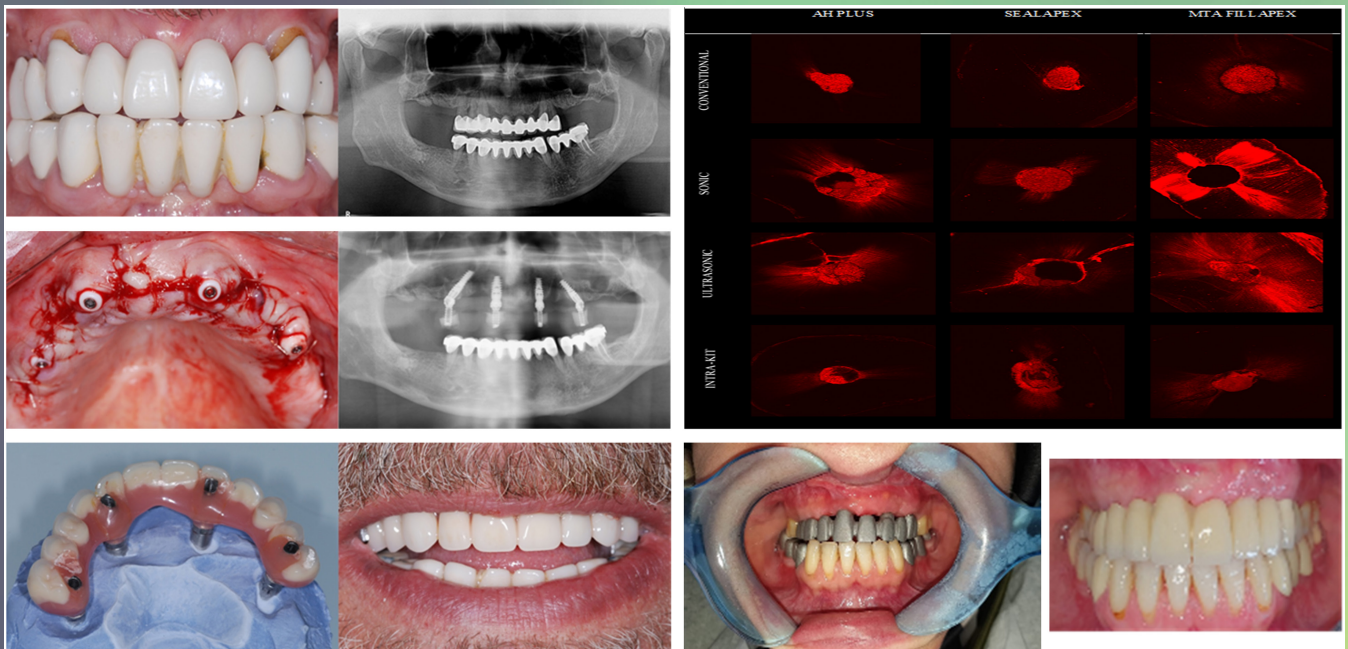




# Current Research *in* Dental Sciences

Formerly: Journal of the Dental Faculty of Atatürk University  
Official Journal of Atatürk University, Faculty of Dentistry

Volume 33 • Issue I • January 2023



# Current Research in Dental Sciences

## Owner

Recep ORBAK 

Department of Periodontology, Atatürk University,  
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

## Editor

Nuran YANIKOĞLU 

Department of Prosthetic Dentistry, Atatürk University,  
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

## Associate Editors

### Oral, Dental and Maxillofacial Surgery

Songül CÖMERT KILIÇ

Department of Oral, Dental and Maxillofacial Surgery,  
Atatürk University, Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

Göksele ŞİMŞEK KAYA

Department of Oral, Dental and Maxillofacial Surgery,  
Akdeniz University, Faculty of Dentistry, Antalya, Turkey

### Periodontology

Turgut DEMİR

Department of Periodontology, Atatürk University,  
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

Umur SAKALLIOĞLU

Department of Periodontology, Ondokuz Mayıs University,  
Faculty of Dentistry, Samsun, Türkiye

### Endodontics

Kezban Meltem ÇOLAK

Department of Endodontics, Atatürk University, Faculty of Dentistry,  
Erzurum, Turkey

Afzal ALİ

Department of Conservative Dentistry and Endodontics,  
Pacific Dental College and Hospital, Udaipur, India

Ertuğrul KARATAŞ

Department of Endodontics, Atatürk University, Faculty of Dentistry,  
Erzurum, Turkey

### Orthodontics

Hüsamettin OKTAY

Department of Orthodontics, Medipol University, Faculty of Dentistry,  
İstanbul, Turkey

Nihat KILIÇ

Department of Orthodontics, Atatürk University, Faculty of Dentistry,  
Erzurum, Turkey

### Restorative Dentistry

Funda YANIKOĞLU

Department of Restorative Dentistry, Kent University,  
Faculty of Dentistry, İstanbul, Turkey

Nurcan ÖZAKAR İLDAĞ

Department of Restorative Dentistry, Atatürk University,  
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

Pınar GÜL

Department of Restorative Dentistry, Atatürk University,  
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

### Oral Diagnosis and Maxillofacial Radiology

Özkan MİLOĞLU

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Atatürk University,  
Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

Rohan JAGTAP

Department of Care Planning & Restorative Sciences,  
Department of Radiology, Division of Oral & Maxillofacial  
Radiology, University of Mississippi Medical Center,  
School of Medicine, Jackson, United States

Ingrid RÓŻYŁO-KALINOWSKA

Department of Dental and Maxillofacial Radiodiagnostics,  
Medical University of Lublin, Faculty of Medical Dentistry,  
Lublin, Poland



## Founder

İbrahim KARA

## General Manager

Ali ŞAHİN

## Finance Coordinator

Elif Yıldız ÇELİK

## Journal Managers

İrem SOYSAL

Bahar ALBAYRAK

Deniz KAYA

İrmak BERBEROĞLU

## Publications Coordinators

Gökhan ÇİMEN

Arzu ARI

Alara ERGIN

Hira Gizem FİDAN

İrem ÖZMEN

## Project Coordinators

Doğan Oruç

Sinem Fehime KOZ

## Contact

Publisher: Atatürk University

Address: Atatürk University, Yakutiye,  
Erzurum, Turkey

Publishing Service: AVES

Address: Büyükdere Cad., 105/9 34394  
Şişli, İstanbul, Turkey

Phone: +90 212 217 17 00

E-mail: info@avesyayincilik.com

Webpage: www.avesyayincilik.com

# Current Research in Dental Sciences

## Pedodontics

### Sera ŞİMŞEK DERELİOĞLU

Department of Pedodontics, Atatürk University, Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

### Sultan KELEŞ

Department of Pedodontics, Adnan Menderes University, Faculty of Dentistry, Aydın, Turkey

## Prosthodontics

### Funda BAYINDIR

Department of Prosthodontics, Atatürk University, Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

### Alvin WEE

Department of Restorative Sciences, Division of Prosthodontics, University of Minnesota School of Dentistry, Minneapolis, United States

## Statistics

### Fatih ŞENGÜL

Department of Pedodontics, Atatürk University, Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

## Editorial Board

### Ümit ERTAŞ

Department of Oral, Dental and Maxillofacial Surgery, Atatürk University, Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

### Nesrin SARUHAN

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Dentistry, Eskişehir, Turkey

### Gözlem CEYLAN

Department of Prosthodontics, Ondokuz Mayıs University, Faculty of Dentistry, Samsun, Turkey

### Hatice ÖZDEMİR

Department of Prosthodontics, Atatürk University, Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

### Şebnem BÜYÜKKAPLAN

Department of Prosthodontics, Akdeniz University, Faculty of Dentistry, Antalya, Turkey

### Cortino SUKOTJO

Department of Restorative Dentistry, University of Illinois at Chicago, College of Dentistry, Chicago, United States

### Yusuf Ziya BAYINDIR

Department of Restorative Dentistry, Atatürk University, Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

## Editorial Board Secretary

### Lale EGE

E-Mail: [dergidhf@atauni.edu.tr](mailto:dergidhf@atauni.edu.tr)

# Current Research in Dental Sciences

## AIMS AND SCOPE

Current Research in Dental Sciences (Curr Res Dent Sci) is an international, scientific, open access, online-only periodical published in accordance with independent, unbiased, and double-blinded peer-review principles. The journal is published quarterly publication in January, April, July, October. The publication languages of the journal are Turkish and English.

Current Research in Dental Sciences aims to contribute to the literature by publishing manuscripts at the highest scientific level on all fields of dentistry. The journal publishes original articles, invited reviews, rare case reports, and letters to the editors that are prepared in accordance with ethical guidelines. The scope of the journal includes but not limited to periodontal diseases, dental implants, oral pathology, oral and maxillofacial surgery, endodontics, oral diseases, restorative and esthetic dentistry.

The target audience of the journal includes specialists, researchers and professionals who working and interested in the field of dentistry and related disciplines.

Current Research in Dental Sciences is currently indexed in DOAJ, TUBITAK ULAKBIM TR Index and China National Knowledge Infrastructure (CNKI).

The editorial and publication processes of the journal are shaped in accordance with the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), World Association of Medical Editors (WAME), Council of Science Editors (CSE), Committee on Publication Ethics (COPE), European Association of Science Editors (EASE), and National Information Standards Organization (NISO). The journal is in conformity with the Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (doaj.org/bestpractice).

All expenses of the journal are covered by the Atatürk University. Processing and publication are free of charge with the journal. No fees are requested from the authors at any point throughout the evaluation and publication process. All manuscripts must be submitted via the online submission system, which is available at <https://dentistry-ataunipress.org/>. The journal guidelines, technical information, and the required forms are available on the journal's web page.

## Disclaimer

Statements or opinions expressed in the manuscripts published in the journal reflect the views of the author(s) and not the opinions of the editors, editorial board, and/or publisher; the editors, editorial board, and publisher disclaim any responsibility or liability for such materials.

## Open Access Statement

Current Research in Dental Sciences is an open access publication, and the journal's publication model is based on Budapest Access Initiative (BOAI) declaration. All published content is available online, free of charge at <https://dentistry-ataunipress.org/>. Authors retain the copyright of their published work in the Current Research in Dental Sciences. The journal's content is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial-NoDerivatives (CC BY-NC-ND) 4.0 International License which permits third parties to share the material for only non-commercial purposes by giving the appropriate credit to the original work. Adaptation and modification of the material is not permitted.

From January 2022 onwards, content is licensed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 license. The journal's back content was published under a traditional copyright license however the archive is available for free access.

You can find the current version of the Instructions to Authors at <https://dentistry-ataunipress.org/>.

**Editor in Chief:** Nuran Yanıkoğlu

**Address:** Atatürk University, Faculty of Dentistry, Erzurum, Turkey

**E-mail:** nyanikoglu@gmail.com

**Publisher:** Atatürk University

**Address:** Atatürk University, Yakutiye, Erzurum, Turkey

**Publishing Service:** AVES

**Address:** Büyükdere Cad., 105/9 34394 Şişli, İstanbul, Turkey

**Phone:** +90 212 217 17 00

**E-mail:** info@avesyayincilik.com

**Webpage:** www.avesyayincilik.com

# Current Research in Dental Sciences

## CONTENTS

Acknowledgement of Reviewers

### RESEARCH ARTICLES

Evaluation of the effect of the strength of bonding of different cleaner solutions and sandblasting on between acrylic and copolyester plate Özer İŞİSAĞ, Kevser KARAKAYA, Gülsüm GÖKÇİMEN, Elif KARAKUŞ .....	3
Experiences and opinions of faculty of dentistry students about distance education system during COVID-19 pandemic Nuray BAĞCI, Kübra TAKA, Tuba GÜNDÜZ, İlkay PEKER.....	9
A total fixed reconstruction in patients with severe chronic periodontitis and requiring immediate implant placement and loading: A retrospective clinical study Mehmet A. ESKAN.....	14
Assessment of dentinal tubule penetration of AH plus, MTA Fillapex and Sealapex after various disinfection procedures: A confocal laser scanning microscopic study Recai ZAN, Kerem Engin AKPINAR, Hüseyin Sinan TOPÇUOĞLU, İhsan HUBBEZOĞLU, Arzu Şeyma DEMİR.....	20
Evaluation of the activities of toothpastes with different contents in the prevention of enamel demineralization: An <i>in vitro</i> study Hanife ALTINIŞIK, Hülya ERTEN .....	27
How do parents deal with their children's teething process problems? A cross-sectional study Müge BULUT, Müge TOKUÇ, Merve Nur AYDIN .....	35
<b>REVIEWS</b>	
The first step of artificial intelligence in dental practice: Segmentation applications Elif ŞENER, Barış Oğuz GÜRSES .....	40
Tooth-implant-supported fixed prostheses Cansu KURTOĞLU, Neşet Volkan ASAR.....	50
Factors that affect the success of laminate veneer restorations Beyza Betül ŞENCAN, Nuran DİNÇKAL YANIKOĞLU.....	58
<b>CASE REPORT</b>	
Oral rehabilitation of skeletal class 3 malocclusion patients with multidisciplinary treatment approach with implant orthognatic surgery and prosthetic rehabilitation: Case report Ümit ERTAŞ, Özcan AKKAL, Yunus Emre AŞCI, Funda BAYINDIR.....	66

# Acknowledgement of Reviewers

Dear readers,

Our reviewers perform very important and precious role in the evaluation of the scientific articles, make valuable contributions to the increasing quality and the rising at an international level of the Current Research in Dental Sciences.

Editorial Board would like to thank all the reviewers that are listed below for their support in Current Research in Dental Sciences in 2022.

A. Altuğ ÇİLİNGİR  
Abubekir ELTAS  
Adnan TEZEL  
Ahmet DAĞ  
Ahmet Taylan ÇEBİ  
Ali Alper PAMPU  
Ali Can BULUT  
Altan DOĞAN  
Arife KAPDAN  
Arife DOĞAN  
Atilla BERBEROĞLU  
Aydan KANLI  
Ayşe KOÇAK BÜYÜKDERE  
Ayşe MEŞE  
Ayşegül ÖLMEZ  
Ayşen BODUR  
Ayşen YARAT  
Belen ŞİRİNOĞLU ÇAPAN  
Berna KUTER  
Beyza BALLI AKGÖL  
Binali ÇAKUR  
Birgül ÖZPINAR  
Birsay GÜMRÜ TARÇIN  
Bora BAĞIŞ  
Burcu KANMAZ  
Canan AKAY  
Canan HEKİMOĞLU  
Canan ÖNDER  
Candan Semra PAKSOY  
Cem KURTOĞLU  
Ceyhan ALTUN  
Çetin KASAPOĞLU  
Çiğdem GÜLER  
Derya CEYHAN  
Derya SÜRMEİİOĞLU  
Duygu KÜRKLÜ ARPAÇAY  
Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK  
Elif AYDOĞAN AYAZ  
Elif ŞENER  
Emine ŞEN TUNÇ  
Emre BODRUMLU  
Emre İRİBOZ  
Erhan ERKAN  
Ertuğrul KARATAŞ  
Ertunç DAYI  
Esra ERCAN

Esra KUL  
Fatıma Betül BAŞTÜRK  
Fatih KARAYÜREK  
Fatma ÇAĞLAYAN  
Feridun HÜRMEZLÜ  
Figen SEYMEN  
Filiz AYKENT  
Filiz NAMDAR PEKİNER  
Filiz KEYF  
Filiz USLU  
Firdevs VEZİROĞLU ŞENEL  
Funda BAYINDIR  
Funda ÖZTÜRK BOZKURT  
Gamze AREN  
Gelengül URVASIZOĞLU  
Gonca Çayır KELEŞ  
Gözlem CEYLAN  
Gül TOSUN  
Gülşüm DURUK  
Gülşilay SAYAR  
Güniz BAKSI  
Güzide Pelin SEZGİN  
HakanDEVELİOĞLU  
Hakan ARSLAN  
Hakan H. TÜZ  
Hale Arı AYDINBELGE  
Handan ÖVER  
Hasan KÜÇÜKKOLBAŞI  
Hatice ÖZDEMİR  
Hayriye SÖNMEZ  
Hümeyra Özge YILANCI  
Hüsametdin OKTAY  
Hüseyin ŞİMŞEK  
Işın ULUKAPI  
İlhan Metin DAĞSUYU  
İsmail UZUN  
İsmail Marakoğlu  
İzzet YAVUZ  
Kaan ORHAN  
Kerem Engin AKPINAR  
Kıvanç KAMBUROĞLU  
Koray HALICIOĞLU  
Koray SOYGUN  
Kübra YEŞİLDAL YETER  
L. Sebnem TÜRKÜN

Mahmut KUŞDEMİR  
Mehmet Ali GÜNGÖR  
Mehmet Ali KILIÇARSLAN  
Mehmet Emre COŞKUN  
Mehmet Melih ÖMEZLİ  
Mehmet Sinan DOĞAN  
Mehmet YALTIRIK  
Mehmet YILDIZ  
Mehmet UĞURLU  
Melih ÖZDEDE  
Meltem ÇOLAK  
Merve İŞCAN YAPAR  
Merve KÖSEOĞLU  
Metin GÜNGÖRMÜŞ  
Mine Betül UÇTAŞLI  
Mine KORUYUCU  
Muhammed Akif SÜMBÜLLÜ  
Murat YENİSEY  
Murat ÜNAL  
Mustafa DEMİRCİ  
Mustafa GÜNDOĞAR  
Mustafa Özyay USLU  
Mustafa YILMAZ  
Münevver KILIÇ  
N. Umur SAKALLIOĞLU  
Nergiz YILMAZ  
Nesrin DÜNDAR  
Neşe AKAL  
Nihan GÖNÜLOL  
Nihat KILIÇ  
Nilgün AKGÜL  
Nilgün Özlem ALPTEKİN  
Nilgün SEVEN  
Nilüfer DARENDELİLER  
Nimet ÜNLÜ  
Nisa Gül AMUK  
Nur BALCI  
Nuran DİNÇKAL YANIKOĞLU  
Nurcan ÖZAKAR  
Nurdan Meserret BAŞEREN  
Oğuz AKTENER  
Oğuz KÖSE  
Oğuz YOLDAŞ  
Ömer HATİPOĞLU  
Ömer KIRMALI  
Ömür DEREÇİ







Özen DOĞAN ONUR  
Özgür İNAN  
Özkan MİLOĞLU  
Özlem ÜÇOK  
Özlem SEÇKİN  
Pelin ÖZKAN  
Perihan OYAR  
Peruze ÇELENK  
Pınar GÜL  
Rana NALÇACI  
Recep ORBAK  
Remzi NİĞİZ  
Rifat GÖZNELİ  
Rukiye DURKAN  
Saadet ÇINARSOY CİĞERİM

Salih DOĞAN  
Sebahat GÖRGÜN  
Seçil ÇALIŞKAN  
Seda AYDEMİR  
Seher GÜNDÜZ ARSLAN  
Sema YILDIRIM  
Serdar UYSAL  
Sertaç AKSAKALLI  
Servet DOĞAN  
Sultan KELEŞ  
Süleyman Kutalmış BÜYÜK  
Şebnem YALÇINKAYA  
Şevket Murat ÖZBEK  
Şule BAYRAK  
Tamer ATAÖĞLU

Uğur AYDIN  
Uğur İNAN  
Ülkü ŞERMET ELBAY  
Ümit ERTAŞ  
Varol ÇANAKÇI  
Yakup ÜSTÜN  
Yasemin KESKİN  
Yasin ÇİÇEK  
Yerda ÖZKAN  
Yurdanur UÇAR  
Zeynep YEŞİL  
Zeynep ÖKTE  
Zuhal E. TUĞSEL  
Zuhal KIRZIOĞLU

# Farklı temizleyici solüsyonların ve kumlamanın akrilik ve copolyester plak arasındaki bağlantı dayanımına etkisinin değerlendirilmesi

Evaluation of the effect of the strength of bonding of different cleaner solutions and sandblasting on between acrylic and copolyester plate

Özer İŞİSAĞ   
Kevser KARAKAYA   
Gülsüm GÖKÇİMEN   
Elif KARAKUŞ 

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri  
Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana  
Bilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye



## ÖZ

**Amaç:** Temporomandibular rahatsızlıklarda splint uygulanması sıklıkla tercih edilen tedavi prosedürlerindedir. Vakum ile hazırlanan termoplastik splintlerde akrilik rezin ilavesi ile okluzal uyumlama yapılabilmektedir. Çalışmanın amacı, protez temizleme tabletlerinin ve kumlama işleminin akrilik rezin ve copolyester plaklar arasındaki bağlanma dayanımına etkisini incelemektir.

**Yöntemler:** Çalışmada 36 adet copolyester plak örneği hazırlanmış ve hazırlanan örnekler kumlanmış (n=18) ve kumlanmamış (n=18) olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Her ana grup ise aktident tablet (n=9), protefix tablet (n=9) ve suda (n=9) bekletilmek üzere üç alt gruba ayrılmıştır. Hazırlanan tüm örneklerin merkezine otopolimerizan akrilik yerleştirilerek polimerize olması beklenilmiş ve copolyester plaklar ve otopolimerizan akrilik arasındaki makaslama bağlanma dayanımı değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Kumlama yapılan tüm örneklerin makaslama bağlanma değerleri, yapılmayan örneklerden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir ( $P < ,05$ ). Kumlama yapılmayan grupta en yüksek makaslama bağlanma dayanımı Protefix grubunda bulunmuştur (3,37 MPa), Aktident grubunun değeri ise en düşüktür (3,23 MPa). Kumlama yapılan grupta en yüksek değer Protefix grubuna aittir (5,37 MPa). Su grubu ise en düşük değere sahiptir (4,76 MPa). Gerek kumlama yapılan gerekse yapılmayan gruplarda Aktident, Protefix ve su grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P > ,05$ ).

**Sonuç:** Akrilik rezin ve copolyester plak arasındaki bağlantı alüminyum oksit kumlaması ile artırılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Splint, copolyester plak, akrilik plak, kumlama, protez temizleyici

## ABSTRACT

**Objective:** Use of splints is one of the most preferred treatment procedures in temporomandibular disorders. Occlusal adjustment can be made with the addition of acrylic resin on the thermoplastic splints prepared with vacuum. The aim of the study is to examine the effects of denture cleaning tablets and sandblasting on the bond strength between acrylic resin and copolyester plates.

**Methods:** In the study, 36 copolyester plate samples were prepared and the prepared samples were divided into 2 main groups as sandblasted (n=18) and unsanded (n=18). Each main group was divided into 3 subgroups as Aktident tablet (n=9), Protefix tablet (n=9), and soaking in water (n=9). Autopolymerizing acrylic was placed in the center of all prepared samples and expected to polymerize, and the shear bond strength between copolyester plates and autopolymerizing acrylic was evaluated.

**Results:** Shear bonding values of all samples with sandblasting were statistically significantly higher than samples without sandblasting ( $P < ,05$ ). In the non-blasting group, the highest shear bond strength was found in the Protefix group (3.37 MPa), while the value of the Aktident group

Geliş Tarihi/Received: 24.12.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 24.05.2022

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.01.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:  
Kevser KARAKAYA  
E-mail: kevserkarakaya91@gmail.com

Cite this article as: İşisağ Ö, Karakaya K, Gökçimen G, Karakuş E. Evaluation of the effect of the strength of bonding of different cleaner solutions and sandblasting on between acrylic and copolyester plate. *Curr Res Dent Sci.* 2023; 33(1): 3-8.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



was the lowest (3.23 MPa). The highest value in the sandblasted group belongs to the Protefix group (5.37 MPa). The water group has the lowest value (4.76 MPa). There was no statistically significant difference between Aktident, Protefix, and water groups in both the groups with and without sandblasting ( $P > .05$ ).

**Conclusion:** The bond between acrylic resin and copolyester plate can be enhanced by aluminum oxide sandblasting.

**Keywords:** Splint, copolyester plate, acrylic plate, sandblasting, denture cleaner

## GİRİŞ

Temporomandibular rahatsızlıklar (TMD); çiğneme kasları, tempo-romandibular eklemler ve ilişkili yapılarla ilgili işlev bozukluğu ve ağrıyı ifade eden kolektif bir terimdir. Oklüzal splintler ise TMD ile ilişkili semptomları hafifletmek için sıklıkla uygulanmaktadır.<sup>1</sup>

Oklüzal durum ve kondil pozisyonunu değiştirme, dikey boyutu artırma, bunlara ilaveten ilgili rahatsızlığın hasta tarafından kavrılması ve plesebo etkileri bulunan oklüzal splintler; yüz bölgesinde bulunan kasları inaktif duruma getirme, intrakapsüler dokuları dekomprese etme, balanslı oklüzyon sağlama, kondil diskini yeniden konumlandırma ve vertikal boyutu tekrar sağlaması gibi etkilere sahiptirler. TME'de kullanılan splint tipleri; stabilizasyon splinti, anterior repozisyon splinti, ön ısırma plağı, arka ısırma plağı, pivoting splint ve yumuşak splintler olarak sıralanabilir.<sup>2,3</sup> Stabilizasyon splintleri; klasik yöntemler ile hazırlanan akrilik rezinler, otopolimerizan akrilik rezinler, dijital teknoloji ile hazırlanan veya vakumla şekillendirilen materyallerden elde edilebilirler.<sup>4,5</sup>

Doğal dişli bireylerde genelde kanin koruyuculu ve grup fonksiyon şeklinde oklüzyon tipi görülmektedir. Yapılan araştırmalarda kanin koruyuculu oklüzyon eksikliğinin TMD için bir risk faktörü olduğu ve kanin koruyuculu oklüzyonun; kas aktivitesini azalttığı, stomatognatik sistemi koruduğu ve oklüzal splintler de uygulanabileceği gösterilmiştir.<sup>6-8</sup>

Stabilizasyon splintleri hazırlanırken; stabil bir oklüzyon oluşturmak, dikey boyutu artırarak kassal rahatlatma sağlamak ve kanin koruyuculu oklüzyon ile lateral ve protrüviz harekette posterior dişleri birbirlerinden ayrılmak için yeni bir oklüzal tabla ve kanin rampaları oluşturulmalıdır. Stabilizasyon splintleri akrilik rezinlerden hazırlanırken oklüzal tabla ve kanin rampaları mum modelaj esnasında oluşturulabilir, eğer bu splintlerin hazırlanmasında dijital teknikler kullanılacak ise bu uygulama bilgisayarda yapılan dizaynlar ile elde edilebilir, vakum ile hazırlanan termoplastik materyallerde ise bu yöntem ilgili materyale akrilik ilavesi ile uygulanabilmektedir.<sup>9-12</sup> Protetik olarak rehabilite edilmiş oral kavitenin her yüzeyi, 0,5-1,5 µ kalınlığında bir tükürük glikoprotein ve immünoglobulin çöktürücü ile kaplanmakta ve bu da pelikül olarak adlandırılan, oral döküntülerin ve mikroorganizmaların yapıtığı bir substrat oluşturmaktadır, ağız boşluğunda rehabilite edilmiş bu dokulardaki hijyen eksikliği ise oral dokularda enfeksiyonlar geliştirebilmektedir.<sup>13</sup> Oral dokulardaki bu enfeksiyonları önlemek için protetik aygıtların uygun yöntemler ile temizlenmesi gerekir. Protez temizleme yöntemleri; fırça ile yapılan mekanik temizlik, kimyasal materyaller ile yapılan temizlik veya bunların kombinasyonlarından oluşmaktadır. Kimyasal temizleme yöntemleri; enzimler, hipoklorit çözeltileri ve peroksit çözeltilerinden yararlanılarak yapılabilmektedir.<sup>14</sup> Kimyasallar ile uygulanan protez temizlik yöntemlerinin, protezlerin mekanik dayanımları üzerine etkileri bulunmaktadır. Temizleyicilere ve dezenfekte edici solüsyonlara daldırılan protezlerde akrilik reçinelerin eğilme

mukavemeti azalabilmektedir. Peracini ve arkadaşları<sup>15</sup> yaptıkları çalışmada efervesan haldeki temizleyicilerin protez materyalinin bükülme mukavemetini önemli ölçüde azalttığını göstermişlerdir. Literatürde; temizleme solüsyonunu hazırlamak için sıcak su kullanılan protez materyalin eğilme mukavemetinde değişiklikler olduğuna, copolyester plakların mekanik dayanımlarının protez temizleyiciler ile etkilendiğine dair raporlar mevcuttur.<sup>16-18</sup>

Kumlama işlemi yapıştırılması amaçlanan malzeme yüzeyine yüksek basınç altında alüminyum oksit partikülü püskürtülmesini içeren bir prosedürdür.<sup>19</sup> Kumlama sistemleri, farklı partiküllere sahip alüminyum oksit aşındırmasına dayanır. Partikül boyutları 30 ila 250 µm arasında değişir. Aşındırıcı işlem, gevşek kirlenmiş tabakaları temizler ve pürüzlendirilmiş yüzey ile yapıştırılacak materyal arasında mekanik kilitleme sağlar.<sup>20</sup> Bu teknikte, artan pürüzlülüğü bağlantı için daha geniş bir yüzey alanı oluşturmaktadır.<sup>21</sup>

Literatürde; protez temizleyicilerin, akrilik ve copolyester materyallerin uzun dönemde mekanik dayanımlarına etkisi üzerine ve kumlama prosedürünün akrilik ile birçok dental materyalin bağlanma dayanımına dair araştırmalara rastlanırken bu materyaller (akrilik ve copolyester) arasındaki bağlanma dayanımına etkisini inceleyen raporlar bulunmamaktadır. Çalışmanın amacı copolyester materyali ve akrilik arasındaki bağlanma dayanımını inceleyerek, protez temizleme tabletlerinin ve kumlama işleminin akrilik rezin ve copolyester plaklar arasındaki bağlanma dayanımına etkisini incelemektir.

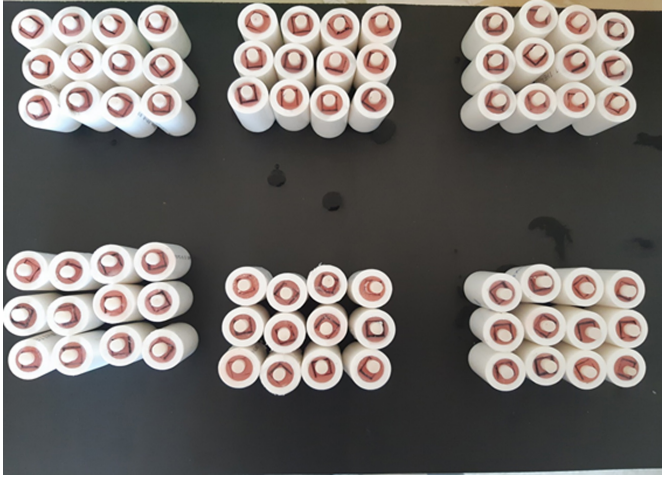
Çalışmamızın başlangıç hipotezi (H0); "Kumlamanın bağlanma dayanımına etkisi bulunurken, temizleyici solüsyonların bağlanma dayanımına etkisi bulunmamaktadır" şeklinde kurulmuştur.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmada kumlama ile oluşturulmuş akrilik ve copolyester plak arasındaki bağlanma dayanımının farklı temizleyici solüsyonlar ve kumlama işlemi ile ne şekilde değişeceği incelenmiştir. Bunun için standart boyutlara sahip copolyester plakları 100 mm x 100 mm ebata sahip alçı model üzerinde termal vakum altında şekillendirilmiş ve bu plaklardan elmas separe ile kesim yapılarak 10 mm x 10 mm ebatlarında 72 adet örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler kumlama yapılacak ve kumlama yapılmayacak şekilde iki gruba ayrılmış (n = 36) ve her grup kullanılacak protez temizleyici (Aktident ve Protefix) ve kontrol grubu (Su) olacak şekilde 3 alt gruba ayrılmıştır (n = 12) (Tablo 1) Oluşturulan örnekler daha önceden hazırlanmış plastik borular (iç çapı 17 mm, dış çapı 25 mm

**Tablo 1. Örneklerin Gruplara Ayrılmış Hali**

A	Aktident kumlama yapılmamış
B	Protefix kumlama yapılmamış
C (Kontrol)	Su kumlama yapılmamış
D	Aktident kumlama yapılmış
E	Protefix kumlama yapılmış
F (Kontrol)	Su kumlama yapılmamış



Şekil 1. Hazırlanan örneklerin görüntüsü

yüksekliği 30 mm silindirik şeklinde) içerisine otopolimerizan akrilik (BLAU CRYL, Efes Dental, BURSA) yardımıyla sabitlenmiştir. Daha önce hazırlanmış iç çember çapı ve yüksekliği 2 mm olan silindirik şeffaf bir boru akriliğin standart bir şekilde uygulanması için copolyester örneklerin merkezine yerleştirilmiştir ardından şeffaf boru içerisine fırça yardımıyla otopolimerizan akrilik yerleştirilerek polimerize olması beklenmiştir. Polimerizasyonu takiben otopolimerizan akrilik etrafındaki şeffaf boru bistüri yardımıyla dikey doğrultuda kesilerek hassas bir şekilde çıkartılmıştır (Şekil 1).

Hazırlanan örnekler üretici firmanın talimatları doğrultusunda 15 dk süre ile 1 aylık kullanıma karşılık gelecek şekilde 30 defa 200 ml su içerisinde temizleme tabletlerinde bekletilmiştir. Akrilik kalıplar test cihazına hareket etmeyecek ve kırma aparatı copolyester plakları ile otopolimerizan akrilik birleşim yerine dik açı ile temas edecek şekilde sabitlenmiştir. Makaslama testleri Universal Test Cihazı (Şekil 2) (Mod dental, Ankara) kullanılarak 1 mm/dk yaklaşma hızı ile uygulanmış ve test bilgisayar ekranında gerilim ve yüzde uzama grafiği olarak izlenmiştir. Ayrılma gerçekleştiğinde test otomatik olarak durdurulup, sonuçlar MPa cinsinden bilgisayar tarafından hesaplanmıştır. Test cihazında elde edilen değerler bilgisayara kaydedilmiştir.

Çalışmanın istatistiksel analizlerinde SPSS 19.0 (IBM Corp., ABD) paket programları kullanılmıştır. Çalışmada yer alan kategorik değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler; frekans ve yüzde ile sürekli değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler; ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleriyle verilmiştir. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile incelenmiştir. Normal dağılım göstermeyen sürekli



Şekil 2. Universal test cihazı

değişkenlerin 3 grup karşılaştırmalarında; Kruskal Wallis testi, 2 grup karşılaştırmalarında ise Mann Whitney U testleri kullanılmıştır. Sürekli değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiş ve çalışmadaki tüm istatistiksel karşılaştırmalarda P değeri 0,05'in altındaki karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## BULGULAR

Farklı temizleyici solüsyonların kuşlama ve kuşlama yapılmadan oluşturulmuş copolyester plaklar ve akrilik rezin arasındaki makaslama bağlanma dayanımı; kuşlama yapılmayan aktident grubunda ortalama 3,08 MPa, protefix grubunda ortalama 3,37 MPa, su grubunda ise ortalama 3,23 MPa'dır. Kuşlama yapılan grupta ise bu değerler sırasıyla 4,93 MPa, 5,37 MPa ve 4,76 MPa'dır (Tablo 2, 3) (Şekil 3).

Kuşlama yapılmayan grupta en yüksek makaslama bağlanma dayanımı Protefix grubunda bulunmuştur (3,37 MPa), Aktident grubunun değeri ise en düşüktür (3,23 MPa). Aktident, Protefix ve su grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P > ,05$ ).

Kuşlama yapılan grupta en yüksek değer Protefix grubuna aittir (5,37 MPa). Su grubu ise en düşük değere sahiptir (4,76 MPa). Aktident, Protefix ve su grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P > ,05$ ).

Kuşlama yapılmış aktident grubu kuşlama yapılmamış aktident grubundan, kuşlama yapılmış protefix grubu kuşlama yapılmamış protefix grubundan ve kuşlama yapılmış su grubu kuşlama yapılmış su grubundan makaslama bağlanma dayanımı yönünden daha yüksek değere sahiptir ve bu yüksek değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P < ,05$ ).

Kuşlanmış Protefix grubu, tüm gruplar içindeki en yüksek bağlanma dayanımına sahiptir ve Aktident ve su grubu ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $P > ,05$ ).

Kuşlanmamış Aktident grubu, tüm gruplar içindeki en düşük bağlanma dayanımına sahiptir ve Aktident ve su grubu ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $P > ,05$ ).

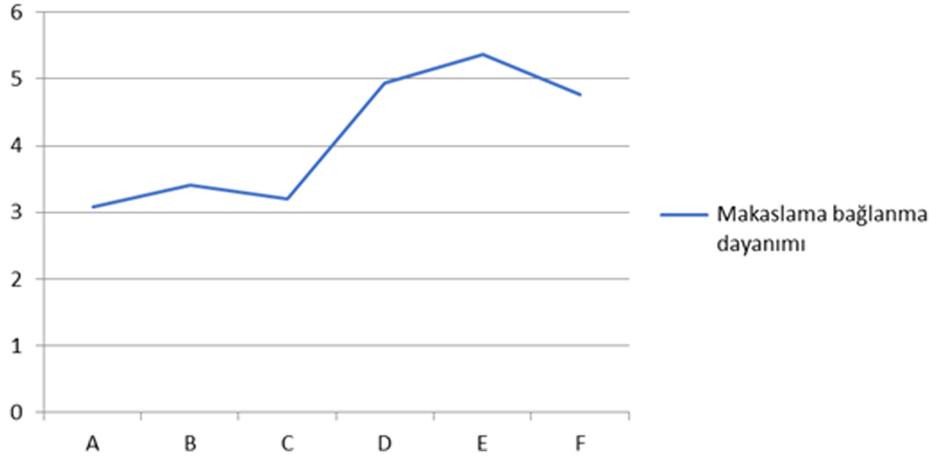
Tablo 2. Örneklerin Makaslama Bağlanma Dayanımları (MPa)

	A	B	C	D	E	F
	1,65	4,531	3,881	3,336	3,061	3,727
	2,5617	3,636	6,132	5,397	3,462	5,849
	4,201	4,107	3,709	4,569	5,627	3,532
	2,08	2,038	2,588	6,38	6,695	5,599
	3,047	3,234	2,069	5,903	7,215	5,208
	3,035	3,549	1,977	6,485	6,798	3,234
	2,196	2,639	3,652	5,596	4,078	5,133
	2,572	4,111	3,632	2,716	3,442	7,283
	5,093	3,115	2,004	3,599	8,492	6,03
	2,8	2,94	2,708	6,159	4,55	3,392
	4,812	3	3,2352	4,778	6,96	4,299
	2,962	3,96	3	4,322	4,09	3,928
Ortalama	3,08	3,37	3,23	4,93	5,37	4,76

Tablo 3. Örnek Gruplarının Minimum, Maximum, Ortalama Değer ve Standart Sapma Değerleri

	n	Minimum (MPa)	Maximum (MPa)	Ortalama (MPa)	Standart Sapma (MPa)
A	12	1,65	5,09	3,0841	1,07690
B	12	2,04	4,53	3,4050	,71289
C	12	1,98	6,13	3,2156	1,15091
D	12	2,72	6,49	4,9367	1,25684
E	12	3,06	8,49	5,3725	1,81431
F	12	3,23	7,28	4,7678	1,27519

## Makaslama bağlanma dayanımı (MPa)



Şekil 3. Makaslama bağlanma dayanımı grafiği

Solüsyon fark etmeksizin kumlama yapılan tüm grupların makaslama bağlanma dayanımları kumlama yapılmayan tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ( $P < ,05$ ).

## TARTIŞMA

Temporomandibular eklemin ve çiğneme sistemindeki kaslarının işlev bozukluğunu tedavi etmek için kullanılan yöntemlerden biri oklüzal splint tedavisidir. Oklüzal splint tedavisi ile çiğneme sisteminde nöromüsküler denge sağlanarak, parafonksiyonel alışkanlıklardan kaynaklanan hasar azalmaktadır.<sup>22-24</sup> TME tedavisinde yaygın olarak kullanılan oklüzal splintler arasında stabilizasyon splintleri ve anterior konumlandırma splintleri bulunmaktadır.<sup>25</sup> Stabilizasyon splintleri; akrilik materyaller, dijital teknolojiler veya termoplastik materyaller kullanılarak hazırlanabilmektedirler.<sup>4,26</sup> Termoplastik materyallerden copolyester, şeffaf ve konforlu oluşu bunlara ilaveten kısa üretim süresi ve uygun fiyatıyla günümüzde hastalar için mükemmel bir seçim haline gelmiş bulunmaktadır.<sup>27</sup> Bu çalışmada TME tedavisinde kullanılan termoplastik materyallerden olan copolyester plaklar kullanılmıştır. Stabilizasyon splinti yapımında aljinat ile ölçü alınımı takiben elde edilen modele termoplastik materyal, vakum ile adapte edilmekte ve bu materyaller üzerine akrilik ilavesi ile dikey boyut ayarlaması ve kanin koruyuculu oklüzyon oluşturulması sağlanmaktadır.<sup>27</sup> Mevcut çalışmada TME tedavisinde vakumla şekillendirilen termoplastik materyalleri akrilik ilavesi ile modifiye ederek çeneler arası maksimum diş temasının ve kanin koruyuculu oklüzyonun oluşturulması ve oluşturulan bu yeni oklüzyonun uzun dönemde başarısının akrilik ve copolyester materyali arasındaki bağlantı dayanımına bağlı olacağı düşünülerek bu iki materyal arasındaki bağlanma dayanımı incelenmiştir.

İntraoral olarak uygulanan hareketli apereyler, doku yüzeylerini örttüğü için tükürüğün yıkayıcı ve tamponlayıcı etkisini azaltmakta bu durum ise mikroorganizma akümüülasyonunu artırmaktadır. Bu yüzden bu aygıtların temizlikleri gerek ağız sağlığı gerekse genel sağlık için önem arz etmektedir. Hareketli aygıtlar mekanik veya kimyasal yöntemler ile temizlenebilmektedirler, kimyasal yöntemler mekanik yöntemlere göre daha başarılı bulunmuştur.<sup>28</sup> Yaptığımız çalışmada, stabilizasyon splintlerini de hareketli apereyler gibi düşünerek kimyasal temizleyicilerin

akrilik ve copolyester materyalinin bağlanma dayanımına etkisi incelenmiştir.

Erdost ve Deniz,<sup>29</sup> farklı polimerizasyon teknikleri ile hazırlanan protez kadie materyallerinin mekanik özelliklerine farklı temizleyici tabletlerin etkisini incelediği çalışmada Aktident, Protefix ve Corega tabletleri kullanmıştır. Kümbüloğlu ve ark.<sup>30</sup> protez temizleyici solüsyonların hassas tutuculu protezlerin lastik kısımlarının mekanik özelliklerine olan etkisini incelediği çalışmada; Corega, sodyum hipoklorit ve Aktident solüsyonlarını kullanmışlardır. Durkan ve arkadaşları<sup>31</sup>; protez temizleyicilerin poliamid ve polimetakrilat kaide materyallerinin fiziksel özelliklerine etkilerini inceledikleri çalışmada; Corega tablet, Protefix ve Valclean isimli temizleyicileri araştırmışlardır. Mekawy ve arkadaşları<sup>32</sup> protez temizleyicilerin locater ataçmanlara olan etkilerini Corega, Protefix ve su solüsyonları kullanarak araştırmışlardır. Bu çalışmada da literatüre uygun olacak şekilde ve ülkemizde sıklıkla kullanılan protez temizleyici solüsyonlardan olan Aktident ve Protefix tablet kullanılmıştır.

Nakhaei ve ark. farklı protez temizleyicilerin akrilik ve yumuşak astar materyalleri arasındaki bağlanma dayanımına etkisini incelediği çalışmada gruplar arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır.<sup>33</sup> Mian ve ark. dezenfektan çözeltilerinin, akrilik protez dişleri ile protez kaidesi arasındaki makaslama bağlanma dayanımında önemli bir değişiklik oluşturmadığını sonucuna varmışlardır.<sup>34</sup> Yapılan başka bir araştırmanın sonucunda, dezenfektan solüsyonlarının akrilik ve yumuşak astar materyalleri arasındaki makaslama bağlanma dayanımını değiştirmediği gözlenmektedir.<sup>35</sup> Çalışmada kullanılan temizleyici solüsyonlardan Protefix ve Aktident, alkalin peroksit grubu temizleyicilerdendir, içeriklerinde benzer şekilde sodyum bikarbonat bulunmaktadır.

Bu araştırmanın sonucunda; temizleyici solüsyonların akrilik ve copolyester plağın makaslama bağlanma dayanımına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı fark göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun sebebinin, temizleyici solüsyonların benzer kimyasal içeriğe sahip olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ateş ve ark.<sup>36</sup> Protefix ve Corega gibi temizleyici solüsyonları kullanarak protez kaide materyali ile sert astar materyali arasındaki bağlanma dayanımını inceledikleri çalışmada temizleme solüsyonlarının bağlanma dayanımını artırdığını bildirmiştir. Bu çalışmada, kumlama yapılmayan grupta protefix uygulanan örneklerin

makaslama bağlanma değeri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Kumlama yapılan grupta ise temizleyici solüsyonda bekletilen örneklerin tümünün makaslama bağlanma değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur, fakat bu yükseklikler istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Bağlanma dayanımı incelenmesinde gruplar, literatürde kabul gören<sup>37</sup> bir yüzey hazırlık uygulaması olan kumlama işleminin yapılıp yapılmamasına göre oluşturulmuştur. Kumlama işlemi, pürüzlülük ve yüzey alanını artırarak mikromekanik bağlanmanın artmasını sağlamaktadır.<sup>38,39</sup> Bu çalışmada; solüsyon fark etmesizin kumlama yapılan tüm grupların makaslama bağlanma dayanımları kumlama yapılmayan tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur bu bağlamda yürütülen çalışma, literatür ile paralellik göstermektedir.

Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre; akrilik rezin ve copolyester plak arasındaki bağlantı alüminyum oksit kumlama ile artırılmaktadır. En yüksek makaslama bağlanma değeri kumlama yapılan protefix grubunda, en düşük değer ise kumlama yapılmayan aktident grubunda bulunmuştur. Gerek kumlama yapılan, gerekse yapılmayan gruplarda temizleyici solüsyonların makaslama bağlanma değerlerinin farkı istatistiksel olarak anlamlı değildir. Kumlama yapılan tüm örneklerin makaslama bağlanma değerleri, yapılmayan örneklerden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir. Gelecek araştırmalarda, farklı kimyasal içeriğe sahip temizleyiciler ve daha farklı yüzey hazırlık işlemlerinin akrilik rezinler ve copolyester plağı arasındaki bağlantı dayanımına etkisi incelenebilir.

**Etik Komite Onayı:** Materyal çalışması olduğu için etik kurul kararı alınmamıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – Ö.İ.; Tasarım – K.K.; Denetleme – G.G.; Kaynaklar – E.K.; Malzemeler – K.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – E.K.; Analiz ve/veya Yorum – Ö.İ.; Literatür Taraması – G.G.; Yazıyı Yazan – Ö.İ.; Eleştirel İnceleme – K.K.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir

**Ethics Committee Approval:** Since this study is a material study, ethics committee approval is not required.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – Ö.İ.; Design – K.K.; Supervision – G.G.; Resources – E.K.; Materials – K.K.; Data Collection and/or Processing – E.K.; Analysis and/or Interpretation – Ö.İ.; Literature Search – G.G.; Writing Manuscript – Ö.İ.; Critical Review – K.K.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support

## KAYNAKLAR





- Bell WE. *Clinical Management of Temporomandibular Disorders*. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1982:128-171.
- Yengin E. *Temporomandibular Rahatsızlıklarda Teshis ve Tedavi*. İstanbul: Dilek Matbaacılık; 2000:234-239.

- Aydın M, Ozan O, Ramoğlu S. Temporomandibuler eklem bozukluklarında konservatif tedavi yaklaşımları: Okluzal splintler. *ADO Klin Bil Derg*. 2010;5:913-923.
- Kuscu E, Klink A, Spintzyk S, Kraemer Fernandez PK, Huettig F. Bonding interface and reparability of 3D-printed intraoral splints: Shear bond strength to current polymers, with and without ageing. *Materials (Basel)*. 2021;14(14):3935. [CrossRef]
- Kerem K, Kurtulus ER, İkbāl L, Council of Ministers. Parison of the efficacy of two different types of splint used in patients with temporomandibular joint disorders. *Biomed J Sci Tech Res*. 2018;6: 5217-5224.
- Selaimen CM, Jeronymo JC, Brillhante DP, Lima EM, Grossi PK, Grossi ML. Occlusal risk factors for temporomandibular disorders. *Angle Orthod*. 2007;77(3):471-477. [CrossRef]
- Rinchuse DJ, Kandasamy S, Sciote J. A contemporary and evidence-based view of canine protected occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;132(1):90-102. [CrossRef]
- Manns A, Chan C, Miralles R. Influence of group function and canine guidance on electromyographic activity of elevator muscles. *J Prosthet Dent*. 1987;57(4):494-501. [CrossRef]
- Haralur SB, Alsubaiy EF. Management of post-treatment exacerbated temporomandibular disorder. *BMJ Case Rep*. 2013;2013:67-69. [CrossRef]
- Yalçın S, Aktaş İ. *Diş hekimliğinde Temporomandibular Eklem Hastalarına Yaklaşım, Temporomandibular Bozuklukların Klinik Seyri*. İstanbul: Vestiyer Yayın Grubu; 2010:89.
- Terzioğlu H, Yurdukoru B, Böke K. Düşük okluzyon dikey boyutun iadesi: Temporomandibular eklem etkilerinin magnetik rezonans görüntüleme yöntemi ile değerlendirilmesi: Bir olgu nedeniyle. *A.Ü. Diş Hek Fak Derg*. 2001;28:217-222.
- Abdallah HT. Hard occlusal splints made by vacuum machine versus 3D digital printed splints in Treatment of Muscle Pain (electromyogram). *Egypt J Dent*. 2018;64(1):443-456. [CrossRef]
- Abubakar DP, Nagara DSC, Fatima DT, Salgar DARGH, Qayum DSA, Parveen DF. Effect of denture cleansers on color stability and flexural strength of heat polymerized acrylic resin an in-vitro study. *Sch Dent Sci*. 2021;8(8):264-270. [CrossRef]
- Alfouzan AF, AlNouwaisar AN, AlAzzam NF, et al. Power brushing and chemical denture cleansers induced color changes of pre-polymerized CAD/CAM denture acrylic resins. *Mater Res Express*. 2021;8(8):85-402. [CrossRef]
- Peracini A, Davi LR, de Queiroz Ribeiro N, de Souza RF, Lovato da Silva CH, de Freitas Oliveira Paranhos H. Effect of denture cleansers on physical properties of heat-polymerized acrylic resin. *J Prosthodont Res*. 2010;54(2):78-83. [CrossRef]
- Robinson JG, McCabe JF, Storer R. Denture bases: The effects of various treatments on clarity, strength and structure. *J Dent*. 1987; 15(4):159-165. [CrossRef]
- Arab J, Newton JP, Lloyd CH. The importance of water temperature in denture cleaning procedures. *J Dent*. 1988;16(6):277-281. [CrossRef]
- Wible E, Agarwal M, Altun S, et al. Long-term effects of different cleaning methods on copolyester retainer properties. *Angle Orthod*. 2019;89(2):221-227. [CrossRef]
- Chung KH, Chung CY, Chung CY, Chan DC. Effect of pre-processing surface treatments of acrylic teeth on bonding to the denture base. *J Oral Rehabil*. 2008;35(4):268-275. [CrossRef]
- Amaral R, Özcan M, Bottino MA, Valandro LF. Microtensile bond strength of a resin cement to glass infiltrated zirconia-reinforced ceramic: The effect of surface conditioning. *Dent Mater*. 2006; 22(3):283-290. [CrossRef]
- Akın H, Tugut F, Mutaf B, Güney U, Özdemir A. Effect of sandblasting with different size of aluminum oxide particles on tensile bond strength of resilient liner to denture base. *Cumhuriyet Dent J*. 2011;14:5-11.
- Ferreira FM, César Simamoto-Júnior P, Soares CJ, Ramos AMAM, Fernandes-Neto AJ. Effect of occlusal splints on the stress distribution on the temporomandibular joint disc. *Braz Dent J*. 2017;28(3): 324-329. [CrossRef]

23. Algabri RS, Alqutaibi AY. No evidence suggests that the clinical effectiveness of conventional occlusal splints is superior to that of psychosocial interventions for myofascial Temporomandibular disorders pain. *J Evid Based Dent Pract.* 2017;17(4):399-401. [\[CrossRef\]](#)
24. Okeson JP. Critical commentary 1: Evaluation of the research diagnostic criteria for temporomandibular disorders for the recognition of an anterior disc displacement with reduction. *J Orofac Pain.* 2009;23(4):312-315.
25. Al-Ani MZ, Davies SJ, Gray RJ, Sloan P, Glenny AM. Stabilisation splint therapy for temporomandibular pain dysfunction syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;1(1):CD002778. [\[CrossRef\]](#)
26. Alowid A, Helaby B, Alqarni L. A case report of caries incident in a patient wearing an Essix type retainer. *Authorea Preprints;* 2021: 50-51.
27. Tekel N, Kahraman S. Temporomandibular eklem bozukluklarının tedavisinde oklüzal splintlerin kullanımı. *Curr Res Dent Sci.* 2006; 61-69.
28. Aydoğan F, Şenışık NE. Hareketli ortodontik aygıtları temizleme yöntemleri. *Süleyman Demirel Univ Sağlık Bilimleri Derg.* 2018;9:45-53. [\[CrossRef\]](#)
29. Evran OE, İzgi AD. Farklı yöntemlerle polimerize edilen protez kaide materyallerinin eğilme direncine farklı protez temizleme tabletlerinin etkisi. *Curr Res Dent Sci.* 2020;30:451-456.
30. Kümbüloğlu Ö, Kaya E, Şahan M. Profitez temizleyici solüsyonların hassas tutuculu hareketli protezlerin tutucu lastik kısımlarının sertlikleri üzerine etkilerinin araştırılması. *Selcuk Dent J.* 2021;8: 76-81.
31. Durkan R, Ayaz EA, Bagis B, Gurbuz A, Ozturk N, Korkmaz FM, et al. Comparative effects of denture cleansers on physical properties of polyamide and polymethyl methacrylate base polymers. *Dent Mater J.* 2013;32(3):367-375. [\[CrossRef\]](#)
32. El Mekawy N, Algraisi MI, El Shaheed NH. In vitro Comparison of denture cleansers effect on locator attachment retentive male inserts (scanning electron microscope study). *OHDM.* 2018;17:1-8.
33. Nakhaei M, Mirmortazavi A, Ghanbari M, Ahmadi Z. Effect of ozone and two common denture cleansers on tensile bond strength and surface hardness of a silicone soft liner. *Front Dent.* 2019;16(5):351-356. [\[CrossRef\]](#)
34. Mian H, Pita MS, Do Nascimento C, et al. Shear bond strength of acrylic teeth to heat-curing denture base resin under different disinfectant methods. *Int J Odontostomat.* 2013;7:99-105.
35. Abdul-Razaq RW. The effect of two types of disinfectant on shear bond strength, hardness, roughness of two types of soft liners. *J Baghdad Coll Dent.* 2012;24:27-31.
36. Ates SM, Caglar I, Ozdogan A, Duymus ZY. The effect of denture cleansers on surface roughness and bond strength of a denture base resin. *J Adhes Sci Technol.* 2017;31(2):171-181. [\[CrossRef\]](#)
37. Akin H, Tugut F, Mutaf B, Akin G, Ozdemir AK. Effect of different surface treatments on tensile bond strength of silicone-based soft denture liner. *Lasers Med Sci.* 2011;26(6):783-788. [\[CrossRef\]](#)
38. Nakano LJ, Lopes GR, Firmino AS, de Matos JD, Tango RN, Paes-Junior TA. Analysis of bond strength between a nylon reinforcement structure and dental resins. *J Clin Exp Dent.* 2021;13(5):e505-e510. [\[CrossRef\]](#)
39. Peng TY, Shimoe S, Fuh LJ, Lin CK, Lin DJ, Kaku M. Bonding and thermal cycling performances of two (poly) aryl-ether-ketone (PAEKs) materials to an acrylic denture base resin. *Polymers.* 2021; 13(4):543. [\[CrossRef\]](#)

# COVID-19 salgını sürecindeki uzaktan eğitim sistemi hakkında diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin deneyimleri ve görüşleri

Experiences and opinions of faculty of dentistry students about distance education system during COVID-19 pandemic

Nuray BAĞCI<sup>1</sup>   
Kübra TAKA<sup>1</sup>   
Tuba GÜNDÜZ<sup>2</sup>   
İlkay PEKER<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Ana Bilim Dalı, Muğla, Türkiye

Bu çalışma, 11-15 Ocak 2021 tarihleri arasında çevrim içi olarak düzenlenen Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi 1. Diş Hekimliği Eğitimi Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Geliş Tarihi/Received: 15.10.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 25.04.2022

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.01.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:  
Nuray BAĞCI  
E-mail: dtnuraybagci@gmail.com

Cite this article as: Bağcı N, Taka K, Gündüz T, Peker İ. Experiences and opinions of faculty of dentistry students about distance education system during COVID-19 pandemic. *Curr Res Dent Sci.* 2023; 33(1): 9-13.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, COVID-19 salgınının eğitime olan etkisi, uzaktan eğitim sistemindeki ders içeriklerinde yapılabilecek yenilikler, uzaktan eğitimde ölçme/değerlendirme ve yaşanan zorluklar hakkında diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin deneyim ve görüşlerini değerlendirmektir.

