tutulumuna kadar değişen görüntülerde olabilmektedir. Bir hastaya BAKH teşhisi konulabilmesi için, kesici dişler dahil olsun veya olmasın en az bir birinci daimi azı dişinin etkilenmiş olması gerekir. Ancak hastada sadece kesici dişleri etkileyen opasite varsa bu durum BAKH değildir.³⁰

Muayenede aletler ve diğer gerekli materyaller, muayeneyi yapan kişinin ve asistanın kolayca erişebileceği bir masa üzerine yerleştirilir. Koruyucu gözlükler ve tek kullanımlık eldivenler dahil olmak üzere standart enfeksiyon kontrol protokolüne uymalıdır. Dental ışık kaynağına sahip bir koltukta ya da hasta sandalye üzerinde başı 45 derece açıda olacak şekilde oturtulur. Muayene öncesinde dişler fırçalanmalıdır. Dişler hava ile kurutulmadan ıslakken muayene yapılmalıdır. Diş yüzeyleri kontrol edilirken yuvarlat uçlu bir alet kullanılarak diş zarar verilmemesi gerekmektedir. Sekiz yaş muayene için en iyi zaman olarak kabul edilir. Bu yaşta, çoğu çocukta, kesici

dişlerin çoğu ve 4 kalıcı azı dişinin tamamı sürer. Muayene edilecek en uygun dişler 4 birinci büyük azı ve 8 kalıcı kesici dişlerdir. Çocuklar daha işbirlikçi hale geldiklerinden ve ikinci süt azı dişleri sürmüş olacağı için HSPM'nin tanısını koymak için en uygun zaman ise 5 yaşıdır.³¹

EAPD, BAKH ile ilgili prevalans verilerinin eksikliğini tartışmak ve tanı kriterleri oluşturmak amacıyla Mart 2003'te Atina'da toplanmış ve şu tanı kriterlerini belirlemiştir:³²

- Sınırlı opasite
- Posteruptif mine yıkımı
- Atipik restorasyonlar
- BAKH nedeniyle çekilmiş molar
- Tam olarak sürmesini tamamlamamış dişler

Günümüzde ise BAKH'ın tanı ve değerlendirilmesinde en sık Ghanim ve arkadaşlarının 2015 yılında yayınladığı kriterler kullanılmaktadır. EAPD değerlendirme kriterlerine dayalı standartlaştırılmış bir puanlama sistemi formüle edilmiştir. Etkilenen birinci daimi molarlar (FPM), daimi kesici dişler ve ikinci süt molarlar BAKH /HSPM indeks dişleridir.⁵ Mevcut sınıflandırmada tanı kriterlerinden bahsedilmesine rağmen günlük pratikte kullanılması için bir tedavi planından bahsedilmemiştir.³³

Klinik Tanı Kriterleri:

- KOD 0: Görünür mine defekti yok
 KOD 1: BAKH /HSPM ile ilişkili olmayan mine defekti
 KOD 11: Yaygın opasiteler
 KOD 12: Hipoplazi
 KOD 13: Amelogenesis İmperfekta
 KOD 14: Hipomineralizasyon (BAKH /HSPM değil)
 KOD 2: Sınırlı opasiteler
 KOD 21: Beyaz veya krem rengi opasiteler
 KOD 22: Sarı veya kahverengi opasiteler
 KOD 3: Posteruptif mine yıkımı (PEY)
 KOD 4: Atipik restorasyonlar
 KOD 5: Atipik çürük
 KOD 6: Atipik Ekstraksiyon (BAKH /HSPM nedeniyle kayıp)
 KOD 7: Skorlanamamış
 Lezyon Genişlik Kriterleri
 KOD 1: Etkilenen diş yüzeyinin 1/3'ünden az
 KOD 2: Etkilenen diş yüzeyinin 1/3'ünden fazla 2/3'ünden az
 KOD 3: Etkilenen diş yüzeyinin 2/3'ünden fazla

Sürme durumuna göre kriterlerin değerlendirilmesinde ağız içinde görünmeyen ya da kesici dişin insizalinin 1/3'ünden az görünen dişler Kod A olarak sınıflandırılmaktadır. Diğer dişler ise tamamen sürmüş ya da kesici dişin insizalinin 1/3'ünden fazla fakat tamamından az sürmüş olarak tanımlanmaktadır.⁵

Würzburg Konsepti ise 2016 yılında Alman Pediatrik Diş Hekimliği Derneği'nin konferansı sırasında Almanya, Avusturya ve İsviçre'den temsilcilerden oluşan bir çalışma grubu tarafından geliştirilmiştir. Konsept, bir sınıflandırma indeksi (BAKH Tedavi İhtiyaç İndeksi (MIH-TNI)) ve buna dayalı bir tedavi planını içermektedir. Würzburg konsepti için geliştirilen tedavi planının amacı, kullanımı kolay bir akış şeması sağlayarak klinisyenlere günlük çalışmalarında yol göstermektir. Tedavi yaklaşımları profilaksi (flor, CPP-ACP), noninvasif tedaviler (fissür örtücü, beyazlatma, mikroabrazyon), kısa süreli (GIC, SDF) ve uzun süreli tedaviler (paslanmaz çelik ve zirkonyum kron), direkt ve indirekt restorasyonlar ve çekim prosedürünü içermektedir.³³

Bakh Lezyonları Tedavi Yaklaşımları İçin Yapılan Sınıflandırma ve İndeksler

Diş hekimliğinde pek çok sınıflandırma sistemi, güvenilirlik ve geçerlilik açısından uygun şekilde test edilmeden önerilmektedir. Bu aynı zamanda BAKH kriterleri için de geçerlidir. Yeni tanı kriterlerinin, muayeneyi yapanlar arasında tekrarlanabilirliği açısından test edilmeden önce, standartlaştırılmış bir protokolde açıkça tanımlanması gerekmektedir.³⁴

BAKH Şiddetine Göre Sınıflandırılması: BAKH şiddeti lezyonun boyutlarına, hipomineralizasyon derecesine ve yayılımına göre hafif, orta şiddetli ve şiddetli olarak belirlenmektedir.³⁵

BAKH Tedavi İhtiyaç İndeksi (MIH-TNI): Popülasyonlardaki hastaları ve tedavi ihtiyaçlarını tanımlamak BAKH 'ın şiddeti hakkında bilgi vermek için tasarlanmıştır. İndekse göre BAKH için evet ve hayır kararları verilmektedir. Etkilenen dişler, bir dişin oklüzal ve bukkal yüzeylerinde açıkça tanımlanmış bir opaklık gösteriyorsa, beyaz, krem renkli veya sarı-kahverengi renk değişikliği mevcutsa, defektin boyutu 1mm'den büyükse, aşırı duyarlılığa sahip diş mevcutsa, dişlerde atipik restorasyon varsa evet kararı verilir.³⁶ İndeks ayrıca psikometrik özellikleri açısından da test edilmiştir. Geçerli

olduğu tespit edilmiştir.³⁷

BAKH Şiddet Skorlama Sistemi (MIH-ŞSS): Kriterler hem posterüptif yıkımın seviyesini hem de atipik restorasyonların durumunu dikkate almaktadır. Ayrıca opaklığın renkleri (beyaz / kremi veya sarı / kahverengi) arasında bir ayırım yapılmaktadır. Bu sistemde opaklık ne kadar koyu olursa, posterüptif yıkım ihtimalinin o kadar yüksek olduğu gösterilmiştir.³⁸

Uluslararası Çürük Tespit ve Değerlendirme Sistemi (ICDAS) kriterleri, minedeki ilk değişikliklerden kapsamlı kaviteye kadar diş çürüklerinin tanımlanması ve sınıflandırılmasında bir çerçeve sağlamak üzere oluşturulmuştur. BAKH göz önüne alındığında, ICDAS mine kusurlarının kapsamını ve ciddiyetini değerlendirmek için tutarlı bir yaklaşım sunmaktadır. Hekimler ICDAS kriterlerini kullanarak bu mine anormalliklerini standart bir şekilde sınıflandırabilir ve böylece erken mine değişiklikleri ile daha ileri yapısal anomaliler arasındaki ayrımın yapılmasına yardımcı olabilirler.³⁴

ICDAS I: Uzun süre havayla kurutulduktan sonra mine şeffaflığında gözle görülür değişiklikleri ifade eder. Herhangi bir yapısal kayıp olmadan hipomineralizasyonu gösterir.³⁴

ICDAS II: Minede hava ile kurutmadan görsel değişiklikler belirgindir. Beyaz ve sarı opasiteler mevcuttur ama mine yapısında kaviteye veya kayıp yoktur.³⁴

ICDAS III: Bu düzey lokalize mine bozulmasını ifade eder. Dentinde kaviteye olmasada, zayıflamış hipomineralize yapıya bağlı olarak minedeki mikro boşluklar veya küçük yapısal kayıp belirtileri bulunabilir.³⁴

BAKH'tan etkilenmiş dişlerde doğru tedavi yaklaşımı için BAKH'nın bazı klinik durumlardan ayırt edilmesi gerekmektedir. Bu klinik durumlar:^{39,40}

- Florozis
- Mine Hipoplazisi
- Amelogenezis İmparfekta
- Beyaz Nokta Lezyonu
- Travmatik Hipomineralizasyon
- Diş Çürüğü
- Tetrasiklin Renklenmesi

Bakh'tan Etkilenen Dişlerin Klinik Sorunları ve Yöntemi

BAKH; diş maddesi kaybı, plak birikimi, diş çürüğü riskinde artış, şiddetli rahatsızlık, aşırı duyarlılık, ağrı,

restorasyonların kaybı, estetik problem ve tedavi sırasında pulpa anestezisinin sağlanamaması gibi bir takım subjektif ve objektif problemlerle bağlantılıdır.^{41,42} BAKH'lı çocuklar, sıcaklık değişimlerinden dolayı daha yoğun diş hassasiyeti gösterebilirler. Bu, hipomineralize alanın hemen altındaki bölgenin kronik pulpa enflamasyonu ile innervasyonunun birleşiminin sonucudur.⁴³ Ayrıca etkilenen dişlerin aşırı duyarlılığı nedeniyle çocuklar dişlerini daha az fırçalar bu yüzden plak birikimi daha fazla gözlenir.³²

Hipomineralize mine normal mineden daha gözeneklidir. Bu durum restoratif materyalin bağlantısını olumsuz etkiler ve hipomineralize dişlerdeki restorasyonların normal dişlere göre daha sık değiştirilmesine neden olur.⁴⁴

Önleyici Yaklaşımlar

1. Daha fazla çürümeyi önlemek için diyet danışmanlığı önerilir.
2. En az 1450 ppm flor içeren diş macunu veya vernik önerilir.
3. Diş hassasiyeti durumlarında, kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) gibi remineralize edici maddeler içeren duyarısızlaştırıcı diş macunu önerilir.
4. Fissür örtücüler, azı dişlerinin sürmesinden sonra mine parçalanmadan uygulanmalıdır.
5. BAKH'tan etkilenen bireylerde tükürüğün çürükten koruma etkisinin daha az olduğu kanıtlandığından, tükürük akışı veya tamponlama gibi özelliklerinin test edilmesi de yararlı olabilir.^{22,42}

Bakh Tedavi Yaklaşımları

BAKH 'tan etkilenen dişlerin %27,4'ünün ağrı, hassasiyet veya erüpsiyon sonrası yıkım nedeniyle tedaviye ihtiyaç duyduğu bildirilmiştir.⁴⁵ Tedavi seçeneklerinden hangisinin uygun olduğuna karar verirken lezyonların şiddeti, etkilenen dişteki semptomlar, hastanın diş yaşı ve beklentileri göz önünde bulundurulmalıdır.⁴²

Arka Dişler İçin Tedavi Yaklaşımları

1. Koruyucu Tedavi Yaklaşımları

Aşırı duyarlılık çığnemeyi, ağız hijyeni uygulamaları ve yaşam kalitesini etkileyebilir. Kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum florür fosfat (CPP-ACFP), trikalsiyum fosfatlı ve trikalsiyum fosfatsız % 5-6 sodyum florür

vernük, %8 arginin ve kalsiyum karbonat macunu, ozon veya düşük seviyeli lazer tedavisi gibi aşırı duyarlılık yönetiminde çeşitli seçenekler mevcuttur.⁴⁶

Novamin gibi biyoaktif cam içeren diş macunları mine remineralizasyonu ve hassasiyet azaltmada etkilidir. Çok sayıda çalışma, Novamin içeren diş macunlarının, yaygın olarak kullanılan kazein CPP-ACP patından daha iyi remineralizasyon kabiliyetine sahip olduğunu, çünkü mine yüzeyine daha kompakt bir şekilde yapıştığını göstermiştir.^{47,48,49}

Arginin içeren diş macunları da aşırı duyarlılığı azaltmak için BAKH 'tan etkilenen dişlerin tedavisinde önerilmiştir. BAKH'lı dişlere arginin patı iki defa uygulanmıştır ve 8 hafta sonra aşırı duyarlılıkta önemli bir azalma gözlenmiştir.⁵⁰

2. Atravmatik Restorasyonlar

Atravmatik restoratif tedavinin (ART) kullanımı, BAKH dişlerinin restorasyonunda yüksek başarı oranları göstermiştir. Bir çocuğun lokal anestezi gerektiren invaziv tedavi için kooperasyonu olmadığı, rutin diş bakımına erişemediği ve ideal nem kontrolünün mümkün olmadığı durumlarda atravmatik restoratif teknik bir cam iyonomer hibrit restorasyon veya yüksek viskoziteli bir GIC kullanarak bazı umut verici sonuçlar göstermiştir.⁵¹ Grossi ve arkadaşları BAKH'tan etkilenen azı dişlerinin atravmatik-restoratif teknik kullanılarak GIC ile restore edilebileceğini göstermiştir. Yapılan bir çalışmada ise GIC'in kalıcı bir restoratif materyal olarak kullanılabilirliği ileri sürülmüştür; ancak ortalama takip süresi 22,7 aydır, bu nedenle uzun süreli sağkalımı bilinmemektedir. Kompozit rezin gibi diğer materyallerin daha güvenilir olduğu gösterildiğinden hasta kooperasyonu sağlanıp daimi bir restorasyon yerleştirilene kadar sıklıkla geçici bir materyal olarak kullanılır.^{52,53}

3. Fissür Örtücü

Fissür örtücüler minenin sağlam olduğu ve hastanın herhangi bir hassasiyet bildirmediği hafif derecede etkilenmiş dişler için tercih edilen tedavi yöntemidir.^{51a} Fissür örtücüler, minede kırık oluşmadan, diş tam olarak sürmeye başladığında ve nem kontrolü yeterli olduğunda yerleştirilmelidir. Sürme sırasında izolasyonun yeterli olmadığı durumlarda, cam iyonomer simanlar (GIC) geçici bir seçenek olarak düşünülebilir.^{42,54} Tam olarak sürmüş azı dişleri için, hem diş çürüğü hem de erüpsiyon sonrası

yıkımı önlemede rezin bazlı fissür örtücüler birinci basamak yaklaşım olarak düşünülmelidir.⁵⁵ Bazı çalışmalar pürüzlendirmeden sonra 60 saniye boyunca %5 sodyum hipoklorit (NaOCl) (deproteinizasyon) uygulamasının, diş yüzeyindeki fazla protein içeriğini kaldırarak BAKH 'tan etkilenen dişlerde mine bağlanmasını arttırdığını göstermektedir.⁵⁶ Bir çalışmada asitlemeden sonra beşinci kuşak adeziv kullanılarak uygulanan fissür örtücülerin adezivsiz uygulananlara göre daha yüksek retansiyon oranına sahip olduğu ve adeziv kullanıldığında BAKH'lı azı dişlerinde fissür örtücü retansiyon oranının sağlam dişlerinkine yaklaştığı bildirilmiştir.⁵⁴

4. BAKH'tan Etkilenen Dişlerin Direkt Restorasyonları

Direkt restorasyonların avantajları tedavinin tek seansa bitirilmesi, sağlam sert dokunun korunması, tamir edilebilmesidir.³⁶ Mümkün olduğunca, kavite preparasyonları sağlam mineye kadar uzatılmalıdır. Bu şekilde, adeziv restorasyonların uzun vadeli başarıları için iyi bir marjinal uyum sağlamak mümkündür.⁵⁷ BAKH'tan ciddi şekilde etkilenen 793 azı dişinde yapılan bir çalışmada direkt kompozit rezin restorasyonu kullanılmıştır. Genel olarak, rapor edilen başarı oranları, etkilenen azı dişlerinin yönetimi için kompozit rezin restorasyonunun etkili bir seçenek olduğunu göstermektedir. Rubber dam izolasyonu altında kompozit rezin ile restore edilmeden önce hipomineralize minenin tamamen veya kısmen uzaklaştırılması, restorasyonların başarı oranları açısından güvenilir bir teknik olmaya devam etmektedir.⁵⁸ Bir çalışmada rezin ve mine mikro bağlanma kuvveti değerlendirilmiş ve BAKH'dan etkilenen azı dişlerinde normal mine ile karşılaştırıldığında daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu genellikle restorasyonların yanında ikincil çürüklere ve minenin bozulmasına yol açar, ek restorasyon gerektirir ve diş yapısında kayıp meydana gelmesine neden olur.⁵⁶ Kompozit rezin restorasyonu yerleştirilmeden önce BAKH 'tan etkilenen mineye sodyum hipoklorit uygulanmasının bağlanma kuvvetlerini arttırdığı bildirilmiştir.^{56,59} Kaya ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada BAKH'dan etkilenen molar dişlerdeki klinik başarı ve sağkalım oranları açısından cam hibrid (GH) ve kısa fiberle güçlendirilmiş kompozit (SFRC) materyalini karşılaştıran randomize bir klinik çalışma yürütmüşlerdir. 24 ay sonrasında SFRC'nin GH restorasyonlarından daha

iyi performans gösterdiğini bildirilmiştir.⁶⁰

5. BAKH 'tan Etkilenen Dişlerde İndirekt Restorasyon Yaklaşımları

İndirekt restorasyonlar kalan diş sert dokularının kullanılmasının mümkün olduğu, ancak klasik kompozit uygulamasının temel fonksiyonel ve estetik performansı karşılayamayacağı bir bozulma seviyesi olduğu durumlarda tercih edilir.⁶¹ Restorasyonlar üç ana kategoriye ayrılmıştır. Bunlar metal alaşımlar, indirekt kompozitler ve seramik restorasyonlardır. Hepsi tekniğe duyarlı diş hazırlığı, daha uzun hasta başı süresi gerektirir ve daha yüksek bir tedavi maliyetine sahiptir.⁶² Genellikle dişeti seviyesinin üstünde yerleştirilirler ve bu nedenle PÇK'lara kıyasla periodonsiyuma etkileri daha düşüktür. Metalik onleyler üstün aşınma direnci ve dayanıklılığı için kullanılır, altın gibi malzemeler dişler arası mesafenin az olduğu bölgelerde kullanılabilir. İndirekt kompozit onleyler daha estetik bir seçenektir ve daha az hazırlık gerektirir. İndirekt restorasyonları ve PÇK'ları karşılaştıran bir çalışmada, hepsinin başarılı olduğu, bu nedenle bir tekniğin veya malzemenin diğerine göre önerilemediği bildirilmiştir.^{63,64} Laboratuvarında işlenmiş kompozit restorasyonlar, oklüzal aşınmaya karşı, özellikle oklüzal temas alanlarında, direkt kompozitlere göre daha dirençlidir ve ince yapıştırma tabakası mevcuttur. Ayrıca hasta başı geçirilen süre kısa olduğu için çocuk memnuniyeti açısından daha avantajlıdır.⁵⁸

