



AYDIN DENTAL JOURNAL

Aydin Dent J

Year 11 Issue 3 - December 2025

**ISTANBUL AYDIN UNIVERSITY
JOURNAL OF FACULTY OF DENTISTRY**

GENEL DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009

Year 11 Number 2 DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/2025.1102

ISSN: 2149-5572

E-ISSN: 2717-6835

Print 31.12.2025

ISTANBUL AYDIN UNIVERSITY
JOURNAL OF FACULTY OF DENTISTRY
AYDIN DENTAL JOURNAL

ISSN: 2149-5572

Owner - Sahibi
Prof. Dr. Mustafa AYDIN

Editor-in-Chief - Yazı İşleri Müdürü
Zeynep AKYAR

Editor - Editör
Prof. Dr. Şeyda HERGÜNER SİSO

Associate Editor - Yardımcı Editör
Prof. Dr. Pınar TÜRKOĞLU
Doç. Dr. Emine PİRİM GÖRGÜN
Doç. Dr. Işıl Kaya BÜYÜKBAYRAM
Doç. Dr. Gizem ÇOLAKOĞLU
Doç. Dr. Hilal YILANCI
Dr. Öğr. Üyesi Sevgi ZORLU
Dr. Öğr. Üyesi Burcu YILMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Nuri Mert TAYŞI

Academic Studies Coordination Office (ASCO)
Akademik Çalışmalar Koordinasyon Ofisi (AÇKO)

Administrative Coordinator - İdari Koordinatör
Dr. Öğr. Üyesi Burak SÖNMEZER

Graphic Design - Grafik Tasarım
Başak GÜNDÜZ

Language - Dili
English - Türkçe

Publication Period - Yayın Periyodu
Published three times a year - Yılda üç kere yayınlanır
April, August and December - Nisan, Ağustos ve Aralık

Correspondence Address - Yazışma Adresi
Beşyol Mahallesi, İnönü Caddesi, No: 38 Sefaköy, 34295
Küçükçekmece/İstanbul
Tel: 0212 4441428 - **Fax:** 0212 425 57 97
web: www.aydin.edu.tr - **e-mail:** dentaydinjournal@aydin.edu.tr

Printed by
Baskı: Armoninuans Matbaa
Adres: Yukarıdudullu, Bostancı Yolu Cad. Keyap Çarşı
B-1 Blk. N. 24, Ümraniye/İstanbul
Tel: 0(216) 540 36 11
Faks: 0216 540 42 72
E-Mail: info@armoninuans.com

Editorial Board - Yayın Kurulu

Prof. Dr. Şeyda HERGÜNER SİSO (İstanbul Aydın Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Türkiye)

Prof. Dr. Pınar TÜRKOĞLU (İstanbul Aydın Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Türkiye)

Doç. Dr. Işıl Kaya BÜYÜKBAYRAM (İstanbul Aydın Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Ana Bilim Dalı, Türkiye)

Doç. Dr. Emine PİRİM GÖRGÜN (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Ana Bilim Dalı, Türkiye)

Doç. Dr. Hilal YILANCI (İstanbul Medipol Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Ana Bilim Dalı, Türkiye)

Doç. Dr. Gizem ÇOLAKOĞLU (İstanbul Aydın Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı, Türkiye)

Dr. Öğr. Üyesi Sevgi ZORLU (İstanbul Aydın Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Ana Bilim Dalı, Türkiye)

Dr. Öğr. Üyesi Burcu YILMAZ (İstanbul Medipol Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Türkiye)

Dr. Öğr. Üyesi Nuri Mert TAYŞI (İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Türkiye)

Editorial Board Secreteriat - Yayın Kurulu Sekreteryası

Arş. Gör. Hakkı Talha YILDIZ (İstanbul Aydın Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Ana Bilim Dalı)

İstatistik Editörü

Öğr. Gör. Dr. Ali Vasfi AĞLARCI (Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye)

Yabancı Dil Editörü

Öğr. Gör. Nuran KIR (İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye)

İstanbul Aydın Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Aydın Dental Dergisi özgün bilimsel araştırmalar ile uygulama çalışmalarına yer veren ve bu niteliği ile hem araştırmacılara hem de uygulamadaki akademisyenlere seslenmeyi amaçlayan hakem sistemini kullanan bir dergidir.

Istanbul Aydın University, Faculty of Dentistry, Aydın Dental Journal is a double-blind peer-reviewed journal which provides a platform for publication of original scientific research and applied practice studies. Positioned as a vehicle for academics and practitioners to share field research, the journal aims to appeal to both researchers and academicians.

Scientific Advisory Board - Bilimsel Danışma Kurulu

Prof. Dr. Arzu Pınar Erdem (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Aslı Topaloğlu (İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa)
Prof. Dr. Hande Şar Sancaklı (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Sabri Meriç (İstanbul Aydın Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Kağan Değerliyurt (İstanbul Aydın Üniversitesi)
Prof. Dr. Önjen Tak (İstanbul Aydın Üniversitesi)

Prof. Dr. Erdoğan Fişekçioğlu (İstanbul Galata Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf Emes (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Fusun Ozer (University of Pennsylvania)
Prof. Dr. Emine Şen Tunç (Antalya Bilim Üniversitesi)
Doç. Dr. Mahdi Vatanpour (Islamic Azad University)
Doç. Dr. Ayça Yılmaz (İstanbul Üniversitesi)

Hakem Listesi - Reviewers List

(Year 11 Issue 2)

Prof. Dr. Elif KALYONCUOĞLU (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti A.B.D.)
Doç. Dr. Almira Ada DİKEN TÜRKSAVAR (Biruni Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi A.B.D.)
Doç. Dr. Mağrur KAZAK (Bahçeşehir Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi A.B.D.)
Doç. Dr. Ömer Birkan AĞRALI (Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji A.B.D.)
Doç. Dr. Selin GAŞ (İstanbul Gelişim Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Bengü DOĞU KAYA, (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Betül KULA (İstanbul Galata Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Beyza BALLI AKGÖL (Antalya Bilim Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Büşra KARABULUT GENÇER (Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Elif KURU (Uşak Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti A.B.D.)

Dr. Öğr. Üyesi Gamze SEZGİN (Yeditepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Hande BACAK (İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Gürkan GÜNEÇ (Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi İzzet TÜRKER KADER (Bahçeşehir Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Selim YILDIZ (İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Nadin GEMREKOĞLU (İstanbul Atlas Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Seda ÖZMEN (Yeditepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Servet BOZKURT (Nevşehir Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti A.B.D.)
Dr. Öğr. Üyesi Sevgi ÖĞÜT (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi A.B.D.)

Dizin – İndex
(Year 11 Issue 3)



Academindex



Acar Index



Asos Indeks



Crossref



Directory of Research Journals



Eurasian Scientific Journal Index



Europub



IP Indexing Portal



Researchbib



ROAD Index



Scilit



Türk Medline

İÇİNDEKİLER – CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ - RESEARCH ARTICLES

Motivation For Learning Anatomy Among Dental Students: A Comparative Study Across Health Profession Education Programs

Diş Hekimliği Öğrencilerinde Anatomi Öğrenme Motivasyonu: Sağlık Meslekleri Eğitim Programları Arasında Karşılaştırmalı Bir Çalışma

Mahmut Sabri MEDİŞOĞLU, Melisa ÖÇBE.....245

Matcha ve Siyah Çayın İki Farklı Tek Renk Rezin Kompozitin Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi

The Effect of Matcha and Black Tea on Surface Properties of Two Single-shade Resin Composites

Neşe Ezgi KARAOĞLAN, Asiye Pınar KARAKAŞ, Gülsüm GÜNANA, Gülçin Bilgin GÖÇMEN, Pınar YILMAZ ATALI.....255

Farklı Yapı ve Kalınlıktaki İndirekt Restoratif Materyallerden İletilen Işık Gücünün Değerlendirilmesi

Evaluation of Irradiance Through Indirect Restorative Materials of Different Structures and Thicknesses

Elif Nur KAYA, Bengü Doğu KAYA, Pınar YILMAZ ATALI, Bilge TARÇIN.....265

Ebeveynlerin Ağız Hijyen Alışkanlıkları ile Adölesanların Periodontal Sağlığı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Evaluation of The Relationship Between Parental Oral Hygiene Habits and Adolescents' Periodontal Health

Nurcan AKSAKA, Ekin YAY, Selin ŞAHİNKAYA.....275

Effect of Surface Pretreatments on the Bond Strength and Removal Efficiency of Temporary Restoration

Yüzey Hazırlık Yöntemlerinin Bağlanma Dayanımı ve Geçici Restorasyonun Uzaklaştırma Etkinliği Üzerine Etkisi

Ayşe Aslı ŞENOL, Yasin ÖZÇELİK, Özdemir AKI, Elif ALKAN, Bilge TARÇIN, Pınar YILMAZ ATALI, Dilek TAĞTEKİN.....281

DERLEME - REVIEW

Endodontide Yıkama Solüsyonu Olarak Bazı Antioksidanların Kullanımının Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi

The Effect of the Use of Some Antioxidants as Irrigation Solutions in Endodontics on Bond Strength

Bilge ERDOĞAN, Ayça YILMAZ.....295

Özel Bakım Gerekisini Olan Çocuklarda Ağız ve Diş Sağlığı Yönetimi ve Dental Tedavi Yaklaşımları

Oral and Dental Health Management and Dental Treatment Approaches in Children with Special Health Care Needs

Sevdegül ORHAN, Işıl SÖNMEZ.....303

Epigenetiğin Odontogenez ve Dental Hastalıkların Patogenezi Üzerindeki Rolü

The Role of Epigenetics in Odontogenesis and The Pathogenesis of Dental Diseases

Irmak TÜMAY, Yeliz GÜVEN.....315

Ortodontik Şeffaf Plakların Stomatognatik Sistem Üzerindeki Etkileri

The Effects Of Orthodontic Clear Aligners On The Stomatognathic System

Gizem Fatma ÖRNEK, Muhsin ÇİFTER.....329

OLGU SUNUMU - CASE REPORT

Subperiosteal İmplant Destekli Hastaya Özel Hibrit Protez: Olgu Sunumu ve 1 Yıllık Takibi

Subperiosteal Implant-Supported Patient-Specific Hybrid Prosthesis: A Case Report and 1-year Follow-Up

Birkan Burak DURAS, Mustafa AYHAN, Erkan SANCAKLI.....343

DOI Numaraları – DOI Numbers

Aydın Dental Dergisi Aralık 2025 Cilt 11 Sayı 3 DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/2025.1103

Aydın Dental Journal December 2025 Volume 11 Issue 3 DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/2025.1103

ARAŞTIRMA MAKALELERİ - RESEARCH ARTICLES

Motivation For Learning Anatomy Among Dental Students: A Comparative Study Across Health Profession Education Programs

Diş Hekimliği Öğrencilerinde Anatomi Öğrenme Motivasyonu: Sağlık Meslekleri Eğitim Programları Arasında Karşılaştırmalı Bir Çalışma

Mahmut Sabri MEDİŞOĞLU, Melisa ÖÇBE

10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i3001

Matcha ve Siyah Çayın İki Farklı Tek Renk Rezin Kompozitin Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi

The Effect of Matcha and Black Tea on Surface Properties of Two Single-shade Resin Composites

Neşe Ezgi KARAOĞLAN, Asiye Pınar KARAKAŞ, Gülsüm GÜNANA, Gülçin Bilgin GÖÇMEN, Pınar YILMAZ ATALI

10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i3002

Farklı Yapı ve Kalınlıktaki İndirekt Restoratif Materyallerden İletilen Işık Gücünün Değerlendirilmesi

Evaluation of Irradiance Through Indirect Restorative Materials of Different Structures and Thicknesses

Elif Nur KAYA, Bengü Doğu KAYA, Pınar YILMAZ ATALI, Bilge TARÇIN

10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i3003

Ebeveynlerin Ağız Hijyen Alışkanlıkları ile Adölesanların Periodontal Sağlığı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Evaluation of The Relationship Between Parental Oral Hygiene Habits and Adolescents' Periodontal Health

Nurcan AKSAKA, Ekin YAY, Selin ŞAHİNKAYA

10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i3004

Effect of Surface Pretreatments on the Bond Strength and Removal Efficiency of Temporary Restoration

Yüzey Hazırlık Yöntemlerinin Bağlanma Dayanımı ve Geçici Restorasyonun Uzaklaştırma Etkinliği Üzerine Etkisi

Ayşe Aslı ŞENOL, Yasin ÖZÇELİK, Özdemir AKI, Elif ALKAN, Bilge TARÇIN, Pınar YILMAZ ATALI, Dilek TAGTEKİN

10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i3005

DERLEME- REVIEW

Endodontide Yıkama Solüsyonu Olarak Bazı Antioksidanların Kullanımının Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi

The Effect of the Use of Some Antioxidants as Irrigation Solutions in Endodontics on Bond Strength

Bilge ERDOĞAN, Ayça YILMAZ

10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i3006

Özel Bakım Gerekisini Olan Çocuklarda Ağız ve Diş Sağlığı Yönetimi ve Dental Tedavi Yaklaşımları

Oral and Dental Health Management and Dental Treatment Approaches in Children with Special Health Care Needs

Sevdegül ORHAN, Işıl SÖNMEZ

10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i3007

Epigenetiğin Odontogenez ve Dental Hastalıkların Patogenezindeki Rolü

The Role of Epigenetics in Odontogenesis and The Pathogenesis of Dental Diseases

Irmak TÜMAY, Yeliz GÜVEN

10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i3008

Ortodontik Şeffaf Plakların Stomatognatik Sistem Üzerindeki Etkileri

The Effects Of Orthodontic Clear Aligners On The Stomatognathic System

Gizem Fatma ÖRNEK, Muhsin ÇİFTER

10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i3009

OLGU SUNUMU - CASE REPORT

Subperiosteal İmplant Destekli Hastaya Özel Hibrit Protez: Olgu Sunumu ve 1 Yıllık Takibi

Subperiosteal Implant-Supported Patient-Specific Hybrid Prosthesis: A Case Report and 1-year Follow-Up

Birkan Burak DURAS, Mustafa AYHAN, Erkan SANCAKLI

10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i30010

EDİTÖRDEN

Değerli Okurlarımız,

Bilimsel bilgi birikimine katkıda bulunma sorumluluğuyla sürdürdüğümüz yayın hayatımıza, yeni sayımızla birlikte bir adım daha eklemekten büyük mutluluk duyuyoruz. Editör ekibimizin yoğun ve titiz çalışmaları neticesinde hazırlanan bu sayımızda, siz değerli okuyucularımıza güncel, özgün ve nitelikli bilimsel içerikler sunmayı hedefledik.

Bu sayımızda, Periodontoloji, Restoratif Diş Tedavisi ve Diş Hekimliği Eğitimi alanlarında yürütölmüş beş özgün araştırma makalesinin yanı sıra, iki adedi Pedodonti, bir adedi Endodonti ve bir adedi Ortodonti alanında dört derleme makalesi yer almaktadır. Ayrıca, klinik pratiğe ışık tutacak nitelikte, Protetik Diş Tedavisi alanında bir olgu sunumu da dikkatle seçilerek sizlerin beğenisine sunulmuştur. Her bir çalışma, ilgili alanlarda çalışan araştırmacı ve klinisyenlere değerli bilgiler sağlamayı amaçlamaktadır.

Dergimizin, Scilit, ROAD Index, Crossref gibi uluslararası saygın indekslerdeki yerini koruyor olması, bilimsel niteliğimizin ve yayın kalitemizin bir göstergesi olmanın yanı sıra, bizlere geleceğe yönelik daha büyük hedefler için ilham vermektedir. Yılda üç sayı olarak düzenli bir şekilde yayınlanan dergimizin bu başarısında, özverili çalışmalarıyla sürece katkı sağlayan editörlerimize, hakemlerimize ve yazarlarımıza teşekkürü bir borç biliriz. Ayrıca, bilimsel üretimi destekleyen anlayışlarıyla her zaman yanımızda olan Dekanlığımıza, Rektörlüğümüze ve Mütevelli Heyetimize içten teşekkürlerimizi sunarız.

Dergimizin her yeni sayısında, bilim dünyasına katkıda bulunacak özgün ve güncel içerikler sunmaya devam edeceğimizi taahhüt ederken, tüm meslektaşlarımıza sağlıklı, verimli ve başarılı çalışmalar dileriz. Gelecek sayımızda daha da zenginleştirilmiş bir içerikle yeniden buluşmak dileğiyle, Dergimizin Editörler Kurulu adına saygı ve sevgilerimizi sunarız.

Prof. Dr. Şeyda Hergüner Siso
Aydın Dental Journal Editörü



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>
DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v01i3001



Motivation For Learning Anatomy Among Dental Students: A Comparative Study Across Health Profession Education Programs

Diş Hekimliği Öğrencilerinde Anatomi Öğrenme Motivasyonu: Sağlık Meslekleri Eğitim Programları Arasında Karşılaştırmalı Bir Çalışma

Mahmut Sabri Medişoğlu¹, Melisa Öcbe^{2*}

ABSTRACT

Objectives: This study aimed to evaluate and compare motivation subscales among anatomy students from pharmacy, physiotherapy, and dentistry programs and to explore their influence on anatomy performance.

Materials and Method: A 31-item survey, the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ), was administered to health profession students from dentistry, physiotherapy, and pharmacy programs. The questionnaire assessed goal orientation, task value, control of learning beliefs, self-efficacy, and test anxiety. Participation was voluntary. The study was conducted at Kocaeli Health and Technology University during the 2023-2024 academic year, spring semester. Midterm and final grades were collected from anatomy courses to assess academic performance. The MSLQ was used to evaluate motivation subscales among students from Dentistry, Physiotherapy, and Pharmacy. Academic performance was assessed using midterm and final grades, and correlations between motivation subscales and academic success were analyzed statistically.

Results: A total of 159 participants were included. Significant differences in motivation subscales were observed among students. Female students showed higher test anxiety, intrinsic goal orientation, and task value than male students. Physiotherapy students scored higher in motivational subscales, particularly in test anxiety, although these differences were not statistically significant. A weak positive correlation was found between motivation scores and academic performance, with higher self-efficacy and learning beliefs associated with better grades.

Conclusion: Motivation subscales, including self-efficacy, goal orientation, and test anxiety, significantly impact academic performance in health profession students. Addressing these factors through targeted interventions could improve anatomy education outcomes.

Keywords: Anatomy, Dental education, Health occupations, Surveys and questionnaires

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, eczacılık, fizyoterapi ve diş hekimliği programlarında öğrenim gören anatomi öğrencilerinin motivasyon alt ölçeklerini değerlendirmeyi ve karşılaştırmayı, ayrıca bunların anatomi başarıları üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamıştır.

Gereç ve Yöntem: 31 maddeden oluşan “Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)” anketi, diş hekimliği, fizyoterapi ve eczacılık programlarında öğrenim gören sağlık bilimleri öğrencilerine uygulanmıştır. Anket; hedef yönelimi, görev değeri, öğrenme inançlarının kontrolü, öz-yeterlik ve sınav kaygısını değerlendirmiştir. Katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışma, 2023-2024 akademik yılı bahar döneminde Kocaeli Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi’nde yürütülmüştür. Akademik başarıyı değerlendirmek amacıyla anatomi derslerinin ara sınav ve final notları toplanmıştır. Öğrencilerin motivasyon alt ölçekleri MSLQ ile ölçülmüş, motivasyon alt ölçekleri ile akademik başarı arasındaki korelasyonlar istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Bulgular: Çalışmaya toplam 159 öğrenci dahil edilmiştir. Öğrenciler arasında motivasyon alt ölçeklerinde anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. Kadın öğrenciler, erkek öğrencilere kıyasla daha yüksek sınav kaygısı, içsel hedef yönelimi ve görev değerine sahip bulunmuştur. Fizyoterapi öğrencileri motivasyon alt ölçeklerinde, özellikle sınav kaygısında daha yüksek puan almış, ancak bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Motivasyon skorları ile akademik başarı arasında zayıf pozitif bir korelasyon saptanmış; yüksek öz-yeterlik ve öğrenme inançlarının daha iyi notlarla ilişkili olduğu görülmüştür.

Sonuç: Öz-yeterlik, hedef yönelimi ve sınav kaygısı gibi motivasyon alt ölçekleri, sağlık bilimleri öğrencilerinin akademik başarısını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu faktörlerin hedefe yönelik müdahalelerle ele alınması, anatomi eğitiminde öğrenim çıktılarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Anatomi, Anketler ve soru formları, Diş hekimliği eğitimi, Sağlık meslekleri

¹PhD, Asst. Prof. Dr, Department of Anatomy, Faculty of Dentistry, Kocaeli Health and Technology University, Kocaeli, Türkiye.

²Asst. Prof. Dr., Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Kocaeli Health and Technology University, Kocaeli, Türkiye.

*Corresponding Author: Melisa ÖCBE, e-mail: melisa.ocbe@kocaelisaglik.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1609-610X Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Kocaeli Health and Technology University, Kocaeli, Türkiye.

Introduction

Anatomy is a fundamental subject in health profession education, providing essential knowledge that underpins clinical practice across various disciplines.¹ Mastery of anatomy is crucial for developing clinical skills and for understanding the structural basis of health and disease. Despite its importance, learning anatomy is often described as one of the most demanding challenges in health sciences curricula. Students must master an extensive volume of content, integrate abstract spatial relationships, and apply this knowledge in practical and clinical contexts, which can provoke significant stress and cognitive overload.² These challenges show the necessity of identifying factors that enhance student engagement and support sustained learning in anatomy courses. Motivation plays a critical role in the learning process, influencing how students approach their studies, manage their time, and ultimately succeed academically. Motivation influences not only the extent to which students invest effort in their studies but also how they regulate their time, cope with stress, and persist through academic challenges.³ High levels of motivation are associated with greater resilience in the face of academic difficulties, improved performance outcomes, and deeper learning approaches. Conversely, low motivation or maladaptive motivational beliefs can exacerbate anxiety, hinder performance, and contribute to disengagement. Understanding the factors that motivate students to engage with this demanding subject can be key to enhancing learning outcomes and academic performance. The Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) has been widely used to assess various motivational and cognitive dimensions related to learning, including intrinsic and extrinsic goal orientation, task value, control of learning beliefs, self-efficacy, and test anxiety.⁴⁻⁶

Anatomy, with its unique combination of theoretical content and practical application, provides an ideal context to investigate the role of motivation in learning.^{7,8} Prior studies using the MSLQ have shown its validity in examining students' reflection on their learning⁹, assessing engagement in medical gross anatomy courses¹⁰, and correlating motivational constructs with pathophysiology performance.¹¹ However, despite these valuable insights, limited research has compared motivation levels and their relationship with anatomy performance across students from different health disciplines, such as dentistry, pharmacy, and physiotherapy. Such a comparison is important because each discipline has distinct curricular demands, professional identities,

and learning contexts that may shape students' motivational profiles differently.

Understanding these interprofessional differences could guide specific strategies to support learning in anatomy, particularly in health education systems where anatomy is often taught as a shared foundational course. For instance, dentistry students may approach anatomy with a clinical orientation toward head and neck structures, while physiotherapy students may focus on musculoskeletal applications. Pharmacy students, on the other hand, may perceive anatomy primarily as foundational knowledge that underpins pharmacological sciences. These varying perspectives could influence how students value the subject, manage anxiety, and regulate their learning efforts.

This study therefore aimed to evaluate and compare the motivation subscales of health profession students from dentistry, pharmacy, and physiotherapy, and to investigate their relationship with anatomy performance. Ultimately, addressing motivational factors; such as enhancing self-efficacy, reducing test anxiety, and increasing task value; may help improve anatomy education outcomes and contribute to the broader goal of preparing competent health professionals. We hypothesized that (1) motivational subscale scores would differ among dentistry, pharmacy, and physiotherapy students, (2) female students would demonstrate higher test anxiety scores, and (3) higher levels of self-efficacy and task value would be associated with better anatomy performance.

Materials and Method

The study was conducted at the Faculties of Dentistry, Pharmacy, and Physiotherapy of Kocaeli Health and Technology University. Ethical approval was obtained from the Non-Invasive Clinical Research Ethics Committee of Kocaeli Health and Technology University (Project No: 2024-76), in accordance with the principles outlined in the Declaration of Helsinki. To ensure participant confidentiality, all student information was anonymized. Informed consent was obtained from all individuals prior to participation. Sampling was based on voluntary participation using a convenience sampling approach among students from all three faculties. First-year students from the Faculty of Dentistry (n=115), Faculty of Pharmacy (n=69), and Faculty of Physiotherapy (n=72) were invited to take part in the study, which was conducted at the conclusion of the 2023–2024 academic year. A total of 159 students completed the questionnaire. Demographic variables such as age, gender, academic

discipline, and anatomy course performance were recorded. For academic performance evaluation, all three faculties followed a comparable anatomy curriculum consisting of theoretical lectures and laboratory-based practical sessions. Assessment formats, including midterm and final examinations, were conducted using similar written exam structures across faculties. Anatomy performance was evaluated using percentage-based grading (0–100), which is standardized across all faculties at Kocaeli Health and Technology University. For the motivational factors relation to students' academic achievement evaluation, the Motivated Strategies for Learning

Questionnaire (MSLQ)—a validated and widely used tool adapted into Turkish by Altun and Erden—was employed to assess the relevant subscales.^{4,6,7}

For scoring the MSLQ, students rated themselves on a 7-point Likert-scale from “not at all true of me” = 1 to “very true of me” = 7. Each motivation subscale score was reported as mean $\pm$ SD. Reliability analysis of each motivation subscale was conducted and reported as Cronbach's alpha (α) previously by Altun and Erden (2007).⁸ The six motivation subscales of the MSLQ are shown in Table 1.

Table 1. Subscales of the motivational strategies in learning.

Scale	Subscales	Items
Motivational Beliefs	Extrinsic Goal orientation	1, 16, 22, 24
	Intrinsic Goal Orientation	7, 11, 13, 30
	Task value	4, 10, 17, 23, 26, 27
	Control over learning beliefs	2, 9, 18, 25
	Self-efficacy	5, 6, 12, 15, 20, 21, 29, 31
	Test anxiety	3, 8, 14, 19, 28

All data were analyzed in SPSS statistical package, version 22 (IBM Corp., Armonk, NY) and reported descriptively. Mean values were calculated for the MSLQ subscales and analyzed using one-way ANOVA. Reliability and internal consistency for each of these subscales were examined with the use of Cronbach's α . The normality of the variables was assessed using statistical tests, specifically the Kolmogorov-Smirnov. Descriptive analysis was used to determine the distribution of gender and faculty among the participants. For variables that showed normal distribution, parametric tests were used; for variables that did not meet the normality assumption, non-parametric tests were employed. In the comparison of two independent groups, tests based on the means or proportions of two independent

samples were applied. For the comparison of three or more independent groups, one-way analysis of variance (ANOVA) was used. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results

The questionnaire was completed by 159 students (Dentistry = 78, Pharmacy = 51, Physiotherapy = 30) with a total response rate of 63.3%. Age distribution of participants was as follows: $n = 88$ (54.3%) were between 18-20 years old, $n = 54$ (33.3%) were between 21-23 years old, $n = 8$ (4.9%) were between 24-26 years old, $n = 2$ (1.2%) were between 27-30 years old, and $n = 7$ (4.3%) were over 30-year-old (Table 2).

Table 2. Distribution of demographic characteristics by gender and faculty.