**Yöntemler:** Bu çalışmada diş hekimliği fakültesi öğrencilerine çevrim içi bir anket uygulandı. Anket toplam 22 sorudan oluşmaktaydı. Elde edilen verilerin pre-klinik (birinci, ikinci ve üçüncü sınıflar) ve klinik (dördüncü ve beşinci sınıflar) öğrencileri için karşılaştırması Pearson Ki-kare test istatistiği kullanılarak yapıldı.

**Bulgular:** Çalışmaya toplam 170 öğrenci gönüllü olarak katıldı. Katılımcıların yarısı (%50) COVID-19 salgını sürecinde teorik eğitimin olumsuz etkilendiğini, tamamına yakını (%99) ise pratik eğitimin olumsuz etkilendiğini bildirdi. Katılımcıların çoğu uzaktan eğitim sistemindeki derslerde çok sayıda vaka videolarının (%68) ve hastaya yapılan işlemlerin video-konferans yoluyla aktarılmasının (%77) faydalı olacağını belirtti. Katılımcıların çoğu üç boyutlu simülasyon sistemleri hakkında bilgisinin olmadığını (%76) bildirdi. Ölçme/değerlendirme ile ilgili bazı sorulara verilen cevaplar pre-klinik ve klinik öğrencileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ( $P < ,05$ ).

**Sonuç:** Çalışmanın sonuçlarına göre, COVID-19 salgınının diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin hem teorik hem de pratik eğitimlerini olumsuz etkilediği görüldü.

**Anahtar Kelimeler:** COVID-19, diş hekimliği, eğitim

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study is to evaluate the experiences and opinions of the faculty of dentistry students about the impact of the COVID-19 pandemic on education, the innovations that can be made in the course content in the distance education system, the measurement/evaluation, and the difficulties experienced in distance education.

**Methods:** In this study, an online questionnaire was applied to the dental students. The survey consisted of 22 questions in total. The obtained data were compared between pre-clinical (first, second, and third grades) and clinical (fourth and fifth grades) students using the Pearson Chi-square test statistic.

**Results:** A total of 170 students voluntarily participated in the study. Half (50%) of the participants reported that theoretical training was adversely affected during the COVID-19 pandemic, while almost all (99%) reported that practical training was adversely affected. Most of the participants stated that it would be beneficial to have many numbers of case videos (68%) and to transfer the procedures done to the patient via videoconference (77%) in the courses in the distance education system. Most of the participants reported that they did not have knowledge about three-dimensional simulation systems (76%). The answers given to some questions about the measurement/evaluation showed a statistically significant difference between pre-clinical and clinical students ( $P < ,05$ ).

**Conclusion:** According to the results of this study, it was observed that the COVID-19 pandemic negatively affected both the theoretical and practical education of the dental students.

**Keywords:** COVID-19, dentistry, education

## GİRİŞ

Koronavirüs hastalığı (COVID-19), Aralık 2019'da Çin'in Wuhan şehrinde akut solunum yolu enfeksiyon hastalığı olarak başladı.<sup>1</sup> 11 Mart 2020'de COVID-19, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından küresel salgın olarak ilan edildi.<sup>2</sup> COVID-19 hastalığına neden olan Sars-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2), semptomatik veya asemptomatik taşıyıcılarla doğrudan temas ve havadaki virüs içerikli damlacıklara maruz kalınması ile yayılmaktadır. Kalabalık yerlerde virüsün bulaşma hızı oldukça yüksektir.<sup>1</sup> COVID-19 salgınında hastalığın bulaşma riskini azaltmak için uluslararası ve ulusal düzeyde seyahat kısıtlamaları, karantina uygulamaları, sosyal mesafeye uyma gibi birçok tedbirler alındı.<sup>3</sup> Bu tedbirler kapsamında, çoğu ülkede her seviyedeki eğitim kurumlarında yüz yüze eğitim sisteminden uzaktan eğitim sistemine geçildi.<sup>4-6</sup>

Uzaktan eğitim sistemleri, bilgi içeriklerinin eğitmen tarafından öğrencilere internet yoluyla ulaştırıldığı bilgisayar destekli yazılımlardır. Bu yazılımlar, eğitmenlerin ve öğrencilerin uzak mesafelerden iletişim kurmasına ve ders içeriğini karşılıklı paylaşmasına olanak sağlayan sunum tahtaları, sohbet odaları, kısa sınavlar, tartışma forumları ve anketler gibi materyallerdir.<sup>7</sup> Bunlara ek olarak, tıp ve diş hekimliği öğrencileri için sanal gerçeklik teknolojisinin kullanıldığı üç boyutlu simülasyon sistemleri de mevcuttur.<sup>8,9</sup> Bu sistemler sayesinde, diş hekimliği öğrencileri sanal olarak oluşturulan üç boyutlu klinik ortamında ilgili aletleri kullanarak bilgisayar ekranındaki ağız-içi simülasyonda dental işlemleri uygulayabilmektedir.<sup>9</sup> Bu materyaller öğrenme hedeflerine ulaşmak için öğrencilere üretken ve girişimci fırsatlar sunar.<sup>10</sup>

Diş hekimliği eğitimi, teorik bilgilerin pre-klinik ve klinik ortamda birlikte uygulandığı, öğrencilerin meslekleri için gerekli el becerisi ve bilişsel yetenekleri kazandığı bir süreçtir.<sup>11</sup> Bu eğitimin temel amacı, klinik donanımları sayesinde hastaları etkili ve güvenli bir şekilde tedavi eden bağımsız diş hekimleri yetiştirmektir.<sup>11,12</sup> Öğrencilere teorik ve pratik staj (pre-klinik ve klinik) eğitimi veren diş hekimliği fakültelerinde, staj eğitimi sırasında hasta ile yakın mesafe içerisinde bulunma, dental tedavi işlemlerinde aerosol oluşması ve ortak alan kullanımının fazla olması kaçınılmazdır. Bu nedenle, COVID-19 salgınında yüz yüze eğitim sistemi çok yüksek risk, uzaktan eğitim sistemi ise düşük risk kategorisinde sınıflandırılmıştır.<sup>13</sup>

Salgın nedeniyle yüz yüze eğitime ara verilip uzaktan eğitime geçmek zorunda kalan öğrencilerin uzaktan eğitim hakkındaki görüş ve düşüncelerini bilmek, gerekli tedbirlerin alınabilmesi açısından çok önemlidir. Hem ülkemizde hem de farklı ülkelerde, COVID-19 salgını sebebiyle geçilen uzaktan eğitim sistemi hakkındaki diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin görüşlerine dair birçok çalışma yapılmıştır.<sup>3,5,10,13-15</sup> Daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin bu süreçte ders içeriklerinde yapılabilecek yenilikler ve üç boyutlu simülasyon sistemleri hakkındaki görüşleri değerlendirildi.

Bu çalışmanın amacı, COVID-19 salgınının eğitime olan etkisi, uzaktan eğitimdeki ders içeriklerinde yapılabilecek yenilikler, uzaktan eğitimde ölçme/değerlendirme ve yaşanan zorluklar hakkında diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin deneyim ve görüşlerini değerlendirmektir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu anket çalışmasının etik onayı Helsinki Deklerasyonu'na uygun olarak Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan alındı (Tarih: 06.10.2020-09; Sayı: 2020-662).

Çalışmaya Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde öğrenim gören ve çalışmaya katılmak için gönüllü olan bütün öğrenciler dahil edildi. Çalışmaya katılan öğrenciler eğitim seviyesine göre pre-klinik (birinci, ikinci ve üçüncü sınıf) ve klinik (dördüncü ve beşinci sınıf) öğrencileri olarak iki farklı gruba ayrıldı.

Çalışma için daha önce bu konuda yapılan bilimsel araştırmalardan yararlanılarak dört bölümden oluşan 22 soruluk bir anket formu hazırlandı.<sup>3,5,10,13</sup> Bu anket formunda aşağıdaki bölümler yer almaktaydı;

1. Bölüm; Demografik özellikler (yaş, cinsiyet, eğitim seviyesi) (1-3).
2. Bölüm; COVID-19 salgınının eğitime olan etkisi, uzaktan eğitim sistemindeki ders içeriklerinde yapılabilecek yenilikler ve üç boyutlu simülasyon sistemleri ile ilgili 10 soru.
3. Bölüm; COVID-19 salgını sürecinde ölçme ve değerlendirme ile ilgili dört soru.
4. Bölüm; COVID-19 salgını sürecinde eğitimde yaşanan zorluk ve endişeler ile ilgili beş soru.

Anket formuna ait sorular çevrim içi platforma aktarılarak, Google Formlar (Google Inc, Mountain View, Kaliforniya, ABD) (www.google.doc) aracılığıyla bir anket linki oluşturuldu. İlgili link WhatsApp (WhatsApp Inc, Mountain View, Kaliforniya, ABD) yoluyla bir araştırmacı (N.B.) tarafından, 08-15 Aralık 2021 tarih aralığında katılımcılara ulaştırıldı. Anket sorularına gönüllü katılımcılar tarafından verilen cevaplar, çalışma verilerini oluşturduğu için Google Formlar aracılığı ile Microsoft Excel (.xlsx uzantılı) tablosu halinde kayıt altına alındı. Bu çalışma verileri pre-klinik ve klinik öğrenci grupları arasında istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

### İstatistiksel Analiz

Araştırma kapsamında minimum örneklem büyüklüğünü hesaplamada G\* Power 3,1 paket programı ile güç analizi yapıldı (16). Katılımcı sayısı hesaplanırken; Tip 1 hata ( $\alpha$ )=0,05, etki büyüklüğü=0,3 ve test gücü (1- $\beta$ )=0,80 olarak dikkate alındı. Analiz sonucuna göre en az 160 öğrenciye ulaşılması hedeflendi.

Araştırma verilerinin istatistiksel analizleri için Statistical Package for Social Sciences (SPSS), Windows için sürüm 23,0 (IBM Corp.; SPSS Inc.; Chicago, USA) bilgisayar paket programı kullanıldı. Araştırma kapsamındaki değişkenlere göre öğrenci özelliklerini tanımlamak için tanımlayıcı istatistiklerden ve iki grup arasındaki kategorik değişkenleri karşılaştırmak için Pearson

Ki-kare testinden yararlanıldı.  $P < ,05$  düzeyi istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Katılımcıların, anketin birinci bölümünde kaydedilen demografik özelliklere göre dağılımı Tablo 1'de gösterildi.

Anketin ikinci, üçüncü ve dördüncü bölümündeki sorular ile bu sorulara verilen cevapların eğitim seviyesine göre dağılımı ve istatistiksel analiz sonuçları Tablo 2'de sunuldu. Araştırma kapsamındaki anket sorularından 11. ve 14. sorularına verilen cevaplar, pre-klinik ve klinik öğrenci grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdi ( $P < ,05$ ). Diğer anket sorularına verilen cevaplar, pre-klinik ve klinik öğrencileri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermedi ( $P > ,05$ ) (Tablo 2).

## TARTIŞMA

Bu çalışmada COVID-19 salgınının eğitime olan etkisi, uzaktan eğitim esnasındaki ölçme, değerlendirme ve yaşanan zorluklar hakkında diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin deneyim ve görüşleri değerlendirildi. COVID-19 salgını sebebiyle geçilen uzaktan eğitim sisteminin, diş hekimliği fakültesinde eğitim gören pre-klinik ve klinik öğrencilerinin teorik ve pratik eğitimlerini olumsuz etkilediği görüldü. Uzaktan eğitim sisteminde kaliteli eğitim vermek ve eksiklikleri gidermek için bu sistemi öğrencilerin bakış açısıyla gözden geçirmenin, alınması gereken tedbirler açısından çok önemli olduğu bilinmektedir.<sup>16</sup>

Hattar ve ark. tarafından COVID-19 salgını sürecinde diş hekimliği fakültesi dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerine yapılan anket çalışmasında öğrencilerin çoğunluğunun bu süreçte pratik eğitimin, yarısından azının ise teorik eğitimin olumsuz etkilendiği görüşünde olduğu rapor edilmiştir.<sup>17</sup> Hung ve ark. tarafından yapılan anket çalışmasına tüm seviyedeki diş hekimliği fakültesi öğrencileri ve ortodonti asistanları dahil edilmiş ve katılımcıların COVID-19 salgını nedeniyle geçilen uzaktan eğitim sisteminden dolayı klinik eğitimin olumsuz etkilendiği görüşünde olduğu bildirilmiştir.<sup>13</sup> Ülkemizde Keser ve Pekiner tarafından diş hekimliği fakültesi dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerine yapılan bir anket çalışmasında öğrencilerin büyük bir kısmının, COVID-19 salgını sürecinde eğitim fırsatlarını kaçırdığı görüşünde olduğu bulunmuştur.<sup>18</sup> Ülkemizde yapılan bir başka çalışmada, Ezmek ve Sipahi tarafından COVID-19 salgını sürecinde çevrim içi eğitimin tüm seviyedeki diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin protetik diş tedavisi derslerine etkisi araştırılmıştır.<sup>14</sup> Çalışma bulgularına göre üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin çevrim içi eğitim sürecinde pratik eğitim için kendilerini yeterince hazırlayamadıkları sonucuna ulaşılmıştır.<sup>14</sup> COVID-19 salgını sebebiyle geçilen uzaktan eğitim sistemi hakkında yapılan birçok çalışmada diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin, eğitimden olumsuz etkilendiği görüşünde olduğu gösterilmiştir.<sup>3,5,13,14,16</sup> Bu çalışmada, daha önce yapılan çalışmaları uyumlu olarak katılımcıların yarısı COVID-19 salgını sürecinde teorik eğitiminin olumsuz etkilendiğini, katılımcıların neredeyse tamamı ise pratik eğitimin olumsuz etkilendiğini bildirdi.<sup>3,5,13,14,16</sup> Çünkü diş hekimliği eğitimi sürecinde yüz yüze eğitim sisteminde pre-klinik eğitimde öğrenciler maket ve modeller

sayesinde psikomotor yetenekler kazanır ve bu yetenekleri geliştirir. Bunun yanı sıra, klinik eğitiminde ise teorik bilgileri kullanma, problem çözüme, hasta/personel/eğitmen ile iletişim kurma, bilişsel yetenek kazanımı ve tedavi prosedürlerini uygulama ile klinik yeterlilik kazanırlar.<sup>19</sup> Yüz yüze eğitim sisteminde hem pre-klinik hem de klinik eğitimde sağlanan uygulamalar uzaktan eğitim sisteminde sağlanamadığı için öğrencilerin özellikle pratik eğitimin olumsuz etkilendiğini düşünmesi beklenen ve olası bir durumdur.

Van Doren ve ark. tarafından diş hekimliği fakültesi pre-klinik ve klinik öğrencileri gruplarına yapılan çalışmada, klinik öğrencileri sanal ortamda yapılan vaka tartışmalarının diş hekimliği öğrencileri için eleştirel düşünmeyi olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir.<sup>20</sup> Iyer ve ark. tarafından yeni geliştirilmiş bir olgu temelli video uygulama aracının öğrenmeyi pekiştirmede faydalı olabileceği belirtilmiştir.<sup>6</sup> Bu çalışmadaki pre-klinik ve klinik öğrencilerinin çoğunluğu, uzaktan eğitim ile verilen derslerde, çok sayıda olgu videolarının (teşhis-tedavi) ve bir eğitmen tarafından hastaya yapılan işlemlerin video-konferans yolu ile aktarılmasının klinik eğitimlere olumlu yönde katkısı olacağını düşünmekteydi. Uzaktan eğitim sisteminde öğrencilerin dikkatini çekecek ve öğrencilerde farkındalık yaratacak çok sayıda olgu videolarına yer verilmesi bu sistem için faydalı olabilir.

COVID-19 salgını sürecinde üç boyutlu simülasyon sistemlerini kullanmak, diş hekimliği öğrencilerinin ince motor becerilerini geliştirme, klinik ortamdaki çapraz enfeksiyon riskini azaltma ve kişisel koruyucu ekipmanların farklı alanlarda etkin kullanımını sağlama gibi yararlarından dolayı önerilmektedir.<sup>6,21</sup> Bu çalışmada katılımcıların çoğunun, diş hekimliği pratik eğitimine yönelik üç boyutlu simülasyon sistemleri hakkında daha önce herhangi bir bilgiye sahip olmadığı tespit edildi. Ülkemizde kullanılmayan bu sistem hakkında bilgi sahibi olmayan katılımcıların olacağı tahmin edildiğinden dolayı, anketin ilgili sorusunda bu sistemler hakkında kısa bir açıklama yapıldıktan sonra, katılımcıların çoğunluğu bu sistemin COVID-19 salgını sürecinde pratik eğitim açısından faydalı olacağını belirtti. Ancak bu sistemlerin diş hekimliği eğitiminin tüm yönlerini kapsamı mümkün değildir ve kurulum ekipmanları pahalı olduğundan gelişmekte olan ülkelerde kullanılması oldukça zordur.<sup>22</sup>

Mukhtar ve ark. tarafından yapılan çalışmada, tıp ve diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin uzaktan eğitim sürecinde internet erişiminde sorunlar yaşadığı raporlanmıştır.<sup>10</sup> Bu çalışmada öğrencilerin çoğu uzaktan eğitim için gerekli araçlara veya internete erişimde sorun yaşamadığını bildirmekle birlikte, sorun yaşadığını bildiren katılımcılar da vardı. Bu gibi eksikliklerin giderilmesi için uzaktan eğitim geçişlerine ulaşım sorunu yaşayan öğrencilerin araştırılıp finansal destek, burs ya da gereçlerin temini sağlanması gerekli olabilir.

Hung ve ark. tarafından yapılan çalışmada, diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin mezuniyet sonrası iş bulma konusunda endişe duydukları bildirilmiştir.<sup>13</sup> Bu çalışmada önceki çalışma bulguları ile uyumlu olarak, öğrencilerin tamamına yakını COVID-19 salgını sürecinde pratik yetersizlikler nedeniyle mezuniyet sonrası dönem için endişelendiğini ve mezuniyet sonrasında kendini yetersiz hissetmesi durumunda eğitim (kurs, kongre veya seminer gibi) almayı düşündüğünü belirtti.

Özdede ve Sahin tarafından COVID-19 salgını sürecinde yapılan çalışmada, diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin çoğunluğu mesleğini değiştirmeyi düşünmediği sonucuna ulaşılmıştır.<sup>23</sup> Ataş ve Yıldırım tarafından mevcut salgın sürecinde yapılan çalışmada

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri ve Cinsiyete Göre Dağılımı, N (%)

	Kadın N (%)	Erkek N (%)	Toplam N (%)
Yaş ortalaması	22 ± 62	21 ± 99	22 ± 35
Pre-klinik öğrencileri	63 (%37)	22 (%13)	85 (%50)
Klinik öğrencileri	59 (%34)	26 (%15)	85 (%50)
Toplam	122 (%72)	48 (%28)	170 (%100)



Tablo 2. Anketin İkinci, Üçüncü ve Dördüncü Bölümündeki Sorular, Bu Sorulara Verilen Cevapların Eğitim Seviyesine Göre Dağılımı ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

No.	Sorular	Cevaplar	Eğitim Seviyesi N (%)		Toplam N (%)	Ki-kare	P-değeri
			Pre-klinik öğrencileri	Klinik öğrencileri			
<b>2. Bölüm; COVID-19 salgınının eğitime olan etkisi, uzaktan eğitimdeki ders içeriklerinde yapılabilecek yenilikler ve üç boyutlu simülasyon sistemleri</b>							
1.	Covid-19 salgını sürecinde uzaktan eğitimin yararlı olduğunu düşünüyor musunuz?	Evet	29(60)	19(40)	48(100)	2,928	,231
		Hayır	34(45)	41(55)	75(100)		
		Kararsızım	22(47)	25(53)	47(100)		
2.	Covid-19 salgını sürecinde teorik eğitiminin olumsuz etkilendiğini düşünüyor musunuz?	Evet	40(47)	46(53)	86(100)	2,889	,236
		Hayır	39(57)	29(43)	68(100)		
		Kararsızım	6(38)	10(62)	16(100)		
3.	Covid-19 salgını sürecinde pratik eğitimin (pre-klinik/klinik) olumsuz etkilendiğini düşünüyor musunuz?	Evet	84(50)	84(50)	168(100)	0,000	1,000
		Hayır	1(50)	1(50)	2(100)		
		Kararsızım	0(0)	0(0)	0(0)		
4.	Teorik dersler açısından uzaktan eğitimin yüz yüze eğitime göre daha verimli olduğunu düşünüyor musunuz?	Evet	31(54)	26(46)	57(100)	0,666	,717
		Hayır	39(48)	43(52)	82(100)		
		Kararsızım	15(48)	16(51)	31(100)		
5.	Covid-19 salgını sebebi ile geçilen uzaktan eğitim sisteminin teorik dersler açısından, salgın bittikten sonra da devam etmesini ister misiniz?	Evet	37(55)	30(45)	67 (100)	1,275	,529
		Hayır	36(47)	40(53)	76 (100)		
		Kararsızım	12(44)	15(56)	27(100)		
6.	Uzaktan eğitim süresinde verilen ödevleri daha iyi araştırıp öğrendiğinizi düşünüyor musunuz?	Evet	42(56)	33(44)	75 (100)	2,987	,225
		Hayır	29(42)	40(58)	69(100)		
		Kararsızım	14(54)	12(46)	26(100)		
7.	Uzaktan eğitime ait derslerde klinik eğitimlere yönelik olarak çok sayıda vaka videolarının (teşhis-tedavi) olumlu yönde etkili olacağını düşünüyor musunuz?	Evet	58(50)	57(50)	115(100)	2,575	,276
		Hayır	17(43)	23(57)	40 (100)		
		Kararsızım	10(67)	5(33)	15 (100)		
8.	Uzaktan eğitimde klinik eğitimlere yönelik olarak bir eğitmen tarafından hastaya yapılan işlemlerin video-konferans yolu ile canlı olarak internet bağlantısı ile aktarılması sizce faydalı olur mu?	Evet	65(50)	66(50)	131(100)	0,248	,883
		Hayır	12(55)	10(45)	22 (100)		
		Kararsızım	8(47)	9(53)	17 (100)		
9.	Diş hekimliği pratik eğitimine yönelik 'üç boyutlu sanal gerçeklik' teknolojisinin simülator üzerinde uygulanması (Bu uygulamada öğrenci üç boyutlu gözlük takarak bilgisayar aracılığı ile oluşturulan sanal klinik ortamını izler ve ilgili aletleri kullanarak bilgisayar ekranındaki ağız içi simülasyonunda hastaya tedavi yapmış hister) hakkında daha önce bilginiz var mıydı?	Evet	12(35)	22(65)	34(100)	3,712	,156
		Hayır	69(54)	60(46)	129(100)		
		Kararsızım	4(57)	3(43)	7(100)		
10.	Covid-19 salgını sürecinde pratik eğitim açısından üç boyutlu sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak faydalı olur muydu?	Evet	64(54)	55(46)	119(100)	4,267	,118
		Hayır	5(28)	13(72)	18(100)		
		Kararsızım	16(48)	17(52)	33(100)		
<b>3. Bölüm; COVID-19 salgını sürecinde ölçme ve değerlendirme</b>							
11.	Uzaktan eğitim sürecinde yapılan sınavların adil olduğunu düşünüyor musunuz?	Evet	16(35)	30(65)	46 (100)	6,041	,049*
		Hayır	49(57)	37(43)	86 (100)		
		Kararsızım	20(53)	18(47)	38(100)		
12.	Uzaktan eğitim sürecinde yapılan değerlendirmelerin tüm dersler için uygun olduğunu düşünüyor musunuz?	Evet	10(37)	17(63)	27(100)	2,566	,277
		Hayır	55(51)	53(49)	108(100)		
		Kararsızım	22(32)	47(68)	69(100)		
13.	Ders notlarınıza ait puanlamada uzaktan eğitim sürecindeki verilen ödevlerin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?	Evet	42(48)	46(52)	88(100)	0,545	,761
		Hayır	24(54)	20(46)	44(100)		
		Kararsızım	19(50)	19(50)	38 (100)		
14.	Yüz yüze ve uzaktan eğitimde yapılan değerlendirmeler göz önüne alındığında dönem sonu notlarımız arasında farklılığın oluştuğunu düşünüyor musunuz?	Evet	63(59)	43(41)	106(100)	13,436	,001*
		Hayır	8(23)	26(77)	34(100)		
		Kararsızım	14(47)	16(53)	30(100)		
<b>4. Bölüm; COVID-19 salgını sürecinde eğitimde yaşanan zorluk ve endişeler</b>							
15.	Uzaktan eğitimde gerekli araçlara (bilgisayar, tablet, cep telefonu gibi) veya internete erişimde sorun yaşıyor musunuz?	Evet	24(62)	15(38)	39(100)	3,405	,182
		Hayır	35(50)	35(50)	70 (100)		
		Kararsızım	26(43)	35(57)	61(100)		
16.	Uzaktan eğitimdeki ders sırasında aksaklıklar olduğu zaman (ses, görüntü kaybı, internet kesintisi gibi) tekrar odaklanma sorunu yaşıyor musunuz?	Evet	74(50)	74(50)	148(100)	0,738	,692
		Hayır	7(58)	5(42)	12(100)		
		Bazen	4(40)	6(60)	10(100)		
17.	Pre-klinik/klinik stajlardan uzak kalmanız pratik yetersizlikten dolayı sizi mezuniyet sonrası hayatınız için endişelendiriyor mu?	Evet	83(50)	83(50)	165(100)	1,392	,498
		Hayır	2(50)	2 (50)	4(100)		
		Kararsızım	1(47)	0(28)	1 (100)		
18.	Mezuniyet sonrasında mesleğinizi ile ilgili kendinizi yetersiz hissetmeniz durumunda eğitim (kurs, kongre veya seminer gibi) almayı düşünür müsünüz?	Evet	79(49)	82(51)	161(100)	1,304	,521
		Hayır	3 (75)	1(25)	4(100)		
		Kararsızım	3(60)	2(40)	5(100)		
19.	Covid-19 salgını sürecinde mesleğinizi değiştirmeyi düşündünüz mü?	Evet	18(49)	49(51)	37(100)	0,128	,938
		Hayır	60(51)	58(49)	118(100)		
		Kararsızım	7(47)	8(28)	15 (100)		

\*, P &lt; ,05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı.

araştırmaya katılan diş hekimliği fakültesi öğrencilerinin büyük bir kısmı diş hekimliği mesleğini seçtiklerinden pişmanlık duymadıklarını belirtmişlerdir.<sup>24</sup> Bu çalışmada öğrencilerin büyük bir kısmı COVID-19 salgını sürecinde eğitimde yaşanan zorluklara rağmen mesleğini değiştirmeyi düşünmediğini ifade etmişlerdir. Hem mevcut çalışmamızın hem de diğer çalışmaların bulgularına

göre diş hekimliği öğrencilerinin bu süreçte eğitimde yaşanan değişikliklere rağmen mesleklerinden memnun oldukları ve mesleki gelişimleri için gerekli eğitimleri takip etmek istedikleri görülmektedir.<sup>23,24</sup> Öğrencilerin mesleki gelişimlerini devam ettirebilmesi açısından onlara her türlü teşvik ve danışmanlık sağlama özellikle bu süreçte çok yararlı ve önemli olabilir.

Bu çalışmanın bazı sınırlamaları vardır. İlk sınırlama, diğer gözlemsel çalışmalarda olduğu gibi sadece belirli değişkenlerle ilişkilendirmelerin yapılabildiği neden-sonuç ilişkisinin yapılamadığı içsel sınırlamaya sahiptir. Diğer sınırlama ise sadece bir eğitim kurumundaki gönüllü katılımcıların çalışmaya dahil edilmiş olmasıdır.

Çalışmanın bulgularına göre, COVID-19 salgınında yüz yüze eğitim sisteminden uzaktan eğitim sistemine geçilmesinden dolayı diş hekimliği fakültesi öğrencileri hem teorik hem de pratik eğitimlerinin olumsuz etkilendiğini düşünmekteydi. Uzaktan eğitim sistemindeki olumsuz etkileri azaltmak için daha çok olgu videoları, canlı video-konferans yöntemiyle derslerin yapılması, üç boyutlu simülasyon sistemlerinin oluşturulması, sınavlardaki eşitsizliklerin ve internet erişimindeki aksaklıkların giderilmesi ve uzaktan eğitim araçlarına ulaşımın kolaylaştırılması sağlanabilir.

Gelecek çalışmalarda, teorik ve pratik eğitimin birlikte olduğu diş hekimliği fakültesinde uzaktan eğitim alan öğrencilerden elde edilen bulguların pratik uygulama zorunluluğu olmayan farklı üniversite bölümlerindeki öğrenci görüşleri ile karşılaştırılması araştırılabilir.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için etik komite onayı Gazi Üniversitesi'nden (Tarih: 06.10.2020, Sayı: 2020-662) alınmıştır.

**Hasta Onamı:** Yazılı onam bu çalışmaya katılan tüm katılımcılardan alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – İ.P.; Tasarım – İ.P., N.B.; Denetleme – İ.P.; Kaynaklar – N.B.; Malzemeler – N.B.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – N.B.; Analiz ve/veya Yorum – T.G.; Literatür Taraması – İ.P., N.B., K.T.; Yazıyı Yazan N.B.; Eleştirel İnceleme – İ.P.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Ethics Committee Approval:** Ethics committee approval was received for this study from the ethics committee of Gazi University (Date: October 6, 2020, Number: 2020-662).

**Informed Consent:** Written informed consent was obtained from all participants who participated in this study.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – İ.P.; Design – İ.P., N.B.; Supervision – İ.P.; Resources – N.B.; Materials – N.B.; Data Collection and/or Processing – N.B.; Analysis and/or Interpretation – T.G.; Literature Search – İ.P., N.B., K.T.; Writing Manuscript – N.B.; Critical Review – İ.P.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support

## KAYNAKLAR

- Lai CC, Shih TP, Ko WC, Tang HJ, Hsueh PR. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. *Int J Antimicrob Agents*. 2020;55(3):105924. [CrossRef]
- Organization W.H. *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Situation report, 51*; 2020.

- Al-Taweel FB, Abdulkareem AA, Gul SS, Alshami ML. Evaluation of technology-based learning by dental students during the pandemic outbreak of coronavirus disease 2019. *Eur J Dent Educ*. 2021;25(1):183-190. [CrossRef]
- Meng L, Hua F, Bian Z. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Emerging and future challenges for dental and oral medicine. *J Dent Res*. 2020;99(5):481-487. [CrossRef]
- Schlenz MA, Schmidt A, Wöstmann B, Krämer N, Schulz-Weidner N. Students' and lecturers' perspective on the implementation of online learning in dental education due to SARS-CoV-2 (COVID-19): A cross-sectional study. *BMC Med Educ*. 2020;20(1):354. [CrossRef]
- Iyer P, Aziz K, Ojcius DM. Impact of COVID-19 on dental education in the United States. *J Dent Educ*. 2020;84(6):718-722. [CrossRef]
- Chavarría-Bolaños D, Gómez-Fernández A, Dittel-Jiménez C, Montero-Aguilar M. E-learning in dental schools in the times of COVID-19: A review and analysis of an educational resource in times of the COVID-19 pandemic. *Odvotos - Int J Dent Sc*. 2020;22(3):207-224. [CrossRef]
- Dyer E, Swartzlander BJ, Gugliucci MR. Using virtual reality in medical education to teach empathy. *J Med Libr Assoc*. 2018;106(4):498-500. [CrossRef]
- Roy E, Bakr MM, George R. The need for virtual reality simulators in dental education: A review. *Saudi Dent J*. 2017;29(2):41-47. [CrossRef]
- Mukhtar K, Javed K, Arooj M, Sethi A. Advantages, limitations, and recommendations for online learning during COVID-19 pandemic era. *Pak J Med Sci*. 2020;36(COVID19-S4):S27-S31. [CrossRef]
- Alzahrani SB, Alrusayes AA, Aldossary MS. Impact of COVID-19 pandemic on dental education, research, and students. *Int J Health Sci Res*. 2020;10:207-212.
- Çelik Ç, Tuncen D. Diş hekimliği öğrencilerinde strese neden olan faktörlerin değerlendirilmesi. *Curr Res Dent Sci*. 2015;25(1):189-189.
- Hung M, Licari FW, Hon ES, et al. In an era of uncertainty: Impact of COVID-19 on dental education. *J Dent Educ*. 2021;85(2):148-156. [CrossRef]
- Ezmek B. Efficacy of online theoretical prosthetic dentistry lessons on the didactic benefit of students during COVID-19 isolation. *Turk Klin J Med Sci*. 2021;27(4):667-673.
- Sarıoğlu Gungor A, Sesen Uslu Y, Donmez N. Perceptions of dental students towards online education during the COVID-19 pandemic. *Eur Oral Res*. 2021;55(3):124-132. [CrossRef]
- Abbasi MS, Ahmed N, Sajjad B, et al. E-learning perception and satisfaction among health sciences students amid the COVID-19 pandemic. *Work*. 2020;67(3):549-556. [CrossRef]
- Hattar S, AlHadidi A, Sawair FA, Abd Alraheam I, El-Ma'aita A, Wahab FK. Impact of COVID-19 pandemic on dental education: Online experience and practice expectations among dental students at the University of Jordan. *BMC Med Educ*. 2021;21(1):1.
- Keser G, Namdar Pekiner F. Evaluation of online learning process of intern dental students during the Covid-19 pandemic period: A survey. *Curr Res Dent Sci*. 2022;32(1):1-4. [CrossRef]
- Akaltan KF. Diş hekimliğinde prelinik ve klinik eğitim çeşitliliği. *Selcuk Dent J*. 2019;37-51. [CrossRef]
- Van Doren EJ, Lee JE, Breitman LS, Chutinan S, Ohshima H. Students' perceptions on dental education in the wake of the COVID-19 pandemic. *J Dent Educ*. 2020;85(Suppl 1):1187-1189. [CrossRef]
- Dieckmann P, Torgeisen K, Qvindelund SA, Thomas L, Bushell V, Langli Ersdal HL. The use of simulation to prepare and improve responses to infectious disease outbreaks like COVID-19: Practical tips and resources from Norway, Denmark, and the UK. *Adv Simul (Lond)*. 2020;5(1):3. [CrossRef]
- Haroon Z, Azad AA, Sharif M, Aslam A, Arshad K, Rafiq S. COVID-19 era: Challenges and solutions in dental education. *J Coll Phys Surg Pak*. 2020;30(10):129-131. [CrossRef]
- Özdede M, Sahin S. Views and anxiety levels of Turkish dental students during the COVID-19 pandemic. *J Stomatol*. 2020;73(3):123-128. [CrossRef]
- Ataş O, Talo Yildirim TT. Evaluation of knowledge, attitudes, and clinical education of dental students about COVID-19 pandemic. *PeerJ*. 2020;8:e9575. [CrossRef]

# A total fixed reconstruction in patients with severe chronic periodontitis and requiring immediate implant placement and loading: A retrospective clinical study

Şiddetli kronik periodontitisli hastalarda tam sabit rekonstrüksiyon: Retrospektif bir klinik çalışma

Mehmet A. ESKAN<sup>1,2,3</sup> 

<sup>1</sup>Department of Periodontics and Endodontics, University at Buffalo School of Dental Medicine, Buffalo NY, USA

<sup>2</sup>Department of Periodontics, NOVA Southeastern University College of Dental Medicine, Fort Lauderdale FL, USA

<sup>3</sup>Clinic Eska, Istanbul, Turkey

## ABSTRACT

**Objective:** Immediate implant placement has become an acceptable treatment alternative in a patient undergoing total edentulism and seeking fixed total restorations. It is still a controversial topic if previous periodontal status such as generalized chronic severe periodontitis has a negative effect on implant survival rate. The focus of this study is, therefore, to determine whether generalized chronic severe periodontitis compromises implant survival rates in a patient seeking an implant-supported full-arch fixed rehabilitation.

**Methods:** Fifty-five consecutive patients with generalized chronic severe periodontitis received 272 implants. Each jaw, 23 mandibles, and 45 maxillae were treated with a fixed full-arch prosthesis. The majority (95%) of the restorations were supported by 4 implants, of which the posterior 2 implants were tilted. All implants were placed immediately, and a provisional functional acrylic prosthesis was delivered on the same day of surgery. Subjects were followed up to 8.8 years. The cumulative survival rate was determined using Kaplan–Meier analysis.

**Results:** The overall follow-up time for survival rate was up to 8.8 years. Nine implants (8 implants in maxilla and 1 implant in mandible) were lost, resulting in an overall cumulative implant survival rate of 96.3%. The axial or non-axial (tilted) placed implants resulted in a similar survival rate. Good soft tissue health was observed in almost 99% of patients. The final prosthesis survival rate was 100%.

**Conclusion:** The results of this retrospective study indicated that patients undergoing total edentulism due to poor prognosis of the remaining teeth were treated successfully by utilizing the immediate implant placement and loading.

**Keywords:** Dental implants, total edentulism, primary implant stability, chronic periodontitis, immediate loading

## ÖZ

**Amaç:** Çekim sonrası implant yerleştirme, total dişsizliğe giden ve sabit-total restorasyonlar arayan hastalar için kabul edilen bir tedavi yöntemi haline gelmiştir. Genel kronik şiddetli periodontitis (GCSP) gibi önceki periodontal durumun implant başarı oranı üzerinde olumsuz bir etkisinin olup olmadığı hala tartışmalı bir konudur. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, implant destekli tam ark sabit rehabilitasyon arayan bir hastada GCSP'nin implant başarı oranlarını (SR'ler) etkileyip etkilemediğini belirlemektir.

**Yöntemler:** 55 ardışık GCSP hastası 272 implant yerleştirildi. Her bir çene, 23 alt çene ve 45 üst çene sabit-tam ark protezi ile tedavi edildi. Restorasyonların çoğunluğu (%95) arkadaki iki implantın eğimli olduğu dört implantla desteklenmiştir. Tüm implantlar hemen çekim sonrası yerleştirildi ve ameliyatın aynı günü geçici fonksiyonel akrilik protez teslim edildi. Tüm hastalar 8.8 yıla kadar takip edildi. Kümülatif hayatta kalma oranı Kaplan-Meier analizi kullanılarak belirlendi.

Geliş Tarihi/Received: 04.12.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 18.03.2022

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.01.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:  
Mehmet A. ESKAN  
E-mail: makifeskan@gmail.com

Cite this article as: ESKAN MA. A total fixed reconstruction in patients with severe chronic periodontitis and requiring immediate implant placement and loading: A retrospective clinical study. *Curr Res Dent Sci.* 2023; 33(1): 14-19.



**Bulgular:** Implant başarı oranı için hastalar 8,8 yıla kadar takip edildi. Dokuz implant (maksillada 8 implant, mandibulada 1 implant) kaybedildi, bu da toplam kümülatif implant başarı oranının %96,3 olduğunu gösterdi. Dik ve eğimli implantlardaki implant başarı oranları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Hastaların %99'unda sağlıklı yumuşak doku gözlemlendi. Daimi protez başarı oranı %100 idi.

**Sonuç:** Bu retrospektif çalışmanın sonuçları, umutsuz dişleri olan ve acil implant yerleştirme ve yükleme gerektiren hastaların All-on-4 konsepti kullanılarak başarılı bir şekilde tedavi edilebileceğini gösterdi.

**Anahtar Kelimeler:** Dental implantlar, total dişsizlik, ilk implant stabilitesi, kronik periodontitis, ani fonksiyon

## INTRODUCTION

The most common oral mucosal inflammatory disease is periodontal disease which is one of the highest incidence diseases in humans and a major pathogenic cause for tooth loss via alveolar bone destruction.<sup>1</sup> Patients with generalized chronic severe periodontitis (GCSP) usually might have severe alveolar bone loss and increased vertical distance between the jaws. They might end up developing dentition loss, which compromises chewing, and pronunciation function.<sup>2</sup>

One of the challenges in implant dentistry today is to provide a cost-effective treatment option for patients. Immediate functional loading for total edentulous jaws has become widely popular among surgeons and patients.<sup>3-5</sup> A fixed restoration in patients with total edentulous, also called, the All-on-4, was introduced to maximize the use of available remaining bone in severely resorbed jaws, allowing immediate implant placing and function.<sup>6</sup> This concept avoids regenerative procedures, which increase the treatment costs, patient morbidity, and surgical complications.<sup>7,8</sup> It utilizes 4 implants in a single jaw to support a provisional fixed prosthesis. The anterior and posterior implants are usually placed axially and tilted distally to minimize the cantilever length, respectively. This positioning allows the application of prostheses with up to 12 teeth, resulting in enhancing masticatory function.<sup>3,4</sup> It is well documented that this concept shows a good survival rate (SR) and a low incidence of complications.<sup>4,5</sup>

Implant placement has been used in treatments that provide functional and esthetic resolution for patients who lost 1 tooth or more. Periodontitis and peri-implantitis have been shown to have some microbial and immunological similarities.<sup>9</sup> Therefore, it is important to find out whether patients showing periodontitis previously possess a higher risk of developing peri-implant diseases. Although a higher incidence of peri-implantitis and a lower implant SR were reported in patients with periodontitis,<sup>10-12</sup> it remains to be addressed since a majority of the patients requiring dental implants have missing teeth due to periodontitis.<sup>13,14</sup>

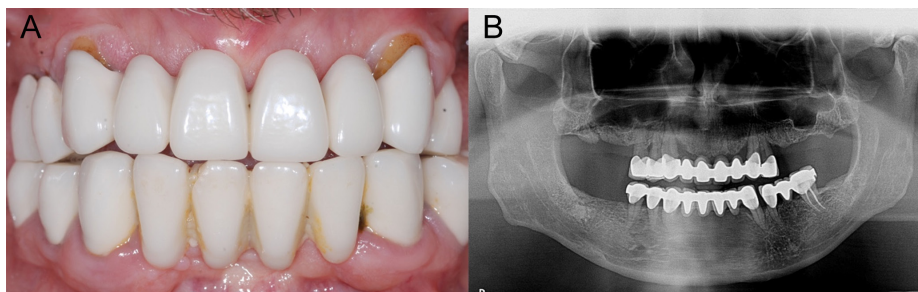
It also has been reported that known periodontal pathogen increases with longer loading time and that this increase is more underlined in patients with a history of periodontitis.<sup>15</sup> It has been shown that the effect of previous periodontitis on implant treatment success in partial edentulism.<sup>16-18</sup> However, a total fixed immediate restoration in a patient with GCSP has been poorly addressed for a long time. This study aims to study if generalized severe chronic periodontitis influences implant SRs in patients seeking an immediate full-arch fixed rehabilitation.

## MATERIAL AND METHODS

This study was conducted in a private clinic in Turkey (Clinic Eska, Istanbul). Fifty-one consecutive patients (30 female and 21 male) were included in this retrospective study. The mean age was 62 and 56 years for female and male, respectively. This study was approved by the University of Uskudar institutional review board. It was also conducted by the Helsinki Declaration of 1964, as revised in 2013. Only patients with hopeless teeth prognosis<sup>19</sup> were included in this study. The prognosis for the saved teeth was good to fair.<sup>19</sup> Periodontal treatments, including surgical and non-surgical, were performed on savable teeth. Patients with a poor/hopeless prognosis and bad oral hygiene went through a gross oral debridement 1 week before the surgery to avoid possible bacterial contamination during the implant surgery. The subject's teeth, undergoing total edentulism (Figure 1), were extracted, and their implants were placed on the day of the surgery. A total of 272 (Nobel Biocare 208 and Straumann 64) implants were placed, supporting 68 fixed full-arch prostheses (axilla 45 and mandible 23) (Table 1). Twenty-five and 26 patients underwent total (upper and lower) and single jaw (upper or lower) edentulism, respectively.

### Inclusion and Exclusion Criteria

The rationale for patient selection was to include all patients who received a fixed full-arch reconstruction during the treatment time, 4-6 months. This time interval was chosen to include the very first patient who received this treatment and all other patients treated in the same manner up to a given date, which



**Figure 1.** Clinical images of a 67-year-old male patient receiving a full-arch maxillary reconstruction. Preoperative intraoral picture (right) and orthopantomography (left) showed a hopeless prognosis in maxillary teeth

**Table 1. Distribution (Upper and/or Lower Jaws) and the Number of Treated Jaws**

Jaws	Number
Mandible	23
Maxilla	45
Single	26
Both	25

allowed for the collection of at least 2 years of follow-up findings for the orthopantomography (OPG) and chewing function evaluation. The subjects who required full-arch rehabilitation and presented teeth with a hopeless prognosis were included in this study. The subjects whose minimum horizontal and vertical bone measured at least 4 and 8 mm, in each patient, respectively, were included. The subjects were excluded when they showed active acute infection at the intended sites of implant placement, uncontrolled diabetes, hematologic disease, radiotherapy, or chemotherapy within the last 12 months.

The radiographic screening was performed using OPG and cone-beam computed tomography. A careful clinical examination of the patients was performed assessing bone volume, jaw size, and their relations.

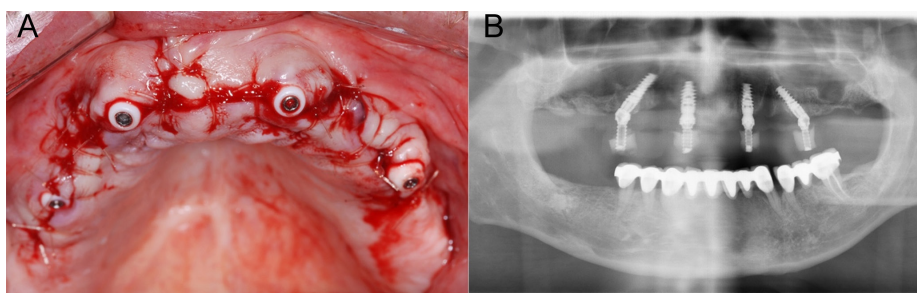
### Surgical Procedures

The surgical procedures were performed under local anesthesia, articaine hydrochloride, and epinephrine (0.012 mg, Safoni-Aventis Deutschland GmbH, Germany). Antibiotics (amoxicillin 1 g) were given twice daily on the day before surgery and then daily for 7 days. Anti-inflammatory medication (ibuprofen, 400 mg) was given for 3 days postoperatively starting on the day of surgery. Before implant surgery, a gross debridement was done to exclude possible calculus contamination at the surgical area. Following the extraction and socket debridement, all sharp edges were smoothed. Implant placement was assisted by a surgical guide (provided by the companies, Nobel Biocare All-on-4 Guide or Straumann® Pro Arch Guide) to estimate the correct implant inclination and accurate positioning of the implants concerning

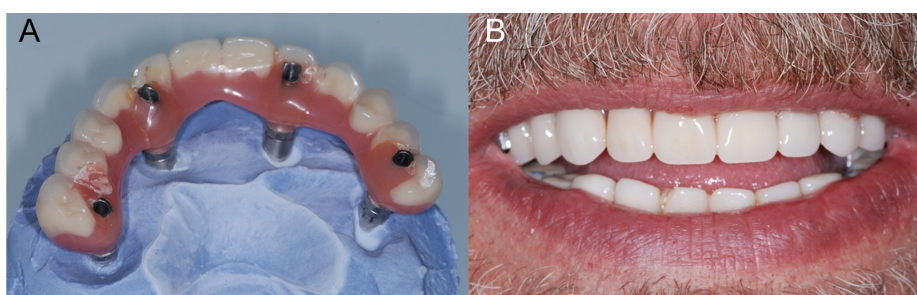
each other. Multi-unit abutments (MUA) were placed. Subcrestal implant placement was used only when needed to create a space for the head of tilted implants. Upon needed, a bone profiler was utilized to create a space for multi-unit implants, especially for the tilted implants. Since the function of the prosthesis is not dependent on the number of implants inserted,<sup>20</sup> an optimal number of implants (4 implants each jaw), consistently with the literature,<sup>21</sup> was placed. The majority of the jaws received 4 implants. When one of the implants in each jaw did not reach the 30 Ncm primary stability, an extra implant was placed. The shortest implant used in this study was 8 mm. However, the posterior, tilted implants were longer than the anterior implants. The tilted posterior implant angulation was corrected with 30-degree (torqued to 20-25 Ncm) MUA. In the anterior area, the implants were introduced with either 0- or 15- to 17-degree MUA (torqued to 20-25 Ncm) (Figure 2). In 3 weeks after the maxillary surgery, his lower jaw treatments including implant placements on the lower right first molar (4.8 x 10 mm, WN SP Straumann) were performed.

### Delivery of Provisional and Final Prostheses

Healing abutments were placed over the MUA. The mucogingival flap was closed primarily using 4.0 resorbable sutures (Pegesorb, Trabzon TR, Turkey). Temporary full-arch acrylic prostheses were delivered on the day of surgery. A small volume of bite registration silicone was placed on a previously made full-arch denture. It was then seated on the healing caps to estimate the placed implant positions. After making holes in the provisional prosthesis, temporary titanium copings were transferred into the temporary prosthesis using a self-curing acrylic. The patient was asked to close in centric relation. The temporary prosthesis was unscrewed from the patient to trim, and polish. No later than 3 hours after surgery, an acrylic provisional with 10 teeth was delivered (Figure 3). Occlusal screws were torqued to 10 Ncm. Regardless of the subjects, a night guard made by hard acrylic plates using a standard vacuum was delivered and asked to each patient to use.



**Figure 2.** Intraoral clinical (left) and radiological (right) view of the placed implant after abutment connection



**Figure 3.** Extra (left) and intraoral (right) view of his temporary prosthesis



**Figure 4.** A view of the final ceramic prosthetic reconstruction, occlusal (left) and buccal (right)

Following the healing time (4 months), an open-tray impression was taken from all the implants, which is considered to be superior to closed-tray techniques.<sup>22</sup> Frameworks for the definitive prostheses were fabricated using CAD-CAM or laser sintering. The final prosthesis, porcelain or acrylic, usually comprised of 12 teeth (Figure 4). The maximum cantilever on each side was no more than 10-12 mm (Figure 5). To ensure no occlusal overloading of implants, especially at the cantilever area, the tilted implants (distal implants) were not tilted more than 30 degrees since more than 30-degree inclination could result in increased occlusal overload.<sup>23</sup> Prosthetically, flat grooves and fossa for wide freedom in centric, shallow occlusal anatomy, a narrow occlusal table, and reduced cuspal inclination were made in both the provisional and final prosthesis since they have been shown to reduce occlusal overloading.<sup>24</sup> An occlusal scheme was obtained with no working, protrusive, or nonworking interference contacts. The canine-protected occlusion was obtained in all cases. Periodic recalls for the subjects were scheduled twice a year to monitor the patients closely.

#### Implant Survival

The primary outcome of this study was to calculate the implant SR (up to 8.8 years). The implant SR was determined using Malo's criteria.<sup>25</sup> An implant was considered successful (100% SR) if it fulfilled the function of supporting the full-arch restoration, was stable when tested clinically, and had no peri-implantitis or suppuration.<sup>25</sup>

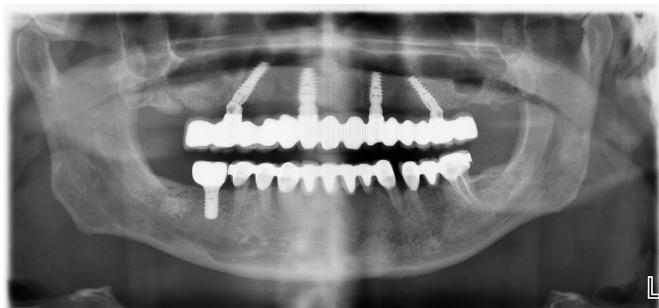
#### Soft Tissue Evaluation

Peri-implantitis, peri-implant mucositis, fistula, bleeding on probing, suppuration, and numbness of the lower lip or chin were assessed.<sup>26-28</sup>

## RESULTS

#### Implant Survival

All patients were followed up to 2-8.8 years after the initial surgery. A total of 272 implants (45 in maxilla and 23 in mandible)



**Figure 5.** The orthopantomography view after the delivery his final prosthesis

were placed (Table 1). Twenty-six patients underwent upper and lower total edentulism. However, 25 patients underwent total edentulism in a single jaw, upper or lower (Table 1). A total of 9 implants failed (8 in maxilla and 1 in mandible), yielding a 96.3% cumulative implant SR for the study (Table 2). Based on the implant brand, 5 and 4 implants were failed from Nobel (97.6%) and Straumann (94.7%), respectively. However, the implant SR between these brands was not significant. All failures were seen before the final prosthesis delivery. Failed implants were removed, and new implants were placed by utilizing different surgical areas or sizes of implants.

#### Mechanical Complications

Mechanical complications included prosthetic screw loosening, final prosthesis fracture, and/or porcelain chipping. Screw loosening and porcelain chipping were seen in 2 and 3 patients, respectively. None of the final acrylic or porcelain restoration was broken. However, around 15% of the temporary prostheses were broken during the implant healing time. These broken prostheses were re-fixed at the chairside and delivered to the patient within a couple of hours. All these patients were identified as bruxers, which was probably the main cause of the screw loosening. After retightening the screws and re-emphasizing the use of night guards, no further loosening occurred during the observation period. Neither implant nor MUA fracture was seen during the observation period.

## DISCUSSION

The current studies have reported that there are similarities between the etiology and pathogenesis of periodontitis and peri-implantitis.<sup>29</sup> This retrospective study indicated the effect of previous severe chronic periodontitis on the implant SR in the patients requiring an implant-supported total fixed immediate function. A cumulative clinical SR (primary outcome of this study) was 96.7% up to 8.8 years, indicating a previous periodontal status could not have much effect on implant SR, indicating the All-on-4 concept can be safely applied on these patients. This study results showed very consistent findings with others.<sup>21</sup>

One of the main factors of losing teeth in the oral cavity is severe chronic periodontitis. It can result in increasing tooth mobility, tooth, and alveolar bone resorption loss, leading to the loss of mastication, self-confidence, and physical and mental health.<sup>2</sup> It is therefore important to provide treatment in those patients

**Table 2.** The Implant Survival Rate in Overall, Maxilla, and Mandible

Important	Survival Rate (%)
Nobel	97.6
Straumann	94.7
Overall	96.3

to regain mastication function. losing teeth due to GCSP. It has been reported that a proper function might play an important role systemically, including controlling blood glucose levels.<sup>30</sup> Immediate function in total edentulous patients can be carried out by the All-on-4 concept. This concept has been shown to reduce the treatment time and patient morbidity without compromising the treatment outcome, implant SR, and success rate for a long time.<sup>5</sup> It is still unclear on the implementation of dental implants in patients with GCSP due to the possible and/or uncontrolled ongoing bone loss.<sup>9</sup> Periodontal pathogens may be transmitted from extracted sockets to implants, leading to bacterial colonization around implants.<sup>11,31</sup> Indeed, studies have shown an increased bone loss at the implants and reduced implant SR in patients with periodontitis.<sup>14,32,33</sup> However, the reports have been indicated that implant placement in patients with periodontitis is not contraindicated, with the majority of studies reporting an implant SR > 90% over 3-16 years, indicating an increased risk of peri-implantitis.<sup>29</sup>

The literature is very limited to addressing the immediate function in a patient with GCSP for a long time. A study showed an implant SR of 83% in 1 year.<sup>34</sup> In contrast to this study, our results showed a good SR of 96.7 in 8.8 years. Systemically given antibiotics pre- and postoperation might be an important factor in controlling a possible infection from periodontal tissues. Studies have shown that systemically administered antibiotics increased the implant SR.<sup>35</sup> In this present study, meticulous debridement of inflammatory tissues after the extraction and given to all patients antibiotic pre-and postoperation could be played an important factor to have a good SR.

The patients in this study showed a high satisfaction with the overall effect of implant-supported fixed total reconstruction following all-teeth extraction. The chewing function and esthetics as well as the quality of life of GCSP patients were dramatically improved by immediate implant and a fixed restoration. Importantly, it avoided for a long time being of total edentulism or the need to wear an uncomfortable total removable denture; these factors perfectly met the demand of patients undergoing complete edentulism. Moreover, more surgical procedures, including sinus and/or a ridge augmentation, were prevented by tilting the implants.

Based on this retrospective study, a fixed full-arch immediate implant placement and rehabilitation could be a viable alternative with high fulfillment in patients with GCSP in 2- to 8.8-year follow-ups. Tilting implants also gave another viable treatment option for the surgeons by avoiding more surgical steps such as bone augmentation. This study had a limited number of patients and was self-controlled. Further clinical studies with longer follow-ups are needed to evaluate implant restoration in GCSP patients with immediate implant placement.

**Ethics Committee Approval:** Ethical committee approval was received from Üsküdar University (Protocol No: B.08.6.YÖK.2.US.O.05.O.06/2018/895).

**Informed Consent:** Written informed consent was obtained from all participants who participated in this study.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Acknowledgments:** I like to thank Sakir Kahraman CDT (dental technicians) for making the prostheses.

**Declaration of Interests:** The author declares that he has no competing interest.

**Funding:** The author declared that this study has received no financial support.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için etik komite onayı Üsküdar Üniversitesi'nden (Protokol No: B.08.6. YÖK.2.US.O.05.O.06/2018/895) alınmıştır.