6. Paslanmaz Çelik Kron

Paslanmaz çelik kronlar (PÇK) özellikle kompozit restorasyonları desteklemek için yeterli diş yapısının mevcut olmadığı durumlarda kullanılabilir. Bu restorasyon tekniği geçici bir çözüm olsada, daha kesin yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Paslanmaz çelik kron ile kaplama, daha fazla diş kaybını önler, hassasiyeti azaltır, tüberkül kırıklarını önler ve krun yüksekliğinin korunmasına yardımcı olur.⁶⁵ Bu kronlar, çekimin tercih edilen tedavi olduğu kötü prognozlu azı dişlerine yerleştirilebilmektedir ve ideal çekim zamanı beklenirken BAKH'tan etkilenen dişin erken aşamada korunmasını sağlayabilmektedir.^{42,66} PÇK uygulaması sonrasında, kısa vadede artan bir periodontal cep derinliği bildirilmiştir. Planlanan ekstraksiyondan önce geçici bir önlem olarak kullanıldığında, bunun klinik önemi yoktur. Bununla

birlikte, uzun vadeli bir seçenek olarak kullanılacaksa, metal kronların periodontal dokular üzerindeki etkilerini anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.⁶⁷

7. Endodontik Yaklaşımlar

Diş çürüğü ve BAKH, daimi azı dişinin prognozu tehlikeye atan en yaygın etiyolojik faktörler olarak görülmektedir. Yapılan bir sistematik inceleme, kısmi ve koronal pulpotomilerin kısa ve uzun vadede yüksek başarı oranlarına sahip olduğunu bildirmiştir.⁴⁵

8. Planlanmış Çekimler

BAKH varlığı hastaların belirsiz sonuçlarla ömür boyu zor ve potansiyel olarak maliyetli bir tedaviye katlanmak zorunda olduğu anlamına gelir. Bu durumlarda, etkilenen azı dişlerinin önleyici olarak çekimi düşünülebilmektedir.⁶⁸ Planlanmış çekimler; ileri seviyede postürütf yıkımı olan dişlerde, pulpa ile ilişkili derin çürük mevcudiyetinde, diş apsesi veya fasiyal selülit varlığında endikedir.⁶⁸ Çekim için 8-10 yaş arası ideal zaman olarak bildirilmiştir. Ancak spontan boşluk kapanması garanti edilmemektedir. İyi planlama yapılarak, dişlerin prognozu değerlendirilmeli, üçüncü kalıcı azı dişinin varlığı veya yokluğu değerlendirilmeli ve gelecekteki ortodonti ihtiyacı belirlenmelidir. Karar verme sürecine yardımcı olmak için çocuğun altta yatan maloklüzyonu, herhangi bir hipodonti, yer darlığı varlığı veya yokluğu ve çocuğun diş gelişim aşamasının da değerlendirmesi gereklidir.⁶⁹

Ön Dişler için Tedavi Yaklaşımları

1. Makro ve Mikro Abrasyon

Hem kimyasal hem de mekanik formlardaki mikroabrasyon, lezyon görünürliğini azaltma konusunda genellikle sınırlıdır. Lezyon geçirgenliğini arttırmak ve aprizmatik mineyi uzaklaştırmak için kemomekanik abrasyon kullanılmadan önce ekstra ince bir elmas frez kullanılarak yüzey makro abrazyonunun kullanılması önerilmiştir.⁷⁰ Transilüminasyon tekniği, hipomineralize lezyonların varlığını tespit etmek için faydalıdır. Damak yönünden uygulanan bir LED kaynağı ile lezyon derinliği tespit edilebilir. Lezyonun sınırları belirsiz daha opak/koyu bir görünümü, düzgün bir şekilde sınırlanmış daha saydam/açık bir lezyona göre yüzeyden mine dentin birleşimine doğru daha derin gözlenmektedir. Lezyon yüzeyssel olarak uzanıyorsa mikroabrasyon tekniği uy-

gulanabilir. BAKH lezyonlarının her zaman mine dentin bileşiminden başladığı unutulmamalıdır.⁷¹ Yapılan bir çalışmada %18 HCl kullanılarak uygulanan mikroabrazyonun genellikle düzensiz beyazımsı yüzeysel kusurlarda etkili bulunduğu bildirilmiştir. Alternatif bir yöntem olarak pomza taşı ve %37,5 fosforik asit kullanılarak mikroabrazyon uygulanmıştır ve her iki teknik de başarılı bulunmuştur.⁷²

2. Rezin İnfiltrasyon

Rezin infiltrasyon tekniği etkilenen kesici dişlerin saydamlığını, optik özelliklerini ve genel rengini iyileştirmeyi amaçlayan minimal invaziv bir seçenek ve basit bir tekniktir. Bu tedavi, BAKH 'da opasitlerin renk maskeleyesi için uygun bir seçenek gibi görünse de bunu destekleyen güçlü bir kanıt yoktur.^{73,74} Hipomineralize mine lezyonları artmış gözenekliliğe sahiptir ve bu nedenle rezin infiltrasyon yöntemi için uygun olabilir. Bu yaklaşım iki bileşen gerektirir. İlk olarak, infiltrantın penetrasyonunu artırmak için daha fazla mineralize olan yüzey katmanını ortadan kaldıran kemomekanik işlem uygulanır. İkinci olarak hem mekanik hem de aktif difüzyon mekanizmalarıyla lezyon gövdesine düşük viskoziteli bir rezin uygulanır.⁷³ Yapılan bir çalışmada, rezin infiltrasyonundan hemen sonra BAKH'lı dişte lezyonun beyazlığında belirgin bir azalma görülmüştür. Tüm opasite türleri için %15-20 hidroklorik asit, etanol ve TEGDMA monomer içerikli infiltrat ile rezin infiltrasyonu önerilmiştir.⁷⁵

3. Diş Beyazlatma

Hastalar genellikle dişlerinin renginden memnun değildir. Hasta memnuniyeti açısından beyazlatma tekniği motivasyon sağlamaktadır BAKH farklı morfoloji ve renk kombinasyonları ile gözlenmektedir. Renklenme miktarı yoğun olan lezyonlar için %10 karbamid peroksit solüsyonu kullanılması hem normal hem de hipomineralize minenin kimyasal ve mekanik özelliklerini bozmadan iyi bir sonuç alınmasını sağlamaktadır.⁷⁶ Bir çalışmada sarı-kahverengi kusurlar için, karbamid peroksit ile beyazlatmanın etkili bulunduğu bildirilmiştir.⁵⁵

Şu anda AB (Avrupa Komisyonu Direktifi 2011/84/EU, 29 Ekim 2011) çocuklarda diş beyazlatma ajanlarını klinik olarak etkisiz bir konsantrasyon olan %0,1 hidrojen peroksit ile sınırlandırmaktadır. Bu durum çocuklar için beyazlatmayı zor hale getirir.⁷⁷

4. Kompozit Restorasyon

Kompozit restorasyonlar, diş hazırlığı yapılmadan uygulanabildikleri için konservatif bir yöntemdir. Bu tedaviler, açıkta kalan dentin veya kırık minenin neden olduğu daha büyük mine kusurları için önerilebilir. Restorasyonların uzun süreli bakımı renk bozulması bütünlük kaybı kontrolü için önemlidir.⁴²

5. Tedavi Yaklaşımlarının Kombinasyonu

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, her hastanın klinik ihtiyaçlarına bağlı olarak bireyselleştirilmiş bir yaklaşım kombinasyonu (mikroabrazyon, rezin infiltrasyonu, beyazlatma ve kompozit restorasyon) kullanılmıştır. Sonuçlar, basit, minimal invaziv tedavilerin iyi klinik ve psikososyal sonuçlar sağlayabileceğini ortaya koymuştur. BAKH 'tan etkilenen ön dişlerin tedavisinde kombine tedavinin gelecekteki ideal çözüm olabileceği bildirilmiştir.⁷⁸

Sonuç

BAKH çevresel ve genetik bileşenleri içeren karmaşık etiyolojiye sahip bir ağız sağlığı sorunudur. Etiyolojisinin tam olarak tanımlanamamasındaki en büyük sorun yapılan çalışmaların retrospektif olması ve toplanan bilgilerin geçmişe dönük özellikle ailelerin hafızasına dayalı bilgiler olmasıdır. Gebelik döneminden başlayan prospektif planlı taramalar ve genetik etiyolojiye yönelik ileri düzeyli çalışmalar planlanması etiyolojide daha net bilgi sahibi olmamızı sağlayacaktır. Etkili tedavi ve BAKH ile ilişkili komplikasyonları en aza indirebilmek için erken tanı çok önemlidir. Tedavi yaklaşımları ise BAKH lezyonlarının şiddetine ve hasta gereksinimlerine göre bireyselleştirilmelidir.

Kaynaklar

- Weerheijm KL, Jälevik B, Alaluusua S. Molarincisor hypomineralisation. *Caries Res.* 2001; 35(5): 390–1.
- Gambetta K, Mariño R, Ghanim A, Adams GG. Validation of quantitative light-induced fluorescence-digital in the quantification of demarcated hypomineralized lesions of enamel. *J Investig Clin Dent.* 2017; 8(4):1-9.
- Farah RA, Monk BC, Swain V, Drummond BK. Protein content of molar-incisor hypomineralisation enamel. *J Dent.* 2010; 38(7): 591–6.
- Mangum JE, Crombie FA, Kilpatrick N, Manton DJ, Hubbard M J. Surface integrity governs the proteome of hypomineralized enamel. *J Dent Res.* 2010; 89(10): 1160–5.
- Ghanim A, Elfrink M, Weerheijm K, Mariño R, Manton D. A practical method for use in epidemiological studies on enamel hypomineralisation. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2015; 16(3): 235–46.
- Hernandez M. Do We Really Know the Prevalence of MIH?. *J Clin Pediatr Dent.* 2016; 40(4): 259-63.
- Zhao D, Dong B, Yu D. The prevalence of molar incisor hypomineralization: evidence from 70 studies. *Int J Paediatr Dent.* 2018; 28(2): 170–9.
- Subramaniam P, Gupta T. Prevalence of molar incisor hypomineralization in 7-9-year-old children of Bengaluru City, India. *Contemp Clin Dent.* 2016; 7(1): 11-15.
- Koruyucu M, Özel S. Prevalence and etiology of molar-incisor hypomineralization (MIH) in the city of Istanbul. *J Dent Sci.* 2018; 13(4): 318-8.
- Kılınç G, Çetin M, Köse B. Prevalence, aetiology, and treatment of molar incisor hypomineralization in children living in Izmir City (Turkey). *Int J Paediatr Dent.* 2019; 29(6): 775–82.
- Kuscu O, Çağlar E, Aslan S, Durmusoglu E, Karademir A, Sandalli N. The prevalence of molar incisor hypomineralization (MIH) in a group of children in a highly polluted urban region and a windfarm-green energy island. *Int J Paediatr Dent.* 2009; 19(3): 176–85.
- Sönmez H, Yıldırım G, Bezin T. Putative factors associated with molar incisor hypomineralisation: an epidemiological study. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2013; 14(6): 375–80.
- Sara TB, Hussain AA, Majd TQ. Prevalence and risk factors of molar incisor hypomineralization in the Middle East: A systematic review and meta-analysis. *J Taibah Univ Med Sci.* 2022; 18(4): 696-710.
- Wuollet E, Laisi S, Salmela E, Ess A, Alaluusua S. Background factors of molar-incisor hypomineralization in a group of Finnish children. *Acta Odontol Scand.* 2014; 72(8): 963–9.
- Harz D, Katalan B, Jeremias F. Prevalence and severity of molar-incisor hypomineralization, is there an association with socioeconomic status? A cross-sectional study in Chilean schoolchildren, *Eur Arch Paediatr Dent.* 2023; 24(5): 577-84.
- Garot E, Denis A, Delbos Y, Manton D, Silva M. Are hypomineralised lesions on second primary molars (HSPM) a predictive sign of molar incisor hypomineralisation (MIH) A systematic review and a meta-analysis. *J Dent.* 2018; 72: 8–13.
- Bandeira L, Machado V, Botelho J, Haubek D. Molar-incisor hypomineralization: an umbrella review. *Acta Odontol Scand.* 2021; 79(5): 359–69.
- Zameer M, Birajdar SB. The ‘mysterious aetiology’ of molar incisor hypomineralisation. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2022; 23(6): 987–8.
- Garot E, Rouas P, Somani C, Taylor GD, Wong F, Lygidakis NA. An update of the aetiological factors involved in molar incisor hypomineralisation (MIH): a systematic review and meta-analysis. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2022; 23(1): 23–38.
- Souza JF, Jeremias F, Costa-Silva CM. Aetiology of molar-incisor hypomineralisation (MIH) in Brazilian children. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2013; 14(4): 233–8.
- Tourino PG, Corrêa-Faria P, Ferreira RC. Association between Molar Incisor Hypomineralization in Schoolchildren and Both Prenatal and Postnatal Factors: A Population-Based Study. *PloS One.* 2016;11(6): e0156332. PMID: 27280451.
- Ghanim A, Mariño R, Morgan M, Bailey D. An in vivo investigation of salivary properties, enamel hypomineralisation, and carious lesion severity in a group of Iraqi schoolchildren. *Int J Paediatr Dent.* 2013; 23(1): 2–12.
- Nelson S, Albert JM, Lombardi G, Wishnek S, Asaad G, Kirchner HL. Dental caries and enamel defects in very low birth weight adolescents. *Caries Res.* 2010; 44(6): 509–18.
- Mishra A, Pandey RK. Molar Incisor Hypomineralization: An Epidemiological Study with Prevalence and Etiological Factors in Indian Pediatric Population. *Int J Clin Pediatr*

- Dent. 2016; 9(2): 167–71.
25. Bekes K, Mitulovic G. Saliva proteomic patterns in patients with molar incisor hypomineralization. *Sci Rep.* 2020; 10(1):7560
26. Jeremias F, Pierri RG, Souza JF, Fragelli CMB, Restrepo M. Family-Based Genetic Association for Molar-Incisor Hypomineralization. *Caries Res.* 2016; 50(3): 310–8.
27. Bussaneli DG, Restrepo M. Genes Regulating Immune Response and Amelogenesis Interact in Increasing the Susceptibility to Molar-Incisor Hypomineralization. *Caries Res.* 2019; 53(2):217-27.
28. Fabiano J, Mine K, Erica C, Merve B. Genes Expressed in Dental Enamel Development Are Associated with Molar-Incisor Hypomineralization. *Arch Oral Biol.* 2013; 58(10): 1434-42.
29. Bezamat M, Mine K, Merve B, Ariadne L. Gene-environment Interaction In Molar-incisor Hypomineralization , *PLoS One*, 2021;16(1): e0241898. PMID: 33406080.
30. Fitzpatrick L. First permanent molars with molar incisor hypomineralisation. *J Ir Dent Assoc.* 2007; 53(1): 32–7.
31. Elfrink MEC, Ghanim A, Manton DJ, Weerheijm KL. Standardised studies on Molar Incisor Hypomineralisation (MIH) and Hypomineralised Second Primary Molars (HSPM): a need. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2015; 16(3): 247–55.
32. Weerheijm KL, Duggal M, Mejare I, Papagiannoulis L, Koch G, Martens LC. Judgement criteria for molar incisor hypomineralisation (MIH) in epidemiologic studies: a summary of the European meeting on MIH held in Athens. *Eur J Paediatr Dent.* 2003; 3(4): 110–3.
33. Bekes K, Steffen R, Krämer N. Update of the molar incisor hypomineralization: Würzburg concept. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2023; 24(6): 807-13.
34. Inchingolo A, Viapiano F, Ferrara A. Treatment Approaches to Molar Incisor Hypomineralization: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2023; 2(22): 7194.
35. Mathu-Muju K, Wright JT. Diagnosis and treatment of molar incisor hypomineralization, *Compend Contin Educ Dent.* 2006; 27(11): 604–10.
36. Steffen R, Krämer N, Bekes K. The Würzburg MIH concept: the MIH treatment need index (MIH TNI): A new index to assess and plan treatment in patients with molar incisor hypomineralisation (MIH). *Eur Arch Paediatr Dent.* 2017; 18(5): 355–61
37. Bekes K, Steffen R. Das Würzburger MIH-Konzept Teil 1. Der MIH-Treatment Need Index (MIH-TNI). Ein neuer Index zur Befunderhebung und Therapieplanung bei Patienten mit Molaren Inzisiven Hypomineralisation (MIH). *Oralprophylaxe Kinderzahnheilkunde.* 2016; 38: 165–170
38. Cabral R N, Nyvad B, Soviero VLVM, Freitas E, Leal SC. Reliability and validity of a new classification of MIH based on severity. *Clin Oral Investig.* 2020; 24(2): 727–34.
39. Denis M, Atlan A, Vennat E, Tirlet G. White defects on enamel: Diagnosis and anatomopathology: Two essential factors for proper treatment (part 1). *Int Orthod.* 2013;11(2): 139–65.
40. Mast P, Rodrigueztapia MT, Daeniker L, Krejci I. Understanding MIH: definition, epidemiology, differential diagnosis and new treatment guidelines. *Eur J Paediatr Dent.* 2013;14(3): 204–8.
41. Bora A, Datta P, Saha R, Dutta K, Professor A. Molar Incisor Hypomineralisation (MIH): A Review. *J Pharm Negat Results.* 2023; 13: 4414–20.
42. Lygidakis NA, Wong F, Jälevik B, Vierrou AM, Alaluusua S, Espelid, I. Best Clinical Practice Guidance for clinicians dealing with children presenting with Molar-Incisor-Hypomineralisation (MIH): An EAPD Policy Document. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2010; 11(2): 75–81.
43. Rodd HD, Morgan CR, Day PF, Boissanade FM. Pulpal expression of TRPV1 in molar incisor hypomineralisation. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2007; 8(4): 184–8.
44. Leppäniemi A, Lukinmaa PL, Alaluusua S. Nonfluoride hypomineralizations in the permanent first molars and their impact on the treatment need. *Caries Res.* 2001; 35(1): 36–40.
45. Schwendicke F, Elhennawy K, Reda S, Bekes K, Manton D, Krois J. Global burden of molar incisor hypomineralization. *J Dent.* 2018; 68: 10–18.
46. Somani C, Taylor GD, Garot E, Rouas P, Lygidakis NA, Wong FSL. An update of treatment modalities in children and adolescents with teeth affected by molar incisor hypomineralisation (MIH): a systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2022; 23(1): 39–64.
47. Abbasi Z, Bahrololoom ME, Bioactive Glasses in Dentistry: A Review. *J Dent Biomater.* 2015;2(1), 1–9.
48. Mehta AB, Kumari V, Jose R, Izadikhah V. Remineralization potential of bioactive glass and casein phosphopeptide-