		Frequency (n)	Percent (%)
Gender	Female	101	63.5
	Male	58	36.5
	Total	159	100
Faculty	Dentistry	78	49.1
	Pharmacy	51	32.1
	Physiotherapy	30	18.9
	Total	159	100

Based on the descriptive statistics and p-values for the subscale by gender, the analysis revealed that female students scored significantly higher. Significant differences were observed in subscales of test anxiety ($p = 0.001$), intrinsic goal orientation

($p = 0.008$), and task value ($p = 0.037$) and total scale of motivational beliefs ($p = 0.013$) with female students demonstrating higher mean values in these areas (Table 3).

Table 3. Descriptive statistics and p-values for subscales by gender.

	Gender	n	Mean	Std. Deviation	t	p
Extrinsic goal orientation	Female	101	19.71	4.186	1.689	0.094
	Male	58	18.57	4.066		
Self-efficacy for learning and performance	Female	101	39.76	9.395	0.589	0.557
	Male	58	38.88	8.572		
Test anxiety	Female	101	23.36	6.398	3.336	0.001*
	Male	58	19.79	6.633		
Motivational beliefs (Total)	Female	101	160.11	26.800	2.510	0.013*
	Male	58	149.38	24.386		
	Gender	n	Mean Rank	Sum of Ranks	z	p
Intrinsic goal orientation	Female	101	87.28	8815.50	-2.638	0.008*
	Male	58	67.32	3904.50		
Task value	Female	101	85.77	8663.00	-2.089	0.037*
	Male	58	69.95	4057.00		
Control over learning beliefs	Female	101	82.36	8318.00	-0.855	0.393
	Male	58	75.90	4402.00		

* $p < 0.05$

Table 4 compares motivation subscales across students from different faculties. Test anxiety was analyzed using parametric tests. Although no statistically significant differences were found among

the groups, physiotherapy students consistently scored the highest across subscales, particularly in test anxiety (Figure 1).

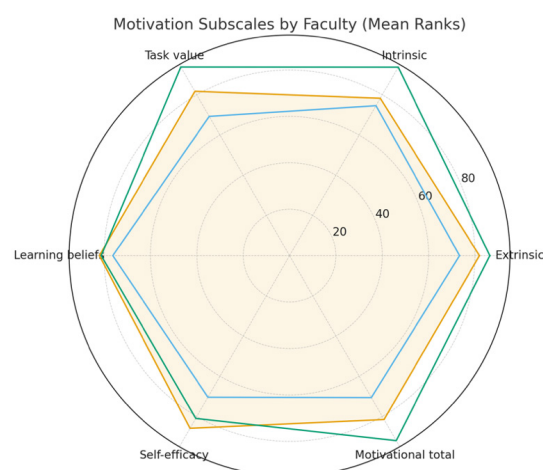


Figure 1. Comparison of motivation subscale mean ranks among health profession students using a radar plot. The six MSLQ motivation subscales—extrinsic goal orientation, intrinsic goal orientation, task value, control of learning beliefs, self-efficacy, and total motivational beliefs—are displayed for Dentistry ($n = 78$, blue line), Pharmacy ($n = 51$, orange line), and Physiotherapy ($n = 30$, green line) students. Physiotherapy students showed the highest mean ranks in intrinsic goal orientation and task value, suggesting stronger perceived relevance and personal engagement with anatomy learning. Pharmacy students demonstrated the lowest mean ranks across multiple subscales, while dentistry students displayed intermediate values. The plot visually summarizes interprofessional differences in motivational patterns.

Table 4. Motivation Subscales in Different Cohorts (Pharmacy, Physiotherapy, Dentistry) of Students

	Faculty	N	Mean Rank	Kruskal-Wallis H	P
Extrinsic goal orientation	Dentistry	78	81.92	1.798	0.407
	Pharmacy	51	73.31		
	Physiotherapy	30	86.38		
Intrinsic goal orientation	Dentistry	78	78.26	3.511	0.173
	Pharmacy	51	74.58		
	Physiotherapy	30	93.75		
Task value	Dentistry	78	81.71	5.598	0.061
	Pharmacy	51	69.26		
	Physiotherapy	30	93.82		
Control over learning beliefs	Dentistry	78	82.00	0.515	0.773
	Pharmacy	51	76.23		
	Physiotherapy	30	81.22		
Self-efficacy for learning and performance	Dentistry	78	85.89	3.503	0.174
	Pharmacy	51	70.42		
	Physiotherapy	30	80.97		
Motivational beliefs (Total)	Dentistry	78	81.53	4.267	0.118
	Pharmacy	51	70.59		
	Physiotherapy	30	92.03		
			Mean	F	P
Test anxiety	Dentistry	78	21.49	1.048	0.353
	Pharmacy	51	22.04		
	Physiotherapy	30	23.57		

*p<0.05

Table 5. Motivation Subscales and Anatomy Performance.

	Anatomy Performance (Grade)	N	Mean Rank	Kruskal-Wallis H	p	Group where the difference originates
Extrinsic goal orientation	0-50	47	68.49	6.229	0.044*	[0-50] < [70-100] p=0.040
	51-70	53	78.30			
	70-100	59	90.69			
Intrinsic goal orientation	0-50	47	79.22	0.023	0.989	
	51-70	53	80.60			
	70-100	59	80.08			
Task value	0-50	47	73.95	2.905	0.234	
	51-70	53	76.48			
	70-100	59	87.98			
Control over learning beliefs	0-50	47	70.98	2.584	0.275	
	51-70	53	83.56			
	70-100	59	83.99			
Motivational beliefs (Total)	0-50	47	69.49	5.277	0.071	
	51-70	53	78.25			
	70-100	59	89.94			
Test anxiety	0-50	47	86.21	1.341	0.511	
	51-70	53	75.78			
	70-100	59	78.84			
		Mean	Std. Deviation	F	p	
Self-efficacy for learning and performance	0-50	47	35.53	7.765	0.001*	[0-50]<[51-70] p=0.014 [0-50]< [70-100] p=0.000
	51-70	53	39.87			
	70-100	59	42.17			

*p<0.05

Table 5 presents the relationship between motivation subscales and anatomy performance, categorized by grade ranges (0-50, 51-70, and 71-100). A positive but weak correlation was found between motivation scores and academic performance, with significant differences observed in goal orientation and learning beliefs across different grade categories. Students scoring between 0-50 had the Intrinsic Goal Orientation and highest test anxiety, while those with grades above 50 showed higher self-efficacy and learning beliefs. Self-efficacy was found to be significantly higher in students with better academic performance, as indicated by ANOVA results.

Discussion

This study examined the motivational profiles of students from dentistry, physiotherapy, and pharmacy programs and explored how these factors relate to anatomy performance. Overall, the results support earlier findings reporting that motivation—particularly self-efficacy, task value, and goal orientation—plays an important role in academic achievement in the health sciences.^{3,4,9-13} Although

the correlation between motivation and performance in our sample was weak, it was consistent and in the expected direction: students who believed more strongly in their ability to learn and who valued the course tended to perform better in anatomy. This aligns with previous reports highlighting self-efficacy as one of the most reliable predictors of success in preclinical subjects.

Our faculty-based comparisons showed a pattern in which physiotherapy students scored higher on several motivational subscales, especially task value and intrinsic goal orientation. While these differences did not reach statistical significance, the descriptive trend is similar to previous reports suggesting that learners whose professional education is grounded in musculoskeletal and functional anatomy often demonstrate stronger engagement with the subject.¹⁰⁻¹³ Abdel Meguid and colleagues^{3,4} also noted that intrinsic motivation and self-efficacy drive students' performance in anatomy courses, and our findings follow the same direction. Unlike the study by Zilundu et al.,¹³ which did not find meaningful links

between motivation and anatomy performance, our results suggest that motivational beliefs do have some influence on grades, although the effect appears modest.

The MSLQ has been widely used to examine student regulation of learning and remains a suitable tool for identifying motivational patterns in anatomy education.⁹⁻¹¹ Our findings add to this body of work by providing an interprofessional comparison of three different health programs within the same institution, offering insight into how curricular differences may shape motivation.

The higher motivational scores among physiotherapy students may be related to the structure of their curriculum and the way anatomy is positioned within their training. Physiotherapy students routinely use detailed anatomical knowledge in biomechanics, kinesiology, and rehabilitation practice; therefore, the relevance of anatomy to their future clinical work is apparent from the beginning of their education. This direct connection may naturally enhance task value and foster stronger intrinsic motivation compared with programs where anatomy is one of several foundational sciences, such as pharmacy.

Gender differences also emerged in our data. Female students reported higher intrinsic goal orientation, task value, and test anxiety than male students. While stronger goal orientation and higher perceived value of the course are typically associated with deeper learning approaches, elevated test anxiety may hinder performance by affecting concentration and confidence. This mixed profile is not unusual in the literature and has been observed in other health science programs. It suggests that although female students may be highly driven, they may also experience more academic pressure. This shows the need for targeted support strategies that address both motivation and anxiety.

The modest strength of the correlation between motivation and anatomy grades indicates that motivation alone does not determine academic success. Other factors such as prior knowledge, learning strategies, time management, and the difficulty level of assessments, likely interact with motivation to shape performance. Still, motivation remains a modifiable factor that educators can influence through well-designed learning environments.

The findings suggest several practical implications for anatomy teaching. Cadaveric dissection was

considered as the "gold standard" for anatomy teaching since the 17th century.¹⁴ Although, as virtual reality, 3D models, and online platforms have become more common in continuing anatomy education¹⁵⁻¹⁸, the learning methods also altered. This variability in student performance, as noted in the literature¹⁴⁻¹⁶ raises an important question: how well can students adapt to newly established technological methods¹⁶⁻²⁰ compared to traditional dissection, and how quickly can faculty adapt to these emerging tools? Recent literature suggests that the integration of metacognitive strategies and technological platforms may be most effective when combined with strong motivational scaffolds.^{19,20} First, reinforcing the clinical relevance of anatomy; especially for pharmacy and dentistry students; may help increase task value. Case-based learning, short clinical scenarios, and discipline-specific examples may support students in understanding why anatomy matters for their future practice.

Second, the levels of test anxiety observed in some student groups, particularly females and physiotherapy students, shows the need for assessment designs that reduce performance pressure. Regular low-stakes quizzes, short formative assessments, and opportunities for structured practice can help students monitor their progress without the fear associated with high-stakes exams. Peer-assisted learning sessions led by senior students may also help normalize the learning process and create a supportive atmosphere. Feedback-focused sessions after exams, where students receive clear explanations of their strengths and areas for improvement, can build confidence and improve self-regulated learning.

This study has several limitations. First, it was conducted at a single institution, which may limit the generalizability of the findings. Second, the use of self-reported questionnaires introduces the possibility of response bias, as students may overestimate or underestimate their motivations. Third, the sample sizes differed across faculties, which may influence comparative analyses. Although our overall sample size ($N = 159$) provides adequate statistical power (≈ 0.80) to detect moderate effect sizes, a post-hoc analysis indicated that the study was underpowered to detect very small differences between faculties. Therefore, our non-significant findings for between-faculty comparisons should be interpreted with caution, as the study was not sufficiently powered to detect small effect sizes. Finally, the cross-sectional design does not allow the evaluation of how motivation evolves throughout

the academic year or across different phases of professional training. Future studies should consider multi-center or longitudinal designs to track how motivation evolves throughout the academic year and across different stages of professional training. Including additional variables; such as workload, prior academic performance, mental health factors, and students' perceptions of assessment fairness. This could also help build a more comprehensive understanding of what drives anatomy success.

Conclusion

The study demonstrated that motivation subscales play a critical role in the academic success of health profession students studying anatomy. Female students showed higher levels of test anxiety, intrinsic goal orientation, and task value compared to male students. Physiotherapy students scored higher in motivational subscales, particularly in test anxiety, although these differences were not statistically significant. This study showed that improving students' self-efficacy and motivation could potentially improve their academic performance, too. The findings show the need for targeted interventions that address test anxiety, boost self-efficacy, and

foster positive learning beliefs. Further studies with interventions and longitudinal evaluations could improve anatomy education outcomes and overall academic achievement in health profession programs.

Acknowledgements

The authors declare that there is no individual or institution to acknowledge in relation to this study.

Ethics approval

The ethical approval for this study was granted from the Kocaeli Health and Technology University Non-invasive Clinical Research Ethics Committee (Project No: 2024-76).

Conflict of Interest

The authors declare no conflicts of interest regarding the subject matter or materials discussed in this article.

Authorship Contributions

Idea/Concept: M.S.M Design: M.S.M Control/Supervision: M.S.M, M.Ö Literature Review: M.S.M, M.Ö Data Collection and/or Processing: M.Ö Analysis and/or Interpretation: M.Ö Writing the Article: M.S.M, M.Ö Critical Review: M.S.M, M.Ö.

References

1. Dempsey AMK, Lone M, Nolan YM, Hunt E. Universal design for learning in anatomy education of healthcare students: A scoping review. *Anat Sci Educ* 2023;16(1):10-26.
2. Dempsey AMK, Hunt E, Lone M, Nolan YM. Awareness of Universal Design for Learning among anatomy educators in higher level institutions in the Republic of Ireland and United Kingdom. *Clin Anat* 2023;36(1):137-50.
3. Abdel Meguid EM, Khalil MK. Measuring medical students' motivation to learning anatomy by cadaveric dissection. *Anat Sci Educ* 2017;10(4):363-71.
4. Abdel Meguid EM, Smith CF, Meyer AJ. Examining the Motivation of Health Profession Students to Study Human Anatomy. *Anat Sci Educ* 2020;13(3):343-52.
5. Stoffa R, Kush JC, Heo M. Using the motivated strategies for learning questionnaire and the strategy inventory for language learning in assessing motivation and learning strategies of generation 1.5 Korean immigrant students. *Educ Res Int* 2011;2011:491276.
6. Pintrich PR, Smith DA, Garcia T, McKeachie WJ. A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). Technical Report No. 91-B-004. 1st ed. Ann Arbor, MI: The Regents of the University of Michigan; 1991. 75 p.
7. Duncan TG, McKeachie WJ. The making of the motivated strategies for learning questionnaire. *Educ Psychol* 2005;40:117-28.
8. Altun S, Erden M. Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Edu* 2007;7(2):1-16.
9. Soemantri D, McColl G, Dodds A. Measuring medical students' reflection on their learning: Modification and validation of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). *BMC Med Educ* 2018;18:274.
10. Pizzimenti MA, Axelson RD. Assessing student engagement and self-regulated learning in a medical gross anatomy course. *Anat Sci Educ* 2015;8:104-10.
11. Kauffman CA, Derzain M, Asmar A, Kibble JD. Relationship between classroom attendance and examination performance in a second-year medical pathophysiology class. *Adv Physiol Educ* 2018;42:593-8.
12. Khalil MK, Williams SE, Gregory Hawkins H. Learning and study strategies correlate with medical students' performance in anatomical sciences. *Anat Sci Educ* 2018;11(3):236-42.
13. Zilundu PLM, Chibhabha F, Yu G, Fu R, Zhou LH. Pre-Clinical Medical Students' Use of Motivational and Cognitive Study Strategies During Anatomy Learning: A Three-Year Cross-Sectional Survey. *Anat Sci Educ* 2022;15(3):522-34.
14. Hildebrandt S. Lessons to be learned from the history of anatomical teaching in the United States: the example of the University of Michigan. *Anat Sci Educ* 2010;3(4):202-12.
15. Iwanaga J, Loukas M, Dumont AS, Tubbs RS. A review of anatomy education during and after the COVID-19 pandemic: Revisiting traditional and modern methods to achieve future innovation. *Clin Anat* 2021;34(1):108-14.
16. Ail G, Freer F, Chan CS, et al. A comparison of virtual reality anatomy models to dissections in station-based anatomy teaching. *Anat Sci Educ* 2024;17(4):763-9.
17. Moro C, Štromberga Z, Raikos A, Stirling A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anat Sci Educ* 2017;10(6):549-59.
18. Fairén M, Moyés J, Insa E. VR4Health: Personalized teaching and learning anatomy using VR. *J Med Sys* 2020;44(5):94.
19. Stambuk-Castellano M, Carrera A, Tubbs RS, et al. Personalized strategies for academic success in learning anatomy: Exploring metacognitive and technological adaptation in medical students. *Clin Anat* 2024;37(4):472-83.
20. Hasan MK, Tonmon TT, Kabir H, et al. Availability and use of technology for e-learning: to what extent do these impact Bangladeshi university students? A cross-sectional study. *F1000Res* 2021;10:1285.



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>
DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v01i3002



Matcha ve Siyah Çayın İki Farklı Tek Renk Rezın Kompozitin Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi

The Effect of Matcha and Black Tea on Surface Properties of Two Single-shade Resin Composites

Neşe Ezgi Karaoğlu^{1*}, Asiye Pınar Karakaş¹, Gülsüm Günana¹,
Gülçin Bilgin Göçmen², Pınar Yılmaz Atalı²

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, yaprak formu ve işleme yöntemi bakımından farklılık gösteren iki çay türünün, iki ayrı tek renkli rezın kompozitin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi üzerine etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: 60 adet disk şeklinde ve 8x2mm boyutlarında örnek, mikrohibrit ve nanohibrit tek renkli rezın kompozit kullanılarak silikon kalıp yardımıyla hazırlandı ve polimerize edildi. Bitim ve polisaj işlemleri tamamlandıktan sonra 37 °C distile suda 24 saat bekletildi. Klinik olarak bir yıla denk şekilde 12 gün boyunca her bir solüsyon grubunda n=10 olacak şekilde matcha çayında, siyah çayda ve distile suda bekletildi. Yüzey pürüzlülükleri kontakt profilometre ile, renk verileri spektrofotometre ile ölçüldü. Örneklerin başlangıç (T0), 6. ay (T1) ve 12. ay (T2) verileri kaydedildi. Renk değişimleri (ΔE) CIEDE2000 formülü ile hesaplandı. İstatistiksel analizler Minitab v14 programıyla gerçekleştirildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testiyle değerlendirildi, ANOVA, post-hoc Tukey HSD, bağımsız t-testi uygulandı (p<0,05).

Bulgular: Yüzey pürüzlülüğü açısından, kompozit tipi, solüsyon ve zaman faktörleri ana etkiler düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir (p<0.001). Solüsyonlara göre karşılaştırmada distile su grubu, matcha ve siyah çay gruplarından anlamlı derecede daha yüksek pürüzlülük değerleri sunmuştur. Renk değişimi (ΔE) açısından, kompozit, solüsyon ve zaman faktörlerinin tamamı ana etkiler düzeyinde anlamlı farklılık göstermiştir (p<0.001). Solüsyonlara göre en yüksek ΔE siyah çayda, ardından matcha ve distile su gruplarında gözlenmiştir (p<0.001).

Sonuç: Bu çalışmada kullanılan rezın kompozitlerin renk stabilitesi ve yüzey özellikleri, içinde bulundukları çay solüsyonlarından etkilenmiştir. Siyah çay ve matcha çayının renklendirici etkisi özellikle ilk 6 ayda daha belirgindir.

Anahtar kelimeler: Çay, Kalıcı dental restorasyon, Kompozit dental rezın, Renk algılama

ABSTRACT

Objectives: This study aimed to evaluate the effects of matcha and black tea, which differ in leaf form and processing method, on the surface roughness and color stability of two monochromatic resin composites.

Materials and Methods: Sixty disc-shaped specimens (8×2 mm) were prepared using microhybrid and nanohybrid monochromatic resin composites with a silicone mold and light-cured. After finishing procedures, all specimens were stored in distilled water at 37 °C for 24 hours. They were then immersed for 12 days, corresponding clinically to one year, in matcha, black tea, or distilled water solutions (n=20 for each). Surface roughness was measured using a contact profilometer, and color data were obtained with a spectrophotometer. Measurements were recorded at baseline (T0), 6 months (T1), and 12 months (T2). Color changes (ΔE) were calculated using the CIEDE2000 formula. Statistical analyses included Minitab v14 Shapiro–Wilk test, Tukey HSD (p<0.05).

Results: For surface roughness (Ra), composite type, solution, and time showed statistically significant main effects (p<0.001). Distilled water produced significantly higher roughness values than matcha and black tea. For color change (ΔE), composite type, solution, and time were also significant factors (p<0.001). The highest ΔE was observed in black tea, followed by matcha and distilled water, with all groups differing significantly.

Conclusion: The surface properties and color stability of the tested resin composites were influenced by the tea solutions. Black tea and matcha produced more pronounced discoloration during the first six months.

Keywords: Color perception, Composite dental resin, Permanent dental restoration, Tea

¹Araştırma Görevlisi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

²Profesör Doktor, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu Yazar: Neşe Ezgi Karaoğlu, e-mail: nezgi@marmara.edu.tr, ORCID: 0009-0007-0967-3438, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Başbüyük, 9/3, Maltepe, İstanbul, Türkiye.

Giriş

Dental tedavilerde kayıp diş dokusu yerine konurken amaç hem mekanik dayanıklılığı hem de estetik bütünlüğü bir arada geri kazandırmaktır.¹ Bu amaç gerçekleştirilirken de mevcut diş dokularının korunması ve desteklenmesi hedeflenir.² Bu yüzden dental dokulara adezyon sağlayan sistemler tercih edilmektedir.³ Rezin kompozitler günümüzde klinik rutinde sıklıkla kullanılan restoratif materyallerdir. Hem ön hem de arka bölgede tercih edilmesinin artışıyla birlikte resin kompozitlerin renk ve yüzey özellikleri önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir.⁴ Rezin kompozitler; doldurucu boyutu, monomer yapısı, renk ve viskozite gibi özellikleri açısından sınıflandırılabilir.⁵ Tek renkli resin kompozitlerin piyasaya sürülmesiyle restoratif işlemler esnasında doğru renk seçiminde kolaylık ve zaman kazanılması amaçlanmış, çok sayıda rengi içeren setlerin yerine tek tüp kompozit kullanılarak ekonomik açıdan tasarruf da hedeflenmiştir.⁶ Tüm resin kompozitler gibi tek renkli resin kompozitler de organik, inorganik ve bu iki yapıyı bir arada tutan silan (arafaz) kombinasyonundan oluşur.⁷ Rezin kompozitler, hem kendi iç yapılarına bağlı farklılıklardan (iç faktörler) hem de ağız ortamından (dış faktörler) etkilenmektedir. Çiğneme kuvvetleri, tükürük, yiyecek ve içeceklere maruziyet de bu faktörlerden bazılarıdır. Bu değişiklikler termal, kimyasal veya fiziksel olabilir. Oklüzal kuvvetlerin ve fiziksel streslerin resin kompozitleri değişikliğe uğratabildiği gösterilmiştir.⁸ Fiziksel kuvvetler gibi termal ve kimyasal değişimler de resin kompozitler üzerinde önemli rol oynar.⁹ Termal özelliklerdeki değişim resin kompozitin diştten farklı genleşme ve büzülme katsayısına sahip olması yönünden öneme sahiptir.¹⁰ Ağız ortamındaki çözeltilerin pH'ı da dişlerin ve restorasyon yüzeylerinin etkilenmesine sebep olabilmektedir.¹¹ Yüzey pürüzlülüğünün artışıyla parlaklık azalır, plak birikimi ve pigment tutulumu artar.¹² 0.2 µm'nin üzerindeki yüzey pürüzlülük değerleri, bakteri plak retansiyonu için alan oluşturmaktadır. 0.3 µm'nin üzerindeki pürüzlülük değerine sahip alanları ise hastalar diliyle hissedebilmektedir. 0.15 µm'nin altındaki pürüzlülük değerlerine sahip yüzeylerde ise Streptococcus mutans adezyonu az izlenmektedir.¹³

Ağız ortamında pürüzlü yüzeyler bize daha renkli yüzeyler olarak yansımaktadır. Rezin kompozit yüzeyinde renklenme varsa bunun ya pürüzlülüğe bağlı ya da resin yapıdaki hidrolitik degradasyona bağlı olduğunu biliyoruz.¹² Dental materyallerdeki renk değişimlerini değerlendirmek için kullanılan spektrofotometrelerden elde edilen L* siyah-beyaz,

a* yeşil-kırmızı ve b* mavi-sarı dengesini ifade eder. İnsan gözünün algılayabildiği renk farkının boyutu “algılanabilirlik eşiği” (perceptibility threshold-PT) olarak ifade edilir. Renk kavramını değerlendirebilmek için, L*, a* ve b* değerleri üzerinden CIELAB (ΔEab) veya CIEDE2000 formülü (ΔE00) kullanılır. Restoratif materyalin klinik olarak kabul edilebilir olmasının boyutu “kabul edilebilirlik eşiği” (acceptability threshold-AT) olarak ifade edilir. Literatürde PT ΔE=0.8 ve AT ΔE=1.8 olduğu belirtilmiştir.¹⁴

Günlük hayatta sıkça tüketilen siyah çay, dişleri ve resin kompozitleri boyar özelliğe sahiptir. pH'ı asidik yöndedir, sitrat ve okzalit gibi majör anyonlar içerir. Siyah çayın ağız ortamına girişinden 20-25 saniye sonra ortalama pH maksimum derecede düşer ve yaklaşık 2 dakika sonrasında tamponlama ancak tamamlanmış olur.¹⁵ Sağlıklı beslenmenin hedef haline gelmesiyle çeşitli çayların tüketimi artmıştır. Son dönemde popüler hale gelen matcha çayı da siyah çaydan ayrılan işleme yöntemi ve toz formunda yüksek tanenli yapısıyla inceleme konusu haline gelmiştir. Matcha da siyah çay gibi asidik pH göstermektedir, kateşin oranı yüksektir.¹⁶ Farklı çayların resin kompozitler üzerindeki renk ve yüzey değişikliklerine ilişkin çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen toz formdaki yüksek polifenol içerikli matcha çayının tek renkli mikrohibrit ve nanohibrit resin kompozitlerin renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi henüz bilinmemektedir. Matcha çayının yüksek kateşin konsantrasyonu ve ince partikül yapısı nedeniyle, siyah çaya kıyasla resin matriksine daha derin infüze olabileceği ve yüzey özelliklerini farklı düzeyde etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu varsayım, çalışmanın yapılması için bilimsel bir gerekçe oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın H1 hipotezleri:

1. Farklı çaylara maruziyet, test edilen resin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğüne etki eder.
2. Farklı çaylara maruziyet, test edilen resin kompozitlerin renk stabilitesine etki eder. şeklindedir.

Gereç ve Yöntemler

Bu *in vitro* çalışmada herhangi bir canlı veya canlıdan elde edilen örnek üzerinde çalışılmadığından etik kurul onayı gerekmemektedir.

Örneklem sayısının belirlenmesi için Power analizi yapıldı. Cohen'in sınıflamasına göre orta büyüklükte etki ($f=0,30$), $\alpha=0,05$ ve güç ($1-\beta$) = 0,95 varsayıldığında, her bir grup için minimum 10 örnek olacak şekilde toplam örnek sayısı 60 olarak belirlendi.