**Hasta Onamı:** Yazılı onam bu çalışmaya katılan tüm katılımcılardan alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

## REFERENCES






1. Sima C, Viniegra A, Glogauer M. Macrophage immunomodulation in chronic osteolytic diseases-the case of periodontitis. *J Leukoc Biol.* 2019;105(3):473-487. [\[CrossRef\]](#)
2. Slots J. Primer on etiology and treatment of progressive/severe periodontitis: A systemic health perspective. *Periodontol 2000.* 2020;83(1):272-276. [\[CrossRef\]](#)
3. Di P, Lin Y, Li JH, Qiu LX, Chen B, Cui HY. Clinical study of "All-on-4" implant immediate function in edentulous patients. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2010;45(6):357-362.
4. Eskan MA, Uzel G, Yilmaz S. A fixed reconstruction of fully edentulous patients with immediate function using an apically tapered implant design: A retrospective clinical study. *Int J Implant Dent.* 2020;6(1):77. [\[CrossRef\]](#)
5. Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Ferro A, Botto J. The All-on-4 treatment concept for the rehabilitation of the completely edentulous mandible: A longitudinal study with 10 to 18 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019;21(4):565-577. [\[CrossRef\]](#)
6. Chan MH, Holmes C. Contemporary "All-on-4" concept. *Dent Clin North Am.* 2015;59(2):421-470. [\[CrossRef\]](#)
7. Soto-Penalzoza D, Zaragoza-Alonso R, Penarrocha-Diago M, Penarrocha-Diago M. The all-on-four treatment concept: Systematic review. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(3):e474-e488. [\[CrossRef\]](#)
8. Patzelt SB, Bahat O, Reynolds MA, Strub JR. The all-on-four treatment concept: A systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014;16(6):836-855. [\[CrossRef\]](#)
9. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Periodontally compromised vs. periodontally healthy patients and dental implants: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2014;42(12):1509-1527. [\[CrossRef\]](#)
10. Donos N, Laurell L, Mardas N. Hierarchical decisions on teeth vs. implants in the periodontitis-susceptible patient: The modern dilemma. *Periodontol 2000.* 2012;59(1):89-110. [\[CrossRef\]](#)
11. Koldslund OC, Scheie AA, Aass AM. Prevalence of implant loss and the influence of associated factors. *J Periodontol.* 2009;80(7):1069-1075. [\[CrossRef\]](#)
12. Roos-Jansåker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part I: Implant loss and associations to various factors. *J Clin Periodontol.* 2006;33(4):283-289. [\[CrossRef\]](#)
13. Schou S. Implant treatment in periodontitis-susceptible patients: A systematic review. *J Oral Rehabil.* 2008;35(suppl 1):9-22. [\[CrossRef\]](#)
14. Schou S, Holmstrup P, Worthington HV, Esposito M. Outcome of implant therapy in patients with previous tooth loss due to periodontitis. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(suppl 2):104-123. [\[CrossRef\]](#)
15. Lee KH, Maiden MF, Tanner AC, Weber HP. Microbiota of successful osseointegrated dental implants. *J Periodontol.* 1999;70(2):131-138. [\[CrossRef\]](#)

16. Mengel R, Schröder T, Flores-de-Jacoby L. Osseointegrated implants in patients treated for generalized chronic periodontitis and generalized aggressive periodontitis: 3- and 5-year results of a prospective long-term study. *J Periodontol*. 2001;72(8):977-989. [\[CrossRef\]](#)
17. Mengel R, Flores-de-Jacoby L. Implants in regenerated bone in patients treated for generalized aggressive periodontitis: A prospective longitudinal study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2005; 25(4):331-341.
18. Mengel R, Stelzel M, Hasse C, Flores-de-Jacoby L. Osseointegrated implants in patients treated for generalized severe adult periodontitis. An interim report. *J Periodontol*. 1996;67(8):782-787. [\[CrossRef\]](#)
19. McGuire MK. Prognosis versus actual outcome: A long-term survey of 100 treated periodontal patients under maintenance care. *J Periodontol*. 1991;62(1):51-58. [\[CrossRef\]](#)
20. Klemetti E. Is there a certain number of implants needed to retain an overdenture? *J Oral Rehabil*. 2008;35(suppl 1):80-84. [\[CrossRef\]](#)
21. Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Moss SM, Molina GJ. A longitudinal study of the survival of All-on-4 implants in the mandible with up to 10 years of follow-up. *J Am Dent Assoc*. 2011;142(3):310-320. [\[CrossRef\]](#)
22. Siadat H, Alikhasi M, Beyabanaki E, Rahimian S. Comparison of different impression techniques when using the all-on-four implant treatment protocol. *Int J Prosthodont*. 2016;29(3):265-270. [\[CrossRef\]](#)
23. Begg T, Geerts GA, Gryzagoridis J. Stress patterns around distal angled implants in the all-on-four concept configuration. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24(4):663-671.
24. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: Clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clin Oral Implants Res*. 2005;16(1):26-35. [\[CrossRef\]](#)
25. Maló P, Nobre Mde A, Petersson U, Wigren S. A pilot study of complete edentulous rehabilitation with immediate function using a new implant design: Case series. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2006;8(4):223-232. [\[CrossRef\]](#)
26. Klinge B. Peri-implant marginal bone loss: An academic controversy or a clinical challenge? *Eur J Oral Implantol*. 2012;5(suppl):S13-S19.
27. Schuldt Filho G, Dalago HR, Oliveira de Souza JG, Stanley K, Jovanovic S, Bianchini MA. Prevalence of peri-implantitis in patients with implant-supported fixed prostheses. *Quintessence Int*. 2014;45(10):861-868. [\[CrossRef\]](#)
28. Schwarz F, Derks J, Monje A, Wang HL. Peri-implantitis. *J Periodontol*. 2018;89(suppl 1):S267-S290. [\[CrossRef\]](#)
29. Heitz-Mayfield LJ, Huynh-Ba G. History of treated periodontitis and smoking as risks for implant therapy. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24(suppl):39-68.
30. Sato A, Ohtsuka Y, Yamanaka Y. Morning mastication enhances postprandial glucose metabolism in healthy young subjects. *Tohoku J Exp Med*. 2019;249(3):193-201. [\[CrossRef\]](#)
31. Smith MM, Knight ET, Al-Harhi L, Leichter JW. Chronic periodontitis and implant dentistry. *Periodontol 2000*. 2017;74(1):63-73. [\[CrossRef\]](#)
32. Karoussis IK, Kotsovilis S, Fourmouis I. A comprehensive and critical review of dental implant prognosis in periodontally compromised partially edentulous patients. *Clin Oral Implants Res*. 2007;18(6):669-679. [\[CrossRef\]](#)
33. Van der Weijden GA, van Bommel KM, Renvert S. Implant therapy in partially edentulous, periodontally compromised patients: A review. *J Clin Periodontol*. 2005;32(5):506-511. [\[CrossRef\]](#)
34. Cheng Z, Zheng W. Clinical effect and aesthetic observation of all-on-4 immediate loading implant denture in severe periodontitis. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2021;2021:3120260. [\[CrossRef\]](#)
35. Mazzocchi A, Passi L, Moretti R. Retrospective analysis of 736 implants inserted without antibiotic therapy. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007;65(11):2321-2323. [\[CrossRef\]](#)



# Assessment of dentinal tubule penetration of AH plus, MTA Fillapex and Sealapex after various disinfection procedures: A confocal laser scanning microscopic study

Çeşitli dezenfeksiyon prosedürleri sonrası AH plus, MTA Fillapex Ve Sealapex'in dentin tübül penetrasyonunun değerlendirilmesi: Lazer taramalı konfokal mikroskop çalışması

Recai ZAN<sup>1</sup>   
Kerem Engin AKPINAR<sup>1</sup>   
Hüseyin Sinan  
TOPÇUOĞLU<sup>2</sup>   
İhsan HUBBEZOĞLU<sup>3</sup>   
Arzu Şeyma DEMİR<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Department of Endodontics, Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Dentistry, Sivas, Turkey

<sup>2</sup>Department of Endodontics, Kayseri Erciyes University, Faculty of Dentistry, Kayseri, Turkey

<sup>3</sup>Department of Restorative Dentistry, Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Dentistry, Sivas, Turkey

<sup>4</sup>Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Dentistry, Sivas, Turkey

Geliş Tarihi/Received: 25.11.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 05.07.2022

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.01.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:  
Recai ZAN  
E-mail: drrecaizan@hotmail.com

Cite this article as: Zan R, Akpınar KE, Topçuoğlu HS, Hubbezoğlu İ, Demir AŞ. Assessment of dentinal tubule penetration of AH plus, MTA fillapex and sealapex after various disinfection procedures: A confocal laser scanning microscopic study. *Curr Res Dent Sci.* 2023; 33(1): 20-26.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study is to evaluate and compare dentinal tubule penetration of various root canal sealers obturated after the application of different irrigation activation procedures by a laser scanning confocal microscope.

**Methods:** A total of 150 extracted human permanent mandibular premolar single-rooted teeth were selected and randomly divided into 3 main groups according to the sealer type (n=50) as AH Plus, MTA Fillapex, and Sealapex. Each main group was randomly subdivided into 5 subgroups according to the irrigation activation protocols (n=10): Potassium-titanyl-phosphate laser irradiation, conventional needle, intra-kit, sonic irrigation, and ultrasonic irrigation procedures. After the activation procedures, the root canals were obturated with AH Plus, MTA Fillapex, and Sealapex mixed with 0.1% fluorescent rhodamine B isothiocyanate. Specimens were sectioned at 3, 6, and 9 mm from the apex. All sections were examined under a confocal laser scanning microscope to calculate the dentinal tubule penetration area.

**Results:** Data were analyzed using a 3-way analysis of variance and Tukey's post hoc tests ( $P=.05$ ). Sealapex indicated a statistically lesser penetration than the other group ( $P < .05$ ), MTA Fillapex ensured deeper penetration than AH Plus ( $P < .05$ ). Ultrasonic irrigation provided significantly deeper penetration than other activation procedures ( $P < .05$ ). The statistically highest percentage and the maximum depth of sealer penetration were shown in coronal third for all groups ( $P < .05$ ).

**Conclusion:** The selection of root canal sealer, irrigation activation procedures, and root canal region plays a crucial role on the dentinal tubule penetration. AH Plus and MTA Fillapex applied with ultrasonic irrigation could achieve deeper sealer penetration in dentinal tubules.

**Keywords:** Dentin tubule penetration, confocal laser scanning microscopy, irrigation activation, root canal treatment

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, farklı dezenfeksiyon tekniklerinin uygulanmasından sonra uygulanan çeşitli kök kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu bir konfokal lazer tarama mikroskopu kullanarak değerlendirmek ve karşılaştırmaktır.

**Yöntemler:** 150 adet çekilmiş insan daimi mandibular premolar tek köklü dişler seçildi ve rastgele olarak patların tipine göre AH Plus, MTA Fillapex ve Sealapex olarak 3 ana gruba ayrılmıştır (n=50). Her grup irigasyon aktivasyon prosedürüne göre rastgele olarak beş altgruba ayrılmıştır (n=10); KTP lazer ile ışınlama, geleneksel, intra-kit, sonik (Si) ve ultrasonik aktivasyon (Ui) prosedürleri.

Aktivasyon prosedürlerinin ardından kök kanalları % 0.1 floresan rodamin B izotiyosiyanat ile karıştırılmış AH Plus, MTA Fillapex ve Sealapex patlar ile dolduruldu. Örnekler apekten itibaren 3, 6, ve 9 mm kesitler alındı. Bütün kesitler dentin tübül penetrasyonu alanını hesaplamak için bir lazer taramalı konfokal mikroskop altında incelendi. Veriler varyans üç yönlü analiz ve Tukey testleri kullanılarak analiz edildi ( $P = ,05$ ).

**Bulgular:** Sealapex diğer gruplara göre anlamlı derecede düşük penetrasyon gösterdi ( $P < ,05$ ). MTA Fillapex, AH Plus'a göre daha derin penetrasyon sağlamıştır ( $P < ,05$ ). UI diğer dezenfeksiyon tekniklerine göre önemli ölçüde daha derin penetrasyon sağlamıştır ( $P < ,05$ ). Tüm gruplarda koronal üçlüde, istatistiksel olarak en yüksek oranda ve maksimum pat penetrasyon derinliği görülmüştür ( $P < ,05$ ).

**Sonuç:** Kök kanal patı seçimi, irigasyon aktivasyon prosedürü ve kök kanal bölgesi dentin tübül penetrasyonu üzerine önemli bir rol oynamaktadır. Ultrasonik aktivasyonla birlikte uygulanan AH Plus ve MTA Fillapex ile dentin tübüllerinde daha derin pat penetrasyonu elde edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Dentin tübül penetrasyon, lazer taramalı konfokal mikroskop, irigasyon aktivasyon, kök kanal tedavisi

## INTRODUCTION

The main purpose of endodontic treatment is preventing and treating pathologies with pulpal or periradicular origin, thus maintaining the reducing microbial load in these areas. Thus, irrigation plays a key part in endodontic treatment. The aim of the irrigation process in endodontics is to remove microorganisms, necrotic or inflamed tissue, biofilm, and dentinal debris in the root canal system. Irrigation also claims better obturation via increasing the effectiveness of files.<sup>1-3</sup> At this point, canal irregularities, isthmuses and fins, lateral canals, and anatomical variations of the roots are challenging in the irrigation step.<sup>1,3</sup> Hence, traditional irrigation technique does not give the results aimed by professionals. To achieve better irrigation, the techniques have been developed and changed to a better version. Thus, different irrigation techniques are used for multiple aims to date.<sup>3</sup> Traditional irrigation technique is based on the agitation of the irrigant solution via small-size needles. The movement of the needle increases the effectiveness of the irrigant. It has been reported that this technique can be very effective and successful if made carefully. Also, it is cost effective and easy.<sup>2,4</sup> Additionally, NaOCl was used as an irrigant, and the results have shown that perforated irrigation needles provide better cleaning in root canals than conventional irrigation needles.<sup>5</sup> In this case, side-vented needles appear to be safer than open-ended needles because of the risk of leakage of the irrigant solution which can be very toxic to periradicular tissues. Potassium–titanyl–phosphate (KTP) laser systems have been used in dental practice mainly for bleaching and surgical purposes. These systems recently started to be used in endodontic practice besides other laser systems. Because of the photo-thermal properties of KTP lasers, it appears to be beneficial in irrigation procedures in endodontics. Romeo et al<sup>6</sup> conducted in their study that KTP laser was more effective in reducing primarily *Enterococcus faecalis* population than 980 nm diode laser. The traditional irrigation technique, also known as needle-delivered irrigation, is not sufficient enough in cleaning root canal system when compared to the sonic-activated irrigation technique. Sonic devices generally work at a frequency between 20 and 20 000 Hz.<sup>3</sup> It has been reported by Sabins et al<sup>7</sup> that sonically activated irrigation systems more effectively clean the root canal system than needle delivery systems. The thawing devices are the most preferred in sonic-activated irrigation techniques: EndoActivator, MicroMega, SonicAir1500, Rispi-Sonic, and Vibringe.<sup>3</sup> Ultrasonic activation was first used by Richman in 1957 with a Cavitron device and showed great results in the

treatment. There are 2 types of ultrasonic irrigation (UI) systems which are passive UI and simultaneous UI.<sup>3,8</sup> A research that compared sonic irrigation (SI) and UI with traditional irrigation techniques, reported that SI and UI showed better results than needle delivery techniques alone.<sup>9</sup> Akcay et al<sup>10</sup> reported that UI is more advantageous in dentinal tubule penetration.

Obturation is another key part of endodontic therapy. The sealer are some biologic and biomechanical properties to have such as biocompatible, non-toxic, adhesive, dimensionally stable, flowable, and insoluble in tissue fluids.<sup>11</sup> Endodontic sealer materials should seal the root canal walls, laterally, middle, and apically, and should be well adapted to the root canal dentine. The penetration ability of the sealer into dentinal tubules is significantly important in the endodontic treatment process. It is also substantial in removing the residual bacteria and preventing reinfections.<sup>10</sup>

AH Plus is a resin-based sealer that is preferred frequently in endodontic therapy because of its beneficial standards such as sealing ability, dimensional stability, and high flow rate.<sup>11,12</sup> Another preferred sealer, MTA Fillapex, is an MTA (mineral trioxide aggregate)-based sealer material and beneficial due to the following properties: good sealing ability, biocompatible, non-cytotoxic, non-carcinogenic, and antibacterial.<sup>13</sup> Sealapex is a calcium hydroxide-based sealer known for its enhanced biocompatibility.<sup>14</sup>

The null hypothesis was created that there would be no difference among the sealer penetration degrees applied after various irrigation activation techniques into dentinal tubules. In this study, we aimed to evaluate and compare the effect of various irrigation activation techniques on dentinal tubule penetration of AH Plus, MTA Fillapex and Sealapex, KTP laser irradiation, conventional needle, intra-kit, SI, and UI procedures by using a laser scanning confocal microscope.

## MATERIAL AND METHODS

Approval was obtained from the local human research ethics committee of Cumhuriyet University (ethics committee number: 2021-01/28). In the present study, 150 human mandibular premolar single-rooted teeth that were extracted, due to periodontal disease, orthodontic or prosthetic treatment planning, without root canal calcification and root surface fractures, cracks, and caries were used. The samples were divided into 3 main groups and according to the sealer type ( $n = 50$ ) as AH Plus, MTA Fillapex, and Sealapex. Each group was randomly subdivided into 5 groups according to the irrigation activation protocol. All tissue and

debris residues on the root surfaces of the teeth were removed and stored in physiological saline solution at +4°C until usage. Endodontic access cavities were prepared underwater cooling using diamond (Endo Access Bur; Dentsply Maillefer) bur with a high-speed handpiece. Size 10 K-file (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was advanced until it appeared apical foramen, and the working length was determined as 1 mm shorter than this length. To ensure standardization, the lengths of all teeth were standardized to 19 mm by flattening the crowns of the teeth with a diamond fissure, but root canals were shaped with Pro-Taper Next (Dentsply, Tulsa Endodontics, Oklahoma, USA), Ni-Ti rotary instruments, and endo motor system (Sendoline, Perfect Endo, Upplands Väsby, Sweden). Rotary instrument files X1 (size 17, 0.4 taper), X2 (size 26, 0.6 taper), X3 (size 30, 0.7 taper), and X4 (size 40, 0.6 taper) were, respectively, used at the Working Length (WL) for shaping the root canals. After each instrumentation, the root canals were irrigated with 2 mL of 5.25% NaOCl. About 17% Ethylenediamine Tetra Acetic Acid (EDTA), 5.25% NaOCl, and distilled water were applied for 5 minutes, respectively, to remove the smear layer that may affect the tubule penetration of the sealers to be used. Then, teeth were dried with paper points and sterilized using ethylene oxide. Teeth were randomly divided into a control group (without intracanal dressing) and 5 main groups according to the irrigation activation protocols (n=10) as KTP laser irradiation, conventional needle, intra-kit, SI, and UI activation procedures.

### Main Groups

**Conventional Needle Group:** Conventional needle was inserted into the root canal 2 mm shorter than the working length and used in up and down motion in the canal, which facilitated the removal of debris (total time: 3 minutes).

**Intra-Kit Group:** Navitip FX needle conventional needle was inserted into the root canal 2 mm shorter than the working length and used in up and down motion in the canal, which facilitated the removal of debris (total time: 3 minutes).

**Sonic Activation Group:** Around 10 mL of 2% NaOCl was delivered into the root canal. Then, it was activated by a sonic Vibringe system (Vibringe B.V. Corp, Amsterdam, Netherlands) without touching the canal walls (total time: 3 minutes).

**Ultrasonic Activation Group:** The ultrasonic activation was performed with a stainless steel #20/.00 file (Irrisafe; Satelec Acteon, Merignac, France) energized by a piezo electronic unit (Suprasson PMax; Satelec Acteon) at power setting "blue" (total time: 3 minutes).

**KTP Laser Irradiation Group:** KTP laser irradiation was applied with 2.0 W (100 mj, 20 Hz) parameter and 532 nm wavelength (SMART LITE D, DEKA, Calenzano, Firenze, Italy) using with a fiber tip of 200 µm diameter. The fiber tip was positioned 2 mm shorter than the working length and then applied in 15-second recovery intervals for each irradiation, motions at a speed of 2 mm/s. This process was repeated 9 times (total time: 3 minutes).

The specimens were randomly divided into 3 groups for examining the sealing abilities of different sealer materials and their effects on dentinal tubule penetration following 5 different irrigation activation procedures. After that, all the root canal sealers were mixed in a 1:1 ratio according to the manufacturer's instructions with 10 µL 0.1% fluorescent rhodamine B isothiocyanate (Bereket Chemical Industry, Istanbul, Turkey) to give fluorescent images for Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM) analysis.

All root canal sealers that were constituent as the main groups of the research were placed into the canal 1 mm shorter than the WL using a size 40# lentulo spiral.

### The Subgroups According to Sealers

**AH Plus Sealer:** A single gutta-percha cone (ProTaper Universal F4, Dentsply Maillefer) was then slightly coated with labeled epoxy resin-based sealer, AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany), and placed in the root canal to the WL. After root filling, the coronal opening was filled with a temporary filling material (Cavit, 3M; ESPE, St. Paul, MN), and the specimens were stored at 100% humidity at 37°C for 1 week to completely set.

**MTA Fillapex:** Similar to the AH Plus group, the specimens were randomly divided into 3 groups, and the same procedure applied on the AH Plus group was performed but differently from the AH Plus group; MTA Fillapex were used as sealer material.

**Sealapex:** The specimens were divided into the same 3 groups, and the irrigation activation procedures were applied as in the AH Plus group. In this subgroup, Sealapex was applied as a sealer material.

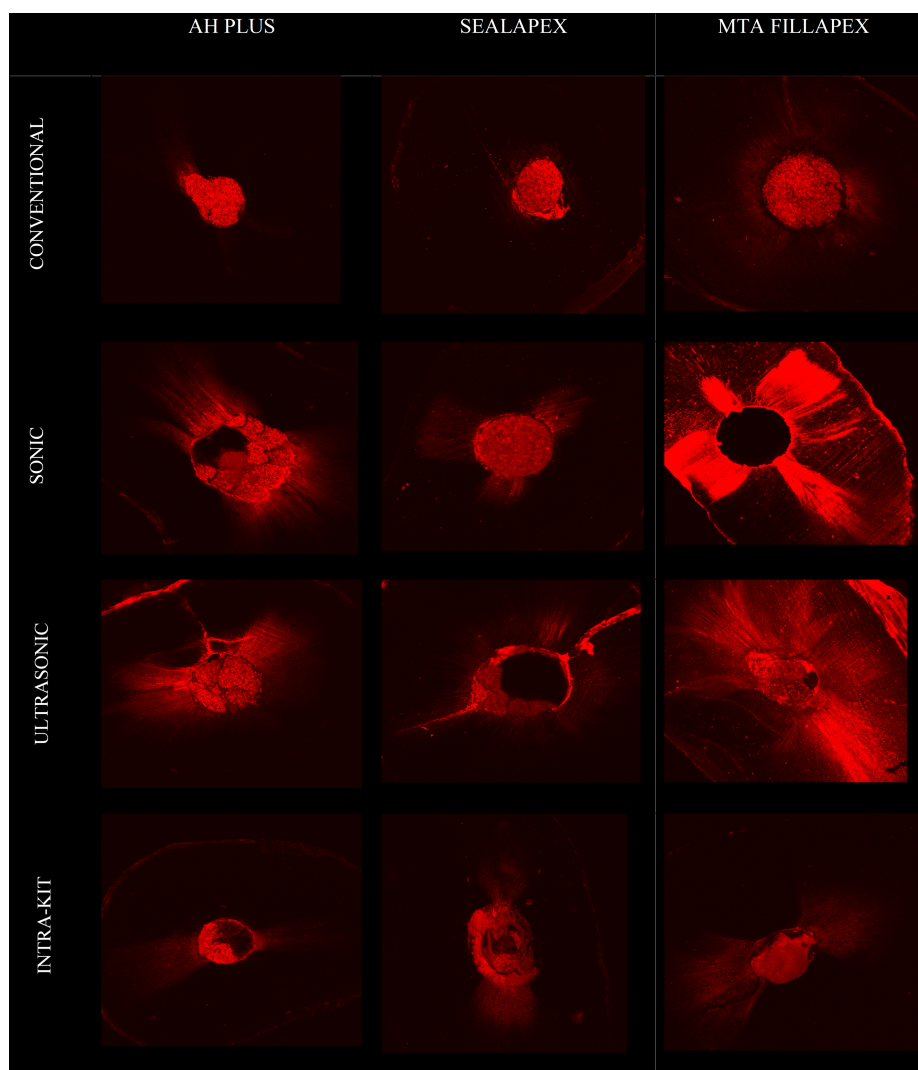
Then, access cavities were sealed with Cavit W (3M ESPE, Seefeld, Germany), and teeth were incubated at 37°C for 24 hours before analysis.

### Confocal Laser Scanning Microscope Analysis

After the sealers had been placed, each specimen was sectioned perpendicular to its long axis using a precision saw (IsoMet 1000; Buehler, Lake Bluff, Ill, USA) at a slow speed under water cooling. Following the medicaments had been placed in to the root canals, the teeth were sliced into 3 slices with approximately  $1 \pm 1$  mm thickness and at depths of 2, 5, and 8 mm (apical, middle, and coronal). Similarly, a silicon carbide abrasive paper was used for polishing the sections. The samples were fixed by placing them on glass slides properly after processing, and it was examined with a Leica TCS-SPE confocal laser scanning microscope (Leica, Mannheim, Germany) set at 10x at wavelengths of 560-600 nm. If a single image of the root canal could not be obtained, different images of the canal were taken, and then these images were combined into a single image using Photoshop (Adobe Systems, Inc., San Jose, Calif, USA). Digital images obtained to measure and evaluate the total depth of dentin tubule penetration were transferred to the ImageJ program (ImageJ software, NIH, Bethesda, MD, USA). The maximum depth of sealer penetration was determined by measuring the distance from the canal wall to the deepest penetration point along the dentinal tubule. The sealer penetration area was calculated by subtracting the root canal area from the area measured by drawing around the dentin area in which the sealer penetrated. The percentage of sealer penetration was calculated from the ratio of the perimeter of the canal wall where the sealer had penetrated to the entire canal wall circumference. The dentinal tubule penetration area was measured as micrometers (µm) and converted to square millimeters (mm<sup>2</sup>) for the statistical analysis. Data were analyzed using a 3-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's post hoc tests ( $P=.05$ ). Confocal laser scanning microscopic images obtained from all groups of coronal parts are shown in Figure 1.

### Statistical Analysis

The micro-crack incidence data were analyzed using the SPSS statistical software program version 14.0, (IBM Corp., SPSS Inc., Chicago, Ill, USA). A 3-way ANOVA was applied to compare the evaluated sealers penetration throughout the root canal. Analysis



**Figure 1.** Confocal laser scanning microscopic images obtained from each group of coronal parts

of variance with post hoc Tukey's test was used for statistical analysis with a  $P$ -value at .05.

## RESULTS

Mean and statistical data obtained from dentin tubule penetration area values by root canal sealer type, irrigation activation procedure, and root canal regions are shown in Table 1. Among all the sealers, although MTA Fillapex ensured the deepest penetration, Sealapex indicated a statistically least penetration than the other groups ( $P < .05$ ). Ultrasonic irrigation provided a statistically significantly higher percentage and deeper dentinal tubules penetration than other activation procedures ( $P < .05$ ). When the root canal regions were compared among themselves, the same

irrigation activation techniques and sealers showed statistically higher tubule penetration in the coronal part compared to the middle third and the middle part compared to the apical third ( $P < .05$ ).

## DISCUSSION

Elimination of invasion of microorganisms and bacteria into dentinal tubules is a key part of endodontic infection control.<sup>2</sup> As in our knowledge, bacteria, most commonly *E. faecalis*, can invade deeply into the dentinal tubules as well as in root canals. Nevertheless, endodontic treatments consist of 3 main stages which are disinfecting, shaping, and filling the root canal systems, and all stages affect the other. Thus, the removal of these bacteria

**Table 1.** Mean and Statistical Data Obtained from Dentin Tubule Penetration Area Values by Root Canal Sealer Type, Irrigation Activation Procedure, and Root Canal Regions

	Sealapex			AH Plus			MTA Fillapex		
	Apical	Middle	Coronal	Apical	Middle	Coronal	Apical	Middle	Coronal
Conventional	0.06 ± 0.03 <sup>aA†</sup>	0.21 ± 0.06 <sup>bA†</sup>	0.58 ± 0.07 <sup>cA†</sup>	0.14 ± 0.06 <sup>aA†</sup>	0.40 ± 0.06 <sup>bA†</sup>	0.61 ± 0.05 <sup>cA†</sup>	0.26 ± 0.04 <sup>aA§</sup>	0.64 ± 0.06 <sup>bA§</sup>	0.82 ± 0.06 <sup>cA§</sup>
Intra-kit	0.14 ± 0.06 <sup>aA†</sup>	0.35 ± 0.07 <sup>bA†</sup>	0.71 ± 0.06 <sup>cA†</sup>	0.22 ± 0.06 <sup>aA†</sup>	0.56 ± 0.07 <sup>bA†</sup>	0.77 ± 0.05 <sup>cA†</sup>	0.34 ± 0.06 <sup>aA§</sup>	0.74 ± 0.06 <sup>bA§</sup>	0.96 ± 0.06 <sup>cA§</sup>
KTP laser	0.23 ± 0.05 <sup>aA†</sup>	0.51 ± 0.07 <sup>bA†</sup>	0.79 ± 0.05 <sup>cA†</sup>	0.30 ± 0.08 <sup>aA†</sup>	0.68 ± 0.06 <sup>bA†</sup>	0.86 ± 0.07 <sup>cA†</sup>	0.46 ± 0.04 <sup>aA§</sup>	0.85 ± 0.07 <sup>bA§</sup>	1.12 ± 0.07 <sup>cA§</sup>
Sonic	0.29 ± 0.04 <sup>aA†</sup>	0.65 ± 0.05 <sup>bA†</sup>	0.99 ± 0.05 <sup>cA†</sup>	0.41 ± 0.05 <sup>aA†</sup>	0.89 ± 0.06 <sup>bA†</sup>	0.93 ± 0.05 <sup>cA†</sup>	0.48 ± 0.05 <sup>aA§</sup>	0.99 ± 0.06 <sup>bA§</sup>	1.28 ± 0.05 <sup>cA§</sup>
Ultrasonic	0.41 ± 0.05 <sup>aB†</sup>	0.86 ± 0.05 <sup>bB†</sup>	1.09 ± 0.06 <sup>cB†</sup>	0.51 ± 0.06 <sup>aB†</sup>	0.96 ± 0.07 <sup>bB†</sup>	1.16 ± 0.08 <sup>cB†</sup>	0.74 ± 0.06 <sup>aB§</sup>	1.21 ± 0.06 <sup>bB§</sup>	1.52 ± 0.06 <sup>cB§</sup>

Different superscript uppercase letters in the same column indicate a statistically significant difference ( $P < .05$ ).

Different superscript lowercase letters in the same row (different thirds at the same sealers) indicate a statistically significant difference ( $P < .05$ ).

Different superscript symbols (†) in the same row (same thirds at different sealers) indicate a statistically significant difference ( $P < .05$ ).

from the root canal system is crucial in 3-dimensional obturation. The untouched and uncleaned areas in the root canal system constitute the focus of infection and menace the success of endodontic treatment consequently.<sup>6</sup> However, complete disinfection of the root canal system is not possible due to the complex anatomy of root canals and hard-to-reach areas. Moreover, there were disinfected areas after cleaning the root canals with NiTi systems, reported by Peters.<sup>15</sup> This makes the use of irrigant solutions essential in the endodontic treatment protocol.<sup>16</sup> The teeth that had endodontic treatment history are at a decreased risk of bacterial invasion compared to healthy teeth. Also, it is known that bacterial invasion of dentinal tubules are more prevalent in vital teeth than nonvital teeth because of the lack of odontoblastic activation and collagen fibers that organize the dentinal liquid transportation through dentinal tubules under a certain pressure.<sup>17</sup>

Thus, the present study data rejected the null hypothesis of there would be no difference among the sealer penetration degrees applied after various irrigation activation techniques into dentinal tubules.

Different irrigation techniques have been commonly used for infection control in endodontic practice. Moreover, removing the residual bacteria from dentinal tubules is significant in the cleaning procedure. Several facts affect the penetration depth of irrigation techniques such as root canal anatomy, the size and number of dentinal tubules, solubility, viscosity, the surface tension of the sealer, the particle size of the material, and the setting reaction of the material. The ideal irrigation solution should be non-toxic, non-allergic, antimicrobial, and dissolving on organic and inorganic dental tissues. Also, it should decrease the friction between dentin and endodontic instrument and so root canal preparation can be provided become more comfortable and less risky.<sup>2</sup> It was reported in a study that sealer penetration ratio was significantly higher in the apical third of the root among all thirds.<sup>18</sup> However, preventing fluid flow completely is not possible in endodontic treatments.<sup>19</sup>

Disinfecting and cleaning the root canal system can be made by a conventional needle delivery system. However, studies demonstrated that conventional needle delivery system is not as effective as sonic, ultrasonic, and laser systems.<sup>3,8</sup> Townsend and Maki<sup>20</sup> reported in their study that SI and UI is significantly more efficient than needle delivery system.

Over the past few decades, the endodontic practice has been developing itself, especially on irrigation protocols. There are several irrigation techniques, but any of them can completely clean the root canal system because of the unique anatomy and the variations of the canals. Thus, applying the most ideal irrigation technique is the key part of endodontic practice. Laser technology has been used in endodontics to improve the penetration depth and conduct an enhanced irrigation protocol.<sup>6</sup> Nevertheless, the penetration depth is one of the issues that endodontists face during irrigation protocols. To date, the most efficacious irrigation techniques are counted as laser irrigation techniques. The laser was found to be penetrating even on the inaccessible parts of the root canals and provides sufficient penetration and irrigation consequently.<sup>6</sup> According to studies on irrigation techniques in endodontics, the laser irrigation technique was found to be more effective on cleaning the dentinal debris, bacteria, and the smear layer in the coronal and apical parts of the root canals.<sup>21-23</sup> Moritz

et al<sup>24</sup> conducted that it can be possible to eliminate a significant amount of bacteria from the root canals. Moreover, they achieved this result after 2 radiation treatments. They also pointed that exposure time and the management of the light fibers affect the sufficiency of irrigation. Kuştarci et al reported in their study that KTP laser irrigation is very antibacterial in infected root canals.<sup>25</sup> Similarly, it was reported in a study that the KTP laser was found to be more efficient than the 980 nm diode laser in reducing the *E. faecalis* population.<sup>6</sup>

Martin and Cunningham first detected that sonic and ultrasonic devices were successful in both mechanical and chemical debridement, disinfecting root canals and removing the smear layer. Also, they compared endosonic with the traditional techniques and concluded that endosonic was superior in previously counted manners.<sup>26</sup> Similarly, it was concluded that SI and UI were more efficient than conventional needle irrigation in a study.<sup>7</sup> Also, it was noted that sonic and ultrasonic systems can achieve the areas that cannot be achieved by traditional needle irrigation techniques.<sup>7</sup> Galler et al<sup>27</sup> reported that sonic, ultrasonic, and laser-induced activation showed enhanced penetration depth compared to manual activation. However, resulting of comparing the penetration ability of lasers and sonic agitation technique, lasers were found to be more effective and better in removing smear layer which can be ensure as a better sealer penetration.<sup>28</sup> In a recent study, it was reported that laser-activated irrigation was more effective in removing smear layer than antimicrobial photodynamic therapy.<sup>29</sup> In a study used with a confocal microscope, Nikhil and Singh put forth the better penetration in root canals of AH Plus sealer when applied with the ultrasonic file with 810  $\mu\text{m}$  depth.<sup>30</sup> Nevertheless, Hachem et al<sup>31</sup> proved that the BC Sealer and NTS showed better tubule penetration than the AH Plus sealer. In another study, it has been reported that SI and UI are more effective in disinfecting the root canal system than needle irrigation. This result may be explained as less penetration ability of needle irrigation to the lateral canals.<sup>9</sup> All of these studies support the results of our study as UI is superior in the activation procedure than the conventional method. Nevertheless, to examine the effects of irrigation techniques, a confocal laser microscope is commonly used in studies because confocal microscopies provide a better, sharp image with less haze besides representing a thin cross-section opportunity.<sup>32</sup> Plus, creating a 3-dimensional image of a thin cross-section through a vertical axis is possible with confocal microscopes.<sup>33</sup> Thus, in this study, we preferred to use a confocal laser microscope.

The tubule penetration ability of AH Plus sealer was similar to the penetration ability of MTA Fillapex, reported by Amoroso-Silva et al.<sup>34</sup> In a study made with 96 human maxillary central incisors and divided into 3 experimental groups and used 3 sealers: AH Plus, BC Sealer, or NTS. The penetration depth of sealers was measured at 1 and 5 mm from the apex. The maximum penetration depth of all groups was significantly higher at 5 mm than 1 mm.

Additionally, Kok et al<sup>35</sup> demonstrated that AH Plus has a better tubule penetration than MTA Fillapex, but both sealers have no penetration ability after endodontic treatment.

Similar to our results, Sönmez et al<sup>36</sup> evaluated that MTA Fillapex showed significantly higher microleakage than AH Plus. Similarly, Silva et al<sup>37</sup> put forth that, MTA Fillapex was shown a higher flow rate than AH Plus according to ISO standards. Additionally, Shakya et al<sup>38</sup> compared several sealer materials such as AH Plus,

MTA Fillapex, calcibiotic root canal sealer, and powdered gutta-percha (Gutta Flow 2). Thus, it can be concluded that AH Plus is a superior sealer than MTA Fillapex. They concluded that maximum inhibition of antibacterial property of *E. faecalis* was seen with AH Plus and followed by MTA Fillapex. Interestingly, Gutta Flow 2 did not inhibit *E. faecalis*.

Yücel et al<sup>39</sup> demonstrated the bacterial penetration rates in obturated root canals using different sealer materials. They used AH 26, AH Plus, Sealapex, and Ketac-Endo root canal sealer. Then they observed the bacterial penetration rates after 30 days of obturating. In conclusion, AH Plus showed the fastest bacterial penetration than other groups. This may be because of the protection ability of the sealer.

In conclusion, as many studies have evaluated, throughout the apical the tubule penetration depth is increasing comparing the coronal parts of the teeth because of the different intensities of tubules. Additionally, the apical part of the root canals contains fewer dentinal tubules that have smaller tubules diameters causes the more permeable than the middle and coronal parts.<sup>40,41</sup>

According to the result of our study, MTA Fillapex showed significantly better penetration than Sealapex and AH Plus sealers and UI provided a better tubule penetration depth than the SI and KTP laser irrigation techniques. Therefore, it has been determined that root canal irrigation methods have a significant effect on dentin tubule penetration of sealers, and there is also a significant difference between sealers.

**Ethics Committee Approval:** Ethics committee approval was received for this study from the ethics committee of Sivas Cumhuriyet University (Date: August 18, 2021, Number: 2021-01/28).

**Informed Consent:** Written informed consent was obtained from the all participants who participated in this study.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – R.Z.; Design – K.E.A.; Supervision – H.S.T., R.Z.; Resources – İ.H.; Materials – A.Ş.D.; Data Collection and/or Processing – R.Z., A.Ş.D.; Analysis and/or Interpretation – İ.H.; Literature Search – H.S.T.; Writing Manuscript – A.Ş.D.; Critical Review – R.Z.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için etik komite onayı Sivas Cumhuriyet Üniversitesi'nden (Tarih: 19.08.2021, Sayı: 2021-01/28) alınmıştır.

**Hasta Onamı:** Yazılı hasta onamı bu çalışmaya katılan tüm katılımcılardan alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir– R.Z.; Tasarım – K.E.A.; Denetleme –H.S.T.; Kaynaklar – İ.H.; Malzemeler – A.Ş.D.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi –R.Z., A.Ş.D.; Analiz ve/veya Yorum – İ.H.; Literatür Taraması – H.S.T.; Yazıyı Yazan – A.Ş.D.; Eleştirel İnceleme – R.Z.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

## REFERENCES

- Bukhari S, Babaeer A. Irrigation in endodontics: A review. *Curr Oral Health Rep.* 2019;6(4):367-376. [CrossRef]
- Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J.* 2014;216(6):299-303. [CrossRef]
- Nusstein JM. Sonic and ultrasonic irrigation. In: *Endodontic Irrigation 173-197.* Springer International Publishing; 2015. [CrossRef]
- Holliday R, Alani A. Traditional and contemporary techniques for optimizing root canal irrigation. *Dent Update.* 2014;41(1):51-61. [CrossRef]
- Yılmaz B, Sedat Küçükay E. Evaluating the apically extruded debris and irrigants in different nickel-titanium instrumentation and irrigation techniques. 2021;6:80-86.
- Romeo U, Palaia G, Nardo A, et al. Effectiveness of KTP laser versus 980nm diode laser to kill *Enterococcus faecalis* in biofilms developed in experimentally infected root canals. *Aust Endod J.* 2015;41(1):17-23. [CrossRef]
- Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 2003;29(10):674-678. [CrossRef]
- Van Der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature. *Int Endod J.* 2007;40(6):415-426. [CrossRef]
- de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: An in vitro study. *J Endod.* 2009;35(6):891-895. [CrossRef]
- Akçay M, Arslan H, Durmus N, Mese M, Capar ID. Dentinal tubule penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA fillapex, and GuttaFlow bioseal root canal sealers after different final irrigation procedures: A confocal microscopic study. *Lasers Surg Med.* 2016;48(1):70-76. [CrossRef]
- Bernardes RA, de Amorim Campelo A, Junior DS, et al. Evaluation of the flow rate of 3 endodontic sealers: Sealer 26, AH Plus, and MTA Obtura. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;109(1):e47-e49. [CrossRef]
- Borges AH, Orçatı Dorileo MC, Dalla Villa R, et al. Physicochemical properties and surfaces morphologies evaluation of MTA FillApex and AH Plus. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:589732. [CrossRef]
- Da Silva EJNL, Accorsi-Mendonça T, Pedrosa AC, Granjeiro JM, Zaia AA. Long-term cytotoxicity, PH and dissolution rate of AH Plus and MTA Fillapex. *Braz Dent J.* 2016;27(4):419-423. [CrossRef]
- Chang SW, Lee SY, Kang SK, Kum KY, Kim EC. In vitro biocompatibility, inflammatory response, and osteogenic potential of 4 root canal sealers: Sealapex, sankin apatite root sealer, MTA Fillapex, and iroot SP root canal sealer. *J Endod.* 2014;40(10):1642-1648. [CrossRef]
- Peters LB, van Winkelhoff AJ, Buijs JF, Wesselink PR. Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. *Int Endod J.* 2002;35(1):13-21. [CrossRef]
- Machado R, Cruz ATG, de Araujo BMM, Klemz AA, Klug HP, da Silva Neto UX. Tubular dentin sealer penetration after different final irrigation protocols: A confocal laser scanning microscopy study. *Microsc Res Tech.* 2018;81(6):649-654. [CrossRef]
- Nagaoka S, Miyazaki Y, Liu HJ, Iwamoto Y, Kitano M, Kawagoe M. Bacterial invasion into dentinal tubules of human vital and nonvital teeth. *J Endod.* 1995;21(2):70-73. [CrossRef]
- Uzunoglu-Özyürek E, Erdoğan Ö, Aktemur Türker S. Effect of calcium hydroxide dressing on the dentinal tubule penetration of 2 different root canal sealers: A confocal laser scanning microscopic study. *J Endod.* 2018;44(6):1018-1023. [CrossRef]
- Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany. *Int Endod J.* 2008;41(3):219-226. [CrossRef]
- Townsend C, Maki J. An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *J Endod.* 2009;35(7):1040-1043. [CrossRef]

21. Küçük M, Kermeoğlu F. Efficacy of different irrigation methods on dentinal tubule penetration of chlorhexidine, QMix and Irritrol: A confocal laser scanning microscopy study. *Aust Endod J.* 2019;45(2): 202-208. [\[CrossRef\]](#)
22. de Groot SD, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR, van der Sluis LW. Laser-activated irrigation within root canals: Cleaning efficacy and flow visualization. *Int Endod J.* 2009;42(12):1077-1083. [\[CrossRef\]](#)
23. Shahriari S, Kasraei S, Roshanaei G, Karkeabadi H, Davanloo H. Efficacy of sodium hypochlorite activated with laser in intracanal smear layer removal: An SEM study. *J Lasers Med Sci.* 2017;8(1):36-41. [\[CrossRef\]](#)
24. Moritz A, Doertbudak O, Gutknecht N, Goharkhay K, Schoop U, Sperr W. Nd:YAG laser irradiation of infected root canals in combination with microbiological examinations. *J Am Dent Assoc.* 1997;128(11):1525-1530. [\[CrossRef\]](#)
25. Kuştarci A, Sümer Z, Altunbaş D, Koşum S. Bactericidal effect of KTP laser irradiation against *Enterococcus faecalis* compared with gaseous ozone: An ex vivo study. *Oral Surg, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2009;107:73-79.
26. Martin H, Cunningham W. Endosonics--the ultrasonic synergistic system of endodontics. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1(6):201-206. [\[CrossRef\]](#)
27. Galler KM, Grubmüller V, Schlichting R, et al. Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. *Int Endod J.* 2019;52(8):1210-1217. [\[CrossRef\]](#)
28. Özlek E, Neelakantan P, Akkol E, Gündüz H, Uçar AY, Belli S. Dentinal tubule penetration and dislocation resistance of a new bioactive root canal sealer following root canal medicament removal using sonic agitation or laser-activated irrigation. *Eur Endod J.* 2020;5(3): 264-270. [\[CrossRef\]](#)
29. Keskin G, Çiloğlu M. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy and Er,Cr:YSGG laser-activated irrigation on dentinal tubule penetration of MTA-based root canal sealer: A confocal microscopy study. *Photodiagn Photodyn Ther.* 2021;36:102584. [\[CrossRef\]](#)
30. Nikhil V, Singh R. Confocal laser scanning microscopic investigation of ultrasonic, sonic, and rotary sealer placement techniques. *J Conserv Dent.* 2013;16(4):294-299. [\[CrossRef\]](#)
31. El Hachem R, Khalil I, Le Brun G, et al. Dentinal tubule penetration of AH Plus, BC Sealer and a novel tricalcium silicate sealer: A confocal laser scanning microscopy study. *Clin Oral Investig.* 2019;23(4): 1871-1876. [\[CrossRef\]](#)
32. Gu Y, Perinpanayagam H, Kum DJ, et al. Effect of different agitation techniques on the penetration of irrigant and sealer into dentinal tubules. *Photomed Laser Surg.* 2017;35(2):71-77. [\[CrossRef\]](#)
33. Peterson DA. Confocal microscopy. *Encycl. Mov Disord.* 2010;250-252. [\[CrossRef\]](#)
34. Amoroso-Silva PA, Guimarães BM, Marciano MA, et al. Microscopic analysis of the quality of obturation and physical properties of MTA Fillapex. *Microsc Res Tech.* 2014;77(12):1031-1036. [\[CrossRef\]](#)
35. Kok D, Rosa RA, Barreto MS, et al. Penetrability of AH Plus and MTA fillapex after endodontic treatment and retreatment: A confocal laser scanning microscopy study. *Microsc Res Tech.* 2014;77(6): 467-471. [\[CrossRef\]](#)
36. Sönmez IS, Oba AA, Sönmez D, Almaz ME. In vitro evaluation of apical microleakage of a new MTA-based sealer. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2012;13(5):252-255. [\[CrossRef\]](#)
37. Silva EJ, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BP, Zaia AA. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *J Endod.* 2013;39(2): 274-277. [\[CrossRef\]](#)
38. Shakya VK, Gupta P, Tikku AP, et al. An invitro evaluation of antimicrobial efficacy and flow characteristics for AH Plus, MTA fillapex, CRCS and gutta flow 2 root canal sealer. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(8): ZC104-ZC108. [\[CrossRef\]](#)
39. Yücel AC, Güler E, Güler AU, Ertaş E. Bacterial penetration after obturation with four different root canal sealers. *J Endod.* 2006;32(9): 890-893. [\[CrossRef\]](#)
40. Moon YM, Kim HC, Bae KS, Baek SH, Shon WJ, Lee W. Effect of laser-activated irrigation of 1320-nanometer Nd:YAG laser on sealer penetration in curved root canals. *J Endod.* 2012;38(4):531-535. [\[CrossRef\]](#)
41. Kara Tuncer A, Tuncer S. Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. *J Endod.* 2012;38(6):860-863. [\[CrossRef\]](#)

# Evaluation of the activities of toothpastes with different contents in the prevention of enamel demineralization: An *in vitro* study

Farklı içeriklerdeki diş macunlarının mine demineralizasyonunu önleme etkinliklerinin değerlendirilmesi: *In vitro* çalışma

Hanife ALTINIŞIK<sup>1</sup>   
Hülya ERTEN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, İzmir, Türkiye

## ABSTRACT

**Objective:** The purpose of this study was to evaluate the efficacy of toothpastes in preventing initial caries.

**Methods:** Sixty extracted human molar teeth were used in the study. After the initial DIAGNOdent values of the teeth were recorded, the teeth were divided into 6 groups (n=10) and toothpastes containing arginine + fluoride, hydroxyapatite + fluoride, bioactive glass + fluoride, fluoride, and chitosan were applied. After the teeth were kept in demineralization solution for 6 hours, remineralization solution for 16 hours, and toothpaste mixture for 2 minutes every day for a total of 14 days, final DIAGNOdent measurements were made, and the teeth were sectioned in the buccolingual direction. Then, microhardness measurement was performed. Mineral loss results were obtained from these measurements. Moreover, scanning electron microscopy images were obtained from 1 sample of every group. The data obtained were evaluated statistically and at a significance level of  $P < .05$ .

**Results:** Maximum increase observed in the DIAGNOdent measurements was in the control group and minimum increase was in the hydroxyapatite group ( $P = .000$ ). Maximum hardness values in all the depths were in the hydroxyapatite group, while the minimum increase was in the control group. When the mineral loss results were examined, remineralization occurred in the hydroxyapatite + fluoride, arginine + fluoride, bioactive glass + fluoride, and fluoride groups, respectively. Demineralization was detected in the chitosan and control groups. When the chitosan group was compared with the control group, however, demineralization was prevented ( $P = .119$ ).

**Conclusion:** It is concluded that regular use of the toothpastes containing hydroxyapatite, bioactive glass, and arginine making synergic effect with fluoride may be useful in the prevention of the initial caries lesions.

**Keywords:** Demineralization, remineralization, toothpaste, DIAGNOdent Pen, cross-sectional microhardness

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı; diş macunlarının başlangıç çürüklerini önleme etkinliklerini değerlendirmektir.

**Yöntemler:** Çalışmada 60 adet insan çekilmiş molar dişi kullanıldı. Dişlerin başlangıç DIAGNOdent değerleri ölçüldükten, sonra 6 gruba (n=10) ayrıldı ve arginin+florid, hidroksiapatit+florid, biyoaktif cam+florid, florid, kitosan içeren diş macunları uygulandı. Dişler 14 gün boyunca her gün 6 saat demineralizasyon solüsyonunda, 16 saat remineralizasyon solüsyonunda, 2 dakika da diş macunu karışımında bekletildikten sonra son DIAGNOdent ölçümleri yapılarak bukkal lingual yönde kesildi ve mikrosertlik ölçümleri yapıldı. Mikrosertlik testi sonunda elde edilen değerlerden mineral kayıpları hesaplandı ve kantitatif olarak değerlendirildi. Ayrıca her gruptan birer örneğin

Geliş Tarihi/Received: 19.10.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 18.03.2022

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.01.2023

Corresponding Author:

Hanife ALTINIŞIK

E-mail: hanife.kamak@hotmail.com

Cite this article as: Altınışik H, Erten H. Evaluation of the activities of toothpastes with different contents in the prevention of enamel demineralization: an *in vitro* study. *Curr Res Dent Sci*. 2023; 33(1): 27-34.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



de Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri elde edildi. Elde edilen veriler istatistiksel olarak ve anlamlılık  $P < ,05$  düzeyinde değerlendirildi.

**Bulgular:** DIAGNOdent ölçümlerinde gözlenen en fazla artış kontrol uygulanan grupta, en az artış ise hidroksiapatit grubunda gözlemlendi ( $P = ,000$ ). Tüm derinliklerde en yüksek sertlik değerleri hidroksiapatit grubunda, en düşük artış ise kontrol grubundaydı. Mineral kaybı sonuçları incelendiğinde sırasıyla hidroksiapatit+florid, arjinin+florid, biyoaktif cam+florid, florid grubunda remineralizasyon meydana geldiği belirlendi. Kitosan ve kontrol grubunda demineralizasyonu olduğu saptandı. Kitosan grubu kontrol grubu ile kıyaslandığında ise demineralizasyonu engellediği sonucuna varıldı ( $P = ,119$ ).

**Sonuç:** Başlangıç çürük lezyonlarının engellenmesinde florid ile sinerjik etki yapan hidroksiapatit, biyoaktif cam, arjinin içeren diş macunlarının düzenli olarak kullanılması faydalı olabileceği sonucuna varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Demineralizasyon, remineralizasyon, diş macunu, DIAGNOdent Pen, çapraz mikrosertlik

## INTRODUCTION

The teeth are constantly undergoing demineralization and remineralization.<sup>1</sup> Featherstone<sup>2</sup> reported that the balance between demineralization and remineralization is directly proportional to the balance between pathological and protective factors. When pathological factors dominate, the balance may deteriorate toward demineralization. When demineralization progresses, initial caries lesions are formed, which is accepted as the first clinical sign of caries formation on the enamel surface. However, if before or during demineralization, protective factors dominate, demineralization stops, and remineralization begins.<sup>2</sup>

The initial enamel caries must be remineralized before demineralization proceeds and cavitation occurs; this is the basis of minimally invasive dentistry.<sup>3</sup> To prevent initial enamel caries, demineralization can be prevented, or remineralization can be enhanced.<sup>4</sup> One of the most important materials used for this purpose is fluoride. Frequent low doses of fluoride are more effective in terms of preventing decay than are high doses several times a year.<sup>5</sup> For this reason, fluoride has been added to the structure of toothpastes so that patients can apply it easily and frequently.<sup>6</sup> Other agents such as calcium sodium phosphosilicate (bioactive glass), calcium carbonate carriers (arginine bicarbonate), and nano-hydroxyapatite are used in combination with fluoride in toothpastes to precipitate salivary calcium and phosphate ions onto the tooth surface. Cheng et al<sup>7</sup> reported that arginine promoted enamel fluoride uptake when used in combination with fluoride, thereby contributing to resistance of enamel to carious demineralization. A recent study reported that toothpaste containing bioactive glass + fluoride significantly remineralized artificial caries lesions formed on the enamel surface better than toothpaste containing only fluoride.<sup>8</sup> Amaechi et al<sup>9</sup> reported that hydroxyapatite toothpaste was more effective than fluoridated toothpaste in preventing tooth demineralization. Another study reported that hydroxyapatite had a synergistic effect with fluoride.<sup>10</sup>

Fluoride ions have beneficial effects in the prevention of caries. However, overuse of fluoride toothpaste may increase the risk of fluorosis, especially in children and people living in particular geographic regions.<sup>11</sup> In such cases, it may be necessary to use non-fluoridated products to prevent demineralization and increase remineralization. A chitosan gel prepared by dissolving chitosan in acetic acid has been proposed as a preventive/therapeutic agent for caries.<sup>12</sup> It is also reported that chitosan acts as a barrier against acid penetration into tooth enamel, thus preventing demineralization.<sup>13</sup>

When the studies are examined, it has been reported that toothpastes containing fluoride, bioactive glass, arginine bicarbonate, nano-hydroxyapatite, and chitosan inhibit enamel demineralization.<sup>7,13-15</sup> However, there is no study in which all these toothpastes are used together, and their effectiveness is compared with each other. Therefore, the aim of this study is to evaluate and compare the in vitro efficacy of fluoride toothpastes containing hydroxyapatite, bioactive glass, and arginine and fluoride-free toothpastes containing chitosan to prevent the formation of initial enamel caries. The null hypothesis of this study is that toothpastes containing different remineralizing agents will not prevent initial dental caries.

## MATERIALS AND METHODS

Ethics committee approval for this study was obtained from Gazi University Clinical Research Ethics Committee (research code no: 2016-29), and this study followed the recommendations of the Declaration of Helsinki and Decision.

### Teeth Preparation and Storage

In this study, human third molars extracted in the last month for orthodontic reasons were used. Teeth cleared of debris were inspected under a stereoscopic microscope for visible cracks, white spot lesions, or hypoplasia and then stored in 0.1% thymol solution until the study started. A 3 × 3 mm window was left on the buccal enamel of the teeth, and all other surfaces were covered with 2 coats of nail polish (Colorama Maybelline, São Paulo, Brazil).