- amorphous calcium phosphate on initial carious lesion: An in-vitro pH-cycling study. *J Conserv Dent*. 2014;17(1): 3–7.
49. Wang Y, Mei L, Gong L, Li J, He S, Ji Y, Sun W. Remineralization of early enamel caries lesions using different bioactive elements containing toothpastes: An in vitro study. *Technol Health Care*. 2016; 24(5): 701–11.
 50. Bekes K, Heinzelmann K, Lettner S, Schaller KG. Efficacy of desensitizing products containing 8% arginine and calcium carbonate for hypersensitivity relief in MIH-affected molars: an 8-week clinical study. *Clin Oral Investig*. 2017; 21(7): 2311–17.
 51. Fragelli CMB, Souza JF. Molar incisor hypomineralization (MIH): conservative treatment management to restore affected teeth. *Braz Oral Res*. 2015; 29(1): 1–7.
 52. Grossi JA, Cabral RN, Ribeiro APD, Leal S C. Glass hybrid restorations as an alternative for restoring hypomineralized molars in the ART model. *BMC Oral Health*. 2018; 18(1): 1–8.
 53. Wall A, Leith R. A questionnaire study on perception and clinical management of molar incisor hypomineralisation (MIH) by Irish dentists. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2020; 21(6): 703–10.
 54. Ghanim A, Silva M J, Elfrink MEC, Lygidakis NA. Molar incisor hypomineralisation (MIH) training manual for clinical field surveys and practice. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2017; 18(4): 225–42.
 55. Fragelli CMB, Souza JF, Bussaneli DG, Jeremias F. Survival of sealants in molars affected by molar-incisor hypomineralization: 18-month follow-up. *Braz Oral Res*. 2017; 31: e30. PMID: 28489117.
 56. Sönmez H, Saat S. A Clinical Evaluation of Deproteinization and Different Cavity Designs on Resin Restoration Performance in MIH-Affected Molars: Two-Year Results. *J Clin Pediatr Dent*. 2017; 41(5): 336–42.
 57. Krämer N, Bui Khac NHN, Lückner S, Stachniss V, Frankenberger R. Bonding strategies for MIH-affected enamel and dentin. *Dent Mater*. 2018; 34(2): 331–40.
 58. Linner T, Khazaei Y, Bücher K, Pfisterer J, Hickel R, Kühnisch J. Comparison of four different treatment strategies in teeth with molar-incisor hypomineralization-related enamel breakdown-A retrospective cohort study. *Int J Paediatr Dent*. 2020; 30(5): 597–606.
 59. Lagarde M, Vennat E, Attal JP, Dursun E. Strategies to optimize bonding of adhesive materials to molar-incisor hypomineralization-affected enamel: A systematic review. *Int J Paediatr Dent*. 2020; 30(4): 405–20.
 60. Kaya R, Yavuz BŞE, Dokumacıgil NK, Kargül B. A Randomized Clinical Trial of Short Fiber Reinforced Composite and Glass Hybrid Restoration for Molars Affected by Molar Hypomineralization, *Pediatr Dent*. 2023; 45(4): 292-300.
 61. Chałas R, Jurczykowska M, Marczyński R, Pels E. Composite Inlays as A Modern Way of Posterior Restorations in the Dental Arch. *Pol J Public Health*. 2014; 124(2): 99–102.
 62. Zagdwon AM, Fayle SA, Pollard MA. A prospective clinical trial comparing preformed metal crowns and cast restorations for defective first permanent molars. *Eur J Paediatr Dent*. 2003; 4(3): 138–42.
 63. Gaardmand E, Poulsen S, Haubek D. Pilot study of minimally invasive cast adhesive copings for early restoration of hypomineralised first permanent molars with post-eruptive breakdown. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2013; 14(1): 35–9.
 64. Dhareula A, Goyal A, Gauba K, Bhatia SK, Kapur A, Bhandari S. A clinical and radiographic investigation comparing the efficacy of cast metal and indirect resin onlays in rehabilitation of permanent first molars affected with severe molar incisor hypomineralisation (MIH): a 36-month randomised controlled clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2019; 20(5): 489–500.
 65. William V, Messer LB, Burrow MF. Molar incisor hypomineralization: review and recommendations for clinical management. *Pediatr Dent*. 2006; 28(3): 224–32.
 66. Taylor GD, Pearce KF, Vernazza CR. Management of compromised first permanent molars in children: Cross-Sectional analysis of attitudes of UK general dental practitioners and specialists in paediatric dentistry. *Int J Paediatr Dent*. 2019; 29(3): 267–80.
 67. Koleventi A, Sakellari D, Kotsanos N. Periodontal Impact of Preformed Metal Crowns on Permanent Molars of Children and Adolescents: A Pilot Study. *Pediatr Dent*. 2018; 40(2): 117–21.
 68. Jälevik B, Klingberg G. Treatment outcomes and dental anxiety in 18-year-olds with MIH, comparisons with healthy controls – a longitudinal study. *Int J Paediatr Dent*. 2012; 22(2): 85–91.
 69. Ashley P, Noar J. Interceptive extractions for first permanent

- molars: a clinical protocol. *Br Dent J.* 2019; 227(3): 192–5.
70. Sundfeld RH, Sundfeld-Neto D, Machado LS, Franco LM, Fagundes TC, Briso AF. Microabrasion in tooth enamel discoloration defects: three cases with long-term follow-ups. *J Appl Oral Sci.* 2014; 22(4): 347–54.
71. Marouane O, Nabiha D. Alternative Conservative Treatment for Enamel White Lesions: A Case Report. *Journal of Cosmetic Dentistry.* 2023;33(3), 48-54.
72. Bhandari R, Thakur S, Singhal P, Chauhan D, Jayam C, Jain T. In vivo Comparative Evaluation of Esthetics after Microabrasion and Microabrasion followed by Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Fluoride Phosphate on Molar Incisor Hypomineralization-Affected Incisors. *Contemp Clin Dent.* 2019; 10(1): 9–15.
73. Crombie F, Manton D, Palamara J, Reynolds E. Resin infiltration of developmentally hypomineralised enamel. *Int J Paediatr Dent.* 2014; 24(1): 51–5.
74. Borges AB, Caneppele TMF, Masterson D, Maia LC. Is resin infiltration an effective esthetic treatment for enamel development defects and white spot lesions? A systematic review. *J Dent.* 2017; 56: 11–8.
75. Bhandari R, Thakur S, Singhal P, Chauhan D, Jayam C, Jain T. Concealment effect of resin infiltration on incisor of Grade I molar incisor hypomineralization patients: An in vivo study. *J Conserv Dent.* 2018;21(4): 450–4.
76. Kim Y, Son HH, Yi K, Ahn JS, Chang J. Bleaching Effects on Color, Chemical, and Mechanical Properties of White Spot Lesions. *Oper Dent.* 2016;41(3): 318–26.
77. Griffiths F, Parekh S. Is it time to reconsider the use of vital teeth bleaching in children and adolescents in Europe?. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2021; 22(4): 759–63.
78. Hasmun N, Vettore MV, Lawson JA, Elcock C, Zaitoun H, Rodd H. Determinants of children's oral health-related quality of life following aesthetic treatment of enamel opacities. *J Dent.* 2020; 98: 103372. PMID: 32437856.



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310 | Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1

Kompozit ve Amalgam Restoratif Materyallerle Yapılan Restorasyonların
Ağız İçi Ömrü ve Buna Etki Eden Faktörler

The Intraoral Lifespan of Composite and Amalgam Restorative Materials and Factors
Influencing Them

Restorasyonların Ağız İçi Ömrünü Etkileyen Faktörler

Mahsa GHASEMZADEH¹, Yasemin BENDERLİ GÖKÇE²

¹Dt., İstanbul Üniversitesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
mahsa.ghasemzadeh@ogr.iu.edu.tr
ORCID: 0009-0001-5424-7258

²Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
benderli@istanbul.edu.tr
ORCID: 0000-0002-0700-3592

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Derleme / Review

Geliş Tarihi / Received: 11-07-2024

Kabul Tarihi / Accepted: 01-01-2025

Sayfa / Pages: 37-49

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mahsa GHASEMZADEH

DOI: <https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1511218>

Kompozit ve Amalgam Restoratif Materyallerle Yapılan Restorasyonların Ağız İçi Ömrü ve Buna Etki Eden Faktörler

The Intraoral Lifespan of Composite and Amalgam Restorative Materials and Factors Influencing Them

ÖZET

Dental restorasyonların başarısız olması durumunda, kalan diş destek doku miktarına bağlı olarak restorasyonun tamiri veya değiştirilmesinden, kök kanal tedavisine ya da dişin çekimi gibi çeşitli tedavi seçenekleri uygulanmaktadır. Ancak, bu alternatifler zaman kaybı, memnuniyetsizlik ve hem hastalar hem de hekimler için yüksek maliyetler gibi sonuçlar meydana getirmektedir. Bu nedenle, dental restorasyonların dayanıklılığını etkileyen faktörleri anlamak, diş hekimliğinde klinik sonuçları iyileştirmek açısından kritik öneme sahiptir.

Bu derlemede, son on yılda yayınlanan akademik literatürler kapsamlı bir şekilde incelenerek, geleneksel bilgi ile çağdaş araştırmaların sentezlenmesi yoluyla dental uygulamalarda karşılaşılan sorunların anlaşılmasına ve tedavi planlamasının iyileştirilmesine katkıda bulunması amaçlanmıştır. Bu yönde, diş hekimliğinde kullanılan amalgam ve kompozit restoratif materyallerinin özellikleri, avantaj ve dezavantajları ile uygulama alanları araştırılırken, aynı zamanda bu materyallerin klinik performansı, bu restorasyonların başarısızlık kriterleri ve uzun vadeli ağız içi ömrünü etkileyen faktörler değerlendirilmiştir. Ayrıca bu derlemede, minimal invaziv tedavi yaklaşımlarının restorasyonların uzun ömürlülüğüne nasıl katkı sağlayabileceği ve restorasyonların değiştirilmesi gerektiğinde optimal yöntemler tartışılmıştır. Son olarak, reçine kompozitlerin dezavantajlarını elimine etmek amacıyla uygulanan yeni modifikasyonlar ve restoratif diş hekimliğinde materyal seçimine ve uygulama tekniklerine ilişkin güncel bilgiler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Uzun Ömürlülük; Dental Restorasyon Başarısızlığı; Dental Restorasyon onarımı

ABSTRACT

The failure of dental restorations prompts various treatment options ranging from repair or replacement of the restoration based on remaining tooth structure to root canal treatment or extraction. However, these alternatives entail time loss, dissatisfaction, and high costs for both patients and practitioners. Therefore understanding factors influencing the longevity of dental restorations is crucial for enhancing clinical outcomes in dentistry.

In this review, academic literature published over the past decade has been comprehensively examined to synthesize traditional knowledge with contemporary research, aiming to contribute to the understanding of challenges encountered in dental practice and to enhance treatment planning. Accordingly, the characteristics, advantages, disadvantages, and application areas of dental restorative materials such as amalgam and composite in dentistry were investigated. Additionally, the clinical performance of these materials, criteria for restoration failure, and factors influencing their long-term intraoral lifespan were evaluated. Furthermore, the role of minimal invasive treatment approaches in promoting the longevity of restorations was discussed, along with optimal strategies for restoration replacement when necessary. Finally, recent advancements focusing on eliminating the drawbacks of resin composites through new modifications and providing current insights into material selection and application techniques in restorative dentistry were presented.

Keywords: Longevity; Dental Restoration Failure; Dental Restoration Repair

Giriş

Diş çürüğü, insanların yerleşik hayata geçmeleri ile beslenme alışkanlıklarındaki değişimler nedeniyle, diş yüzeyinde zamanla asit üreten bakteri plağı ve fermentasyon kabiliyetine sahip karbonhidratlarla etkileşim sonucunda yerel kimyasal çözünme ile oluşmaktadır.¹ Bu hastalığın yanı sıra, asidik beslenme ve parafonksiyonel alışkanlıklar gibi bazı faktörlere bağlı olarak oluşabilen erozyon ve abrazyon gibi çürüksüz lezyonlar, diş veya restorasyon kırıkları da insanların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.² Ağız sağlığının bireylerin genel sağlığı üzerindeki etkisi göz önüne alındığında, etkili ağız hijyeni uygulamaları ve koruyucu yöntemlerin benimsenmesi, hem sağlık sorunlarının önlenmesi hem de yaşam kalitesinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.³ Bu bulguların önlenmesi amacıyla ağız hijyeni kontrolü ve koruyucu yöntemler uygulanırken, ileri seviyede ilerlemiş lezyonların varlığında doğru tanı yöntemleri kullanılarak en uygun tedavi seçilmekte ve kaybolan çiğneme fonksiyonu, fonasyon ve estetiğin restoratif tedavilerle yeniden sağlanması hedeflenmektedir.^{1,3} Bu yönde eksik veya hasarlı diş dokusunun morfolojisini yeniden oluşturmak için pek çok restoratif materyal kullanılmaktadır. Metal alaşımlı restoratif materyalleri arasında yer alan amalgam, uzun yıllardır posterior bölgedeki restorasyonlarda kullanılan dayanıklı bir malzeme olmasına rağmen, biyouyumluluk endişeleri ve estetik kaygılar nedeniyle kullanımı azalmıştır.⁴ Son yıllarda, adeziv diş hekimliğinin gelişmesi ile güncel rezin kompozit, cam iyonomer ve biyoaktif materyaller tercih edilmeye başlanmıştır.¹ Bu materyallerin seçimi ve uygulanması sırasında, var olan dezavantajları, hastanın özellikleri ve klinik durumu göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.⁵

Restorasyonların klinik başarısızlığında, kalan diş dokusuna göre restorasyonun tamiri veya yenilenmesi, dişe kanal tedavisi ya da çekim gibi alternatifler uygulanabilir. Ancak bu seçeneklerin tümü, klinikte hastaya ve hekime zaman kaybı, tatminsizlik ve özellikle hastaya ve ülke ekonomisine yüksek maliyet getirebilir. Bu nedenle dental restorasyonların ağız içi sağkalım ömrünü etkileyen faktörlerin anlaşılması, diş hekimliğinde klinik sonuçların iyileştirilmesi için hayati öneme sahiptir.⁶ Bu derlemede restoratif diş hekimliğinde temel kaynakların

kullanımıyla birlikte metal alaşımlı amalgam ve rezin bazlı kompozit restoratif materyallerin özellikleri, kullanım alanları karşılaştırılıp, başarısızlıklarına sebep olan faktörler incelenmiştir.

Restoratif Materyaller

Dişlerdeki çürüklerin tedavisinden, kırık veya eksik dişlerin onarımına kadar çeşitli durumlar için kullanılan bu materyaller, içeriklerine göre metal alaşımlı, polimer esaslı ve seramik esaslı restoratif materyaller olarak sınıflandırılır. Bu derlemede metal alaşımlı amalgam ve polimer esaslı rezin kompozit materyallerin özelliklerine odaklanılmıştır.