Toplamda 60 adet disk şeklinde örnek; 8 mm iç çapında ve 2 mm kalınlığında bir silikon kalıp yardımıyla hazırlandı. Bu örneklerin hazırlanmasında 30 örnekte bir mikrohibrit tek renk rezin kompozit (Zen Chroma One Shade Universal, President,

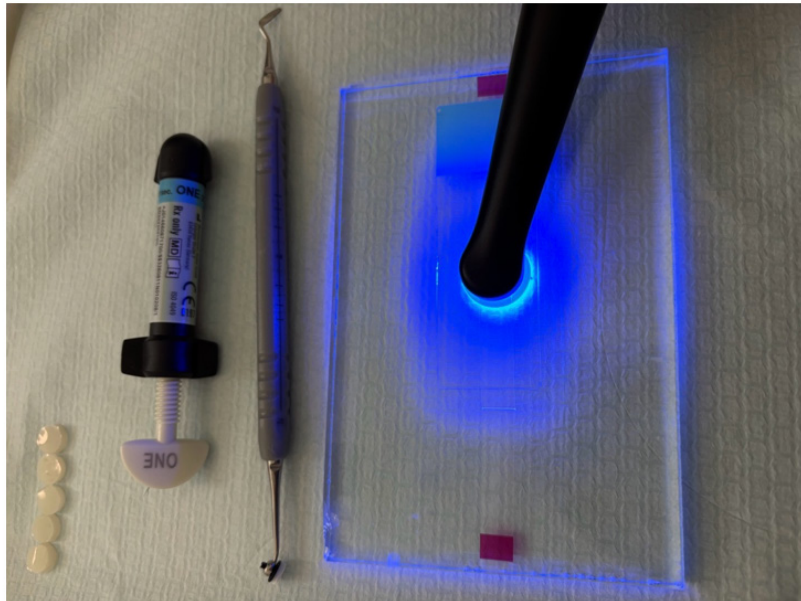
Almanya) ile, diğer 30 örnek ise nanohibrit tek renkli rezin kompozit (Charisma Topaz One, Kulzer, Almanya) kullanılarak hazırlandı. Kullanılan rezin kompozitlerin içerikleri firma bilgilerine göre Tablo 1’de bulunmaktadır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyaller ve özellikleri

Materyal	Üretici	Tipi	Monomer	Doldurucu içeriği	%Ağırlık (Hacim)
Zen Chroma One	President Dental, Almanya	Mikrohibrit	Diüretan dimetakrilat Bisfenol-A-glisidilmetakrilat Tetrametilen dimetakrilat	Cam tozu, Silisyum dioksit, İnorganik doldurucu (0.005 – 3.0 µm)	75 (53)
Charisma Topaz One	Kulzer, Almanya	Nanohibrit	Trisiklodekan diizookyanat üretan akrilat Üretan dimetakrilat Trietilen glikol dimetakrilat	Baryum alüminyum florür cam (0.02 – 2 µm), %5 hacimsel pirojenik silisyum dioksit (0.02 – 0.07 µm)	75 (59)

Silikon kalıbın altına selüloid şeffaf bant (Hawe Stopstrip, Kerr, Amerika Birleşik Devletleri) ile cam lam yerleştirildi ve rezin kompozit bu kalıba yerleştirildi. Resin kompozitin üzerine de selüloid şeffaf bant ile cam lamın yerleştirilmesinin ardından örnekler kullanıcı talimatlarına uygun şekilde, 1000 mW/cm² gücünde bir ışıklı cihaz (Valo Cordless, Ultradent, Amerika Birleşik Devletleri) kullanılarak

20 saniyede polimerize edildi (Resim 1). Bitim ve polisaj işlemleri son 2 aşama disk (Optidisc, Kerr, Amerika Birleşik Devletleri) ve 2 aşamalı elmas emdirilmiş lastik spiraller (ZT Dental, Çin) ile aynı operatör (G. G.) tarafından her bir aşama 30 saniye süreyle, susuz, saat yönünde olacak şekilde gerçekleştirildi.



Resim 1. Örneklerin hazırlanışı

Örnekler polimerizasyonun ardından monomerlerin eliminasyonu ve başlangıç su emiliminin tamamlanması için 24 saat 37 °C distile suda bekletildi. Her bir grupta örnekler randomize şekilde 3 gruba bölündü ve sırayla numaralandırıldı (n=10). Ardından, klinik olarak bir yıla denk şekilde 12

gün boyunca matcha çayında (Matcha çayı tozu, Arifoğlu), siyah çayda (Hazine, Ofçay) ve distile suda ağız sıcaklığını simüle etmek üzere 37 °C'de bekletildi.¹⁷ Çalışmada kullanılan içecekler ve hazırlanma yöntemleri Tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan içecekler ve hazırlanma yöntemleri

İçecekler	Üretici	Hazırlanış
Siyah Çay	Hazine Zengin Dem, Ofçay, Türkiye	200 ml kaynar suya 1 adet poşet çay eklenerek 3 dakika beklenerek hazırlandı
Matcha Çayı	Matcha çayı tozu, Arifoğlu, Türkiye	200 ml kaynar suya 2 gr matcha çayı tozu eklenip 30 sn karıştırılarak hazırlandı

Solüsyonlar 24 saatte bir yenilendi. Renklendirme işleminin ardından ölçümler öncesinde örnekler distile su ile akan su altında yıkandı, durulanıp kurulandı.

Yüzey pürüzlülükleri (Ra-µm) kontakt profilometre (SJ-210, Mitutoyo, Japonya) ile 3 noktadan, ISO 4287/4288 standartlarına uygun şekilde, cut-off uzunluğu 0,8 mm, değerlendirme uzunluğu 4 mm, tarama hızı 0,5 mm/s olacak şekilde yapılarak değerlerin ortalaması alındı.

Renk verileri spektrofotometre (Easysshade V, VITA, Almanya) ile gri arka plan kullanılarak, günün aynı saatinde aynı ışık altında ölçüldü. Her bir örnek için 3 ölçüm yapıldı ve ölçümlerin ortalama değerleri alındı. Ölçümler her örneğin merkezinden yapıldı ve ölçüm öncesi cihazın kendi kalıbında kalibrasyon yapıldı. Örneklerin başlangıç (T0), 6. gün (T1) ve 12. gün (T2) verileri kaydedildi. Renk değişimleri (ΔE), aşağıdaki CIEDE2000 formülü ile hesaplandı:¹⁸

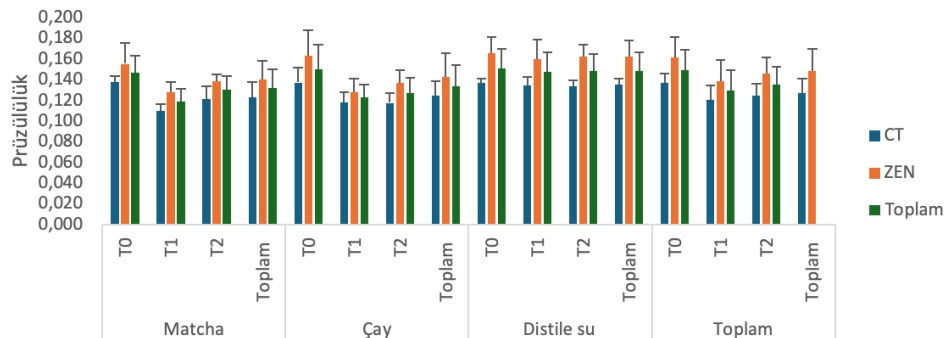
$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2 + R^T \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \frac{\Delta H'}{k_H S_H}}$$

Verilerin analizinde Minitab v14 kullanıldı. Shapiro-Wilk Testi ile normal dağılıma uygunluk, çarpıklık ve basıklık incelendi. Genelleştirilmiş Lineer Modeller ile kompozit, solüsyon ve zamana göre normal dağılım gösteren verilerin karşılaştırıldı. Tukey Testi ile çoklu karşılaştırmalar incelendi. Nicel verilerin gösteriminde Ortalama ± Standart Sapma kullanıldı. Önem düzeyi p<0,05 olarak belirlendi.

Bulgular

Yüzey pürüzlülüğü (Ra) açısından, kompozit tipi, solüsyon ve zaman faktörleri ana etkiler düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir (her

biri için p<0.001). Charisma Topaz One, Zen Chroma One'ye göre daha düşük ortalama Ra değerleri göstermiştir. Solüsyonlara göre karşılaştırmada distile su grubu, matcha ve siyah çay gruplarından anlamlı derecede daha yüksek pürüzlülük değerleri sunmuştur. Zaman etkisi incelendiğinde, başlangıç (T0) değerleri hem T1 hem T2'ye göre daha yüksek bulunmuştur. Solüsyon × zaman etkileşimi anlamlıdır (p<0.001). Matcha ve siyah çay gruplarında pürüzlülük T0–T1 döneminde belirgin şekilde azalmış, distile su grubunda ise zamanla değişim izlenmemiştir. Diğer etkileşimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Şekil 2) (Tablo 3).



Şekil 2. Kompozit, solüsyon ve zamana göre pürüzlülük değerlerine ait sütun grafiği

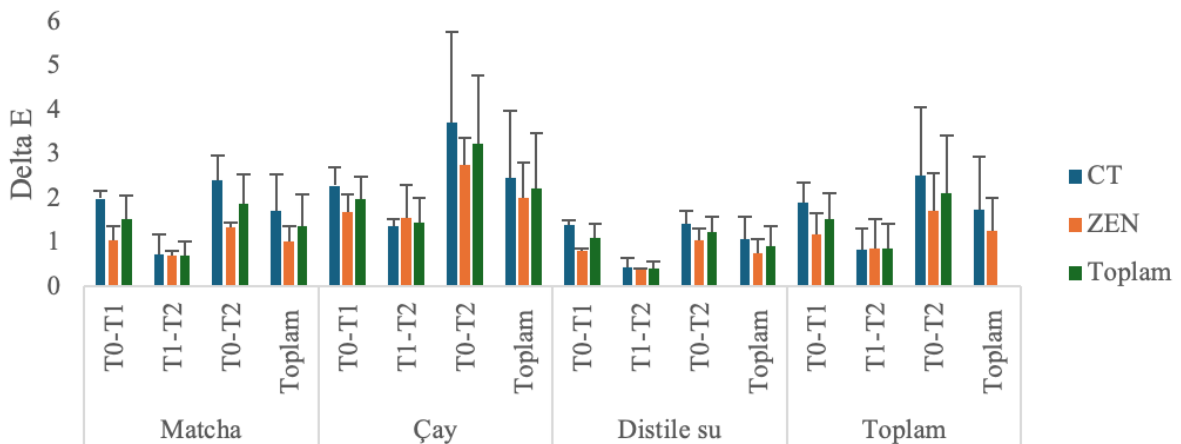
Tablo 3. Kompozit, solüsyon ve zamana göre pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması

Solüsyon	Zaman	Kompozit		Toplam	Test istatistiği	p ^x	EB	
		Charisma Topaz	Zen					
		One	Chroma					
Matcha	T0	0,138 ± 0,006	0,156 ± 0,02	0,147 ± 0,017 ^A	Kompozit	122,110	<0,001	0,430
	T1	0,11 ± 0,007	0,128 ± 0,01	0,119 ± 0,012 ^B	Solüsyon	32,496	<0,001	0,286
	T2	0,122 ± 0,013	0,139 ± 0,006	0,13 ± 0,013 ^B	Zaman	37,811	<0,001	0,318
	Toplam	0,123 ± 0,015	0,141 ± 0,017	0,132 ± 0,018 ^a	Kompozit x Solüsyon	2,746	0,067	0,033
Çay	T0	0,138 ± 0,014	0,163 ± 0,025	0,15 ± 0,024 ^A	Kompozit x Zaman	0,968	0,382	0,012
	T1	0,118 ± 0,01	0,128 ± 0,013	0,123 ± 0,012 ^B	Solüsyon x Zaman	6,604	<0,001	0,140
	T2	0,118 ± 0,009	0,137 ± 0,013	0,127 ± 0,015 ^B	Kompozit x Solüsyon x Zaman	0,538	0,708	0,013
	Toplam	0,124 ± 0,014	0,143 ± 0,023	0,134 ± 0,021 ^a				
Distile su	T0	0,137 ± 0,004	0,166 ± 0,016	0,151 ± 0,018 ^A				
	T1	0,135 ± 0,008	0,16 ± 0,019	0,148 ± 0,019 ^A				
	T2	0,134 ± 0,005	0,163 ± 0,011	0,148 ± 0,017 ^A				
	Toplam	0,135 ± 0,006	0,163 ± 0,015	0,149 ± 0,018 ^b				
Toplam	T0	0,137 ± 0,009	0,161 ± 0,02	0,149 ± 0,02 ^a				
	T1	0,121 ± 0,013	0,139 ± 0,021	0,13 ± 0,019 ^b				
	T2	0,124 ± 0,012	0,146 ± 0,016	0,135 ± 0,017 ^b				
	Toplam	0,128 ± 0,013	0,149 ± 0,021					

*Genelleştirilmiş Lineer Modeller; Ortalama ± Standart Sapma; ^{a-b}Aynı harfe sahip ana etkiler arasında fark yoktur; ^{A-B}Aynı harfe sahip etkileşimler arasında fark yoktur; EB: Etki Büyüklüğü (η²); Kalın puntıyla yazılmış olan p değerleri anlamlı farkı ifade etmektedir.

Renk değişimi (ΔE) açısından, kompozit, solüsyon ve zaman faktörlerinin tamamı ana etkiler düzeyinde anlamlı farklılık göstermiştir (p<0.001). Charisma Topaz One (Çay için T1-T2 değişimi hariç), Zen Chroma One'a kıyasla daha yüksek renk değişimi sergilemiştir. Solüsyonlara göre en yüksek ΔE siyah çayda, ardından matcha ve distile su gruplarında gözlenmiştir. Zamana bağlı olarak T0-T1 döneminde renk değişimi en yüksek seviyedeysen, T1-T2 döneminde anlamlı bir azalma izlenmiş ve toplam değişim (T0-T2), her iki alt dönemden daha yüksek olmuştur (Şekil 3) (Tablo 4).

Kompozit × zaman ve solüsyon × zaman etkileşimleri anlamlı bulunmuştur (her biri için p<0.001). Charisma Topaz One'da her üç zaman periyodu birbirinden farklı iken, Zen Chroma One'da toplam değişim (T0-T2) diğer dönemlerden ayrılmıştır. Üçlü etkileşim tablosundaki olüsyon × zaman etkileşimi kesiti incelendiğinde siyah çay grubunda tüm zaman periyotları arasında anlamlı farklar olduğu, matcha ve distile su gruplarında ise ilk dönem (T0-T1) değişiminin ikinci dönem (T1-T2) değişimine göre daha baskın olduğu görülmüştür (Şekil 3) (Tablo 4). Üçlü etkileşim (kompozit × solüsyon × zaman) istatistiksel olarak anlamlı değildir (p=0,535).

**Şekil 3.** Kompozit, solüsyon ve zamana göre Delta E değerlerine ait sütun grafiği

Tablo 4. Kompozit, solüsyon ve zamana göre Delta E değerlerinin karşılaştırılması

Solüsyon	Zaman	Kompozit		Toplam	Test istatistiği	p ^x	EB	
		Charisma One	Topaz Zen Chroma					
Matcha	T0-T1	1,994 ± 0,166	1,058 ± 0,304	1,526 ± 0,536 ^{BC}	Kompozit	30,680	< 0,001	0,159
	T1-T2	0,73 ± 0,438	0,692 ± 0,125	0,711 ± 0,314 ^{DE}	Solüsyon	75,326	< 0,001	0,482
	T0-T2	2,41 ± 0,55	1,342 ± 0,111	1,876 ± 0,67 ^B	Zaman	67,448	< 0,001	0,454
	Toplam	1,711 ± 0,831	1,031 ± 0,333	1,371 ± 0,715 ^a	Kompozit x Solüsyon	1,288	0,279	0,016
Çay	T0-T1	2,288 ± 0,41	1,683 ± 0,41	1,985 ± 0,506 ^B	Kompozit x Zaman	8,744	< 0,001	0,097
	T1-T2	1,354 ± 0,17	1,545 ± 0,761	1,449 ± 0,546 ^{BC}	Solüsyon x Zaman	5,848	< 0,001	0,126
	T0-T2	3,723 ± 2,051	2,765 ± 0,594	3,244 ± 1,549 ^A	Kompozit x Solüsyon x Zaman	0,787	0,535	0,019
	Toplam	2,455 ± 1,532	1,997 ± 0,806	2,226 ± 1,236 ^b				
Distile su	T0-T1	1,394 ± 0,111	0,806 ± 0,05	1,1 ± 0,313 ^{CD}				
	T1-T2	0,439 ± 0,209	0,378 ± 0,022	0,409 ± 0,148 ^E				
	T0-T2	1,41 ± 0,314	1,05 ± 0,263	1,23 ± 0,337 ^{CD}				
	Toplam	1,081 ± 0,511	0,745 ± 0,32	0,913 ± 0,455 ^c				
Toplam	T0-T1	1,892 ± 0,456 ^B	1,182 ± 0,471 ^C	1,537 ± 0,582 ^a				
	T1-T2	0,841 ± 0,482 ^C	0,872 ± 0,66 ^C	0,856 ± 0,574 ^b				
	T0-T2	2,514 ± 1,535 ^A	1,719 ± 0,846 ^B	2,117 ± 1,293 ^c				
	Toplam	1,749 ± 1,181	1,258 ± 0,756					

^xGenelleştirilmiş Lineer Modeller; Ortalama ± Standart Sapma; ^{a-c}Aynı harfe sahip ana etkiler arasında fark yoktur; ^{A-E}Aynı harfe sahip etkileşimler arasında fark yoktur; EB: Etki Büyüklüğü (η²); Kalın puntoyla yazılmış olan p değerleri anlamlı farkı ifade etmektedir.

Tartışma

Çaylar, saklama ve hazırlanma koşullarına bağlı olarak bakteriyel kontaminasyona ve mikrobiyotanın büyümesine ortam sağlayabilen solüsyonlardır. Kaynama derecesinin altında uzun süre bekleyen solüsyonların mikrobiyal standardizasyonu sağlanamamaktadır.^{19,20} Bu nedenle bu çalışmada yer verilen solüsyonlar, literatüre uyumlu olarak 24 saate bir yenilenmiştir.²¹

Bu çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda her iki hipotez de kabul edilmiştir. Hem maruz kalan çay türünün hem de rezin kompozitin yapısal özelliklerinin renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine önemli faktörler olduğu görülmüştür.

Matcha ile siyah çayın her ikisi de çay bitkisi olarak bilinen *Camellia sinensis*'ten elde edilmektedir. Matcha üretim şekli, işleme yöntemi ve tüketilme formu ile siyah çaydan ayrılmaktadır. Matcha gölgede yetiştirilen genç çay yapraklarından bütün halinde öğütülerek elde edilir. Tüketim sırasında yaprağın tamamı kullanılır. Kateşinler ve polifenoller yönünden zengin bir içerik sunar. Siyah çay ise tam oksidasyon sürecinden geçer, kateşinlerin önemli kısmı theaflavin ve thearubigin gibi oksidasyon ürünlerine dönüşür. Böylece aynı bitkiden elde edilen bu iki ürün farklı fenolik bileşen profillerine sahip olarak ayrı antioksidan özellikler gösterir. Matchanın toz formuyla tüketilmesi biyoaktif materyallerin

doğrudan alınmasını sağlarken siyah çayda bileşenler demleme aracılığıyla suya aktarılabildiği kadarıyla tüketilir. Karşılaştırmalı çalışmalar matchanın yüksek antioksidan kapasitesi olduğunu, siyah çayın ise oksidasyon sonucu farklı biyoyararlanım özelliği sergilediğini göstermektedir.²² Rezın kompozitlerde renk değişimi çoğunlukla matriks monomerlerinin su absorpsiyonu, pigmentlerin matrikse difüzyonu ve yüzey pürüzlülüğünün artışıyla ilişkilidir.¹² Matchanın ince partikül boyutu ve yüksek polifenol yoğunluğu, bu mekanizmaları siyah çaya kıyasla farklı düzeylerde etkileyebilir.¹⁶

Zen Chroma One Shade Universal, mikrohibrit dolduruculu bir restoratif materyaldir.²³ Charisma Topaz One ise nanohibrit bir rezın kompozittir.²⁴ Nano hibrit kompozitlerde daha küçük ve homojen dağılımlı doldurucular bulunduğundan, yüzey pürüzlülüğünde aşınmaya karşı daha dirençli oldukları bildirilmiştir. Buna karşın mikrohibritlerde daha büyük partiküllerin ayrılma eğilimi yüzey pürüzlülüğünü arttırabilir. Bu nedenle doldurucu yapısının çaylara bağlı renklenme ve yüzey değişimi üzerinde belirleyici olabileceği düşünülmektedir. Literatürde farklı doldurucu boyutlarına sahip rezın kompozitlerin yüzey özelliklerinin ortam şartlarından farklı seviyelerde etkilenebileceği gösterilmiştir.²⁵

Bir yıllık simülasyon sonunda siyah çayın matchaya göre anlamlı derecede yüksek ΔE'ye sebep olduğu

gözlenmiştir. Matcha grubundaki renk değişimi distile su grubundan yüksek olsa da siyah çayın kromojenik etkisi daha baskın izlenmiştir. Böylece “Farklı çaylar, test edilen rezin kompozitlerin renk stabilitesi üzerine etki eder.” hipotezimiz kabul edilmiştir.

Bu durum iki çay tipi arası kimyasal kompozisyon farkından kaynaklı olabilir. Siyah çayın tam oksidasyon süreci sonrası kateşinler, theflavin ve thearubigin gibi daha büyük molekülü ve koyu renkli oksidasyon ürünlerine dönüşür.¹⁶ Matcha ise okside olmadığından etken maddelerin rengi daha açık kalmış olabilir. Bulgularımızı siyah çaydaki okside pigmentlerin bu çalışmada kullanılan rezin kompozitlerin matriks yapısı için matchanın partiküllerine kıyasla daha güçlü renklendiriciler olabileceğini düşündürmektedir.

Renk değişiminin zamana bağlı hareketi incelendiğinde her iki çay türünün de 6 aylık simülasyondaki renklenme miktarı ikinci 6 aya göre anlamlı derecede daha yüksektir. Bu bulgu rezin kompozitin yüzeyinde pigment tutunmasının zamanla doyum noktasına ulaşma eğiliminde olabileceğini gösteren literatür bilgileriyle uyumludur.¹² İkinci 6 ayda matchanın renklendiriciliği distile su seviyesine yaklaşırken siyah çayın etkisi sürmeye devam etmiştir. Bu durum siyah çayın rezin kompozit yapısıyla uzun süreli bir etkileşimi olduğunu düşündürmektedir. Bu çalışmadaki ΔE değerleri incelendiğinde Paravina ve ark.¹⁴ tarafından bildirilen klinik görsel eşiklere göre siyah çayın kabul edilebilirlik eşiği olan 1,8’in üzerinde seyreden renk değişimine sebep olduğu görülmüştür. Matcha ise bu eşiğe yakın ve altında ölçülen değerler ile klinik kabul edilebilir sınırlar içinde kalmıştır. T0-T1 döneminde renklemenin en yüksek olması da Paravina ve ark.’nın¹⁴ tanımladığı S eğrisi modeline benzer ilerlemiştir. Bu modelde renk değişiminde lineer değil “S” şeklinde bir eğriden bahsedilir. Bunda hem insan faktörünün hem de materyallerin yapısının değişim mekanizmasının etkisi olduğu savunulur. Renk değişiminin başlangıcında ve doyuma ulaştığı platoda minör değişimler az algılanır. Orta seviyelerde ise renk farkı algısı artar. Bununla uyumlu şekilde rezin kompozitler de pigment penetrasyonu, sıvı absorpsiyonu ve rezin matriksin hidrotermal stabilizasyonu süreçlerinde sigmoid bir profil gösterir. Böylece hem insan algısıyla hem de spektrofotometrik verilerle desteklenen S eğrileri ortaya çıkmış olur.¹⁴

Bu çalışmada nanohibrit yapıdaki rezin kompozit, mikrohibrit doldurucu rezin kompozite göre genel

anlamda daha düşük Ra göstermiştir. Literatürde pürüzsüz yüzeylerin daha az plak ve pigment tutulumuna yol açtığı gösterilmiş olsa da bu çalışmada Düzyol ve ark.’ın²⁶ çalışmasıyla uyumlu olarak nanohibrit doldurucu rezin kompozit, mikrohibrit doldurucu rezin kompozite göre daha fazla renk değişimi göstermiştir.¹² Bu durum materyallerin monomer tipine, sıvı emilim kapasitelerine ve doldurucu oranlarına bağlı olarak değişiyor olabilir. Nanohibrit kompozitin rezin matriksinin hidrofilik karakterinin yüksek olması, renklendirici pigmentlerin penetrasyonuna izin vermiş olabilir.

Yüzey pürüzlülüğü zaman içinde incelendiğinde, distile suda sabit kalırken her iki çay grubunda da azaldığı izlenmiştir. Böylece “Farklı çaylar, test edilen rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğüne etki eder.” hipotezimiz kabul edilmiştir.

Pürüzlülükteki bu azalma daha çok çay solüsyonlarının içerdiği bileşenlerin yüzey üzerindeki girintileri maskeleyici veya doldurucu etkisine bağlanabilir. Matcha çay yapraklarının toz haline getirilmiş formu olduğundan, siyah çay ise büyük katı oksidasyon ürünleri içerir. Bu ince partiküllerin yüzeydeki mikroskobik girintileri doldurabileceği düşünülmektedir. Bu sayede profilometre ucunun yüzeydeki pürüzlere takılması azalmış olabilir. Ayrıca her iki çayın da asidik karakterde olması, polisaj sonrası yüzeydeki küçük pürüzleri hafif kimyasal erozyona uğratmış olabilir. Ancak bu çalışmada baskın olan mekanizmanın yüzeydeki pürüzlere renklendirici partiküllerin dolması olduğu tahmin edilmektedir.

Bu çalışma in vitro koşullarda yapıldığından ağız içi ortamı tamamıyla yansıtmamaktadır. Tükürük pH’ı nötralize edici etkiye sahiptir ve kontrol solüsyonu olarak seçilen distile su, bu etkiyi yeterince taklit edemeyebilir. Hastaların oral hijyen rutini ve beslenme alışkanlıkları da çayların etkilerini azaltabilir. Gelecek çalışmaların planlanmasında fırçalamanın ve gargara ile diş macunu gibi oral hijyen ajanlarının etkileri göz önünde bulundurulmasının uygun olacağı düşüncesindeyiz.

Sonuç

İki farklı tek renkli rezin kompozitin matcha ve siyah çaya maruziyet sonrası renk ve yüzey özelliklerindeki değişimlerinin değerlendirildiği bu çalışmada siyah çay matchaya kıyasla daha yüksek renklenmeye neden olmuş, matcha daha az renklendirici etki göstermiştir. Yüzey pürüzlülüğü açısından her iki çayda da zamanla pürüzlülükte azalma görülmesi, çaydaki partiküllerin yüzeydeki girintileri

doldurması kaynaklı olabilir. Çeşitli çayların tüketimi restorasyonları erken dönemde etkileyebilir, materyal türü bu etkiyi belirleyen önemli bir faktördür. Klinik uygulamalarda, tek renkli rezin kompozitlerin uzun dönem estetiğini korumak için siyah çay ve matcha tüketimi sonrasında düzenli polisaj ve etkili ağız hijyeni uygulamaları önerilebilir.