### Toothpastes and Their Contents Used in the Study

Arginine + fluoride (Colgate Maximum Anti-rotten Sugar Acid Regulator—Colgate Palmolive Company), hydroxyapatite + fluoride (Signal Expert Protection Complete Care—Unilever), bioactive glass + fluoride (Sensodyne Repair and Protection—GlaxoSmith-Kline), only fluoride (Colgate Triple Action—Colgate Palmolive Company), and chitosan-containing toothpaste (Chitodent—Helmuth Focken Biotechnik, Sindelfingen, Germany) were used. All the fluoride-containing toothpastes had 1450 ppm sodium monofluorophosphate. The toothpastes used in the study and their contents are shown in Table 1.

### The Initial Laser Fluorescence Measurements

The surface of the samples was examined using DIAGNOdent® (KaVo, Biberach, Germany). Samples with laser fluorescence measurements of 3-7 were selected, while those with >7 were discarded. The teeth were randomly divided into 6 groups (n=10), and the initial laser fluorescence measurements were recorded. Measurements were repeated 3 times, and the highest value was recorded as the laser fluorescence score.

Table 1. The Toothpastes and Their Contents Used in This Study

Toothpaste/Manufacturer	Contents
A group/Colgate Maximum Anti-caries Sugar Acid Regulator–Colgate–Palmolive Company	Calcium carbonate, water, glycerin, sodium lauryl sulfate, <b>arginine</b> , <b>sodium monofluorophosphate (1450 ppm F)</b> , aroma, sodium bicarbonate, cellulose glue, tetrasodium pyrophosphate, benzyl alcohol, sodium saccharin, and sodium hydroxide
B group/Signal Expert Protection Complete Care–Unilever	Water, sorbitol, hydrate silica, potassium citrate, <b>hydroxyapatite</b> , PEG32, zinc citrate, sodium lauryl sulfate, <b>sodium monofluorophosphate (1450 ppm F)</b> , trisodium phosphate, cellulose glue, sodium hydroxide, sodium saccharin, and limonene
C group/Sensodyne Repair and Protection–GlaxoSmithKline	Glycerin, PEG8, silica, <b>calcium sodium phosphosilicate (Bioactive glass, NovaMin®)</b> , <b>sodium monofluorophosphate (1450 ppm F)</b> , titanium dioxide, aroma, carbomer, sodium saccharin, limonene, sodium lauryl sulfate, and potassium acesulfame
D group/Colgate Triple Effect–Colgate Palmolive Company	<b>Sodyummonofluorofosfat (1450 ppm F)</b> , calcium carbonate, water, sorbitol, hydrated silica, sodium laurylsulfate, aroma, cellulose glue, magnesium aluminum silicate, sodium carbonate, benzyl alcohol, sodium saccharin, sodium bicarbonate, eugenol, and limonene
E group/Chitodent–Helmuth Focken Biotechnik (Sindelfingen, Germany)	Water, sorbitol, hydrated silica, glycerin, <b>chitosan</b> , lactic acid, fennel, fruit oil, xanthan gum, potassium, glycerate, and CI 77891
K group	Toothpaste application was not made on samples in the control group

Bold texts in contents indicate active ingredients of toothpastes. PEG8, propylene glycol cocoate.

### Solution Preparation

The demineralization and remineralization solutions were described previously.<sup>16</sup> The demineralization solution (pH 4.4 adjusted using 1 M KOH) comprised 2.2 mM calcium chloride dihydrate ( $\text{CaCl}_2$ ), 2.2 mM sodium hydrogen phosphate ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ), and 50 mM acetic acid. The remineralization solution (pH 7.0 adjusted using 1 M KOH) comprised 1.5 mM  $\text{CaCl}_2$ , 0.9 mM  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , and 150 mM KCl.

### Demineralization–Remineralization Cycle

In this study, Featherstone's pH cycle model was used to simulate pH changes in the oral cavity.<sup>17</sup> The teeth were treated for 1 minute with toothpaste–water slurries (4.0 mL per tooth; 1 part toothpaste and 3 parts water, thoroughly mixed for 4 minutes). Then, the teeth were rinsed with deionized water and transferred to 40 mL of demineralizing solution per tooth for 6 hours at 37°C. After demineralization, teeth were rinsed with deionized water and then treated again with toothpaste–water slurries. Teeth were then rinsed with deionized water and transferred to 40 mL of remineralization solution per tooth for 16 hours at 37°C. Demineralization and remineralization solutions were prepared fresh daily. This pH cycle was repeated daily for 14 days (Figure 1). At the end of the experiment, the samples were stored in the remineralization solution.

### Laser Fluorescence Measurements After pH Cycle

After the demineralization–remineralization cycle, the teeth were removed from the solutions, washed with distilled water, and dried, and laser fluorescence measurements were recorded.

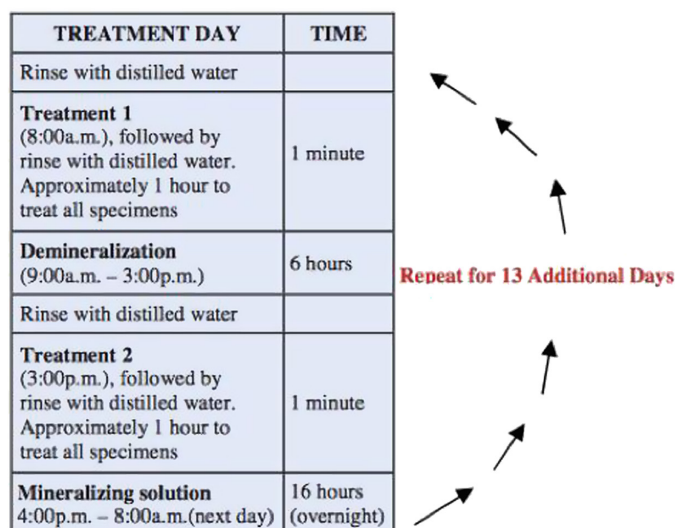


Figure 1. The application times of the pH cycle used in the study

### Preparation of Teeth for Cross-sectional Microhardness Analysis

Teeth embedded in acrylic were divided into 2 in the buccolingual direction using a microtome tooth section (Figure 2). The surface of the sections was polished using 320-, 600-, and 1200 grit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  paper disks in water, washed with water, and dried. The samples were stored in capped cups containing wet cotton to prevent drying.

For cross-sectional microhardness analysis, microhardness from the external surface of the enamel toward the enamel–dentin junction was measured at intervals of 10  $\mu\text{m}$ ,<sup>18</sup> 20  $\mu\text{m}$ ,<sup>19</sup> and 25  $\mu\text{m}$ <sup>20,21</sup> in previous studies.

In this study, microhardness was measured at 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, and 300  $\mu\text{m}$  depths from the outer surface of the tooth to the inner parts, with a distance of 25  $\mu\text{m}$  between the notches to prevent the notches from overlapping. The middle part of the window prepared on the tooth surface was marked to determine the point to start the measurement. Other measurement points were determined with the digitometer on the table. Microhardness was measured with a Vickers hardness device (Shimadzu, Kyoto, Japan) by applying 200 g of force for 5 seconds.

### Mineral Loss Analysis

In this study, the formula reported by Featherstone et al<sup>22</sup> was used for mineral loss analysis. Mineral losses in each group were

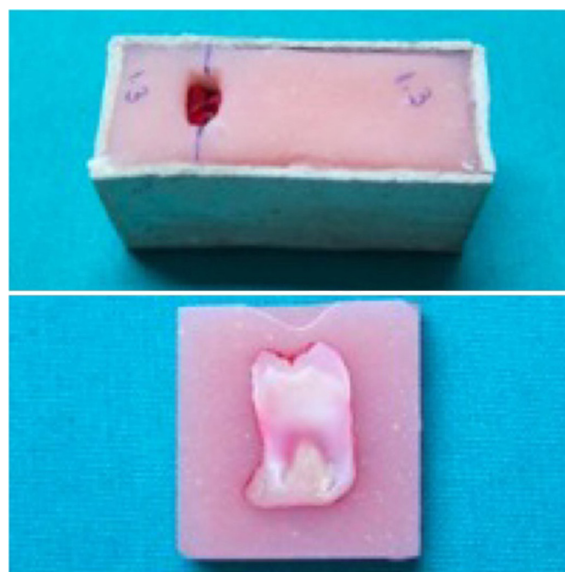


Figure 2. Preparation of the tooth sample for cross-sectional microhardness measurement

analyzed from the microhardness values measured from all depths from 25  $\mu\text{m}$  to 300  $\mu\text{m}$  using the formula below:

$$\sqrt{\text{VHN}} = 0.197 (\text{mineral volume percentage}) - 0.24$$

$$\text{Delta Z} = \text{AUC}_{\text{total}} - \text{AUC}_1$$

$$\text{AUC}_{\text{total}} = 85 \times (300 - 25) \text{ AUC}_1 = (25/3) \times (V_{25} + 4 \times (V_{50} + V_{100} + V_{150} + V_{200} + V_{250}) + 2 \times (V_{75} + V_{125} + V_{175} + V_{225}) + V_{275}) + (2/5) \times (V_{275} + V_{300})$$

where VHN is the Vickers hardness value, V is the mineral volume percentage, delta Z is the mineral loss, and AUC (area under the curve) = The bioavailability of the toothpaste's active ingredient.

### Scanning Electron Microscopy

One sample from each group was air dried, fixed on aluminum plates, and plated with gold. Then, surface topography images were taken with a field-emission scanning electron microscope (Hitachi SU5000, Hi-Tech., Ltd., Tokyo, Japan) at 2500x magnification with 10 kV acceleration voltage.

### Statistical Analysis

Statistical Package for Social Sciences statistical software version 16 (IBM Corp., SPSS Inc.) was used for data analysis. Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests showed that the data were normally distributed. One-way analysis of variance was used for between-group analysis, and the Tukey honestly significant difference test was used to identify the groups that were different. Correlations between the DIAGNOdent and mineral loss results were assessed by the Pearson correlation test. Significance was evaluated at the  $P < .05$  level.

## RESULTS

### Laser Fluorescence Measurements

The first DIAGNOdent values did not differ significantly among the groups ( $P > .05$ ). However, the values of each group before

differed significantly from those after the pH cycle ( $P = .000$ ). In all groups, the last DIAGNOdent values were significantly higher than the first values, and the differences were greatest and least in groups K and B, respectively.

The DIAGNOdent values of the control group differed significantly from those of the other groups ( $P = .000$ ), but the values did not differ significantly among the toothpaste groups ( $P > .05$ ) (Table 2).

### Mineral Loss Results

The microhardness values at 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, and 300  $\mu\text{m}$  depths are listed in Table 3.

Differences among the groups were significant at all depths ( $P = .000$ ). Mineral losses were calculated from the hardness values obtained at all depths, and the increases and decreases in mineral contents differed significantly among the groups ( $P = .000$ ). Mineral quantities increased in groups A, B, C, and D and decreased in groups K and E. The highest increase in mineral content was observed in group B, followed by groups A, C, and D, respectively, while a significant decrease in mineral amount was observed in group K (Table 4, Figure 3).

### Correlation of Laser Fluorescence Measurements and Mineral Loss Results

There was a significant positive correlation between the DIAGNOdent values and the mineral loss results ( $P = .000$ ) (Table 5).

### Scanning Electron Microscopy Examination

In the control group, the enamel surface was porous and showed homogeneous demineralization. In the arginine, hydroxyapatite, bioactive glass, and fluoride groups, it was observed that the porosity seen in the enamel in the control group disappeared, and a bumpy film layer was formed on the tooth surface and remineralization was in the form of dense precipitation. It was observed that dissolution occurred in the center of the enamel prisms in the chitosan group, but there was no intense porosity as in the control group (Figure 4).

Table 2. DIAGNOdent Values Before and After the pH Cycle

Groups	The first DIAGNOdent measurement (T0)		The last DIAGNOdent measurement (T1)		T1 - T0	
	Mean $\pm$ SD	P	Mean $\pm$ SD	P'	The Mean Difference $\pm$ SD	P'
A	3.20 $\pm$ 0.45	.453	4.70 $\pm$ 0.48	.000	3.20 $\pm$ 0.45	.000
B	3.70 $\pm$ 0.48		4.90 $\pm$ 0.63		3.70 $\pm$ 0.48	
C	3.30 $\pm$ 0.68		5.20 $\pm$ 0.66		3.30 $\pm$ 0.68	
D	3.80 $\pm$ 0.45		5.90 $\pm$ 0.71		3.80 $\pm$ 0.45	
E	3.50 $\pm$ 0.61		6.00 $\pm$ 0.67		3.50 $\pm$ 0.61	
K	3.60 $\pm$ 0.50		11.30 $\pm$ 2.31		3.60 $\pm$ 0.50	

\*Significant difference.

Table 4. Mineral Loss Results

Groups	Mean $\pm$ SD	P
A	-4280.75 $\pm$ 2408.14	.000***
B	-7367.72 $\pm$ 1288.25	
C	-2276.72 $\pm$ 1819.88	
D	-1214.44 $\pm$ 2355.97	
E	707.49 $\pm$ 2333.09	
K	4283.66 $\pm$ 2762.43	

\*\*\*Significant difference. \*\*Extremely significant, \*\*Very significant, \*Significant.

\*\*\* $P < .001$ , \*\* $P < .01$ , \* $P < .05$ .

Table 3. Microhardness Values at Depths of 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, and 300  $\mu\text{m}$

Depth	Group A (Mean $\pm$ SD)	Group B (Mean $\pm$ SD)	Group C (Mean $\pm$ SD)	Group D (Mean $\pm$ SD)	Group E (Mean $\pm$ SD)	Group K (Mean $\pm$ SD)	P
25 $\mu\text{m}$	119.25 $\pm$ 32.73	197.60 $\pm$ 22.22	106.59 $\pm$ 17.31	94.20 $\pm$ 18.61	73.43 $\pm$ 17.24	57.22 $\pm$ 7.89	.000
50 $\mu\text{m}$	181.49 $\pm$ 81.97	310.60 $\pm$ 60.28	147.99 $\pm$ 50.11	139.01 $\pm$ 50.26	100.56 $\pm$ 42.92	63.72 $\pm$ 8.80	.000
75 $\mu\text{m}$	220.59 $\pm$ 94.64	382.00 $\pm$ 60.52	216.08 $\pm$ 74.77	210.04 $\pm$ 88.45	128.30 $\pm$ 69.75	71.86 $\pm$ 10.23	.000
100 $\mu\text{m}$	323.30 $\pm$ 116.51	459.20 $\pm$ 61.98	260.40 $\pm$ 80.81	242.19 $\pm$ 87.83	163.19 $\pm$ 92.02	120.93 $\pm$ 52.15	.000
125 $\mu\text{m}$	403.70 $\pm$ 98.34	485.4 $\pm$ 67.81	295.50 $\pm$ 82.09	285.27 $\pm$ 89.70	202.35 $\pm$ 97.02	136.41 $\pm$ 62.72	.000
150 $\mu\text{m}$	455.30 $\pm$ 69.46	514.50 $\pm$ 56.10	353.10 $\pm$ 79.50	334.9 $\pm$ 73.76	226.96 $\pm$ 83.22	168.13 $\pm$ 80.80	.000
175 $\mu\text{m}$	472.30 $\pm$ 60.77	529.60 $\pm$ 34.75	390 $\pm$ 58.88	367.20 $\pm$ 59.99	286.68 $\pm$ 84.27	200.16 $\pm$ 86.74	.000
200 $\mu\text{m}$	493.10 $\pm$ 49.13	538.80 $\pm$ 41.59	427.70 $\pm$ 40	390.90 $\pm$ 57.15	380.60 $\pm$ 45.25	258.50 $\pm$ 91.84	.000
225 $\mu\text{m}$	507.40 $\pm$ 50.61	556 $\pm$ 36.83	458.10 $\pm$ 30.20	409.90 $\pm$ 57.14	434.10 $\pm$ 43.05	290.9 $\pm$ 106.99	.000
250 $\mu\text{m}$	517.30 $\pm$ 45.55	561.20 $\pm$ 31.87	474.30 $\pm$ 37.47	432.30 $\pm$ 52.01	461 $\pm$ 42.44	343.90 $\pm$ 98.72	.000
275 $\mu\text{m}$	543.50 $\pm$ 50.54	570.20 $\pm$ 32.12	493.20 $\pm$ 30.56	447.30 $\pm$ 50.52	471.50 $\pm$ 36.67	383.80 $\pm$ 95.51	.000
300 $\mu\text{m}$	568 $\pm$ 51.97	586.20 $\pm$ 28.30	505.40 $\pm$ 29.32	462.60 $\pm$ 42.87	493.50 $\pm$ 32.99	407.60 $\pm$ 103.4	.000

Differences among the groups were significant at all depths ( $P = .000$ ).

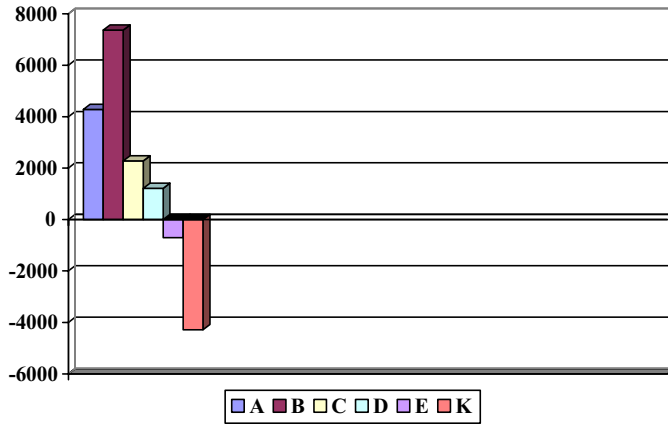


Figure 3. The comparison of mineral loss results between groups

Table 5. Correlations Between DIAGNOdent Values and Mineral Loss Results

Parameters	Mineral Loss Results	
	r	P (significance)
DIAGNOdent results	0.666	DIAGNOdent results

R, correlation coefficient. \*P < .001, \*\*P < .01, \*P < .05  
 \*Extremely significant, \*\*Very significant, \*Significant.

**DISCUSSION**

Dental caries is still one of the most common chronic diseases today.<sup>23</sup> Considering both the evidence of the relationship between oral diseases and many general health problems and the effects of dental caries on the health system and the country's economy, there is a need for more research on caries prevention methods.

Toothbrushing and flossing are the gold standards in plaque control.<sup>24</sup> In addition, toothbrushing the teeth with fluoride toothpaste helps prevent cavities.<sup>25</sup> Axelsson et al<sup>26</sup> reported that dental caries can be prevented by regular toothbrushing and flossing. When the studies are examined, it has been reported that toothpastes containing fluoride, bioactive glass, arginine bicarbonate, nano-hydroxyapatite, and chitosan inhibit enamel demineralization.<sup>7,14,27,28</sup> However, there is no study in which all these toothpastes are used together, and their effectiveness is compared with each other. The aim of this study is to evaluate the caries prevention effectiveness of toothpastes with various contents, which are the most easily accessible individual oral and dental health care products of the society, and to compare them with each other.

In vivo studies, determining the cause of treatment failure and controlling for individual variables such as dietary habits, oral-care habits, fluoride sources, and saliva volume and composition is difficult. In vitro studies facilitate the acquisition of numerical data for designing clinical trials<sup>29</sup> and are more rapid and less costly than in vivo studies.<sup>30</sup>

The teeth are constantly exposed to demineralization and remineralization due to changes in the oral cavity pH.<sup>1</sup> The in vitro pH cycle model simulates the dynamic conditions and natural processes in the mouth and can be used to evaluate the effects of materials on caries demineralization/remineralization.<sup>16,29</sup> Artificially formed caries-like lesions have all important histological features of natural caries and are thus used in in vitro studies of enamel demineralization–remineralization.<sup>31</sup>

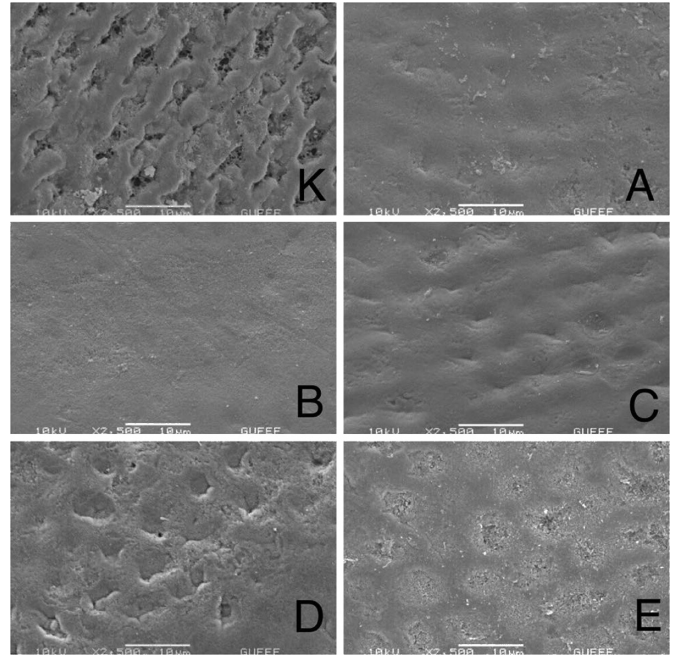


Figure 4. Scanning electron microscopy images of the groups (2500×)

Toothpastes can contain 4 types of fluoride compounds: sodium fluorophosphate, sodium fluoride, stannous fluoride, and amine fluoride. The different solubilities of these fluoride compounds result in the generation of different amounts of calcium fluoride, which affects enamel demineralization–remineralization and fluoride bioavailability.<sup>32</sup> Toothpastes with different fluoride compounds affect remineralization differently.<sup>33</sup> Thus, all fluoride-containing toothpastes used in this study had 1450 ppm sodium monofluorophosphate.

In restorative dentistry, in vivo and in vitro methods can be used to determine mineral loss and/or the depth of caries lesions such as quantitative light-induced fluorescence, laser fluorescence, optic caries monitoring, digital imaging with fiber-optic transillumination, polarized light microscopy, profilometry, transverse microradiography, electrical transmission testing, microhardness testing, and scanning electron microscopy. Laser fluorescence devices (DIAGNOdent and DIAGNOdent Pen) are suitable for determining the demineralization and remineralization process of initial caries.<sup>34</sup> Comparing the in vivo and in vitro performances of DIAGNOdent, its accuracy in in vitro conditions is higher.<sup>35</sup>

Enamel hardness is related to its mineral content, so microhardness testing using the Knoop<sup>7</sup> or Vickers<sup>36</sup> hardness device is performed to assess enamel demineralization–remineralization.<sup>22</sup> In a study, the correlation between microhardness and volume percentage of mineral content was 0.91.<sup>37</sup> For these reasons, DIAGNOdent Pen and Vickers microhardness test were used as a quantitative technique to quantify enamel demineralization in this study.

The DIAGNOdent Pen values in all groups increased significantly after the pH cycle ( $P=.000$ ). Also, the microhardness values increased with increasing depth up to 300 µm, possibly due to the decrease in the destructive effect of demineralization as the depth increases. The microhardness values of all toothpaste groups at all depths were higher than the control group. The DIAGNOdent and mineral loss results were significantly positively

correlated ( $P=.000$ ). These results show that toothpastes with various contents are effective in preventing demineralization, and thus the null hypothesis of the study was rejected.

The arginine+fluoride-containing toothpaste was more effective in preventing demineralization than was the control toothpaste, as reported by Kraivaphan et al.<sup>38</sup> Moreover, the DIAGNOdent and mineral loss results differed significantly between the arginine+fluoride group and control groups but not between the fluoride-only group. It is reported that a toothpaste containing 1.5% arginine and 1450 ppm fluoride has greater remineralization activity than a toothpaste containing only 1450 ppm fluoride.<sup>39</sup> Ammonia produced as a result of metabolizing arginine by arginolytic bacteria neutralizes acids produced by pathological bacteria and increases plaque pH. In addition, the insoluble calcium contained in the toothpaste increases remineralization as it acts as a free calcium source. This explains why no such difference was detected in this study, although arginine+fluoride-containing and fluoride-only toothpastes showed significantly different demineralization prevention effectiveness in clinical trials.

The DIAGNOdent and mineral loss results differed significantly among the hydroxyapatite+fluoride, control and fluoride groups ( $P < .05$ ). Toothpaste containing hydroxyapatite+fluoride prevented demineralization and provided the highest remineralization compared to other toothpastes in this study consistent with the results of previous studies.<sup>40-42</sup> Therefore, toothpastes containing hydroxyapatite+fluoride can be used to simultaneously prevent and treat caries. Application of nano-hydroxyapatite crystals for 10 seconds results in their penetration to deeper parts of demineralized subsurface lesions and the formation of structures that act as reservoirs for calcium and phosphate ions. This structure makes ions available during the caries process, thus maintaining mineral oversaturation of the enamel<sup>41</sup>; this may explain the efficacy of the hydroxyapatite toothpaste used in this study. It is also reported that complete remineralization of the lesion is not possible because the highly mineralized surface layer prevents the minerals from fully reaching the deeper parts of the lesion.<sup>41,43</sup> In this study, the lowest increase in laser fluorescence values in the hydroxyapatite+fluoride group compared to the other groups supports the conclusion that hydroxyapatite does not fully provide remineralization.

The bioactive glass+fluoride and control groups showed significantly different DIAGNOdent, cross-sectional microhardness, and mineral loss results ( $P < .05$ ) but not compared to the fluoride-only group. Yli-Urpo et al<sup>44</sup> reported that bioactive glass had a significant antimicrobial effect on Mutans Streptococcus and increased the pH of the oral cavity. This study's in vitro nature may explain that the bioactive glass+fluoride toothpaste exhibited greater remineralization activity than the fluoride-only toothpaste, but the difference was not significant. According to the results of this study, bioactive glass-based toothpaste may prevent the development of caries lesions, confirming previous reports.<sup>14,32,45</sup>

The mineral loss results revealed that chitosan-containing toothpaste did not provide remineralization compared to other toothpastes, but it did reduce demineralization compared to the control group. This result is consistent with the report of Uysal et al<sup>36</sup> that chitosan-containing toothpastes show greater inhibition

of enamel demineralization than non-fluoride toothpastes. One of the limitations of this study is that the chitosan toothpaste does not contain fluoride, although the other toothpastes in the study contain 1450 ppm fluoride. The chitosan-containing toothpaste had the lowest demineralization prevention activity, possibly because it does not contain fluoride. Also, chitosan interacts with bacterial cell walls and membranes and exhibits bactericidal activity against *S. mutans*, the agent of dental caries.<sup>46</sup> This study's in vitro nature may explain that chitosan-containing toothpaste may have shown lower activity than other toothpastes. However, chitosan can bind to the salivary pellicles and form a multilayered layer in the presence of mucin.<sup>47</sup> These properties and its antibacterial activity on *S. mutans* suggest that chitosan-containing toothpaste will exhibit greater efficacy in vivo.

Because both of bioactive glass and chitosan on Mutans Streptococcus, the causative agents of caries, and the ability of ammonia produced by the metabolization of arginine by bacteria to increase plaque pH cannot be evaluated in vitro studies and cause different results. Therefore, further in vivo and in vitro studies are needed on this subject.

Within the limits of this study, it was determined that toothpastes containing hydroxyapatite, arginine, bioactive glass, fluoride, and chitosan were effective in preventing enamel demineralization.

---

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için etik komite onayı Gazi Üniversitesi'nden (Tarih: 2016, Sayı: 29) alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – A.H., E.H.; Tasarım – A.H., E.H.; Denetleme – A.H., E.H.; Kaynaklar – A.H., E.H.; Malzemeler – A.H., E.H.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – A.H.; Analiz ve/veya Yorum – A.H.; Literatür Taraması – A.H.; Yazıyı Yazan – A.H.; Eleştirel inceleme – E.H.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Bu çalışma yazarlar ve kurumları tarafından finanse edilmiştir. Ürünler üreticiler tarafından sağlanmamıştır.

---

**Ethics Committee Approval:** Ethics committee approval was received for this study from the ethics committee of Gazi University (Date: 2016, Number: 29).

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – A.H., E.H.; Design – A.H., E.H.; Supervision – A.H., E.H.; Resources – A.H., E.H.; Materials – A.H., E.H.; Data Collection and/or Processing – A.H.; Analysis and/or Interpretation – A.H.; Literature Search – A.H.; Writing Manuscript – A.H.; Critical Review – E.H.; Other – A.H., E.H.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no conflicts of interests.

**Funding:** This study was funded by the authors and their institution. Products were not provided by the manufacturers.

## REFERENCES

1. Vyavhare S, Sharma DS, Kulkarni VK. Effect of three different pastes on remineralization of initial enamel lesion: An in vitro study. *J Clin Pediatr Dent.* 2015;39(2):149-160. [CrossRef]

2. Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: Role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1999;27(1):31-40. [\[CrossRef\]](#)
3. Kariper E, Akin EGG, Alici O. Remineralization agents on early stage of caries comparison with different diagnostic methods and evaluate surface hardness of remineralization area. *Curr Res Dent Sci.* 2019; 29(2):229-237.
4. Heymann GC, Grauer D. A contemporary review of white spot lesions in orthodontics. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25(2):85-95. [\[CrossRef\]](#)
5. Arends J, Christoffersen J. Nature and role of loosely bound fluoride in dental caries. *J Dent Res.* 1990;69:601-606. [\[CrossRef\]](#)
6. Malekafzali B, Ekrami M, Mirfasihi A, Abdolazimi Z. Remineralizing effect of child formula dentifrices on artificial enamel caries using a pH cycling model. *J Dent (Tehran).* 2015;12(1):11-17.
7. Cheng X, Xu P, Zhou X, et al. Arginine promotes fluoride uptake into artificial carious lesions in vitro. *Aust Dent J.* 2015;60(1):104-111. [\[CrossRef\]](#)
8. Alhussain AM, Alhaddad AA, Ghazwi MM, Farooq I. Remineralization of artificial carious lesions using a novel fluoride incorporated bio-active glass dentifrice. *Dent Med Probl.* 2018;55(4):379-382. [\[CrossRef\]](#)
9. Amaechi BT, Phillips TS, Evans V, et al. The potential of hydroxyapatite toothpaste to prevent root caries: A pH-cycling study. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2021;13:315-324. [\[CrossRef\]](#)
10. Kim M, Kwon H, Choi CH, Kim B. Combined effects of nano-hydroxyapatite and NaF on remineralization of early caries lesion. Paper presented at. *Key Eng Mater.* 2007;330-332 II:1347-1350.
11. Ekambaram M, Itthagaran A, King NM. Comparison of the remineralizing potential of child formula dentifrices. *Int J Paediatr Dent.* 2011;21(2):132-140. [\[CrossRef\]](#)
12. De Carvalho M, Stamford TCM, Dos Santos E, Tenorio P, Sampaio F. Chitosan as an oral antimicrobial agent. *Formatex.* 2011;2012(1):13.
13. Arnaud TM, de Barros Neto B, Diniz FB. Chitosan effect on dental enamel de-remineralization: An in vitro evaluation. *J Dent.* 2010; 38(11):848-852. [\[CrossRef\]](#)
14. Wang Z, Jiang T, Sauro S, et al. The dentine remineralization activity of a desensitizing bioactive glass-containing toothpaste: An in vitro study. *Aust Dent J.* 2011;56(4):372-381. [\[CrossRef\]](#)
15. Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent.* 2011;39(6):430-437. [\[CrossRef\]](#)
16. ten Cate JM, Duijsters PP. Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res.* 1982;16(3):201-210. [\[CrossRef\]](#)
17. Stookey GK, Featherstone JD, Rapozo-Hilo M, et al. The Featherstone laboratory pH cycling model: A prospective, multi-site validation exercise. *Am J Dent.* 2011;24(5):322-328.
18. Purdell-Lewis DJ, Groeneveld A, Arends J. Microhardness and densitometric measurements of the effect of 4% SnF<sub>2</sub> solution on artificial white spot lesions. *Caries Res.* 1976;10(3):216-226. [\[CrossRef\]](#)
19. Chedid SJ, Cury JA. Effect of 0.02% NaF solution on enamel demineralization and fluoride uptake by deciduous teeth in vitro. *Braz Oral Res.* 2004;18(1):18-22. [\[CrossRef\]](#)
20. Featherstone JD, Ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res.* 1983;17(5):385-391. [\[CrossRef\]](#)
21. White DJ, Faller RV, Bowman WD. Demineralization and remineralization evaluation techniques—added considerations. *J Dent Res.* 1992;71(3):929-933. [\[CrossRef\]](#)
22. Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res.* 1983;17(5):385-391. [\[CrossRef\]](#)
23. U.S. Department of Health and Human Services Oral Health Coordinating Committee. U.S. Department of Health and Human Services Oral Health strategic framework, 2014-2017. *Public Health Rep.* 2016;131(2):242-257. [\[CrossRef\]](#)
24. Gunsolley JC. Clinical efficacy of antimicrobial mouthrinses. *J Dent.* 2010;38(suppl 1):S6-S10. [\[CrossRef\]](#)
25. ten Cate JM, Zaura E. The numerous microbial species in oral biofilms: How could antibacterial therapy be effective? *Adv Dent Res.* 2012;24(2):108-111. [\[CrossRef\]](#)
26. Axelsson P, Lindhe J, Wäseby J. The effect of various plaque control measures on gingivitis and caries in schoolchildren. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1976;4(6):232-239. [\[CrossRef\]](#)
27. Jeong S, Jang S, Kim KN, Kwon H, Park YD, Kim B. Remineralization potential of new toothpaste containing nano-hydroxyapatite. Paper presented at. *Key Eng Mater.* 2006;309:537-540.
28. Yin W, Hu DY, Li X, et al. The anti-caries efficacy of a dentifrice containing 1.5% arginine and 1450 ppm fluoride as sodium monofluorophosphate assessed using Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF). *J Dent.* 2013;41(suppl 2):S22-S28. [\[CrossRef\]](#)
29. Rodrigues E, Delbem AC, Pedrini D, Cavassan L. Enamel remineralization by fluoride-releasing materials: Proposal of a pH-cycling model. *Braz Dent J.* 2010;21(5):446-451. [\[CrossRef\]](#)
30. White DJ. The application of in vitro models to research on demineralization and remineralization of the teeth. *Adv Dent Res.* 1995; 9(3):175-194. [\[CrossRef\]](#)
31. Lynch RJ, Mony U, ten Cate JM. Effect of lesion characteristics and mineralizing solution type on enamel remineralization in vitro. *Caries Res.* 2007;41(4):257-262. [\[CrossRef\]](#)
32. Narayana SS, Deepa VK, Ahamed S, Sathish ES, Meyappan R, Satheesh Kumar KS. Remineralization efficiency of bioactive glass on artificially induced carious lesion an in-vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2014;32(1):19-25. [\[CrossRef\]](#)
33. Patil VH, Anegundi RT. An in vitro assessment of fluoride uptake by tooth enamel from four different fluoride dentifrices. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2014;15(5):347-351. [\[CrossRef\]](#)
34. Moriyama CM, Rodrigues JA, Lussi A, Diniz MB. Effectiveness of fluorescence-based methods to detect in situ demineralization and remineralization on smooth surfaces. *Caries Res.* 2014;48(6): 507-514. [\[CrossRef\]](#)
35. Reis A, Mendes FM, Angnes V, Angnes G, Grande RH, Loguercio AD. Performance of methods of occlusal caries detection in permanent teeth under clinical and laboratory conditions. *J Dent.* 2006;34(2): 89-96. [\[CrossRef\]](#)
36. Uysal T, Akkurt MD, Amasyali M, et al. Does a chitosan-containing dentifrice prevent demineralization around orthodontic brackets? *Angle Orthod.* 2011;81(2):319-325. [\[CrossRef\]](#)
37. Marsillac M, Delbem ACB, Vieira R. Effect of time in hardness test on artificially demineralized human dental enamel. *Braz J Oral Sci.* 2008;1507-1511.
38. Kraivaphan P, Amornchat C, Triratana T, et al. Two-year caries clinical study of the efficacy of novel dentifrices containing 1.5% arginine, an insoluble calcium compound and 1,450 ppm fluoride. *Caries Res.* 2013;47(6):582-590. [\[CrossRef\]](#)
39. Cantore R, Petrou I, Lavender S, et al. In situ clinical effects of new dentifrices containing 1.5% arginine and fluoride on enamel de- and remineralization and plaque metabolism. *J Clin Dent.* 2013;24(Spec no A):A32-A44.
40. Hornby K, Evans M, Long M, Joiner A, Laucello M, Salvaderi A. Enamel benefits of a new hydroxyapatite containing fluoride toothpaste. *Int Dent J.* 2009;59(6):325-331. [\[CrossRef\]](#)
41. de Carvalho FG, Vieira BR, Santos RLD, Carlo HL, Lopes PQ, de Lima B. In vitro effects of nano-hydroxyapatite paste on initial enamel carious lesions. *Pediatr Dent.* 2014;36(3):85-89.
42. Swarup JS, Rao A. Enamel surface remineralization: Using synthetic nanohydroxyapatite. *Contemp Clin Dent.* 2012;3(4):433-436. [\[CrossRef\]](#)
43. Comar LP, Souza BM, Gracindo LF, Buzalaf MA, Magalhães AC. Impact of experimental Nano-HAP pastes on bovine enamel and dentin submitted to a pH cycling model. *Braz Dent J.* 2013;24(3):273-278. [\[CrossRef\]](#)
44. Yli-Urpo H, Närhi T, Söderling E. Antimicrobial effects of glass ionomer cements containing bioactive glass (S53P4) on oral microorganisms in vitro. *Acta Odontol Scand.* 2003;61(4):241-246. [\[CrossRef\]](#)

45. Gjorgievska E, Nicholson JW. Prevention of enamel demineralization after tooth bleaching by bioactive glass incorporated into toothpaste. *Aust Dent J*. 2011;56(2):193-200. [\[CrossRef\]](#)
46. Fujiwara M, Hayashi Y, Ohara N. Inhibitory effect of water-soluble chitosan on growth of *Streptococcus mutans*. *New Microbiol*. 2004; 27(1):83-86.
47. Svensson O, Lindh L, Cárdenas M, Arnebrant T. Layer-by-layer assembly of mucin and chitosan--Influence of surface properties, concentration and type of mucin. *J Colloid Interface Sci*. 2006;299(2):608-616. [\[CrossRef\]](#)

# Ebeveynler çocukların diş çıkarma dönemi problemleri ile nasıl baş ediyor? Kesitsel bir araştırma

How do parents deal with their children's teething process problems? A cross-sectional study

Müge BULUT   
Müge TOKUÇ   
Merve Nur AYDIN 

İstanbul Okan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye



## ÖZ

**Amaç:** Çalışmanın amacı 0-4 yaş arası çocuğu olan ebeveynlerin, çocuklarının diş sürme sürecinde karşılaştıkları problemleri, baş etme yöntemlerini tespit etmek ve sosyodemografik faktörlerin tercih edilen yöntemlere olan etkisini incelemektir.

**Yöntemler:** Çalışmaya 0-4 yaş arasında çocukları olan ebeveynler, internet üzerinden gönderilen, çocuklarının diş sürme döneminde karşılaştıkları problemleri içeren 15 soruluk anketi cevaplayarak katılmıştır. Verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler hesaplanarak frekans (n) ve yüzde (%) olarak gösterilmiştir. Katılımcıların cinsiyet, yaş grubu ve öğrenim durumuna göre dağılımları Pearson ki kare ve Fisher-Freeman-Halton testleri ile analiz edilmiş,  $P < ,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

**Bulgular:** Ebeveynlerin %78,3'ü çocuklarının süt dişlerinin sürmesi sırasında ateş, huzursuzluk, döküntü, ishal, kulak kaşınması, uykusuzluk gibi genel halini etkileyen semptomlar ile; %95,2'si ise tükürük artışı, parmak emme, diş etinde kızarıklık, diş etinde kaşınma gibi lokal belirtiler ile karşılaşmışlardır. Ebeveynlerin sürme problemlerinin çözümü için en etkili bulunduğu yöntem %92,1 ile diş kaşıyıcılar, dişin çıktığı yere soğuk uygulama ve masaj, sert sebze ve meyveler ile masaj seçeneği olmuştur.

**Sonuç:** Ebeveynler dişlerin sürmesi sırasında çocuklarının yaşadığı problemleri çözebilmek için birçok yöntem başvurumaktadırlar. Ancak bu yöntemlerin hangilerinin faydalı olduğu, hangilerinin çocuklarının sağlığı için risk oluşturacağı konusunda ailelerin bilgilendirilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bebek, ağrı, süt dişi sürme, dişlenme, diş çıkarma belirtileri

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of the study is to determine the methods of parents who have children between 0 and 4 years of age to deal with the problems their children encounter during the eruption process and to examine the effect of sociodemographic factors on the preferred methods.

**Methods:** Parents with children between the ages of 0 and 4 participated in the study by answering a 15-question questionnaire sent over the web, which includes the problems their children encounter during the teething period. Descriptive statistics for the data were calculated and shown as frequency (n) and percentage (%). The distribution of the participants according to gender, age group, and educational status was analyzed with Pearson chi-square and Fisher-Freeman-Halton tests, and  $P < ,05$  was considered statistically significant.

**Results:** Of the parents, 78.3% observed symptoms that affect the general state of their children such as fever, restlessness, rash, diarrhea, ear itching, insomnia during the eruption of their primary teeth; 95.2% of them encountered local symptoms such as increased salivation, thumb sucking, gingival redness, and itching in the gingiva. The most effective solution method that was found for the eruption problems by the parents was teething rings (92.1%), cold application and massage to the area where the tooth erupted, and massage with hard vegetables and fruits.

**Conclusion:** Parents refer many methods to solve the problems their children experience during the eruption of teeth. However, families should be informed about which of these methods are beneficial and which ones will cause a risk to their children's health.

**Keywords:** Infant, pain, primary tooth eruption, teething, teething symptoms

Received/Geliş Tarihi: 14.10.2021

Accepted/Kabul Tarihi: 24.05.2022

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.01.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Müge BULUT

E-mail: cimenmg@gmail.com,

muge.bulut@okan.edu.tr

Cite this article as: Bulut M, Tokuç M, Aydın MN. How do parents deal with their children's teething process problems? A cross-sectional study. *Curr Res Dent Sci.* 2023; 33(1): 35-39.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



## GİRİŞ

Bir bebeğin büyüme ve gelişiminin doğal ve beklenen süreci olan diş sürmesi, dişlerin alveolar kemiğin içinden ağız boşluğunda son fonksiyonel konumuna gelene kadar olan hareketi olarak tanımlanır.<sup>1,2</sup> Süt dişlerinin sürmesi genellikle 4-8 aylıkken alt kesici dişlerin çıkması ile başlar ve ikinci büyük azı dişlerinin çıkmasıyla yaklaşık 30-36 aylıkken tamamlanır. Bu fizyolojik süreç bir dizi gen, hormon ve faktöre bağlı olarak değişiklik gösteren çocuğa özel bir dönemdir.<sup>3-5</sup>

Ebeveynler arasında diş sürmesinin bebeklerde önemli davranışsal değişiklikler ile sistemik ve lokal rahatsızlıklara neden olduğu düşünülmektedir.<sup>3,6,7</sup> Diş çıkarma döneminde karşılaşılan rahatsızlıklar çoğunlukla ebeveynlerden, çocuk bakım çalışanlarından ve/veya sağlık profesyonellerinden gelen öznel yorumlardır.<sup>6-8</sup> Neaderland'a göre diş çıkarma ile ilgili yaygın üç algı vardır: Birincisi, diş çıkarma patolojiktir ve semptomlarla neden-sonuç ilişkisi vardır; ikincisi, diş çıkarma fizyolojiktir, semptomlar sadece tesadüfidir; üçüncüsü ise diş çıkarma ağırlıklı olarak fizyolojiktir ve rahatsızlık normal bir sonuçtur.<sup>9</sup>

Bebeklerde 3. ayda başlayan, 36. aydan sonra kaybolan hafif ateş (<38,9°C), huysuzluk, ishal, kusma, burun akıntısı, tükürük salgısında artma, salya akması, uyku bozukluğu, ağız çevresinde kızarıklık, yüzde kızarma, dişi kaplayan diş eti iltihabı, diş eti tahrişi, artan ısıрма eğilimi, çıkan dişin yanında kulak kaşıntısı, ağız içi ülserler ve deri döküntüleri gibi semptomların diş çıkarma dönemi ile ilişkili olduğuna inanılmaktadır.<sup>10-15</sup> Bununla birlikte, diş sürmesi ile bu dönemde ortaya çıkan çocukların genel sağlığını etkileyen sistemik belirtiler arasında doğrudan bir ilişki olduğunu gösteren yeterince kanıt bulunmamaktadır. Yapılan araştırmalarda, diş sürmesinin huzursuzluk, tükürük artışı, diş etini kaşıma isteği, katı besinlere karşı iştahsızlık ile ilişkili olduğu görülsede; ateş, ishal, kızarıklık, enfeksiyon ve döküntü gibi semptomlarla ilişkisi bulunamamıştır.<sup>6,15</sup> Diş çıkarma dönemi aynı zamanda annenin pasif başışıklığının azaldığı ve bebeğin aktif başışıklığının yeni oluşmaya başladığı süreçte olduğu için diş sürmesi ile ilişkilendirilen sistemik semptomların aslında bebeğin enfeksiyonlara daha yatkın hale gelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.<sup>16</sup>

Diş sürme aşamasında karşılaşılan problemler geçici olmakla birlikte diş çıkarma dönemi boyunca tekrar tekrar ortaya çıkarak, anne-babalar için endişe kaynağı olmaktadır.<sup>7-9</sup> Ebeveynler, bebeğin diş çıkarma belirtileri ile karşılaştıklarında problemin tespiti ve ortaya çıkan rahatsızlığı giderebilme konusunda zaman zaman yetersiz kalmaktadırlar.<sup>17,18</sup> Bu rahatsızlıkları gidermek için farmakolojik ve non-farmakolojik yöntemler genellikle birlikte kullanılır. Farmakolojik olarak genellikle bölgesel ağrının azaltılması ve/veya uyuşturmayı hedefleyen topikal diş jelleri, ağrı kesiciler ve antihistaminikler bu dönemde kullanılan ilaçlardandır.<sup>7,11,19,20</sup> Non-farmakolojik yöntemlerden soğuk diş halkalarının kullanımının, çiğneyebileceği soğuk sert meyve ve sebze verilmesinin, diş etlerine masaj yapmanın diş sürme döneminde bebeği rahatlatığı belirtilmektedir.<sup>6,7,11,16,20</sup> Bu yaklaşımlar ile diş çıkarma bölgesi soğutulup, dilate kan damarlarının daralması sağlanarak ve diş etlerini geçici olarak uyuşturarak iltihabın azaltılması amaçlanmaktadır.<sup>21</sup> Çiğneme ve diş eti masajından kaynaklanan basınç da duyu reseptörlerini ezerek ağrıyı azaltmaktadır.<sup>22,23</sup> Günümüzde sarımsak, adaçayı, papatya, karanfil gibi bitki ekstraktları, çay ağacı yağı bazı merhemler, karanfil yağı merhemler, aromaterapi ve kehribar gibi geleneksel yöntemler de ebeveynler tarafından

sürme dönemi semptomlarını ortadan kaldırmak için tercih edilmektedir.<sup>19,20,24,25</sup>

Bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, ebeveynlerin çocuklarının süt dişlerinin sürmesi sırasında karşılaştıkları problemleri ve bu problemlerin giderilmesine yönelik çözüm tercihlerini değerlendirmektir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Araştırmanın etik kurul onayı İstanbul Okan Üniversitesi Etik Kurulu'ndan (2021/134 sayılı karar) alınmıştır. Çalışma için, 0-4 yaş arasında çocukları olan ebeveynlere internet üzerinden gönderilmek üzere çocuklarının diş sürme döneminde karşılaştıkları problemleri içeren 15 soruluk bir anket oluşturulmuştur. Çalışma Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak yapılmış olup, çalışmanın amacını ve gönüllü katılımı belirten onama anketinde yer verilmiştir. Yapılacak olan kesitsel çalışmaya ait anket formu Google Forms uygulaması üzerinden hazırlanarak bağlantı linki, çocuklu ailelere yönelik bilgilendirici yayın yapan sosyal medya hesaplarının yöneticileri ile paylaşılmış ve anket formunu yayınlamaya onay veren hesaplar üzerinden dağıtılmıştır. Bu bağlamda online anket formu Nisan-Haziran 2021 tarihleri arasında erişime açık tutulmuştur. Belirlenen sayı tamamlandığında anket formuna erişim kapatılmış ve elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bir katılımcıdan gelebilecek birden fazla cevap, anketi tamamlayan her gönüllünün IP adresleri kontrol edilerek önlenmiştir.

Anketin ilk aşamasında ebeveynlerin yaşı, cinsiyeti, eğitim seviyesi gibi sosyodemografik veriler toplanmıştır. İkinci aşamasında ise literatürde bildirilen diş sürme sırasında karşılaşılan problemler ve bu problemlerin yönetilmesine yönelik kullanılan farmakolojik ve non-farmakolojik yöntemler ile ilgili sorular yer almaktadır.

Çalışma öncesinde yapılan güç analizi doğrultusunda ( $\alpha$ )=0,05, güç (1 -  $\beta$ )=0,80,  $Z_{\alpha/2}$ =1,96, ve  $P$ =,65) gerekli minimum örneklem büyüklüğü 350 olarak belirlenmiştir.

### İstatistiksel Analiz

Verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler hesaplanarak frekans (n) ve yüzde (%) olarak gösterilmiştir. Anket sorularına verilen yanıtların, katılımcıların cinsiyet, yaş grubu ve öğrenim durumuna göre dağılımlarının incelenmesi için Pearson ki kare ve Fisher-Freeman-Halton testlerinden yararlanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde  $P < ,05$  kriteri kullanılmıştır. İstatistik analizler için SPSS 21 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) paket programından yararlanılmıştır.

## BULGULAR

Bu kesitsel çalışmada, 400 katılımcı paylaşılan anketi yapmayı kabul ederek soruları cevaplamıştır. 10 gönüllü tüm soruları cevaplamadığı, 12 gönüllü ise birden fazla seçenek işaretlediği için 22 sonuç çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmaya dahil edilen 378 anket formu istatistik bilgileri açısından değerlendirilmiştir.

Katılımcılara ilişkin verilere göre; anketi cevaplayan gönüllülerin %82,5'ini kadınlar oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında değerlendirilenlerin en fazla 30-39 yaş aralığında (%80,4) ve büyük çoğunluğunun (%91) öğrenim durumunun üniversite ve üstü olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Ankete katılan ailelerden %78,3'ü çocuklarında dişlerinin çıkması sırasında ateş, huzursuzluk, döküntü, ishal, kulak kaşıntısı, uyku-suzluk gibi genel halini etkileyen problemler ile karşılaşmıştır.

Tablo 1. Katılımcılara İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler		n	%
Cinsiyet	Kadın	312	82,5
	Erkek	66	17,5
Yaş	21-29	34	9,0
	30-39	304	80,4
	40-49	40	10,6
Öğrenim Durumu	İlk ve orta öğretim	34	9,0
	Üniversite ve üstü	344	91,0

Bununla birlikte ankete katılan kadınların sürme sırasındaki sistemik problemlerle karşılaşma sorusunu "evet" şeklinde yanıtlama oranı erkeklerden istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha fazladır ( $P=,003$ ). Yaş gruplarına göre değerlendirildiğinde ise 40-49 yaş grubunun çocuklarının diş sürmesi sırasında sistemik problemlerle karşılaşma oranı diğer yaş gruplarına göre anlamlı düzeyde düşükken ( $P=,010$ ), 21-29 ve 30-39 yaş gruplarında ise benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Tükürük artışı, parmak emme, diş etinde kızarıklık, diş etinde kaşınma gibi lokal problemler ile karşılaşanların oranı ise %95,2 bulunmuştur. Bu kişilerden 40-49 yaş grubunda yer alanların oranı diğer yaş gruplarından anlamlı düzeyde düşük bulunurken ( $P < ,001$ ), 21-29 ve 30-39 yaş gruplarının oranı istatistiksel açıdan benzer olduğu belirlenmiştir.

Problemlere yönelik tedavilerde diş jelleri (%60,3) ve ağrı kesici ilaçların (%56,6) kullanımında çoğunluk olarak doktor tavsiyesi dikkate alınmış ve tüm yaş gruplarında etkili olma oranları yüksek olarak cevaplanmıştır. Ankete katılanların en etkili bulduğu yöntem %92,1 ile diş kaşıcılar, dişin çıktığı yere soğuk uygulama ve masaj, sert sebze ve meyveler ile masaj seçeneği olmuştur. Soruya ilişkin kadın ve erkeklerin verdiği yanıtların oranları incelendiğinde, gruplar arasında frekans dağılımları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık vardır ( $P=,002$ ). Bu farklılık alt gruplardaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Yöntemin etkili olduğunu düşünen kadınların oranının istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde erkeklerden fazla olduğu görülürken, yöntem hakkında fikri olmayan ve etkili olmadığını düşünen erkeklerin oranı ise kadınlardan anlamlı düzeyde daha fazladır. Sarımsak, soğan, karanfil yağı, karadut özü, papatya gibi bitki ve bitkisel ekstraların kullanımı ile kehribar kolye kullanımı ise tercih edilmeyen yöntemler olarak işaretlenmiştir (Tablo 2).

## TARTIŞMA

Diş çıkarma süreci bebeklerde görülen ruhsal ve bölgesel değişimler nedeniyle çoğu ebeveyn için stresli geçen bir dönemdir.<sup>26</sup> Epidemiyolojik çalışmalar, Cunha ve ark.'na<sup>27</sup> göre %95 ile Noor-Mohammed ve Basha'ya<sup>13</sup> göre %68 arasında değişen, süt dişinin sürmesi sırasında farklı rahatsızlık prevalansları bildirmiştir.

Yapılan çalışmalarda tükürük artışı, diş etlerinde kızarıklık/kaşınma, ısırma ve çiğneme isteğinde artış, huzursuzluk ve uyku süresinin azalması en sık karşılaşılan şikayetler arasında yer almaktadır.<sup>17,28</sup> Bununla birlikte, özellikle katı gıdalara karşı azalmış iştah, ateş (<38,9°C), ishal ve kusmanın diş sürme ile en sık ilişkili semptomlar olduğu bildirilmiştir.<sup>7,13,15,19</sup> Çalışmamızda da önceki çalışmalarla uyumlu olarak diş sürmesi sırasında bir veya daha fazla belirti ve semptomla karşılaşıldığı görülmüştür.<sup>13,17,27</sup> Araştırmamıza katılan ebeveynlerin büyük çoğunluğu, dişlerin sürmesine en fazla tükürük artışı, parmak emme, diş etinde kızarıklık, diş etinde kaşınma, nesnelere çiğneme isteği gibi lokal rahatsızlıkların eşlik ettiğini belirtmişlerdir. Ateş, huzursuzluk, döküntü, ishal, kulak kaşınması ve uykusuzluk da ebeveynlerin çocuklarında karşılaştığı diğer semptomlar arasında yer almıştır.

Literatür incelendiğinde sistemik semptomlar ile diş çıkarma birlikteliğine ilişkin farklı görüşler bulunsa da birçok çalışma, Memarpour ve ark.'larının çalışmalarında olduğu gibi diş sürmesinin fizyolojik bir süreç olduğunu ve sistemik semptomlar ile diş çıkarma arasında bir ilişki bulamadıklarını, belirtilerin nedensel sonuçlardan ziyade diş çıkarma ile tesadüfi olabileceğini bildirmektedir.<sup>1,2,6,27</sup> Ateş, ishal, kusma gibi sistemik semptomların diş çıkarmadan daha çok bakteriyel veya viral kaynaklı enfeksiyonlara bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bebeklik döneminde 6 aydan sonra gastroenterit sıklığının artış gösterdiği bildirilmektedir.<sup>29</sup> Bunun nedenlerinin emzik ve biberon kullanımı, ek gıdaya geçiş dönemi ile kontamine gıda alma sıklığındaki artış ve oral dönemin özelliklerine bağlı olarak nesnelere ağıza alma isteği bu yaş grubunda hijyen sağlamada zorluğu beraberinde getirmektedir. Bu da çocukları enfeksiyonlara açık hale getirmektedir.<sup>30</sup> Bu dönemin diş çıkarma dönemi ile çakışması ebeveynlere, kendi meslek, bilgi, deneyim, algı ve inançlarına bağlı olarak enfeksiyöz durumlara

Tablo 2. Ebeveynlerin Dişlerinin Çıkması Sırasında Oluşan Problemlerin Önüne Geçmek İçin Faydalandığı Yöntemler

Diş jelleri	Ağrı kesici-antihistaminik ilaçlar (alerji ilaçları)	Diş kaşıcılar, dişin çıktığı yere soğuk uygulama ve masaj, sert sebze ve meyveler ile	Sarımsak, soğan, karanfil yağı, karadut özü, papatya gibi bitki ve bitkisel ekstralardan faydalanma	Kehribar kolye	n	n (%)
+	-	-	-	-	10	2,6%
-	+	-	-	-	6	1,6%
-	-	+	-	-	134	35,4%
-	-	-	+	-	6	1,6%
-	-	-	-	+	10	2,6%
+	+	-	-	-	4	1,1%
+	-	+	-	-	48	12,7%
+	-	-	+	-	2	0,5%
+	-	-	-	+	4	1,1%
-	+	+	-	-	8	2,1%
-	-	+	+	-	16	4,2%
-	-	+	-	+	36	9,5%
+	+	+	-	-	14	3,7%
+	-	+	+	-	12	3,2%
+	-	+	-	+	20	5,3%
-	+	+	+	-	2	0,5%
-	-	+	+	+	16	4,2%
+	+	+	+	-	16	4,2%
+	+	+	-	+	6	1,6%
-	+	+	+	+	6	1,6%
+	+	+	+	+	2	0,5%

bağlı bu semptomların bebeklerinin diş çıkarması ile ilgili olduğunu düşündürmektedir.<sup>2,7,22,31</sup>

Çalışmamıza kadınların %87,5 oranla erkeklere göre daha fazla katılım gösterdiği görülmektedir. Bu durumun toplumumuzda annelerin çocuk bakımında büyük rolü üstlenmesi ve özellikle sosyal medyada bebek ve çocuk bakımına yönelik sosyal medya hesaplarını daha çok takip etmesinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde literatürde bebek ve çocuk bakımı ile ilgili sadece annelere yönelik yapılan çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmektedir.<sup>12,32,33</sup>

Diş sürme dönemindeki rahatsızlıkları gidermek için geçmişten bu yana pek çok farmakolojik ve geleneksel yöntemte başvurulmuştur. Markman,<sup>6</sup> diş çıkarma sürecinde ebeveynlere çok fazla tavsiye verildiğini ancak bu tavsiyelerin kanıta dayalı olmadığını belirtmektedir.