1. Metal Alaşımlı Amalgam Restoratif Materyaller

Uzun yıllar boyunca posterior bölgedeki yüksek çiğneme kuvvetlerine dayanıklı olmaları nedeniyle başarıyla kullanılmış olan amalgam restoratif materyaller, civa, gümüş, kalay ve farklı oranlarda bakırdan oluşan bir malzemedir ve yıllar içinde kullanımı değişmiştir. Özellikle yüksek bakırlı amalgamların geliştirilmesi, korozyon etkilerini azaltarak uzun vadeli klinik performans sağlamıştır. Bu restorasyonların maliyeti düşüktür ve klinik uygulamada teknik hassasiyet gerektirmezler.⁶ Ancak, 1970'lerde diş hekimliğinde minimal invaziv felsefenin benimsenmesine bağlı olarak ve civa toksisitesi ile ilgili endişeler nedeniyle 2013'te uygulanan Minamata Sözleşmesi, dental amalgam restorasyonlarının aşamalı olarak azaltılmasını gerektirmiştir.⁷

Amalgam restorasyonlarında sıkça karşılaşılan başarısızlık nedenleri arasında kütleli kırılma, uygun olmayan kavite hazırlığı, korozyon ve marjinal bozulma yer alır. Bu nedenle, amalgam restorasyonlarının seçiminde hastanın özellikleri, klinik durumu ve risk faktörleri dikkate alınmalıdır.⁵

2. Resin Esaslı Kompozit Restoratif Materyaller

Resin kompozitler, 1962'de Dr. R. Bowen tarafından geliştirilmiş olup, modern diş hekimliğinde amalgam restoratif materyalin alternatifi olarak yaygın kullanılan materyallerdir. Estetik, geniş renk skalası, biyolojik uyumluluk ve diş dokusuna güçlü adezyon sağlama özellikleri ile üstün fiziksel özellikler sunarlar.⁸ Ayrıca uzun yıllar boyunca ağız içinde fonksiyonel sağkalım ömrüne sahip oldukları bilinmektedir.^{9,10} Ancak, mikrosızıntı, polimerizasyon büzülmesi, yüzey pürüzlülüğü ve su emilimi gibi

bazı dezavantajlar da bulunmaktadır.^{5,11}

Rezin kompozitler, tipik olarak organik yapı, inorganik doldurucu ve ara bağlayıcı silan olmak üzere üç temel bileşenden meydana gelirler. Bu bileşenler, kompozitin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirleyen önemli unsurlardır. Organik yapı, rezinin şekil verilebilmesine ve polimerizasyonun hızlıca gerçekleşmesine olanak sağlar. Bu yapı içerisinde monomerler, komonomerler, polimerizasyon başlatıcıları ve plastize edici maddeler bulunur. İnorganik doldurucular ise cam partikülleri, alüminyum ve lityum silikat gibi malzemeleri içerir ve kompozitin dayanımını artırır. Küçük boyutta ağırlıkça fazla inorganik doldurucunun varlığı, materyalin aşınmaya direnci ve elastikiyet modülünü artırırken; ısısal genleşme, polimerizasyon büzülmesini, su emilimini ve akışkanlığını azaltır. Ayrıca, doldurucu partiküllerin boyutu ne kadar küçükse, materyalin parlatılabilirliği o kadar artar. Ara bağlayıcı silan, doldurucu partikülleri rezin matrisine bağlayarak aşınma direncini artırır ve hidrolitik dengeyi sağlayarak rezinin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltır ve böylece fiziksel özelliklerinin artmasını sağlar.^{5,11}

2.1. Rezin Kompozitlerin Sınıflandırılması:

- Polimerizasyon tepkisine bağlı olarak, kimyasal sertleşenler, ışıkla sertleşenler ve dual-cure kompozitler söz konusu olup farklı sertleşme süreçleri ve kullanım amaçlarına sahiptir.

- Viskozitesine göre, akışkan, kondanse edilebilir ve güncel olarak ortaya çıkan enjekte edilebilir kompozitler mevcuttur.^{5,12}

- Doldurucu partikül boyutuna göre, makrofil, mikrofil ve hibrit kompozitler temel kategorileri oluşturmaktadır. Makrofil kompozitler, büyük doldurucu partikülleri içeren dayanıklı kompozit malzemelerdir. Ancak, bu tür kompozitlerin cilalanması ile pürüzsüz bir yüzey elde etmek mümkün olmayabilir. Mikrofil kompozitler, estetik gereksinimlerin artmasıyla geliştirilmek üzere daha küçük doldurucu partiküller içerdikleri için estetik açıdan avantajlıdır. Ancak, bu avantajın yanı sıra, içerdikleri partiküllerin boyutu ve ağırlığının azalması nedeniyle düşük sertlik, aşınma direnci ve çekme mukavemeti gibi daha zayıf mekanik özellikleri göstermektedir. Hibrit kompozitler ise, estetik gereksinimleri karşılamak ve aşınma direncini artırmak amacıyla geliştirilmiş modern teknolojinin bir ürünüdür. Çeşitli boyutlarda doldurucu

partiküller içeren bu materyaller çoğunlukla %75 ila %80 arasında doldurucu içeriğine sahiptir. Bu sayede hibrit kompozitlerin mükemmel cilalanma, azalmış polimerizasyon büzülmesi, iyi aşınma özellikleri ve az su emilimi gibi avantajları bulunmaktadır. Bu malzemeler mikrohibrit ve nanohibrit alt gruplara ayrılır. Mikrohibritler, geliştirilmiş fiziksel özellikler ve aşınma direnci sunarken nanohibritlerden daha az cilalanabilirler. Nanohibritler ise, nanopartiküllerin ve sub-micron partiküllerin kullanımıyla birlikte rezin kompozitlerin doldurucu yükünü artırarak daha gelişmiş mekanik özelliklere sahiptir.^{5,12,13}

- Kullanım çeşidine göre modifikasyonlar: materyalin bazı dezavantajları elimine etmek üzere malzemelerin üç ana fazının güçlendirilmesi ile çeşitli modifikasyonlar yapılmıştır. Örneğin, İnorganik doldurucuların modifikasyonu için, fiber, seramik parçacıklar, nano doldurucular, mineral salan doldurucular gibi materyaller matris içine ilave edilmiştir.^{14,15,16}

Bunlarla birlikte, hastanın tedavi ihtiyaçlarına ve klinik koşullarına göre rezin kompozitlerin kullanımı, iki farklı yöntemle gerçekleştirilir. Direkt yöntemde, kompozit malzeme doğrudan diş üzerine uygulanarak restorasyon hazırlanır. İndirekt yöntemde ise restorasyon, seramik bazlı materyaller, rezin kompozit bloklar veya hibrit materyaller kullanılarak konvansiyonel veya CAD/CAM cihazı üzerinde hazırlanmış olup dişe rezin simanla yapıştırılarak sabitlenir. Bu teknik, ince yapıstırıcı siman tabakası sayesinde polimerizasyon büzülmesi gibi dezavantajları azaltır. Arayüz uyumunu etkileyebilecek tek büzülme, siman tabakasında meydana gelebilir. Bu prosedür, restorasyonun daha iyi fiziksel ve mekanik özellikler sunulmasını sağlar; ideal oklüzal morfoloji, proksimal kontur ve antagonist doğal dişle uyumlu aşınma sağlar. Ancak bu teknik daha fazla zaman alır ve ek maliyet gerektirir.¹⁷

Restorasyon Başarısızlıkları

2009 yılında son haline getirilmiş, mevcut restorasyonların klinik başarısını değerlendiren FDI kriterlere göre, fonksiyonel, estetik ve biyolojik parametrelerin her birisi kabul edilebilirlik için beş puanlık bir skalada değerlendirildi: üçü kabul edilebilir ve ikisi kabul edilemez (bir tanesi onarılabilir, bir tanesi de değiştirilmesi gereken) puanlarla ifade edilmektedir. Bu kriterlere göre yetersiz veya kötü olarak değerlendirilen restorasyon-

ların varlığında onarım veya değiştirme müdahalelerin yapılması gerektiği durumlarda restorasyonlar başarısız sayılmaktadır. Bu bilimsel kriterler hekimler arası ortak bir dil oluşturarak, restorasyonların yenilenmesi kararı alınırken kullanılmaktadır.¹⁸ 2010 yılında, Hickel ve ark.¹⁹ “Klinik olarak yetersiz (değiştirilmesi gereken)” kriterleri şu şekilde detaylandırdı. Tablo I.

Önceki araştırmalar, amalgam restorasyonlarının en yaygın değiştirilme nedeninin ikincil çürükler veya kırıklar olduğunu, özellikle karmaşık kavite tasarımları

ve çok yüzlü restorasyonlar için geçerli olduğunu göstermektedir.^{20,21,22} Ancak, tüm amalgam restorasyonlarını değerlendiren araştırma verileri, estetik kaygıların değişikliklerde en yaygın neden olduğunu da göstermektedir.¹⁰

Dental kompozitlerin klinik olarak değiştirilmesinin birincil nedeni sekonder çürüklerdir ve bunu kenar büzülmesi, polimerizasyon büzülmesi ve arayüzeyde oluşan stres ile ilgili kırıklar takip eder.^{7,11,23} Başlıca başarısızlıklardan olan sekonder çürükler kötü ağız hijyeni olan

Tablo I. Restorasyonların klinik başarısını değerlendiren FDI kriterler/ Hickel kriterler ve değiştirilmesi gereken restorasyonların kriterleri

	Kriterler	Klinik Olarak Yetersiz Restorasyon Kriterleri
Estetik Özellikler	Yüzey parlaklığı	Çok pürüzlü, kabul edilemez derecede plak tutucu bir yüzey.
	Yüzey ve kenar renklenme	Müdahale için erişilemez, yaygın veya lokal, şiddetli yüzey lekelenmesi ve/veya alt yüzey lekelenmesi ve/veya derin kenar lekelenmesi
	Renk uyumu ve geçirgenlik	Kabul edilemez.
	Estetik anatomik form	Form tatmin edici değil ve/veya kaybedilmiş. Onarım mümkün/değerlendirilebilir değil.
	Malzemenin kırılması ve retansiyonu	Restorasyonun kısmi veya tamamen kaybı veya çoklu kırıklar.
Fonksiyonel Özellikler	Kenar adaptasyonu	Restorasyon tam veya kısmi gevşek ancak lokal veya yaygın büyük boşluklar veya düzensizlikler.
	Okluzal kontur ve aşınma	Restorasyon veya antagonist dişte aşırı aşınmanın varlığı ve karşılık gelen minenin %50'sinden fazlasını etkilemesi.
	Aproksimal anatomik form	(a): Çok zayıf temas noktası ve/veya yiyecek sıkışması nedeniyle açık hasar ve/veya ağrı/gingivitis. (b): Yetersiz kontur.
	Radyografik inceleme	Sekonder çürükler, büyük boşluklar, büyük taşkınlıklar, apikal patoloji, kırık, restorasyon veya diş kaybı.
	Hasta görüşü	Tamamen memnuniyetsiz veya ağrı dahil olumsuz etkiler.
	Postoperatif duyarlılık ve diş canlılığı	Yoğun, akut ağrı veya canlı olmayan diş. Endodontik tedavi gereklidir ve restorasyonun değiştirilmesi gerekmektedir.
	Çürüğün tekrarı, erozyon, abfraksiyon	Onarımı mümkün olmayan derin çürük veya açık dentin.
Biyolojik Özellikler	Diş bütünlüğü	mine çatlakları, Kasp veya diş kırığı.
	Periodontal yanıt (her zaman bir referans dişine göre karşılaştırılır)	Taşkınlıklar, boşluklar veya yetersiz anatomik form ile birlikte olan/olmayan şiddetli/akut gingivitis veya periodontitis.
	Komşu mukoza	Şüpheli şiddetli alerjik, likenoid veya toksik reaksiyon.
	Ağız ve genel sağlık	Akut/şiddetli lokal ve/veya genel semptomlar.

bireylerde marjinal sızıntı ve kenar uyumunda bozukluk, kavite hazırlığı sırasında çürük bırakılması, restorasyon yüzeyinde pürüzlülük oluşturarak retansiyon alanı sağlanması gibi etkenler sonucunda ortaya çıkabilirler.⁸

Sekonder çürük, bir restorasyonun kenarında bulunan primer çürükle aynıdır. Genellikle, kenarda yeni bir çürük oluşana kadar klinik olarak teşhis edilmesi zordur.²⁴ Rezidüel çürük bırakılması, materyalin yerleştirilme sırasında teknik hatalar, restorasyon ile diş yapısı arasında marjinal bozukluklar gibi faktörler ikincil çürük oluşumunda rol oynayabilir.⁷

Kırık veya aşınma, genellikle restorasyon altında çürük gelişimi, desteksiz mine kaldırılmaması veya desteklenmemesi, aşırı oklüzal kuvvetlerin etkisi, tüberkül bölgelerinin restorasyon üzerine gelmesi gibi etkenlerden kaynaklanabilir.⁷ Amalgam restorasyonlarında meydana gelen kırıklar genellikle yetersiz kavite tasarımıyla ilişkilendirilir; özellikle yetersiz direnç şekli olarak belirtilir.²⁵ Kırıkların çoğunun azı dişlerinde sınıf 2'de ve MOD (Mesio-Okluza-Distal) kavitelerde meydana geldiği gösterilmiştir. Rezin kompozit restorasyon kırıklarının, amalgam restorasyon kırıklarına göre on kat daha az olduğu belirtilmektedir. Ancak, kırıkların çoğu kompozit restorasyonların malzeme kırılmasından kaynaklanmaktadır.⁷ Anterior sınıf 3 ve 4 restorasyonlarda, diş veya restorasyon kırıkları, rapor edilen çalışmalarda tüm başarısızlıkların %25 ila %100'ünü oluşturarak en yaygın başarısızlık nedeni olarak rapor edilmiştir.²⁶

Başarısız Restorasyonların Tamir veya Değiştirilmesi

Sınıf I ve II restorasyonlarında kabul edilebilir sağkalım oranlarına rağmen, Elderton tarafından tanımlanan tekrarlayan restoratif döngüye göre başarısız restorasyonların değiştirilmesi için hala önemli miktarda zaman harcanmaktadır. Kusurlu restorasyonların değiştirilmesi yaygın bir tedavi seçeneği olsa da önemli miktarda sağlam diş dokusunun çıkarıldığı ve preparasyonun genişletildiği rapor edilmiştir. Bununla birlikte minimal invaziv bakış açısı ile onarımın, değiştirme yerine geçerli bir alternatif olduğu ve yaşlanan restorasyonların klinik dayanıklılığını artırabileceği gözlemlenmektedir.²⁷

Daimi dişlerdeki rezin kompozit restorasyonların yıllık başarısızlık oranı arka bölge dişler için %1 ila %3, ön

dişler için %1 ila %5 arasında değişmektedir. Başarısızlık durumunda, restorasyonun tamamen çıkarılıp yerine yenisinin yapılması tercih edilirse, bu işlem diş yapısında geniş çaplı bir kayba yol açabilir. Böyle bir kayıp, yalnızca diş alt yapısını zayıflatmakla kalmaz, aynı zamanda klinik işlem süresinin gereksiz yere uzamasına da sebep olabilir.²⁸ Oysa onarım, restorasyonun yalnızca kısmen çıkarılmasıyla maliyetin azaltılmasına ve restorasyonun kalitesinin ve ömrünün arttırılmasına olanak tanıyan konservatif bir tedavidir. Bu konuda yapılan bir çalışmada, kompozit onarımın 4 yıllık takip süresi boyunca yıllık %5,7'lik bir başarısızlık oranı gösterdiği ve bu sonucun iyi bir uzun ömürlülüğü işaret ettiği rapor edilmiştir. Ancak geniş restorasyonlar veya tüberküllerde geniş çatlaklar olması durumunda onarım işlemi endike olmadığından dikkatli bir klinik değerlendirme yapılmalıdır.²⁹

Diş hekimliğinde eski restorasyonların yenilenmesinin %40-45 oranı genellikle amalgam restorasyonlarının değiştirilmesinden oluştuğu rapor edilmiştir. Amalgam restorasyonları, sağlam diş dokusunun önemli ölçüde kaybedilmesine neden olabilecek makro mekanik tutunmaya dayanır. Ayrıca günümüzde, amalgam restorasyonlarının invaziv karakteri, estetik açıdan yetersiz olmaları ve toplumun kabul edilebilirlik düzeyinin düşük olması nedeniyle kullanımı azalmıştır. Duvar adaptasyonunda bozukluklar yaratması sonucu sekonder çürük oluşumu, bu tür restorasyonların değiştirilmesinin en yaygın sebeplerinden biridir.⁶

Arka bölge kompozit restorasyonların ikincil çürük nedeniyle yüksek başarısızlık oranlarına sahip olduğu bilince de, amalgam restorasyonlarının kullanımının azalma sürecinde olması nedeniyle rezin kompozitler, arka bölge restorasyonlarda en yaygın kullanılan malzemeler arasında yer almaktadır.^{6,7}

Amalgam restorasyonlarının değiştirilmesi gerektiğinde, genellikle daha geniş bir hazırlık gereklidir. Bu durumda, hem indirekt (seramik veya rezin kompozit) hem de direkt (rezin kompozit) restorasyonlar önerilebilir. Kısmi indirekt restorasyonlar, estetik açıdan daha üstündür, orijinal morfolojinin geri kazanılması için daha uygundur ve düşük polimerizasyon büzülmesine sahiptir. Öte yandan, bu tür restorasyonların zaman alıcı, malzemelerin kırılabilir ve maliyetinin yüksek olduğu bilinmektedir. Buna karşı, geniş kavitelerin direkt rezin kompozit

ile restore edilmesi, morfoloji ve fonksiyonun geri kazanılması ve marjinal sızdırmazlığın korunması için yüksek seviyede operatör becerileri gerektirir.³⁰

Bu konu hakkında ortalama 15 yıllık klinik hizmeti değerlendiren bir araştırma, eski başarısız amalgam restorasyonların yerine geniş kapsamlı direkt rezin kompozit restorasyonlarının olumlu klinik dayanıklılık gösterdiğini; ayrıca küçükazı dişlerdeki geniş kapsamlı direkt rezin kompozit restorasyonlarının sağkalımını, kasp sayısının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediğini bildirmiştir.³¹ Geniş kasp kırıklarına sahip MOD amalgam restorasyonlu azı dişlerinin onarılmış veya değiştirilmiş restorasyonlarının ağız içi ömrünü değerlendiren yeni bir çalışmada, değiştirilen restorasyonlar, onarılanlara göre daha yüksek kırılma direncine sahip olduğunu göstermiştir. Bu da bütün restorasyonun değiştirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.³²

Bunlarla birlikte, direkt kompozit restorasyonlarda daha fazla yüzeyin dahil edilmesi durumunda başarısızlık riskinin arttığı; ancak dişin vital olup olmaması da bu konuda önemli bir husus olduğu sonuçlandırılmıştır.³³ Canlı ve endodontik olarak tedavi edilen direkt rezin kompozit ile restore edilen dişleri 6 ila 13 yıl arasında değerlendiren bir çalışmada, uzun vadeli sağkalım oranı hakkında istatistiksel olarak anlamlı farklar rapor edilmiştir. Resin kompozitlerle direkt teknik ile değiştirilmiş canlı dişlerdeki restorasyonların yıllık başarısızlık oranı (AFR) %0.08 iken, endodontik olarak tedavi edilenlerde bu oran %1.78 olarak rapor edilmiştir. Sonuç olarak, vitalite kaybının dentinin fiziksel özellikleri ve nem içeriği üzerinde ihmal edilebilir bir etkisi olduğu, ancak endodontik tedavi sırasında yapılan erişim boşluğu hazırlığı ve kanal genişletmesinin dişin dayanıklılığını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir.³³

Dental Restorasyonların Ağız İçi Ömrünü Etkileyen Faktörler

Restorasyonların ağız içi ömrünü etkileyen başarısızlıklar çeşitli faktörlere bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir. Son klinik çalışmalar, restorasyonların uzun ömrünü etkileyen faktörlerin sadece uygun malzemelerin seçimi ile sınırlı olmadığını ve dişle ilgili faktörler, hastanın risk durumu ve sosyoekonomik durumu ve restorasyonları gerçekleştiren veya değerlendiren diş hekimleri gibi bir dizi ek değişkenin de rol oynadığını göstermektedir.²⁷

Son 10 yılda yayınlanan makalelerin gözden geçirildiği bir çalışmaya göre, malzeme ve tekniklerin diş hekimleri tarafından doğru şekilde uygulandığı varsayılırsa, kompozitler arasındaki farklar dayanıklılıkta küçük bir rol oynamaktadır. Hasta faktörleri uzun ömürlülükte önemli bir rol oynamaktadır. Diş hekimlerinin eskimiş veya başarısız restorasyonların tanısına ilişkin uyguladıkları karar verme süreci de restorasyonların ömrünü etkileyebilmektedir.³⁴

1. Hasta ile İlgili Faktörler: Restorasyonun başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri, hastanın öyküsü, sistemik durumu ve dişler ile ilgili semptomları değerlendirmek ile doğru endikasyonun konulmasıdır.