Etik Kurul Onayı

Matcha ve siyah çayın iki farklı tek renk rezin kompozitin yüzey özellikleri üzerine etkisi” başlıklı makalemiz için herhangi bir canlı üzerinde veya örneğinde işlem yapılmadığından etik kurul onay belgesine ihtiyaç bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma kapsamında, yazarların çıkar çatışması olabilecek durumları kapsayan bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkileri, bilirkişilik, danışmanlık, herhangi bir kuruluştaki istihdam durumu, hissedarlık gibi bağlantıları bulunmamaktadır.

Finansal Kaynak

Bu araştırma sürecinde, araştırma konusu ile doğrudan ilgili olan herhangi bir ilaç şirketinden, tıbbi ekipman veya malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya ticari bir kuruluştan, çalışmanın değerlendirme sürecine etki edebilecek maddi veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Yazar katkısı

Fikir: G.B.G, P.Y.A, Tasarım: G.B.G, P.Y.A, Denetleme: G.B.G, P.Y.A, Kaynaklar: G.B.G, P.Y.A, Malzemeler: A.P.K, G.G, Veri Toplama ve/veya işleme: A.P.K, G.G, N.E.K, Analiz ve/veya yorum: N.E.K, A.P.K, G.G, Literatür taraması: N.E.K, A.P.K, Yazı: N.E.K, A.P.K, G.G, Eleştirel inceleme: G.B.G, P.Y.A

Kaynakça

1. Aschheim KW. Esthetic Dentistry: A Clinical Approach to Techniques and Materials. 3rd ed. Maryland Heights, MO: Mosby; 2014. s.1–588.
2. Zhang Z, Zheng K, Li E, Li W, Li Q, Swain MV. Mechanical benefits of conservative restoration for dental fissure caries. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2016;53:11-20.
3. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma).* 2017;8(1):1.
4. Baldissera RA, Corrêa MB, Schuch HS, Collares K, Nascimento GG, Jardim PS et al. Are there universal restorative composites for anterior and posterior teeth? *J Dent.* 2013;41(11):1027-35.
5. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J.* 2011;56:59-66.
6. de Abreu JLB, Sampaio CS, Benalcázar Jalkh EB, Hirata R. Analysis of the color matching of universal resin composites in anterior restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(2):269-76.
7. Gamal WM, Riad M. Color matching of a single shade structurally colored universal resin composite with the surrounding hard dental tissues. *Egyptian Dent J.* 2020;66(4):2721-7.
8. Kreth J, Merritt J, Pfeifer C, Khajotia S, Ferracane J. Interaction between the oral microbiome and dental composite biomaterials: where we are and where we should go. *J Dent Res.* 2020;99(10):1140-9.
9. Lohbauer U, Belli R, Ferracane JL. Factors involved in mechanical fatigue degradation of dental resin composites. *J Dent Res.* 2013;92(7):584-91.
10. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17:e54-e64.
11. Münchow EA, Ferreira ACA, Machado RM, Ramos TS, Rodrigues-Junior SA, Zanchi CH. Effect of acidic solutions on the surface degradation of a micro-hybrid composite resin. *Braz Dent J.* 2014;25(4):321-6.
12. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(2):102-8.
13. Aydın N, Topçu F-T, Karaoğlanoğlu S, Oktay E-A, Erdemir U. Effect of finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of composite resins. *J Clin Exp Dent.* 2021;13(5):e446.
14. Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(2):103-12.
15. Al-Qarni MA, Das G, Saquib S, Sibghatullah M, Alahmari MM, Arora S. The Effect of Arabian coffee, black tea and orange-juice on microhardness and color stability of hybrid composite resins. An in vitro study. *Mater Plast.* 2021;58(1):218-27.
16. Kochman J, Jakubczyk K, Antoniewicz J, Mruk H, Janda K. Health benefits and chemical composition of matcha green tea: A review. *Molecules.* 2020;26(1):85.
17. Özyurt E, Kurt A. Effect of Different Teas on Surface Roughness of Conventional and Bulk-Fill Composite Resins Beverage Effect on Composite Resins. *Curr Res Dent Sci.* 33(2):84-9.
18. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Res Appl.* 2005;30(1):21-30.
19. Roy S, Roy L, Das N. Microbes in my ‘Cup of Tea’. *J Bot Soc Bengal.* 2019;73(2):95-102.
20. Shi A, Li S, Ma H, Du X-J, Wang S, Lu X. Survival of Salmonella in tea under different storage conditions and brewing methods. *Front Microbiol.* 2022;13:816667.
21. Tunçdemir MT, Dereli Z, Bahar A. The effect of different herbal teas on the color stability of nanohybrid and bulk-fill composites. *Int Dent Res.* 2022;12(1):103-7.
22. Meremäe K, Raudsepp P, Rusalepp L, Laun T, Roasto M. Polyphenolic profiles, antioxidant capacity, and antibacterial activity of green tea, matcha tea, black tea, and yerba mate extracts. *Appl Food Res.* 2025:101080.
23. Yağcı Ö, Fidan M. Influence of thickness on

- the translucency parameter and whiteness index of single-shade resin composites. *Oper Dent*. 2024;49(2):189-99.
24. Lahari A, Nainan MT, Nirupama DN, Vijay R, Thomas H, Sharma A. An in vitro study to compare shear bond strength of aged composite to two single-shade composites. *J Conserv Dent Endod*. 2024;27(12):1261-6.
25. Falkensammer F, Arnetzl GV, Wildburger A, Freudenthaler J. Color stability of different composite resin materials. *J Prosthet Dent*. 2013;109(6):378-83.
26. Duzyol M, Duzyol E, Çarıkçıoğlu B. Assessing one-shade composite resin color stability in response to everyday drinks. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):821.



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>

DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i3003



Farklı Yapı ve Kalınlıktaki İndirekt Restoratif Materyallerden İletilen Işık Gücünün Değerlendirilmesi

Evaluation of Irradiance Through Indirect Restorative Materials of Different Structures and Thicknesses

Elif Nur Kaya^{1*}, Bengü Doğu Kaya², Pınar Yılmaz Atalı³, Bilge Tarçın³

ÖZET

Amaç: Bu *in vitro* çalışmada, farklı yapı ve kalınlıktaki indirekt restoratif materyallerden iletilen ışık gücü, yerli üretim bir LED ışık kaynağı kullanılarak değerlendirildi. Materyal türü ve kalınlığının ışık iletimi üzerindeki etkisinin karşılaştırmalı olarak incelemesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntemler: Lityum disilikat cam seramik (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn), hibrit seramik (Grandio Blocs, Voco, Almanya) ve 3 boyutlu (3B) baskı ile üretilen rezin materyal (VarseoSmile TriniQ, Bego, Almanya) olmak üzere farklı içerikteki indirekt restoratif materyallerin her birinden 8x2mm ve 8x1,5mm boyutlarında disk şeklinde örnekler tasarlandı (CAD Software, Solidworks, ABD). Cam seramik ve hibrit seramik örnekler kazıma ünitesi MCX5 (Dentsply Sirona, ABD) ile, baskıyla üretilen rezin örnekler ise Max2 (Asiga, Avustralya) 3B yazıcı ile üretildi (n=10). Vega ışık kaynağının (Öncü Dental, Türkiye) gücü materyal olmadan direkt olarak ve hazırlanan örneklerden geçirilerek spektrometre (OHSP-350B, Hopoo Light&Color Technology, Çin) ile ölçülüp kaydedildi. Işık kaynağının örneklerden iletilen güçleri oransal olarak hesaplandı. Elde edilen veriler Kruskal Wallis ve Mann-Whitney U testleri kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi (p<0,05).

Bulgular: Materyal kalınlığı ve türü iletilen ışık gücünü anlamlı şekilde etkiledi (p<0,01). Kalınlık arttıkça iletilen ışık gücü azaldı; Grandio Blocs en yüksek, VarseoSmile TriniQ en düşük değerleri gösterdi. Materyal kalınlığı ve türü iletilen ışık geçme yüzdesini de anlamlı şekilde etkiledi (p<0,01). Işık geçme yüzdesi tüm kalınlıklarda en yüksek Grandio Blocs'ta ölçüldü.

Sonuç: İndirekt restoratif materyallerden iletilen ışık gücü, polimerizasyon sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Materyal türü ve kalınlığındaki değişimler, ışık geçiş miktarını ve dolayısıyla polimerizasyon verimini etkileyebilir. Klinik uygulamalarda indirekt restoratif materyallerin başarısı için, seçilen materyalin ışık geçirgenliği ve uygun kalınlıkta kullanımı büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dental materyaller, Dental polimerize edici ışıklar, Kalıcı dental restorasyonlar

ABSTRACT

Objectives: The irradiance transmitted through indirect restorative materials of different structures and thicknesses was evaluated using a domestically manufactured LED light curing unit. Material and thickness effects on light transmission was investigated.

Materials and Methods: Disc-shaped specimens (8x2mm/8x1.5mm) were manufactured from lithium disilicate glass ceramic (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), hybrid ceramic (Grandio Blocs, Voco, Germany) and 3D printable resin (VarseoSmile TriniQ, Bego, Germany). Glass ceramic and hybrid ceramic specimens were milled using a MCX5 Milling Unit (Dentsply Sirona, USA) and 3D printable resin material was produced using Max2 (Asiga, Australia) 3D printer (n=10). The irradiance of Vega light curing unit (Öncü Dental, Türkiye) was measured directly and through the prepared specimens using a spectrometer (OHSP-350B, Hopoo Light&Colour Technology, PRC). Values obtained through the specimens were calculated as a ratio of the directly measured irradiance. The data were statistically analyzed using Kruskal Wallis and Mann-Whitney U tests (p<0.05).

Results: Material and thickness significantly affected the transmitted irradiance (p<0.001). Increasing thickness reduced the transmitted irradiance, Grandio Blocs presented the highest values and VarseoSmile TriniQ the lowest. Material and thickness also significantly affected the light transmission ratio (p<0.001). At all thicknesses, the highest light transmission ratio was recorded for Grandio Blocs.

Conclusion: The light transmitted through restorative material plays a crucial role in polymerization process. Variations in material and thickness may influence the transmitted irradiance and the polymerization efficiency. The success of indirect restorations depends greatly on selecting materials with adequate light transmission and using them in appropriate thicknesses.

Keywords: Dental curing lights, Dental materials, Permanent dental restorations

¹Arş. Gör., Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

²Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

³Prof. Dr., Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu Yazar: Elif Nur Kaya e-posta: elifn.kaya@gmail.com ORCID: (0009-0005-6066-0582), Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

Giriş

Restoratif diş hekimliğinin temel amacı, doğal diş yapısının fonksiyonel ve estetik bütünlüğünü yeniden sağlamaktır. Estetik ve uzun ömürlü tedavilere yönelik artan talep, özellikle indirekt adeziv restorasyonlarda kullanılmak üzere yeni materyal ve üretim teknolojilerinin geliştirilmesini teşvik etmiştir. Bu doğrultuda, Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD)/Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) sistemleri ile son yıllarda hızla gelişen üç boyutlu (3B) baskı teknolojisi, öne çıkan iki önemli üretim yöntemi olarak kabul edilmektedir. CAD/CAM teknolojisi, zaman içerisinde sürekli gelişerek hem tek diş hem de çoklu restorasyonların üretiminde güvenilir ve öngörülebilir bir süreç haline gelmiştir. Günümüzde diş hekimleri, cam seramik, zirkonya ve kompozit gibi farklı materyalleri CAD/CAM sistemleri aracılığıyla yüksek hassasiyetle işleyebilmekte ve klinik uygulamalarda başarıyla kullanabilmektedir.^{1,2} Diş hekimliğinde kullanım alanı hızla genişleyen 3B baskı teknolojisi, kalıcı dental restorasyonların üretiminde geleneksel yöntemlere alternatif, yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır.^{3,4} 3B baskı teknolojisi CAD verilerini temel alarak materyali katmanlar halinde oluşturmaktadır. Bu üretim yöntemi karmaşık restoratif yapıların dijital olarak üretilmesine olanak tanımaktadır.⁵ Diş hekimliği uygulamalarında 3B baskı sistemleri, materyal kaybının azalması, işlem süresinin kısalması ve maliyetin düşürülmesi gibi avantajları sebebiyle giderek daha fazla tercih edilmektedir.^{6,7} Bu materyaller de geleneksel indirekt restorasyonlarda olduğu gibi adeziv sistemler kullanılarak rezin simanlarla simante edilebilmektedir.⁸

Rezin simanlar, aktivasyon yöntemleri esas alınarak kimyasal olarak sertleşen, ışıkla sertleşen ve çift polimerizasyonlu (dual-cure) olmak üzere üç tipe ayrılır. Işıkla sertleşen rezin simanlar, diğer siman türlerine kıyasla daha iyi renk stabilitesi göstermeleri nedeniyle estetik rehabilitasyonlarda en sık tercih edilen simanlardır.⁹ Bu materyallerin polimerizasyonu, ışık uygulaması sırasında absorbe edilen toplam ışık enerjisine, diğer bir ifadeyle ışık enerji maruziyetine bağlıdır. Işık enerji maruziyeti, ışık gücünün (iradyans, mW/cm²) uygulama süresiyle çarpılmasıyla hesaplanır.¹⁰ Toplam enerji sabit tutulduğunda, ışık gücü ve polimerizasyon süresinin

farklı kombinasyonları benzer polimerizasyon özellikleri sağlayabilmektedir.¹¹

Polimerizasyon sırasında ışık kaynağından restorasyonun yüzeyine ulaşan ışığın bir bölümü yansır, bir bölümü saçılır ve bir bölümü de materyalin içinden geçerek iletilir.¹² Işık kaynağının ucuyla ışıkla sertleşen rezin siman arasına yerleştirilen indirekt restoratif materyalin bileşimi ve kalınlığı, ışık iletiminde zayıflamaya neden olur. Rezin simana ulaşan yetersiz ışık şiddeti, polimerizasyonun etkinliğini azaltarak dönüşüm derecesinde düşüşe yol açabilir. Bu durum sertlik ve bağlanma dayanımı gibi temel fiziksel ve mekanik özelliklerin olumsuz yönde etkilenmesine neden olabilir.¹³⁻¹⁵

Bu çalışmada, farklı yapı ve kalınlıklara sahip indirekt restoratif materyallerden iletilen ışık gücü ile ışık geçme yüzdesinin değerlendirilmesi amaçlandı. Bu amaç doğrultusunda oluşturulan h_0 hipotezleri ise şu şekildedir.

h_{01} : Materyal kalınlığının iletilen ışık gücü ve ışık geçme oranı üzerinde bir etkisi yoktur.

h_{02} : Materyal türünün iletilen ışık gücü ve ışık geçme oranı üzerinde bir etkisi yoktur.

Gereç ve Yöntemler

Bu çalışma, insan katılımcılar üzerinde herhangi bir girişim, kişisel veri kullanımı veya hayvan deneyleri içermediğinden etik kurul onayı gerekmemektedir. Bu *in vitro* çalışmanın tasarımında, benzer çalışmalarda kullanılan örneklem sayıları dikkate alınarak kotaya dayalı örneklem (quota sampling) yöntemi uygulanmıştır. Literatürde materyal, kalınlık ışık geçirgenliği, etkisini inceleyen *in vitro* çalışmalarda her alt grup için 5–10 örnek kullanıldığı bildirilmiştir.^{13,16} Bu doğrultuda, çalışmanın istatistiksel karşılaştırmalar için yeterli örneklem büyüklüğüne ulaşması amacıyla her alt grup için 10 örnek hazırlanmıştır.

Lityum disilikat cam seramik (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent), hibrit seramik (Grandio Blocs, VOCO, Almanya) ve 3B baskı ile üretilen rezin (VarseoSmile TriniQ, BEGO, Almanya) olmak üzere farklı yapıdaki üç indirekt restoratif materyal kullanıldı. Kullanılan materyallere ilişkin üretici bilgileri ve içerik özellikleri Tablo 1’de sunuldu.

Tablo 1. Kullanılan indirekt restoratif materyaller ve içerikleri

Materyal	Renk	Üretici	Üretici Tanımı	İçerik
IPS e.max CAD	A2	Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn	Lityum disilikat cam seramik (CAD/CAM)	%70(vol), ince-grenli lityum disilikat kristalleri (SiO_2 , Li_2O , K_2O , MgO , P_2O_5 , Al_2O_3)
Grandio Blocs	A2	VOCO, Almanya	Nanohibrit CAD/CAM blok	%14 polimer matris (UDMA ve DMA) %86 nanohibrit doldurucular, fonksiyonelleştirilmiş silikon dioksit nanopartiküller
VarseoSmile TriniQ	A2	BEGO, Almanya	3B baskı ile üretilen rezin	BaO , Al_2O_3 , 2SiO_2 doldurucular ve rezin

Al_2O_3 : Alüminyum oksit, BaO : Baryum oksit, K_2O : Potasyum oksit, Li_2O : Lityum oksit, MgO : Magnezyum oksit, P_2O_5 : Fosfor pentoksit, SiO_2 : Silika dioksit, DMA: Dimetakrilat, UDMA: Üretan dimetakrilat

Örneklerin Hazırlanması

Her bir materyalden 8 mm çapında, iki farklı kalınlıkta (1,5 ve 2 mm) olmak üzere disk şeklinde örnekler CAD yazılımı (CAD Software, Solidworks, ABD) kullanılarak tasarlandı. Cam seramik ve hibrit seramik örneklerin üretimi kazıma ünitesi (MCX5, Dentsply Sirona, Almanya) ile gerçekleştirildi. IPS e.max CAD diskler su içinde ultrasonik olarak temizlendi, Programant CS seramik fırında (Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn) kristalizasyon fırınlamasına tabi tutuldu ve üretici talimatlarına göre glazür uygulandı. 3B baskı ile üretilen rezin örneklerde ise (Max2, Asiga, Avustralya) 3B yazıcı kullanıldı; baskı sonrası örnekler ultrasonik cihazda temizlendi. (5 dakika %99 izopropil alkol) ve ardından kürlendi (Formcure, Formlabs, ABD-60 °C'de 2x20 dk).

Grandio Blocs ve VarseoSmile TriniQ diskler ise elmas emdirilmiş polisaj lastiği (Dimanto, Voco GmbH, Almanya) kullanılarak cilalandı. Tüm örnekler 24 saat boyunca 37°C distile suda bekletildi. İletilen Işık Gücünün Değerlendirilmesi

İndirekt restoratif materyallerin ışık iletim özelliklerini değerlendirmek amacıyla yerli üretim LED ışık kaynağı (Vega, Öncü Dental, Türkiye) kullanıldı. Kullanılan LED ışık kaynağına ait teknik özellikler Tablo 2' de sunuldu. Örneklerden geçen ışık gücünün nicel olarak belirlenmesinde ise ışık şiddeti ve spektral dağılım ölçümleri için tasarlanmış yüksek hassasiyetli bir spektrometre (OHSP-350B, Hopoo Light&Color Technology, Çin) kullanıldı.

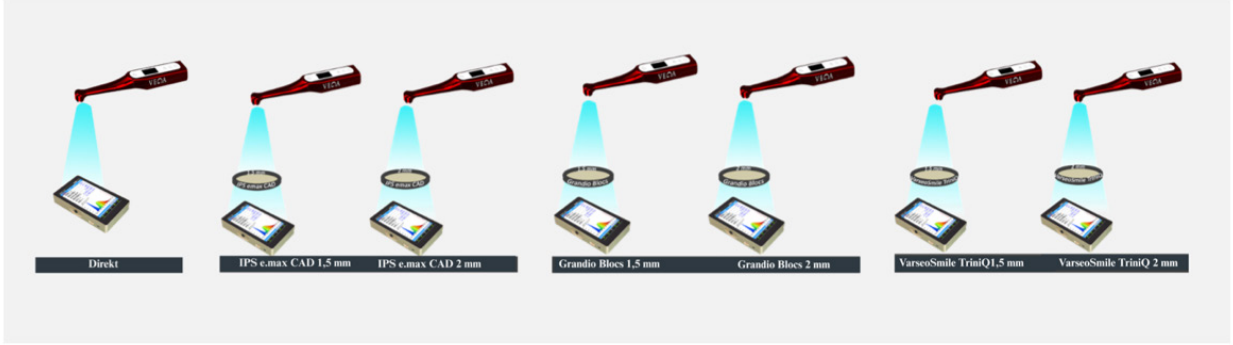
Tablo 2. Çalışmada kullanılan LED ışık kaynağı ve özellikleri

LED Işık Kaynağı	Emisyon	Belirtilen Uç çapı	Üretici Firma	Dalga Boyu	Mod	Belirtilen Işık Gücü (mW/cm^2)
Vega	Çoklu pik	8 mm	Öncü Dental, Türkiye	385-515 nm	M1	800-2000
					M2	1600
					M3	1800
					M4	800-1200
					M5	2000-3000
					M6	800-2000
					M7	Kullanıcı belirleyebilir

İlk aşamada, ışık kaynağı ile spektrometre sensörü arasına herhangi bir materyal yerleştirilmeden doğrudan spektrometre sensörüne ulaştığı koşulda ışık gücü kaydedildi. Daha sonra her bir materyal grubuna ait disk şeklindeki örnekler (1,5 mm ve 2 mm), ışık kaynağı ile sensör arasına, ışığın diske

doğrudan temas edeceği yerleştirilerek örnek üzerinden iletilen ışık gücü ölçüldü (Şekil 1). Materyallerin ışık iletim oranı, her diskin alt yüzeyine ulaşan ışık gücü değerinin doğrudan ölçülen ışık gücüne oranlanmasıyla hesaplandı ve kullanılan formül aşağıda sunuldu.

Işık geçme oranı (%) = (Materyalden İletilen Işık Gücü/ Doğrudan Ölçülen Işık Gücü) × 100



Şekil 1. Direkt ışık güç ölçümü ve farklı indirekt restoratif materyallerin çeşitli kalınlıklarından iletilen ışık gücünün değerlendirildiği ölçüm düzeneğinin şematik gösterimi

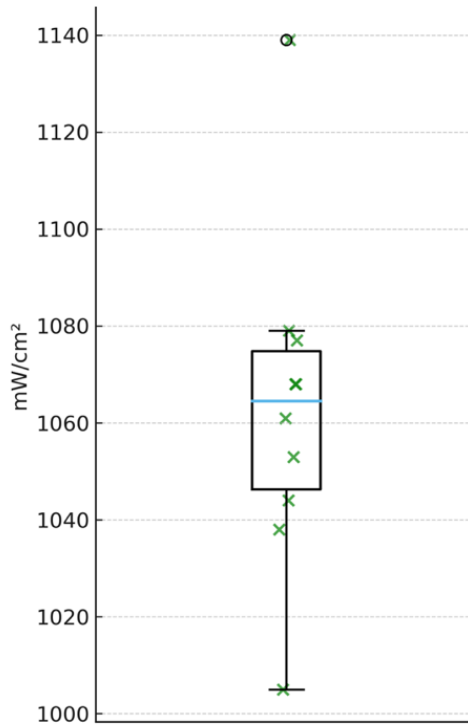
İstatistiksel Analiz

Verilerinin istatistiksel analizi SPSS yazılımı (IBM, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Tanımlayıcı istatistikler ortanca ve 25.-75. Persentil değerleri ile sunuldu. Aynı materyalin iki farklı kalınlık (1,5 mm ve 2 mm) düzeyinin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Aynı kalınlık düzeyinde farklı materyaller arasındaki karşılaştırmalar ise Kruskal-Wallis testi ile değerlendirildi. Kruskal-Wallis testi ile anlamlı fark belirlenen durumlarda ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi uygulanmış

Mann-Whitney U testi ile gerçekleştirildi. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

Bulgular

Işık kaynağının materyal olmaksızın gerçekleştirilen ölçümleri 10 (n) tekrar üzerinden alınmış olup, grafikte ortanca (1065 mW/cm^2) ile 25.-75. persentil aralığı ($1044\text{--}1077 \text{ mW/cm}^2$) Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Vega ışık kaynağının direkt ışık gücüne (irradiyans, mW/cm^2) ait dağılım grafiği.

Farklı yapıdaki üç indirekt restoratif materyalin (IPS e.max CAD, Grandio Blocs, VarseoSmile TriniQ) 1,5 mm ve 2 mm kalınlıklarda hazırlanan

örneklerinden iletilen ışık gücü (mW/cm^2) ve ışık geçme oranı (%) değerleri Tablo 3’te sunuldu.

Tablo 3. Farklı indirekt restoratif materyallerden iletilen ışık gücü ve ışık geçme oranının materyal türü ve kalınlığına göre dağılımı

p*: Aynı materyalin iki farklı kalınlığı arasındaki karşılaştırma sonuçlarını göstermektedir. p**: Aynı kalınlık düzeyinde farklı materyaller arasındaki karşılaştırma sonuçlarını göstermektedir. *** Sütunda, aynı harfe ^(a-c) sahip gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark yoktur.

	1,5 mm kalınlık	2,0 mm kalınlık	
	İletilen ışık gücü (irradıyans, mW/cm ²) Ortanca (25.-75. Persentil)	İletilen ışık gücü (irradıyans, mW/cm ²) Ortanca (25.-75. Persentil)	p*
IPS e.max CAD	190 (189-192) ^a	98 (96-99) ^a	<0,001
Grandio Blocs	212 (211-214) ^b	148 (146-149) ^b	<0,001
VarseoSmile TriniQ	160 (158-162) ^c	91(90-93) ^c	<0,001
p**	<0,001	<0,001	
	İşık Geçme Oranı Ortanca (25.-75. Persentil)	İşık Geçme Oranı Ortanca (25.-75. Persentil)	p*
IPS e.max CAD	18,0 (17,3-18,2) ^a	9,2 (9,0-9,5) ^a	<0,001
Grandio Blocs	20,0 (19,7-20,5) ^b	13,9 (13,7-14,1) ^b	<0,001
VarseoSmile TriniQ	15,1 (15,0-15,3) ^c	8,6 (8,3-8,9) ^a	<0,001
p**	<0,001	<0,001	

İletilen ışık gücü değerleri, tüm materyallerin 1,5 mm ve 2 mm kalınlıklarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdi (p<0,001). Kalınlığın artması, iletilen ışık gücünde azalmaya neden oldu.

Materyaller arasında yapılan karşılaştırmalarda, iletilen ışık gücü açısından her iki kalınlıkta da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi (p<0,001). Materyal kalınlığı 1,5 mm olduğunda Grandio Blocs en yüksek iletilen ışık gücü değerini (212 mW/cm²) gösterirken VarseoSmile TriniQ en düşük değeri (160 mW/cm²) gösterdi. Materyal kalınlığı 2 mm'ye çıktığında da benzer sonuçlar elde edilmiş olup Grandio Blocs en yüksek (148 mW/cm²) VarseoSmile TriniQ ise en düşük (91 mW/cm²) iletilen ışık gücü değerine sahip oldu.

Işık geçme yüzdesi açısından, tüm materyallerin 1,5 mm ve 2 mm kalınlıklarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlendi (p<0,001). Kalınlığın artması ışık geçme yüzdesinin azalmasına sebep oldu.

Materyaller arasında yapılan karşılaştırmalarda, ışık geçme yüzdesi açısından her iki kalınlıkta da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi (p<0,001).