Çalışmamızda ebeveynlerin en fazla etkili olduğunu düşündüğü yöntem %92,1 ile diş kaşıcılar, ikinci olarak da %42,9 ile ağrı kesici, antihistaminik kullanımı olmuştur. Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (AAPD) de sürme dönemindeki semptomların tedavisinde oral analjezikleri ve bebeklerin ısırabilmesi için soğutulmuş diş halkalarını önermektedir.<sup>34</sup> Soğutma, dilate kan damarlarının daralmasına neden olarak ve diş etlerini geçici olarak uyuşturarak iltihabı azaltırken; basınç, çiğneme ve diş eti masajı, duyu reseptörlerini ezerek ağrıyı azaltmaktadır.<sup>21-23</sup>

Oral ve topikal ilaçların, özellikle oral analjeziklerin kullanılmasıyla ilişkili riskleri tartışmak önemlidir. Trajanovska ve ark. ebeveynlerin, bebek diş çıkarma semptomlarını hafifletmek için reçetesiz satılan ilaçları kullanma konusunda nadiren bir sağlık uzmanının tavsiyesini aradıklarını belirtmektedir.<sup>35</sup> Asetaminofen ve ibuprofen, diş sürme dönemindeki ağrıları etkili olabilen ve çocuklarda yaygın kullanılan ağrı kesici, ateş düşürücü ilaçlardır.<sup>20</sup> Bebeklerde bu ilaçların hekimlerin önerdiği dozda kullanımı yan etki oluşmaması için büyük önem taşımaktadır. Lidokain ve benzokain ise topikal jellerin içinde yaygın olarak kullanılan lokal anesteziplerdir.<sup>20</sup> Benzer etki süreleri olsa da benzokain, bir ester olarak, daha yüksek aşırı duyarlılık reaksiyonları ve methemaglobinemi gibi ciddi yan etki riski taşımaktadır.<sup>36,37</sup> Bu nedenle AAPD, topikal anestezi içeren diş jellerinin bebeklerde kullanımını potansiyel toksisite nedeniyle önermemektedir.<sup>34</sup> Çalışmamızda ankete katılan ebeveynlerin %91'inin eğitim seviyesinin üniversite ve üstü olması, ilaçların kullanımında doktor tavsiyesinin neden yüksek oranda dikkate alındığını açıklamaktadır. Ancak farklı düzeydeki eğitim seviyelerinden katılımcının az olması değerlendirmenin limitasyonunu oluşturmuştur.

Çalışmamızda sürme semptomlarının hafifletilmesinde yalnızca sarımsak, soğan, karanfil yağı, karadut özü, papatya gibi bitki ve bitkisel ekstraktların kullanımı %1,6 ve yalnızca kehribar kolye kullanımı ise %2,6 ile sınırlı kalarak bu yöntemlerin tercih edilmediği belirlenmiştir. Çay ağacı yağı bazlı merhemler, karanfil yağı bazlı merhemler, bitkisel formülasyonlar, aromaterapi ve homeopatik ilaçlar da dahil olmak üzere diş çıkarma ağrısını yönetmek için bir dizi tamamlayıcı ve alternatif ilaçlar önerilse de bu yöntemlerin hiçbirinin diş sürme sırasındaki ağrıyı yönetmede etkinliği kanıtlanmamıştır.<sup>19,38</sup> Günümüzde özellikle sosyal medyada sıkça tavsiye edilen kehribar kolyelerin içeriğindeki süksinik asit sayesinde antiinflamatuvar özelliği olduğu ileri sürülmektedir. Ancak Nissen ve ark.ları 2019 yılında yaptıkları çalışmada kehribar boncuklardan süksinik asit salınmadığını ve ek olarak, makro-fajların süksinik asit ile tedavisinin inflamatuvar sitokin salınımını

azaltmadığını bununla birlikte yüksek konsantrasyonlarda hücrelerde toksisiteye yol açtığını bildirmişlerdir.<sup>39</sup> Kehribar kolyeler ile yapılan başka bir çalışmada da Machet ve ark.ları, kolyelerin üzerinde belirli koşullar altında patojen olabilen koagülaz negatif stafilkok bakterisi kolonizasyonları tespit etmişlerdir.<sup>40</sup> Bu kolyelerin boğulma ve aspirasyon riski yarattığını gösteren çocuk vaka raporu da mevcuttur.<sup>41</sup> Bu sonuçlara dayanarak, kehribarın süksinik asit bileşeninin diş çıkarma semptomlarının tedavisinde yararlı olabilecek herhangi bir antiinflamatuvar etkisi olmadığı gibi, çocuklarda kullanımının güvenli olmadığını söylemek mümkündür.

Çalışmamızın internet tabanlı olarak yürütülmesi bazı limitasyonları da beraberinde getirmiştir. Anket formu sadece internet kullanan ve belirli sosyal medya hesaplarını takip eden bir gruba ulaştırılabilmektedir. Bu durumun katılımcıların yaş grubu dağılımının ağırlıklı olarak 30-39 yaş arası ve eğitim seviyesinin üniversite ve üzeri olmasına neden olduğu görülmektedir. Aynı zamanda anket linkinin hedef kitleye ulaştırılmasında sosyal medyanın kullanılması nedeniyle anketin toplamda kaç kişiye ulaştığı bilgisini tespit etmek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle yüzde kaç geri dönüş alındığı bilgisi verilememektedir. Çalışmanın internet tabanlı olarak yürütülmesinde hedef daha geniş bir kitleye ulaşmak olsa da üç aylık veri toplama süresi boyunca çalışma için gerekli minimum katılımcı sayısına yakın bir sayıya ulaşılabilmektedir. Heiervang ve ark. benzer şekilde hem yüz yüze hem de internet tabanlı olarak yürüttükleri çalışmalarında, internet tabanlı yürütülen ankette geri dönüşlerin ve anketteki soruları tam olarak yanıtlama yüzdesinin daha düşük olduğunu bildirmişler ve bunu internet tabanlı olarak yürütülen çalışmaların bir limitasyonu olarak bildirmişlerdir.<sup>42</sup>

Diş sürme dönemi, bebekler ve ebeveynleri için zaman zaman yorucu ve stresli bir deneyim olmaktadır. Birçok ebeveyn, diş çıkarma belirtileri ve semptomlarının giderilmesinde çeşitli yollara başvurmaktadır. Uygulanan yöntemlerin ailelerin önceki deneyimlerinden, bilgi seviyelerinden, tavsiyelerden ve inançlardan etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle etkili ve güvenilir yöntemlerle diş sürme problemlerinin çözülmesi ve sürecin rahatlıkla yönetilebilmesi için ebeveynlerin uzman hekimler tarafından bilgilendirilmesi büyük önem taşır.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için etik komite onayı İstanbul Okan Üniversitesi Etik Kurulu'ndan (Tarih: 10.03.2021, Sayı: 2021/134) alınmıştır.

**Hasta Onamı:** Yazılı onam bu çalışmaya katılan tüm katılımcılardan alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – M.B., M.T.; Tasarım – M.B., M.T., M.N.A.; Denetleme – M.B.; Kaynaklar – M.B., M.T., M.N.A.; Malzemeler – M.B., M.T., M.N.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – M.B., M.T., M.N.A.; Analiz ve/veya Yorum – M.B.; Literatür Taraması – M.B., M.T., M.N.A.; Yazıyı Yazan – M.B., M.T., M.N.A.; Eleştirel İnceleme – M.B., M.T.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Ethics Committee Approval:** Ethics committee approval was received for this study from the ethics committee of İstanbul Okan University (Date: March 10, 2021, Number: 2021/134).

**Informed Consent:** Written informed consent was obtained from all participants who participated in this study.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – M.B., M.T.; Design – M.B., M.T., M.N.A.; Supervision – M.B.; Resources – M.B., M.T., M.N.A.; Materials – M.B., M.T., M.N.A.; Data Collection and/or Processing – M.B., M.T., M.N.A.; Analysis and/or Interpretation – M.B.; Literature Search – M.B., M.T., M.N.A.; Writing Manuscript – M.B., M.T., M.N.A.; Critical Review – M.B., M.T.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support.

## KAYNAKLAR

- Memarpour M, Soltanimehr E, Eskandarian T. Signs and symptoms associated with primary tooth eruption: A clinical trial of nonpharmacological remedies. *BMC Oral Health*. 2015;15:88. [CrossRef]
- Wake M, Hesketh K, Lucas J. Teething and tooth eruption in infants: A cohort study. *Pediatrics*. 2000;106(6):1374-1379. [CrossRef]
- McDonald RE, Avery DR, Dean JA. Eruption of the teeth: Local, systemic and congenital factors that influence the process. In: Dean JA, McDonald RE, Avery DR, eds. *Dentistry for the Child and Adolescent*. 9th ed. St Louis: Mosby; 2010:155-176.
- Marks SC. The basic and applied biology of tooth eruption. *Connect Tissue Res*. 1995;32(1-4):149-157. [CrossRef]
- Wise GE, Frazier-Bowers S, D'Souza RN. Cellular, molecular and genetic determinants of tooth eruption. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2002;13(4):323-334. [CrossRef]
- Markman L. Teething: Facts and fiction. *Pediatr Rev*. 2009;30(8):e59-e64. [CrossRef]
- Ashley MP. It's only teething...a report of the myths and modern approaches to teething. *Br Dent J*. 2001;191(1):4-8. [CrossRef]
- Barlow BS, Kanellis MJ, Slayton RL. Tooth eruption symptoms: A survey of parents and health professionals. *ASDC J Dent Child*. 2002;69(2):148-150.
- Neaderland R. Teething- a review. *J Dent Child*. 1952;19:127-132.
- Çelen R, Taş Arslan F. Bebeklerde diş çıkarma süreci ve bu süreçte karşılaşılan sorunlara yönelik uygulamalar. *Güncel Pediatr*. 2018; 16(2):181-186. [CrossRef]
- Bhavneet K. Awareness of parents towards teething. *Bangladesh J Med Sci*. 2012;11(1):40-43. [CrossRef]
- Kılınç G, Edem P, Günay T, Aydın A, Halicioğlu O, Sevinç N. Annelerin çocuklarının süt dişlerinin sürmesi ile ilgili şikâyet ve yaklaşımları. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*. 2015;21(2):90-94. [CrossRef]
- Noor-Mohammed R, Basha S. Teething disturbances; prevalence of objective manifestations in children under age 4 months to 36 months. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17(3):e491-e494. [CrossRef]
- Sood M, Sood S. Problems with teething in children. *Pediatr Oncall*. 2010;7:20. Available at: <https://www.pediatriconcall.com/pediatricjournal/view/fulltextarticles/297JJ0J0/374/0>. Accessed January 10, 2018.
- Ramos-Jorge J, Pordeus IA, Ramos-Jorge ML, Paiva SM. Prospective longitudinal study of signs and symptoms associated with primary tooth eruption. *Pediatrics*. 2011;128(3):471-476. [CrossRef]
- Wray D. The torment of teething. *Br Dent J*. 1990;169(1):7. [CrossRef]
- Plutzer K, Keirse MJNC. Teething: A problem for children, parents and their doctors. *Med Today*. 2011;12(12):44-48.
- Kozuch M, Peacock E, D'Auria JP. Infant teething information on the World Wide Web: Taking a byte out of the search. *J Pediatr Health Care*. 2015;29(1):38-45. [CrossRef]
- McIntyre GT, McIntyre GM. Teething troubles?. *Br Dent J*. 2002;192(5):251-255. [CrossRef]
- Tsang AK. Teething, teething pain and teething remedies. *SADJ*. 2010;12:48-61.
- Williams TJ. The role of prostaglandins in inflammation. *Ann R Coll Surg Engl*. 1978;60(3):198-201.
- Owais AI, Zawaideh F, Al-Batayneh OB. Challenging parents' myths regarding their children's teething. *Int J Dent Hyg*. 2010;8(1):28-34. [CrossRef]
- Steward M. Infant care-teething troubles. *Community Outlook*. 1988;May:27-28.
- Meer Z, Meer A. Teething trouble and its management in children. *Int J Dent Clin*. 2011;3:75-77.
- Gürsoy OV, Gürsoy UK. Anadolu'da diş ve diyeti ile ilgili hastalıkların tedavisinde halk arasında yaygın olarak kullanılan bitkiler, kullanım şekilleri ve bitkisel özellikleri. *Cumhuriyet Dent J*. 2004;7:64-67.
- Haznedaroğlu E, Menten A. The internet versus pediatricians as a source of infant teething information for parents in Turkey. *Clinics (Sao Paulo)*. 2016;71(8):430-434. [CrossRef]
- Cunha RF, Pugliesi DM, Garcia LD, Murata SS. Systemic and local teething disturbances: Prevalence in a clinic for infants. *J Dent Child (Chic)*. 2004;71(1):24-26.
- Akal N, Yılmaz Z, Bani M. Süt ve daimi dişlerde sürme problemleri: 4 olgu sunumu. *Curr Res Dent Sci*. 2018;28(2):233-238.
- Güler Ç, Akın L. *Halk Sağlığı Temel Bilgiler*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları; 2006:905-913.
- Konuklu B, Koçoğlu D. 0-3 yaş çocuğu olan annelerin ishale bilgi ve uygulamaları. *HÜ Sağlık Bilimleri Fak Derg*. 2016;3(1):36-49.
- Macknin ML, Piedmonte M, Jacobs J, Skibinski C. Symptoms associated with infant teething: A prospective study. *Pediatrics*. 2000;105(4 Pt 1):747-752. [CrossRef]
- Plutzer K, Spencer AJ, Keirse MJNC. How first-time mothers perceive and deal with teething symptoms: A randomized controlled trial. *Child Care Health Dev*. 2012;38(2):292-299. [CrossRef]
- Almaz ME. Annelerin süt dişlenme ile ilgili bilgi ve deneyimlerinin değerlendirilmesi. *Kırıkkale Univ Tıp Fak Derg*. 2018;20(3):306-312.
- American Academy of Pediatric Dentistry, Clinical Affairs Committee-Infant Oral Health Subcommittee. Guideline on infant Oral Health care. *Pediatr Dent*. 2012;34:148-149.
- Trajanovska M, Manias E, Cranswick N, Johnston L. Parental management of childhood complaints: Over-the-counter medicine use and advice-seeking behaviours. *J Clin Nurs*. 2010;19(13-14):2065-2075. [CrossRef]
- Balicer RD, Kitai E. Methemoglobinemia caused by topical teething preparation: A case report. *Sci World J*. 2004;15(4):517-520.
- Bong CL, Hilliard J, Seefelder C. Severe methemoglobinemia from topical benzocaine 7.5% (baby orajel) use for teething pain in a toddler. *Clin Pediatr*. 2009;48(2):209-211. [CrossRef]
- Ekins-Daukes S, Helms PJ, Taylor MW, Simpson CR, McLay JS. Paediatric homoeopathy in general practice: Where, when and why? *Br J Clin Pharmacol*. 2005;59(6):743-749. [CrossRef]
- Nissen MD, Lau ETL, Cabot PJ, Steadman KJ. Baltic amber teething necklaces: Could succinic acid leaching from beads provide anti-inflammatory effects? *BMC Complement Altern Med*. 2019;19(1):162. [CrossRef]
- Machet P, Lanotte P, Giraudeau B, Leperlier M, Tavernier E, Maruani A. Amber necklaces: Reasons for use and awareness of risk associated with bacterial colonisation. *Eur J Dermatol*. 2016;26(6):580-585. [CrossRef]
- Cox C, Petrie N, Hurley KF. Infant strangulation from an amber teething necklace. *CJEM*. 2017;19(5):400-403. [CrossRef]
- Heiervang E, Goodman R. Advantages and limitations of web-based surveys: Evidence from a child mental health survey. *Soc. Psychiat Epidemiol*. 2001;46:69-76.

# Diş hekimliği pratiğinde yapay zekanın ilk basamağı: Segmentasyon uygulamaları

The first step of artificial intelligence in dental practice: Segmentation applications

Elif ŞENER<sup>1</sup>   
Barış Oğuz GÜRSES<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Makine Teorisi ve Dinamiği Ana Bilim Dalı, İzmir, Türkiye

## ÖZ

3 boyutlu (3B) görüntüleme tekniklerinin dişhekimliği pratiğinde kullanımının artışı, gerek medikal gerekse dental tanı ve tedavi planlamasında yararlanılacak yapay zeka uygulamaları aşamasında 3B görüntü temelli bilgisayar destekli görüntü analiz yöntemlerinin kullanımını hızlandırmıştır. Görüntü verileri kullanılarak anatomik yapıların segmentasyon işleminin gerçekleştirilmesi tıbbi modellemenin temeli olup; X ışını temelli görüntü analizi sürecinin önemli bir parçasını oluşturur. Görüntü veri analizinin yüksek doğrulukla gerçekleştirilmesi aşamasında segmentasyon işleminin doğru ve yeterli şekilde yapılma zorunluluğu, segmentasyon yöntemlerinin hassasiyetinin medikal tomografi ve dental volümetrik tomografi (DVT) cihazları kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda irdelenmesine neden olmuştur. Bu çalışmanın amacı; dişhekimliğinin birçok farklı disiplininde kullanılan temel segmentasyon tekniklerini tanıtmak, mevcut avantaj, dezavantaj ve sınırlıklarını tartışmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** yapay zeka, görüntü segmentasyon yöntemleri, dental volümetrik tomografi (DVT), dental

## ABSTRACT

The increasing use of 3-dimensional imaging techniques in dental practice has boosted the development and employment of 3-dimensional image-based computer-aided analysis for implementation of artificial intelligence into medical/dental diagnosis and management. Segmentation of anatomical structures using image data is the basis of medical modeling and an important part of the x-ray-based image analysis process. Since an accurate and efficient segmentation approach is required for appropriate image data analysis, the precision of segmentation methods has been tested in many studies using multislice computed tomography and more recently by dental volumetric tomography. The aim of this review paper is to present main image segmentation approaches which have been used in many disciplines of dentistry and to discuss their advantages, disadvantages, and limitations.

**Keywords:** Artificial intelligence, image segmentation methods, dental volumetric tomography (DVT), dental

## GİRİŞ

Tanısal sürecin en önemli komponentlerinin başında yer alan tıbbi görüntüleme teknikleri, patolojilerin değerlendirilmesinde kullanılan en objektif yöntemler olarak kabul edilmektedir. Geçtiğimiz yüzyıl içinde bu tekniklerinin sayısında gözlenen artış, görüntü oluşumu ve analizi aşamasında bilgisayarların ve yapay zekanın kullanımını da zorunlu hale getirmiştir.<sup>1</sup> Tanı amacıyla elde edilen görüntülerin bilgisayar destekli analizlerindeki ilk aşama ise, yapay zeka uygulamalarının temel basamağı olan görüntü segmentasyonudur ve görüntü iyileştirme ve görüntü onarma gibi görüntü analiz yöntemlerinden farklı olarak, görüntü analizinin en temel aşaması olarak kabul edilebilir.<sup>2</sup> Kimi zaman “görüntü bölütleme” olarak da tanımlanan görüntü segmentasyonu, bir görüntünün her biri içerisinde grilik düzeyi, renk, yapı, parlaklık ve kontrast gibi farklı özelliklerin tutulduğu anlamlı bölgelere ayrılması işlemidir (Şekil 1). Segmentasyon, piksellerden oluşan görüntü gösterimini basitleştirmek ve pikselleri gerçek dünyada anlamlı bir nesneye karşılık gelecek kümeler haline getirmek amacıyla kullanılır. Segmentasyon işlemi

Geliş Tarihi/Received: 05.10.2020

Kabul Tarihi/Accepted: 18.03.2021

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.01.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Elif ŞENER

E-mail: esogur@yahoo.com

Cite this article as: Şener E, Gürses BO.

The first step of artificial intelligence in dental practice: Segmentation applications. *Curr Res Dent Sci.* 2023; 33(1): 40-49.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.



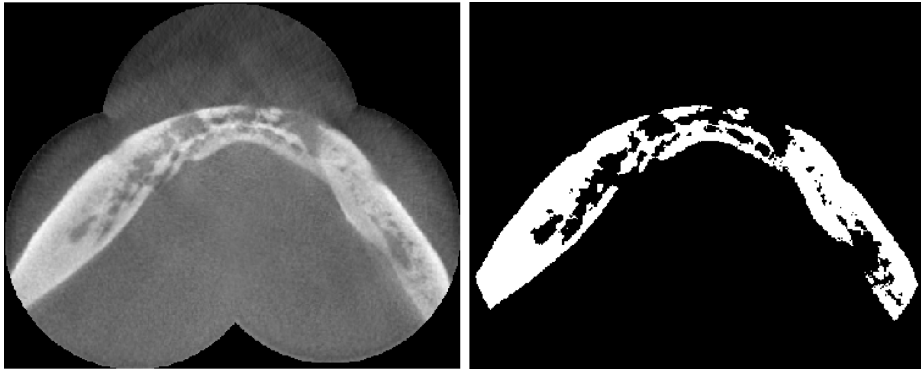
**Şekil 1.** Görüntü segmentasyonu işlemi

sonucunda oluşturulan bölgelerin doğruluğu, geliştirilen medikal görüntü işleme uygulamasının doğruluğunu da direkt olarak etkilemektedir. Segmentasyonla elde edilen görüntüler üzerinde anatomik yapıların görselleştirilmesi, normalden sapan patolojik yapıların saptanması ile bu patolojik yapıların boyutlarının ve lokalizasyonunun tam olarak belirlenmesi mümkün olmaktadır.<sup>3</sup> Patolojilerin boyutlarının ve lokalizasyonunun belirlenmesi işlemi insan gözü açısından basit olmakla birlikte, oldukça sübjektif bir yapıdadır. Bu işlemin objektif olarak gerçekleştirilmesi için gereken mühendislik yaklaşımları ise karmaşık algoritmalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Patolojilerin tanısı, anatomik yapıların boyutlarının belirlenmesi gibi uygulamalarda kullanılan algoritmalar segmentasyon işlemi ile oluşturulmuş bölgeler üzerinde uygulandıklarından, kritik öneme sahiptirler.

### Segmentasyon İşlemi ve Yöntemleri

Günümüze gelinceye kadar medikal görüntü segmentasyonu konusunda çok sayıda algoritma geliştirilmiş olup, bu konuda

yapılan çalışmalarda segmentasyon teknikleri çok farklı şekillerde sınıflandırılmıştır.<sup>1,2,4</sup> Görüntü segmentasyonu aşamasında kullanılan algoritmalar, görüntü üzerindeki gri seviye değerlerinin iki temel özelliğinden birine dayalı olarak tasarlanırlar. Bu özelliklerden ilki, görüntü içerisindeki gri seviye değerlerindeki süreksizlik (discontinuity) özelliğidir; gri seviyelerdeki ani değişikliklere dayalı olarak bir görüntüdeki kenar ve ayrıntıların belirlenmesine (edge detection) karşılık gelir (Şekil 2). Diğer özellik ise, gri seviye değerlerindeki benzerliklerdir (similarity) ve bu görüntü segmentasyonunda, görüntü içerisindeki doku ve/veya ışık şiddeti benzerliğine sahip bölgelerin belirlenmesi ve gruplanması bölge büyütme, şablon modeller, Gabor ve S dönüşümü,<sup>5</sup> adaptif veya global eşikleme,<sup>6</sup> sinir ağları gibi yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Şekil 3). Eşikleme yaklaşımları en eski ve basit segmentasyon yöntemleri olup, görüntüdeki bütün piksellerin taranması ve piksellerin gri aralık değerlerinin bir eşik değeri ile karşılaştırılarak ikili değerlere dönüştürülmesine dayanmaktadır.<sup>6</sup> Eşikleme yöntemindeki en önemli sorun, eşik değerinin

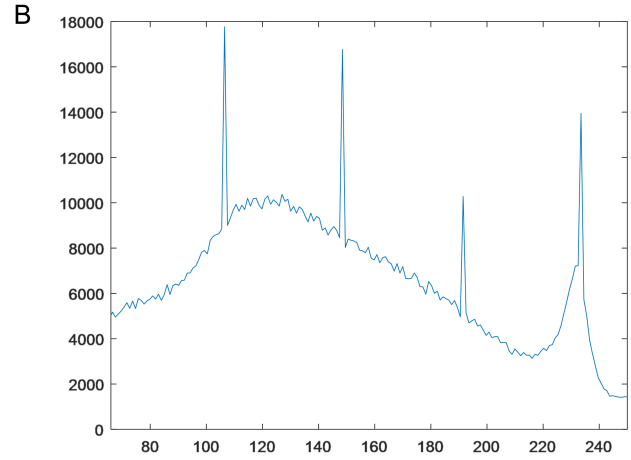
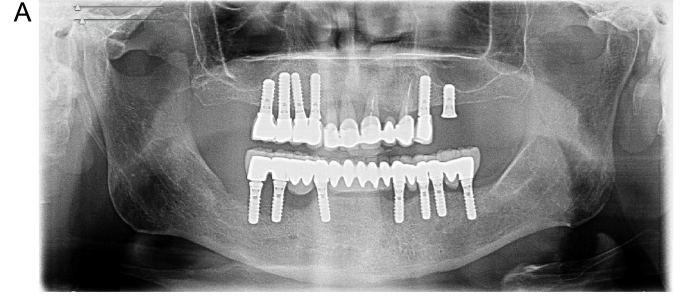


**Şekil 2.** Global eşikleme ile mandibulanın segmentasyonu



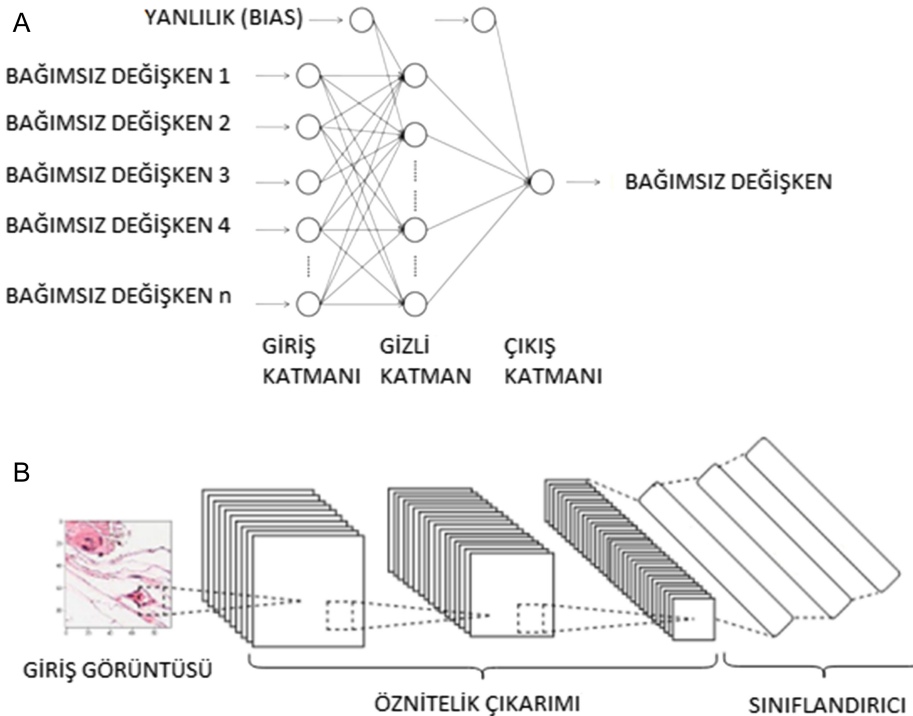
**Şekil 3.** Canny metodu ile mandibula sınırlarının belirlenmesi

bulunmasıdır; genellikle görüntünün histogramı incelenerek eşik değeri belirlenmektedir. Görüntünün histogramı eğer bimodal (çift tepeli) ise, görüntü tek bir eşik değeri ile iki farklı bölgeye ayrılabilir. Fakat ne yazık ki genellikle dental görüntülerin histogramları multimodal (çok tepeli) olup, tek bir eşik değeri ile bütün segmentasyon işlemi gerçekleştirilememektedir (Şekil 4). Ayrıca görüntüdeki artefaktlar görüntünün histogramını etkilemekte ve eşikleme işleminin performansını düşürmektedir. Kenar belirleme (edge detection) tabanlı yöntemlerde ise, segmentasyon işlemi farklı bölgeleri ayıran kenarların otomatik olarak belirlenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bu kenarlar, farklı bölgeler arasındaki gri seviyesi geçişlerindeki süreksizliğin tanımlanması ile bulunmaktadır. Prewitt, Sobel, Roberts, Kirsch, Laplacian, Canny, Marr-Hilclath gibi farklı kenar bulma yöntemleri mevcuttur.<sup>7</sup> Kenarlar bulunduktan sonra, segmentasyon işleminin tamamlanması için bu kenarların birleştirilerek bölgeleri ayıran sınırların oluşturulması gerekmektedir. Bu aşamada, hatalı, kısa, anlamsız kenarların uygun yöntem ile silinmesi ve bu sınırlara dâhil edilememesi önemlidir. Bölge belirleme yöntemleri ise eşikleme ve kenar belirleme işlemlerinden farklı olarak, görüntüde benzer özellikteki yapıların bulunarak homojen kümelerin oluşturulması prensibine dayanmaktadır. Genellikle görüntüdeki piksellerin gri seviyesi incelenerek bölgelerin homojenliği belirlenmektedir. Bölgeleme tabanlı algoritmalarına watershed segmentasyonu ile k-ortalama kümeleme yöntemleri örnek gösterilebilir.<sup>8</sup> Son yıllarda, derin öğrenme algoritmaları görüntü işleme sistemlerindeki başarılı uygulamaları sebebiyle medikal alanda oldukça fazla ilgi çekmişlerdir. Derin öğrenme yöntemleri makine öğrenmesi için kullanılan, birden fazla doğrusal ve doğrusal olmayan hesaplama yeteneğine sahip alt bileşenden oluşan hesaplama mimarileridir. Oto-enkoderler, kısıtlı Boltzman makineleri, derin inanç ağları ve derin konvolüsyonel sinir ağları (KSA) bu yöntemlere örnek olarak gösterilebilir. Özellikle KSA'lar bu yöntemler arasından sıyrılarak, medikal alanda önemli uygulamaları ile popüler olmuşlardır.<sup>9,10</sup> KSA'lar biyolojik sistemlerden



Şekil 4. Multimodal histogram (a – panoramik röntgen görüntüsü, b – görüntünün histogramı)

esinlenilerek geliştirilmiş çok katmanlı sinir ağları yapılarıdır. Klasik çok katmanlı sinir ağlarında görüntüler işlenmeden önce, belirli işlemlere tabi tutularak görüntüyü belirleyen özellikler hesaplanmakta ve bu özellikler çok katmanlı sinir ağlarına giriş olarak kullanılmaktadır (Şekil 5a). KSA'larda ise, görüntü doğrudan



Şekil 5. (a) Yapay sinir ağı<sup>76</sup> (b) Konvolüsyonel sinir ağı (KVS)<sup>77</sup>

sinir ağına uygulanmakta ve öncesinde herhangi bir işlem yapılmadan, sinir ağ görüntü üzerindeki görsel desenleri doğrudan tanımaktadır<sup>11</sup> (Şekil 5b).

Medikal alanda elde edilen görüntüler üzerinde segmentasyon işlemi; manuel, yarı otomatik ve otomatik olmak üzere 3 farklı yöntemle gerçekleştirilebilir.<sup>12</sup>

### Manuel segmentasyon

Bilgisayar destekli görüntü analiz yöntemleri içerisinde kullanılan temel segmentasyon yöntemi manuel segmentasyondur ve her kesit görüntüsü üzerinde ilgilenilen bölge sınırlarının teker teker elle çizilmesi esasına dayanır. Uygun bir yazılım kullanılarak açılan kesit görüntülerinde ilgili alanı çevreleyen eğri, piksel piksel bir uzman tarafından belirlenir. Bu işlem yapılırken, aksiyal, sagittal ve koronal düzlemlerdeki kesit görüntüleri eş zamanlı olarak incelenerek belirlenen hacim sınırlarının doğruluğu artırılabilir. Kesitlerdeki sınır belirleme işlemi tamamlandıktan sonra, hacim görüntüsü oluşturulmaktadır (Şekil 6). En son olarak, bu hacim üzerinde filtreleme ve bölgesel piksel esaslı düzeltme işlemleri uygulanmakta ve hacmin yüzeyi pürüzsüzleştirilmektedir.<sup>13</sup> Bu yöntemin doğruluğu, yöntemi uygulayan uzmanın yetkinliği ve uygulama sırasındaki konsantrasyonu ile orantılıdır. Bu işlem kullanıcı tarafından her kesite ayrı ayrı uygulandığı için, özellikle kesit kalınlığı küçük cihazlarla elde edilmiş çok sayıda kesit görüntüsü üzerinde gerçekleştirildiğinde uzun süreler almaktadır. Bu durum hem işlemin maliyetini arttırmakta hem de uzman tarafından manuel segmentasyon işlemi süresince yüksek konsantrasyonun korunamaması sebebiyle segmentasyon doğruluğunda belirsizliğe neden olmaktadır. Ayrıca, manuel segmentasyon işlemi sonucunda elde edilen görüntüler uygulayan uzmana ve uzmanın ne zaman yaptığına göre değişmekte ve bu da intra- ve inter-gözlemci değişkenliğini arttırmaktadır.<sup>14</sup> Bütün bu belirsizliklere rağmen, manuel segmentasyon işleminin, çoğu çalışmada yarı otomatik ve otomatik segmentasyon işlemlerinin doğruluğunun belirlenmesinde kullanılan altın standart yöntemi olduğu göze çarpmaktadır.

### Otomatik segmentasyon

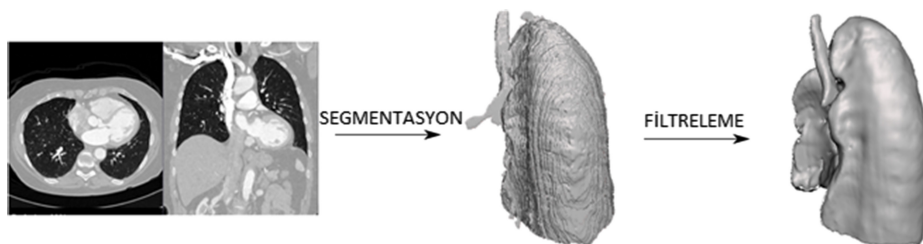
Otomatik segmentasyon, önbilgi gereksinimi olmadan incelenmek istenen medikal görüntüler üzerinde bir algoritma yardımı ile kullanıcıdan bağımsız olarak segmentasyon işleminin uygulanmasıdır. Bu teknik manuel segmentasyon yöntemine kıyasla zaman tasarrufu sağlamanın yanı sıra, gözlemciye bağlı olumsuzlukları elimine etmesi avantajı ile iş yükünü azatmayı hedefleyen yapay zeka uygulamalarında da tercih edilen bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.<sup>15</sup> Tüm bu avantajları bünyesinde barındırması; otomatik segmentasyonun etkinliğinin araştırıldığı çalışmalara ağırlık verilmesine neden olmuştur. Hem medikal hem de dental alanda otomatik segmentasyonun etkinliğinin araştırıldığı çalışmalar, farklı segmentasyon yöntemleri ile eşdeğer bulgular

sergilediğini ortaya koymaktadır.<sup>16-18</sup> Fakat yapılan çalışmalarda gerek tercih edilen görüntüleme yöntemi, gerekse maksillofasial bölgedeki anatomik varyasyonlara bağlı olarak segmentasyon yönteminin etkinliğini sınırlayan birçok parametrenin var olduğu da vurgulanmaktadır. İleride mevcut segmentasyon yöntemlerine farklı algoritmalar eklenerek otomatik segmentasyon yönteminin daha etkin hale getirilmesine yönelik çalışmalar, bu yöntemin yaygınlaşmasını sağlayacaktır.<sup>19</sup>

### Yarı otomatik segmentasyon

Yarı otomatik segmentasyon yönteminde, hem manuel hem de otomatik segmentasyon protokolleri bir arada uygulanmaktadır. Görüntüler otomatik olarak bir algoritma ile işlenirken, uygulayıcıdan çeşitli girdiler alınarak bu algoritmanın segmentasyon performansı iyileştirilmektedir. Uygulayıcı, yarı otomatik segmentasyon sürecinin farklı aşamalarında sisteme girdi sağlayabilmekte ve algoritmanın çalışmasına katkıda bulunabilmektedir. Bu girdilerin birincisi, görüntülerin otomatik segmentasyon algoritması ile işlenmeden önce uygulayıcı tarafından incelenmesi ve sadece araştırma konusu olan ilgi bölgesinin belirlenmesidir. Ancak, dental yapıların anatomik olarak karmaşık bir yapıya sahip olması, ilgi bölgelerinin çevre yapılardan ayır edilmesini zorlaştırmakta ve gerçekleştirilecek otomatik segmentasyon aşamasının başarısını olumsuz yönde etkilemektedir. Örneğin dişlerin görüntüleri, mine, dentin, pulpa odası, kök kanalı gibi grilik seviyesi birbirine benzer yapılardan oluşmaktadır ve görüntü üzerinde her bir yapının diğerinden ayır edilmesi kolay değildir. Ayrıca bu yapıların hepsinin 3B cihazlar ile elde edilen tek bir kesit üzerinde ve aynı anda görüntülenmesi de mümkün değildir; kimi kesitte dentin kolayca izlenirken sement dokusu görünmeyebilir. Bu durumun yanı sıra, segmentasyon işlemi ile ulaşılmak istenilen nihai sonuç, genellikle sorunlu dişlerin bulunduğu bölgeler ile ilgilidir. Bu sorunlu dişlerin sağlıklı anatomik yapılar ile komşulukları görüntüleri daha da karmaşık hale getirmektedir.<sup>20</sup> Yarı otomatik segmentasyon işleminde kullanıcı, işleme başlangıç aşamasının yanı sıra, işlem süresince ve işlem sonuçlandıktan sonra da algoritmaya müdahale edebilmektedir. Başlangıç aşaması geçildikten sonra segmentasyon algoritmasının parametreleri ayarlanarak ve yazılıma geri bildirimlerde bulunarak segmentasyon çıktısının kalitesi artırılabilir. Kullanıcı son olarak yarı otomatik segmentasyon sonucunda elde edilen görüntüleri inceleyerek işlemin doğruluğunu belirlemede, eğer istenilen sonuç elde edilememişse işlemi tekrar edebilmektedir.<sup>21</sup>

Segmentasyon işleminin etkinliğini değiştiren bir diğer parametre ise, kullanılan segmentasyon yöntemidir. Segmentasyon uygulamaları aşamasında tek bir eşikleme metodundan yararlanılması, kullanılan cihaz ve algoritmaların teknik kapasitesine dayalı sınırlılıklara neden olmaktadır.<sup>22,23</sup> Dişin densitesinin kron-dan köke kadar heterojen bir yapıda olması, diş kökü ve alvoler kemik arasındaki kontrast farkının DVT cihazları ile algılanmasını



Şekil 6. Segmentasyon ile katı model oluşturma süreci<sup>7</sup>



zorlaştırmaktadır. Tüm bu olumsuzluklar araştırmacıları alternatif segmentasyon yöntemleri ya da farklı algoritma arayışlarına yönlendirmiştir. Dişin segmentasyonuna ilişkin olumsuzlukları gidermek amacıyla kimi çalışmada dişin kron ve kök bölgeleri için 2 farklı threshold eşikleme belirlenmesi yoluna gidilmiştir.<sup>24-27</sup> Diş dokusunun komşu dokulardan ayırımında kullanılan bir diğer alternatif metot hibrit aktif kontur modellemesidir.<sup>28,29</sup> Fakat bu konuda gerçekleştirilen çoğu çalışmanın ortak sınırlılığı; kullanılan alternatif segmentasyon yöntemlerinin doğruluğunun *in vitro* koşullarda değerlendirilmiş olmasıdır.<sup>24,25,27</sup> Gelecekte birçok farklı segmentasyon algoritmasının etkinliğinin değerlendirileceği klinik çalışmaların sayısının artması, segmentasyon işlemlerinin daha kısa sürede ve yüksek doğrulukla yapılabilmesini sağlayacaktır.

### Diş Hekimliği Pratiğinde Segmentasyon Uygulamaları

Görüntü üzerindeki homojen olan alanın, yakın komşuluktaki homojen olmayan alandan ayrıştırılması işlemi olarak da tanımlanan segmentasyon işlemleri; medikal alanda patolojik yapıların boyutlarının ve lokalizasyonunun tam olarak tespitine olanak sağlamaktadır.<sup>3</sup> Çeşitli segmentasyon tekniklerinin medikal alanın yanı sıra, dişhekimliğinin birçok farklı disiplinindeki etkinliğinin araştırıldığı çok sayıda çalışma literatürde yer almaktadır.<sup>25,27,30-33</sup> Segmentasyon tekniklerinin farklı medikal uygulamalardaki etkinliğini karşılaştırmalı olarak değerlendiren çalışmalarda sıklıkla medikal bilgisayarlı tomografi cihazları ile elde edilen görüntülerden yararlanıldığı göze çarpmaktadır.<sup>32,34</sup> Fakat medikal tomografi sistemleri ile hastaya ulaşan radyasyon dozunun yüksek olduğu göz önünde bulundurulduğunda; son yıllarda özellikle maksillofasiyal bölgede gerçekleştirilen çalışmalarda, segmentasyon işlemlerinde dental volümetrik görüntüleme (DVT) tekniğinden yararlanıldığı görülmektedir.<sup>26,27,35</sup>

DVT, maksillofasiyal bölgenin görüntülenmesi için özel olarak tasarlanmış bir görüntüleme yöntemidir. Başta maksillofasiyal bölgede yer alan kist ve tümörlerin tanı ve tedavi planlaması olmak üzere endodonti, ortodonti, periodontoloji, implantoloji ve hatta adli dişhekimliği gibi dişhekimliğinin birçok farklı disiplininde kullanılan, sert ve yumuşak doku yapılarının medikal bilgisayarlı tomografiye göre daha düşük radyasyon dozu verilerek, daha net görüntülenmesini sağlayan bir tekniktir.<sup>26</sup> DVT görüntüleri üzerinde bilgisayar algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilen segmentasyon işlemleri ise maksillofasiyal cerrahi uygulamalar başta olmak üzere çene yüz bölgesindeki tanı, tedavi ve takip süreçlerinin her birinde giderek daha da önem kazanmaktadır.<sup>18,23,24,36</sup>

### Maksillofasiyal cerrahi alanında segmentasyon tekniklerinin kullanımı

Anatomik yapıların cerrahi girişimler öncesi görselleştirilmesi ve lokalizasyonunun belirlenmesi, işlemin minimum travma ve komplikasyon ile tamamlanmasına olanak sağlayan faktörlerin başında yer almaktadır. Özellikle mandibula posterior bölgede gerçekleştirilecek cerrahi operasyon öncesinde, lokalizasyonunun belirlenmesinin önem taşıdığı anatomik oluşumların başında mandibular kanal bulunmaktadır.<sup>37,38</sup> Günümüze gelinceye kadar mandibular sinir hasarının önlenmesi adına preoperatif mandibular kanal lokalizasyonunun yüksek doğrulukta belirlenmesi amacıyla birçok farklı segmentasyon yönteminin etkinliğinin araştırıldığı çalışmalar yapılmıştır.<sup>19,39,40</sup>

Bu çalışmalar incelendiğinde dikkat çeken farklılıkların başında, yararlanılan görüntüleme sistemlerinin ve segmentasyon yöntemlerinin geldiği görülmektedir. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda segmentasyon işlemi çoğunlukla medikal BT

görüntüleri üzerinde gerçekleştirilse de, DVT ile kıyaslandığında hastaya ulaşan radyasyon dozunun yüksek olması nedeniyle günümüzde yerini DVT'ye bırakmıştır. Mandibular kanalın lokalizasyonunun ve diğer önemli anatomik yapılarla komşuluğunun saptanması için, güncel çalışmaların çoğunda segmentasyon işlemlerinin DVT görüntüleri üzerinde gerçekleştirildiği göze çarpmaktadır.<sup>19,40</sup>

Mandibular kanal lokalizasyonunun belirlenmesi amacıyla yararlanılan görüntüleme sistemlerinin yanı sıra, faydalanılan segmentasyon yöntemlerinin de yıllar içerisinde değişkenlik gösterdiği dikkat çekmektedir. Geçmiş yıllarda bu amaçla yararlanılan temel segmentasyon yöntemi manuel segmentasyon olmuştur. Farklı segmentasyon tekniklerinin etkinliğini karşılaştırmalı olarak değerlendiren çoğu çalışmada manuel segmentasyon yöntemi "altın standart" olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, elde edilen her kesit görüntüsü üzerinde segmentasyon işleminin gözlemci tarafından elle yapılması oldukça zahmetli ve zaman alıcı bir işlemdir. Ayrıca, işlemin başlı başına kullanıcının tecrübesine dayanıyor olması kişiye dayalı hata faktörünü artırıcı bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.<sup>41</sup> Bu olumsuzlukları gidermek adına günümüze gelinceye kadar birçok alternatif segmentasyon yöntemi geliştirilmeye çalışılmıştır. Bunlardan bir tanesi olan otomatik segmentasyon yöntemi; diğer segmentasyon yöntemleri ile kıyaslandığında değerlendirmeyi yapan radyoloğa zaman kazandırabilmektedir.<sup>19,40,42</sup> Fakat yapılan çalışmalar görüntüleme yöntemine, seçilen segmentasyon tekniğine ve anatomik varyasyonlara bağlı olarak bu konuda birçok sınırlılığın bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Mandibular posterior bölgede DVT görüntüleme tekniğinden yararlanılarak gerçekleştirilen segmentasyon çalışmaları incelendiğinde; DVT görüntülerin medikal BT cihazlarına göre daha düşük kontrasta sahip olduğu belirlenmiş ve bu durumun özellikle otomatik segmentasyon yöntemi kullanıldığında sıkıntı yarattığı vurgulanmıştır.<sup>30,43</sup> DVT görüntülerinde noise oranının medikal BT cihazlarıyla karşılaştırıldığında daha yüksek olması görüntü kalitesini düşürmektedir. Bu olumsuzluk, mandibular kanal sınırlarının tam olarak saptanmasını ve dolayısıyla segmentasyon işlemini güçleştirmektedir.<sup>40</sup> Mandibular kanalın lokalizasyonundaki ve şeklindeki anatomik varyasyonlar da bu konuda bir standardizasyon geliştirilmesini güçleştiren bir diğer olumsuz faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Sonuç olarak, otomatik segmentasyon yönteminin mandibular kanalın lokalizasyonunu ve diğer önemli anatomik yapılarla olan komşuluğunu belirlemedeki etkinliği henüz yeterli seviyede değildir, ancak mevcut segmentasyon yöntemlerine farklı algoritmalar eklenerek otomatik segmentasyon yönteminin daha etkin hale getirilmesine çalışılmaktadır.<sup>19</sup> Segmentasyon işlemi anatomik yapıların yanı sıra patolojik yapıların belirlenmesine ve bu yapıların boyutlarının ve lokalizasyonunun tam olarak tespitine yardımcı olmaktadır.<sup>42</sup> Maksillofasiyal bölgedeki kist ve tümör gibi patolojilerin preoperatif olarak değerlendirilmesinde, 3B hacim hesaplamalarının da bu değerlendirmeye dâhil edilmesi, tanı ve tedavi planlaması için önemli bir basamaktır. Hekim, anatomik yapıların birbiriyle olan komşuluk ve ilişkilerini 3B görüntüler üzerinde en doğru şekilde belirleyebilmekte ve sanal ortamda hasta ve yakınlarıyla birlikte operasyonu tartışabilmektedir.<sup>32</sup> Segmentasyon temeline dayanan hacim hesaplamalarına yönelik çalışmalar incelendiğinde, özellikle osteolitik lezyonların varlığında, manuel segmentasyon yönteminin dezavantajlarına alternatif olabilecek, gerek otomatik gerekse yarı otomatik segmentasyon yöntemlerinin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalar göze çarpmaktadır.<sup>33,41,44</sup> Bu

çalışmalarda elde edilen bulgular, otomatik ya da yarı otomatik segmentasyon yöntemlerine farklı algoritmalar eklenerek söz konusu segmentasyon yöntemlerinin etkinliğini artırması adına umut vaat etmektedir. Bununla birlikte, söz konusu çalışmalarda yalnızca osteolitik karakterdeki patolojiler incelenmiştir ve bu durum, özellikle maksillofasial bölgede gözlenen mikst karakterdeki lezyonlarla karşılaştırıldığında, lezyonların sınırlarının belirlenmesini ve dolayısıyla segmentasyon işlemi daha da kolaylaştırmaktadır.<sup>41,44</sup> Çenelerde gözlenen farklı karakterdeki (mikst ya da radyopak) patolojilere yönelik hacim hesaplamalarında farklı segmentasyon yöntemlerinin etkinliğini araştıran çalışmaların planlanması, maksillofasial bölgedeki patolojilerin preoperatif değerlendirilmesinde segmentasyona dayalı hacim hesaplamalarının daha yüksek doğrulukla yapılabilmesine olanak sağlayacaktır.

### TME bölgesinde segmentasyon tekniklerinin kullanımı

3B modellemenin, maksillofasial bölgede gerçekleştirilen preoperatif planlamalar aşamasında kullanıldığı bir diğer alan ise, TME bölgesidir. Özellikle mandibulanın primer büyüme merkezlerinden olan TME kondilinin 3B modelleme uygulamaları, patolojik durumların yanı sıra yaş ve cinsiyete göre değişkenlik gösteren anatomik varyasyonların belirlenmesine ve fizyolojik olarak oluşan hacimsel değişikliklerin 3B olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.<sup>45</sup> 3B modelleme günümüzde TME cerrahi operasyonları sonrasında oluşan komplikasyon ve rezorpsiyon sürecinin takibinde de kullanılmaktadır.<sup>46-49</sup> TME kondili, eklemin pozisyon ve fonksiyon değişikliklerine göre remodelasyon gösterebilmektedir. Özellikle ortognatik cerrahi işlemleri sonrasında postoperatif olarak gelişen adaptif yapısal değişiklikler bazı olgularda fizyolojik sınırları aşmış patolojik boyutlara ulaşabilmektedir.<sup>47</sup> Kondilde rezorpsiyon ve hacimsel boyut kaybı ile karakterize bu komplikasyonları saptamak amacıyla yapılan çalışmalar, 3B modellemenin TME kondilinde meydana gelen remodelasyon ve rezorpsiyonu tespit edebildiğini göstermektedir.<sup>47-49</sup> TME bölgesine ait elde edilecek 3B modelin yüksek doğrulukta sonuçlar vermesi için, uygun görüntüleme tekniğinin seçilmesi önemli bir unsurdur. Farklı 3B görüntüleme sistemlerinin mandibular kondil segmentasyonundaki etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda; DVT ile gerçekleştirilen ölçümlerin hem mikro BT hem de medikal BT ile elde edilen değerlerden düşük olduğu gösterilmektedir.<sup>47,48</sup> 2B görüntüleme sistemlerine kıyasla yüksek performans gösteren DVT görüntüleri kullanılarak gerçekleştirilen TME 3B kondil modellemeleri hala problemlidir. TME kondil bölgesinin kompleks morfolojisi, kondil kemik densitesinin nispeten düşük oluşu, discus articularis ve glenoid fossa ile olan yakın komşuluğu gibi olumsuzluklar bölgeyi anatomik olarak incelenmesi zor bir bölge haline getirmektedir. DVT görüntülerinin kontrast rezolüsyonunun medikal BT lere göre düşük olması da, DVT görüntüleri üzerinde segmentasyon işleminin yüksek doğrulukla gerçekleştirilmesini engellemektedir. Velhelst ve ark.'nın mandibular kondil bölgesinde otomatik segmentasyon yönteminin 3B modelleme üzerindeki etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında, TME bölgesinin kompleks yapısı ve DVT cihazının düşük kontrast rezolüsyonu gibi olumsuzluklarının otomatik segmentasyon sürecini sekteye uğrattığı saptanmıştır.<sup>47</sup> Bu aşamada Xi ve ark.'nın yarı otomatik segmentasyon yönteminin 3B kondil modellemesi aşamasındaki etkinliğini araştırdıkları çalışmanın bulguları umut vadetmektedir. Tüm bu olumsuzlukları gidermek amacıyla, segmentasyon tekniklerinin geliştirilmesi ve yeni algoritmaların eklenip denenmesine yönelik çalışmalar da devam etmektedir.<sup>46,49</sup>

### Kişiyi özel implant uygulamalarında segmentasyon tekniklerinin kullanımı

Medikal alandaki 3D modelleme uygulamaları; cerrahi öncesi planlamanın yanı sıra, hastanın anatomik yapısına uygun implant uygulamalarına da olanak sağlamıştır. Birçok farklı alanda fayda sağlayan 3B modelleme teknolojisi, medikal alanda en fazla çene ve yüz kemiği uygulamalarında kendine yer bulmuştur.<sup>50</sup>

Kişiyi özel implantlar çeşitli durumlarda ihtiyaç duyulan, sert doku yerine kullanılan, standart yöntemlerle hazırlanması imkansız olan ve hastalara özgü şekilde tasarımı yapılan vücut protezleri olarak tanımlanmıştır; özellikle trafik kazaları, ateşli silah yaralanmaları, bazı tümörler veya enfeksiyon hastalıkları nedeni ile normal yapısını yitiren çene ve yüz kemiklerinin rekonstrüksiyonu aşamasında yarar sağlamaktadır.<sup>51</sup> Kişinin dokuları ile uyumlu biyoimplant uygulamalarının bir diğer kullanım alanı ise, dental implantlardır. Günümüzde diş eksikliklerinin restorasyonunda sıklıkla tercih edilen bir tedavi seçeneği olan dental implantların uygulanma süresini kısaltmak için birçok farklı teknik geliştirilmiştir. Bu tekniklerden biri de, diş çekiminden hemen ya da kısa süre sonra dental implantların yerleştirildiği immedat implantasyondur. Immedat implantasyon, tedavi süresinin kısalması ve maliyetin azalması gibi birçok avantaj sağlamasına karşın, çekim soketi ile implantın uyumsuzluğu nedeniyle primer stabilitenin azalması sonucunda implant kaybı görülebilmektedir. Bu dezavantajı gidermek amacıyla, immedat implantasyonda kullanılacak kişiyi özel anatomik implant uygulamalarının geliştirilmesi gündeme gelmiştir. İlk kez 1969 yılında Hodosh ve arkadaşları tarafından ortaya atılan bu fikir, sonrasında gerçekleştirilen hayvan çalışmaları ile de desteklenmiştir.<sup>52,53</sup> Kişiyi özel implant tasarımlarına, kullanılan materyallere ve farklı tekniklere ilişkin son yıllarda yayınlanan ve sayıları giderek artan klinik çalışmaların uzun dönem takipleri sonucunda implantların çevresinde kemik rezorpsiyonu ya da yumuşak doku çekilmesi gibi dezavantajlar gözlenmemiştir.<sup>54-57</sup>

Gerek dental gerekse medikal alanda kişiyi özel implant uygulamaları; çoğunlukla BT ve MRI gibi medikal görüntüleme teknikleriyle elde edilen görsel verilerin işlenmesi sonrası hacimsel anatomik yapı oluşturulması ile başlayıp, biyolojik olarak uyumlu 3B somut model üretilmesi ile sonuçlandırılan bir süreçtir. Görsel verinin doğru şekilde işlenebilmesi ve biyomodel elde edilebilmesi için uygun görüntüleme tekniğinin seçilmesi önemli bir unsurdur.<sup>51</sup> 3B biyomodelin kalitesi, medikal görüntü kaynağından alınan verinin kalitesine bağlı olarak değişmektedir. Günümüzde bu konuda yapılan çalışmalarda, düşük radyasyon maruziyeti, tarama süresinin kısa olması ve görüntü kalitesinin iyi olması gibi avantajları nedeniyle DVT görüntülerinin özellikle çene yüz bölgesi cerrahi uygulamalarında tercih edildiği göze çarpmaktadır.<sup>35,58,59</sup> Görüntü kalitesinin iyi olması, hacimsel veri üzerinden incelenecek bölgeyi diğer bölgelerden ayırmak için uygulanan segmentasyon işleminin performansını da olumlu yönde etkileyen bir faktördür. Günümüzde uygulanan segmentasyon yöntemlerine ilave edilen algoritmalarla otomatik ya da yarı otomatik segmentasyon yöntemlerinin eksikliklerini giderip performanslarını arttırmaya yönelik çalışmalar devam etmektedir.<sup>50</sup>

### Endodonti alanında segmentasyon tekniklerinin kullanımı

Kök kanal anatomisinin yüksek doğrulukla saptanması, endodontik tedavinin başarısını etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Kök kanal sistemini incelemek amacıyla segmentasyon yöntemlerinden yararlanılması, kök kanal morfolojisinin 3B olarak

yüksek doğrulukta değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu konuda yapılmış çalışmaların çoğunda sadece manuel segmentasyon yönteminden yararlanılırken,<sup>60-62</sup> kimisinde ise kök kanal hacim hesaplamaları aşamasında otomatik segmentasyon yönteminin kullanıldığı görülmektedir.<sup>63</sup> Farklı segmentasyon yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği çalışma sayısı sınırlı olmakla birlikte, bu çalışmaların bir kısmında sadece ölçüm değerlerinin listelendiği, kullanılan segmentasyon yöntemine yönelik açıklama getirilmediği de göze çarpmaktadır.<sup>18,64-66</sup>

Queiroz ve ark. manuel ve otomatik segmentasyon yöntemlerinin kök kanal hacim ölçümleri konusundaki etkinliğini 31 adet çekilmiş diş üzerinde araştırdıkları çalışmada, her iki segmentasyon yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Otomatik segmentasyonun manuel segmentasyon yöntemine kıyasla zamandan tasarruf ve gözlemciye dayalı olumsuzlukları gideren objektif değerlendirme gibi avantajlar sunduğu göz önünde bulundurulduğunda, mikro BT görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada her iki segmentasyon yönteminin eşdeğer etkinlik sergilemesi otomatik segmentasyon uygulamalarının yaygınlaşması adına umut vadetmektedir.<sup>18</sup> Fakat bu ve buna benzer çalışmaların çoğunda dikkat çeken nokta, segmentasyon işleminin mikro BT görüntüleri üzerinde gerçekleştirilmiş olmasıdır. Her ne kadar günümüze gelinceye kadar kök kalan anatomisinin görüntülenmesi ve incelenmesini hedefleyen çalışmalarda mikro BT gold standart olarak kullanılsa da, maksillofasiyal yapıların incelenmesinde sınırlı görüntüleme alanına sahip olması, rekonstrüksiyon aşamasının uzun sürmesi, konvansiyonel medikal tarayıcılarla kıyaslandığında yüksek radyasyon dozu gibi dezavantajlarının olması mikro BT'nin *in vitro* koşullar dışında endodontik klinik çalışmalarda kullanılmasına olanak vermemektedir.<sup>67</sup>

Öte yandan, DVT görüntüleme sistemi; düşük radyasyon dozu, geniş görüntüleme alanı ve kısa tarama zamanı ile endodontik kök kanal morfolojisi çalışmaları için bir alternatif yaratmıştır. Fakat mikro BT ile kıyaslandığında DVT görüntüleme tekniğinin noise seviyesinin yüksek, rezolüsyonun ise düşük olduğu bilinmektedir. Bu olumsuzluk; kök kanal morfolojisi ve segmentasyonunun DVT görüntüleri üzerinde gerçekleştirilmesini güçleştirmektedir. Bu aşamada edge-detection a dayanan local threshold segmentasyonu gibi alternatif metotlardan yararlanılması, DVT görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen segmentasyon işleminin performansını arttırmaktadır.<sup>36</sup> Michetti ve ark. kök kanal anatomisinin belirlenmesinde DVT ve mikro BT'nin etkinliklerini karşılaştırmalı olarak değerlendirdikleri çalışmalarında otomatik segmentasyon yöntemi üzerine ekledikleri edge-detection a dayanan local threshold uygulamaları sonrasında her iki görüntüleme tekniği arasında yüksek korelasyon saptamışlardır. Elde edilen bu bulgu, kök kanal morfolojisinin otomatik segmentasyon yöntemi ile DVT görüntüleri kullanarak da yüksek doğrulukta tespit edilebileceğini göstermektedir.<sup>67</sup> Gelecekte bu tip çalışmaların artması, segmentasyon işlemlerinin daha kısa sürede ve yüksek doğrulukla gerçekleştirilmesine olanak tanıyacaktır.