Sosyoekonomik durumu daha düşük olan ve yüksek çürük riskine sahip hastalarda restorasyonun başarısız olma ihtimalinin daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.^{6,35} Düşük riskli hastaların restorasyonunun yaklaşık %60'lık bir başarı şansı bulunurken, yüksek risk altındaki hastaların 20 yıllık sürede sadece %35'lik bir başarı şansı vardır.⁹ Bu nedenle hastaların çürük riskinin değerlendirmesi kritik öneme sahiptir.

Yaş ile restorasyon sağkalımı arasında doğrudan bir ilişki bulunmamakla birlikte, 40 yaşın üzerindeki bireylerde koronal kırıkların daha sık görüldüğü gözlemlenmiştir; bu durum geniş kapsamlı diş müdahaleleri veya diş aşınmaları ile ilişkilendirilebilir.³⁶

Restorasyon aşamasında plak ve kanamanın varlığı adezyonu olumsuz etkileyerek ve dişte aşınma, kırık ve mikroçatlakların oluşumuna yol açabilen oklüzal ilişkiler ve parafonksiyonel alışkanlıklar, yapılacak restorasyonun prognozunu etkilemektedir.³⁴

2. Restore Edilen Dişle İlgili Faktörler: Restorasyonun ağız içinde uygulandığı bölge, Kavitenin büyüklüğü, derinliği, diş eti sınırının mine/segment üzerinde sonlanması, konfigürasyon faktörü, tüberkül kalınlıkları ve proksimal alanın kaviteye dahil olması restorasyonun başarısını etkileyen faktörlerdendir.^{6,34}

Kanal tedavisi gören dişlerde, sağlam duvarların sayısı, diş hekiminin yeterliliği ve seçilen restoratif materyal ve teknik, restorasyonun sağkalım oranını etkileyebilmektedir. Endodontik tedavi görmüş dişlerin zayıflamasının temel nedeni, dentin yapısının nem kaybından kaynaklı olmadığı, bunun yerine restoratif prosedürlerle ilişkilendirilen diş yapısındaki kayıplar nedeniyle olduğu

düşünülmektedir. Özellikle MOD kavitelerin oluşturulması, diş sertliğinde %63'lük bir azalmaya neden olmuştur, bu da diş kırılma riskini artırmaktadır.³⁶

3. Hekim ile İlgili Faktörler: Başlıca başarısızlıkların önlenmesinde diş hekiminin bilgi ve becerisi kritik önem taşımaktadır, özellikle restoratif tedavi aşamasında alınan kararlar, kullanılan materyal ve uygulama teknikleriyle belirgin hale gelir. Hekim, hastanın tercihlerini göz önünde bulundurarak sunulan tedavi seçeneklerini belirlerken, kavite preparasyonu, izolasyon, matris sistemleri, frezler, adezivler, materyal yerleştirme ve polimerizasyon teknikleri gibi uygulamaların restorasyonun sonucunu doğrudan etkilediği gözlemlenmektedir.

Agresif kavite preparasyonunu ve hibrit tabakanın oluşumunu etkileyerek mikrosızıntıya yol açabilen yetersiz adeziv sistemi kullanımı postoperatif hassasiyetlere yol açtığı bilinmektedir. Özellikle amalgam veya indirekt restorasyonlarda doğru kavite hazırlığının, restorasyonun retansiyon ve marjinal uyumu üzerinde kritik bir rol oynadığı vurgulanmaktadır. Doğru matris sistemleri ve kama kullanımıyla doğal kontak ve kontur sağlanması, uygun tabakalama ve ışınlama teknikleriyle polimerizasyon büzülmesinin azaltılması da restorasyonun başarısını belirleyen diğer önemli faktörler arasındadır. Pürüzlü yüzeylerin oluşumu, bakteriyel plak birikimine yol açarak restorasyonların ağız içi ömrünü etkileyebilir. Bu durumun önlenmesi için doğru materyal seçimi, etkili polimerizasyon ve doğru bitirme ve cilalama işlemleri gereklidir.^{5,25,37}

4. Kullanılan Restoratif Materyallere Bağlı Faktörler:

1955 yılında Buonocore tarafından başlatılan adeziv diş hekimliği, mine ve dentin yüzeylerine rezin kompozit materyallerin bağlanmasını geliştirmenin gerekliliğiyle güçlü bir evrim geçirmiştir. Bu malzemeler sayesinde, dolgunun tutunması için mekanik retansiyon sağlama ihtiyacı azalmıştır, bu da sağlam diş dokusunun korunmasına ve ikincil çürük riskinin azaltılmasına yardımcı olur. Farklı adeziv sistemlerin uygulama yöntemleri ve süreleri, bağlanma üzerindeki etkileriyle restorasyonun ağız içi ömrünü belirlemektedir.¹² Van Landuyt ve arkadaşlarına³⁸ göre, dördüncü nesil geleneksel etch and rinse adezivlerin performansı self-etch adezivlerle karşılaştırıldığında, self-etch sistemlerdeki potansiyel nano-sızıntı-

sı ve restorasyon başarısızlığı nedeniyle, üstün bağlantı mukavemeti gösterirler.

Rezin kompozitlerin amalgama göre maliyeti ve yerleştirme sırasında daha fazla teknik hassasiyeti gerekmesine rağmen, estetik görünümü, sağlam diş yapısını koruması, evrensel kullanımı, diş yapısına adezyonu ve tamir edilebilirliği ile birlikte öne çıkmaktadır. Ayrıca rezin kompozitler diş dokusuna benzer elastik modülü, ısısal genleşme katsayısı gibi fiziksel özellikler sayesinde ağız ortamında uyumlu davranışlar gösterebilmektedir. Ancak bu restorasyonların marjinal bozulmalarının zamanla ortaya çıkması, oklüzal stresin yüksek olduğu bölgelerde daha fazla oklüzal aşınmanın oluşması ve özellikle polimerizasyon büzülmesi, su absorbe etmeleri ve yüzey sertliğinin değişmesi gibi dezavantajları da göz ardı edilmemelidir.⁵

• Polimerizasyon Büzülmesinin Restorasyonların Ağız İçi Ömrüne Etkisi:

Polimerizasyon reaksiyonu, dış enerjinin başlatıcısı aktive ederek serbest radikaller üretmesi ve böylece bir polimer oluşturmasıyla gerçekleşir. Bu süreç sırasında, dental kompozitlerde bulunan metakrilat monomerlerinin alifatik C=C bağları, birbirleriyle reaksiyona giren kararsız C-C bağlarına dönüşür. Bu dönüşüm, monomerler arasındaki moleküller arası mesafeyi azaltarak yeni kovalent bağların oluşmasına yol açar. Bu olay zinciri, monomerlerin türüne ve kompozit formülasyonundaki doldurucu parçacıklarının hacmine bağlı olarak %1 ile %6 arasında değişen hacimsel polimerizasyon büzülmesi ile sonuçlanır.^{39,40,41}

Rezin kompozitlerin günümüzdeki temel sorunlarından olan polimerizasyon büzülmesinin yarattığı stres, restoratif materyal ile kavite sınırı arasında önemli marjinal boşlukların oluşmasına ve sonrasında mikrosızıntının meydana gelmesine yol açabilir. Bu da postoperatif hassasiyet ve tekrarlayan çürükler gibi problemlere neden olabilir.³⁹ Bu sorun tamamen engellenemez olsa da, büzülme stresinin azaltılması için, adeziv sistemin doğru uygulanması, kaide kullanımı, soft-start ışınlama tekniği ve 2 mm'lik tabakalama tekniği gibi yöntemler önerilmektedir.⁵

Buna ek olarak, güncel değişiklikler daha çok malzemenin polimerik matrisi üzerine odaklanmış olup, temel olarak polimerizasyon büzülmesini ve büzülme

stresini azaltan sistemler geliştirmek için yapılmaktadır. Bu amaçla, restorasyonları yerleştirirken klinisyenlerin inkremental tekniği kullanmak yerine, alternatif rezin monomeri, fotoinitiyatorler ve farklı dolgu teknolojilerine dayanan, Bulk Fil rezin materyalleri tanıtılmıştır. Bu yaklaşım, malzemenin 4 ila 5 mm kalınlığında tabakalar halinde kullanılarak, prosedürü basitleştirme ve klinikte geçirilen süreyi azaltma amacını taşımaktadır.^{40,41}

Son zamanlarda yapılan bir çalışmada, polimerizasyon büzülme stresini azaltmak ve bakteri yapışmasını önlemek amacıyla Tiyolen rezin sistemi polimerizasyon büzülme stresini azaltabileceği ve florlu bileşikler ise bakteri yapışmasını azaltabileceği için, florlu metakrilat-tiyol-en rezin matrisi kullanılarak farklı dental rezin kompozitleri hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu rezin kompozitlerin hacimsel büzülme ve büzülme stresinin azaldığı; Ayrıca, *Streptococcus mutans* bakterisine karşı mükemmel antibakteriyel etkiye sahip olduğu ve biyolojik uyumlu olduğu belirterek, bu güncel malzemenin klinik uygulamalarda potansiyel olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.³⁹ Bu hedef doğrultusunda yapılan diğer bir çalışmada ise, genişleyen bir monomer olan 3,9-diethyl-3,9-dimethylol-1,5,7,11-tetraoxaspiro ve bir epoksi rezin monomeri olan diallyl bisphenol A diglycidyl ether içeren bir anti-büzülme karışımı ve matrise kendini iyileştiren antibakteriyel mikrokapsüller eklenerek çok fonksiyonlu bir rezin matris hazırlanmıştır. Bunun da düşük polimerizasyon büzülmesi ve mükemmel antibakteriyel aktivite ve kendini iyileştirme yeteneği ile kırıkların ve ikincil çürüklerin görülme sıklığını azaltmak için potansiyel uygulamalara sahip olduğu belirlenmiştir.⁴² Restoratif materyallere bağlı başarısızlık nedenlerini azaltmak amacıyla güncel değişiklikler, rezin kompozitleri antibakteriyel silan arabağlayıcılarla modifiye ederek sekonder çürük oluşumu ihtimalini azaltmaya yönelik gibi faaliyetlerle devam edilmektedir.⁴³

• Yüzey Pürüzlülüğü, Parlaklık ve Cilalanabilirliğin Restorasyonların Ağız İçi Ömrüne Etkisi:

Yüzey pürüzlülüğü, materyal yüzeyin fonksiyonel, estetik ve biyolojik uyum açısından kritik olan iki boyutlu parametresidir. Pürüzlü yüzeyler, dişler arasında fonksiyonel ve dengeleyici temas kaybına neden olabilir, bu da yüksek temas noktası streslerine yol açabilir. Ayrıca pürüzlü yüzeylerde, serbest yüzey enerjisinin daha

düşük olması nedeniyle mikroorganizmaların tutunması ve kolonizasyonu kolaylaşır. Bakterilerin restorasyon yüzeyine tutunması için gereken kritik yüzey pürüzlülük değerinin (Ra) 0,2 µm olduğu kanıtlanmıştır. Buna karşılık, pürüzsüz bir yüzey, restorasyona daha iyi estetik ve hastaya konfor sağlar, bakteriyel biofilm retansiyonunu, renk değişimini gingival doku iltihabını, sekonder çürükleri ve kırık riskini azaltmaktadır. Bu açıdan cilalanabilirlik, kompozit rezinlerin önemli bir özelliğidir.^{5,44} Chung, 1 µm'den düşük bir yüzey pürüzlülüğü değerinin optik olarak pürüzsüz bir restorasyon yüzeyine işaret ettiğini bildirmiştir.⁴²

Restorasyonların yüzey özellikleri ve cilalanabilirliğini, kullanılan materyallerin partikül boyutları ve miktarı, organik matriks ve inorganik doldurucu tipleri, uygulanan bitirme ve cilalama prosedürleri büyük ölçüde etkilemektedir. Cilalama işlemi sırasında kullanılan aşındırıcı parçacıkların boyutu ve sayısı, aşındırıcı malzeme ile restoratif malzeme arasındaki sertlik farkı, uygulanan basınç miktarı, her bir aşındırıcı aletle geçirilen süre ve aşındırıcı aletlerin geometrisi gibi faktörler, restorasyon yüzeyin pürüzlülüğünü belirleyen önemli etkenlerdir. Kullanılan bitirme ve cilalama teknikleri, restoratif materyallerin türüne göre değişir. Bunlarla birlikte, çok aşamalı bitirme ve cilalama prosedürlerin uzun vadede daha başarılı restorasyon yüzeyleri ürettiği rapor edilmiştir.^{45,46,47}

Çoğu klinisyen, başlangıçtaki yüksek parlaklığın hasta için, özellikle de ön dişler için önemli olabileceğini kabul etmiştir; ancak kompozit restorasyon yüzeyi yiyecek, içecek ve diğer aşındırıcı etkenlere maruz kaldığından zamanla pürüzleneceği için diş hekiminin asıl kaygısı, yıllarca süren hizmetten sonra restorasyonların yüzey kalitesidir. Cila retansiyonunu inceleyen çalışmalar, doldurucu partikül boyutuna bağlı olarak yüzey kalitesinin korunmasında bir farklılık olduğunu göstermektedir; pürüzlülük ve parlaklık, partikül boyutu ile birlikte artma eğilimindedir. Ancak bu, fırçalama yüküne ve zamanına bağlıdır. Özellikle nanofill ve mikrofill kompozitler, diş fırçalama deneyleri sırasında parlaklıkta bir azalma gösterebilirken, mikrohibrit kompozitler tipik olarak fırçalamanın ilk aşamalarından sonra parlaklıkta bir artış, ardından sabit bir durumun korunması veya hafif bir azalma gösterir.⁴⁷

Günümüzde, nano doldurucu partikülleri içeren kompozit rezinlerin yapılarındaki son derece küçük boyutları nedeniyle, çeşitli cilalama işlemlerine tabi tutulduktan sonra mikrohibrit kompozitlere kıyasla daha üstün bir cilalama ve parlaklık elde edildiği, ancak hibrit veya nano-hibrit parçacıklara sahip kompozit rezinlerin istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı bulguları ortaya çıkmıştır.^{48,49}

• Rezin Kompozitlerinin Su Emilimi ve Suda Çözünürlüğünün Restorasyonların Ağız İçi Ömrüne Etkileri:

Ağız içi koşullarda sürekli olarak su ile temas halinde olan materyallerin su emme kapasitesi, klinik performanslarını etkiler. Polimer bazlı materyaller, ağız ortamındaki su ve solventleri absorbe edebilir ve doldurucular da dahil olmak üzere komponentlerinin bazılarını salabilirler; bu durum su emilimi ve çözünürlük olarak bilinir.⁵⁰ Tüm rezin kompozitlerin dezavantajı olan su emilimi, hidrolitik bozulmalara ve fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerde değişikliklere neden olarak restorasyonların ağız içi ömrünü etkilemektedir.^{51,52} Bu durum, özellikle restorasyonların arayüz konturunda ve dişeti oluşu sıvısına maruz kaldığı bölgelerde kimyasal yapılarını bozarak marjinal kırıklar ve renk değişiklikleri gibi sorunlara neden olabilir.⁵³ Bunlarla birlikte su emiliminin, restorasyonların aşınma direncinde azalma, reaksiyona girmeyen monomerlerin salınımı ve restorasyonların rezin-doldurucu arayüzündeki bağların hidrolitik kırılması gibi olumsuz etkilerin yanı sıra, higroskopik genişleme yoluyla rezin malzemelerinin hacmini etkilediği, bunun da restore edilmiş dişlerde mikro çatlaklara ve hatta çatlaklara neden olabileceği kabul edilmektedir.⁵⁴ Rezin esaslı kompozitlerin su emilimi miktarı, materyalin çeşitli monomerlerinin suya afinitesine, doldurucu partiküllerin miktarı ve partikül-rezin matris ara bağlayıcının silanlanma kalitesine bağlı olmak ile birlikte, maruz kaldığı solüsyonun özelliklerinden de etkilenmektedir. Örnek olarak alkol içeren Listerine Cool Mint gargara üzerine yapılan bir çalışmaya göre Alkolün iyi bir dimetakrilat çözücü olduğu ve rezin kompozit polimerik matriksi yumuşatıp reaksiyona girmemiş monomer ve oligomer sayısını artırarak su emilimi ve çözünürlüğünü arttırdığı gösterilmektedir.⁵⁰