Materyal kalınlığı 1,5 mm olduğunda Grandio Blocs en yüksek (%20), VarseoSmile TriniQ ise en düşük (%15,1) ışık geçme yüzdesini gösterdi. Materyal kalınlığı 2 mm'ye çıktığında ise Grandio Blocs ile diğer gruplara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek ışık geçme yüzdesine (%13,9) ulaştı. IPS e.max CAD ve VarseoSmile TriniQ materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Tartışma

Dijital sistemlerin diş hekimliğinde hızla yaygınlaşması hem eksiltmeli hem de eklemeli üretim tekniklerine olan ilgiyi arttırmıştır.¹⁷ Bu nedenle mevcut çalışmada, bu iki dijital üretim yaklaşımını temsil etmesi amacıyla iki farklı CAD/CAM materyali ve bir 3B baskı ile üretilen rezin materyal değerlendirilmek üzere tercih edilmiştir.

Literatürde CAD/CAM materyallerinden iletilen ışık gücünün hem materyal kalınlığından hem de materyal türünden etkilendiği bildirilmiştir. De Castro ve ark.¹⁸ ile Lise ve ark.'nın¹⁹ çalışmaları, materyal kalınlığı arttıkça iletilen ışık gücünün azaldığını ve bu azalmanın kullanılan materyale göre değiştiğini göstermiştir. Mevcut çalışmanın bulguları bu sonuçlarla uyumludur; 1,5 mm'den 2 mm'ye artan materyal kalınlığı iletilen ışık gücü ve ışık geçme yüzdesinde anlamlı bir azalmaya neden olmuştur. Materyal türü de bu parametreler üzerinde

etkili bulunmuş; Grandio Blocs en yüksek iletilen ışık gücü ve ışık geçme oranını sergilemiştir.

Doğu Kaya ve ark.²⁰ çalışmalarında CAD/CAM materyalleri arasında belirgin translüsensi farklılıkları olduğunu bildirmiştir. Araştırmalarında Grandio Blocs hem 1,5 mm hem de 2mm kalınlıkta en yüksek translüsensi değerlerini gösterirken, IPS e.max CAD en düşük translüsensi değerine sahip materyal olarak bulunmuştur. Bu çalışmada, Grandio Blocs ile kaydedilen daha yüksek ışık geçirgenliği değerlerinin bu translüsensi farklılığı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Doğu Kaya ve ark.²⁰ materyal kalınlığının artmasıyla translüsensi değerlerinin belirgin biçimde azaldığını belirtmiştir. Bu durum, bu çalışmadaki kalınlık artışına bağlı olarak iletilen ışık gücünde gözlenen düşüşle uyumludur. İlâveten literatürde, ışık kaynağı ile polimerizasyonu istenen materyal yüzeyi arasındaki mesafe arttıkça irradyansın azaldığı ve 10-11 mm mesafede yaklaşık %20-25 oranında güç kaybı olduğu bildirilmiştir.²¹ Bu iki etki birlikte değerlendirildiğinde, hem materyal kalınlığının artmasıyla beklenen translüsensi azalması hem de ışık kaynağı- yüzey mesafesine bağlı irradyans kaybı bu çalışmada iletilen ışık gücünde meydana gelen azalmayı açıklayabilecek temel faktörlerdendir.

Flury ve ark.²², 1,5 mm, 3 mm ve 6 mm kalınlığındaki seramik restorasyonlar üzerinden yapılan ışık uygulamasında ışığın sırasıyla %80'in üzerinde, %95 ve %99 oranında geçişinin azaldığını bildirmiştir. Bu çalışmada indirekt restoratif materyallerin yalnızca 1,5 mm ve 2 mm kalınlıkları değerlendirilmiş olsa da 1,5 mm kalınlığındaki örneklerde iletilen ışık gücünün başlangıca göre belirgin şekilde azalması referans çalışmada belirtilen %80'in üzerindeki kayıp düzeyleriyle uyumludur. Ayrıca, 2 mm kalınlığındaki örneklerde gözlenen daha düşük ışık iletimi, Flury ve ark.²²'nin 3 mm ve 6 mm kalınlıklarda bildirdiği ışık geçişinin azalması eğilimiyle benzer sonuçlar göstermektedir. Nitekim Li ve ark.²³ tarafından yapılan çalışmada 0,1 mm kalınlığındaki rezin simanın yeterli polimerizasyonu için 100 mW/cm² ışık gücü ve 6 J/cm² radyant enerji gerektiği bulunmuştur. Bu çalışmanın verileri incelendiğinde 1,5 mm kalınlığında tüm materyallerden iletilen ışık gücü 100 mW/cm² üzerinde kalmış, dolayısıyla referans çalışmanın belirttiği minimum polimerizasyon eşğine teorik olarak ulaşılmıştır. Buna karşın 2 mm materyal kalınlığında IPS e.max CAD ve VarseoSmile TriniQ örneklerinden iletilen ışık gücü 100 mW/cm²'nin altına düşmüş ve klinik olarak yeterli polimerizasyonun sağlanamama

riski ortaya çıkmıştır. Bu durum indirekt restoratif materyallerin kalınlığındaki küçük artışların bile polimerizasyon açısından kritik sonuçlar oluşturabileceğini göstermektedir.

Li ve ark.²³ 100 mW/cm² ışık gücü ve 6 J/cm² minimum radyant enerji değerine ulaşabilmek için ışık kaynağının çıkış gücünün 1,5 mm seramikte en az 500 mW/cm², 3 mm'de 2000 mW/cm², 6 mm'de ise 10.000 mW/cm² olması gerektiğini ve ışık uygulama süresinin 60 saniyenin üzerine olması gerektiğini belirtmiştir. Ancak literatürde kullanılan LED ışık kaynaklarının büyük çoğunluğunun ışık gücünün 2000 mW/cm² altında kaldığı bildirilmiştir.^{22,24,25} Bu nedenle 3 mm'den daha kalın seramik restorasyonlar altında yalnızca ışıkla polimerize olan rezin simanların kullanımı önerilmemektedir.²³

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar hem materyal kalınlığının hem de materyal türünün iletilen ışık gücü ve ışık geçme yüzdesi üzerinde belirgin etkileri olduğunu ortaya koymuş ve çalışmanın h₀₁ ve h₀₂ hipotezleri reddedilmiştir.

Bu bulgular, çalışmanın tasarımına özgü belirli metodolojik sınırlılıklar dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Veriler in vitro koşullarda, standartlaştırılmış disk örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu durum, ağız içerisindeki kavisli preparasyonlar, diş dokuları ve tükürük gibi faktörlerin oluşturduğu karmaşık klinik ortamı yansıtmamaktadır. İlâveten, ölçümler tek bir LED ışık kaynağının standart modu kullanılarak yapılmış; farklı ışık kaynakları, modları ve uç tasarımlarının potansiyel etkileri araştırılmamıştır. Çalışmada üç indirekt restoratif materyalin yalnızca A2 rengi ve iki kalınlık düzeyi değerlendirilmiştir. Farklı materyaller, renkler, daha geniş kalınlık aralıkları için sonuçların doğrudan genellenmesi sınırlıdır. Ayrıca bu çalışmada sadece iletilen ışık gücü ve ışık geçme oranı ölçülmüş; bu ışık gücü kaybının rezin simanların polimerizasyon derecesi, sertlik ve bağlanma dayanımı gibi mekanik ve klinik sonuçlara yansması test edilmemiştir. Bu sınırlılıklar göz önünde bulundurulduğunda, ileride yapılacak çalışmalarda farklı ışık kaynakları, daha çeşitli materyal grupları, farklı kalınlık ve renk kombinasyonları ile rezin simanların polimerizasyon parametrelerinin birlikte değerlendirilmesi klinik açıdan daha kapsamlı veri sağlayacaktır.

Sonuç

Bu çalışma, değerlendirilen indirekt restoratif materyallerden iletilen ışık gücünün hem materyal türüne hem de materyal kalınlığına

bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Örneklerin kalınlığının artmasıyla ışık transmisyonunun azalması ve materyaller arasında tespit edilen farklılıklar, polimerizasyon sırasında restorasyon altına ulaşan ışık miktarının sabit olmadığını göstermektedir. Bu sonuçlar, materyal türü ve kalınlık değiştiğinde ışık iletiminde farklılıklar ortaya çıktığını ve bu farklılıkların rezin simanların polimerizasyonunu etkileyebilecek bir unsur olduğunu göstermektedir. Farklı materyal grupları ve daha geniş kalınlık aralıklarını içeren çalışmaların yapılması ışık transmisyonu ve polimerizasyon arasındaki ilişkinin daha ayrıntılı biçimde açıklanmasına katkı sağlayacaktır.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için etik kurul onayına gerek duyulmamaktadır.

Finansal Kaynak

Yazarlar bu çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmektedir.

Çıkar Çatışması

Bu makale yazarlarından hiçbirinin makalede bahsi geçen konu veya malzemeyle ilgili herhangi bir ilişkisi, bağlantısı veya parasal çıkar durumu söz konusu değildir.

Yazar Katkısı: Fikir: E.N.K, B.D.K, B.T Tasarım: E.N.K, B.D.K, B.T Denetleme P.Y.A, B.T Kaynaklar: E.N.K, B.D.K Malzemeler: E.N.K, B.D.K Veri Toplama: E.N.K, B.D.K Analiz: E.N.K, B.D.K, P.Y.A, B.T Literatür: E.N.K Yazı: E.N.K Eleştirel İnceleme: B.D.K, P.Y.A, B.T.

Kaynakça

- Jovanović M, Živić M, Milosavljević M. A potential application of materials based on a polymer and CAD/CAM composite resins in prosthetic dentistry. *J Prosthodont Res.* 2021;65(2):137-47.
- Spitznagel F, Boldt J, Gierthmuehlen P. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. *J Dent Res.* 2018;97(10):1082-91.
- Aktug Karademir S, Atasoy S, Akarsu S, Karaaslan E. Effects of post-curing conditions on degree of conversion, microhardness, and stainability of 3D printed permanent resins. *BMC Oral Health.* 2025;25(1):304.
- Pereira ALC, de Melo Dias AC, de Souza Santos K, et al. Influence of salivary pH on the surface, mechanical, physical, and cytotoxic properties of resins for 3D-printed and heat-polymerized denture base. *J Dent.* 2025;156:105721.
- Oh R, Lim J-H, Lee C-G, Lee K-W, Kim S-Y, Kim J-E. Effects of washing solution temperature on the biocompatibility and mechanical properties of 3D-printed dental resin material. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2023;143:105906.
- Al-Dulaijan YA, Alsulaimi L, Alotaibi R, et al. Comparative evaluation of surface roughness and hardness of 3D printed resins. *Materials (Basel).* 2022;15(19):6822.
- de Castro EF, Nima G, Rueggeberg FA, Giannini M. Effect of build orientation on accuracy, flexural modulus, flexural strength, and microhardness of 3D-printed resins for provisional restorations. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2022;136:105479.
- Soto-Montero J, Romano BdC, Noronha MdS, André CB, Giannini M. Microtensile bond strength of resin cements to 3D-printed and milled temporary restorative resins. *Odovtos Int J Dent Sci.* 2023;25(3):82-98.
- Öztürk E, Bolay Ş, Hickel R, Ilie N. Effects of ceramic shade and thickness on the micro-mechanical properties of a light-cured resin cement in different shades. *Acta Odontol Scand.* 2015;73(7):503-7.
- Hadis M, Leprince J, Shortall A, Devaux J, Leloup G, Palin W. High irradiance curing and anomalies of exposure reciprocity law in resin-based materials. *J Dent.* 2011;39(8):549-57.
- Selig D, Haenel T, Hausnerová B, et al. Examining exposure reciprocity in a resin-based composite using high irradiance levels and real-time degree of conversion values. *Dent Mater.* 2015;31(5):583-93.
- Brodbelt R, O'Brien W, Fan P. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res.* 1980;59(1):70-5.
- Pacheco RR, Carvalho AO, André CB, et al. Effect of indirect restorative material and thickness on light transmission at different wavelengths. *J Prosthodont Res.* 2019;63(2):232-8.
- Caldas D, Almeida J, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti M, Consani S. Influence of curing tip distance on resin composite Knoop hardness number using three different light-curing units. *Oper Dent.* 2003;28(3):315-20.
- Staudt CB, Krejci I, Mavropoulos A. Bracket bond strength dependence on light power density. *J Dent.* 2006;34(7):498-502.
- Jafari Z, Alaghehmand H, Samani Y, Mahdian M, Khafri S. Light transmittance of CAD/CAM ceramics with different shades and thicknesses and microhardness of the underlying light-cured resin cement. *Restor Dent Endod.* 2018;43(3):e31.
- Hassanpour M, Narongdej P, Alterman N, Moghtadernejad S, Barjasteh E. Effects of post-processing parameters on 3D-printed dental appliances: A review. *Polymers (Basel).* 2024;16(19):2795.
- De Castro EF, Fronza BM, Soto-Montero J, Giannini M, dos-Santos-Dias CT, Price RB. Effect of thickness of CAD/CAM materials on light transmission and resin cement polymerization using a blue light-emitting diode light-curing unit. *J Esthet Restor Dent.* 2023;35(2):368-80.
- Lise DP, Van Ende A, De Munck J, et al. Light irradiance through novel CAD-CAM block materials and degree of conversion of composite cements. *Dent Mater.* 2018;34(2):296-305.
- Doğu Kaya B, Öztürk S, Şenol AA, Kahramanoğlu E, Yılmaz Atalı P, Tarçın B. Effect of CAD-CAM block thickness and translucency on the polymerization of luting materials. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):1384.
- Watts DC, Algamaiah H. What happens when I irradiate a BFC? In: *Bulk Fill Resin Composites in Dentistry: A Clinical Guide.* Cham: Springer; 2023. p. 39-49.

22. Flury S, Lussi A, Hickel R, Ilie N. Light curing through glass ceramics with a second- and third-generation LED curing unit: effect of curing mode on the degree of conversion of dual-curing resin cements. *Clin Oral Investig.* 2013;17(9):2127-37.
23. Li Q, Lin H-L, Zheng M, Ozcan M, Yu H. Minimum radiant exposure and irradiance for triggering adequate polymerization of a photopolymerized resin cement. *Materials (Basel).* 2021;14(9):2341.
24. Watanabe H, Kazama R, Asai T, et al. Efficiency of dual-cured resin cement polymerization induced by high-intensity LED curing units through ceramic material. *Oper Dent.* 2015;40(2):153-62.
25. Morimoto S, Zanini RAM, Meira JBC, Agra CM, Calheiros FC, Nagase DY. Influence of physical assessment of different light-curing units on irradiance and composite microhardness top/bottom ratio. *Odontology.* 2016;104(3):298-304.



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>
DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v01i3004



Ebeveynlerin Ağız Hijyen Alışkanlıkları ile Adölesanların Periodontal Sağlığı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Evaluation of the Relationship Between Parental Oral Hygiene Habits and Adolescents' Periodontal Health

Nurcan Aksaka^{1*}, Ekin Yay², Selin Şahinkaya³

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, ebeveynlerin diş fırçalama alışkanlıklarının çocuklarının periodontal sağlık parametreleri üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Kesitsel tasarımlı bu araştırmaya 80 sistemik olarak sağlıklı çocuk dahil edilmiştir. Çocuklar, ebeveynlerinin diş fırçalama alışkanlıklarına göre iki gruba ayrılmıştır: düzensiz veya yetersiz fırçalayan ebeveynlerin çocukları (Grup 1) ve günde iki kez düzenli diş fırçalayan ebeveynlerin çocukları (Grup 2). Tüm katılımcılarda plak indeksi (PI), gingival indeks (GI), sondalama derinliği (SD) ve sondalamada kanama indeksi (SKİ) standart periodontal protokole göre değerlendirilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır.

Bulgular: Gruplar yaş, cinsiyet, boy ve kilo açısından benzer bulunmuştur ($p>0.05$). Klinik periodontal parametrelerde anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Grup 1'deki çocukların PI ve GI değerleri, Grup 2'ye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak SD ve SKİ açısından gruplar arasında anlamlı fark gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Sonuç: Ebeveynlerin ağız hijyeni alışkanlıkları, çocukların periodontal sağlık parametreleri üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Düzensiz veya yetersiz diş fırçalama davranışı sergileyen ebeveynlerin çocukları daha yüksek plak birikimi ve artmış gingival inflamasyon göstermektedir. Bu sonuçlar, ebeveynlere yönelik ağız sağlığı eğitimlerinin çocukların periodontal sağlığının korunmasında kritik olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dental plak indeksi, Diş eti hastalıkları, Ebeveyn davranışı, Gingival indeks.

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study was to evaluate the effect of parents' toothbrushing habits on the periodontal health parameters of their children.

Materials and Methods: This cross-sectional study included 80 systemically healthy children. Participants were divided into two groups according to their parents' toothbrushing routines: children of parents who brushed irregularly or inadequately (Group 1), and children of parents who brushed regularly twice daily (Group 2). Clinical periodontal parameters, including plaque index (PI), gingival index (GI), probing depth (PD), and bleeding on probing (BOP), were recorded following a standardized periodontal protocol. Independent samples t-test was used for intergroup comparisons.

Results: The groups were similar in terms of age, sex, height, and weight ($p>0.05$). Significant differences were found in periodontal parameters. Children in Group 1 presented significantly higher PI and GI scores compared to Group 2 ($p<0.05$). No significant differences were observed for PD or BOP between groups ($p>0.05$).

Conclusion: Parental oral hygiene habits have a significant impact on the periodontal health parameters of children. Children of parents with irregular toothbrushing habits exhibit greater plaque accumulation and higher levels of gingival inflammation. These findings highlight the importance of parental oral health education and emphasize family-based preventive strategies for promoting periodontal health in children.

Keywords: Dental plaque index, Gingival diseases, Gingival index, Parental behavior

¹Dr. Öğr. Üyesi, Periodontoloji Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul Medipol Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

²Dr. Dt., Department of Periodontology, School of Dentistry, University of Birmingham, Birmingham, UK.

³Dr. Dt., Özel Klinik, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu Yazar: Nurcan Aksaka, e-mail: naltas@medipol.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7439-5015, İstanbul Medipol Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Anabilim Dalı, TEM Avrupa Otoyolu Göztepe Çıkışı. No. 1, 34214 Bağcılar, İstanbul, Türkiye.

Giriş

Adölesan dönemi, bireylerin hem davranışsal hem de fizyolojik açıdan önemli değişimler yaşadığı, ağız hijyeni alışkanlıklarının ise çoğu zaman düzensizleştiği bir gelişim evresidir. Bu yaş grubunda görülen en yaygın periodontal durum plak birikimine bağlı gingivitis olup, prevalansın farklı toplumlarda %20 ile %90 arasında değiştiği bildirilmiştir.^{1,2} Literatür, yetersiz fırçalama, irrasyonel beslenme alışkanlıkları ve düzenli dental kontrollerin aksatılmasının gingivitis riskini artırdığını göstermektedir.^{3,4}

Periodontal hastalıkların ortaya çıkmasında bireysel hijyen davranışları kadar, içinde bulunulan aile ortamı ve ebeveynlerin tutumları da belirleyici rol oynamaktadır. Ebeveynin ağız hijyeni konusundaki bilgi düzeyi, kendi ağız bakım davranışları ve çocuğa model olma biçimi, adölesanın ağız sağlığı davranışlarını doğrudan şekillendirmektedir.⁵ Ebeveynlerin çocuklarına kazandırdığı rutin fırçalama alışkanlığı, beslenme düzeni ve ağız sağlığına yönelik farkındalık, hem plak birikimi hem de gingival inflamasyon düzeyi üzerinde etkili bulunmaktadır.⁴ Sosyoekonomik düzey, ebeveyn eğitim durumu ve aile içi hijyen alışkanlıkları da adölesan periodontal sağlığının önemli belirleyicileridir. Düşük sosyoekonomik seviye düzeyine sahip ailelerde oral hijyenin daha yetersiz olduğu, gingival kanama ve plak skorlarının daha yüksek seyrettiği birçok çalışmada gösterilmiştir.^{1,6}

Son yıllarda yapılan araştırmalar, ebeveynlik biçimleri ve aile içi davranış modellerinin yalnızca psikososyal gelişimi değil, aynı zamanda çocukların oral sağlık davranışlarını da etkilediğini göstermektedir. Otoriter, aşırı kontrolcü veya güç kullanımı içeren ebeveynlik pratikleri; çocuklarda daha zayıf oral hijyen, daha yüksek plak birikimi ve daha fazla gingival kanama ile ilişkilendirilmiştir.⁷ Buna karşın destekleyici, açıklayıcı ve iznini çocuğun gelişim düzeyine göre veren olumlu ebeveynlik stillerinin, çocuğun ağız bakımına yönelik motivasyonu artırdığı ve daha iyi periodontal çıktılarla ilişkili olduğu bildirilmektedir.⁸ Özellikle güç kullanan (power-assertive) ebeveynlik yaklaşımının, çocuklarda kötü oral hijyen aracılığıyla gingivitis şiddetini artırdığına yönelik yapısal eşitlik modelleri bunu desteklemektedir.⁷

Mevcut literatür adölesanlarda periodontal sağlığı etkileyen faktörlerin çoğunu incelemiş olmakla birlikte, ebeveyn ağız hijyeni alışkanlıkları ile adölesanların periodontal sağlığı arasındaki ilişkinin birlikte değerlendirildiği çalışmalar

oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, ebeveynlerin kendi ağız hijyen davranışlarının adölesan periodontal sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmek önemli bir bilimsel ve klinik ihtiyaçtır. Bu çalışmada, ebeveynlerin ağız hijyeni alışkanlıkları ile adölesan bireylerin periodontal sağlık durumu arasındaki ilişkinin klinik periodontal parametreler ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın hipotezi, ebeveynlerin ağız hijyeni alışkanlıklarının adölesan bireylerin periodontal sağlık parametreleri üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu yönündedir.

Gereç ve Yöntemler

Çalışma Tasarımı ve Örneklem

Bu öncü nitelikteki kesitsel çalışma, İstanbul Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'nda Eylül 2019 – Eylül 2021 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çalışma popülasyonu, İstanbul'da yaşayan ve ağırlıklı olarak Türk etnik kökenine mensup 12-18 yaş arası çocuklardan oluşmuştur. Çalışma için İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (Karar No: 680, Tarih: 25/09/2019). Araştırma, yürürlükteki ulusal mevzuata uygun olarak ve Helsinki Deklarasyonu (1975), 2008 revizyonu hükümleri doğrultusunda yürütülmüştür. Tüm çocuklar ve ebeveynleri çalışma hakkında sözlü ve yazılı olarak bilgilendirilmiş; ebeveynlerden bilgilendirilmiş gönüllü olur formu alınmıştır.

Çalışmaya sadece; sistemik olarak sağlıklı, son altı ay içinde antibiyotik kullanmamış, ortodontik tedavi görmeyen, sigara içmeyen ve ağızlarında en az 20 diş bulunan çocuklar dahil edilmiştir. Bu kriterleri karşılamayan bireyler çalışma dışında bırakılmıştır. Çalışmanın örneklem büyüklüğü, araştırma süresince dahil edilme kriterlerini karşılayan ve çalışmaya katılmayı kabul eden uygun katılımcı sayısına göre belirlenmiştir. Toplam 80 çocuk değerlendirilmeye alınmıştır.

Çalışmaya katılan çocukların ebeveynlerine diş fırçalama alışkanlıkları sorulmuş ve her 2 ebeveynin fırçalama alışkanlıklarına göre katılımcılar iki gruba ayrılmıştır:

Grup 1: Her iki ebeveyni de düzenli olarak fırçalayan çocuklar (Günde 1 defa veya düzensiz fırçalayanlar ile hiç fırçalayanlar)

Grup 2: Her iki ebeveyni de günde 2 defa düzenli olarak fırçalayan ebeveynlerin çocukları

Ebeveynlerin ağız hijyeni davranışları yapılandırılmış bir anket formu aracılığıyla değerlendirilmiştir. Anket, ebeveynlerin sosyoekonomik düzeylerine

ve diş fırçalama sıklığına yönelik temel soruları içermekte olup, klinik ölçümlerle desteklenmiştir.

Klinik Değerlendirmeler

Tüm periodontal ölçümler aynı araştırmacı tarafından, standart bir periodontal sond (Williams periodontal probu) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmacının ölçüm güvenilirliğini sağlamak amacıyla çalışmaya dahil edilmeyen 10 adölesanda 1 hafta arayla ölçümler tekrar yapılmış ve intra-examiner tutarlılığı değerlendirilmiştir. Ölçümler arasındaki uyumu belirlemek üzere intraclass correlation coefficient (ICC) değerleri hesaplanmış ve tüm periodontal parametreler için 0.85'in üzerinde bulunarak yüksek düzeyde ölçüm tutarlılığı doğrulanmıştır. Periodontal durumun belirlenmesinde aşağıdaki klinik parametreler değerlendirilmiştir:

Plak indeksi (Pİ): Tüm dişlerin dört yüzeyinden alınan skorların ortalaması hesaplanmış ve bireyin oral hijyen düzeyi belirlenmiştir.⁹

Gingival indeksi (Gİ): Gingival inflamasyonun şiddeti dört yüzeyden değerlendirilerek ortalama değer elde edilmiştir.¹⁰

Sondalama derinliği (SD): Her diştten altı bölgede sondalama derinliği ölçülmüş ve tüm ölçümlerin ortalaması alınmıştır.¹¹

Sondalamada Kanama İndeksi (SKİ): Sondalama sonrasında kanama gözlenen bölgelerin yüzdesi belirlenmiştir.

Tüm periodontal ölçümler aynı klinik protokole uygun biçimde gerçekleştirilmiş olup, araştırmacılar arasında körleme sağlanarak ölçüm yanlılığı azaltılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Elde edilen tüm klinik veriler Microsoft Excel ortamına kaydedilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro–Wilk testi ile analiz edilmiştir. Gruplar arasındaki ortalama periodontal parametrelerin karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Tablo 1. Gruplara göre katılımcıların demografik özelliklerinin karşılaştırılması

	Grup 1 (n=40)	Grup 2 (n=40)	Toplam (n=80)	P
Cinsiyet, n (%)				
Kız	20 (50,0)	21 (52,5)	41(51,3)	1,000 [†]
Erkek	20 (50,0)	19 (47,5)	39 (48,7)	
Yaş, yıl (ortalama±SS)	15,95±1,45	15,43±1,48	15,69±1,48	0.110*
Kilo, kg (ortalama ±SS)	58,68±14,60	59,20±14,59	58,94±14,50	0,714*
Boy, cm (ortalama ±SS)	166,53±10,06	165±11,19	165,83±10,60	0,558**

[†]Yates düzeltmesi, *Mann Whitney U testi, ** Bağımsız örneklem t-testi, SS: standart sapma

Tablo 2. Gruplara Göre Klinik Periodontal Parametrelerin Karşılaştırılması

Parametre (ortalama±SS)	Grup 1	Grup 2	t-değeri	p*
PI	1,52±0,55	1,03± 0,40	2,276	0,025
GI	1,38±0,50	1,14 ± 0,46	2,294	0,024
SD	1,84±0,37	1,74 ± 0,37	1,207	0,230
SKİ (%)	41,39±18,28	36,50 ± 18,42	1,882	0,063

* Bağımsız örneklem t-testi, SS: standart sapma

Bulgular

Gruplar arasında cinsiyet dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=1,000$). Grup 1'deki katılımcıların %50'si kız, %50'si erkektir. Grup 2'deki katılımcıların ise %52,5'i kız ve %48,7'si erkektir. Tüm katılımcıların ortalama yaşı 15,69±1,48 yıldır. Ortalama ağırlıkları 58,94±14,50 kg ve ortalama boyları 165,83±10,60

cm'dir. Gruplar arasında yaş, ağırlık ve boy açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 1). Çalışmaya katılan ebeveynlerin sosyoekonomik seviye dağılımı incelendiğinde, her iki grupta da orta sosyoekonomik seviyeye sahip bireylerin çoğunlukta olduğu görülmüştür. Grup 1'de katılımcıların 3'ü (%7,5) düşük, 30'u (%75,0) orta ve 7'si (%17,5) iyi sosyoekonomik seviyede yer alırken;

Grup 2’de bu dağılım sırasıyla 6 (%15,0), 31 (%77,5) ve 3 (%7,5) olarak belirlenmiştir. Gruplar arasında sosyoekonomik seviye açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,27$).