Segmentasyon yöntemlerinin etkinliğinin araştırıldığı bir diğer alan ise endodontik mikro cerrahi uygulamalarıdır. DVT gibi 3B görüntüleme sistemlerinin periapikal lezyonların tanısında 2B görüntüleme sistemlerine kıyasla üstün performans gösterdikleri bilinmektedir. Lezyon tanısının yanı sıra, lezyonun hangi köke ait olduğunun kesitsel DVT görüntüleri ile kolaylıkla saptanabilmesi, hem dişin cerrahi endodontik yöntemlerle tedavisi konusundaki kararı hem de tedavi başarısını etkileyeceği için büyük önem

taşımaktadır.<sup>68</sup> Bu aşamada DVT kesit görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen segmentasyon işlemleri ile mevcut lezyonun hacim hesaplamasını yapıp, bunu cerrahi işlem sonrası elde edilen verilerle karşılaştırmak da mümkündür. Bu konuda gerçekleştirilen çalışmalar, endodontik cerrahi sonrasında iyileşme sürecinin takibinde 2B görüntüleme sistemleri ile kıyaslandığında, 3B görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen segmentasyon işlemleri sonrasında elde edilen lezyon hacmine dair hesaplamaların yüksek doğrulukta sonuçlar verdiğini göstermektedir.<sup>23</sup>

Sağladığı avantajlara rağmen, 2B görüntüleme sistemleri ile kıyaslandığında hastaya ulaşan yüksek radyasyon oranına sahip olması nedeniyle; endodontik cerrahi amacıyla DVT'nin rutin klinik kullanımı önerilmemekte, sadece tedavi planlamasını ve dişin prognozunu etkileyecek olgularda kullanılması özellikle vurgulanmaktadır.<sup>69</sup> Gelecekte 3B görüntüleme aşamasında daha düşük doz radyasyon içeren tekniklere ilişkin alternatiflerin geliştirilmesi, endodontik cerrahi sonrası iyileşme takibinde segmentasyon yöntemlerinin etkinliğinin araştırıldığı çalışmaların önünü açacaktır.

### Ortodonti alanında segmentasyon tekniklerinin kullanımı

Gelişen teknolojiyle birlikte günümüzde ortodonti alanında da tanı ve tedavi planlamalarının geleneksel 2B yaklaşımdan 3B tekniğe geçilmiştir. Günümüzde 3B görüntüleme ve üretim teknolojileri sayesinde şeffaf plaklarla, kişiye özel labial veya lingual tedavi sistemleriyle ortodontik tedavi ve ortognatik cerrahi uygulamaları yapılabilmektedir.<sup>70</sup> Cerrahi uygulamalardaki çene hareketlerinin uzayın 3 boyutunda gerçekleştirildiği noktada; 3 boyutlu rotasyonel eksenlerin sadece 2 boyut üzerinde yapılan geleneksel ölçümler ile değerlendirilmesi yetersiz kalmaktadır. 2B görüntüleme sistemleri ile lateral yönde elde edilen radyografik görüntüler üzerinde sağ ve sol taraftaki yapıların süperpoze olması, özellikle asimetrik düzeltme gereken vakalarda ölçümleri önemli oranda kısıtlamaktadır.<sup>71</sup>

Dental alanda DVT kullanımının zamanla artması ve 3B modelleme ve sanal cerrahi planlamanın (SCP) ilerlemesi ortognatik cerrahiye bir dayanak kazandırmıştır. 3 boyutlu sanal ortognatik cerrahi planlama ile kemik segmentlerinin lokalizasyon ve açısı gibi özellikle cerrahi operasyon başarısını etkileyecek parametreler operasyon öncesinde ayrıntılı şekilde değerlendirilip, gerekli durumlarda kolaylıkla değişiklik yapılarak gerçekleştirilecek operasyonun en doğru şekilde planlanması mümkün olmaktadır.<sup>16</sup>

Ortognatik cerrahide 3B cerrahi planlama yapabilmek için, elde edilen DVT görüntüsünün segmentlere ayrılması gerekmektedir. Bu aşamada elde edilen 3B görüntülerde manuel, yarı otomatik ve tam otomatik şekilde farklı yöntemler kullanarak segmentasyon işlemini gerçekleştirmek mümkündür. Zaman tasarrufu ve gözlemciye bağlı olumsuzlukları elimine etmesi gibi avantajları nedeni ile otomatik segmentasyon yöntemi günümüzde en çok tercih edilen segmentasyon yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Fakat bu yöntemin özellikle kondil, ramus iç yüzeyi ve maksilla gibi komplike anatomik oluşumların segmentasyonunda doğru sonuçlar vermediği vurgulanmaktadır.<sup>72</sup> Bu konuda yapılan çalışmalarda, sanal cerrahi planlamalar sırasında oluşturulan 3B modeller temel alınarak gerçekleştirilen cerrahi splint uygulamalarının etkinliği karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş, cerrahi plan ve operasyon sonrası bulgular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.<sup>16,17</sup> Fakat söz konusu çalışmalarda vurgulanan ortak nokta, ortognatik cerrahi uygulamalar öncesi 3B analiz sırasında kullanılabilecek ortak standart bir yazılımın

eksikliğidir. Bu konuda standart bir yazılım ve segmentasyon yönteminin tespiti, ortognatik cerrahinin yanı sıra çene yüz bölgesindeki diğer cerrahi uygulamalarda da sanal 3B modellemenin etkinliğinin araştırılmasına olanak sağlayacaktır.

Ortodonti alanında 3B modelleme; ortognatik cerrahi planlamaları dışında mevcut dentisyon ve uygulanacak tedaviye yönelik okluzal analizlerin gerçekleştirilmesine de olanak sağlamaktadır. 3B dijital modeller üzerinde diş pozisyonlarını 3 boyutlu değerlendirmek ve farklı tedavi planlamaları için spesifik bir dişin analizine yönelik segmentasyon işlemi gerçekleştirilenin yanı sıra 3B sanal diş hareketlerinin haritasını çıkartmak da mümkündür.<sup>72</sup>

Ortodontik tedavi sürecinde segmentasyon işlemlerinden yararlanılabilecek bir diğer alan ise, uygulanan ortodontik kuvvetler sonrasında oluşabilecek olası bir kök rezorpsiyonunun tespitidir.<sup>28</sup> 2B görüntüleme sistemleri ile bukkolingual yönde oluşacak olası bir rezorpsiyonun tanısını koymak mümkün değil iken, 3B görüntüleme yöntemleri ile mevcut rezorpsiyonu 3 farklı düzlemde değerlendirmek ve tedavi süresince diş hacminde oluşan değişiklikleri saptamak mümkün olmaktadır. Fakat, maksillofasiyal bölgede yanlış pozisyonda gömük konumda olan dişlerin kompleks anatomik yapısı, 3B modelleme öncesinde gerçekleştirilecek segmentasyon işlemi güçleştirmektedir. Ayrıca, diş segmentasyonunda DVT cihazlarının kullanılması da medikal tomografi cihazları ile kıyaslandığında diş sınırlarının tam olarak saptanamamasına yol açmakta ve dolayısıyla segmentasyon işleminin doğruluk ve güvenilirliğini azaltmaktadır.<sup>26</sup>

### Adli diş hekimliği uygulamalarında segmentasyon tekniklerinin kullanımı

Diş segmentasyonundan yararlanan bir diğer alan da adli diş hekimliğidir. Adli diş hekimliğinde yaş tayini, hem yaşayan hem de ölü bireylerde önemli bir yere sahiptir. Vücudun başka bölgelerine kıyasla diş faktörlerden daha az etkilenmeleri; dişler üzerinde radyomorfometrik analiz yöntemleri kullanılarak kronolojik yaşın (KY) ve cinsiyetlerinin tahmin edilmesine olanak sağlamıştır. Diş gelişiminden faydalanarak yapılan yaş tayinine yönelik analiz yöntemleri sadece çocuklarda veya adölesanlarda kullanılabilirler ve primer dentisyonu tamamlanmış erişkinlerde bu yöntemlerin kullanımı güçtür. Bu olumsuzluğu gidermek amacıyla son zamanlarda yapılan çalışmalarda; yaş tayininde kullanılmak üzere pulpa ve diş hacimleri hesaplamalarında 3B görüntüleme yöntemleri ve yazılımlarından yararlanılmaya başlanmıştır. Yaşla birlikte hem bukkolingual ve mezio-distal pulpa genişliği hem de pulpa kavitesinin yüksekliği azalmaktadır. Geleneksel 2B görüntüleme sistemleri ile bu değerlendirmeyi yapmak mümkün değil iken, dental volümetrik tomografi gibi 3B görüntüleme sistemleri ile pulpa kavitesindeki morfolojik değişimi 3B olarak izlemek mümkündür. Günümüzde farklı segmentasyon yöntemlerinin pulpa ve diş hacimleri hesaplamalarındaki etkinliğini araştıran çok sayıda çalışma bulunmaktadır.<sup>73-75</sup> Tüm bu çalışmalarda elde edilen bulgular, ilerde ölçümler için farklı modifikasyon tekniklerinin kullanılmasıyla birlikte optimize edilmiş bir yaş tahmin yöntemi geliştirilmesini mümkün kılacaktır.

## SONUÇ

Günümüzde DVT görüntülerinden yararlanılarak farklı segmentasyon yöntemlerini karşılaştırmalı olarak değerlendiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır.<sup>27,30-33</sup> Dişhekimliğinin birçok farklı disiplinindeki segmentasyon yöntemlerinin etkinliğinin araştırıldığı bu çalışmaların ortak sınırlılığı; yöntemlerin etkinliğinin

değerlendirilmesi aşamasında altın standart olarak manuel segmentasyon yönteminin temel alınmış olmasıdır. Oysa manuel yöntemin kişiye dayalı olması, objektif bir sonuç vermemesi ve çok uzun ve zahmetli bir süreç gerektirmesi bu yöntemin en belirgin dezavantajları olarak özellikle vurgulanmaktadır. Bu olumsuzlukların giderilmesi amacıyla, otomatik ve yarı otomatik segmentasyon yöntemlerinin hibrit segmentasyon algoritmaları ile geliştirilmesi ve mevcut algoritmaların dezavantajlarının ortadan kaldırılması düşünülmüştür. Fakat tüm görüntülere uygulanabilecek standart bir segmentasyon yönteminin mevcut olmadığı ve segmentasyon için tasarlanan yöntemler ve bu yöntemlerin başarısının, seçilen görüntüleme cihazı ve uygulamaya dayalı olarak değişiklik göstereceği unutulmamalıdır. Gelecekte yazılımlardaki gelişmeler, segmentasyon işlemlerinin daha kısa sürede ve yüksek doğrulukla gerçekleşmesine olanak sağlayarak, maksillofasiyal bölgedeki patolojilerin hacimsel boyut özelliklerinin DVT görüntüleri kullanılarak 3B değerlendirilmesi işleminin tedavi planlamasının bir parçası olmasına yol açacağı düşünülmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – E.Ş.; Tasarım – B.O.G.; Denetleme – E.Ş.; Kaynaklar – E.Ş.; Malzemeler – B.O.G.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – B.O.G.; Analiz ve/veya Yorum – E.Ş.; Literatür Taraması – E.Ş.; Yazıyı Yazan – E.Ş.; Eleştirel İnceleme – B.O.G.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – E.Ş.; Design – B.O.G.; Supervision – E.Ş.; Resources – E.Ş.; Materials – B.O.G.; Data Collection and/or Processing – B.O.G.; Analysis and/or Interpretation – E.Ş.; Literature Search – E.Ş.; Writing Manuscript – E.Ş.; Critical Review – B.O.G.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support.

## KAYNAKLAR

1. Pham DL, Xu C, Prince JL. Current methods in medical image segmentation. *Annu Rev Biomed Eng.* 2000;2(1):315-337. [CrossRef]
2. Pal NR, Pal SK. A review on image segmentation techniques. *Pattern Recognit.* 1993;26(9):1277-1294. [CrossRef]
3. Olabariaga SD, Smeulders AWM. Interaction in the segmentation of medical images: A survey. *Med Image Anal.* 2001;5(2):127-142. [CrossRef]
4. Withey DJ, Koles ZJ. Three generations of medical image segmentation: Methods and available software. *Int J Bioelectromag.* 2007; 9:67-68.
5. Gunamani JR, Baliarsingh Sabuj Kr, Jena PGMV. Image segmentation using Gabor transform and S- transform. In 2006 International Conference on Advanced Computing and Communications. Mangalore, India: IEEE; 2006:618-619.
6. Payel R, Saurab D, Nilanjan D, Goutami D, Chakraborty S, Ruben R. Adaptive thresholding: A comparative study. In 2014 International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICT). Kanyakumari District, India: IEEE; 2014:1182-1186.

7. Muthukrishnan R, Radha M. Edge detection techniques for image segmentation. *Int J Comput Sci Inf Technol.* 2011;3(6):259-267. [\[CrossRef\]](#)
8. Galibourg A, Dumoncel J, Telmon N, Calvet A, Michetti J, Maret D. Assessment of automatic segmentation of teeth using a watershed-based method. *Dento Maxillo Facial Rad.* 2018;47(1):20170220. [\[CrossRef\]](#)
9. Premaladha J, Ravichandran KS. Novel approaches for diagnosing melanoma skin lesions through supervised and deep learning algorithms. *J Med Syst.* 2016;40(4):96. [\[CrossRef\]](#)
10. Kharazmi P, Zheng J, Lui H, Jane Wang ZJ, Lee TK. A computer-aided decision support system for detection and localization of cutaneous vasculature in dermoscopy images via deep feature learning. *J Med Syst.* 2018;42(2):33. [\[CrossRef\]](#)
11. Deng L, Yu D. Deep learning: Methods and applications. *Found Trends.* 2014;7(3-4):197-387. [\[CrossRef\]](#)
12. Işın A, Direkoğlu C, Şah M. Review of MRI-based brain tumor image segmentation using deep learning methods. *Procedia Comput Sci.* 2016;102:317-324. [\[CrossRef\]](#)
13. Hashempour N, Tuulari JJ, Merisaari H, et al. A novel approach for manual segmentation of the amygdala and hippocampus in neonate MRI. *Front Neurosci.* 2019;13:1025. [\[CrossRef\]](#)
14. Emblem KE, Nedregaard B, Hald JK, Nome T, Due-Tønnessen P, Bjørnerud A. Automatic glioma characterization from dynamic susceptibility contrast imaging: Brain tumor segmentation using knowledge-based fuzzy clustering. *J Magn Reson Imaging.* 2009;30(1):1-10. [\[CrossRef\]](#)
15. Hung K, Yeung AWK, Tanaka R, Bornstein MM. Current applications, opportunities, and limitations of AI for 3D imaging in dental research and practice. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(12):4424. [\[CrossRef\]](#)
16. Chin SJ, Wilde F, Neuhaus M, Schramm A, Gellrich NC, Rana M. Accuracy of virtual surgical planning of orthognathic surgery with aid of CAD/CAM fabricated surgical splint-A novel 3D analyzing algorithm. *J Craniomaxillofac Surg.* 2017;45(12):1962-1970. [\[CrossRef\]](#)
17. Aboul-Hosn Centenero S, Hernández-Alfaro F. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - our experience in 16 cases. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40(2):162-168. [\[CrossRef\]](#)
18. Queiroz PM, Rovaris K, Santaella GM, Haiter-Neto F, Freitas DQ. Comparison of automatic and visual methods used for image segmentation in endodontics: A microCT study. *J Appl Oral Sci.* 2017;25(6):674-679. [\[CrossRef\]](#)
19. Gerlach NL, Meijer GJ, Kroon DJ, Bronkhorst EM, Bergé SJ, Maal TJ. Evaluation of the potential of automatic segmentation of the mandibular canal using cone-beam computed tomography. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2014;52(9):838-844. [\[CrossRef\]](#)
20. Wang L, Li S, Chen R, Liu SY, Chen JC. An automatic segmentation and classification framework based on PCNN model for single tooth in MicroCT images. *PLoS One.* 2016;11(6):e0157694. [\[CrossRef\]](#)
21. Mohan G, Subashini MM. MRI based medical image analysis: Survey on brain tumor grade classification. *Biomed Signal Process Control.* 2018;39:139-161. [\[CrossRef\]](#)
22. Rastegar B, Thumilaire B, Odri GA, et al. Validation of a windowing protocol for accurate in vivo tooth segmentation using i-CAT cone beam computed tomography. *Adv Clin Exp Med.* 2018;27(7):1001-1008. [\[CrossRef\]](#)
23. Schloss T, Sonntag D, Kohli MR, Setzer FC. A comparison of 2- and 3-dimensional healing assessment after endodontic surgery using cone-beam computed tomographic volumes or periapical radiographs. *J Endod.* 2017;43(7):1072-1079. [\[CrossRef\]](#)
24. Ji DX, Ong SH, Foong KW. A level-set based approach for anterior teeth segmentation in cone beam computed tomography images. *Comput Biol Med.* 2014;50:116-128. [\[CrossRef\]](#)
25. Khalil W, ElZeldeen M, Van De Castele E, et al. Validation of cone beam computed tomography-based tooth printing using different three-dimensional printing technologies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2016;121(3):307-315. [\[CrossRef\]](#)
26. Liu Y, Olszewski R, Alexandroni ES, Enciso R, Xu T, Mah JK. The validity of in vivo tooth volume determinations from cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2010;80(1):160-166. [\[CrossRef\]](#)
27. Wang Y, He S, Yu L, Li J, Chen S. Accuracy of volumetric measurement of teeth in vivo based on cone beam computer tomography. *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(4):206-212. [\[CrossRef\]](#)
28. Wang Y, Liu S, Wang G, Liu Y. Accurate tooth segmentation with improved hybrid active contour model. *Phys Med Biol.* 2018;64(1):015012. [\[CrossRef\]](#)
29. Kang HC, Choi C, Shin J, Lee J, Shin YG. Fast and accurate semiautomatic segmentation of individual teeth from dental CT images. *Comput Math Methods Med.* 2015;2015:810796. [\[CrossRef\]](#)
30. Shaheen E, Khalil W, Ezeldeen M, et al. Accuracy of segmentation of tooth structures using 3 different CBCT machines. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2017;123(1):123-128. [\[CrossRef\]](#)
31. Forst D, Nijjar S, Flores-Mir C, Carey J, Secanell M, Lagravere M. Comparison of in vivo 3D cone-beam computed tomography tooth volume measurement protocols. *Prog Orthod.* 2014;15(1):69. [\[CrossRef\]](#)
32. Rana M, Modrow D, Keuchel J, et al. Development and evaluation of an automatic tumor segmentation tool: A comparison between automatic, semi-automatic and manual segmentation of mandibular odontogenic cysts and tumors. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015;43(3):355-359. [\[CrossRef\]](#)
33. Vallaes K, Kacem A, Legoux H, Le Tenier M, Hamitouche C, Arbab-Chirani R. 3D dento-maxillary osteolytic lesion and active contour segmentation pilot study in CBCT: Semi-automatic vs manual methods. *Dento Maxillo Fac Radiol.* 2015;44(8):20150079. [\[CrossRef\]](#)
34. Xia Z, Gan Y, Chang L, Xiong J, Zhao Q. Individual tooth segmentation from CT images scanned with contacts of maxillary and mandible teeth. *Comput Methods Programs Biomed.* 2017;138:1-12. [\[CrossRef\]](#)
35. Loubele M, Maes F, Schutyser F, Marchal G, Jacobs R, Suetens P. Assessment of bone segmentation quality of cone-beam CT versus multislice spiral CT: A pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad Endod.* 2006;102(2):225-234. [\[CrossRef\]](#)
36. Michetti J, Georgelin-Gurgel M, Mallet JP, Diemer F, Boulanouar K. Influence of cone beam CT parameters on the output of an automatic edge-detection based endodontic segmentation. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(8):20140413.
37. Sarikov R, Juodzbalys G. Inferior alveolar nerve injury after mandibular third molar extraction: A literature review. *J Oral Maxillofac Res.* 2014;5(4):e1. [\[CrossRef\]](#)
38. Shavit I, Juodzbalys G. Inferior alveolar nerve injuries following implant placement - importance of early diagnosis and treatment: A systematic review. *J Oral Maxillofac Res.* 2014;5(4):e2. [\[CrossRef\]](#)
39. Sotthivirat S, Narkbuakaew W. Automatic detection of inferior alveolar nerve canals on ct images. *Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS).* 2006:142-145. [\[CrossRef\]](#)
40. Abdolali F, Zoroofi RA, Abdolali M, Yokota F, Otake Y, Sato Y. Automatic segmentation of mandibular canal in cone beam CT images using conditional statistical shape model and fast marching. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2017;12(4):581-593. [\[CrossRef\]](#)
41. Abdolali F, Zoroofi RA, Otake Y, Sato Y. Automatic segmentation of maxillofacial cysts in cone beam CT images. *Comput Biol Med.* 2016;72:108-119. [\[CrossRef\]](#)
42. Kwak GH, Kwak EJ, Song JM, et al. Automatic mandibular canal detection using a deep convolutional neural network. *Sci Rep.* 2020;10(1):5711. [\[CrossRef\]](#)
43. Shahbazian M, Jacobs R, Wyatt J, et al. Validation of the cone beam computed tomography-based stereolithographic surgical guide aiding autotransplantation of teeth: Clinical case-control study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013;115(5):667-675. [\[CrossRef\]](#)
44. Kauke M, Safi AF, Grandoch A, Nickenig HJ, Zöllner J, Kreppel M. Image segmentation-based volume approximation-volume as a factor in the clinical management of osteolytic jaw lesions. *Dento Maxillo Fac Radiol.* 2019;48(1):20180113. [\[CrossRef\]](#)
45. Altan Şallı G, Öztürkmen Z. Semi-automated three-dimensional volumetric evaluation of mandibular condyles. *Oral Radiol.* 2021;37(1):66-73. [\[CrossRef\]](#)

46. Xi T, Schreurs R, Heerink WJ, Bergé SJ, Maal TJ. A novel region-growing based semi-automatic segmentation protocol for three-dimensional condylar reconstruction using cone beam computed tomography (CBCT). *PLoS One*. 2014;9(11):e111126. [\[CrossRef\]](#)
47. Verhelst PJ, Shaheen E, de Faria Vasconcelos K, et al. Validation of a 3D CBCT-based protocol for the follow-up of mandibular condyle remodeling. *Dento Maxillo Fac Radiol*. 2020;49(3):20190364. [\[CrossRef\]](#)
48. Nicolielo LFP, Van Dessel J, Shaheen E, et al. Validation of a novel imaging approach using multi-slice CT and cone-beam CT to follow-up on condylar remodeling after bimaxillary surgery. *Int J Oral Sci*. 2017;9(3):139-144. [\[CrossRef\]](#)
49. Kim JJ, Nam H, Kaipatur NR, et al. Reliability and accuracy of segmentation of mandibular condyles from different three-dimensional imaging modalities: A systematic review. *Dento Maxillo Fac Radiol*. 2020;49(5):20190150. [\[CrossRef\]](#)
50. Huff TJ, Ludwig PE, Zuniga JM. The potential for machine learning algorithms to improve and reduce the cost of 3-dimensional printing for surgical planning. *Expert Rev Med Devices*. 2018;15(5):349-356. [\[CrossRef\]](#)
51. Bücking TM, Hill ER, Robertson JL, Maneas E, Plumb AA, Nikitichev DI. From medical imaging data to 3D printed anatomical models. *PLoS One*. 2017;12(5):e0178540. [\[CrossRef\]](#)
52. Hodosh M, Povar M, Shklar G. The dental polymer implant concept. *J Prosthet Dent*. 1969;22(3):371-380. [\[CrossRef\]](#)
53. Kohal RJ, Hürzeler MB, Mota LF, Klaus G, Caffesse RG, Strub JR. Custom-made root analogue titanium implants placed into extraction sockets. An experimental study in mon-keys. *Clin Oral Implants Res*. 1997;8(5):386-392. [\[CrossRef\]](#)
54. Pirker W, Kocher A. Root analog zirconia implants: True anatomical design for molar replacement – a case report. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2011;31(6):663-668.
55. Pirker W, Wiedemann D, Lidauer A, Kocher AA. Immediate, single stage, truly anatomic zirconia implant in lower molar replacement: A case report with 2.5 years follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011;40(2):212-216. [\[CrossRef\]](#)
56. Regish KM, Sharma D, Prithviraj DR. An overview of immediate root analogue zirconia implants. *J Oral Implantol*. 2013;39(2):225-233. [\[CrossRef\]](#)
57. Mangano FG, De Franco M, Caprioglio A, Macchi A, Piattelli A, Mangano C. Immediate, non-submerged, root-analogue direct laser metal sintering (DLMS) implants: A 1-year prospective study on 15 patients. *Lasers Med Sci*. 2014;29(4):1321-1328. [\[CrossRef\]](#)
58. Van Assche N, van Steenberghe D, Guerrero ME, et al. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: A pilot study. *J Clin Periodontol*. 2007;34(9):816-821. [\[CrossRef\]](#)
59. Loubele M, Guerrero ME, Jacobs R, Suetens P, van Steenberghe D. A comparison of jaw dimensional and quality assessments of bone characteristics with cone-beam CT, spiral tomography, and multi-slice spiral CT. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22(3):446-454.
60. Kim Y, Perinpanayagam H, Lee JK, et al. Comparison of mandibular first molar mesial root canal morphology using micro-computed tomography and clearing technique. *Acta Odontol Scand*. 2015;73(6):427-432. [\[CrossRef\]](#)
61. Rödiger T, Hausdörfer T, Konietzschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals - a micro-computed tomography study. *Int Endod J*. 2012;45(6):580-589. [\[CrossRef\]](#)
62. Marending M, Schicht OO, Paqué F. Initial apical fit of K-files versus LightSpeed LSX instruments assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J*. 2012;45(2):169-176. [\[CrossRef\]](#)
63. Stern S, Patel S, Foschi F, Sherriff M, Mannonci F. Changes in centring and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography ( $\mu$ CT). *Int Endod J*. 2012;45(6):514-523. [\[CrossRef\]](#)
64. Lloyd A, Uhles JP, Clement DJ, Garcia-Godoy F. Elimination of intracanal tissue and debris through a novel laser-activated system assessed using high-resolution micro-computed tomography: A pilot study. *J Endod*. 2014;40(4):584-587. [\[CrossRef\]](#)
65. Versiani MA, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Root and root canal morphology of four-rooted maxillary second molars: A micro-computed tomography study. *J Endod*. 2012;38(7):977-982. [\[CrossRef\]](#)
66. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. The anatomy of two-rooted mandibular canines determined using micro-computed tomography. *Int Endod J*. 2011;44(7):682-687. [\[CrossRef\]](#)
67. Michetti J, Basarab A, Diemer F, Kouame D. Comparison of an adaptive local thresholding method on CBCT and  $\mu$ CT endodontic images. *Phys Med Biol*. 2017;63(1):015020. [\[CrossRef\]](#)
68. Brady E, Mannonci F, Brown J, Wilson R, Patel S. A comparison of cone beam computed tomography and periapical radiography for the detection of vertical root fractures in nonendodontically treated teeth. *Int Endod J*. 2014;47(8):735-746. [\[CrossRef\]](#)
69. Low KM, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod*. 2008;34(5):557-562. [\[CrossRef\]](#)
70. Elnagar MH, Aronovich S, Kusnoto B. Digital workflow for combined orthodontics and orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2020;32(1):1-14. [\[CrossRef\]](#)
71. Adolphs N, Haberl EJ, Liu W, Keeve E, Menneking H, Hoffmeister B. Virtual planning for craniomaxillofacial surgery – 7 years of experience. *J Craniomaxillofac Surg*. 2014;42(5):e289-e295. [\[CrossRef\]](#)
72. Paniagua B, Cevitanes L, Zhu H, Styner M. Outcome quantification using SPHARM-PDM toolbox in orthognathic surgery. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2011;6(5):617-626. [\[CrossRef\]](#)
73. Manhaes-Caldas D, Oliveira ML, Groppo FC, Haiter-Neto F. Volumetric assessment of the dental crown for sex estimation by means of cone-beam computed tomography. *Forensic Sci Int*. 2019;303:109920. [\[CrossRef\]](#)
74. Haghaniyar S, Ghobadi F, Vahdani N, Bijani A. Age estimation by pulp/tooth area ratio in anterior teeth using cone-beam computed tomography: Comparison of four teeth. *J Appl Oral Sci*. 2019;27:e20180722. [\[CrossRef\]](#)
75. Merdietio Boedi R, Banar N, De Tobel J, Bertels J, Vandermeulen D, Thevisen PW. Effect of lower third molar segmentations on automated tooth development staging using a convolutional neural network. *J Forensic Sci*. 2020;65(2):481-486. [\[CrossRef\]](#)
76. Li H, Zhang Z, Liu Z. Application of artificial neural networks for catalysis: A review. *Catalysts*. 2017;7(10):306. [\[CrossRef\]](#)
77. Kandel I, Castelli M. How deeply to fine-tune a convolutional neural network: A case study using a histopathology dataset. *Appl Sci*. 2020;10(10):3359. [\[CrossRef\]](#)

# Diş-implant destekli sabit protezler

## Tooth-implant-supported fixed prostheses

Cansu KURTOĞLU<sup>ID</sup>  
Neşet Volkan ASAR<sup>ID</sup>

Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği  
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana  
Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

### Öz

İmplant destekli sabit protezler kısmi dişsiz hastaların tedavisinde rutin olarak uygulanan tedavi yöntemleridir. Anatomik, protetik veya hastaya bağlı faktörler nedeniyle sadece implantlardan destek alan sabit protezlerin uygulanamadığı vakalar, minimal düzeyde invaziv olan diş-implant destekli protezlerle tedavi edilebilir. Oklüzal kuvvetler altında diş ve implant desteklerinin hareket özelliklerinin birbirinden farklı olması klinikte protezlerin başarısızlığıyla sonuçlanacak teknik ve biyolojik komplikasyonların oluşması olasılığını arttırdığı için diş-implant destekli protez uygulamaları klinisyenler arasında tartışmaya neden olmuştur. Diş-implant destekli protezlerin uzun süreli başarısı için endikasyonları, biyomekanik özellikleri, protez tasarımları, bağlantı tipinin yapısı, uygulama prensipleri, teknik ve biyolojik komplikasyonları ile bunların sebepleri hakkında bilgi sahibi olunması son derece önemlidir. Bu derleme çalışmasının amacı, bu alanda yapılan çalışmaların ışığında, diş-implant destekli protezler için uygun tedavi planlanmasının yapılmasında ve klinik uygulamada klinisyenlere yardımcı olabilecek detaylı ve kapsamlı bilgi sunmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Diş implantları, diş protezi, implant destekli, protez, kısmi, sabit

### ABSTRACT

Implant-supported prostheses are the treatment modalities, which are routinely used to rehabilitate partially edentulous patients. The patients who cannot be treated with fixed prostheses solely supported by implants due to anatomical, prosthodontic, or patient-related factors can be rehabilitated with tooth-implant-supported fixed prostheses that are minimally invasive. Since the differences in mobility patterns between tooth and implant supports under occlusal loading have increased the possibility of the occurrence of technical and biological complications that can result into failure in clinic, clinical applications of tooth-implant-supported fixed prostheses have led to debate among clinicians. In order to achieve long-term success for tooth-implant-supported prostheses, having knowledge regarding the indications, the biomechanical characteristics, the types of prostheses, the nature of connection, the guidelines, and the technical and biological complications and their causes is of vital importance. The purpose of this review is to provide detailed and comprehensive knowledge that may help clinicians in establishing appropriate treatment planning and in clinical applications for tooth-implant-supported prostheses in the light of the studies carried out in this field.

**Keywords:** Dental implants, dental prosthesis, implant-supported, denture, partial, fixed

### GİRİŞ

Günümüzde dental implantlar, tam ve kısmi diş eksikliği olan hastaların çiğneme fonksiyonunu ve estetiğini sağlayan protezleri desteklemek veya protezlerin tutuculuğunu sağlamak için rutin olarak kullanılmaktadır. Kısmi dişsiz vakaların tedavisinde kullanılan sabit protezler sadece dişlerle, sadece implantlarla veya kombine olarak dişler ve implantlarla birlikte desteklenebilirler. Sadece implantlardan destek alan sabit protezlerin implant ve protez sağ-kalım oranları yüksek olduğu için bu tip restorasyonlar güvenilir ve öngörülebilir tedavi tipleri olarak kabul edilmektedir. Çeşitli nedenlerle ilave implant yerleştirilmesinin mümkün olmadığı vakaların sabit protez ile rehabilite edilmesinde diğer bir seçenek, minimal invaziv tedavi olan diş-implant destekli protezlerin uygulanmasıdır. Oklüzal kuvvetler altında dişin ve osseointegre implantın farklı hareket özelliklerine sahip olması protetik üst yapının biyomekanik davranışını etkileyerek teknik ve biyolojik komplikasyon oluşma olasılığını arttırmaktadır. Diş-implant destekli protezlerin dişte, implant sistemi parçalarında, kemikte ve protetik üst yapıda oluşturduğu etkiler geçmişten günümüze kadar çok sayıda teorik ve klinik araştırmada incelenmiş ve çeşitli uygulama prensipleri ortaya konmuştur.<sup>1-6</sup> Bu derleme çalışmasında, diş-implant destekli sabit protezlerle ilgili mevcut literatür incelenerek detaylı ve kapsamlı bilgi sunulması amaçlanmıştır.

Geliş Tarihi/Received: 12.01.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 19.08.2021

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.01.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Neşet Volkan ASAR

E-mail: nvolkan@gazi.edu.tr

Cite this article as: Kurtoğlu C, Asar NV.

Tooth-implant-supported fixed

prostheses. *Curr Res Dent Sci.* 2023;

33(1): 50-57.



### **Diş-implant Destekli Protezlerin Endikasyonları**<sup>7-10</sup>

- Lokal ve sistemik durumlar, anatomik oluşumlar veya finansal kısıtlamalar nedeniyle ilave implant yerleştirilmesinin mümkün olmadığı hastalarda uygulanırlar.
- Doğal dişin oluşturduğu proprioepsiyonun implantlara uygulanan stresi azaltmaya yardımcı olabileceğinin düşünüldüğü brüksizm hastalarında uygulanırlar.
- Tek implant destekli kanat uzantılı protez yapımından kaçınılması istendiğinde uygulanırlar.
- Prognozu iyi olan dişi korumak amacıyla uygulanırlar.
- Rotasyon kuvvetlerine karşı stabilite sağlamak amacıyla uygulanırlar.
- Periodontal desteği zayıflamış dişlere ilave destek sağlanması istendiğinde uygulanırlar.
- Doğal dişlerin implantlara bağlanmasıyla daha iyi estetik sonuçların elde edilebileceği düşünülen durumlarda uygulanırlar.

### **Diş-implant Destekli Protezlerin Avantajları**<sup>11-13</sup>

- Tedavi olanaklarını genişletir.
- Yerleştirilecek implant sayısının azalması nedeniyle tedavi maliyetini düşürür.
- Proprioepsiyonun koruyucu özelliği diş tarafından sağlanır.
- Dentisyonda oluşan toplam yüke ilave destek sağlar.
- Kanat uzantısı kullanımını önler.
- Estetik ve fonasyon için diş eti papillalarının korunmasını sağlar.

### **Diş-implant Destekli Protezlerin Dezavantajları**<sup>9,11,14,15</sup>

- İmplant ve diş birbirine bağlandığında, oklüzal kuvvet faktörlerine, diş hareketliliğine ve ağızda bulunan diğer implantların sayısına bağlı olarak implant ve çevresindeki kemikte aşırı yüklemeye ve takiben marjinal kemik kaybına neden olabilir.
- Bu tip protezlerde destek olarak doğal dişlerin de bulunması protezin çıkarılabilmesini zorlaştırabilir.
- Özellikle birden çok sayıda implant kullanılması durumunda üst yapının pasif olarak oturması daha zor olabilir.

### **Diş-implant Destekli Sabit Protezlerin Biyomekaniği**

Aynı protezi destekleyen doğal dişler ve implantlar arasında biyomekanik açıdan çeşitli farklar mevcuttur. Doğal dişler alveol kemiğine periodontal ligament lifleri ile bağlanırken, osseointegrasyonu tamamlanmış bir implant kemiğe rijit şekilde bağlanır. Bu fark, destekler arasında biyomekanik uyumsuzluk oluşturma potansiyeli taşır. Periodontal ligament dişte daha fazla harekete neden olacağından, dişi implanta bağlayan gövdeye kuvvet uygulandığında dişteki hareket, sistemin kanat uzantılı protez gibi davranmasına neden olarak implant üzerinde aşırı yüklenme oluşturabilir ve implant çevresinde aşırı stresler nedeniyle kemik kaybı oluşabilir. Bu stresler, implantın dişe bakan boyun bölgesinde oluşmaktadır.<sup>16</sup>

### **Diş ve implantın vertikal yöndeki hareketleri**

Potansiyel destek olarak düşünülen doğal dişlerdeki hareket, implantların doğal dişe bağlanmasına karar verilmesinde en önemli faktördür. Diş-implant bağlantılı sabit bir protezde, sistemin hareketini etkileyen beş bileşen vardır. Bunlar; implant, kemik, diş, protez ve protezin parçalarıdır.<sup>8</sup>

Diş vertikal, horizontal ve rotasyonel yönlerde fizyolojik olarak hareket eder. Doğal dişteki hareket miktarı, o dişin yüzey alanı ve kök şekli ile ilişkilidir. Bu nedenle köklerin sayısı ve uzunluğu, çapı, şekli ve konumları, periodontal ligamentin sağlığı diş hareketini etkileyen primer faktörlerdir. Klinik olarak, sağlıklı bir dişte vertikal yönde hareket hemen hemen yoktur. Kuvvet uygulandığında,

başlangıçta vertikal yönde oluşan hareket 28 µm'dir, anterior ve posterior dişler için aynıdır. Bu hareketin anlık geri dönüş miktarı 7 µm'dir ve hareketin tamamen eski haline gelmesi 4 saat alır. Dişe 4 saat içinde ilave kuvvet uygulanması halinde diş, başlangıçtaki kuvvetin neden olduğu hareketten daha az hareket eder. Rijit bir implantın vertikal hareketi, 10 pound'luk kuvvet altında 2-5 µm'dir ve bu hareket, kemiğin viskoelastik özelliğine bağlıdır. İmplantın hareketi dişin hareketi kadar hızlı olmaz, çünkü diş hareketi periodontal ligament nedeniyle meydana gelir.<sup>8</sup>

### **Protezin hareketi**

25 pound'luk kuvvet, kıymetli metal alaşımından üretilmiş ve 2 mm'lik bağlantı kalınlığına sahip tek gövdeli bir sabit protezde 12 µm, iki gövdeli bir protezde 97 µm düzeyinde harekete neden olur. Bu nedenle sabit protezde meydana gelen hareket, sağlıklı diş ve implant arasında vertikal yönde mevcut olan hareket farkının bir kısmını tolere edebilir.<sup>8</sup>

### **İmplant ve protez parçalarının hareketi**

Rangert ve ark.nın tek diş ve tek implantla desteklenen köprü protezleri ile ilgili yaptığı in-vitro çalışmada,<sup>17</sup> Brånemark implant sisteminde (Nobel Biocare, Göteborg, İsveç) bulunan altın silindirik ve vida bağlantısının esneyebilir eleman olarak görev yaptığı gösterilmiştir. Sistemdeki bu esneme özelliği, implantı doğal dişteki vertikal hareket ile uyumlu hale getirir. Dolayısı ile dişteki minimal düzeydeki hareketin yanı sıra implant, protez ve abutment parçalarında belirli miktarlarda oluşan hareketler, implant ve diş tarafından desteklenen bir veya iki gövdeli sabit protez vakalarında, her iki destek arasındaki biyomekanik farkın vertikal yönde çok az risk oluşturmasını sağlamaktadır.<sup>8</sup>

### **Dişin horizontal yöndeki hareketi**

Dişlerin horizontal yöndeki hareket miktarı, vertikal yöndeki hareket miktarından daha fazladır. 500 g'lık çok küçük bir kuvvet, dişte 56-108 µm'lik horizontal harekete neden olur. Sağlıklı ve stabil bir posterior dişe kuvvet uygulandığında, başlangıçta anterior dişten daha az hareket meydana gelir ve bu hareketin miktarı 56-75 µm'dir. Bu miktar, vertikal hareketin 2 ile 9 katı kadardır.<sup>18</sup>

Mühleman'a<sup>18</sup> göre diş hareketi, başlangıç hareketi ve ikincil hareket olarak 2'ye ayrılabilir. Başlangıç hareketi hafif kuvvetler altında, aniden ve periodontal ligament aracılığı ile gelişir. Eğer dişe ilave bir kuvvet uygulanırsa ikincil hareket görülür, bu hareket direkt olarak ilave kuvvetin miktarına bağlıdır. İkincil hareket kemiğin viskoelastik özelliği ile ilişkilidir, büyük kuvvetler altında 40 µm'ye ulaşabilir ve implant hareketi ile benzerdir.

### **İmplantın horizontal yöndeki hareketi**

İmplantın hareketi, kemiğin viskoelastik özelliğine bağlıdır. Osseointegre olmuş endosteal implantların hareket etmesini inceleyen Komiyama,<sup>19</sup> 2000 g'lık kuvvet altında meziodistal yönde 40-115 µm, labiolingual yönde 11-66 µm implant hareketi ölçmüştür. Mesiodistal yönde daha fazla hareket olmasının nedeni, implantların çevresinde bu yönde kortikal kemik bulunmamasıdır. Labiolingual yönde kalın kortikal plakalar mevcuttur. İmplantın hareketi, uygulanan kuvvet ve kemik yoğunluğu ile doğru orantılıdır ve kemik dokusunun elastik deformasyonunu gösterir.<sup>8</sup>

Tüm faktörler düşünüldüğünde bir implant, vertikal ve horizontal yönde hareket eder, abutmentler ve protez esner, diş apikal ve lateral yönde hareket eder. İmplantlar ve dişler arasındaki hareket farklılığını oluşturan temel neden hareketin yönüdür. Horizontal yönde iki destek arasındaki hareket farkı, vertikal yöndekinden daha fazladır.<sup>8</sup> Lateral yöndeki kuvvetlerden meziodistal olanlar,



yani ark yönündeki kuvvetler, sistemde çok az kaldıraç etkisi oluşturduğu veya hiç kaldıraç etkisi oluşturmadığı için diş-implant bağlantılı protezlerde implanta zarar vermezler. Ancak bukkolingual doğrultudaki lateral kuvvetler protezde kaldıraç etkisi oluşturduğundan kemik-implant ara yüzünde makaslama ve burulma şeklinde streslerin oluşmasına neden olurlar. Bu streslerin büyüklüğü dişin bukkolingual yöndeki mobilite miktarına, sabit protezin boyutlarına ve üretildiği materyale bağlı olarak değişir. Eğer diş ve implant bağlantısı vida aracılığı ile sağlanmış ise burulma stresleri vida bağlantısını etkileyebilir. Dolayısı ile vida gevşemesinin önlenmesi için doğal dişin bukkolingual mobilitesinin çok az miktarda olması gerekir.<sup>20</sup>

### **Diş-implant Destekli Sabit Protez Tasarımları**

Kısmi dişsiz hastaların çoğunluğunda posterior bölgede anterior bölgeden daha fazla diş eksikliği görüldüğü için diş-implant destekli protezler posterior bölgede daha fazla uygulanmaktadır. Bu tip protezlerin en sık uygulandığı vakalar, terminal bir destek diş mevcut olmasına rağmen molar dişleri eksik olan serbest sonlu çenelere sahip hastalardır. Her iki molar dişle birlikte üçüncü molar dişin de eksik olduğu durumda, iki adet uygun boyut ve tasarımıda implant yerleştirilerek bağımsız kuronlarla iki eksik molar diş bölgesi restore edilebilir. 2. molar diş bölgesinde ve 1. molar dişin distal yarısında yeterli kemik mevcutsa, fakat 1. molar dişin mezial yarısında yeterli kemik yoksa, premolar boyutunda bir gövde gerekir. Gövde, ya boşluğun anteriorundaki doğal dişe ya da posteriorundaki implanta bağlanmış kanat uzantısı şeklinde yapılır. Her iki durumda da gövdeden uzakta olan kuronda, çekme kuvvetlerine bağlı olarak yapıştırıcı simanda problem oluşabilir. Alternatif olarak, diğer tüm faktörler uygunsa implant, doğal diş bağlanabilir. Gövdenin altındaki kret bölgesindeki kemiğin Misch'in<sup>8</sup> kemik sınıflamasına göre divizyon C-h özelliğinde olması ve doğal dişe komşu kemik yüksekliğinin yetersiz olup vertikal kemik yükseltme işleminin başarısız olması durumunda, diş ve implantın birbirine bağlanması en uygun tedavi şeklidir. Ayrıca, posterior çene bölgesinde tek kuronu desteklemek için yerleştirilen implant gereğinden daha fazla distale yerleştirilmişse, implant ve doğal diş birbirine bağlanabilir. Mümkün olduğunca her zaman kanat uzantılı protez yerine diş-implant destekli protez yapılması tercih edilmelidir.<sup>9</sup>

Laufer ve Gross,<sup>21</sup> diş-implant destekli protez tasarımlarını dört başlıkta sınıflandırmıştır. Bu sınıflama; desteklerin ark üzerindeki yerleşimi, protezin yapısal devamlılığı ve protezin retansiyon şekli dikkate alınarak yapılmıştır.

### **Desteklerin ark üzerindeki yerleşimi**

Doğrusal yerleşim: Destekler arkın aynı tarafında düz bir çizgi üzerindedir.

Doğrusal olmayan yerleşim: Destekler arkın her iki tarafında yer alır ve düz bir çizgi üzerinde değildir.

### **Protezin yapısal devamlılığı**

Devamlı protezler: Tüm destekleri birbirine bağlayan tek parça veya lehimli sabit köprü protezleridir.

Çok parçalı protezler: Ayrı köprü protezlerinin rijit veya rijit olmayan mekanik bağlantılar ile birbirine bağlandığı sabit köprü protezleridir.

### **Protezin retansiyon şekli**

Çıkarılabilir: Teleskopik kopingler daimi olarak dişlere simante edilir. Üst yapı, dişteki kopinglere geçici olarak simante edilir, implantlara ise geçici olarak simante edilir veya vidalanır.

Çıkarılmaz: Üst yapı (protez), desteklere daimi olarak simante edilir.

### **Doğrusal veya doğrusal olmayan, devamlı, çıkarılmaz sabit protezler**

Bu protez tipi, splint şeklindeki geleneksel köprü protezidir. Protezin onarılması, implantın çıkarılması veya değiştirilmesi için protezin çıkarılması gerektiğinde daimi simantasyon nedeniyle problemler oluşabilir. Hidrolik basınç, simantasyon esnasında protezin hafif hareketli doğal dişlere tam olarak oturmasını önleyebilir. Hafif hareketli dişlerin üzerindeki siman kalınlığı 50-60 µm iken, hareketsiz abutmentlerin marjinlerinde 20-40 µm siman kalınlığı vardır. Bu kalınlık, simanın kırılmasına ve tekrarlayan çürüklere yol açabilecek açık kuron kenarlarına neden olur. Olası bir çözüm, kuronları doğal dişlere simante etmek ve daha sonra bunları implant abutmentine vidalarla bağlamaktır. İmplantlar dişlere bağlandığında, implant bir pier abutment veya terminal abutment olarak işlev görebilir ve bu durum implantın aşırı yüklenmesine neden olabilir.<sup>21</sup>

### **Doğrusal veya doğrusal olmayan, çok parçalı sabit protezler**

Bu tipteki sabit protez, diş destekli protez parçası ve implant destekli protez parçasından oluşur. İki parça birbirine rijit veya rijit olmayan bağlantılarla bağlanır. Bağlantı tiplerinden hangisinin tercih edilmesi gerektiği konusunda net bir fikir birliği yoktur. Diş destekli ve implant destekli parçalar arasında bağlantı kullanılması, protezin çıkarılabilmesine izin verir. Diş destekli parçaya dahil edilen diş sayısı; kemik desteğine, kök anatomisine, diş mobilitesine, ark mesafesine ve dişlerin dağılımına bağlıdır. Yetersiz sayıda veya kısa implantlar nedeniyle implant destekli parçanın fonksiyonel yükü taşımayacağı düşünülüyorsa, implant destekli parça diş destekli parçaya rijit olarak bağlanarak diş desteğinin, implantı aşırı yüklenmeye karşı koruması sağlanır. Bu durum sadece dişler hareketsiz ve mükemmel periodontal desteğe sahip olduğunda gerçekleşir. Protezde yer alan dişlerin sayısı, dişlerin stabilitelere bağlıdır.<sup>21</sup>

### **Doğrusal-devamlı ve doğrusal olmayan-çok parçalı, çıkarılabilir sabit protezler**

Bu protez tipi, küçük bir teleskopik köprüdür. Geleneksel simante bir köprüye göre avantajları; dişlerin daimi olarak simante edilmiş teleskopik kopinglerle korunması ve koping üzerine geçici olarak simante edilen üst yapının gerektiğinde çıkarılabilmesidir. Bu tasarımın dezavantajları da vardır. Kopinglerin üretimi daha zor ve pahalıdır. Anterior çene bölgesine yerleştirilmiş teleskopik kopingler gingivada estetik açıdan hoş olmayan metal görüntüsü oluşturabilir. Diş preparasyonu daha kapsamlıdır. Geçici siman kırılırsa, siman tutuculuğunu kaybetmiş protez bölümü kanat uzantısı gibi davranarak protezin diğer bölümünde kaldıraç etkisi oluşturur. Üst yapı, diş üzerindeki kopinglere daimi olarak simante edilmediğinde, diş intrüzyonu potansiyel bir tehlikedir.<sup>21</sup>

### **Doğrusal olmayan, devamlı, çıkarılabilir sabit protezler**

Bu tip protez, doğal dişlerin ark üzerinde tek tek yerleşim göstermesi nedeniyle diş destekli ve implant destekli protezlerin ayrı ayrı yapılamadığı, dişlerin prognozunun şüpheli olduğu, ve dişlerde orta veya yüksek düzeylerde mobilite olduğu durumlarda endikedir. Bu yöntemin çeşitli avantajları vardır. Splintlenmiş doğal dişlerin mobilitesi azaltılır. Dönme merkezinin arkın sınırları içerisine kaydırılması, splintin lateral kuvvetlere karşı stabilitesini artırır. Kopingler doğal dişleri örter, korur ve üst yapı geçici olarak simante edilebilir ve gerektiğinde çıkarılabilir. Üst yapının simantasyonuna özel olarak dikkat edilmelidir. Protezin bazı üyelerinde görülen siman kırılması, bu üyelerin kanat uzantısı

şeklinde davranarak simante halde bulunan diğer üyelerin daha fazla yüklenmesine neden olur. Üst yapının retansiyonu için siman yerine mekanik tutucuların (vida, ataşman) kullanılması ile daha öngörülebilir sonuçlar elde edilebilir. Dişlere bağlandığı zaman ortaya çıkan potansiyel problemlerden kaçınmak için protezin tamamının ark üzerinde dağılımı iyi olan implantlarla desteklenmesi önerilir.<sup>21</sup>

Diş-implant destekli protez tasarımlarında, diş veya implant, pier destek olarak görev yapabilir.<sup>8</sup> Her iki tasarımın da kendisine ait bir takım özellikleri vardır.