Bunlara karşı, ağız ortamındaki su emiliminin, poli-

merizasyon büzülme stresi miktarında belirgin bir azalmaya sebep olduğu ve bu azalmanın malzemeye bağlı olduğu belirlenmiştir.⁵⁵

Direkt ve İndirekt Rezin Kompozit Restorasyonların Başarısı

Direkt restorasyonlar, arka bölge dişlerin restorasyonunda düşük maliyetleri ve sağlam diş dokusunun çıkarılmasına daha az ihtiyaç duymaları, ayrıca kabul edilebilir klinik performansa sahip olmaları nedeniyle tercih edilirler. Hem amalgam hem de kompozit rezin, Sınıf I ve Sınıf II kavitelelerin restorasyonu için uygun olsa da, kompozit restorasyonlar daha iyi estetik, bağlanma özellikler ve kalan diş yapısının güçlendirilmesi gibi avantajlara sahiptir.⁵⁶ Günümüzde direkt ve indirekt rezin kompozit restorasyonlar arka bölge dişlerin tedavisinde sıkça kullanılmaktadır.¹¹ Küçük ve orta dereceli kaviteleler genellikle direkt restorasyonlarla tedavi edilirken, isthmus genişliğinin fasiyal ve lingual çıkıntı uçları arasındaki mesafenin üçte ikisini aştığı büyük boşluklarda ise indirekt restorasyonlar tercih edilir. Ancak, direkt rezin kompozitlerin invaziv preparasyon gerektirmediği ve düşük maliyetle tek seansta uygulanabildikleri nedeniyle birçok diş hekimi geniş boşluklarda da direkt restorasyonları tercih etme eğilimindedir, bu da klinik kararı karmaşıktırır.¹⁷

İndirekt rezin kompozit restorasyonlarda, ışık, ısı, basınç veya nitrojen atmosferi yapılan post kütleme ve ince yapışkan siman tabakası kullanılarak, polimerizasyonun büzülmesinden kaynaklanan stresi hafifletmeye yardımcı olur. Ara yüzey adaptasyonunu etkileyebilecek tek büzülme, siman tabakasında meydana gelir. Bu nedenle indirekt rezin kompozit restorasyonların mekanik ve fiziksel özelliklerinin ve klinik performansının daha uygun olması beklenmektedir. Son sistemik incelemeler ve meta-analizler, hem doğrudan hem de indirekt rezin kompozit restorasyonlarının iyi uzun vadeli sonuçlar gösterdiğini, başarısızlık için benzer risk oranlarına sahip olduğunu ortaya koymuştur.^{17,30} Ancak bu iki tekniğin ağız içi ömrü arasındaki fark hakkında daha çok çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Sonuç

• Restorasyonların ağız içi sağkalım süresini arttırmak amacıyla doğru tanının belirlenmesi için, hastanın

öyküsü, dişlerle ilgili semptomları, parafonksiyonel alışkanlıkları ve ağız hijyen alışkanlıkları gibi faktörler değerlendirilmelidir.

- Doğru kavite preparasyon prensiplerin sağlanması, uygun matris seçimi, polimerizasyon yoğunluğu ve bitirme ve polisaj işlemleri dikkate alınmalıdır.

- Diş hekimlerinin günümüzdeki gelişmeleri takip ederek uygun adeziv sistemler ve restoratif materyalleri seçmeleri restoratif tedavilerin klinik başarısını olumlu yönde etkileyecektir.

- Sağlıklı diş dokusunun korunması açısından, başarısızlık faktörlerin varlığında mümkün oldukça restorasyonun onarımı, tamamen değiştirilmesine tercih edilmektedir.

- En uygun restorasyon tekniğini uygulamak üzere sağlam diş dokusu miktarı ve vitalite dikkate alınmalıdır.

Kaynaklar

- Kölüş T, Ülker HE, Geçmişten Günümüze Çürük ve Restoratif Materyaller. J Dent Fac Atatürk Univ. 2021;31(1):130-137.
- Altıncı P, Can G, Özer A. Diş Aşınmaları. ADO Klinik Bilimler Derg. 2009;3(2):352-60.
- Kamay İC. Diş Çürüğü ve Tarihteki Öyküsü. Anthropology. 2015;29:17-28.
- World Dental Federation [İnternet]. UNEP Dental Amalgam Phase-down Project. Erişim Tarihi:2024. Erişim Linki: <https://www.unep.org/globalmercurypartnership/our-work/mercury-products/phasing-down-the-use-of-dental-amalgam>
- Ritter AV. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry-E-Book, Seventh Edition, Elsevier Health Sciences. 2017;219-306.
- Sonkaya E, et al. Posterior Direkt Restorasyonlarda Nerede Başarısızlık Yaşıyoruz?. DÜ Sağlık Bil Enst Derg. 2021;11(2):242-249
- Al-Asmar AA, Sabrah AH, Abd-Raheem IM, Ismail H, Oweis YG. Clinical Evaluation of Reasons for Replacement of Amalgam vs Composite Posterior Restorations. The Saudi Dent J. 2023;35(3):275-281. PMID: 37091274
- Ulku SG, Unlu N. Factors Influencing the Longevity of Posterior Composite Restorations: A Dental University Clinic Study. Heliyon. 2024;10(6): e27735.
- Kodzaeva ZS, Turkina AY, Doroshina VY. The Long-Term Results of Teeth Restoration with Composite Resin Materials: A Systematic Literature Review. Stomatologiia (Mosk). 2019;98(3):117-122.
- Borgia E, Baron R, Borgia JL. Quality and Survival of Direct Light-Activated Composite Resin Restorations in Posterior Teeth: A 5- to 20-Year Retrospective Longitudinal Study. J Prosthodont. 2019;28(1):e195-e203.
- Ferracane JL. Resin Composite-State of the Art. Dent Mater. 2011;27(1): 29-38.
- Ozan G, Mert Eren M. Güncel Reçine Kompozit Materyaller. Erdemir U. Estetik Diş Hekimliği Akıl Notları. Ankara. Güneş Tıp Kitabevleri. 2020;1-27
- Lutz F, Phillips RW. A Classification and Evaluation of Composite Resin System. J Prosthet. Dent. 1983;50:480-488.
- Pehlivan N, Karacaer Ö. Diş Hekimliğinde Kullanılan Kompozit Rezinlerin Güçlendirilmesi. Acta Odontol Turc. 2014;31(3):160-6.
- Ünlü N, Çetin AR, Kompozit Rezin Materyallerin İçeriklerindeki Yeni Gelişmeler. Türkiye Klinikleri J Dental Sci. 2008;14(3):156-167.
- Sharma Y. Recent Advances in Composite Resins- An Overview. Asian J Biomed Pharmaceut Sci. 2023;13(99):17
- Da Veiga AMA, Cunha AC, Ferreira DMTP, Da Silva Fidalgo TK, Chianca TK, Reis KR, Maia LC. Longevity of Direct and Indirect Resin Composite Restorations in Permanent Posterior Teeth: A Systematic Review and Meta-analysis. J dentistry. 2016;54:1-12.
- Şeker M, Tağtekin D, Yanıkoğlu F, Yücel M. Posterior Direkt Kompozit Restorasyonların Başarısını Etkileyen Faktörler ve Klinik Değerlendirme Sistemleri. EÜ Dişhek Fak Derg. 2021;42(2):131-140.
- Wilson N, Lynch CD, Brunton PA, et al. Criteria for the Replacement of Restorations: Academy of Operative Dentistry European Section. Oper Dent. 2016;41(S7):48-57.
- Kimyai S, Mehdipour M, Oskoe SS Oskoe PA, Abbaszadeh A. Reasons for Retreatment of Amalgam and Composite Restorations Among the Patients Referring to Tabriz Faculty of Dentistry. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2007;1:27-32.
- Silvani S, Trivelato RF, Nogueira RD, Gonçalves L, Geraldo-Martins VR. Factors Affecting the Placement or Replacement of Direct Restorations in a Dental School. Contemp Clin Dent 2014;5:54-58.
- Pouralibaba F, Joulaci M, Kashefimehr A, Pakdel F, Jamali Z, Esmacili A. Clinical Evaluation of Reasons for Replacement of Amalgam Restorations in Patients Referring to a Dental School in Iran. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2010;4:56-59
- Thyvalikakath T, Siddiqui ZA, Eckert G, LaPradd M, Duncan WD, Gordan VV, Gilbert GH. Survival Analysis of Posterior Composite Restorations in National Dental PBRN General Dentistry Practices. J Dentistry. 2024;141:104831. PMID: 38190879
- Mjör IA, Toffenetti F. Secondary Caries: A Literature Review with Case Reports. Quintessence Int. 2000;31(3):165-79. PMID: 11203922.
- Shashank, Kundoor, Chole DG, Ranga B. An Evaluation of the Fracture Resistance of Class 2 Amalgam Restorations with Different Cavity Designs on Maxillary Premolars. J

- IDRO. 2010;2(2):70-74.
26. Demarco FF, Collares K, Coelho-de-Souza FH, et al. Anterior Composite Restorations: A Systematic Review on Long-Term Survival and Reasons for Failure. *Dent Mater J*. 2015;31(10):1214-1224.
27. Rodolpho PADR, Rodolfo B, Collares K, Correa MB, Demarco, FF, Opdam NJ, Moraes RR. Clinical Performance of Posterior Resin Composite Restorations after up to 33 Years. *Dent Mater J*. 2022;38(4):680-688.
28. Baur V, Ilie N, Repair of Dental Resin-Based Composites. *Clin Oral Investig*. 2013;17:601–608.
29. Furtado MD, Immich F, da Rosa WLDO, Piva E, da Silva AF. Repair of Aged Restorations Made in Direct Resin Composite–A Systematic Review. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2023; 103367.
30. Angeletaki F, Gkogkos A, Papazoglou E, Kloukos D. Direct versus Indirect Inlay/Onlay Composite Restorations in Posterior Teeth. A Systematic Review and Meta-Analysis. *J dent*. 2016;53:12-21. PMID: 27452342
31. Hofsteenge JW, Scholtanus JD, Özcan M, Nolte IM, Cune MS, Gresnigt MM. Clinical Longevity of Extensive Direct Resin Composite Restorations after Amalgam Replacement with a Mean Follow-up of 15 Years. *J Dent*. 2023;130:104409.
32. Hopkins CE, Restrepo-Kennedy N, Elgreatly A, Comnick C, Vargas M, Teixeira EC. Fracture Resistance of Defective Amalgam Restorations Repaired with a Resin-Based Composite Material. *J Am Dent Assoc*. 2023;154(2):141-150.
33. Lempel E, Lovász BV, Bihari E, Krajczár K, Jeges S, Tóth Á, Szalma J. Long-Term Clinical Evaluation of Direct Resin Composite Restorations in Vital vs. Endodontically Treated Posterior Teeth: Retrospective Study up to 13 Years. *Dent Mater*. 2019;35(9):1308-1318.
34. Demarco FF, Cenci MS, Montagner AF, de Lima VP, Correa MB, Moraes RR, Opdam NJ. Longevity of Composite Restorations Is Definitely Not Only about Materials. *Dent Mater*. 2023;39(1):1-12.
35. Ünlü N, Ülkü SG. Son 10 Yılda Kompozit Resin Restorasyonlar: in-vivo ve in-vitro Çalışmalarla Bir Derleme. *NEU Dent*. 2020;2(3):124-145.
36. Priya KPL, Gill S, Banik A, Marvaniya J, Marella K, Anusha Y, Mustafa M. A Retrospective Study on the Fracture Toughness of the Coronal Restorations in Endodontically Restored Teeth. An Original Research. *J Pharm Bioallied Sci*. 2023;15(1):132-136.
37. Sabbagh J, McConnell RJ, McConnell MC. Posterior Composites: Update on Cavities and Filling Techniques. *J dent*. 2017;57:86-90.
38. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification Review of Dental Adhesive Systems: From the IV Generation to the Universal Type. *Ann Stomatol (Roma)*. 2017;8(1):1-17. PMID: 28736601
39. He X, Zhang S, Zhong, Y, Huang X, Liu F, He J, Mai S. A Low-Shrinkage-Stress and Anti-Bacterial Adherent Dental Resin Composite: Physicochemical Properties and Biocompatibility. *J Mater Chem B*. 2024;12(3):814-827. PMID: 38189164
40. Abbasi M, Moradi Z, Mirzaei M, Kharazifard MJ, Rezaei S. Polymerization Shrinkage of Five Bulk-Fill Composite Resins in Comparison with a Conventional Composite Resin. *J Dent (Tehran)*. 2018;15(6):365. PMID: 30842797
41. Rizzante FAP, Duque JA, Duarte MAH, Mondelli RFL, Mendonca G, Ishikiriama SK. Polymerization Shrinkage, Microhardness and Depth of Cure of Bulk Fill Resin Composites. *Dent Mater J*. 2019;38(3):403-410. PMID: 30918231
42. Zhang X, Zhang J, Zhang T, Yao S, Wang Z, Zhou C, Wu J. Novel Low-Shrinkage Dental Resin Containing Microcapsules with Antibacterial and Self-Healing Properties. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2023;148:106212. PMID: 37913623
43. Garcia IM, Souza VS, Balhaddad AA, et al. Ionic Liquid-Based Silane for SiO₂ Nanoparticles: A Versatile Coupling Agent for Dental Resins. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2024;16(26):34057-34068. PMID: 38910292
44. Tseng PC, Chuang SF, Kaisarly D, Kunzelmann KH. Simulating the Shrinkage-Induced Interfacial Damage Around Class I Composite Resin Restorations with Damage Mechanics. *Dent Mater J*. 2023;39(5):513-521. PMID: 37031095
45. Peker O, Bolgul B. Evaluation of Surface Roughness and Color Changes of Restorative Materials Used with Different Polishing Procedures in Pediatric Dentistry. *J Clin Pediatr Dent*. 2023;47(4):72-79. PMID: 37408349
46. Çelik N, Sağsöz Ö, Gündoğdu M. Farklı İçeceklerin Posterior Kompozitlerin Renk Değişikliği ve Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi. *J Dent*

Fac Ataturk Univ. 2017;27(1):27-33.

47. Lippert VF, Bresciani E, Mota EG, Bittencourt HR, Kramer PF, Spohr AM. In vitro Comparison of One-Step, Two-Step, and Three-Step Polishing Systems on the Surface Roughness and Gloss of Different Resin Composites. J Esthet Restor Dent. 2024;36(5):785-795. PMID: 38130085
48. Yamanel K. Effect of Different Prophylactic Polishing Procedures on the Surface Roughness of Microhybrid and Nanohybrid Resin Composites. Cumhuriyet Dent J. 2018;21:85-92
49. Jaramillo-Cartagena R, López-Galeano EJ, Latorre-Correa F, Agudelo-Suárez AA. Effect of Polishing Systems on the Surface Roughness of Nano-Hybrid and Nano-Filling Composite Resins: A Systematic Review. Dent J (Basel). 2021;9(8):95. PMID: 34436007
50. Değer C, Kari P, Müjdecı A. Kompozit Rezinlerin Su Emilimi ve Çözünürlüğü Üzerine Gargaraların Etkisi. EADS, 2017, 44(3), 129-140.
51. Özyurt E. Güncel Resin Kompozit Materyallerin Fiziksel ve Optik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Sencuk Dent J. 2023;10(1):7-11.
52. Atalayın Ç, Karaçolak G, Kaya A. Farklı Posterior Kompozit Rezinlerde Su Emilimi, Çözünürlük ve Mikrosertlik Değişimlerinin İncelenmesi. Sencuk Dent J. 2018;5(2):117-122.
53. Cangül S, Adıgüzel Ö, Tekin S, Öztekin F, Satıcı Ö. Comparison of the Water Absorption and Water Solubility Values of Four Different Composite Resin Materials. Cumhuriyet Dent J. 2018;21(4):335-342.
54. İskender N, Ersöz B, Aydın N, Karaoğlanoğlu S, Oktay EA. Investigation of Water Absorption and Color Change of Indirect Composite Resins. EADS. 2021;48(2):46-51.
55. Bociong K, Szczesio A, Sokolowski K, Domarecka M, Sokolowski J, Krasowski M, Lukomska-Szymanska M. The Influence of Water Sorption of Dental Light-Cured Composites on Shrinkage Stress. Materials (Basel). 2017;10(10):1142. PMID: 28956844
56. Demarco FF, Corrêa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ. Longevity of Posterior Composite Restorations: Not Only a Matter of Materials. Dent Mater J. 2012;28(1):87-101. PMID: 22192253



The Journal of Turkish Dental Research Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310 | Yıl / Year: 2025 | Cilt – Volume: 4 | Sayı – Issue: 1

Endodontide Koni Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanım Alanları- Geleneksel Derleme

Applications of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics - Traditional Review

Endodonti ve CBCT

İpek ERASLAN AKYÜZ

Arş. Gör, Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, KAYSERİ

ipekemamak@hotmail.com

ORCID: 0009-0004-0963-9617

Finansal Kaynak: Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları: Bu çalışma tamamen yazarın kendi çalışması olup başka bir yazarın katkısı bulunmamaktadır.