Gruplar arasında klinik periodontal parametreler açısından anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. Pİ ve Gİ değerleri, ebeveynleri düzenli fırçalamayan çocuklarda anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Buna karşılık SD ve SKİ açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Tüm klinik periodontal parametrelerin gruplara göre karşılaştırılması Tablo 2’de sunulmuştur.

Tartışma

Bu çalışma, ebeveynlerin ağız hijyeni alışkanlıkları ile adölesan bireylerin periodontal sağlık durumları arasındaki ilişkiyi inceleyen az sayıdaki araştırmadan biridir. Bulgular, adölesanlarda plak birikimi ve gingival inflamasyonun önemli düzeyde olduğunu ve ebeveyn ağız hijyeni davranışlarının, çocukların periodontal parametreleri üzerinde anlamlı etkiler gösterebildiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, çocukluk ve ergenlik döneminde ağız sağlığının yalnızca bireysel davranışlarla değil, aynı zamanda aile yapısı ve ebeveyn tutumlarıyla şekillendiğini bildiren mevcut literatürle uyumludur.

Adölesan dönemde gingivitis prevalansının yüksek olduğu, birçok epidemiyolojik çalışmada tutarlı bir biçimde gösterilmiştir. Plak birikimi, düzensiz fırçalama ve yetersiz oral hijyen davranışları bu yaş grubunda en temel belirleyiciler olarak bildirilmektedir.³ Mevcut çalışmada da adölesanlarda görülen Pİ ve Gİ değerlerinin literatürde bildirilen oranlarla benzer düzeyde seyretmesi, bu yaş grubunda ağız hijyeninin sürdürülebilirliğinin hala önemli bir sorun olduğunu düşündürmektedir. Özellikle hızlı büyüme, hormonal değişiklikler ve davranışsal dalgalanmalar, adölesanlarda gingival inflamasyonu artıran fizyolojik ve davranışsal faktörler olarak tanımlanmaktadır.¹²

Ebeveynlerin ağız hijyeni alışkanlıklarının adölesan periodontal sağlığı üzerindeki etkisini gösteren bulgular, çalışmanın önemli katkılarından biridir. Literatürde ebeveyn model davranışlarının ve ev içi hijyen rutinlerinin çocuk ağız bakım alışkanlıklarını belirlediği geniş biçimde vurgulanmıştır.¹³ Ebeveynin diş fırçalama sıklığı, kendi ağız sağlığına yönelik tutumu ve düzenli kontrol alışkanlıkları, çocuklarda ağız hijyen davranışlarının kazanılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada ebeveynin kendi ağız bakımına özen göstermesi ile adölesanın periodontal parametreleri arasındaki pozitif ilişki,

sözü edilen model olma etkisini desteklemektedir.

Bununla birlikte, çalışmamızda SD ve SKİ açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bu bulgu, adölesan dönemde periodontal hastalık spektrumunun çoğunlukla plak kaynaklı, geri dönüşümlü gingivitis ile sınırlı olması ve klinik ataşman kaybı ya da patolojik cep oluşumunun nadir görülmesiyle uyumludur. Çocuk ve adölesan popülasyonlarında ileri periodontal yıkımın genellikle lokalize ve sınırlı olabildiği, 4 mm ve üzeri cep derinliklerinin düşük prevalansa sahip olduğu literatürde de bildirilmektedir.^{14,15} Ayrıca örneklemimizin sistemik olarak sağlıklı bireylerden oluşması ve her iki grupta da yaş ortalamalarının benzer seyretmesi, periodontal yıkımı yansıtan SD ve SKİ değerlerinin de birbirine yakın olmasına neden olmuş olabilir. SD ve SKİ ölçümlerinin daha çok uzun süreli birikim ve kronik inflamasyonu yansıtmaması, buna karşılık Pİ ve Gİ kısa dönemli ağız hijyeni davranışlarındaki değişikliklere daha duyarlı olması da yalnızca plak ve gingival inflamasyon düzeylerinde grup farkları saptanmasını açıklayabilir. Dolayısıyla ebeveyn ağız hijyeni alışkanlıklarının adölesanlarda öncelikle yumuşak plak birikimi ve gingival inflamasyon üzerinde etkili olduğu, bu etkinin ataşman kaybı ve SD gibi daha ileri periodontal parametrelere yansıyabilmesi için daha uzun süreli izlem çalışmalarına ihtiyaç olduğu düşünülebilir.

Ebeveynlik tutumları ile çocuk periodontal sağlığı arasındaki ilişki, literatürde giderek daha fazla incelenen bir konu hâline gelmiştir. Yapılan çalışmalar, aşırı kontrolcü, baskıcı veya güç kullanımı içeren ebeveynlik biçimlerinin çocuklarda daha düşük oral hijyen düzeyleri ve daha yüksek gingival kanama oranlarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir.⁸ Kumar ve arkadaşlarının yapısal eşitlik modeline dayanan çalışmasında, güç kullanan ebeveynlik yaklaşımının çocuklarda kötü ağız hijyeni aracılığıyla gingivitis şiddetini artırdığı bildirilmiştir.⁷ Mevcut çalışmada ebeveyn ağız hijyeni davranışlarının adölesan periodontal parametreleriyle ilişkili bulunması, bu dolaylı etki mekanizmasını destekleyen önemli bir bulgudur.

Bu çalışmanın sonuçları, ebeveyn davranışları ile adölesan ağız hijyeni arasındaki ilişkinin çok boyutlu olduğunu göstermektedir. Ebeveynin sadece kendi ağız bakımına gösterdiği özen değil, aynı zamanda çocuğa yönelik tutumu, bilgilendirme biçimi, fırçalamayı takip etme düzeyi ve evdeki ağız hijyeni kültürü hep birlikte adölesanın periodontal sağlığını şekillendirmektedir. Bunun yanında,

literatür çocuklarda kötü ağız hijyeni davranışlarının tek başına fırçalama sıklığıyla açıklanamayacağını; fırçalama tekniği, süresi, motivasyon düzeyi ve ebeveyn yönlendirmesinin önemli bileşenler olduğunu göstermektedir.²

Bu çalışmanın güçlü yönlerinden biri, ebeveyn ağız hijyeni alışkanlıklarının adolesan periodontal sağlığıyla birlikte değerlendirilmiş olmasıdır. Çalışma gruplarının sosyoekonomik seviye açısından benzer dağılım göstermesi, elde edilen periodontal bulguların sosyoekonomik farklılıklardan bağımsız olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Bununla birlikte, kesitsel tasarımın neden-sonuç ilişkisini göstermeye izin vermemesi ve örneklemin belirli bir bölgeyle sınırlı olması çalışmanın sınırlılıkları arasında sayılabilir. Ayrıca çalışmanın öncü (pilot) nitelikte olması ve örneklem büyüklüğünün orta ve büyük etki düzeylerini saptamaya daha duyarlı olması, küçük etki büyüklüklerinin gözden kaçmış olma olasılığını da beraberinde getirmektedir.

Anket verilerinin öz-bildirime dayalı olması, yanıt yanlılığı açısından bir sınırlılık oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra ebeveyn ağız hijyeni davranışları ve çocukların oral hijyen alışkanlıkları tek bir zaman noktasında değerlendirilmiş olup, bu davranışların zaman içerisindeki sürekliliği ve değişimi analiz edilememiştir. Ayrıca fırçalama tekniği, süre, motivasyon düzeyi ve kullanılan ürün özellikleri gibi periodontal sağlığı etkileyebilecek bazı davranışsal faktörler çalışma kapsamında doğrudan ölçülmemiştir. Gelecekte yapılacak prospektif ve çok merkezli çalışmalar, ebeveyn davranışları ile adolesan periodontal sağlığı arasındaki ilişkinin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Sonuç

Sonuç olarak, adolesan periodontal sağlığı aile ortamından ve ebeveyn davranışlarından bağımsız değerlendirilemez. Elde edilen bulgular, ebeveynlerin ağız hijyenine gösterdiği özen ve çocuklarına sağladıkları davranışsal yönlendirmenin, adolesanlarda plak birikimi ve gingival inflamasyon üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, aile temelli ağız sağlığı eğitim programlarının geliştirilmesi, ebeveynlere yönelik farkındalık çalışmalarının artırılması ve düzenli dental kontrollerin teşvik edilmesi, adolesan periodontal sağlığını iyileştirmede etkili stratejiler olabilir.

Etik Kurul Onayı

Çalışma için İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (Karar No: 680, Tarih: 25/09/2019).

Çıkar Çatışması

Yazarlar, çalışma ile ilgili herhangi bir çıkar çatışmasının bulunmadığını beyan etmektedir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma herhangi bir kurum, kuruluş veya fon tarafından desteklenmemiştir.

Yazar katkısı

Fikir: N.A Tasarım: N.A Denetleme: N.A Kaynaklar: N.A Malzemeler: - Veri Toplama ve/veya işleme: E.Y, S.Ş Analiz ve/veya yorum: N.A, E.Y Literatür taraması: N.A, E.Y Yazı: N.A Eleştirel inceleme: N.A.

Kaynakça

1. Elgasmi FE, Maghous K, Badre B. Gingivitis in children and adolescents: epidemiological overview and associated factors—A narrative review. *Front Oral Health*. 2025;6:1675033.
2. Davidovich E, Grender J, Zini A. Factors associated with dental plaque, gingivitis, and caries in a pediatric population: a records-based cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(22):8595.
3. Folayan MO, El Tantawi M, Chukwumah NM, et al. Individual and familial factors associated with caries and gingivitis among adolescents resident in a semi-urban community in South-Western Nigeria. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):166.
4. Liu X, Xu J, Li S, Wang X, Liu J, Li X. The prevalence of gingivitis and related risk factors in schoolchildren aged 6–12 years. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):623.
5. Ayoub S, Finkelman MD, Swee GJ, Hassan M, Loo CY. An investigation of the association between parenting style and child's dental caries: a cross-sectional study. *Sci Rep*. 2024;14(1):18134.
6. Ripardo ACG, Queiroz AC, Herkrath APCQ, et al. The Association Between Periodontal Status, Oral Health-Related Quality of Life and Self-Rated Oral Health in Socially Underprivileged Adolescents. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2025;53(3):278-85.
7. Kumar S, Tadakamadla J, Zimmer-Gembeck MJ, Kroon J, Lalloo R, Johnson NW. Parenting practices and children's dental caries experience: A structural equation modelling approach. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2017;45(6):552-8.
8. Viswanath S, Asokan S, Geethapriya PR, Eswara K. Parenting styles and their influence on child's dental behavior and caries status: An analytical cross-sectional study. *J Clin Pediatr Dent*. 2020;44(1):8–14.
9. Silness J, Loe H. Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand*. 1964;22:121-35.
10. Loe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand*. 1963;21:533-51.
11. Ainamo J, Bay I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *Int Dent J*. 1975;25(4):229-35.
12. Myint ZCK, Zaitsu T, Oshiro A, Ueno M, Soe KK, Kawaguchi Y. Risk indicators of dental caries and gingivitis among 10-11-year-old students in Yangon, Myanmar. *Int Dent J*. 2020;70(3):167-75.
13. Aly NM, Mohamed AA, Abdelaziz WE. Parenting practices and oral health status in rural areas in Egypt: a household survey. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):134.
14. Marchetti E, Pizzolante T, Americo LM, Bizzarro S, Quinzi V, Mummolo S. Periodontology Part 4: Periodontal disease in children and adolescents. *Eur J Paediatr Dent*. 2022;23(4):332-35.
15. Modéer T, Wondimu B. Periodontal diseases in children and adolescents. *Dent Clin North Am*. 2000;44(3):633-58.



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>

DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v01i3005



Effect of Surface Pretreatments on the Bond Strength and Removal Efficiency of Temporary Restoration

Yüzey Hazırlık Yöntemlerinin Bağlanma Dayanımı ve Geçici Restorasyonun Uzaklaştırma Etkinliği Üzerine Etkisi

Ayşe Aslı Şenol^{1*}, Yasin Özçelik², Özdemir Akı², Elif Alkan¹,
Bilge Tarçın³, Pınar Yılmaz Atalı³, Dilek Tağtekin³

Abstract

Objectives: To evaluate the effect of temporary restoration and different surface pretreatment methods on the shear bond strength (SBS) of resin cement to dentin surfaces coated with immediate dentin sealing (IDS), and assess the relationship between removal efficiency and SBS.

Materials and Methods: Forty extracted human molars were prepared to obtain flat dentin surfaces and IDS was applied. Specimens were randomly assigned into four groups (n=10): air abrasion with silica-coated alumina or polishing using abrasive paste, with and without temporary restoration. In the test groups, temporary restorations were applied, stored in distilled water for 7-days, and removed using dental probe. The surfaces of all specimens were pretreated with either air abrasion or polishing and then restored with a dual-cure resin cement. After thermocycling, SBS was tested. Fluorescence images obtained before and after surface pretreatment were used to quantify residual temporary material and to calculate removal efficiency. Data were analyzed using one-way ANOVA, Tukey's post hoc, and Pearson's correlations tests.

Results: The mean SBS values of temporary groups were significantly lower than control groups ($p<0.05$). No significant difference was observed between pretreatment methods. The mean removal efficiency was $72.6\pm22\%$ for air abrasion and $59.7\pm34.5\%$ for polishing ($p=0.380$). A positive correlation existed between removal efficiency and SBS ($r=0.83$, $p<0.01$).

Conclusion: Temporization significantly reduced the SBS to IDS-applied dentin, regardless of the surface pretreatment method. Both cleaning approaches removed residues effectively but neither restored initial strength. Higher removal efficiency correlated with improved adhesion, emphasizing the importance of effective cleaning after using temporary material.

Keywords: Air-abrasion, Dental bonding, Shear strength, Temporary dental restorations.

Özet

Amaç: Geçici restorasyon uygulaması ve yüzey hazırlık yöntemlerinin, immediate dentin sealing (IDS) uygulanan dentin yüzeylerinde rezin simanın makaslama bağlanma dayanımı (SBS) üzerindeki etkisini değerlendirmek ve geçici restorasyonun uzaklaştırılma etkinliği ile SBS arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler: Kırk adet çekilmiş insan molar dişinde düz dentin yüzeyleri hazırlanarak IDS uygulandı. Örnekler rastgele dört gruba ayrıldı (n=10): geçici restorasyon uygulanmaksızın silika kaplı alüminyum oksit ile air-abrazyon veya aşındırıcı pasta ile yüzey hazırlığı yapılan kontrol grupları, geçici restorasyon uygulanan ve restorasyonun uzaklaştırılmasını takiben air-abrazyon veya aşındırıcı pasta ile yüzey hazırlığı yapılan test grupları. Test gruplarında geçici restorasyonlar uygulandı, distile suda 7-gün bekletildi ve dental sond ile uzaklaştırıldı. Tüm örneklerin yüzeyleri ilgili yüzey hazırlık protokolüne göre temizlenerek dual-cure rezin siman uygulandı. Termal döngü işlemini takiben SBS testi gerçekleştirildi. Yüzey işleminden önce ve sonra alınan floresans görüntüleri ile rezidüel geçici materyal miktarı belirlendi, uzaklaştırma etkinliği (%) hesaplandı. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi, Tukey post-hoc ve Pearson korelasyon testi ile değerlendirildi.

Bulgular: Geçici restorasyon uygulanan grupların ortalama SBS değerleri, kontrol gruplarına göre anlamlı derecede daha düşüktü ($p<0,05$). Yüzey hazırlık yöntemleri arasında SBS açısından anlamlı bir fark izlenmedi. Ortalama uzaklaştırma etkinliği air-abrazyon için $72,6\pm22,0$, aşındırıcı pasta için ise $59,7\pm34,5$ olarak hesaplandı ($p=0,380$). Uzaklaştırma etkinliği ile SBS arasında pozitif bir korelasyon saptandı ($r=0,83$, $p<0,01$).

Sonuç: Geçici restorasyonların uygulanması, yüzey hazırlık yönteminden bağımsız olarak IDS-uygulanan dentin yüzeylerinde SBS'yi önemli ölçüde azaltmıştır. Her iki temizlik protokolü de rezidüel geçici materyali etkin biçimde uzaklaştırmasına rağmen, kontrol grubundaki SBS değerlerini sağlayamamıştır. Uzaklaştırma etkinliğindeki artışın yüksek bağlanma dayanımı değerleri ile ilişkili olması, etkili yüzey temizliğinin önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Air-abrazyon, Dental bonding, Geçici diş restorasyonları, Makaslama dayanımı.

¹DDS, Assistant Professor, Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Marmara University, İstanbul, Türkiye.

² DDS, Private Dentist, İstanbul, Türkiye

³ DDS, PhD, Professor., Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Marmara University, İstanbul, Türkiye.

*Corresponding Author: Ayşe Aslı Şenol, e-mail: asli.tuncer@marmara.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-3542-4877, Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Marmara University, Başbüyük Sağlık Yerleşkesi, Başbüyük Yolu 9/3 3485, Maltepe, İstanbul, Türkiye.

Introduction

In current restorative dentistry, adhesive procedures are essential for achieving retention and marginal integrity in both direct and indirect restorations.¹ With the use of contemporary clinical protocols and restorative materials, the goal is to establish a durable bond between the restorative materials and dental tissues. Nevertheless, the complex structure of dentin tissue and the difficulty of achieving a long-term bond remain significant challenges. During restorative procedures, contamination of dentin with blood, saliva, or temporary restorative materials may cause collapse of the exposed collagen network, adversely affecting hybrid layer formation and resin infiltration.² The introduction of techniques that permit bonding of freshly prepared dentin surfaces with adhesive resin immediately after tooth preparation has substantially reduced these limitations. Evidence suggests that immediate dentin sealing (IDS) improves bond strength, provides a barrier against bacterial penetration, and substantially lowering postoperative sensitivity.³⁻⁶ As with conventional indirect restorations, laboratory-based CAD/CAM workflows for indirect restorations may also necessitate more than one clinical appointment. Although IDS contributes to improving and preserving dentin adhesion throughout the period before final cementation, temporary restorations are needed to protect the pulp, preserve tooth structure, and maintain occlusal function and esthetics.⁷ The quality of the adhesive interface can be significantly affected by the interim period during which these temporary restorations are in place, as well as by their subsequent removal.⁸ Notably, residues remaining on IDS-applied surfaces following removal of temporary materials may inhibit adhesive infiltration and compromise the bond strength of definitive restorations.^{9,10} Consequently, appropriate surface conditioning following the removal of temporary restorations is a necessity to re-establish the bonding potential of the adhesive interface and to achieve the long-term clinical success of indirect restorations.⁸ While the contamination of blood or saliva can generally be rectified through the re-etching and re-application of adhesive systems¹¹, the elimination of temporary materials requires the implementation of supplementary surface cleaning protocols.¹² Among the methods examined, air abrasion and pumice polishing are frequently applied in clinical protocols.¹³⁻¹⁵ Air abrasion, which involves the application of particles such as aluminum oxide or silica-coated aluminum oxide to the adhesive surface, aims to effectively remove residues of temporary material.¹⁶ The capacity of this method

to generate a micro-roughened surface has been demonstrated to enhance micromechanical retention for adhesive systems.¹⁷ However, it is important to note that excessive abrasion has the potential to expose dentinal tubules and thereby compromise bond strength.^{18,19} On the other hand, cleaning with pumice is a more conservative mechanical technique commonly used to remove plaque deposits as well as temporary cement residues. Its relatively low abrasiveness makes this method safe for dental surfaces, while also serving as a preliminary pretreatment step that can increase the success of subsequent adhesive applications.^{8,15,20} Despite the existence of studies that indicate the superiority of aluminum oxide abrasion to pumice in terms of bond strength^{8,18}, there are also studies that find no statistically significant difference between the two approaches.²¹⁻²³ A recent review suggested that alumina air abrasion may improve bonding to sound dentin but reduce bond strength when applied to IDS-treated surfaces.¹⁰

In dentistry, fluorescence is defined as the emission of visible light by a material when it is exposed to near-ultraviolet light. Current restorative materials exhibit distinct fluorescence properties under near-UV illumination, enabling to be visualized with enhanced contrast against dental hard tissues or various materials. In addition to enabling esthetic evaluation, this feature also provides a valuable diagnostic advantage for the detection and quantification of residual material on treated surfaces.²⁴ Similarly, some resin-based temporary restorative materials have a property of inherent fluorescence under near-ultraviolet illumination. In this context, the ability to visualize and document the residual temporary material more precisely than with conventional examinations has been considered a methodological advantage. This facilitates a more precise evaluation of residual material and may allow a reliable comparison of different surface conditioning protocols with regard to their cleaning efficiency. Previous studies have predominantly focused on the effect of temporary cements on dentin bonding^{8,12,15,22} whereas limited evidence is available regarding the influence of resin-based provisional restorative materials, such as Clip F, on IDS-applied dentin.^{9,14,17} Moreover, further comparative investigations are required to determine the effectiveness of various surface pretreatment protocols following the temporary restoration removal. Therefore, the current study aimed to examine the effect of temporary restorations and two different surface pretreatment methods (air abrasion

with silica-coating and polishing with abrasive paste) on the SBS of resin cement to dentin surfaces treated with IDS. The fluorescence property of Clip F enabled a more accurate detection and quantification of residual material using Image J analysis, thereby allowing direct comparison of two different surface pretreatment protocols.

The hypotheses were:

1. The application of temporary restoration would not affect the SBS of resin cement to IDS-applied dentin.
2. Different surface pretreatment methods would not influence the SBS of resin cement to IDS-applied dentin.

Materials and Methods

This study was approved by the Clinical Research Ethics Committee of Marmara University Faculty of Dentistry (Approval no: 2025-05-04/2025-17). Teeth extracted less than three months prior that did not exhibit any caries, restorations, or structural defects were selected for this study.

Using a power analysis, the sample size was determined using G*Power software (Version 3.1.9.7; Franz Faul, University of Kiel, Germany) and methodology reported previously.²⁵ A minimum sample size of $n=7$ was estimated per group, for

which there would be 80% statistical power in a two-way ANOVA design ($\alpha=0.05$, $f=0.75$ effect size). Due to the possibility of losing samples during the experiment, a total of $n=10$ samples per group ($N=40$) were included.

Group Allocation

The 40 teeth were randomly assigned into four groups ($n=10$) for SBS evaluation.

Control groups: *Group A*. Surface pretreatment with 30 μm silica-coated aluminum oxide particles, without temporary restoration. *Group P*. Surface pretreatment with polishing using 1 μm diamond-based abrasive paste, without temporary restoration. Test groups: *Group TA*. Following the temporary restoration and its removal procedures, surface pretreatment with 30 μm silica-coated aluminum oxide particles. *Group TP*. Following the temporary restoration and its removal procedures, surface pretreatment with polishing using 1 μm diamond-based abrasive paste.

Groups A and P served as controls to assess the influence of temporary restorations, whereas Groups TA and TP were used to assess the effects of different pretreatment methods after temporary restoration removal (Fig. 1).

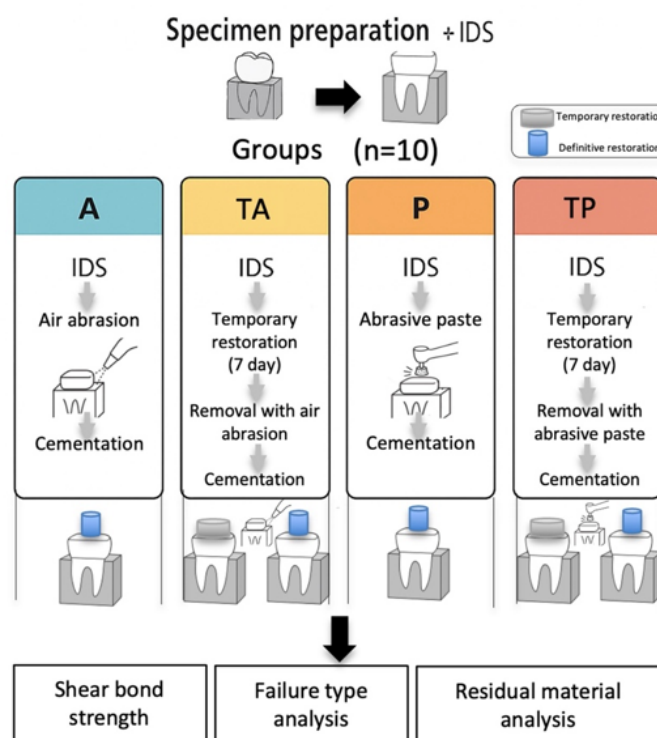


Figure 1. Schematic representation of the experimental design and allocation.

Preparation of Samples

The occlusal one-third of each crown was sectioned under water cooling with a separating disc to expose a flat dentin surface. The prepared surfaces were then aligned parallel to the base of the acrylic blocks. These surfaces were polished using Sof-Lex discs (3M ESPE, USA) and examined under a stereomicroscope ($\times 25$ magnification, Leica MZ 75, Leica Microsystems, Germany) to ensure that no pulp tissue was exposed. The dentin surfaces were etched with 35% orthophosphoric acid (Vocacid, VOCO, Germany) for 15 s, rinsed thoroughly, and gently air-dried. Futurabond DC (VOCO, Germany)

was applied to the dentin surface in accordance with the manufacturer's instructions, and then light-cured. For the IDS protocol, a thin flowable composite resin-coating was applied over the adhesive to protect the sealed dentin during provisionalization and to provide a stable bonding substrate for cementation. The flowable composite (Admira Fusion x-base, VOCO, Germany), was applied using a glass slide to ensure an even and smooth layer and polymerized for 20 s (Valo Cordless, Ultradent, USA; 1000 mW/cm² in standard mode) (Fig. 2.a). To minimize the oxygen-inhibition layer, the surface was covered with glycerin gel and light-cured for an additional 10 s (Valo Cordless, Ultradent, USA).