### İmplantın Pier Destek Olduğu Protez Tasarımları

Pier destek, diğer iki desteğin arasındaki destektir ve bazen de ara destek olarak adlandırılır. Ara destek, implant veya doğal diş olabilir. Her iki durumun protezdeki etkileri farklıdır. İmplantın pier destek olması, dişin pier destek olmasına kıyasla daha fazla komplikasyon oluşturma riski taşır. Pier implant, komşuluğunda bulunan doğal dişlere kıyasla daha az hareket eder ve sınıf I kaldiraç kolunun fulkrumu olarak davranır. Sonuç olarak protezin bir ucundaki destekte baskı kuvveti oluşurken, diğer ucundaki destekte çekme veya makaslama kuvvetleri oluşur. Simanların çekme stresleri genellikle baskı streslerinden 20 kat daha azdır. Bu nedenle bir implant fulkrum gibi davrandığında, terminal abutmentlerin birisinde genellikle desimantasyon ve buna bağlı olarak çürük meydana gelir. Bu problem, implant ve diş arasına gövde yerleştirilmesi nedeniyle kuvvet kolu uzadığında, doğal diş veya dişlerde klinik mobilite mevcut olduğunda ve proteze lateral kuvvetler geldiğinde daha fazla ortaya çıkar. Pier implant hareketsiz, sağlıklı doğal dişlere bağlansa bile komplikasyona neden olabilir.<sup>8</sup>

Pier destek olarak implant kullanılacaksa, diş ve implant bağlantısında rijit olmayan ataşman kullanılması gerekir. Bu ataşman, implant ile hareketli doğal diş birbirine bağlayarak implantın fulkrum oluşturmamasını engeller. Doğal diş destekli sabit protezlerde rijit olmayan ataşman pier desteğin distaline, gövdenin mezialine yerleştirilir. Bu şekilde ısırma esnasında dişlerdeki mezial yönlü hareketin, erkek parçanın ataşman yuvasından çıkmasına neden olması önlenir. Diş-implant destekli sabit protezlerde implant mezial hareket göstermediği için rijit olmayan bağlantı implant pier desteğin mezialine de distaline de yerleştirilebilir.<sup>8</sup>

### Doğal Dişin Pier Destek Olduğu Protez Tasarımları

Doğal bir dişin iki implantın arasında pier destek olarak bulunduğu durumlarda, proteze gelen kuvvetleri iki implant karşılayabilir ve doğal diş canlı bir gövde görevi yapar. Diğer deyişle, doğal dişin protezi desteklemesine ihtiyaç yoktur. Bu tip protez tasarımında stres kırıcıya yani rijit olmayan bağlantıya gerek yoktur.<sup>8</sup> Bazen çok sayıda implant birbirine bağlanarak bir veya iki adet posterior kanat uzantısı içeren tam ark protezler yapılabilir. Aynı zamanda implantların arasında doğal diş destekleri de bulunabilir. Doğal dişlerin çekilmeden proteze dahil edilmesi, proteze destek sağlamasından çok periodonsiyum kaynaklı proprioepsiyon nedeniyledir. İmplant protezlerinde oklüzal farkındalık azaldığı için çiğneme esnasında implant destekli protezlerle diş destekli protezlerden daha büyük kuvvetler uygulanır. Proteze dahil olan doğal dişler canlı gövde görevi yaparak çiğneme esnasında oluşan kuvvetlerin ayarlamasına yardımcı olabilirler.<sup>8</sup>

Diş-implant destekli protezlerde üst yapılar, metal-seramik veya tam seramik materyallerden üretilirler.<sup>6-8,22-24</sup> Tam seramik materyallerle ilgili araştırmalar neticesinde geliştirilen yüksek mekanik dayanıklılığa sahip, estetik ve biyouyumlu olan zirkonya restorasyonlar, maksilla ve mandibulanın anterior ve posterior bölgelerine

yerleştirilmiş dental implantların üstünde oldukça başarılı şekilde uygulanmaktadır.<sup>25,26</sup> Shi ve ark.<sup>27</sup> implant destekli üç üyeli zirkonyadan veya metal-seramikten üretilmiş köprü protezlerinin 8 yıllık takibi sonrasında üst yapıların sağ-kalım oranlarının kıyaslanabilir olduğu belirtmiştir.

### Diş-implant Destekli Protezlerde Bağlantı Tipleri

Doğal diş ve implant birbirine iki tip bağlantı ile bağlanabilir. Bunlar; rijit ve rijit olmayan bağlantılardır.

#### Rijit bağlantı

Bu tip bağlantı, geleneksel köprü protezi yapılarak, köprü protezi içinde sabitleme vidası kullanılarak veya teleskopik ataşmanlar uygulanarak oluşturulur.<sup>12,21,28,29</sup> Geleneksel köprü protezi, diş dokusu ve implant abutmenti üzerine direkt olarak simante edilebilir. Sabitleme vidası kullanılan rijit bağlantılarda, köprü sistemindeki pozitif ve negatif parçalar vida aracılığı ile rijit bir şekilde sabitlenirler. Teleskopik rijit bağlantılarda köprü protezi, diş üzerine daimi olarak simante edilmiş olan primer kopinge ve implant abutmentine geçici olarak simante edilebilir. Köprü protezinin implant abutmenti üzerindeki kuron kısmı, geçici simantasyon yerine vida ile abutmente sabitlenebilir.

Rijit bağlantı, mekanik başarısızlık oranının azalması ve restorasyonun daha uzun ömürlü olması nedeniyle araştırmacılar tarafından kabul görmüştür.<sup>13,30</sup> Rijit diş-implant bağlantısını savunan klinisyenler, implant ve doğal dişlerin farklı şekilde hareket özelliklerinin olduğunu kabul etmelerine rağmen, bu hareket farkını telafi etmek ve yükün paylaşılmasına izin vermek için implant sisteminde yeterli esneklik olduğunu varsayarlar. Uzun süreli çalışmalarda, implant ve diş arasındaki hareket farkını tolere etmek için implant parçalarının fonksiyonel yük altında deformasyona uğrayabildiği sonucuna varılmıştır.<sup>31-33</sup> Brånemark implant sistemindeki implant ve abutmenti bağlayan altın vidanın, diş-implant destekli protezlerde oluşan 10-15 N/cm<sup>2</sup> lik bükülme momentlerini tolere ettiği belirtilmiştir.<sup>17</sup> Rijit bağlantı olarak teleskopik sistem kullanılan bazı vakalarda doğal dişte intrüzyon görülebilmese rağmen, rijit olmayan bağlantıya kıyasla intrüzyondan kaçınmak konusunda daha iyi sonuçlar vermiştir.<sup>5,7,34-37</sup> Block ve ark.<sup>34</sup> 5 yıllık takip sonucunda, implantın boyun bölgesindeki kemik yıkımı açısından her iki tip bağlantı arasında anlamlı fark olmadığını göstermişlerdir. Nickening ve ark.<sup>5</sup> ortalama 4,5 yıl takip ettikleri 83 hastaya, 56 rijit ve 28 rijit olmayan bağlantılı protez yapmışlardır. Teknik problemlerin, rijit bağlantılı protezlerde daha az görüldüğü ve bu tip protezlerin başarı oranlarının daha yüksek olduğu vurgulanmıştır. Bazı araştırmacılara göre, uzun vadede implant üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle dişlerin implantlara rijit şekilde bağlanması mantıklı değildir, çünkü rijit bağlantının, destek diş veya implant çevresinde daha fazla marjinal kemik kaybı oluşturma potansiyeli vardır.<sup>37</sup> Kumar ve ark.<sup>38</sup> en yüksek düzeydeki streslerin, rijit bağlantının kullanıldığı diş-implant destekli protez modellerindeki implant ve dişlerin çevresinde bulunan kemikte olduğu görülmüştür. Diğer yandan protezlere dahil edilen rijit olmayan bağlantıların, implant ve diş çevresindeki kemikteki stresi azalttığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde Lin ve ark.<sup>39</sup> çalışmasında, rijit olmayan bağlantı kullanıldığında implant çevresindeki kemikte oluşan stres değerlerinin azaldığı gösterilmiştir.

#### Rijit olmayan bağlantı

Doğal diş ve implant arasındaki hareket farkını ortadan kaldırmak amacıyla rijit olmayan bağlantı olarak stres emici ve stres kırıcı elemanlar kullanılır.<sup>40</sup>

### **Intramobil Eleman**

IMZ implant sistemi (Interpore International, Kaliforniya, ABD) içerisinde çok absorbe edici ve stres emici eleman olarak görev yapan intramobil eleman (IME) mevcuttur. IMZ implantın çok absorbe edici mekanizması, uygulanan kuvvetlere karşı doğal dentisyonda oluşan reaksiyona benzerdir. Viskoelastik özellikteki IME ve küresel apikal bölgeye sahip silindirik implant içeren IMZ implant sistemi, okluzal kuvvetlerin kemik ve implant ara yüzüne eşit şekilde dağıtılmasını sağlar. Doğal bir diş aşırı yüklendiğinde, periodontal ligament ve sinir reseptörleri aracılığıyla propriyoseptif kontrol ile bu durum kısmen düzenlenebilir, benzer şekilde intramobil eleman kullanılarak kemik ve implant ara yüzündeki stres seviyesi kontrol edilebilir.<sup>41</sup>

IMZ sistemindeki intramobil eleman polioksimetilenden üretilmiştir. Bu materyal ilk olarak kalp-damar cerrahisi ve ortopedi alanlarında kullanılmıştır. Sağlık, sertlik, yorgunluk, aşınma direnci, tokluk ve elastikiyetin önemli olduğu klinik durumlarda kullanımı endikedir. 500 günlük simüle edilmiş kullanımda elde edilen çok küçük boyutsal stabilite değişiklikleri, okluzal kuvvetler altında sürekli kullanımda minimal düzeyde bir değişikliğe uğrayacağını göstermiştir. Ancak çoğu plastik materyaller metaller kadar dayanıklı olmadığından, IME'nin periyodik olarak değiştirilmesi gerekir. Klinik kullanım için önerilen süre 1 yıl olmasına rağmen hastanın yaşı ve fiziksel durumu, çiğneme kaslarının gücü ve sağlığı, karşıt dişler ve protezde kullanılan malzemeler kullanım süresini etkiler.<sup>41</sup>

Intramobil elemanın diş-implant destekli protezlerde vertikal ve rotasyonel esneklik sağlayıp sağlamadığı çelişkilidir. Uysal ve ark.<sup>32</sup> bu elemanların, rijit iç elemanlara kıyasla stresleri %60 oranında azalttığını bildirmiştir. İlaveten bazı yazarlar IME'nin, doğal diş üzerindeki protez hareketini telafi etmek için yeterli esnekliği sağladığını iddia etmiştir.<sup>41,42</sup> Aksi görüşte olan Chee ve Jivraj<sup>7</sup> intramobil eleman sisteminin esnekliğe katkıda bulunmadığını ve bükülme kuvvetinin implant ve abutment arasındaki vidaya iletilmediğini bulmuştur. Hertel ve ark.<sup>43</sup> IME'nin, implant ve doğal diş arasındaki hareket uyumsuzluğunu telafi etmediğini belirtmiştir.

### **Ataşman Sistemleri**

Diş-implant destekli sabit protezlerde en yaygın kullanılan ataşman sistemi, anahtar (pozitif parça) ve anahtar yuvasının (negatif parça) bulunduğu sistemdir. Bu iki parçayı sabitlemek için vida kullanılmadığından anahtar, anahtar yuvasının içinde kayarak fonksiyon görür. Becker ve ark.<sup>44</sup> rijit olmayan bağlantı kullanıldığında implantın, iki dişe splintlenmesini önermiştir. Misch<sup>8</sup> göre, literatürde rijit olmayan bağlantının savunulduğu çalışmalar mevcut olsa da implant destekli tek taraflı sabit protezlerde rijit olmayan bağlantı nadiren kullanılmakta ve bazen yıkıcı sonuçlar doğurabilmektedir. Rijit olmayan bağlantının ek maliyet gerektirmesi, kuronların aşırı konturlu yapılmasına neden olması, günlük bakımı tehlikeye atması ve dişin hareketini azaltmaması gibi dezavantajları vardır. İlaveten, rijit olmayan bağlantının kullanıldığı vakaların %3-4'ünde zamanla oluşan intrüzyonun kanat uzantısı etkisi oluşturduğu ve implant ile protezlerdeki istenmeyen stres değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir.<sup>29,45</sup> İntrüzyon görülen vakaların çoğunda rijit olmayan bağlantının negatif parçasının doğal diş üzerinde olduğu belirtilmiştir. Dolayısı ile negatif parçanın, doğal diş yerine implant bölgesine yerleştirilmesinin intrüzyonu önleyebileceği ifade edilmiştir.<sup>29</sup>

### **Diş-implant Destekli Protezlerde Komplikasyonlar**

İmplant destekli tedavilerin uzun dönem başarıları yüksek olmasına rağmen, hekimler günümüzde halen hem implant hem de

üst yapı başarısızlıkları ile karşılaşabilmektedir. Sadece implant destekli ve diş-implant destekli protezlerin 5 yıllık başarı oranları sırası ile %95,2 ve %95,5, 10 yıllık başarı oranları sırası ile %86,7 ve % 77,8 dir.<sup>46</sup> İmplant başarısızlığına neden olan faktörler arasında implant yerleştirilecek bölgedeki kemiğin kalite ve kantitesi, keratinize diş eti, protetik tedavi seçenekleri, implant tedavi planlaması, okluzal yüklenme, oral hijyen ve hasta takibi gibi faktörler sayılabilir.<sup>47</sup> Diş-implant destekli protezlerde görülen komplikasyonlar, teknik ve biyolojik olmak üzere iki bölüm şeklinde incelenebilir.<sup>48</sup>

### **Teknik komplikasyonlar**

İmplantın kırılması, diş intrüzyonu, desimantasyon, vidanın gevşemesi veya kırılması ve protetik materyalin kırılması bu tip komplikasyonların içinde yer alır.<sup>48</sup> Seramik veneer materyalinde chipping, vida gevşemesi ve desimantasyon küçük, abutment ve protetik alt yapı kırıkları orta, implantın kırılması ise büyük komplikasyonlardır. En sık karşılan komplikasyonlar sırası ile seramik veneer materyalindeki chipping, vida gevşemesi ve desimantasyondur. İmplant, abutment veya okluzal vida gibi protez parçalarının kırılması nadiren karşılaşılan komplikasyonlardır.<sup>46</sup> von Stein-Lausnitz ve ark.nın yaptığı çalışmada,<sup>49</sup> diş-implant destekli sabit protezlerde görülen komplikasyonların %12,4'ünün küçük komplikasyonlar (retansiyon kaybı, vida gevşemesi, veneer seramik materyalinde chipping) olduğu, %1,6'sının büyük komplikasyonlar (implant veya abutment kırığı) olduğu görülmüştür. Teknik komplikasyonların oluşmasında protezlerin ve diş preparasyonun planlanması, karşıt dişler, bağlantı tipi, vida türleri ve implant tipleri rol oynar.<sup>50</sup> Rijit olmayan bağlantının diş-implant protezlerinde teknik komplikasyonların artmasına neden olduğu, rijit bağlantının ise komplikasyonları azalttığı klinik çalışmalarda belirtilmiştir.<sup>12,51</sup> Üç boyutlu sonlu elemanlar stres analiz yöntemi ile yapılan çalışmada rijit olmayan bağlantının kullanıldığı üç üyeli sabit protezlerde daha yüksek streslerin oluşması klinik çalışmaların sonuçlarını destekler niteliktedir.<sup>52</sup> Diş-implant destekli protezler komplikasyon açısından implant-implant veya diş destekli protezlerle kıyaslandığında çelişkili sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bazı çalışmalarda diş-implant destekli protezlerin daha fazla komplikasyona neden olduğu belirtilirken,<sup>9,12,51</sup> diğerlerinde sonuçların benzer olduğu ifade edilmiştir.<sup>4,36</sup> Naert ve ark.<sup>9</sup> 140 diş-implant destekli ve 140 implant destekli protezi 1-15 yıl süresince takip etmiş ve diş-implant destekli protez ile ilişkili teknik komplikasyon sayısının artması nedeniyle implant destekli protezlerin tercih edilmesini önermiştir. Aynı çalışmada, %8 oranında desimantasyon, %3,4 oranında diş intrüzyonu ve 123 hastanın 3'ünde alt yapı kırığı görülmüştür. Buna karşılık, implant-implant destekli protez kontrol grubunda bulunan 329 abutmentin sadece 2 tanesinde vida kırığı meydana gelmiştir. Diş-implant destekli ve diş destekli üç üyeli zirkonya restorasyonların incelendiği 3 yıl takipli klinik çalışmada teknik komplikasyonlar açısından başarı oranları, diş-implant destekli ve diş destekli protezler için sırasıyla %96,3 ve %95,5, biyolojik komplikasyonlar için başarı oranları ise sırasıyla %100 ve %95,5 olarak bulunmuştur.<sup>22</sup> Diğer bir çalışmada, metal-seramik, monolitik zirkonya veya zirkonya alt yapı ve veneer porseleninden üretilen köprü protezlerinin sadece implantlarla veya diş ve implantla desteklendiği vakalarda, her iki protez tasarımı için elde edilen chipping oranları arasında fark görülmemesine rağmen, zirkonya alt yapının veneer porselenle tamamen kaplanmasının, kısmen kaplanmaya ve monolitik zirkonyaya kıyasla porselendeki chipping oranını arttırdığı gösterilmiştir.<sup>24</sup> Üç üyeli diş-implant ve üç üyeli implant-implant destekli zirkonya restorasyonların kırılma davranışı in vitro yöntemle

incelendiğinde, her iki tasarımın da 500 N büyüklüğündeki fizyolojik okluzal kuvvetlere dayanabildiği, ancak implant-implant destekli tasarımın kırılma direncinin daha üstün olduğu ortaya çıkmıştır.<sup>23</sup>

Intrüzyon, implant ile birlikte destek olarak kullanılan doğal dişlerin, bir süre sonra, gelen aşırı kuvvetler altında diş soketi içine gömülmesi ve periodontal ligamentin bu yeni pozisyona adapte olması veya farklı bir nedenle dişin eski pozisyonuna tekrar dönmemesi olarak tarif edilebilir.<sup>8</sup> Diş-implant destekli protezlerde intrüzyon görülme oranı %3,5-5'tir ve diş ile implant birbirine bağlandıktan sonraki ilk bir yıl içerisinde oluşur, ancak ilk üç ay içinde oluşmaz.<sup>53</sup> Bu problemin nedeni ile ilgili olarak farklı pek çok teori bulunmaktadır. Dişe iletilen çok yüksek stres nedeniyle periodontal ligamentte osteoklastik aktivite oluşması, rijit olmayan bağlantı kullanıldığında pozitif ve negatif parçaların arasında meydana gelen sürtünme, rijit olmayan bağlantı parçaları arasında gıda birikmesi, dişin geri dönme hafızasının bozulması, periodontal ligamentin atrofisi, sabit protezin esnemesi, bükülmesi ve mandibulanın esnemesi bu teoriler arasında yer alır.<sup>29,54</sup> Intrüzyonu önlemek için rijit bağlantı kullanılması, destek dişlere koping yerleştirilmemesi, retansiyonu ve rezistanı en üst düzeye çıkarmak için destek dişlerin aksiyal duvarları birbirine paralel olacak şekilde prepare edilmesi ve daimi simantasyon yapılması önerilmiştir.<sup>12,55</sup> İmplantla bağlı doğal dişteki intrüzyon ile ilgili raporlar genellikle kuronların geçici bir simanla doğal diş bağlandığı, dolayısı ile kuronun desimante olduğu ve rijit olmayan bağlantının kullanıldığı vakalarla ilgilidir. İmplantlar terminal destek olan doğal dişlere bağlanırken, doğal dişlerde daimi simanların kullanılması gerekir.<sup>8</sup> Böylece diş, üzerine yapılandırılmış kurondan ayrılmadığı için intrüze olmaz. Buna karşılık, kuvvet altındaki diş-implant destekli sabit protezde kullanılacak olan rijit bağlantının dişin intrüzyonunu engellediğini savunan araştırmacılar da bulunmaktadır.<sup>2,6,31</sup> Naert ve ark.<sup>9</sup> dişteki intrüzyonu tolere edebilmek için rijit bağlantı kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

### Biyolojik komplikasyonlar

Biyolojik komplikasyonlar; peri-implantitis, implant çevresinde marjinal kemik kaybı, çürük, pulpa nekrozu, periapikal enfeksiyon ve dişin veya kökün kırılmasıdır.<sup>46,48,53,56</sup> Diş-implant destekli protez siman retansiyonlu ise, protezde meydana gelen esneme sonucunda implant abutmenti üzerindeki siman kırılabilir ve kron gevşeyebilir. Bu durum, doğal dişe daha fazla stres gelmesine, dişin mobilitesinin artmasına ve takiben dişin kırılmasına neden olabilir.<sup>8</sup> Destek diş kanal tedavili ve post-kor restorasyonlarla tedavi edilmiş ise diş kırılabilir ve kaybedilebilir.<sup>34,36</sup> İmplant abutmentleri çürüklere veya pulpal hastalıklara neden olmadığından, bu tip komplikasyonların diş-implant destekli sabit protezlerde görülme riski daha fazladır.<sup>57</sup> Zirkonya restorasyonların kullanıldığı 27 diş-implant destekli protezin üç yıllık takibi sonrasında sadece bir protezde sekonder çürük oluşmuştur.<sup>22</sup> Lindh ve ark. nin yaptığı klinik çalışmada,<sup>56</sup> diş-implant destekli protezleri destekleyen doğal dişlerde pulpa nekrozu ve çürük gibi komplikasyonların düşük oranlarda görüldüğü rapor edilmiştir. Tsaousoglou ve ark.<sup>30</sup> implantlara bağlanan toplam 981 doğal diş desteğinin %11,53'ünde periapikal lezyon, %5'inde çürük ve %3,84'ünde kök kırığı belirlemiş, 1072 implant desteğinin %2,7'sinde osseointegrasyon kaybı ve %2,32'sinde periodontal patoloji tespit etmiştir.

Diş-implant destekli protezlere kuvvet uygulandığında, dişin implanttan daha fazla hareket etmesi nedeniyle implantın boyun bölgesindeki marjinal kemikte rezorpsiyon meydana gelebilir.

Sonlu elemanlar stres analizi çalışmaları, rijit bağlantılı protezlerde implantın boyun bölgesi çevresinde belirlenen yüksek stres artışlarının kemik rezorpsiyonu açısından yüksek risk taşıdığını iddia etmiştir.<sup>34,35</sup> Benzer şekilde, yapılan bir klinik çalışmada, rijit bağlantılı protezlerdeki implantların çevresinde rijit olmayan bağlantılı protezlere kıyasla daha fazla kemik rezorpsiyonu meydana geldiği gösterilmiştir.<sup>58</sup> Ancak, bu çalışmada açıklanan 0,7 mm'lik toplam kemik kaybı miktarı 15 yıllık takip sonucunda oluşmuş miktardır ve implant başarı kriterleri arasında yer alan ve normal kabul edilen 1,5 mm'lik kemik kaybından daha düşüktür.<sup>12</sup> Bu çalışmaların aksine, Akça ve ark.<sup>59</sup> rijit bağlantının implantların etrafındaki marjinal kemik düzeylerini tehlikeye atmadığı ve 2 yıllık fonksiyondan sonra klinik kemik seviyesinin değişmediği sonucuna varmıştır. Diş-implant destekli protezler ile implant-implant destekli protezler kıyaslandığında kemik kaybı açısından önemli ölçüde fark ortaya çıkmamıştır.<sup>2,4,36,60</sup> Gunne ve ark.<sup>2</sup> 10 yıllık takip sonrasında mandibulada üç üyeli diş-implant ve implant-implant destekli protezlerde implantların çevresindeki kemik kaybını ve periodontal dokularda sondlamaya bağlı kanamayı değerlendirmiş ve diş-implant destekli protez tasarımlarıyla ilgili başarı oranlarının yüksek olduğunu ve bu tip tasarımların posterior mandibulada öngörülebilir ve güvenilir tedavi alternatifleri olduğunu ileri sürmüştür. Sonuç olarak, diş-implant destekli protezlerde implant çevresinde oluşan kemik kaybı, implant-implant destekli protezler için kabul edilen kemik kaybı miktarları kadardır ve aşırı değildir.<sup>12</sup>

### Diş-implant Destekli Sabit Protezlerde Uygulama Prensipleri<sup>8,12,35,40,61-63</sup>

- 1) Zayıf dişler sabit protez desteği olarak kullanılmamalıdır. İmplantla bağlanmış doğal dişlerde klinik mobilite olmamalı, dişlerin kökleri uzun ve birden çok köklü olmalı, yeterli periodontal desteği bulunmalı ve ilave diş veya dişlerden destek alınmalıdır.
- 2) Bağlantıdan bağımsız olarak sabit protez, daimi siman kullanılarak dişlere simante edilmelidir.
- 3) Mümkün olduğunca rijit olmayan ataşmanlar kullanılmamalıdır. Bu tip ataşmanların kullanılması kaçınılmazsa ataşman, gövde ve implant arasına yerleştirilmelidir.
- 4) İki implant arasındaki doğal dişin pier destek olarak kullanıldığı durumda stres kırıcı kullanılmasına gerek yoktur.
- 5) Mümkün olduğunca teleskopik ataşmanlar kullanılmamalıdır. Teleskopik ataşmanlarla tedavi edilen hastalarda rijit bağlantılı diş-implant destekli protezlerde intrüzyon gözlenmiştir.
- 6) Protez, bukkolingual yönde minimal kuvvet gelecek şekilde tasarlanmalıdır. Bunu sağlamak için maksimum interküspidasyon veya lateral çalışma pozisyonunda stresin dağıtılmasını sağlayan selektif mülleme işlemleri uygulanmalıdır.
- 7) Kapanış esasında ilk okluzal temasların doğal dişte olmasını sağlayacak şekilde okluzasyon oluşturulmalıdır.
- 8) Köprü uzunluğu kısa olmalıdır. Tercihan iki destek arasına bir gövde yerleştirilmelidir. Ancak ilave diş veya implant desteği kullanılabilirse veya karşıt ark stabilizasyonu sağlanabilirse gövde sayısı arttırılabilir.
- 9) Genellikle parafonksiyonel alışkanlıkları olan hastalarda diş-implant destekli sabit protezler uygulanmamalıdır. Uygulanacağı durumlarda, implant sayısı maksimuma çıkarılmalı ve protez splint şeklinde yapılmalıdır.
- 10) Kanat uzantıları dikkatli kullanılmalıdır. Diş veya implant desteği yeterli olduğunda bu tip protezler yapılabilir (Ör: kanat uzantısı-implant-implant-gövde-diş-diş).

- 11) Kontrolsüz çürüğü olan hastalarda diş-implant destekli protezlerden kaçınılmalıdır, implant destekli protezler tercih edilmelidir.

## SONUÇ

- 1) Kısa, orta ve uzun dönemde, diş-implant destekli protezlerin teknik ve biyolojik başarı oranları sadece implantlarla desteklenen sabit protezlerle kıyaslanabilir seviyede olduğu için çeşitli prensiplere uyulduğu takdirde, diş-implant destekli protezler klinikte kısmi dişsiz vakaların tedavisinde alternatif tedavi yöntemi olarak uygulanabilir.
- 2) Klinik çalışmalar dikkate alındığında, doğal diş intrüzyonu ve diğer komplikasyonların daha az oluşması nedeniyle diş-implant destekli protezlerde rijit bağlantı kullanılması daha uygun gibi görünmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Diş bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – N.V.A.; Tasarım – C.K.; Denetleme – N.V.A.; Kaynaklar – C.K.; Malzemeler – C.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – C.K.; Analiz ve/veya Yorum – N.V.A.; Literatür Taraması – C.K.; Yazıyı Yazan – C.K.; Eleştirel İnceleme – N.V.A.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – N.V.A.; Design – C.K.; Supervision – N.V.A.; Resources – C.K.; Materials – C.K.; Data Collection and/or Processing – C.K.; Analysis and/or Interpretation – N.V.A.; Literature Search – C.K.; Writing Manuscript – C.K.; Critical Review – N.V.A.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support.

## KAYNAKLAR

- Chee WW, Mordohai N. Tooth-to-implant connection: A systematic review of the literature and a case report utilizing a new connection design. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010;12(2):122-133. [\[CrossRef\]](#)
- Gunne J, Åstrand P, Lindh T, Borg K, Olsson M. Tooth-implant and implant supported fixed partial dentures: A 10-year report. *Int J Prosthodont*. 1999;12(3):216-221.
- Hita-Carrillo C, Hernández-Aliaga M, Calvo-Guirado JL. Tooth-implant connection: A bibliographic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2010;15(2):e387-e394. [\[CrossRef\]](#)
- Hosny M, Duyck J, Van Steenberghe D, Naert I. Within-subject comparison between connected and nonconnected tooth-to-implant fixed partial prostheses: Up to 14-year follow-up study. *Int J Prosthodont*. 2000;13(4):340-346.
- Nickenig HJ, Schäfer C, Spiekermann H. Survival and complication rates of combined tooth-implant-supported fixed partial dentures. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17(5):506-511. [\[CrossRef\]](#)
- Olsson M, Gunne J, Åstrand P, Borg K. Bridges supported by free-standing implants versus bridges supported by tooth and implant. A five-year prospective study. *Clin Oral Implants Res*. 1995;6(2):114-121. [\[CrossRef\]](#)
- Chee W, Jivraj S. Connecting implants to teeth. *Br Dent J*. 2006;201(10):629-632. [\[CrossRef\]](#)
- Misch CE. Natural teeth adjacent to an implant site: Joining implants to teeth. In: Misch CE, ed. *Dental Implant Prosthetics*. St Louis: Elsevier; 2015:403-419.
- Naert IE, Duyck JA, Hosny MM, Van Steenberghe D. Freestanding and tooth-implant connected prostheses in the treatment of partially edentulous patients: Part I: An up to 15-years clinical evaluation. *Clin Oral Implants Res*. 2001;12(3):237-244. [\[CrossRef\]](#)
- Spear F. Connecting teeth to implants: The truth about a debated technique. *J Am Dent Assoc*. 2009;140(5):587-593. [\[CrossRef\]](#)
- Cavicchia F, Bravi F. Free-standing vs tooth-connected implant supported fixed partial restorations: A comparative retrospective clinical study of the prosthetic results. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1994;9(6):711-718.
- Greenstein G, Cavallaro J, Smith R, Tarnow D. Connecting teeth to implants: A critical review of the literature and presentation of practical guidelines. *Compend Contin Educ Dent*. 2009;30(7):440-453.
- Gunne J, Åstrand P, Ahlén K, Borg K, Olsson M. Implants in partially edentulous patients. A longitudinal study of bridges supported by both implants and natural teeth. *Clin Oral Implants Res*. 1992;3(2):49-56. [\[CrossRef\]](#)
- Menicucci G, Mossolov A, Mozzati M, Lorenzetti M, Preti G. Tooth-implant connection: Some biomechanical aspects based on finite element analyses. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13(3):334-341. [\[CrossRef\]](#)
- Pow EH, Wat PY, Chow TW. Retrievable cement-retained implant-tooth-supported prosthesis: A new technique. *Implant Dent*. 2000;9(4):346-350. [\[CrossRef\]](#)
- Gross M, Laufer BZ. Splinting osseointegrated implants and natural teeth in rehabilitation of partially edentulous patients. Part I: Laboratory and clinical studies. *J Oral Rehabil*. 1997;24(11):863-870. [\[CrossRef\]](#)
- Rangert B, Gunne J, Sullivan DY. Mechanical aspects of a Brånemark implant connected to a natural tooth: An in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1991;6(2):177-186.
- Mühlemann HR. Tooth mobility: A review of clinical aspects and research findings. *J Periodontol*. 1967;38(6):686-708. [\[CrossRef\]](#)
- Komiyama Y. Clinical and research experience with osseointegrated implants in Japan. In: Albrektsson T, Zarb G, eds. *The Brånemark Osseointegrated Implant*. 1st ed. Chicago: Quintessence Publishing; 1989:197-214.
- Lundgren D, Laurell L. Biomechanical aspects of fixed bridgework supported by natural teeth and endosseous implants. *Periodontol* 2000. 1994;4(1):23-40. [\[CrossRef\]](#)
- Laufer BZ, Gross M. Splinting osseointegrated implants and natural teeth in rehabilitation of partially edentulous patients. Part II: Principles and applications. *J Oral Rehabil*. 1998;25(1):69-80. [\[CrossRef\]](#)
- Beuer F, Sachs C, Groesser J, Gueth J-F, Stimmelmayer M. Tooth-implant-supported posterior fixed dental prostheses with zirconia frameworks: 3-year clinical result. *Clin Oral Investig*. 2016;20(5):1079-1086. [\[CrossRef\]](#)
- Alkharrat AR, Schmitter M, Rues S, Rammelsberg P. Fracture behaviour of all-ceramic, implant-supported, and tooth-implant supported fixed dental prostheses. *Clin Oral Investig*. 2018;22(4):1663-1673. [\[CrossRef\]](#)
- Rammelsberg P, Meyer A, Lorenzo-Bermejo J, Kappel S, Zenthöfer A. Long-term chipping and failure rates of implant-supported and combined tooth-implant-supported metal-ceramic and ceramic fixed dental prostheses: A cohort study. *J Prosthet Dent*. 2021;126(2):196-203. [\[CrossRef\]](#)
- Le M, Papia E, Larsson C. The clinical success of tooth- and implant-supported zirconia-based fixed dental prostheses. A systematic review. *J Oral Rehabil*. 2015;42(6):467-480. [\[CrossRef\]](#)
- Pieralli S, Kohal RJ, Rabel K, von-von Stein-Launsitz M, Vach K, Spies BC. Clinical outcomes partial and full-arch all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29(suppl 18):224-236. [\[CrossRef\]](#)

27. Shi JY, Zhang XM, Qiao SC, Qian SJ, Mo JJ, Lai HC. Hardware complications and failure of three-unit zirconia-based and porcelain-fused-metal implant-supported fixed dental prostheses: A retrospective cohort study with up to 8 years. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(5): 571-575. [\[CrossRef\]](#)
28. Stanford MC. Restorative phase treatment planning. In: Jokstad A, ed. *Osseointegration and Dental Implants*. 1st ed. Iowa: Wiley-Blackwell; 2009:255-268.
29. Schlumberger TL, Bowley JF, Maze GI. Intrusion phenomenon in combination tooth-implant restorations: A review of the literature. *J Prosthet Dent.* 1998;80(2):199-203. [\[CrossRef\]](#)
30. Tsaousoglou P, Michalakos K, Kang K, Weber HP, Sculean A. The effect of rigid and non-rigid connections between implants and teeth on biological and technical complications: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(7):849-863. [\[CrossRef\]](#)
31. Nishimura RD, Ochiai KT, Caputo AA, Jeong CM. Photoelastic stress analysis of load transfer to implants and natural teeth comparing rigid and semirigid connectors. *J Prosthet Dent.* 1999;81(6):696-703. [\[CrossRef\]](#)
32. Uysal H, Iplikçiöğlü H, Avci M, Gündüz Bilir O, Kural O. An experimental analysis of the stresses on the implant in an implant-tooth supported prosthesis: A technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1997;12(1):118-124.
33. Weinberg LA, Kruger B. Biomechanical considerations when combining tooth-supported and implant-supported prostheses. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994;78(1):22-27. [\[CrossRef\]](#)
34. Block MS, Lirette D, Gardiner D, et al. Prospective evaluation of implants connected to teeth. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002; 17(4):473-487.
35. Cho GC, Chee WW. Apparent intrusion of natural teeth under an implant-supported prosthesis: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 1992;68(1):3-5. [\[CrossRef\]](#)
36. Brägger U, Aeschlimann S, Bürgin W, Hämmerle CH, Lang NP. Biological and technical complications and failures with fixed partial dentures (FPD) on implants and teeth after four to five years of function. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12(1):26-34. [\[CrossRef\]](#)
37. Pesun JJ. Intrusion of teeth in the combination implant-to-natural-tooth fixed partial denture: A review of the theories. *J Prosthodont.* 1997;6(4):268-277. [\[CrossRef\]](#)
38. Kumar GA, Kovoor LC, Oommen VM. Three-dimensional finite element analysis of the stress distribution around the implant and tooth in tooth implant-supported fixed prosthesis designs. *J Dent Implant.* 2011;1(2):75-79. [\[CrossRef\]](#)
39. Lin CL, Chang SH, Wang JC, Chang WJ. Mechanical interactions of an implant/tooth-supported system under different periodontal supports and number of splinted teeth with rigid and non-rigid connections. *J Dent.* 2006;34(9):682-691. [\[CrossRef\]](#)
40. Rodrigue S, Saldanha SR, Shenoy V, Prashanti E. Tooth implant supported Prosthesis: A literature review. *J Interdiscip Dentistry.* 2013; 3(3):143-150. [\[CrossRef\]](#)
41. Babbush CA, Kirsch A, Mentag PJ, Hill B. Intramobile cylinder (IMZ) two-stage osteointegrated implant system with the intramobile element (IME): Part I. Its rationale and procedure for use. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1987;2(4):203-216
42. Kirsch A, Mentag PJ. The IMZ endosseous two phase implant system; a complete oral rehabilitation treatment concept. *J Oral Implantol.* 1986;12(4):576-589.
43. Hertel RC, Kalk W. Influence of the dimensions of implant superstructure on peri-implant bone loss. *Int J Prosthodont.* 1993;6(1): 18-24.
44. Becker CM, Kaiser DA, Jones JD. Guidelines for splinting implants. *J Prosthet Dent.* 2000;84(2):210-214. [\[CrossRef\]](#)
45. Gururaju C, Raghu KM, Subramaniam R, Hiregoudar M. Connecting implant to the teeth: Does tooth intrude? *Indian J Stomatol.* 2012; 3(3):180-183.
46. Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(suppl 3):97-113. [\[CrossRef\]](#)
47. Adalı E, Yüce MÖ, Günbay T, Çıplak G. Farklı dental implantların başarı oranlarının geriye dönük olarak değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2018;28(2):174-181.
48. Nooji D, Lunia MR. Tooth-implant supported prosthesis-a review. *Int J Curr Res.* 2017;9:50651-50656.
49. von Stein-Lausnitz M, Nickenig HJ, Wolfart S, et al. Survival rates and complication behaviour of tooth implant-supported, fixed dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2019; 88:103167. [\[CrossRef\]](#)
50. Ramoglu S, Tasar S, Gunsoy S, Ozan O, Meric G. Tooth-Implant connection: A review. *ISRN Biomater.* 2013;2013:1-7. [\[CrossRef\]](#)
51. Lang NP, Pjetursson BE, Tan K, Brägger U, Egger M, Zwahlen M. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years: II. Combined tooth-implant-supported FPDs. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(6):643-653. [\[CrossRef\]](#)
52. Hamed MT, Mously HA. Stress analysis for different designs of implant-borne and tooth-implant fixed partial dentures in mandibular posterior region. *J Contemp Dent Pract.* 2019;20(12):1375-1379. [\[CrossRef\]](#)
53. Al-Omiri MK, Al-Masri M, Alhijawi MM, Lynch E. Combined implant and tooth support. An up-to-date comprehensive overview. *Int J Dent.* 2017;2017:6024565. [\[CrossRef\]](#)
54. Ghodsi S, Rasaeipour S. Tooth-implant connection: A literature review. *World J Dent.* 2012;3(2):213-219. [\[CrossRef\]](#)
55. Weinberg LA. Biomechanics of tooth-and implant-supported prosthesis. In: Weinberg LA, ed. *An Atlas of Tooth-and Implant-Supported Prosthodontics*. 1st ed. Chicago: Quintessence Publishing Company; 2003:47-67.
56. Lindh T, Dahlgren S, Gunnarsson K, et al. Tooth-implant supported fixed prostheses: A retrospective multicenter study. *Int J Prosthodont.* 2001;14(4):321-328.
57. Wolleb K, Sailer I, Thoma A, Menghini G, Hämmerle F, Christoph H. Clinical and radiographic evaluation of patients receiving both tooth-and implant-supported prosthodontic treatment after 5 years of function. *Int J Prosthodont.* 2012;25(3):252-259.
58. Naert I, Koutsikakis G, Quirynen M, Duyck J, Van Steenberghe D, Jacobs R. Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism: Part 2: A longitudinal radiographic evaluation. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(4):390-395. [\[CrossRef\]](#)
59. Akça K, Uysal S, Çehreli MC. Implant-tooth-supported fixed partial prostheses: Correlations between in vivo occlusal bite forces and marginal bone reactions. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(3):331-336. [\[CrossRef\]](#)
60. Alsabeeha NHM, Atieh MA. Outcomes and complication rates of the tooth-implant-supported fixed prosthesis: A systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2020;35(4):685-699. [\[CrossRef\]](#)
61. Sheets CG, Earthmann JC. Natural tooth intrusion and reversal in implant-assisted prosthesis: Evidence of and a hypothesis for the occurrence. *J Prosthet Dent.* 1993;70(6):513-520. [\[CrossRef\]](#)
62. Sheets CG, Earthman JC. Tooth intrusion in implant-assisted prostheses. *J Prosthet Dent.* 1997;77(1):39-45. [\[CrossRef\]](#)
63. Lin CL, Wang JC, Chang WJ. Biomechanical interactions in tooth-implant-supported fixed partial dentures with variations in the number of splinted teeth and connector type: A finite element analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(1):107-117. [\[CrossRef\]](#)

# Factors that affect the success of laminate veneer restorations

## Lamine veneer restorasyonlarda başarıyı etkileyen faktörler

Beyza Betül ŞENCAN   
Nuran DİNÇKAL  
YANIKOĞLU 

Department of Prosthodontics,  
Atatürk University, Faculty of  
Dentistry, Erzurum, Turkey



### ABSTRACT

Laminate veneers are restorations applied to dental tissue with or without minimal preparation. Laminate veneers have recently been a fairly common treatment in dentistry, with aesthetic concerns coming to the fore in patients. But the indications of these restorations should be taken into account, and treatment should be decided after an accurate diagnosis and planning. With the spread of laminate veneers, research on success rates has also come to the fore. It is believed that the factors affecting success in laminate veneers are multifactorial. Laminate veneers are a conservative form of treatment and require precise technique and attention. There are various types of preparations applied according to the patient in laminate veneers. Different materials can be used in laminate veneer restorations and require a precise simplification procedure. In this article, the effects of these factors on treatment and their role in success are examined.

**Keywords:** Laminate veneers, failure of causes, ceramic

### ÖZ

Lamine veneerler diş dokusundan minimal preparasyon yapılarak ya da preparasyon uygulanmadan yapılan restorasyonlardır. Lamine veneerler son zamanlarda hastalardaki estetik kaygıların ön plana çıkmasıyla birlikte diş hekimliğinde oldukça sık uygulanan bir tedavi olmuştur. Fakat bu restorasyonların endikasyonları dikkate alınmalı ve doğru bir tanı ve planlamadan sonra tedaviye karar verilmelidir. Lamine veneerlerin yaygınlaşmasıyla birlikte başarı oranları hakkındaki araştırmalar da ön plana çıkmıştır. Lamine veneerlerde başarıyı etkileyen etkenlerin multifaktöriyel olduğu düşünülmektedir. Lamine veneerler konservatif bir tedavi şeklidir ve hassas bir teknik ve dikkat gerektirir. Lamine veneerlerde hastaya göre uygulanan çeşitli preparasyon türleri vardır. Lamine veneer restorasyonlarında farklı materyaller kullanılabilir ve hassas bir simantasyon prosedürü gerektirirler. Bu makalede bu etkenlerin tedaviye etkileri ve başarıdaki rolleri incelenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Lamine veneerler, başarısızlık nedenleri, seramik

### INTRODUCTION

Since the advent of ceramic restorations in the 20th century, restoring the lost natural aesthetic appearance of teeth has been of great importance to dentists.<sup>1</sup> Since the 1930s, dental veneers have been aesthetically developed, and laminate veneers (LV) have been used as a minimally invasive treatment option as an alternative to full crowns.<sup>2,3</sup> While thicker materials were previously used to mask problems such as discoloration, 1 mm thick cross-linked polymeric veneers were introduced and started to be used in 1975.<sup>4</sup> In the 1980s, adhesive cementation techniques were developed, and after this development, ultra-thin laminates were introduced.<sup>5</sup> Initially, Calamia<sup>6</sup> described in 1984 the treatment of porcelain with hydrofluoric acid and silane to create an adhesive interface that forms the basis of porcelain laminate veneers.

These developments in adhesive systems have supported the growing demand for the treatment of unaesthetic teeth with porcelain laminates as a result of the development of new-generation porcelain technology.<sup>7</sup> The dental literature has long reported various definitions of different preparation designs for ceramic veneers. Replacing lost tissues and gaining aesthetics in prosthetic dentistry has improved in a number of aspects. With the developments in dental ceramics and resin cements, the

Geliş Tarihi/Received: 23.03.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 30.11.2021

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.01.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Nuran DİNÇKAL YANIKOĞLU

E-mail: nyanikoglu@yahoo.com

Cite this article as: Şencan BB, Dinçkal Yanıkoğlu N. Factors that affect the success of laminate veneer restorations. *Curr Res Dent Sci.* 2023; 33(1): 58-65.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

interest in aesthetic restorations has increased.<sup>8</sup> Various treatment options have become possible, especially in anterior teeth. Thus, laminates have been one of the most important developments in terms of providing aesthetics in teeth without excessive substance loss. At the same time, prevention of undesirable conditions such as pulpal irritation, loss of excess material, loss of retention seen in crowns with the emergence of laminates has been an important development for dentistry. Laminate veneers, in particular, require minimal tooth preparation of only 0.3-0.9 mm; this is a very conservative treatment compared to the full crown alternative.<sup>9</sup> Laminate veneers are also biocompatible with periodontal and dental tissues.<sup>10</sup> Laminate veneers provide high aesthetics, and good clinical results have been observed in studies.

Calamia and Calamia<sup>11</sup> suggested that a successful porcelain veneer depends on the following factors:

1. Planning the case
2. A conservative (enamel-protecting) preparation on the tooth
3. Proper porcelain selection
4. Selection of suitable material method for cementation
5. A suitable finishing and polishing in the restoration
6. Planning for ongoing regular follow-up of the restoration

However, the first step in obtaining a good clinical outcome is to apply the treatment to the correct indication. These indications include (1) tetracycline discoloration, fluorosis, amelogenesis imperfecta, and discoloration that may occur due to age and other factors; (2) fractured and worn teeth; (3) abnormal tooth morphology; (4) correction of small malpositions;<sup>12,13</sup> (5) in cases of abrasion and erosion that cause enamel loss; (6) teeth with wedge defect due to toothbrush wear; (7) rotation of teeth<sup>14</sup>; and (8) presence of diastema.

In these cases, laminate restorations are considered to be suitable as they will be sufficient to cover only the labial surface instead of covering the entire surface of the tooth. There are 2 types of coloration in the tooth, external and internal. Conditions such as tetracycline discoloration and fluorosis may cause internal discoloration. In addition, due to aging, thinning of the enamel and more pronounced dentin color are likely observed. Bleaching treatment is contraindicated in age-related and internal discolorations. The incisal rehabilitation feature of the laminates can be used in teeth with worn incisal surfaces. Laminate restorations are indicated for these defects, as toothbrush-induced wedge defects are more common on the labial surface. In particular, laminates have been used very frequently in the closure of polydiastemas recently. However, the size of these diastemas is important. In the presence of very large diastemas, the support of ceramic veneers may be insufficient. In these cases, full crowns may be preferred instead of laminate veneers. In addition, full crowns are also preferred in cases where the discoloration of the tooth is too high to be masked with laminate veneers. Contraindication for laminates are as follows: (1) patients with parafunctional habits such as bruxism, (2) deep bite, (3) poor oral hygiene, and (4) insufficient enamel presence.<sup>15,16</sup>

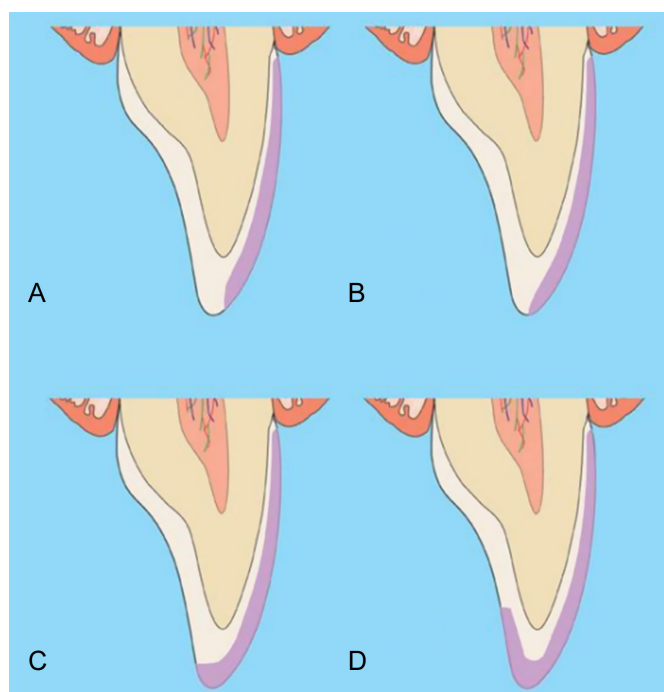
The purpose of laminate restorations is to achieve perfect color and aesthetics with limited enamel preparation. However, these restorations involve a delicate tooth preparation and bonding procedure. At the same time, careful treatment planning and the correct tooth preparation procedure are vital for aesthetics and optimum function.<sup>17</sup> In laminate restorations, appropriate space

is required be left to have a good homogeneous thickness in terms of optical properties and material resistance, and it is also necessary to consider preservation of tooth structure.<sup>18</sup>

The harmony between the laminate veneer and the adjacent tooth is essential to achieve a good aesthetic. Long-term color stability is also essential to achieve long-term success in laminate restorations. There are many factors that affect aesthetics in laminates. These factors are basically the fabrication technique of the ceramic, the material, the thickness of the ceramic, the resin cement, and the polymerization method. In addition, there are some complications of laminate restorations. The main complications were found to include debonding (2%), fracture (4%), secondary caries (1%), marginal discoloration (2%), and endodontic problems (2%). Fractures (5.6%-11%), decementation, large marginal defects (12%-20%), and discoloration in ceramic materials are the main clinical failures in porcelain laminate restorations.<sup>19</sup> Interfacial leakage may be the cause of all these clinical failures. It has been reported that success rates decrease by 18%-25% up to 10 years due to low marginal quality and discoloration.<sup>20</sup>

In general, ceramic veneer preparation includes different types of preparations for different surfaces. Buccal surface preparation can be without preparation, with minimal preparation, conservative, and conventional preparation. Çöterta et al<sup>21</sup> divided the proximal preparation design into proximal chamfer and proximal slice and concluded that survival rates were significantly different.

A significant number of studies in the literature have recommended to maintain the interproximal contact. Preservation of the contact allows both more enamel and tooth structure to be retained and cementation to be performed more easily.<sup>22-25</sup> However, removing the interproximal contact may result in better



**Figure 1.** Types of incisal preparation (A) window; (B) feather; (C) bevel; (D) incisal overlap.<sup>32</sup>



aesthetic results in cases such as correcting malpositions or diastema.<sup>26,27</sup>

Chamfer and knife edge preparations are performed in cervical preparation. The incisal preparation is basically divided into 2 as overlap and nonoverlap preparation (Figure 1).<sup>28</sup> There are 4 different incisal preparations on the basis that are commonly used and mentioned in the literature:

- (1) Window preparation: in which the incisal edge of the tooth is preserved;
- (2) Feather preparation: in which the incisal edge of the tooth is prepared Bucco-palatable, but the incisal length is not reduced;
- (3) Bevel preparation: in which the incisal edge of the tooth is prepared Bucco-palatable, and the length of the incisal edge is reduced slightly (0.5-1 mm);
- (4) Incisal overlap preparation: in which the incisal edge of the tooth is prepared Bucco-palatable, and the length is reduced (about 2 mm), so the veneer is extended to the palatal aspect of the tooth.<sup>22,29-31</sup>

Window preparation and feather preparation are in the category of nonoverlap preparation, while bevel preparation and incisal overlap preparation are included in overlap preparation.<sup>29,30</sup> The window type preparation is the preferred type of preparation when changes in incisal length are not desired.<sup>33</sup> Overlap preparation is preferred when it is desired to change the length of the tooth. At the same time, if a better translucency is desired to be achieved in the incisal, the incisal edge is reduced during preparation.<sup>22,31</sup>

It is reported that occlusal stress is better distributed in overlap preparation. However, the overlap preparation may be in the form of a palatal chamfer finish line or a shoulder butt joint.<sup>32</sup> Troedson and Dérand<sup>34</sup> and Zarone et al<sup>35</sup> reported that such restorations are required to be finished as a palatal chamfer finish line in order to tolerate occlusal stress. At the same time, butt joint restorations have more than 1 entryway, while restorations finished as a palatal chamfer finish line have a single entryway (Figure 2). Having a single entryway can avoid misplacing the restoration during cementation.<sup>32</sup>

Ben-Amar<sup>36</sup> recommended using the window-type incisal preparation design, as it results in an acceptable ceramic thickness of 0.4- 0.7 mm near the cutting edge and reduces the risk. However, it has not been widely accepted for several reasons,<sup>37</sup> including the difficulty of masking the ceramic finish line<sup>30</sup> and the risk of remaining unsupported enamel at the incisal edges.<sup>29</sup>

In feather edge preparation, reduction of the unsupported incisal edge is only required if the remaining incisal enamel is too thin.

This non-overlap incisal preparation design is recommended for patients with normal overbite<sup>38,39</sup> and to avoid direct contact of ceramic veneers with the antagonistic tooth structure.<sup>38</sup> On the other hand, other researchers have noted that the feather edge incisal edge design may cause a weak veneer and the risk of ceramic chipping has the possibility to increase and it may be difficult to fit the veneer.<sup>29,40</sup>

Other reported problems include marginal discoloration and poor marginal adaptation. It has been stated that the palatal chamfer preparation design is appropriate if the incisal edges are buccolingually thin or an increase in crown length is desired, and it has been suggested that the palatal chamfer preparation increases the surface area for bonding and prevents a sharp angle that may cause cracks to spread.<sup>41,42</sup> Sheets and Taniguchi<sup>15</sup> reported that the palatal chamfer preparation has provided sufficient ceramic thickness at the incisal edge.

A number of researchers have suggested that the type of incisal reduction depends on the buccolingual width of the incisal edge, aesthetic requirements, and patient occlusion<sup>30, 38, 41, 43</sup>

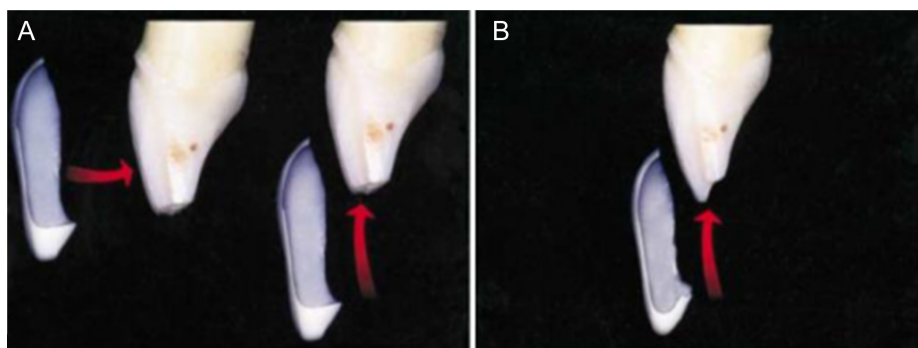
A review investigating survival rates in overlap and non-overlap preparations has revealed that both types are successful, but overlap designs have a higher failure rate. However, this rate has been found to be statistically insignificant.<sup>44</sup>

The finite element analysis has indicated that the overlap incisal design tolerates stress better and distributes it more uniformly, whereas the window-type incisal design collects the stress more in the incisal region.<sup>35,45-47</sup>

The most commonly used materials in laminate restorations are porcelain and resin composites. Each material type has its own unique composition, optical properties, and manufacturing process.<sup>32</sup> There are 4 main criteria in choosing a suitable material: material resistance, biocompatibility, aesthetics, and compatibility.<sup>48</sup> In addition, sufficient level of information about successful production of aesthetic restorations, instructions for use, and optical properties of dental materials is required.<sup>49,50</sup>

Porcelain laminate veneers, in particular, have steadily gained popularity among dentists in terms of the conservative restoration of unaesthetic anterior teeth.<sup>51</sup> While various factors such as porcelain thickness, geometry of the preparation, bonding agent can affect the long-term durability of porcelain laminate veneers, functional and parafunctional activities of the patient and tooth morphology can also affect it.<sup>52</sup>

One of the most commonly used materials for laminate veneers is feldspathic porcelain.<sup>32</sup> Feldspathic porcelain is a naturally



**Figure 2.** (A) Shoulder finish line provides multiple entryways to the restoration. (B) The Chamfer finish line provides a single entryway to restoration.<sup>32</sup>

occurring glass containing silicon oxide, aluminum oxide, potassium oxide, and sodium oxide, the main component of which is feldspar.<sup>53</sup> Feldspathic porcelain has many advantages, the material is very thin, so it is almost translucent, resulting in a natural restoration. It also requires minimal tooth preparation. Therefore, enamel can be preserved. In addition, it is possible to acidify feldspathic porcelain with hydrofluoric acid, which provides greater bond strength to enamel.<sup>53-56</sup> However, feldspathic porcelain has a number of disadvantages. Feldspathic porcelain can be fabricated by 2 methods: the refractory day technique and the platinum foil technique.<sup>29,57,58</sup> These methods are technique sensitive and require a good surface treatment before fabricated veneer bonding.<sup>53</sup> In addition, masking over-colored teeth can be difficult because the porcelain is so thin. In addition, it has been reported that the wear of the inner surface of the porcelain can reduce the flexural strength of the porcelain and cause microcracks that may eventually cause fracture in porcelain.<sup>59</sup> Interest in glass matrix ceramics has increased and various types of all-ceramic systems have been developed since they have high translucency<sup>60</sup> and can be obtained by different production methods, ranging from traditional methods to computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) systems.<sup>61-63</sup> Especially recently, new ceramic systems such as IPS e.max press have been developed, and in these systems, lithium disilicate is added to the glass matrix to strengthen the ceramic. Milled or pressed lithium disilicate, a commonly used glass-ceramic system, can be used as a monolithic material in the posterior region and provides good mechanical properties. It has biocompatibility, high flexural strength, and good chemical stability.<sup>60,61</sup> A systematic review of the complication and survival rates of laminates has revealed a higher predictive survival rate for glass ceramics (94%) than for feldspathic porcelain (87%).<sup>62</sup> IPS e.max ceramic is widely used for laminate veneer of anterior teeth due to its unique structure and crystal shape, sufficient high resistance as well as various color shades and high translucency.<sup>65</sup>

High aesthetic demand has led to the development and introduction of several new ceramic restorative materials and techniques.<sup>46</sup> Ceramics can be produced with different techniques such as the traditional coating technique (coated with condensation and sintered veneer porcelain), the fully anatomical technique (coated with heat-pressed fluorapatite glass-ceramic or CAD/CAM), or the cut-back technique (partial heat pressing). Despite the advantages of ceramics such as optimal esthetics, these materials are fragile and therefore the demand for stronger ceramic restorations has increased.<sup>67</sup> In this regard, high-resistance zirconium-based ceramics produced with CAD/CAM technology are gaining more popularity.<sup>68</sup> Zirconium has become the material of choice in restorative dentistry due to its excellent mechanical properties. Zirconium oxide is increasingly used in dental restorations.<sup>69,70</sup> It is possible to produce highly thin zirconia laminate veneers via CAD/CAM technology (0.2-0.3 mm). It is also perfectly suited for the restoration of a large diastema or a broken tooth (due to trauma or caries). In teeth that have lost most of their structure and require a restoration >2 mm thick, a zirconia framework is used to support the veneer porcelain. Otherwise, traditional feldspathic porcelain fails to serve the purpose and crown restoration is considered as the only option available.<sup>67</sup> Feldspathic porcelains cannot be used in areas under parafunctional occlusal forces, it is also impossible to use them in areas that create stress during function, such as in deep bite or reverse overjet.<sup>71</sup> However, zirconia is highly opaque due to its

high density, presence of chemical elements, and high crystallinity.<sup>72,73</sup> Therefore, the production of zirconia restorations in laminate restorations is limited due to the translucency of zirconia, which is much lower than that of lithium disilicate ceramics. Traditional standard zirconia has 70% of the translucency of lithium disilicate ceramics.<sup>74</sup>

The main advantage of composite veneers is that they can be used directly, resulting in good initial aesthetics and fewer dentist appointments. However, composite veneers are more prone to discoloration and abrasion.