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Derleme / Review

Geliş Tarihi / Received: 26-10-2024

Kabul Tarihi / Accepted: 12-03-2025

Sayfa / Pages: 50-58

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: İpek ERASLAN AKYÜZ

DOI: <https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1574096>

Endodontide Koni Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kullanım Alanları- Geleneksel Derleme

Applications of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics - Traditional Review

ÖZET

Koni ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT), endodontik tanı ve tedavi planlamasına yardımcı olan üç boyutlu bir görüntüleme yöntemidir. Bu radyografik yöntemin ne zaman ve hangi koşullarda tercih edilmesi gerektiği ile ilgili farklı düşünceler bulunmaktadır. KIBT, endodontide değerli bir tanı ve tedavi planlama aracı olabilir. Genellikle karmaşık kök kanal morfolojilerinin değerlendirilmesi, kök rezorpsiyonu, alet kırıkları, perforasyonlar, kök kırığı ve çatlakların belirlenmesi ve ototransplantasyon için preoperatif değerlendirme gibi endodontik uygulamalarda kullanılır. Ayrıca KIBT, periradiküler lezyonun boyutu ve yerinin, patolojik oluşumların, kemik kalınlığının, mental ve mandibular sinirlerin sinüs, burun boşlukları ve komşu kökler gibi bitişik anatomik yapılara yakınlığının hassas bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır. Cerrahi işlemler öncesinde preoperatif KIBT değerlendirmesi, geleneksel sınırlamalarının çoğunun üstesinden gelir. Ancak, KIBT'nin periapikal radyografilere kıyasla nispeten yüksek radyasyon maruziyeti ve buna bağlı oluşacak riskler dikkate alınmalıdır. KIBT'nin tanı veya tedavi yaklaşımını değiştirebileceği klinik senaryoların ve rutin testlere kıyasla sınırlı kalacağı durumların anlaşılması çok önemlidir. Bu derleme makalesi, endodontik amaçla kullanılan KIBT'nin etkinliğine ilişkin literatürü inceleyerek, bu radyografik yöntemin uygulanması için kanıta dayalı yönergeler oluşturmayı amaçlar.

Anahtar Kelimeler: Radyografi, Tanı, Tedavi

ABSTRACT

Cone beam computed tomography (CBCT) is a three-dimensional imaging method that helps in endodontic diagnosis and treatment planning. There are different opinions about when and under what conditions this radiographic method should be preferred. CBCT can be a valuable diagnostic and treatment-planning tool in endodontics. It is often used in endodontic applications such as evaluating complex root canal morphologies, detecting root resorption, instrument fractures, perforations, root fractures, cracks, and autotransplantation. Additionally, CBCT allows precise evaluation of the size and location of the periradicular lesion, pathological formations, bone thickness, and the proximity of the mental and mandibular nerves to adjacent anatomical structures such as the sinus, nasal cavities, and adjacent roots. Preoperative CBCT evaluation before surgical procedures overcomes many of its traditional limitations. However, the relatively higher radiation exposure of CBCT compared to periapical radiographs and the associated risks should be considered. It is crucial to understand the clinical scenarios in which CBCT may change the diagnostic or treatment approach and the situations in which it will be limited compared to routine testing. This review article aims to establish evidence-based guidelines for applying this radiographic method by reviewing the literature on the effectiveness of CBCT used for endodontic purposes.

Keywords: Radiography, Diagnosis, Treatment

Giriş

Endodontik hastalığın yönetiminde tanı ve prognoz değerlendirmesi için hem klinik hem de radyografik muayene gereklidir. Daha sonra, hasta için en iyi mevcut tedavi seçeneğini seçmek amacıyla klinik karar alma süreci başlar.¹ Geleneksel olarak, tercih edilen görüntüleme yöntemi periapikal radyografidir. Ancak günümüzde birtakım avantajlarıyla koni ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) kullanımı giderek daha yaygın hale gelmektedir.² KIBT, cerrahi ve cerrahi olmayan endodontik yeniden tedavinin preoperatif değerlendirmesi, eksik kanalların yerinin tespiti ve ayırıcı tanı dahil olmak üzere çeşitli klinik endikasyonlarda kullanılır.³ Ayrıca apikal periodontitisin tanısında periapikal radyografiden daha fazla doğruluk gösterdiği bildirilmiştir.⁴ Etkili radyasyon dozunu azaltan sınırlı görüş alanı (FOV) teknolojisi kullanılmasına rağmen, KIBT’de intraoral radyografiye kıyasla daha fazla radyasyon maruziyeti söz konusudur.⁵ Diğer sınırlamalar arasında ışın sertleşmesi, saçılma ve daha zayıf uzaysal çözünürlüğe sahip olması yer almaktadır.⁶ Bu nedenle, periapikal radyografilere kıyasla KIBT’nin kullanımı, yalnızca hastalığın teşhisi ve tedavisi için ilave bilgilerin sağlandığı durumlarda haklı gösterilebilir.⁵

KIBT Düşük Doz Protokolleri ve Kullanım Kriterleri

Amerikan Endodontistler Birliği ve Avrupa Endodonti Derneği’nin beyanlarına göre iki boyutlu görüntüleme, hasta anamnezi ve klinik muayene sonrasında tanı halen belirsizliğini koruduğunda KIBT ile görüntüleme kullanılabilir.⁷ Diş hekimliğinde KIBT görüntülemenin çok yönlülüğü ve artan popüleritesi ile birlikte, kanıtlar endikasyon odaklı ve hastaya özgü görüntülemeye yönelik olmalıdır ve bu durum doz optimizasyonunun önemi ne işaret eder.⁸ Her KIBT cihazının, büyük, orta ve küçük olarak ayrılabilen farklı ve her cihaza özgü FOV’ları vardır.⁹ İdeal olarak, FOV tamamen ayarlanabilir olmalıdır, yani FOV, optimizasyon ilkesini sağlayabilmek için tamamen hasta özgü ve endikasyon odaklı olmalıdır.¹⁰ Ancak, böyle bir teknoloji henüz mevcut değildir. Büyük bir FOV (10 × 10 cm’den büyük), ağız boşluğu ve maksiller sinüs tabanının ötesindeki maksillofasiyal yapıların görüntülenmesini sağlar. Bu arada, orta bir FOV (örneğin, 8 × 5 ile 10 × 10 cm arasında) ile bir tüm çeneyi veya hatta her iki çeneyi içeren dentoalveolar bölgeler görün-

tülenebilir. Son olarak, küçük bir FOV (örneğin, 8 × 5 cm’nin altında), birkaç komşu dişin periapikal bölgesiyle birlikte lokalize bir alanın görüntülenmesini sağlar.¹¹ Pauwels ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, KIBT cihazlarında etkin radyasyon dozunu (Sv) test etmek için, fantom kafalar kullanılmıştır.⁹ Geniş bir FOV için 52–1410 µSv, orta bir FOV için 18–674 µSv, küçük bir FOV için 11–252 µSv ve çocuk hastalarda ise 7–769 µSv etkin doz aralığının kullanılabileceği gösterilmiştir.¹¹ Gerekleştirme, radyasyon kullanımının hastaya zarardan çok fayda sağlamasının beklendiği ilkesine dayanmaktadır.¹² Uygun görüldüğünde daha az veya hiç radyasyon maruziyeti içermeyen alternatif yöntemler (örneğin, ultrasonografi veya manyetik rezonans görüntüleme) de dikkate alınmalıdır. Bu arada, şüphe duyulduğunda FOV ve çözünürlük seçimi konusunda radyasyona maruz kalan hastaya göre seçilen tarama parametreleri izlenerek veya uyarlanarak (örneğin, çocuk veya yetişkin) doz optimizasyonu sağlanabilir. Ek olarak, ön boyun çevresinde tiroid kalkanının kullanılması, büyük, orta veya küçük FOV’lardan bağımsız olarak tiroid bezi ve yemek borusu tarafından alınan etkili dozu üçte bire düşürebilir.¹³ Çocuklar ve hamile kadınların embriyosu veya fetüsü gibi belirli gruplar radyasyona maruz kalma durumunda daha yüksek risk altındadır. Hamile kadınların embriyosu veya fetüsü için radyasyon riski konusunda her zaman bir endişe vardır ve potansiyel etkiler doğum öncesi ölüm, intrauterin büyüme kısıtlaması, baş boyutunda azalma, zihinsel gerilik, organ malformasyonu ve kanserdir.¹⁴ Ancak, radyasyondan korunma konusunda bir fikir birliği yoktur¹⁵ ve bu nedenle mümkün olduğunda doz azaltmak çok önemlidir. Pediatrik fantomlar kullanan prospektif bir çalışma, büyük FOV’ların beyin ve tiroid için önemli ölçüde daha yüksek bir doza yol açacağını bildirmiştir.¹⁶ Bu nedenle, boyutu ve konumu endikasyona ve hastaya göre optimize edilen uyarlanabilir FOV tercih edilebilir. Düşük doz protokolleri, tanı amaçlı görüntü kalitesinde kabul edilemez bir kayıp olmadan pozlama faktörlerini düşüren prosedürler olarak tanımlanabilir.¹⁷ Belirli bir hasta için optimize edilmiş bir FOV belirlendikten sonra, üreticiler tarafından önceden ayarlanmış doz azaltma ayarları kullanılarak veya KIBT cihazlarının manuel olarak izin verdiği görüntüleme parametreleri ayarlanarak daha da düşük radyasyon dozlarıyla bir KIBT taraması

elde edilebilir. Genel olarak, sözde düşük doz protokolleri, tüp akımını (mA), tarama süresini (sn), çözünürlüğü (yani voksel boyutunu artırarak), projeksiyon sayısını azaltarak ve/veya kısmi bir dönüş modunu (örneğin 360° dönüş yerine 180° dönüş) benimseyerek elde edilebilir.¹²

Endodontik amaçlarla KIBT kullanılmasını gerektiren durumlar şunlardır:

1. Kök Kanal Anatomisinin Değerlendirilmesi

Kök kanal tedavisinin temel amacı, kök kanal sistemine girişi sağlayan kanal ağzlarının tespiti ve kemo mekanik kanal dezenfeksiyonunun gerçekleştirilmesidir. Gözden kaçırılan kanallar ile periapikal hastalıklar arasında önemli bir ilişki vardır.¹⁸ Periapikal radyografiler genellikle kök kanal anatomisinin değerlendirilmesi için standart görüntüleme yöntemi olarak kabul edilir. Ancak karmaşık kök kanal anatomisi bulunan vakalarda (ekstra kanallar, alt keser dişler, diş anomalileri vb.) tedavi planlaması için yetersiz olabilir.¹⁹ KIBT; kök kanallarının tespiti için kullanıldığında yüksek doğruluk oranı sergiler.²⁰ Studebaker ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, üst birinci ve ikinci azı dişlerinin yeniden kök kanal tedavisi yapılmadan önce preoperatif taramalar yapıldığında daha fazla mesiobukkal (MB2) kanalın bulunabildiği bildirilmiştir.²¹⁻²² KIBT'nin bir diğer faydası da kanalların apikal anatomisi hakkında bilgi sağlamasıdır. Kanalların apikal olarak birleşip birleşmediği hakkındaki bilgi, endodontik tedavi planlamasını etkileyebilir. C şeklinde kanallar, dens invaginatus, taurodontizm, geminasyon/füzyon, ek kanal/kökleri olduğundan şüphelenilen dişler ve akut kanal eğrilikleri gibi karmaşık anatomi gösteren vakaların KIBT ile değerlendirilmesi önemlidir.¹⁹ Şekil 1'de panoramik radyografi, periapikal radyografi ve klinik değerlendirme ile bulunamayan distal kökteki ikinci kanalın tomografi ile tespit edilmesi gösterilmiştir. Preoperatif KIBT alımı, giriş kavitesinin kanal konfigürasyonuna uygun şekilde tasarlanmasına olanak tanır. Ayrıca kanalların gözden kaçırılma riskini azaltır, var olmayan kanalların bulunmasını ve gereksiz diş yapısının uzaklaştırılmasını önler. Ek olarak kök kanal preparasyonunu zorlaştıran akut eğriliklerin belirlenmesine yardımcı olur.²³

Çatlak Dişlerin ve Vertikal Kök Kırıklarının Tespiti

Dental muayenede dişlerde bulunan çatlakların tespiti oldukça zordur. Çatlakların genişliği çok ince olabilir ve restorasyonlar tarafından gizlenebilir. Radyografilerde görüntülerin üst üste gelmesi nedeniyle ve X ışınının uzun eksenden 4°'lik açılma ile yönlendirilmediği sürece çatlakların tespiti çok zordur.²⁴ Çatlaklar genellikle mezio-distal olarak ilerler²⁵ ve bu nedenle radyografi alınırken görüntülerin üst üste binmesi nedeniyle gizlenmeleri muhtemeldir. Periapikal radyografiler veya KIBT kullanılarak açılal kemik kaybının tespit edilebildiği ancak KIBT'nin çatlakları gösteren kemik defektlerinin tanımlanmasında daha yüksek duyarlılığa sahip olduğu bildirilmiştir.²⁶ Vertikal kök kırıkları ise, daha sıklıkla bukkal-lingual olarak ilerleme gösterir.²⁷ Vertikal kök kırığı olan dişler KIBT görüntüsünde kortikal kemikte kayıp ve çevresel J şeklinde bir defekt varlığı ile ilişkilendirilirken, çatlak dişler genellikle sağlam kortikal kemik ve krestal kemikte açılal bir defekt varlığı ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 1. Distal kökte bulunamayan ikinci kanalın tomografi ile tespit edilmesi

2. Kök Rezorpsiyonlarının Tespiti

Kök rezorpsiyonu, özellikle bukkal veya lingual yerleşimliyse, konvansiyonel radyografide yeterince teşhis edilmez. Ayrıca, köklerin üst üste gelmesi ve tüm kökleri değerlendirmek için ideal açıyı elde etmenin daha zor olması nedeniyle posterior dişlerde bu tespit daha da zordur.²⁸ KIBT taramaları, kök rezorpsiyonundan hasta hikayesi ve klinik bulgulara dayanarak şüphelenildiğin-

de veya konvansiyonel radyografilerde mevcut olduğu doğrulanmış ancak belirsizlik söz konusu olduğunda değerli bir yardımcı olabilir (Şekil 2). KIBT, periodontal ligament boşluğunun ve kök konturlarının devamlılığını değerlendirerek replasman kök rezorpsiyonunu tespit etmek için kullanılabilir. Yüzeysel kök rezorpsiyonları, genellikle kendi kendini sınırladığı için KIBT değerlendirmesine gerek yoktur.²³ Eksternal servikal kök rezorpsiyonlarında lezyon büyüklüğü genellikle Heithersay sınıflandırması ile açıklanır. Bu sınıflandırmada, konvansiyonel radyografilerle değerlendirme esastır.



Şekil 2. İnternal rezorpsiyon derecesinin tomografi ile değerlendirilmesi

Patel ve arkadaşları yakın zamanda rezorptif defektlerin KIBT değerlendirmesinin yapılabileceği yeni bir sınıflandırma sistemi önermiştir.²⁹ Bu sınıflandırma ile defektin yüksekliği (mine-sement bileşimi/suprakrestal ve subkrestal), çevresel yayılma derecesi ve rezorpsiyonun kök kanal boşluğuna yakınlığı açısından derecelendirme yapılır. Ancak, bu yeni sınıflandırmada Heithersay sınıflandırmasına kıyasla gözlemciler arasında daha düşük düzeyde uyum olduğu bildirilmiştir.³⁰ Patel sınıflandırmasında Heithersay sınıflandırmasına kıyasla lezyon-

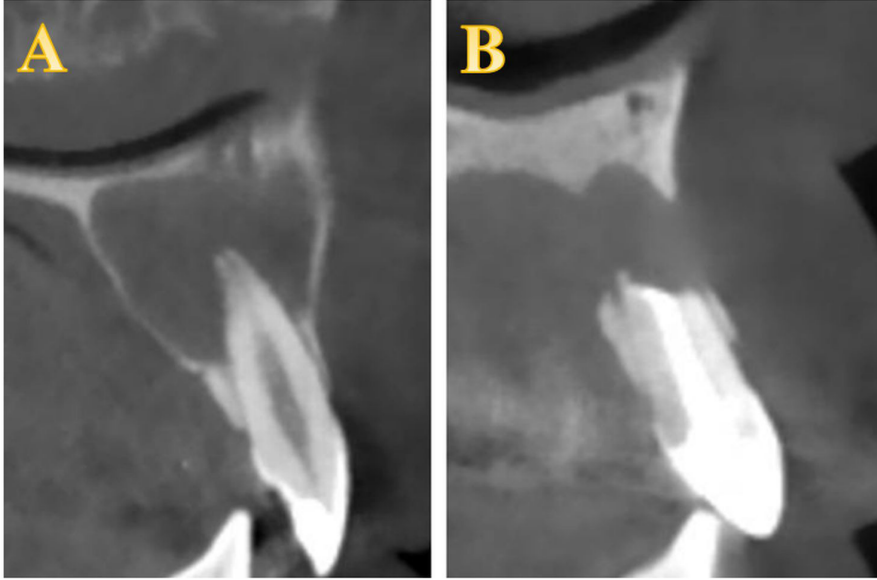
ların büyüklük tespiti daha zor olmasına rağmen, yine de her iki sınıflandırmadan biri kullanıldığında formüle edilen tedavi planlarında önemli bir uyum olduğu görülmektedir.³¹ KIBT kullanımı çoğu klinisyen için tedavi planlama zorluğu seviyesini azaltmıştır. Konvansiyonel radyografilerle ön değerlendirmeye dayanarak tedavinin potansiyel olarak uygulanabilir olduğu durumlarda en uygun tedavi yaklaşımını doğrulamak için KIBT ile değerlendirme yapılması önerilmektedir.²³ Schröder ve arkadaşlarının eksternal kök rezorpsiyonlarını farklı radyografik yöntemlerle değerlendirdiği bir çalışmada, dijital periapikal radyografiyle karşılaştırıldığında, KIBT görüntülemenin, eksternal kök rezorpsiyonlarının tespiti için daha üstün olduğu rapor edilmiştir.³² Herhangi bir dişte kök rezorpsiyonu varlığından şüphelenildiğinde, ancak periapikal radyografi ile tespitinin güç olduğu durumlarda, KIBT ile üç boyutlu radyografik değerlendirme yapılması uygundur.

Endodontik Mikrocerrahi

Endodontik mikrocerrahinin, ortograd yeniden kök kanal tedavisinin başarısız olduğu veya teknik olarak uygulanabilir olmadığı durumlarda etkili bir tedavi stratejisi olduğu kanıtlanmıştır.³³ Karmaşık endodontik patolojileri tespit etmede KIBT ve periapikal radyografinin tanısal doğruluğunu karşılaştıran yakın tarihli bir çalışmada, KIBT'nin periapikal radyografiden daha doğru sonuçlar verdiği gösterilmiştir.³⁴ Ancak tedavi kararları tamamen KIBT'den elde edilen ek verilere dayanarak verilmemelidir. Klinik belirti ve semptomlar, hastaların ihtiyaçları ve mali durumları da dikkate alınmalıdır.