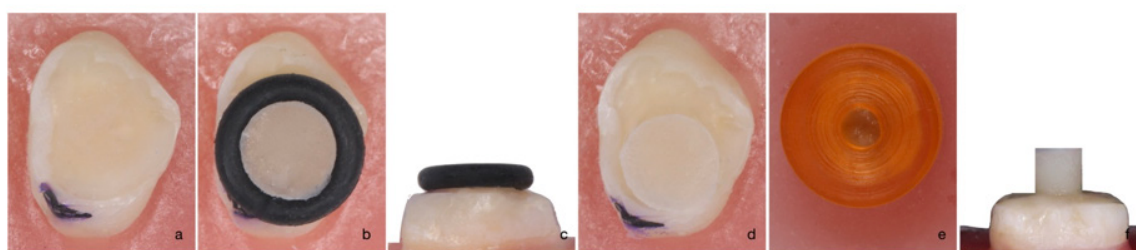


Figure 2. Specimen preparation and restoration workflow. **a.** Prepared flat dentin surface with IDS. **b.** Placement of a silicone mold on the occlusal surface for the application of temporary restorative material. **c.** Standardized cylindrical mold positioned to define the bonding area. **d.** IDS-treated surface with temporary restorative material after mold removal. **e.** Positioning of the silicone mold for the application of resin cement simulating the permanent restoration. **f.** Application of resin cement representing the permanent restoration.

Restoration of Control Groups

In the control groups, resin cement was applied immediately after surface pretreatment. Depending on subgroup allocation, dentin surfaces were conditioned either by air abrasion with 30 μ m silica-coated Al₂O₃ particles (3 bar pressure for 15 s from a distance of 10 mm; Group A) or by polishing with an abrasive paste (Group P). A diamond polishing paste was applied with rotary brush at 1,500 rpm for 15 s under light pressure, following thorough water rinsing and gentle air-drying. After surface preparation, the IDS surface was etched with 35% orthophosphoric acid for 15 s, thoroughly rinsed, and gently air-dried. Subsequently, the Futurabond DC adhesive was applied according to the manufacturer's instructions, light-cured for 20 s using Valo Cordless. Cementation was then performed using Bifix QM dual-cure resin cement (VOCO, Germany) with silicone mold (3-mm in diameter and 4-mm in height) (Fig. 2.c-d). The cement was polymerized for 20 s each from the buccal, occlusal, and lingual surfaces using the Valo Cordless in standard mode.

Restoration of Test Groups

Temporary restoration of test groups

In the test groups, IDS-applied dentin surfaces were

restored using Clip F (VOCO, Germany), a temporary resin material with inherent fluorescence. The material was applied using silicone cylindrical molds and light-cured for 20 s (Fig. 2.b-d). Specimens with temporary restorations were immersed in distilled water at 37 °C for 7 days in order to simulate the interim clinical phase before permanent restoration.

Removal of temporary restorations and surface pretreatment in the test groups

After one week, the temporary restorations were removed using a dental probe. Specimens were conditioned according to subgroup allocation and were either polished with abrasive paste with rotary brush at 1,500 rpm for 15 s (Group TP) or subjected to air abrasion with 30 μ m silica-coated aluminum oxide particles (CoSil, Velopex, England) at 3 bar pressure for 15 s from a distance of 10 mm (Group TA). All specimens were etched with 35% orthophosphoric acid for 15 s, rinsed, and dried. The Futurabond DC adhesive was applied, and light-cured for 20 s. The Bifix QM dual-cure resin cement was then placed into the silicone molds (3-mm in diameter and 4-mm in height) and light-cured for 20 s from each of the buccal, occlusal, and lingual surfaces using the Valo Cordless in standard mode.

The dental materials used in this study, along with their manufacturers and components, are summarized in Table 1.

Table 1. Materials used in the study, including brand names, manufacturers, and chemical compositions.

Material Type	Brand name and Producer	Context
Temporary Restorative Material	Clip F (VOCO GmbH, Germany)	UDMA, DDMA, polymers, fluoride
Dual-cure Universal Adhesive System	Futura Bond DC (VOCO GmbH, Germany)	HEMA, Bis-GMA, HEDMA, 10-MDP, UDMA, initiator and ethanol
Ormocer-based Flowable Resin Composite	Admira Fusion x-base (VOCO GmbH, Germany)	Ormocer matrix, silicon dioxide, glass ceramics (72 wt%)
Dual-Cure Resin Cement	Bifix QM (VOCO GmbH, Germany)	Bis-GMA, benzoyl peroxide, amines, barium-aluminium boro-silicate glass (71-73 wt%)
Polish Paste	DiaPolisher Paste (GC Corporation, Japan)	Super-fine particle (1 µm) diamond-based paste
Air Abrasion Particles	CoSil (Velopex, England)	30 µm Silica-coated alumina
Etching gel	Vococid (VOCO GmbH, Germany)	35% phosphoric acid

Abbreviations: UDMA, Urethane Dimethacrylate; DDMA, Decanediol Dimethacrylate; HEMA, 2-Hydroxyethyl Methacrylate; Bis-GMA, Bisphenol A-Glycidyl Methacrylate; HEDMA, Hydroxyethyl Dimethacrylate; MDP, 10-Methacryloyloxydecyl Dihydrogen Phosphate; TEGDMA, Triethylene Glycol Dimethacrylate.

Thermocycling

Thermal aging was performed by exposing all specimens to 5,000 cycles between 5°C and 55°C in a Thermocycler 1100 unit (SD Mechatronik GmbH, Westerham, Germany), with an immersion time of 30 seconds at each temperature bath.²⁶

Shear Bond Strength Testing

SBS was measured using a universal testing machine (Shimadzu AGS-X, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) equipped with the Trapezium X software. Each specimen was tested at a crosshead speed of 0.5 mm/min until failure. The maximum load at

failure (N) was recorded, and bond strength values were calculated in MPa by dividing the load by the bonding area.

Failure Mode Analysis

The de-bonded surfaces were inspected using a stereomicroscope (x25, Leica MZ75, Leica Microsystems, Germany). Failure modes were classified into three categories: (1) adhesive failure (dentin-IDS/IDS-resin cement), (2) cohesive failure within the resin cement or dentin, and (3) mixed failure (Fig. 3).

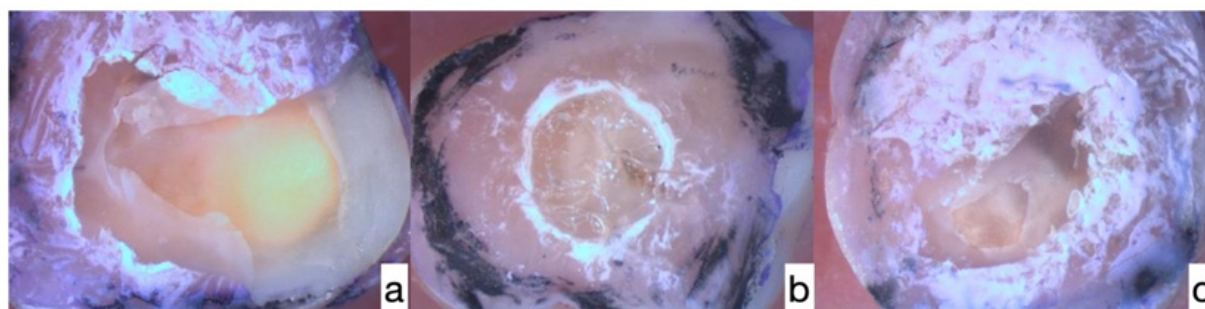


Figure 3. Representative stereomicroscopic images (x25) of failure modes after SBS testing. **a.** Adhesive failure at the dentin-IDS interface. **b.** Adhesive failure at the IDS-resin cement interface. **c.** Mixed failure exhibiting characteristics of both adhesive and cohesive fractures.

Photographic Evaluation for Fluorescence Analysis

Following the removal of Clip F using a dental probe, residual temporary material on the specimen surfaces was examined under near-UV light in the detection mode of the D-Light Pro device (GC Corporation, Tokyo, Japan). The fluorescence properties of the temporary material enabled the visualization of

remnants that were not easily detectable under conventional lightning. Standardized photographs were taken using DSLR camera (1300D; Canon Inc., Tokyo, Japan) equipped with 100 mm macro lens, before and after surface pretreatment procedures to document the presence and removal of residual material (Fig. 4).

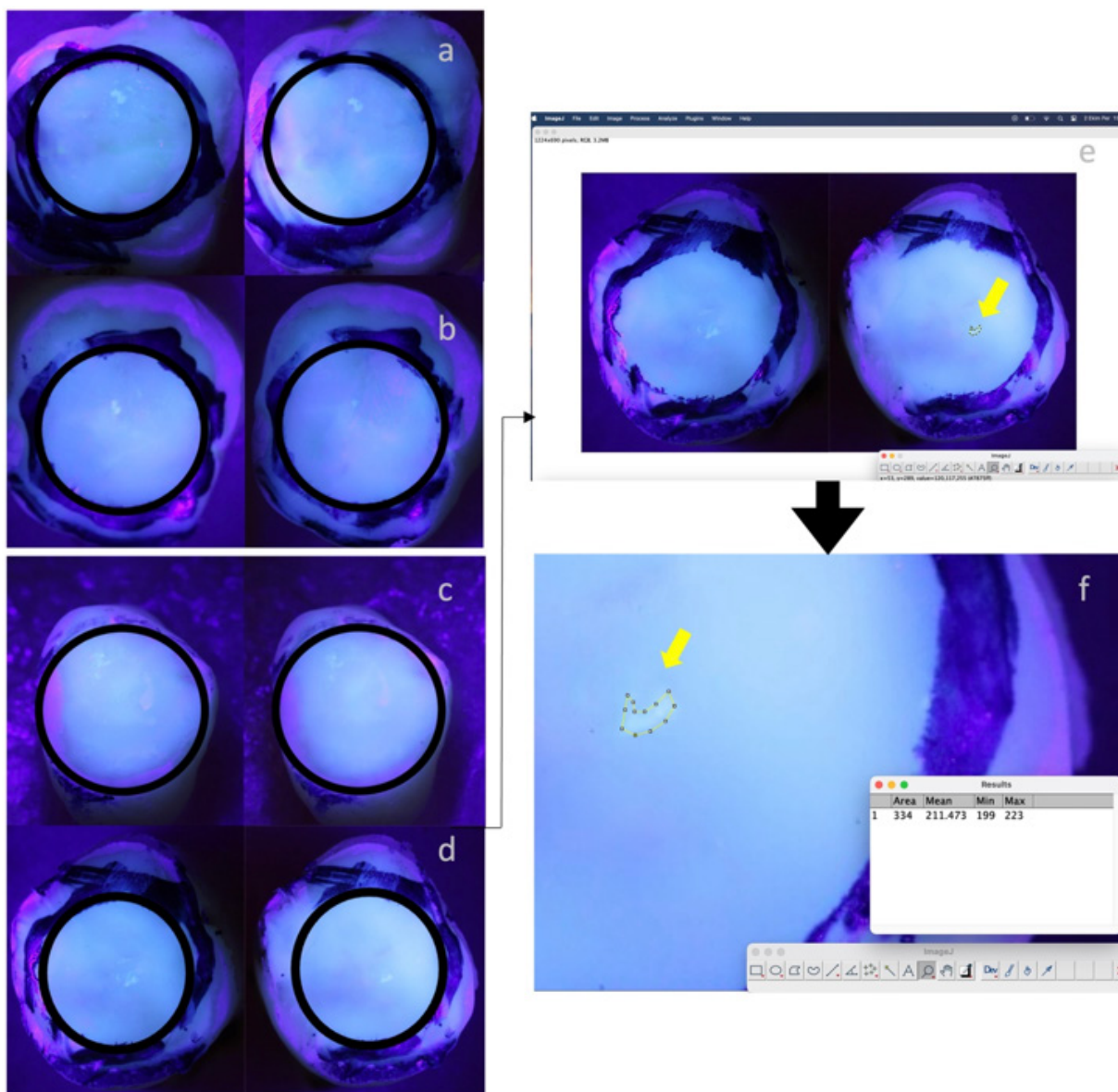


Figure 4. Fluorescent images of IDS-applied dentin surfaces showing residual Clip F material. **a-b.** Residual Clip F material before and after surface preparation using silica coating in Group TA. **c-d.** Residual Clip F material before and after surface preparation with polishing using abrasive paste in Group TP. **e.** ImageJ interface used for area selection, **f.** Quantification of remnants.

The residual areas observed in the images were quantified using ImageJ software (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) to allow comparison of the effectiveness of the different surface pretreatment protocols. Consistency was achieved by applying the same calibration and threshold settings

to all samples. The removal efficiency (%) was calculated by dividing the residual area measured after surface treatment by the initial area measured before cleaning, subtracting this ratio from 1, and multiplying by 100:

$$\text{Removal efficiency (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Residual area after cleaning}}{\text{Residual area before cleaning}} \times 100\right)$$

This ratio reflects the proportion of temporary material removed from the surface and was used as an indicator of the effectiveness of the two surface cleaning methods.

Statistical Analysis

All statistical analyses were performed using SPSS (version 26.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA). The mean and standard deviation (SD) of SBS values and removal efficiency (%) were calculated for each experimental group (n=10). The normality of data distribution was assessed using the Shapiro–Wilk test. Since the data followed a normal distribution ($p>0.05$), parametric tests were applied. Differences in SBS among the four groups were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's post hoc test for pairwise comparisons. Independent samples t-tests were used to compare the effect of restoration period (immediate vs. temporary) and to evaluate differences in removal efficiency between two surface pretreatment methods. The level of statistical significance was set at $\alpha=0.05$. In addition, the relationship between removal

efficiency (%) and SBS (MPa) in the temporary restoration groups was examined using Pearson's correlation analysis. The strength of the correlation was interpreted based on the correlation coefficient (r).

Results

The SBS values obtained in the test and control groups are summarized in Tables 2 and 3. In groups with temporary restorations, the mean SBS was 9.77 ± 3.46 MPa for air abrasion with a silica coating and 9.66 ± 3.48 MPa for polishing with abrasive paste. However, no significant difference was found between the two surface pretreatment methods ($p=0.944$). Similarly, in the groups without temporary restoration, the mean SBS values for air abrasion and abrasive paste were 20.89 ± 7.95 MPa and 17.83 ± 5.70 MPa, respectively, with no significant difference between the groups ($p=0.337$). Regardless of the surface pretreatment method, a significant decrease in SBS was observed in the temporary restoration groups compared to the groups without temporary restoration (Table 2).

Table 2. Mean SBS values (in MPa) for groups according to surface pretreatment methods.

Restoration procedure	Surface pretreatment	Mean $\pm$ SD	P*
With temporary restoration	Air abrasion	9.77 ± 3.46	0.944
	Abrasive paste	9.66 ± 3.48	
Without temporary restoration	Air abrasion	20.89 ± 7.95	0.337
	Abrasive paste	17.83 ± 5.7	

*Independent samples t-test.

Surface preparation using air abrasion resulted in bond strength values of 9.77 ± 3.46 MPa and 20.89 ± 7.95 MPa for the temporary and non-temporary groups, respectively ($p=0.002$). Surface preparation with an abrasive paste yielded significantly lower bond strength in the temporary group (9.66 ± 3.48 MPa)

compared with the non-temporary group (17.83 ± 5.7 MPa) ($p=0.002$). Regardless of the surface pretreatment method employed, the SBS values decreased significantly following the application of the temporary restoration (Table 3).

Table 3. Mean SBS values (in MPa) of the groups according to restoration protocol (temporary restoration vs. without temporary restoration).

Restoration procedure	Surface pretreatment	Mean $\pm$ SD	P*
Air abrasion	With temporary restoration	9.77 $\pm$ 3.46	0.002
	Without temporary restoration	20.89 $\pm$ 7.95	
Abrasive paste	With temporary restoration	9.66 $\pm$ 3.48	0.002
	Without temporary restoration	17.83 $\pm$ 5.7	

*Independent samples t-test.

Quantitative fluorescence analysis indicated that both air abrasion and abrasive paste polishing were effective in cleaning IDS-applied dentin, with mean removal efficiencies of about 87-90% and 70-75%, respectively. Although air abrasion tended to produce higher removal rates, the difference between the two methods was not statistically significant ($p>0.05$) (Table 4).

Table 4. Removal efficiency (%) of different surface pretreatment methods following temporary restoration.

With temporary restoration	Surface pretreatment	Removal efficiency (%) (Mean $\pm$ SD)	F	P*
	Air abrasion	72.61 $\pm$ 22.12	0.904	0.380
	Abrasive paste	59.71 $\pm$ 34.47		

*Independent samples t-test.

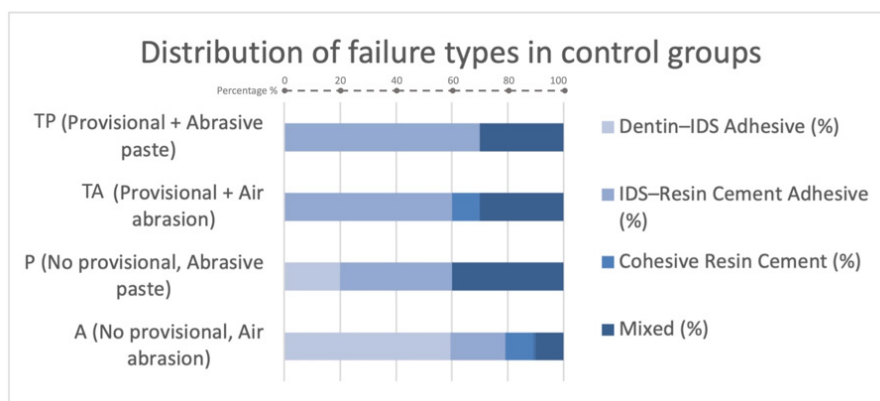
In both temporary restoration groups, removal efficiency and SBS demonstrated a strong positive correlation ($r=0.85-0.92$, $p<0.01$), indicating that higher removal of temporary material residues was accompanied by improved adhesive performance (Table 5).

Table 5. Relationship between removal efficiency and SBS in groups with temporary restorations.

Correlations	Removal efficiency	SBS
Removal efficiency	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	0.836**
	N	17
Shear bond strength	Pearson Correlation	0.836**
	Sig. (2-tailed)	1
	N	20

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

The distribution of failure modes for the control groups is illustrated in Figure 5.

**Figure 5.** Distribution of failure types in control groups (A: non-temporary, air abrasion; P: non-temporary, abrasive paste) and test groups (TA: temporary+air abrasion; TP: temporary+abrasive paste).

Group TA showed mainly adhesive failures at the dentin-IDS interface, whereas group TP displayed a higher frequency of adhesive and mixed failures. These patterns suggest that the presence of a temporary restoration compromises adhesion, irrespective of the surface cleaning methods used. When comparing the non-temporary groups, air abrasion resulted in a higher proportion of adhesive dentin-IDS interface, whereas polishing with abrasive paste predominantly produced cohesive failures within the resin cement and IDS-resin cement interface.

Discussion

The results of the current study showed that, regardless of the cleaning protocol used, application of the temporary restoration for 7-days significantly reduced bond strength. The first hypothesis, which stated that temporary restorations would not affect the SBS of resin cement to IDS-applied dentin, was rejected. Consistent with the present findings, Leesungbok et al.²⁷ reported a decrease in the bond strength of IDS-applied dentin after 7-days. The lowest values were observed after 14-days; this was explained by the exposure of the dentin surface and partially collapsed hybrid layer in scanning electron microscope analyzes. Similarly, Tahoun et al.⁴ showed that although IDS followed by temporary restoration maintained relatively higher bond strength values compared to delayed dentin sealing, a noticeable decrease was observed compared to immediate bonding. Hayashi et al.²⁸ found that temporary cement contamination did not significantly affect the average μ TBS value but reduced the Weibull modulus, resulting in lower bond reliability and durability under cyclic loading. Brigagão et al.²⁵ demonstrated that temporary cementation can negatively affect bond strength and specifically highlighted the role of surface contamination as one of the main factors that weaken adhesive performance. Ribeiro da Silva et al.¹⁴ claimed that applying a resin-based provisional material directly to sealed dentin significantly reduced bond strength. They also reported that preserving the integrity of the IDS surface with a water-soluble glycerin gel improved adhesion. Consistent with the current findings, Ding et al.⁸ concluded in their systematic review and meta-analysis that resin-based temporary cements tend to reduce bond strength, supporting the view that such materials may leave residues that interfere with subsequent adhesive bonding. In a related study, Gailani et al.²⁹ compared two IDS strategies, one involving direct bonding immediately after adhesive application and another with a two-week provisionalization period before final bonding.

In contrast to the present results, no statistically significant difference in bond strength was found between the two protocols for most adhesive-cement combinations, except for one material, where the immediate bonding group showed higher values. Similarly, Abdou et al.³⁰ evaluated the effects of resin coating with different adhesive systems under single-visit and multi-visit clinical protocols. For all adhesive systems, the single-visit protocol was reported to produce higher bond strength values than the multiple-visit protocol in the resin-coated groups. The difference was only statistically significant for the MDP containing adhesive. The other adhesives showed a similar trend, but not a statistically significant one. These findings suggest that the effect of the provisional phase on bonding performance is not consistent. Rather, this effect depends on the specific chemical interactions between the adhesive system and the resin cement used.²⁹ The discrepancy between the results of the current study could be due to differences in preferred adhesives and cements, the length of the provisional phase or variations in surface cleaning protocols before final bonding.³⁰ As previous studies have emphasized, the decrease in bond strength can be attributed to factors such as the adhesive surface becoming contaminated with temporary material residues, water absorption, and deterioration of the hybrid layer's structural integrity during storage. In general, findings from literature reviews suggest that appropriate surface conditioning is essential for achieving the best possible bonding performance after temporary restoration.^{8,31}

The second null hypothesis was accepted on the basis that no statistically significant difference was found between the air abrasion and abrasive polishing groups. Despite the absence of a substantial discrepancy between the two surface pretreatment methods, the bond strength values obtained following air abrasion were consistently higher than those in the polishing group, in both the temporary and non-temporary groups. This tendency is hypothesized to be attributable to elevated surface roughness and surface energy resulting from air particle abrasion, thereby increasing micromechanical interlocking and facilitating adhesive wetting of the surface.³² The use of silica-coated alumina particles enhances the chemical bonding at the interface by promoting the development of siloxane bonds between the silica layer formed on the surface and the silane-containing components of the adhesive or resin cement.³³ In the present study, removal efficiency showed a strong positive correlation with bond strength ($r = 0.83$, $p < 0.01$), underscoring the need for a pretreatment IDS

surface to achieve predictable adhesion.

Fluorescence-based assessment indicated that air abrasion removed provisional residues more effectively than abrasive polishing, supporting that surface cleaning is a critical factor for adhesive performance. The non-significant tendency toward lower bond values after abrasive polishing may be related to its predominantly superficial cleaning action, without additional micromechanical retention.^{8,16} Although air abrasion did not fully reach the SBS levels achieved with immediate cementation bond strength obtained with immediate cementation, its higher removal efficiency supports its use as a more reliable option when temporization is unavoidable. In line with our current findings, Özcan et al.²³ reported that mechanical cleaning protocols such as prophylaxis paste and pumice-water mixtures can achieve similar bond strengths on IDS-applied dentin, but no statistically significant difference was observed when compared to air abrasion-based protocols. However, they emphasized that adhesion reliability with mechanical cleaning methods was lower than air abrasion protocol when evaluated using Weibull analysis. In their systematic review, Ding et al.⁸ concluded that polishing with pumice using a rotary instrument may be a less reliable approach compared to air abrasion with Al_2O_3 , because residual particles can partially obstruct dentinal tubules and reduce surface roughness and wettability. Van den Breemer et al. reported that silica-coated Al_2O_3 particles can change the morphology by depositing silica on the surface and allow for a possible silane-resin chemical interaction. However, it was stated that this process did not provide a significant improvement in bond strength compared to cleaning with pumice alone.^{21,22} Maciel et al.³⁴ compared various cleaning methods for removing eugenol-free temporary cements from IDS-treated dentin surfaces and reported that the chosen technique had a significant impact on both bond performance and surface morphology. The same study showed that sodium bicarbonate sandblasting achieved the highest bond strength and provided a uniform, clean IDS surface. However, mechanical cleaning with a curette left residual cement that has the potential to compromise adhesion. Several reports suggest that complete removal of temporary cement from dentin is a challenging procedure in routine practice. Grinberga et al.¹², using SEM, detected residual temporary cement within the dentinal tubules despite mechanical cleaning and polishing underscoring the difficulty of complete residual removal. Consistently, Abdou et al.³⁰ found that, despite using a standardized removal protocol

(excavator and alcohol-impregnated cotton pellets), temporary cement residues were persistent on both resin-coated and uncoated dentin surfaces. In line with previous reports, our results showed that although both air abrasion and polishing with abrasive paste were able to remove most of the temporary material from IDS-applied dentin, complete surface decontamination was not achieved. Fluorescence analysis showed removal efficiencies of about 87-90% for air abrasion and 70-75% for polishing, implying that undetectable residual particles may persist and potentially hinder adhesive penetration and bond stability.

In the analysis of failure patterns, the high frequency of adhesive and mixed failures in the temporary groups suggests that debonding occurred predominantly at the interface between the resin cement and the IDS-applied dentin, rather than within the cement layer or the tooth structure. The higher frequency of adhesive failures in provisionalized specimens is consistent with lower bond strength values associated with residual provisional material, which may weaken the integrity of the adhesive layer. In contrast, the slightly increased composite failure rate observed in the air abrasion group may reflect more effective micromechanical interlocking and a cleaner bonding surface, consistent with the higher removal efficiency revealed by fluorescence analysis.

This study was an *in vitro* investigation conducted under controlled laboratory conditions. Therefore, intraoral environmental factors such as pulp pressure, salivary flow, and occlusal forces were not directly simulated. Furthermore, the evaluation of only one resin-based temporary restorative material and two different surface pretreatment methods partially limits the generalizability of the findings to all materials and protocols. While fluorescence-based analysis allowed for the quantitative assessment of the amount of residues removal, it did not fully distinguish between different types of residues (e.g., temporary material, plaque-like deposits, or residual adhesive). Furthermore, this study focused only on a short-term storage and thermal cycling protocol; therefore, the effect of long-term fatigue tests using chewing simulators on bond strength would be a suitable focus of future studies.

Conclusions

Temporary restoration significantly reduced the SBS of resin cement to IDS-applied dentin, regardless of the surface pretreatment method. Both air abrasion with silica-coated alumina and abrasive paste polishing effectively removed residual material but

did not reach the levels of SBS achieved through immediate cementation. The strong positive correlation between removal efficiency and bond performance highlights the importance of surface cleanliness in achieving durable adhesion. Within the limitations of this study a cleaning protocol that ensures efficient decontamination of the IDS surface through controlled air abrasion may help optimize bonding outcomes following temporization.

Acknowledgements

The authors thank VOCO GmbH (Cuxhaven, Germany) for kindly provide the materials used in this study.

Ethical Approval

This study was approved by the Clinical Research Ethics Committee of Marmara University Faculty of Dentistry (Approval no: 2025-05-04/2025-17).

Conflicts of interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Funding

This research received no external funding.

Authorship Contributions

Idea/Concept: A.A.Ş, B.T, P.Y.A, D.T Design: A.A.Ş, B.T, P.Y.A, D.T Control/Supervision: A.A.Ş, E.A, B.T, P.Y.A, D.T Literature Review: D.T Data Collection and/or Processing: A.A.Ş, B.T, P.Y.A, D.T Analysis and/or Interpretation: A.A.Ş, Y.Ö, Ö.A Writing the Article: A.A.Ş, Y.Ö, Ö.A Critical Review: A.A.Ş, E.A, B.T, P.Y.A, D.T.