Resin-based composites basically consist of 3 compositions. These are (1) resin matrix, (2) inorganic filler, and (3) bonding agent. The most widely used monomer in resin is Bisfenol-A Glicidil Metakrilat (Bis-GMA), which has a higher molecular weight than methyl methacrylate.<sup>32</sup>

Ceramic veneers have a number of advantages over direct composite restorations. In addition to better wear resistance and aesthetics, its properties such as color stability and thermal expansion similar to natural teeth are superior to composite restorations.<sup>75</sup>

Ceramics can take many forms, from translucent to opaque. The glassy noncrystalline structure appears more translucent, while the crystalline structure appears more opaque. There are also factors that affect translucency other than the crystal structure. These are the conditions such as particle size, particle density, porosity, refractive index.<sup>76</sup>

In a systematic review by Layton and Clarke,<sup>77</sup> the 5- and 10-year cumulative survival rates for non-feldspathic porcelains have been estimated to be 92.4% (95% CI: 89.8%-95%) and 66-94% (95% CI: 55%-99%), respectively. The estimated cumulative survival rate for feldspathic porcelain veneers has been 95.7% (95% CI: 92.9%-98.4%) within 5 years, compared to 95.6% (95% CI: 93.8%-97.5%) within 10 years in another systematic review. In a systematic review by Morimoto et al<sup>64</sup> on the clinical results of veneers performed via different ceramic types, the survival rate for glass-ceramic was 94% (95% CI: 87%-100%) and 87% (95% CI: 82%-93%) for feldspathic porcelain veneers.

Meijering et al<sup>78</sup> have evaluated success of 3 types of materials after 2 years and revealed that porcelain veneers (93%) has had the highest rate, followed by indirect composite (82%). They have also concluded that direct composite veneers (67%) have had the lowest level of success. In contrast, Nalbandian and Millar<sup>79</sup> have found no significant difference in success when compared to composite veneers and porcelain veneers.

The success of laminate restorations is highly dependent on the cementation protocol, in which the surface conditioning of the ceramic and tooth surfaces plays an important role.<sup>80</sup> Despite the successful implementation of cementation protocols, clinical studies have reported that survival rates have ranged from 82% to 96% in 10-21 years.<sup>10, 81</sup>

Resin cements are traditionally used for the cementation of these restorations.<sup>82</sup> The reason for the use of resin cements is that they have optimum aesthetics and low dissolution, as well as optimum properties such as high bond strength and optimum mechanical properties to the tooth structure.<sup>83</sup> Successful bonding increases the fracture resistance of the tooth and restoration and reduces the incidence of microleakage.<sup>84,85</sup> In

addition, the adhesive cement also strengthens glass matrix ceramics.<sup>86</sup> However, in addition to all these advantages of resin cements, there are application difficulties such as high technical sensitivity. The application requires several stages of tooth surface preparation and has high technical sensitivity. Precision in application and multiple steps can also lead to a relatively high risk of procedural errors.<sup>87</sup> These steps are as follows: For conditioning of glassy matrix ceramics, etching with hydrofluoric acid (HF) is initially performed. Then, silane is applied inside the porcelain to increase the bonding and to increase the wettability.<sup>88</sup> The tooth is roughened with orthophosphoric acid. Cementation is performed through dual or resin-based cements. However, in laminate restorations, photo-polymerized resin composites are recommended in line with most laboratory and clinical studies.<sup>84</sup> Photo-polymerized resin cements have some advantages over dual-polymerized ones. Photo-polymerized resin cements allow the clinician more time for cementation. A number of studies have also reported that photo-polymerized resin cements have higher bond strength compared to dual-polymerized resin cements. In contrast to traditional crowns using dual-type resin cements, it is regarded to be more advantageous to prefer photo-polymerized resin cements in order to prevent color changes that may occur due to chemical changes during polymerization in porcelain laminate veneers. There is no guarantee that the resin cement will polymerize effectively, especially in the 0.2 mm thick laminates known as lens laminates applied without any preparation on the tooth surface.<sup>5</sup> In some studies, it has been reported that photo-polymerized resin cements increase the bond strength more than dual-polymerized resin cements.<sup>87,90,91</sup> However, in cases where the thickness of porcelain laminate veneers will be more than 0.7 mm, dual cure cements may be preferred.<sup>92</sup>

There have been a number of developments in the cementation technique that increase the bond strength between the prepared tooth and the ceramic coating, such as etching the ceramic, applying silane to ceramics,<sup>6</sup> and improving the physical properties of resin cements. In addition, the clinician's ability to placing, finishing, and polishing the composite is an important factor in the aesthetic outcome.<sup>94</sup>

In addition to all its positive features, laminates also have some difficulties. It is important to ensure the correct shade of color in laminate veneers. It is of great importance that the clinician knows the properties of the material and cement to be used. In addition to providing the right shade, long-term preservation is also very important.<sup>72</sup> The color stability of cements under restoration is one of the important factors affecting the success of long-term laminate restorations. The color stability of cements under restoration is one of the important factors affecting the success of long-term laminate restorations.<sup>95</sup> The final color of restorations is affected by color change in the cement after cementation or over time. This problem is particularly evident in thinner and more translucent laminates. This adversely affects the long-term success of such restorations.<sup>96</sup> Especially in IPS e-max ceramic restorations, cement selection and application gains more importance due to the high translucency.

Resin cements have some limitations. Marginal gap due to polymerization shrinkage and consequent leakage at the interface are possible in resin cements.<sup>19</sup>

Polymerization shrinkage, which is the most important limitation of resin cements, is expected to cause a marginal gap

between the tooth structure and the ceramic veneer.<sup>19</sup> Another reason that can cause microgap may be the difference in the thermal expansion coefficient among natural teeth, ceramic, and composite resin.<sup>97</sup> This mentioned microleakage is one of the important factors in the long-term success of laminate restorations. The reason why laminate restorations are indicated in teeth with sufficient enamel is that the bonding of enamel and resin cements is more successful than the bonding of dentin and resin cement. Presence of dentin fluid and excess organic content in dentin are the reasons why the bond between dentin and resin cement is more unsuccessful.<sup>19</sup> There are basically 2 adhesive interfaces in ceramic veneers cemented with resin cement. One of them is the ceramic-composite resin interface, while the other is the natural tooth surface-composite resin interface.

Haralur<sup>75</sup> has compared the microleakage between tooth-resin cement interface and enamel-resin cement microleakage in the cervical region and has discussed that the microleakage between tooth-resin cements in the cervical region was significantly higher in all groups. The study has also revealed that microleakage at the tooth-resin-cement interface, which is one of the bonding interfaces, is higher than at the porcelain-resin-cement interface.<sup>19</sup> This study indicates the importance of the presence of enamel in the teeth.

In laminate veneers, it is essential to consider and manage all processing sequences, adhesive systems, porcelains, porcelain etching, light-curing, resin cements, and correct photographic protocol in a planned manner. For the longevity of restorations in laminates, it may be beneficial for professionals to follow all clinical steps carefully and in a planned manner.<sup>5</sup>

The studies highlight that porcelain laminate veneers provide excellent aesthetic results and the treatment is long-lasting. This results in high patient satisfaction. The most important criteria for a successful laminate veneer treatment are the presence of sufficient enamel and thus adequate bonding and exclusion of parafunctional habits in the patient.<sup>32</sup>

## CONCLUSION

In order to achieve success in laminate veneer restorations, the most important step is to allocate sufficient time to diagnosis and planning and to be in cooperation with the patient at every stage. In addition, the effect of factors such as preparation, material selection, and cementation on success is indisputable. Laminate veneer restorations are a form of treatment that satisfies the patients in the right indications, provided that the right material is selected and the right cement is chosen. In this regard, it is highly significant to meet the expectations of the patient and to be in harmony with the patient. It is also highly recommended to fully inform the patient regarding the treatment to be applied.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – B.B.Ş., N.D.Y.; Design – B.B.Ş., N.D.Y.; Supervision – B.B.Ş., N.D.Y.; Resources – B.B.Ş., N.D.Y.; Data Collection and/or Processing – B.B.Ş., N.D.Y.; Analysis and/or Interpretation – B.B.Ş., N.D.Y.; Literature Search – B.B.Ş., N.D.Y.; Writing Manuscript – B.B.Ş., N.D.Y.; Critical Review – B.B.Ş., N.D.Y.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – B.B.Ş., N.D.Y.; Tasarım – B.B.Ş., N.D.Y.; Denetleme – B.B.Ş., N.D.Y.; Kaynaklar – B.B.Ş., N.D.Y.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – B.B.Ş., N.D.Y.; Analiz ve/veya Yorum – B.B.Ş., N.D.Y.; Literatür Taraması – B.B.Ş., N.D.Y.; Yazıyı Yazan – B.B.Ş., N.D.Y.; Eleştirel İnceleme – B.B.Ş., N.D.Y.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

## REFERENCES





- McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent.* 2001;85(1):61-66. [CrossRef]
- Gresnigt MMM, Özcan M, Carvalho M, et al. Effect of luting agent on the load to failure and accelerated-fatigue resistance of lithium disilicate laminate veneers. *Dent Mater.* 2017;33(12):1392-1401. [CrossRef]
- Calamia JR. The etched porcelain veneer technique. *N Y State Dent J.* 1988;54(7):48-50.
- Faunce FR, Faunce AR. The use of laminate veneers for restoration of fractured or discolored teeth. *Tex Dent J.* 1975;93(8):6-7.
- Morita RK, Hayashida MF, Pupo YM, Berger G, Reggiani RD, Betiol EA. Minimally invasive laminate veneers: Clinical aspects in treatment planning and cementation procedures. *Case Rep Dent.* 2016; 2016:1839793. [CrossRef]
- Calamia J. Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain. *J Dent Res.* 1984;63:179.
- Christensen GJ. Thick or thin veneers? *J Am Dent Assoc.* 2008;139(11):1541-1543. [CrossRef]
- Nahas de Castro Pinto RC, Chambrone L, Colombini BL, Ishikiriama SK, Britto IM, Romito GA. Minimally invasive esthetic therapy: A case report describing the advantages of a multidisciplinary approach. *Quintessence Int.* 2013;44:385-391.
- Gresnigt MM, Cune MS, de Roos JG, Özcan M. Effect of immediate and delayed dentin sealing on the fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithiumdisilicate laminate veneers. *Dent Mater.* 2016;32(4):e73-e81. [CrossRef]
- Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6-to 12-year clinical evaluation – a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2005;25(1):9-17.
- Calamia JR, Calamia CS. Porcelain laminate veneers: Reasons for 25 years of success. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):399-417. [CrossRef]
- Tjan AH, Dunn JR, Sanderson IR. Microleakage patterns of porcelain and castable ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent.* 1989;61(3):276-282. [CrossRef]
- Ferrari M, Patroni S, Balleri P. Measurement of enamel thickness in relation to reduction for etched laminate veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1992;12(5):407-413.
- Veneer Ciol. Renk Değişimine ve Erozyona Uğramış Dişlerde Laminat Veneer.
- Sheets CG, Taniguchi T. Advantages and limitations in the use of porcelain veneer restorations. *J Prosthet Dent.* 1990;64(4):406-411. [CrossRef]
- Hui KK, Williams B, Davis EH, Holt RD. A comparative assessment of the strengths of porcelain veneers for incisor teeth dependent on their design characteristics. *Br Dent J.* 1991;171(2):51-55. [CrossRef]
- Ustun O, Ozturk AN. The evaluation of stress patterns in porcelain laminate veneers with different restoration designs and loading angles induced by functional loads: a three-dimensional finite element analysis study. *Niger J Clin Pract.* 2018;21(3):337-342. [CrossRef]
- Magne P, Kwon KR, Belser UC, Hodges JS, Douglas WH. Crack propensity of porcelain laminate veneers: a simulated operatory evaluation. *J Prosthet Dent.* 1999;81(3):327-334. [CrossRef]
- Haralur SB. Microleakage of porcelain laminate veneers cemented with different bonding techniques. *J Clin Exp Dent.* 2018;10(2): e166-e171. [CrossRef]
- Gresnigt MMM, Cune MS, Jansen K, Van der Made SAM, Özcan M. Randomized clinical trial on indirect resin composite and ceramic laminate veneers: UP to 10-year findings. *J Dent.* 2019;86:102-109. [CrossRef]
- Çöterta HS, Dündarb M, Öztürka B. The effect of various preparation designs on the survival of porcelain laminate veneers. *margin.* 2009;26:38.
- Stappert CF, Ozden U, Gerds T, Strub JR. Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation designs after exposure to masticatory simulation. *J Prosthet Dent.* 2005;94(2):132-139. [CrossRef]
- KING, Debra Gray. Methods and materials for porcelain veneers. Current opinion in cosmetic dentistry, 1995, 45-50.
- Lin TM, Liu PR, Ramp LC, Essig ME, Givan DA, Pan YH. Fracture resistance and marginal discrepancy of porcelain laminate veneers influenced by preparation design and restorative material in vitro. *J Dent.* 2012;40(3):202-209. [CrossRef]
- Gilmour AS, Stone DC. Porcelain laminate veneers: a clinical success? *Dent Update.* 1993;20(4):167-169.
- Gribble AR. Multiple diastema management: an interdisciplinary approach. *J Esthet Restorative Dent.* 1994;6(3):97-102. [CrossRef]
- Rouse JS. Full veneer versus traditional veneer preparation: a discussion of interproximal extension. *J Prosthet Dent.* 1997;78(6):545-549. [CrossRef]
- Chai SY, Bannani V, Aarts JM, Lyons K. Incisal preparation design for ceramic veneers: a critical review. *J Am Dent Assoc.* 2018;149(1): 25-37. [CrossRef]
- Clyde JS, Gilmour A. Porcelain veneers: a preliminary review. *Br Dent J.* 1988;164(1):9-14. [CrossRef]
- Walls AW, Steele JG, Wassell RW. Crowns and other extra-coronal restorations: porcelain laminate veneers. *Br Dent J.* 2002;193(2): 73-76, 79-82. [CrossRef]
- Castelnuovo J, Tjan AH, Phillips K, Nicholls JI, Kois JC. Fracture load and mode of failure of ceramic veneers with different preparations. *J Prosthet Dent.* 2000;83(2):171-180. [CrossRef]
- Alothman Y, Bamasoud MS. The success of dental veneers according to preparation design and material type. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018;6(12):2402-2408. [CrossRef]
- Hong N, Yang H, Li J, Wu S, Li Y. Effect of preparation designs on the prognosis of porcelain laminate veneers: a systematic review and meta-analysis. *Oper Dent.* 2017;42(6):E197-E213. [CrossRef]
- Troedson M, Dérand T. Effect of margin design, cement polymerization, and angle of loading on stress in porcelain veneers. *J Prosthet Dent.* 1999;82(5):518-524. [CrossRef]
- Zarone F, Apicella D, Sorrentino R, Ferro V, Aversa R, Apicella A. Influence of tooth preparation design on the stress distribution in maxillary central incisors restored by means of alumina porcelain veneers: a 3D-finite element analysis. *Dent Mater.* 2005;21(12):1178-1188. [CrossRef]
- Ben-Amar A. Porcelain laminate veneers – for improved aesthetics of anterior teeth. *Refuat Hashinayim.* 1989;7(1):17-23.
- Brunton PA, Wilson NH. Preparations for porcelain laminate veneers in general dental practice. *Br Dent J.* 1998;184(11):553-556. [CrossRef]
- Nordbø H, Rygh-Thoresen N, Henaug T. Clinical performance of porcelain laminate veneers without incisal overlapping: 3-year results. *J Dent.* 1994;22(6):342-345. [CrossRef]
- Boksman L, Jordan RE, Suzuki M, Galil KA, Burgoyne AR. Etched porcelain labial veneers. *Ont Dent.* 1985;62(1):11, 13, 15-19.
- Gilmour AS, Stone DC. Porcelain laminate veneers: a clinical success? *Dent Update.* 1993;20(4):167-169.
- Garber D. Porcelain laminate veneers: ten years later Part I: tooth preparation. *J Esthet Restorative Dent.* 1993;5:57-62.

42. Garber DA. Rational tooth preparation for porcelain laminate veneers. *Compend (Newtown Pa)*. 1991;12(316):318, 320 passim-316, 318, 320 passim.
43. Dumfahrt H, Schäffer H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part II – clinical results. *Int J Prosthodont*. 2000;13(1):9-18.
44. Albanesi RB, Pigozzo MN, Sesma N, Laganá DC, Morimoto S. Incisal coverage or not in ceramic laminate veneers: a systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2016;52:1-7. [\[CrossRef\]](#)
45. Bergoli CD, Meira JBC, Valandro LF, Bottino MA. Survival rate, load to fracture, and finite element analysis of incisors and canines restored with ceramic veneers having varied preparation design. *Oper Dent*. 2014;39(5):530-540. [\[CrossRef\]](#)
46. Magne P, Douglas WH. Design optimization and evolution of bonded ceramics for the anterior dentition: a finite-element analysis. *Quintessence Int*. 1999;30(10):661-672.
47. Li Z, Yang Z, Zuo L, Meng Y. A three-dimensional finite element study on anterior laminate veneers with different incisal preparations. *J Prosthet Dent*. 2014;112(2):325-333. [\[CrossRef\]](#)
48. Alshehri SA. An investigation into the role of core porcelain thickness and lamination in determining the flexural strength of in-ceram dental materials. *J Prosthodont*. 2011;20(4):261-266. [\[CrossRef\]](#)
49. Reitemeier B, Hänsel K, Kastner C, Walter MH. Metal-ceramic failure in noble metal crowns: 7-year results of a prospective clinical trial in private practices. *Int J Prosthodont*. 2006;19(4):397-399.
50. Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res*. 2007;18(suppl 3):86-96. [\[CrossRef\]](#)
51. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*. 2000;28(3):163-177. [\[CrossRef\]](#)
52. Seymour KG, Cherukara GP, Samarawickrama DY. Stresses within porcelain veneers and the composite lute using different preparation designs. *J Prosthodont*. 2001;10(1):16-21. [\[CrossRef\]](#)
53. Layton DM, Walton TR. The up to 21-year clinical outcome and survival of feldspathic porcelain veneers: accounting for clustering. *Int J Prosthodont*. 2012;25(6):604-612.
54. Calamia JR. Etched porcelain facial veneers: a new treatment modality based on scientific and clinical evidence. *N Y J Dent*. 1983;53(6):255-259.
55. Nicholls JL. Tensile bond of resin cements to porcelain veneers. *J Prosthet Dent*. 1988;60(4):443-447. [\[CrossRef\]](#)
56. Stacey GD. A shear stress analysis of the bonding of porcelain veneers to enamel. *J Prosthet Dent*. 1993;70(5):395-402. [\[CrossRef\]](#)
57. Horn HR. A new lamination: porcelain bonded to enamel. *N Y State Dent J*. 1983;49(6):401-403.
58. Plant CG, Thomas GD. Porcelain facings: a simple clinical and laboratory method. *Br Dent J*. 1987;163(7):231-234. [\[CrossRef\]](#)
59. Yen TW, Blackman RB, Baez RJ. Effect of acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and a castable glass ceramic. *J Prosthet Dent*. 1993;70(3):224-233. [\[CrossRef\]](#)
60. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont*. 2015;28(3):227-235. [\[CrossRef\]](#)
61. Höland W, Schweiger M, Watzke R, Peschke A, Kappert H. Ceramics as biomaterials for dental restoration. *Expert Rev Med Devices*. 2008;5(6):729-745. [\[CrossRef\]](#)
62. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2004;92(3):265-273. [\[CrossRef\]](#)
63. Romanini-Junior JC, Kumagai RY, Ortega LF, et al. Adhesive/silane application effects on bond strength durability to a lithium disilicate ceramic. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(4):346-351. [\[CrossRef\]](#)
64. Morimoto S, Albanesi RB, Sesma N, Agra CM, Braga MM. Main clinical outcomes of feldspathic porcelain and glass-ceramic laminate veneers: a systematic review and meta-analysis of survival and complication rates. *Int J Prosthodont*. 2016;29(1):38-49. [\[CrossRef\]](#)
65. Karaagaçlioglu L, Yilmaz B. Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite-reinforced ceramics. *Oper Dent*. 2008;33(4):386-391. [\[CrossRef\]](#)
66. Carossa S, Lombardo S, Pera P, Corsalini M, Rastello ML, Preti PG. Influence of posts and cores on light transmission through different all-ceramic crowns: spectrophotometric and clinical evaluation. *Int J Prosthodont*. 2001;14(1):9-14.
67. Vafaei F, Izadi A, Abbasi S, Farhadian M, Bagheri Z. Comparison of optical properties of laminate veneers made of Zolid FX and katana UTML zirconia and lithium disilicate ceramics. *Front Dent*. 2019;16(5):357-368. [\[CrossRef\]](#)
68. Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Augthun M, Spiekermann H. Fracture resistance of lithium disilicate-, alumina-, and zirconia-based three-unit fixed partial dentures: a laboratory study. *Int J Prosthodont*. 2001;14(3):231-238.
69. Guess PC, Att W, Strub JR. Zirconia in fixed implant prosthodontics. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012;14(5):633-645. [\[CrossRef\]](#)
70. Pappaspyridakos P, Lal K. Immediate loading of the maxilla with pre-fabricated interim prosthesis using interactive planning software, and CAD/CAM rehabilitation with definitive zirconia prosthesis: 2-year clinical follow-up. *J Esthet Restor Dent*. 2010;22(4):223-232. [\[CrossRef\]](#)
71. Weinberg LA. Tooth preparation for porcelain laminates. *N Y State Dent J*. 1989;55(5):25-28.
72. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *J Prosthet Dent*. 2002;88(1):10-15. [\[CrossRef\]](#)
73. Shah K, Holloway JA, Denry IL. Effect of coloring with various metal oxides on the microstructure, color, and flexural strength of 3Y-TZP. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2008;87(2):329-337. [\[CrossRef\]](#)
74. Baldissara P, Llukacej A, Ciocca L, Valandro FL, Scotti R. Translucency of zirconia copings made with different CAD/CAM systems. *J Prosthet Dent*. 2010;104(1):6-12. [\[CrossRef\]](#)
75. Haralur SB. Microleakage of porcelain laminate veneers cemented with different bonding techniques. *J Clin Exp Dent*. 2018;10(2):e166-e171. [\[CrossRef\]](#)
76. Giordano R, McLaren EA. Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compend Contin Educ Dent (Jamesburg NJ 1995)*. 2010;31(682-684):686, 688 passim; quiz 698, 700.
77. Layton DM, Clarke M. A systematic review and meta-analysis of the survival of non-feldspathic porcelain veneers over 5 and 10 years. *Int J Prosthodont*. 2013;26(2):111-124. [\[CrossRef\]](#)
78. Meijering AC, Roeters FJ, Mulder J, Creugers NH. Patients' satisfaction with different types of veneer restorations. *J Dent*. 1997;25(6):493-497. [\[CrossRef\]](#)
79. Nalbandian S, Millar BJ. The effect of veneers on cosmetic improvement. *Br Dent J*. 2009;207(2):E3. [\[CrossRef\]](#)
80. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*. 2000;28(3):163-177. [\[CrossRef\]](#)
81. Gurel G, Morimoto S, Calamita MA, Coachman C, Sesma N. Clinical performance of porcelain laminate veneers: outcomes of the aesthetic pre-evaluative temporary (APT) technique. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2012;32(6):625-635.
82. Hitz T, Stawarczyk B, Fischer J, Hämmerle CH, Sailer I. Are self-adhesive resin cements a valid alternative to conventional resin cements? A laboratory study of the long-term bond strength. *Dent Mater*. 2012;28(11):1183-1190. [\[CrossRef\]](#)
83. Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent*. 2003;89(2):127-134. [\[CrossRef\]](#)
84. Krämer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent*. 2000;13(Spec No):60D-76D.

85. Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. *J Oral Rehabil.* 2005;32(2):128-133. [\[CrossRef\]](#)
86. Addison O, Fleming GJ. The influence of cement lute, thermocycling and surface preparation on the strength of a porcelain laminate veneering material. *Dent Mater.* 2004;20(3):286-292. [\[CrossRef\]](#)
87. Frankenberger R, Reinelt C, Petschelt A, Krämer N. Operator vs. material influence on clinical outcome of bonded ceramic inlays. *Dent Mater.* 2009;25(8):960-968. [\[CrossRef\]](#)
88. Sundfeld Neto D, Naves LZ, Costa AR, et al. The effect of hydrofluoric acid concentration on the bond strength and morphology of the surface and interface of glass ceramics to a resin cement. *Oper Dent.* 2015;40(5):470-479. [\[CrossRef\]](#)
89. Kameyama A, Bonroy K, Elsen C, et al. Luting of CAD/CAM ceramic inlays: direct composite versus dual-cure luting cement. *Bio Med Mater Eng.* 2015;25(3):279-288. [\[CrossRef\]](#)
90. Kameyama A, Bonroy K, Elsen C, et al. Luting of CAD/CAM ceramic inlays: direct composite versus dual-cure luting cement. *Bio Med Mater Eng.* 2015;25(3):279-288. [\[CrossRef\]](#)
91. Gregor L, Bouillaguet S, Onisor I, Ardu S, Krejci I, Rocca GT. Micro-hardness of light- and dual-polymerizable luting resins polymerized through 7.5-mm-thick endocrowns. *J Prosthet Dent.* 2014;112(4):942-948. [\[CrossRef\]](#)
92. Linden JJ, Swift Jr EJ, Boyer DB, Davis BK. Photo-activation of resin cements through porcelain veneers. *J Dent Res.* 1991;70(2):154-157. [\[CrossRef\]](#)
93. Stangel I, Nathanson D, Hsu CS. Shear strength of the composite bond to etched porcelain. *J Dent Res.* 1987;66(9):1460-1465. [\[CrossRef\]](#)
94. Wakiaga J, Brunton P, Silikas N, Glenny AM. Direct versus indirect veneer restorations for intrinsic dental stains. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;(1):CD004347. [\[CrossRef\]](#)
95. Hekimoğlu C, Anil N, Etikan I. Effect of accelerated aging on the color stability of cemented laminate veneers. *Int J Prosthodont.* 2000;13(1):29-33.
96. Heydecke G, Zhang F, Razzoog ME. In vitro color stability of double-layer veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent.* 2001;85(6):551-557. [\[CrossRef\]](#)
97. Sidhu SK, Carrick TE, McCabe JF. Temperature mediated coefficient of dimensional change of dental tooth-colored restorative materials. *Dent Mater.* 2004;20(5):435-440. [\[CrossRef\]](#)

# Multidisipliner tedavi yaklaşımı ile iskeletsel sınıf 3 maloklüzyonu olan hastanın implant, ortognatik cerrahi ve protetik tedavi ile rehabilitasyonu: Vaka raporu

Oral rehabilitation of skeletal class 3 malocclusion patients with multidisciplinary treatment approach with implant orthognatic surgery and prosthetic rehabilitation: Case report

Ümit ERTAŞ<sup>1</sup>   
Özcan AKKAL<sup>2</sup>   
Yunus Emre AŞÇI<sup>1</sup>   
Funda BAYINDIR<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Erzurum, Türkiye

## ÖZ

Bu olgu sunumunda iskeletsel Sınıf 3 maloklüzyona sahip kırk yaşında kadın hastaya ortognatik cerrahi ve protetik restorasyon uygulanmıştır. Kliniğimize implant üstü restorasyon ihtiyacıyla başvuran kadın hastanın yapılan klinik muayenesinde iskeletsel Sınıf 3 profile sahip olduğu ve üst çenesinde 5 tane implant yapıldığı 16, 26 ve 27 no'lu dişlerinin de ağızda mevcut olduğu görüldü. Alt çenede ise 35, 37 ve 45 no'lu dişler eksikti. Bu şekilde yapılacak restorasyonun hastayı estetik ve fonksiyon olarak memnun edemeyeceğini ortognatik cerrahiden sonra daha ideale yakın bir restorasyon yapılabileceği bilgisi hastaya verildikten sonra cerrahi kliniğinde çift çene ameliyatı uygulanarak mandibula 2 mm geriye maksilla ise 5 mm öne doğru konumlandırıldı. Yaklaşık üç aylık iyileşme periyodundan sonra protezlerin yapılması için hasta kliniğe başvurdu. Gerekli kontroller yapıldıktan sonra ideal estetik ve fonksiyonun sağlanabileceği şekilde hastanın sağ alt ile sol alt çenedeki eksik dişlere sabit köprü ve implant bölgesine de sabit simante bir köprü restorasyonu planlanması yapıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Estetik, implant destekli protetik restorasyon, iskeletsel sınıf 3 maloklüzyon, ortognatik cerrahi

## ABSTRACT

In this case report, orthognathic surgery and prosthetic restoration applied to a 40-year-old female patient with skeletal class 3 malocclusion was discussed. In the clinical examination of the female patient who applied to our clinic with the need for implant restoration, it was observed that she had a skeletal class 3 profile and tooth number 16, 26, and 27 with 5 implants in the upper jaw were also present in the mouth. After the patient was informed that the restoration to be made in this way could not satisfy the patient in terms of aesthetics and function, a restoration that would be closer to ideal after orthognathic surgery was given to the patient in the surgery clinic, double chin surgery was performed and the mandible was positioned 2 mm backward and the maxilla 5 mm forward. After a recovery period of approximately 3 months, the patient applied to our clinic for prosthesis. After the necessary controls were made, a fixed bridge restoration was made to the missing teeth in the right lower and left lower jaw of the patient and a fixed cemented bridge restoration was planned in the implant area in order to ensure ideal aesthetics and function.

**Keywords:** Aesthetics, implant-supported prosthetic restoration, orthognathic surgery, skeletal class 3

Geliş Tarihi/Received: 13.01.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 08.04.2021

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.01.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:  
Özcan AKKAL  
E-mail: akkalozcan@hotmail.com

Cite this article as: Ertaş Ü, Akkal Ö, Aşçı YE, Bayındır F. Oral rehabilitation of skeletal class 3 malocclusion patients with multidisciplinary treatment approach with implant orthognathic surgery and prosthetic rehabilitation: Case report. *Curr Res Dent Sci.* 2023; 33(1): 66-72.



## GİRİŞ

Günümüzde diş eksikliği bulunan hastaların tedavilerinde implant destekli restorasyonlar sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak implant tedavisi, yaygın kemik defektleri ve iskeletsel anterior-posterior uyumsuzluklar ile ilişkili olumsuz periodontal biyotipi olan hastalarda oral cerrahlar için karmaşık, zorlu ve titiz bir prosedürdür.<sup>1,2</sup> Bu nedenle, yüz profili, dental oklüzyon, dişlerin estetik olarak planlanması, sistemik değişiklikler ve mevcut yumuşak ve sert dokuların kalitatif ve kantitatif değerlendirilmesi başarılı implant rehabilitasyonunu elde etmek için değerlendirilmesi gereken önemli hususlardır.<sup>3-6</sup> İyi bir estetiği sağlamak için, interdisipliner bir tedavi planlanması klinik başarıda önemli bir rol oynar.<sup>7-9</sup>

Diş kaynaklı Sınıf 3 maloklüzyonunun tedavisinde ortodontik tedavi yaklaşımları yeterli olabilirken, iskeletsel Sınıf 3 maloklüzyonu olan durumlarda ortodontik tedaviye ek olarak cerrahi prosedürlerin uygulanması gerekebilir.<sup>10</sup> Sınıf 3 iskeletsel maloklüzyonu olan kişilerde cerrahi yaklaşım olarak: mandibular geriletme, maksiller ilerletme veya bu ikisinin birlikte yapılması şeklindedir.<sup>11</sup> İskelet maloklüzyonunu iyileştirmeyi, hasta memnuniyetini artırmaya ve estetik sonuçları sağlamaya çalışırken, disiplinler arası bir tedavi yaklaşımı daha kararlı, öngörülebilir ve başarılı bir sonuç için gereklidir.<sup>12</sup> Bu klinik vakanın amacı, implant uygulanmasını, ortognatik cerrahi ve protez rehabilitasyonunu içeren fonksiyonel ve estetik beklentileri karşılamak için planlanmış karmaşık bir oral rehabilitasyon prosedürü sunmaktır.

## OLGU SUNUMU

Kırk yaşında kadın hasta üst çenesine 5 adet 15 (4,7 × 13 mm), 14 (4,2 × 13 mm), 11 (3,7 × 11 mm), 22(3,7 × 13 mm), 24(3,7 × 13), 25 (4,2 × 13 mm) no'lu implant (İmplant Direct™; Syborn International ILC, Thousand Oaks, USA) yapıldıktan sonra implant üstü sabit protetik restorasyon ihtiyacı nedeniyle kliniğimize başvurmuştur. Anamnezi alındıktan sonra yapılan klinik muayenede hastanın içbükey bir profile sahip olduğu, maksillanın mandibulaya göre daha geride ve mandibular prognatisi olduğu görüldü (Şekil 1). Üst çenede sadece 16, 26 ve 27 numaralı dişler vardı (Şekil 2). Alt çenede de 35, 37 ve 45 no'lu dişlerin eksik olduğu ve bu bölgelere implant seçeneği sunuldu. Fakat kendisinin sadece üst çenesine bir protez istemesi nedeniyle bir planlama yapılmadı. Üst çeneye yapılacak sabit protetik restorasyonun hastayı hem estetik hem de fonksiyonel olarak memnun edemeyeceği ve ortognatik cerrahi operasyonun gerekli olduğu ve onun ardından bir protez yapılabileceği bilgisi verildi. Hastanın da en büyük beklentisinin estetik olduğunu ve uzun zamandır dişsiz olduğu, eksik dişleri nedeniyle gülerken ağzının kapattığını, rahat gülemediğini, aynı şekilde çiğneme ve ısırma fonksiyonlarını yerine getiremediğinden şikâyetçi olduğunu belirtti. Daha sonra ortognatik cerrahi işlemi için hasta Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi bölümüne yönlendirildi.

Ağız Diş ve Çene Cerrahisi bölümünde, klinik ve radyografik değerlendirmeler dikkatlice yapıldı. Ağız içi muayenede, uzun yüz, maksiller gerilik ve mandibular ilerilik tespit edildi (Şekil 3). Maksilla ideal konumdan 5 mm geride ve mandibula 2 mm ilerideydi. Oral hijyen kabul edilebilir düzeydeydi. Radyografik inceleme için konik-ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) ve lateral sefalometri (Şekil 4) elde edildi ve Dolphin 3D Software Version 11,9 (Dolphin Imaging and Management Solutions, CA, ABD) 3 boyutlu olarak alındı. Tüm bu bulgular ve yüzdeki büyümenin tamamlanmasıyla hastaya ortognatik cerrahi önerildi. Ardından sanal planlama aşamasına geçildi. Ortognatik cerrahinin ardından sabit protez



Şekil 1. Operasyon öncesi hastanın profil görüntüsü

tedavisinin hem diş hem de uygun yüz estetiği elde etmek için gerekli olacağına karar verildi. Dolphin 3D (Chatsworth, CA, ABD) ile sanal cerrahi planlama yapıldı. Mandibulanın saat yönünün tersine rotasyonel hareketi, mandibulaya sagittal planda 2 mm geriletme, çift taraflı Le Fort I osteotomisi ile maksillanın sagittal planda 5 mm ileri alınması ve posterior maksiller gömme planlandı. Bitim sabit protez için uygun bir şekilde planlandı. Cerrahi splint (DS2000GRAY, DWS, Thiene, İtalya) sanal olarak tasarlanmış ve 3D yazıcı (Digital Wax Systems O20D, DWS, Thiene, İtalya) ile hazırlandı. Diş eksiklikleri nedeniyle ortodontik braket uygulanmadığı için ameliyat öncesi cerrahi kılavuz stabilizasyonu için Erich ark bar uygulandı. Daha sonra cerrahi splint kontrol edildi.

Ortognatik cerrahi genel anestezi altında nazotrakeal entübasyon ile gerçekleştirildi. Maksillaya intraoral lokal anestezinin (1,8 ml 1:100.000 epinefrin içeren % 4'lük artikain (Ultracain D-S forte, Sanofi -Aventis, Almanya) ardından vestibuler insizyon uygulandı. Dokular diseke edilerek önde apertura priformis, arkada pterygoid laminalara kadar önce sağ sonra sol tarafta testere ile osteotomi uygulandı. Osteotomiyi takiben Rowe forsepsi (KLS Martin IPS Service, UK) ile aşağı doğru kırıklar ayrıştırıldı. Bunu takiben ortodonti ekibinin ameliyat öncesi hazırladığı ara splinti yardımı ile planlanan oklüzyonda titanyum Erich ark bar ile maksillomandibular fiksasyon (MMF) uygulandı. Osteotomi hatlarının rijit fiksasyonu gerçekleştirildi. Bu amaçla mini plak ve vidalar kullanıldı (KLS Martin IPS Service, UK). Daha sonra Mandibulaya intraoral lokal anestezinin (1,8 ml 1:100.000 epinefrin içeren %4'lük artikain (Ultracain D-S forte, Sanofi -Aventis, Almanya) ardından vestibuler insizyon uygulandı. Dokular diseke edilerek lingual alanda mandibular kanal ekarte edildi. Önce sağ tarafa sagittal split osteotomisi uygulandı ve mandibular sinirin devamlılığının bozulmadığı görüldü. Daha sonra sol tarafa sagittal split osteotomisi uygulandı ve mandibular sinirin devamlılığının bozulmadığı görüldü. Osteotomilerin tamamlanmasını takiben ortodonti ekibinin ameliyat öncesi hazırladığı final splinti yardımı ile planlanan oklüzyonda maksillomandibular fiksasyon (MMF) uygulandı. Osteotomi hatlarının rijit fiksasyonu gerçekleştirildi. Bu amaçla mini plak ve vidalar kullanıldı (KLS Martin IPS Service, UK). Fiksasyon sonrası kondil pozisyonu palpasyonla kontrol edildi. MMF hastada ekstübasyondan önce çözüldü. Hastalara ilaç olarak operasyon sırasında 2mg/kg Prednol (Mustafa Nevzat İlaç Sanayi AS, İstanbul, Türkiye), 50 mg Ulcuran (Yavuz İlaç Sanayi ve Ticaret AS, İstanbul,





**Şekil 2.** Operasyon öncesi panoramik görüntü

Türkiye), 20 mg Oksamen (Mustafa Nevzat İlaç Sanayi AS) ve alerji durumu göz önünde bulundurularak günde 4 defa SULCİD® 0,5 g IV (İbrahim Etem Ulagay İlaç Sanayi Türk A.Ş., Topkapı, İSTANBUL) enjektabl olarak uygulandı. Cerrahiye takip eden ilk 4 saatte oral beslenmeye başlanmadı. Bu 4 saatin ardından sıvı beslenmeye geçildi. Postoperatif antibiyotik ve analjezik uygulaması 1 hafta boyunca rutin olarak yapıldı (günde 4 defa SULCİD® 0,5 g

IV (İbrahim Etem Ulagay İlaç Sanayi Türk A.Ş., Topkapı, İSTANBUL), 20 mg Oksamen (Mustafa Nevzat İlaç Sanayi AS).

Postoperatif 1. günde egzersiz lastikleri yerleştirildi. Bu lastikler haftada bir kez değiştirildi ve stabil bir oklüzyonun devam ettirilmesi için 6 hafta süreyle kullanıldı. Hasta 7 gün hastanede takip edilerek sorunsuz taburcu edildi.

Ortognatik cerrahiden yaklaşık 3 ay sonra hasta protetik diş kliniğine yapılacak protez ölçü işlemi için çağrıldı (Şekil 5). Yapılan klinik muayenesinde ön açık kapanışın ideal duruma geldiği ve alt çene ile üst çene ilişkisinin uygun konumda olduğu görüldü (Şekil 6). Üst çeneye simante tek parça implant üstü sabit protez planlandı. Hastanın alt çenede eksik olan dişleri için de sabit bir köprü isteği ve dişlerdeki yoğun madde kaybı ve büyük restorasyonlu dolgular nedeniyle de köprü protezi planlaması yapıldı. Hem üst çene hem alt çene köprü protezinin ölçüsü polivinil-siloksan (Elite HD, Zhermack, Gais, Italy) ile alındı. Sonraki seansta krom-kobalt (Cr-Co) (System Ne; Adentatec; Adentatec GMHB, Koeln, Germany) metal alt yapılı köprü protezinin provası yapıldı (Şekil 7). Kontroller yapıpı porselen için renk seçildikten sonra geçici köprü dişler (Protemp 4; 3M ESPE, Neuss, Germany) uyumlandırılıp hasta ağızına takıldı (Şekil 8). En son seansta bitim porselen üstyapı (IPS Classic; Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) köprüler hasta ağızında kontrol edildi. Fonksiyon, fonetik ve estetik yönden değerlendirildi. Kontroller bittikten sonra



**Şekil 3.** Operasyon öncesi ağız içi görüntü



**Şekil 4.** Operasyon öncesi lateral sefalometrik görüntü



**Şekil 5.** Operasyon sonrası hastanın profil görüntüsü



Şekil 6. Operasyon sonrası ağız içi görüntü

köprüler çinko fosfat simanla (Adhesor; Pentron, Spofa Dental, Markova, Czech Republic) simante edildi (Şekil 9). Ağız hijyeni ve protetik restorasyonların temizliği konusunda gerekli bilgiler verildi. Kontrol amaçlı alınan panoramik radyografi incelendikten sonra, periyodik kontroller için 6 ay sonrasına randevu verildi (Şekil 10). Fakat hastamız 12 ay sonra konrole gelebilmiştir. Hastanın ağız içi klinik muayenesi yapıldıktan sonra (Şekil 11) kontrol amaçlı panoramik film çekildi (Şekil 12). Yapılan klinik ve radyografik incelemeler sonucunda olumsuz bir bulguya rastlanılmadı ve hastanın herhangi bir şikayeti yoktu. Kontrol amaçlı 12 ay sonrasına tekrar randevu verildi.

### TARTIŞMA

İskeletsel Sınıf 3 maloklüzyon, üst çenenin geride olması, alt çenenin ileride olması veya her iki durumun kombinasyonundan kaynaklanabilmektedir.<sup>13</sup> Bu olguda, maksillanın kafa kaidesi ve mandibulaya göre geride olmasından kaynaklanan iskeletsel Sınıf



Şekil 7. Metal provanın ağız içi görüntüsü



Şekil 8. Geçici köprünün ağız içi görüntüsü



Şekil 9. Bitmiş protezin ağız içi ve ağız dışı görüntüsü



Şekil 10. Operasyon ve protez sonrası panoramik görüntü

3 maloklüzyonu olan bir hastanın multidisipliner tedavi yaklaşımı ile rehabilitasyonu sunulmuştur. Hastanın tedavisinde, ortognatik cerrahi ve sonrasında da implant üstü sabit protetik restorasyon yapılmıştır. Bu olgu sunumunda Sınıf 3 maloklüzyon, hem maksiller çenede yetersizlik hem de mandibular çenede prognati belirlenmiş olup buna uygun şekilde ortognatik cerrahi yapılmıştır. Maksillaya çift taraflı Lefort 1, mandibulaya da çift taraflı sagittal split osteotomisi yapılmıştır.

Çenelerin normal fonksiyonlarının, fonksiyonel oklüzyonun, yüz estetiğinin ve tüm bunların stabilizasyonunun sağlanması ortognatik cerrahinin amaçlarındandır.<sup>14</sup> Ortognatik cerrahinin

başarısı, iyi bir planlama ve komplikasyonlara karşı hazırlıklı olmaya dayanmaktadır.<sup>15</sup>

İskelet Sınıf 3 maloklüzyonu genellikle kolay fark edilir ve sıklıkla yüz estetiğinde belirgin bozulmaya yol açar ve maloklüzyonun ciddiyetine bağlı olarak çiğneme fonksiyonunda büyük düşüşe neden olabilir.<sup>16</sup> Prognatik alt çene için sadece mandibula cerrahisi uzun süredir Sınıf 3 maloklüzyonu tedavisi için en sık uygulanan prosedür olmasına rağmen, son zamanlarda çift çene cerrahi daha yaygın hale gelmektedir.<sup>17,18</sup> Çift çene cerrahi, ameliyat sonrası 2 yıldan sonra tek çene cerrahisine göre daha stabildir.<sup>19</sup>

İskeletsel Sınıf 3 maloklüzyon vakaların çoğunda, ortodontik tedavi ile birlikte ortognatik cerrahi ile düzeltilen anomaliler olduğuna literatürde dikkat çekilmiştir.<sup>17,20</sup> Bailey ve ark.<sup>17</sup> önceden iskeletsel Sınıf 3 maloklüzyonların sadece mandibular retrüzyon ile tedavi edildiğini belirtmiş olmasına rağmen, Johnston ve ark.<sup>18</sup>



Şekil 11. Hastanın 12 ay sonraki ağız içi görüntüsü



Şekil 12. Hastanın 12 ay sonraki panoramik film görüntüsü

son zamanlarda çift çene prosedürlerinin daha sık hale geldiğini belirtmektedirler.

Kwon,<sup>21</sup> iskeletsel Sınıf 3 maloklüzyonunun sıklıkla vertikal uyumsuzluğu da beraberinde getirdiğini ve yapılan vertikal değişikliklerin mandibular nüks miktarını etkileyebileceğini belirtmiştir. Bothur ve ark.<sup>22</sup> ile Proffit ve ark.<sup>23</sup> maksiller cerrahide stabilite konusunda çok sayıda çalışma olduğundan bahsetmiştir. Yapılan önceki çalışmalarda, maksilla pozisyonundaki vertikal değişikliklerden sonra stabilitenin korunduğu tespit edilmiştir.<sup>24-27</sup>

Bu vakada sadece protetik restorasyonla yapılacak olan tedavinin, tek başına mandibular prognatiyi ve yumuşak dokuyu estetik olarak düzeltmeyeceğinden ortognatik cerrahi planlanmıştır. Ortognatik cerrahiye ek olarak ortodontik tedavinin de yapılması gerekliliği konusunda hastaya bilgi verilmiştir. Fakat hastanın hızlı bir şekilde tedavilerinin yapılması konusunda ısrarcı olması nedeniyle ortodontik tedavi yapılmamıştır.

Ortognatik cerrahiden sonra hem oklüzyon hem de iyi bir yüz estetiği sağlanmıştır. Kısa ve hızlı sonuç vermesi nedeniyle ortognatik cerrahi sonrasında protetik restorasyonlara başlanmıştır. Hastanın multidisipliner olarak değerlendirilmesi, uygun planlama yapılması sonucu başarılı bir tedavi yapılmıştır.

Günümüzde diş eksikliklerinin klasik tedavi yöntemlerinden daha çok, implant destekli protezlerle tedavisi giderek artmaktadır.<sup>28</sup> Başlangıçta tam dişsiz hastaların tedavisinde kullanılan dental implantlar daha sonra alınan başarılı sonuçlardan dolayı, birçok alanda kullanılmaya başlanmış ve zamanla her türlü diş eksikliği tedavilerinde kullanılabilen bir tedavi seçeneği haline gelmiştir.<sup>29</sup>

Modern diş hekimliğinde, çeşitli nedenlerle kaybedilmiş dişlerin yerine yapılacak olan protetik tedavilerin amacı, hastanın ağız bölgesinde normal konturları, fonksiyonu, rahatlığı, estetiği, konuşmayı ve ağız sağlığını yeniden sağlamaktır.<sup>30</sup>

Bu olgu sunumunun amacı iskeletsel Sınıf 3 maloklüzyona sahip bir hastanın ortognatik cerrahi ve sonrasında da implant üstü protetik bir restorasyon yapılarak hem estetik hem de fonksiyonel olarak oral rehabilitasyonu sağlamaktır.

## SONUÇ

İskeletsel Sınıf 3 maloklüzyona sahip hastanın ortognatik cerrahisi sonrası implant üstü yapılan protetik restorasyonlar hastaya estetik, fonksiyonel ve fonasyon olarak oral rehabilitasyonu sağlamıştır. Hasta, uzun zamandır gülemediğini, gülerken ağzını eliyle kapattığını ama artık rahat gülebileceğini, konuşabileceğini ifade ederek, mutlu ve minnettar bir şekilde klinikten ayrılmıştır.

**Hasta Onamı:** Sözlü hasta onamı bu çalışmaya katılan katılımcıdan alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – Ü.E.; Tasarım – Ü.E.; Denetleme – F.B.; Kaynaklar – Ö.A.; Malzemeler – Ü.E.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – Y.E.A.; Analiz ve/veya Yorum – Ö.A.; Literatür Taraması – Ö.A.; Yazıyı Yazan – Ö.A., Y.E.A.; Eleştirel İnceleme – F.B.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Informed Consent:** Verbal informed consent was obtained from the participant who participated in this study.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – Ü.E.; Design – Ü.E.; Supervision – F.B.; Resources – Ö.A.; Materials – Ü.E.; Data Collection and/or Processing – Y.E.A.; Analysis and/or Interpretation – Ö.A., Y.E.A.; Literature Search – Ö.A.; Writing Manuscript – Ö.A., Y.E.A.; Critical Review – F.B.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support.

## KAYNAKLAR

- Choquet V, Hermans M, Adriaenssens P, Daelemans P, Tarnow DP, Malevez C. Clinical and radiographic evaluation of the papilla level adjacent to single-tooth dental implants. A retrospective study in the maxillary anterior region. *J Periodontol.* 2001;72(10):1364-1371. [\[CrossRef\]](#)
- Kan JY, Rungcharassaeng K. Interimplant papilla preservation in the esthetic zone: A report of six consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(3):249-259.
- Belser UC, Schmid B, Higginbottom F, Buser D. Outcome analysis of implant restorations located in the anterior maxilla: A review of the recent literature. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(Suppl): 30-42.
- Spear FM, Kokich VG, Mathews DP. Interdisciplinary management of anterior dental esthetics. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(2):160-169. [\[CrossRef\]](#)
- De Molon RS, Morais-Camilo JAND, Verzola MHA, Faeda RS, Papatato MT, Marcantonio Jr E. Impact of diabetes mellitus and metabolic control on bone healing around osseointegrated implants: Removal torque and histomorphometric analysis in rats. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(7):831-837. [\[CrossRef\]](#)
- De Molon RS, de Avila ED, Cirelli JA, Cardoso Mde A, Capelozza-Filho L, Borelli Barros LA. Optimizing maxillary aesthetics of a severe compromised tooth through orthodontic movement and dental implants. *Case Rep Dent.* 2014;2014:103808. [\[CrossRef\]](#)
- De Molon RS, De Avila ED, Cirelli JA, Mollo Jr Fda, De Andrade MF, Filho LABB, Barros LAB. A combined approach for the treatment of resorbed fresh sockets allowing immediate implant restoration: A 2-year follow-up. *J Oral Implantol.* 2015;41:712-718.
- De Molon RS, de Avila ED, de Barros-Filho LAB, et al. Reconstruction of the alveolar buccal bone plate in compromised fresh socket after immediate implant placement followed by immediate provisionalization. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(3):122-135. [\[CrossRef\]](#)
- De Avila ED, de Molon RS, de Assis Mollo F, Jr, et al. Multidisciplinary approach for the aesthetic treatment of maxillary lateral incisors agenesis: Thinking about implants? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012;114(5):e22-e28. [\[CrossRef\]](#)
- Soydan SS, Veziroğlu F, Ataç MS, Varlık SK, Yücel E. Multidisipliner tedavi yaklaşımı ile alt yüz profiloplastisi: Vaka raporu. *Curr Res Dent Sci.* 2011;2:119-124.
- Güngör AY, Turkkahraman H, Baykul T, Aydın A. İskeletsel sınıf III maloklüzyonun ortognatik cerrahi tedavisi: Olgu raporu. *Sdü Sağlık Bilimleri Derg.* 2012;3:85-88.
- de Almeida Cardoso M, de Molon RS, de Avila ED, et al. Facial and occlusal esthetic improvements of an adult skeletal Class III malocclusion using surgical, orthodontic, and implant treatment. *Korean J Orthod.* 2016;46(1):42-54. [\[CrossRef\]](#)
- Delaire J. Maxillary development revisited: Relevance to the orthopaedic treatment of Class III malocclusions. *Eur J Orthod.* 1997;19(3): 289-311. [\[CrossRef\]](#)

14. Bergamo AZN, Andruccioli MCD, Romano FL, Ferreira JTL, Matsumoto MAN. Orthodontic-surgical treatment of Class III malocclusion with mandibular asymmetry. *Braz Dent J*. 2011;22(2):151-156. [\[CrossRef\]](#)
15. Enacar A, Ankara Üniversitesi A. Ortognatik cerrahi uygulanmış vakalarda profil değişiklikleri. *Türk Ortod Derg*. 1988;1:80-89.
16. Magalhães IB, Pereira LJ, Marques LS, Gameiro GH. The influence of malocclusion on masticatory performance: A systematic review. *Angle Orthod*. 2010;80(5):981-987. [\[CrossRef\]](#)
17. Bailey LT, Proffit WR, White Jr RP. Trends in surgical treatment of class III skeletal relationships. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1995;10(2):108-118.
18. Johnston C, Burden D, Kennedy D, Harradine N, Stevenson M. Class III surgical-orthodontic treatment: A cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;130(3):300-309. [\[CrossRef\]](#)
19. Busby BR, Bailey LJ, Proffit WR, Phillips C, White Jr RP. Long-term stability of surgical class III treatment: A study of 5-year postsurgical results. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 2002;17(3):159-170.
20. Espeland L, Høgevoid HE, Stenvik A. A 3-year patient-centred follow-up of 516 consecutively treated orthognathic surgery patients. *Eur J Orthod*. 2008;30(1):24-30. [\[CrossRef\]](#)
21. Kwon TG, Mori Y, Minami K, Lee SH, Sakuda M. Stability of simultaneous maxillary and mandibular osteotomy for treatment of class III malocclusion: An analysis of three-dimensional cephalograms. *J Craniomaxillofac Surg*. 2000;28(5):272-277. [\[CrossRef\]](#)
22. Bothur S, Blomqvist JE, Isaksson S. Stability of le Fort I osteotomy with advancement: A comparison of single maxillary surgery and a two-jaw procedure. *J Oral Maxillofac Surg*. 1998;56(9):1029-33; discussion 1033. [\[CrossRef\]](#)
23. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: An update and extension. *Head Face Med*. 2007;3:21. [\[CrossRef\]](#)
24. Jakobson G, Stenvik A, Sandvik L, Espeland L. Three-year follow-up of bimaxillary surgery to correct skeletal Class III malocclusion: Stability and risk factors for relapse. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(1):80-89. [\[CrossRef\]](#)
25. Moldez MA, Sugawara J, Umemori M, Mitani H, Kawamura H. Long-term dentofacial stability after bimaxillary surgery in skeletal class III open bite patients. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 2000;15(4):309-319.
26. Costa F, Robiony M, Sembronio S, Polini F, Politi M. Stability of skeletal Class III malocclusion after combined maxillary and mandibular procedures. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 2001;16(3):179-192.
27. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA. Stability after surgical-orthodontic corrective of skeletal class III malocclusion. 3. Combined maxillary and mandibular procedures. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1991;6(4):211-225.
28. Yildirim M, Edelhoff D, Hanisch O, Spiekermann H. Ceramic abutments-a new era in achieving optimal esthetics in implant dentistry. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2000;20(1):81-91.
29. Granat J. Was there implantology 7000 years ago? *Inf Dent*. 1990;72(22):1959-1961.
30. Misch CE. *Dental implant protezler*. Ömer K, ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri Ltd; 2009;3.