Çalışmalar, periapikal radyografinin süngerimsi kemik içindeki periapikal lezyonları kolayca tespit edemeyeceğini göstermiştir. Bunun nedeni, üstteki yoğun kortikal kemiğin süngerimsi kemikteki patolojik durumu maskeleyesidir.³⁵ KIBT ile periapikal kist ve lezyonlarda meydana gelen hacimsel değişikliklerin değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Ayrıca iyileşmenin durumu her üç planda da (koronal, sagittal ve aksiyel) izlenebilmektedir.³⁶ Apikal rezeksiyon kararı verilen dişlerde KIBT, köklerin uzunluğunun, kortikal kemik kalınlığının, kök apeksinin konumunun, anatomik yapıların köklere veya kist kavitesine olan yakınlığının değerlendirilmesinde üç boyutlu bir görüntüleme sağlar.³⁷ Günümüzde yeni endodontik mikrocerrahi prosedürlerinin uygulanabilmesi

için doğru bir preoperatif değerlendirme şarttır. Doğru preoperatif değerlendirmenin gerçekleştirilmesi için de ilgili bölgede iyi bir görüntüleme sağlamak çok önemlidir. Şekil 3’de aynı dişin tedavi öncesi ve sonrasında alı-



Şekil 3. Preoperatif lezyon büyüklüğünün değerlendirilmesi (A) Apikal rezeksiyon yapıldıktan sonra alınan tomografik görüntü (B)

nan KIBT görüntüleri gösterilmiştir. Ayrıca postoperatif lezyon iyileşmesi ve kemikteki onarım düzeyinin tespiti için de KIBT büyük avantajlar sunar.

3. Kök Kanallarında Alet Kırığı

Alet kırıklarının yönetimi ile ilgili güncel klinik uygulamalarda tartışılmalı görüşler mevcuttur.³⁸ Kırık parçanın çıkarılması mümkünse en tercih edilen seçenektir.³⁹ Kırık parçanın çıkarılması da bypass edilerek kök kanalının genişletilmesi de, kök kanal tedavisinin temel hedeflerini karşıladıkları için başarılı yaklaşımlar olarak kabul edilir.³⁹⁻⁴⁰ Ancak bazı durumlarda, olası komplikasyonlar nedeniyle diş anatomisinin bütünlüğü ve fonksiyonu tehlikeye girebilir. Kırık aletlerin çıkarılması esnasında perforasyonlar, yeni alet kırıkları ve gereksiz madde kaldırılması gibi bir dizi komplikasyon meydana gelebildiği bildirilmiştir.⁴¹ Bu nedenle, belirli durumlarda, parçayı yerinde bırakmak daha doğru bir tedavi yaklaşımı olarak görülmektedir.⁴² Ancak, özellikle periapikal bir lezyon mevcutsa, prognoz belirsiz olabilir. Dişin stratejik önemi, periapikal lezyonun varlığı, komplikasyon riski, kanaldaki kırık aletin pozisyonu, kök kanal anatomisinin zorluğu gibi çeşitli faktörlere ilişkin preoperatif değerlendirme

yapılması önemlidir.⁴¹⁻⁴² Mevcut literatüre dayanarak, KIBT günümüzde klinisyenlerin karar vermesinde değerli bir araçtır.⁴³⁻⁴⁴ Diğer bir önemli konu apikalde kök kanallarının birleşmesidir. Mikro-BT çalışmalarına göre, bu özellik birinci maksiller molarların meziobukkal köklerinin üçte ikisinden fazlasında bulunurken,⁴⁵ mandibular molarlarda bu vakaların üçte birini oluşturur.⁴⁶ Ancak, apikalde kök kanallarının birleşmesi periapikal radyografilerden doğru bir şekilde değerlendirilemez. Kanal anatomisinin değerlendirilebilmesi için KIBT ile üç boyutlu bir değerlendirme yapılması önemlidir. Böylece hasta için en doğru tedavi yaklaşımının hangisi olduğuna karar verilebilir.

4. Perforasyonlar

Geleneksel radyografiler meziodistal perforasyonları tespit etmek için yeterli olabilir. Ancak bukkolingual yönde doğru bir değerlendirme her zaman mümkün olamamaktadır. KIBT, periapikal radyografi ile bukkolingual düzlemde tespiti mümkün olmayan perforasyonların görüntülenmesini sağlar.⁴⁷ Ayrıca küçük perforasyonların lokalizasyonunun algılanmasında çok daha hassastır. Evans ve arkadaşlarının sunduğu bir vaka raporunda,⁴⁸ maksiller keser dişe hatalı yapılan bir kanal tedavisi sonrasında diş kökünün bukkal yüzünün orta üçlüsünde bir perforasyon meydana geldiği ve kök dolgu materyalinin alveolar kemiğin labial korteksinden dışarı çıktığı ve bitişik yumuşak dokulara uzandığı kaydedilmiştir. Bu vakada KIBT ile perforasyon sahası tespit edildikten sonra tamir edilerek ilgili dişin kök kanal tedavisi tamamlanmıştır.

5. Periapikal Lezyonların Teşhisi

Apikal periodontitis pulpanın vital veya devital olmasından bağımsız olarak, travma, tahriş edici maddeler veya enfeksiyon nedeniyle periapikal bölgenin iltihaplanmasıdır. Apikal periodontitisli hastaların çoğu asemptomatiktir. Ancak bazen perküsyona veya palpasyona karşı hassasiyet ve şişlik gibi semptomatik bulgular verebilirler. Radyografik muayene ile periapikal durumun

değerlendirilmesi çok önemlidir, çünkü tedavi ihtiyaçlarını tanımlamaya yardımcı olabilir ve tedavi sonuçlarını endodontik müdahalenin çeşitli teknik ve klinik faktörleriyle ilişkilendirir.⁴⁹

Periapikal radyografide radyolusensi olarak görülen periapikal periodontitis kemiğin mineral yoğunluğundaki azalma olarak gösterilir. Süngerimsi kemik içinde kalan lezyonlar tespit edilemez. Radyografik olarak bir lezyonun görülebilmesi için, periapikal radyolusensi kemik mineral kaybının yaklaşık %30-50'sine ulaşmalıdır.⁵⁰ Panoramik görüntüleme ise çenenin daha büyük bir kısmını kaplayan büyük lezyonlar teşhis edilebilmesinde daha yararlıdır.⁵¹ KIBT ile görüntüler üç boyutlu elde edilebilir ve hacimsel değişiklikler değerlendirilebilir. Araştırmalar, kistin KIBT ile periapikal granülomlardan ayırt edilebileceğini göstermiştir çünkü kist boşluğunun içeriği ile granüloamatöz doku arasındaki yoğunluk belirgin bir fark gösterir ve böylece non-invaziv şekilde bir tanının desteklenmesine yardımcı olur.³⁵

6. Travma

KIBT, eldeki klinik ve radyografik bilgiler tanı veya tedavi planlaması için yetersiz kaldığında, kök, maksilomandibular kompleks veya alveol kırıkları gibi yaralanma tiplerinin değerlendirilmesinde seçici olarak kullanılmalıdır.⁵² KIBT'nin diğer yaralanma tiplerinde tanıya yönelik fayda düzeyi, daha sınırlı görünmektedir.⁵³ Kron kırıkları ve avülsiyon yaralanmaları klinik olarak kolayca tanımlanabilir. Lüksasyon yaralanmaları ise mine-sement bileşiminin yandaki dişlere göre pozisyonuna, kron veya dişteki hareketliliğe, perküsyona karşı hassasiyete veya belirsiz vakalarda gingival sulkustan kanamaya dikkat edilerek teşhis edilebilir. Akut dental travmaların çoğu vakada KIBT kullanılmadan sadece klinik ve radyografik verilerle yönetilebilmesine rağmen, kök ve destekleyici kemik kırıklarının olduğu seçilmiş vakalarda KIBT yararlı olabilir.²³

Sonuç

KIBT, kök kanal anatomisinin rutin değerlendirilmesi için kullanılmamalıdır. Anatomik sapmaları veya apikal periodontitisi işlem öncesinde tespit etmek amacıyla KIBT görüntülemesi gibi genel bir yaklaşımın benimsenmesi doğru değildir. Bunun yerine, kök kanal sisteminin temizlenmesini engelleyen önemli anatomik sapmalardan şüpheleniliyorsa, kök anatomisinin periapikal rad-

yografide açıkça tanımlanamadığı vakalarda, alet kırıkları ve perforasyon durumlarında KIBT ile görüntüleme düşünülmelidir.

Kaynaklar

1. Endodontology ESo. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J*. 2006;39(12):921-30.
2. Setzer FC, Hinckley N, Kohli MR, et al. A survey of cone-beam computed tomographic use among endodontic practitioners in the United States. *J Endod*. 2017;43(5):699-704.
3. Chogle S, Zuaitar M, Sarkis R, et al. The recommendation of cone-beam computed tomography and its effect on endodontic diagnosis and treatment planning. *J Endod*. 2020;46(2):162-8.
4. Kanagasingam S, Lim C, Yong C, et al. Diagnostic accuracy of periapical radiography and cone beam computed tomography in detecting apical periodontitis using histopathological findings as a reference standard. *Int Endod J*. 2017;50(5):417-26.
5. Patel S, Bhuva B, Bose R. Vertical root fractures in root treated teeth—current status and future trends. *Int Endod J*. 2022;10.
6. Schulze R, Heil U, Groß D, et al. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(5):265-73.
7. ESE. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE). *Int Endod J*. 2019;52:1675-8.
8. White SC, Scarfe WC, Schulze RK, et al. The Image Gently in Dentistry campaign: promotion of responsible use of maxillofacial radiology in dentistry for children. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2014, 118 (3), 257-61.
9. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol*. 2012, 81 (2), 267-71.
10. Oenning AC, Jacobs R, Pauwels R, et al. Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. *Pediatr Radiol*. 2018, 48, 308-16.
11. Bornstein M, Scarfe WC, Vaughn VM, et al. Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *Int J Implant Dent*. 2014, 29.
12. Harris D, Horner K, Gröndahl K, et al. EAO guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry 2011. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration at the Medical University of Warsaw. *Clin Oral Implants Res*. 2012, 23 (11), 1243-1253.
13. Qu X, Li G, Zhang Z, et al. Thyroid shields for radiation dose reduction during cone beam computed tomography scanning for different oral and maxillofacial regions. *Eur J Radiol*. 2012, 81 (3), e376-e380.
14. McCollough CH, Schueler BA, Atwell TD, et al. Radiation exposure and pregnancy: when should we be concerned? *Radiographics*. 2007, 27 (4), 909-17.
15. Kellaranta A, Ekholm M, Toroi P, et al. Radiation exposure to foetus and breasts from dental X-ray examinations: effect of lead shields. *Dentomaxillofac Radiol*. 2016, 45 (1), 20150095.
16. Marcu M, Hedesiu M, Salmon B, et al. Estimation of the radiation dose for pediatric CBCT indications: a prospective study on ProMax3D. *Int J Paediatr Dent*. 2018, 28 (3), 300-309.
17. Hidalgo Rivas JA, Horner K, Thiruvengkatachari B, et al. Development of a low-dose protocol for cone beam CT examinations of the anterior maxilla in children. *Br J Radiol*. 2015, 88 (1054), 20150559.
18. Costa F, Pacheco-Yanes J, Siqueira Jr J, et al. Association between missed canals and apical periodontitis. *Int Endod J*. 2019;52(4):400-6.
19. AAE A. Special committee to revise the joint AAE and AAOMR position statement on use of CBCT in Endodontics. AAE and AAOMR Joint Position Statement: use of cone beam computed tomography in Endodontics 2015 update. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2015;120:508-5.
20. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Versiani MA, et al. Comparative accuracy of the Clearing Technique, CBCT and Micro-CT methods in studying the mesial root canal configuration of mandibular first molars. *Int Endod J*. 2017;50(1):90-6.
21. Studebaker B, Hollender L, Mancl L, et al. The incidence of second mesiobuccal canals located in maxillary molars with the aid of cone-beam computed tomography. *J Endod*. 2018;44(4):565-70.
22. Çimen T, Düzgün S, Akyüz İE, et al. The effect of cone beam computerized tomography voxel size and the presence of root filling on the assessment of middle mesial canals in mandibular molar teeth. *Clin Oral Investig*. 2024;28(7):394.

23. Chan F, Brown L, Parashos P. CBCT in contemporary endodontics. *Aust Dent J.* 2023;68:S39-S55.
24. RUD J, OMNELL KA. Root fractures due to corrosion diagnostic aspects. *Eur J Pharm Sci.* 1970;78(1-4):397-403.
25. Seo D-G, Yi Y-A, Shin S-J, Park J-W. Analysis of factors associated with cracked teeth. *J Endod.* 2012;38(3):288-92.
26. Alaugaily I, Azim AA. CBCT patterns of bone loss and clinical predictors for the diagnosis of cracked teeth and teeth with vertical root fracture. *J Endod.* 2022;48(9):1100-6.
27. Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Patterns of vertical root fracture: factors affecting stress distribution in the root canal. *J Endod.* 2003;29(8):523-8.
28. Dao V, Mallya SM, Markovic D, et al. Reprint of: Prevalence and Characteristics of Root Resorption Identified in Cone-Beam Computed Tomography Scans. *J Endod.* 2023;49(6):692-702.
29. Patel S, Foschi F, Mannocci F, et al. External cervical resorption: a three-dimensional classification. *Int Endod J.* 2018;51(2):206-14.
30. Jebiril A, Aljamani S, Jarad F. The surgical management of external cervical resorption: a retrospective observational study of treatment outcomes and classifications. *J Endod.* 2020;46(6):778-85.
31. DeLuca S, Choi A, Pagni S, et al. External cervical resorption: relationships between classification, treatment, and 1-year outcome with evaluation of the Heithersay and Patel classification systems. *J Endod.* 2023;49(5):469-77.
32. Schröder, Å. G. D.; Westphalen, F. H.; Schröder, J. C.; Fernandes, Å.; Westphalen, V. P. D., Accuracy of digital periapical radiography and cone-beam computed tomography for diagnosis of natural and simulated external root resorption. *Journal of endodontics* 2018, 44 (7), 1151-1158.
33. Karabucak B, Setzer F. Criteria for the ideal treatment option for failed endodontics: surgical or nonsurgical? *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995).* 2007;28(6):304-10; quiz 11, 32.
34. Singh N, Yadav R, Duhan J, et al. Comparative analysis of the accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography for diagnosing complex endodontic pathoses using a gold standard reference—A prospective clinical study. *Int Endod J.* 2021;54(9).
35. Huuonen S, Ørstavik D. Radiological aspects of apical periodontitis. *Endodontic topics.* 2002;1(1):3-25.
36. Curtis DM, VanderWeele RA, Ray JJ, et al. Clinician-centered outcomes assessment of retreatment and endodontic microsurgery using cone-beam computed tomographic volumetric analysis. *J Endod.* 2018;44(8):1251-6.
37. Song M, Kim SG, Lee S-J, et al. Prognostic factors of clinical outcomes in endodontic microsurgery: a prospective study. *J Endod.* 2013;39(12):1491-7.
38. Panitvisai P, Parunnit P, Sathorn C, et al. Impact of a retained instrument on treatment outcome: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2010;36(5):775-80.
39. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod.* 2006;32(11):1031-43.
40. Nevares G, Cunha RS, Zuolo ML, et al. Success rates for removing or bypassing fractured instruments: a prospective clinical study. *J Endod.* 2012;38(4):442-4.
41. Souter NJ, Messer HH. Complications associated with fractured file removal using an ultrasonic technique. *J Endod.* 2005;31(6):450-2.
42. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM. Management of intracanal separated instruments. *J Endod.* 2013;39(5):569-81.
43. Wanzeler AMV, Montagner F, Vieira HT, et al. Can cone-beam computed tomography change endodontists' level of confidence in diagnosis and treatment planning? A before and after study. *J Endod.* 2020;46(2):283-8.
44. Rodríguez G, Patel S, Durán-Sindreu F, et al. Influence of cone-beam computed tomography on endodontic retreatment strategies among general dental practitioners and endodontists. *J Endod.* 2017;43(9):1433-7.
45. Spagnuolo G, Ametrano G, D'Antò V, et al. Microcomputed tomography analysis of mesiobuccal orifices and major apical foramen in first maxillary molars. *The open dentistry journal.* 2012;6:118.
46. Gao Y, Shen Y, Zhou X, et al. Remaining root dentin thickness in mesiobuccal canals of maxillary first molars after attempted removal of broken instrument fragments. *Aust Endod J.* 2015;41(3):122-7.
47. Young GR. Contemporary management of lateral root perforation diagnosed with the aid of dental computed tomography. *Aust Endod J.* 2007;33(3):112-8.
48. Evans MD. A contemporary treatment of an iatrogenic root perforation: a case report. *J Endod.* 2021;47(3):520-5.
49. Antony DP, Thomas T, Nivedhitha M. Two-dimensional

periapical, panoramic radiography versus three-dimensional cone-beam computed tomography in the detection of periapical lesion after endodontic treatment: A systematic review. *Cureus*. 2020;12(4).

50. Nakata K, Naitoh M, Izumi M, et al. Effectiveness of dental computed tomography in diagnostic imaging of periradicular lesion of each root of a multirrooted tooth: a case report. *J Endod*. 2006;32(6):583-7.
51. Forsberg J, Halse A. Radiographic simulation of a periapical lesion comparing the paralleling and the bisecting-angle techniques. *Int Endod J*. 1994;27(3):133-8.
52. Bourguignon C, Cohenca N, Lauridsen E, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations. *Dent Traumatol*. 2020;36(4):314-30.
53. Kullman L, Al Sane M. Guidelines for dental radiography immediately after a dento-alveolar trauma, a systematic literature review. *Dent Traumatol*. 2012;28(3):193-9.