References

1. Bourgi R, Kharouf N, Cuevas-Suárez CE, Lukomska-Szymanska M, Haikel Y, Hardan L. A Literature Review of Adhesive Systems in Dentistry: Key Components and Their Clinical Applications. *Applied Sciences*. 2024;14(18):8111.
2. Mokeem LS, Garcia IM, Melo MA. Degradation and Failure Phenomena at the Dentin Bonding Interface. *Biomedicines*. 2023;11(5):1256.
3. Antoniou I, Mourouzis P, Dionysopoulos D, Pandoleon P, Tolidis K. Influence of Immediate Dentin Sealing on Bond Strength of Resin-Based CAD/CAM Restoratives to Dentin: A Systematic Review of In Vitro Studies. *Biomimetics*. 2024;9(5):267.
4. Tahoun FM, Kehela HA, Nasr DM. Influence of different immediate dentin sealing strategies on bond strength of indirect resin nanoceramic restorations. *Eur J Oral Sci*. 2024;132(3):e12983.
5. Alghauli MA, Alqutaibi AY, Borzangy S. Clinical benefits of immediate dentin sealing: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. 2025;134(4):996-1004.
6. Portella FF, Müller R, Zimmer R, Reston EG, Arossi GA. Is immediate dentin sealing a mandatory or optional clinical step for indirect restorations? *J Esthet Restor Dent*. 2024;36(6):892-900.
7. Ille C-E, Jivănescu A, Pop D, et al. Exploring the Properties and Indications of Chairside CAD/CAM Materials in Restorative Dentistry. *Journal of Functional Biomaterials*. 2025;16(2):46.
8. Ding J, Jin Y, Feng S, Chen H, Hou Y, Zhu S. Effect of temporary cements and their removal methods on the bond strength of indirect restoration: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2023;27(1):15-30.
9. Augusti D, Re D, Özcan M, Augusti G. Removal of temporary cements following an immediate dentin hybridization approach: a comparison of mechanical and chemical methods for substrate cleaning. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2018;32(7):693-704.
10. Santos JVDN, Almeida HN, Diniz LBN, et al. Effectiveness of dentin cleaning using air abrasion with aluminum oxide particles on the bond strength of resin-based cements: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*. 2025;161:105950.
11. Herguner Siso S, Murrja E, Aydemir M, Al AS. Effect of Different Decontamination Protocols Applied to Blood-Saliva Contaminated Dentin Surfaces of Universal Adhesive Resin Post-Etch on Shear Bond Strength. *Ozone: Science & Engineering*. 2023;45(5):516-25.
12. Grinberga S, Papia E, Aleksejuniene J, Zalite V, Locs J, Soboleva U. Effect of Temporary Cement, Surface Pretreatment and Tooth Area on the Bond Strength of Adhesively Cemented Ceramic Overlays—An In Vitro Study. *Dentistry Journal*. 2023;11(1):19.
13. Elbishari H, Elsubeihi ES, Alkhouljah T, Elsubeihi HE. Substantial in-vitro and emerging clinical evidence supporting immediate dentin sealing. *Jpn Dent Sci Rev*. 2021;57:101-10.
14. Ribeiro da Silva CJ, Gonçalves ICS, Botelho MPJ, Guirardo RD, Lopes MB, Gonini Júnior A. Interactions between resin-based temporary materials and immediate dentin sealing. *Applied Adhesion Science*. 2016;4(1):3.
15. Arafa AM, Aboalazm E, Kamel MH. The effect of mechanical and chemo-mechanical temporary cement cleaning methods on shear bond strength with self-adhesive resin cement (an in-vitro study). *BMC Oral Health*. 2022;22(1):648.
16. Samartzi TK, Papalexopoulos D, Sarafianou A, Kourtis S. Immediate Dentin Sealing: A Literature Review. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2021;13:233-56.
17. Ozer F, Batu Eken Z, Hao J, Tuloglu N, Blatz MB. Effect of Immediate Dentin Sealing on the Bonding Performance of Indirect Restorations: A Systematic Review. *Biomimetics (Basel)*. 2024;9(3).
18. Falkensammer F, Arnetzl GV, Wildburger A, Krall C, Freudenthaler J. Influence of different conditioning methods on immediate and delayed dentin sealing. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014;112(2):204-10.
19. Lankes V, Reymus M, Liebermann A, Stawarczyk B. Bond strength between temporary 3D printable resin and conventional resin composite: influence of cleaning methods and air-abrasion parameters. *Clin Oral Investig*. 2023;27(1):31-43.
20. Hajjaj MS, Alzahrani SJ. Effect of Different Cleaning Methods on Shear Bond Strength

- of Resin Cement to Contaminated Zirconia. *Materials (Basel)*. 2022;15(14):5068.
21. van den Breemer C, Özcan M, Cune MS, Ayres AA, Van Meerbeek B, Gresnigt M. Effect of Immediate Dentin Sealing and Surface Conditioning on the Microtensile Bond Strength of Resin-based Composite to Dentin. *Oper Dent*. 2019;44(6):289-98.
 22. van den Breemer CR, Özcan M, Pols MR, Postema AR, Cune MS, Gresnigt MM. Adhesion of resin cement to dentin: effects of adhesive promoters, immediate dentin sealing strategies, and surface conditioning. *Int J Esthet Dent*. 2019;14(1):52-63.
 23. Özcan M, Lamperti S. Effect of mechanical and air-particle cleansing protocols of provisional cement on immediate dentin sealing layer and subsequent adhesion of resin composite cement. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2015;29(24):2731-43.
 24. Aneksomboonpol P, Klaisiri A, Katheng A, et al. Comparative Analysis of Fluorescent Characteristics of Different Provisional Restorative Materials for Improved Dental Esthetics. *Polymers (Basel)*. 2024;16(22):3184.
 25. Brigagão VC, Barreto LFD, Gonçalves KAS, et al. Effect of interim cement application on bond strength between resin cements and dentin: Immediate and delayed dentin sealing. *J Prosthet Dent*. 2017;117(6):792-8.
 26. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999;27(2):89-99.
 27. Leesungbok R, Lee SM, Park SJ, et al. The effect of IDS (immediate dentin sealing) on dentin bond strength under various thermocycling periods. *J Adv Prosthodont*. 2015;7(3):224-32.
 28. Hayashi K, Maeno M, Nara Y. Influence of immediate dentin sealing and temporary restoration on the bonding of CAD/CAM ceramic crown restoration. *Dent Mater J*. 2019;38(6):970-80.
 29. Gailani HFA, Benavides-Reyes C, Bolaños-Carmona MV, Rosel-Gallardo E, González-Villafranca P, González-López S. Effect of Two Immediate Dentin Sealing Approaches on Bond Strength of Lava™ CAD/CAM Indirect Restoration. *Materials (Basel)*. 2021;14(7):1629.
 30. Abdou A, Takahashi R, Saad A, Nozaki K, Nikaido T, Tagami J. Influence of resin-coating on bond strength of resin cements to dentin and CAD/CAM resin block in single-visit and multiple-visit treatment. *Dent Mater J*. 2021;40(3):674-82.
 31. Hardan L, Devoto W, Bourgi R, et al. Immediate Dentin Sealing for Adhesive Cementation of Indirect Restorations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Gels*. 2022;8(3):175.
 32. Januário ABdN, Moura DMD, Araújo AMMd, et al. Effect of temporary cement removal methods from human dentin on zirconia-dentin adhesion. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2019;33(19):2112-27.
 33. Lima RBW, Leite JVC, Santos JVdN, et al. Tribochemical silica-coating or alumina blasting for zirconia bonding? A systematic review of in vitro studies. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2024;129:103554.
 34. Maciel CM, Souto TCV, Melo de Mendonça AA, et al. Morphological surface analysis and tensile bond strength of the immediate dentin sealing submitted to different temporary cement removal treatments. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 2021;104:102745.



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>
DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v01i3006



**Endodontide Yıkama Solüsyonu Olarak Bazı
Antioksidanların Kullanımının Bağlanma Dayanımı
Üzerine Etkisi**

**The Effect of the Use of Some Antioxidants as
Irrigation Solutions in Endodontics on Bond
Strength**

Bilge Erdoğan^{1*}, Ayça Yılmaz²

ÖZET

Mikroorganizmalar ve yan ürünleri pulpa ve periradiküler patolojide kritik rol oynar. Kanal tedavisinin temel amaçlarından biri kanal sisteminin dezenfekte edilmesidir. Bu amaçla mekanik temizlik yapılırken kimyasal irigasyon solüsyonları, çeşitli yıkama protokolleriyle kullanılmaktadır. Bu derlemede en yaygın kullanılan solüsyonlara ek olarak antioksidan kullanımı ele alınmıştır. Antioksidanların bilinen en önemli etkisi, serbest radikallerin zararlı etkilerini nötralize etmeleridir. Rutin olmasa da endodontide ve adeziv işlemlerde antioksidanların uygulanması yaygınlaşmaya başlamış ve bu ürünlerin etkin kullanımını belirlemek için çalışmalar yapılmaktadır. Bu derlemenin amacı antioksidanlar ve endodontideki potansiyel rolleri hakkında bilgi sunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Alfa-Tokoferol, Antioksidanlar, İrigasyon, Proantosiyanidin, Sodyum Askorbat

ABSTRACT

Microorganisms and their byproducts play a critical role in the development of pulp and periradicular diseases. The primary goal of root canal treatment is to effectively disinfect the canal system. This is achieved through the use of chemical irrigation solutions in conjunction with mechanical cleaning techniques. This review paper explores the use of antioxidants alongside conventional irrigation solutions in endodontic treatments. The aim is to provide comprehensive information on antioxidants and their potential applications in endodontics. Antioxidants are well-known for their ability to neutralize free radicals, reducing oxidative stress and its associated damage. Although not traditionally common in endodontics, the use of antioxidants has gained traction, with ongoing research investigating their effectiveness in root canal treatments and adhesive procedures. This paper focuses on the latest techniques and methodologies involving antioxidants in root canal therapy, highlighting their potential benefits and applications in improving treatment outcomes.

Keywords: Alpha-Tocopherol, Antioxidants, Irrigation, Proanthocyanidin, Sodium Ascorbate

¹Dt. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye,

²Doç.Dr. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye,

***Sorumlu Yazar:** Bilge Erdoğan, **E-Posta:** dtbilgeerdogan@gmail.com, **ORCID:** 0000-0002-6030-3092, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye,

Giriş

Apikal periodontitis (AP), pulpa hastalıkları kaynaklı periapikal dokuların lokal inflamasyonudur.¹ Bu inflamasyon, mikrobiyal doku istilası ile konak savunması arasındaki karmaşık etkileşimle tanımlanır.² Küresel ölçekte yetişkin nüfusun yarısı, yaşamları boyunca en az bir diş kaynaklı AP yaşamıştır. AP prevalansı %16-86 oranında değişmekte olup yaşla birlikte artmaktadır.³ Pulpa kaynaklı periapikal lezyonların patogeneğinde mikroorganizmaların rolü kanıtlanmıştır.⁴ Bu nedenle kanal tedavisinin amacı, enfeksiyon kontrolüyle apikal periodontitisin önlenmesi veya iyileştirilmesidir.⁵ Kanal tedavisi, pulpadaki bakterileri ve yan ürünlerini kök kanal sisteminden uzaklaştırmak, dezenfekte etmek ve kök kanal sisteminin doldurularak sonradan oluşabilecek bakteriyel kolonizasyonu önlemeyi amaçlar. Kök kanal sistemindeki mikroorganizma sayısının azaltılması için çeşitli mekanik temizleme tekniklerinin ve irigasyon solüsyonlarının kullanımı gerekmektedir.

Kanalın mekanik olarak temizlenmesi, özellikle karmaşık anatomiye sahip vakalarda tek başına bakterileri yok etmek için yeterli değildir.⁶ Mekanik temizleme sırasında, kanal duvarlarının yaklaşık %35-53'üne dokunulamaz. Ulaşılamamış biyofilm tabakaları ve kanal içinde dezenfekte edilmemiş alanlar kalır.⁷ Aksesuar kanallar, ramifikasyonlar, apikal deltalar gibi karmaşık bölgelere yerleşen bakterileri yalnızca mekanik temizlik ile elimine etmek mümkün değildir. Bu nedenle mekanik temizlik sırasında bakterilerin eliminasyonu ve kanal sisteminin dezenfeksiyonu amacıyla irigasyon solüsyonlarının kullanımı gerekmektedir.⁸

İrigasyon solüsyonu olarak en sık asitler (sitrik ve fosforik asit), şelasyon ajanları (EDTA), proteolitik enzimler, alkali solüsyonları (sodyum hipoklorit, sodyum hidroksid), lokal anestezipler ve distile su kullanılmaktadır.⁹ Kök kanal enfeksiyonlarında bakteri ve nekrotik dokuların yok edilmesi için çok sayıda irigasyon ajanı önerilmiştir. Sodyum hipoklorit (NaOCl), endodontide kullanılmaya başlanmasından bu yana irigasyon ajanı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır.¹⁰

NaOCl, dezenfekte edici bir etkiye sahip olmasının yanı sıra, pulpa artıklarını, dentin ve predentinin organik bileşenlerini çözme yeteneğine de sahiptir. Özellikle nekrotik doku kalıntılarının temizlenmesinde kullanımı büyük önem taşımaktadır.¹¹ Etilendiamintetraasetik asit (EDTA), sitrik asit, klorheksidin (CHX) gibi diğer ajanlarla

kombine olarak veya tek başına kullanılabilen NaOCl, endodontide en çok kullanılan yıkama solüsyonudur.¹²

Sodyum Hipoklorit'in Dezavantajları

Endodontide kullanılan en yaygın yıkama solüsyonu olmakla beraber, NaOCl'nin dezavantajlarından biri dentinin organik bileşenlerinden kolajende yapısal değişikliklere neden olmasıdır.¹¹ Bu durum beraberinde eğilme mukavemetinde ve elastik modülde azalmaya neden olurken dentinin mekanik özellikler için olumsuz yönde etki eder.¹³

Dentinin %20'lik hacmini organik matriks oluşturur.¹⁴ Organik matriks, dokunun mekanik özelliklerinde önemli rol oynayan Tip I kolajen ve proteoglikanlardan oluşur.¹⁴ Tip I kolajen matriks, peritübüler dentin çevresinde fibriler bir ağ yapısındadır. Proteoglikanlar bir veya daha fazla glikozaminoglikan zincirine bağlanır ve su yüzdesinin, intratübüler geçirgenliğin düzenlenmesinden sorumludur.¹⁵ Bu nedenle, NaOCl'nin organik matriks üzerindeki zararlı etkileri, dentin hasarına, stres birikim noktalarının artmasına ve kök kanalı boyunca çatlağın ilerlemesine neden olabilir. Bütün bu sonuçlarla da dişin kırılma mukavemetini azaltır.¹⁶ Bununla birlikte, NaOCl'nin spesifik olmayan proteolitik etkisi, dentinin inorganik elementleri üzerinde de etkiye sahiptir ve bu da mekanik özellikleri olumsuz yönde etkiler.¹⁶

Sonuç olarak dentinin organik ve inorganik bileşenlerinin NaOCl tarafından bozulması, sağlıklı dentinin mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkiler. Farklı irigasyon protokollerinde dentin yüzeyinde ve özellikle kolajen fibrillerinde oluşan değişiklikler patların dentin yüzeyine bağlanmasını olumsuz yönde etkiler.¹⁷ Bu durumlar göze alındığında hem güçlü antibakteriyel özelliğe sahip hem de dentin kolajenini stabilize etme yeteneğine olan biyouyumlu yardımcı endodontik solüsyonların araştırılması önem kazanmıştır.

Çalışmalar, rezin içerikli patların adezyonunu güçlendirmek için kanalının son yıkama solüsyonu olarak antioksidanlar veya nötralize edici maddelerle yıkanmasının, NaOCl'nin neden olduğu bağlanma mukavemetindeki azalmayı tersine çevirebildiğini göstermiştir.¹⁸

Antioksidanlar

Antioksidanlar, serbest radikalleri nötralize etme potansiyeline sahip, serbest radikal oluşumunun farklı aşamalarında reaksiyona girebilen maddelerdir.¹⁹ Bu mekanizmaları sayesinde doku bütünlüğünü korurlar.²⁰ Antioksidanlar diş

hekimliğinde halihazırda kullanılmaktadır. Öjenol bir antioksidan olarak enzim aktivatörlüğü sayesinde sedatif etkiyle pulpal ağrıda etkilidir. Yine yeşil çayın içindeki bir antioksidan olan epigallokateşin-3-gallat temizleyici etkisi ile de diş çürüğü ve plak oluşumu riski azaltılmaktadır.²¹

Antioksidanların Sınıflandırılması

Antioksidanlar, endojen ve eksojen olmak üzere iki ana grup altında toplanabilir. Endojen ve eksojen antioksidanlar, oksidasyon dengesini serbest radikalleri etkisizleştirerek sağlarlar.²² Endojen kaynaklı antioksidanlar, enzimatik ve non-enzimatik antioksidanlar olarak iki alt grupta sınıflandırılır.²³ Enzimatik Antioksidanlar: Süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPx), selenyum, katalaz, glutatyon redüktaz (GR), glutatyon transferaz.^{22,23}

Enzimatik olmayanlar Antioksidanlar: Bunlar da ayrıca ikiye ayrılırlar.

≠ Besinlerden Elde Edilenler: Alfa tokoferol, β-karoten askorbat, glutatyon, selenyum, proantosiyanidin, yeşil çay, likopen.

≠ Besin Dışı Elde Edilenler: Serüloplazmin, transferrin, ürik asit, peptitler karozen anserin.

E vitamini, flavonoidler, gallik asit ve türevleri, salisilik asit ve türevleri, klorojenik asit, resveratrol, folat, kurkumin, kafein, antosiyaninler ve tanenler bitki kaynaklarından elde edilen polifenolik doğal antioksidanların örnekleridir.²⁴ Yüksek aktivite gösteren antioksidanlar melatonin, karotenoidler, retinal, tiyoller, jasmonik asit, ei-kosapentaenoik asit, askopironlar ve allisin gibi fenolik olmayan ikincil metabolitler.²⁵

Diş Hekimliğinde Çalışmalara Konu Olan Antioksidanlar

- Proantosiyanidin
- Sodyum Askorbat
- Alfa-Tokoferol
- Tanık Asit
- Gallik Asit
- Bambu Tuzu
- N-Asetilsistein
- Sodyum Tiyosülfat
- Rosmarinik Asit
- Hesperidin
- Kuersetin.²⁶⁻²⁸

Sodyum askorbat ve proantosiyanidin diş hekimliğinde ve endodontide en sık kullanılan antioksidanlardan bazılarıdır.²⁹

Proantosiyanidin

Proantosiyanidin (PA)'lar, üzüm çekirdeği, kızılıklık, yaban mersini ve çeşitli ağaçların kabuğunda yaygın olarak bulunan flavonoidler olarak bilinen polifenolik bileşikler grubunun bir parçası olan doğal olarak oluşan bitki metabolitleridir.²⁹

Üzüm çekirdeği ekstraktından (GSE) elde edilen PA'lar esas olarak %36 oligomerik ve polimerik proantosiyanidinlerden, yani kateşin veya epikateşinden ve <%5 flavan-3-ol monomeriklerden oluşur.³⁰ Bu bileşik, C4-C8 (veya -C6) bağları yoluyla bağlanan flavan-3-ol alt birimlerinden oluşan bir polifenolik doğal üründür.³¹ PA düşük molekül ağırlığına sahiptir ve su, etanol, aseton gibi çözücülerde çözünür.³² PA'nın, dentin de dahil olmak üzere kolajen bazlı dokuların çapraz bağlantılarını stabilize ettiği ve güçlendirdiği rapor edilmiştir.³³

Dentindeki Tip I kolajen, sert, güçlü, boşluk doldurucu bir biyomateriyal oluşturarak mineralizasyon ve viskoelastisite için iskelet oluşturmada yapısal rol için gereklidir. PA'lar, kolajen biyosentezinin önemli bir adımı olan prolinin hidroksilasyonu yoluyla Tip I kolajen fibrillerinin çapraz bağlanmasını stabilize eder ve güçlendirir. Moleküller arası çapraz bağlanma, kolajen fibrillerinin stabilitesi, gerilme mukavemeti ve viskoelastisitesinin ön şartıdır. Mekanik özellikleri arttırmak ve enzimatik bozulmayı azaltmak için PA gibi çapraz bağlama ajanları ile kolajen fibrillerinin güçlendirilmesi adeziv diş hekimliğinde önemli bir adımdır.³⁴

Yapılan çalışmalarda PA açısından zengin üzüm çekirdeği ekstraktının kullanılması, demineralize dentinin ve dentin-rezin ara yüzün mekanik özelliklerini (elastik modül ve gerilme mukavemeti) iyileştirdiği gösterilmiştir.³⁵ Kakao çekirdeği ekstresi gibi diğer PA açısından zengin maddelerin de enzimatik bozulmayı büyük ölçüde azalttığı, dentin sertliğini arttırdığı ve demineralize dentin oluşumunu azalttığı gösterilmiştir.³⁴

Pek çok PA bazlı ekstraktlar ve türevleri mevcuttur. Doğal olarak oluşan kolajen biyodüzenleyicilerin, dentin organik matrisi ile etkileşime girme yeteneğinin daha iyi anlaşılması, kolajenin stabilitesini etkileyebilecek potansiyel tedavilerin belirlenmesi için gereklidir. Özellikle, PA bazlı ajanların mekanik özellikler üzerindeki uzun vadeli etkileri, biyomodifiye dentinin gücünü koruma ve endojen enzimler tarafından bozulmaya karşı hassasiyetini azaltma yeteneği hakkında önemli bilgiler sağlayabilir.

Sodyum Askorbat

L-askorbik asit (AA), genellikle C vitamini olarak bilinen, beyaz ya da açık sarı renkte, suda çözünen bir vitamindir.³⁶ Sodyum askorbat (SA), AA'nın bir tuzudur. Hem AA hem de SA antioksidan özelliklere sahiptir.³⁷ C vitamini ve tuzları toksik değildir ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Bu sayede dentin üzerindeki kullanımlarında herhangi bir olumsuz biyolojik etki gözlemlenmemiştir.³⁸ SA Matriks metalloproteinazların (MMP'ler) güçlü bir inhibitörüdür. Bu nedenle, rezin bazlı materyallerin ve dentin ara yüzündeki uzun sürede oluşacak bozulmalara karşı direnç sağlar.³⁹

SA'nın endodontik tedavilerde sodyum hipoklorit ile yıkanan dentin yüzeyleri üzerindeki adeziv rezinin bağlanma gücünü arttırdığı bildirilmiştir.^{38,40} Vongphan ve ark.³⁸ farklı irigasyon solüsyonları ile yıkandıktan sonra total etch adeziv sistemlerinin pulpa odası ve dentin duvarlarında mikrogerilme ve bağlanma mukavemetlerini incelemişler ve SA'nın, NaOCl ile yıkanmış dentininin bağlanma mukavemetini önemli ölçüde arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Morris MD ve ark.⁴⁰, %5 NaOCl ve RC-Prep uygulamasının rezin siman C&B Metabond'un bağlanma mukavemeti üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında hem %5 NaOCl'nin hem de RC-Prep'in, rezin-dentin bağ kuvvetlerinde önemli ölçüde ($p < 0.05$) azalmalar gösterdiğini ve bu azalmaların, %10 askorbik asit veya %10 sodyum askorbat uygulanmasıyla tamamen tersine çevrilebileceğini göstermişlerdir. Khoroushi ve ark.⁴¹, SA solüsyonu ile tedavinin fiber postların dentine bağlanma direncinin arttırdığını belirtmişlerdir. Park ve ark.⁴², intrakoronal beyazlatma sonrası dişlerde kompozit restorasyon mikrosızıntısını azaltmak için sodyum askorbat antioksidan jelinin optimum uygulama süresini araştırmışlardır. Sonuçlarda devital beyazlatma sonrası üç gün boyunca SA jel uygulaması, intrakoronal beyazlatma sonrası kompozit restorasyon mikrosızıntısının azaltılmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Stevens ve ark.⁴³, %10'luk sodyum askorbatla son yıkaması yapılmış dentinde başlangıçtaki bağ kuvvetinin %50'lik artışın etkili tedaviler için yeterli sonuç olmadığını bildirmişlerdir.

Alfa-Tokoferol

E vitamini, hücre zarı bütünlüğünü koruyan, yara iyileşme süresini kısaltan, önemli ve etkili yağda çözünen bir antioksidan olarak kabul edilir.⁴⁴

Sasaki ve ark.⁴⁵ tarafından yapılan in vitro

çalışmada, %10 karbamid peroksit ile beyazlatma sonrası %10 alfa-tokoferol ve %10 sodyum askorbat içeren antioksidanlara tabi tutulan mine ve dentinin makaslama bağlanma dayanımında artış gözlemlenmiştir. Sonuçlarda %10 alfa-tokoferol çözeltisi ile yapılan antioksidan tedavisinin, beyazlatma sonrası mine üzerindeki oksitleyici etkilerini geri döndüren tek etkili ajan olduğu gösterilmiştir.

Başka bir çalışmada, %10 ve %25'lik sodyum askorbat ve %25'lik alfa-tokoferol çözeltilerinin uygulamasının ardından karbamid peroksitle ağartılmış mine ile kompozit bağlanma dayanımları karşılaştırılmış ve sonuçlarda %10 sodyum askorbat, %25 sodyum askorbat ve %25 alfa-tokoferol çözeltilerinin 10 dakika süreyle uygulanmasının, kompozit rezinin bağlanma dayanımını önemli ölçüde arttırdığı gösterilmiştir.⁴⁶

Alfa-tokoferol, oksitlenmiş substratının değişmiş redoks potansiyelini eski haline getirerek rezin adezyonunu güçlendirerek, adeziv rezinin serbest radikal polimerizasyonunun erken sonlanma olmadan ilerlemesine olanak sağlamaktadır.⁴⁷

Diğer taraftan başka bir çalışmada, kimyasal ve ışııkla beyazlatma sonrası antioksidanların mikromakaslama bağlanma dayanımı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için alfa tokoferol, askorbik asit ve hesperidin kullanılmıştır. Hesperidin ve askorbik asit uygulamalarında en yüksek mikromakaslama bağlanma dayanım değerini sergileyen kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Alfa-tokoferol en düşük mikro kesme bağ değerlerini göstermiştir. Çalışmanın sonuçları, ışıık destekli beyazlatmanın yüzey morfolojik değişikliklerine neden olmaması nedeniyle, ışıık destekli beyazlatma sonrasında antioksidan uygulamaya gerek kalmadan hemen yapıştırma işlemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir.⁴⁸

Başka bir in vitro çalışma, antioksidan olarak %10 sodyum askorbat, %10 alfa-tokoferol, %10 üzüm çekirdeği ekstresi ve %10 guaşa çekirdeği ekstresi kullanılarak kompozit rezinlerin ağartılmış mineye makaslama bağlanma dayanımı incelenmiş ve sonuçlar guaşa tohumu ekstraktının bağ kuvvetini artıran en etkili antioksidan olduğunu göstermiştir. Bu antioksidanların kullanımıyla ağartılmış minenin bağlanma mukavemeti etkin bir şekilde artırıldığı gösterilmiştir.⁴⁸

Özellikle sodyum askorbat antioksidan etkileri

açısından sıklıkla değerlendirilmiştir. Aynı şekilde üzüm çekirdeği özünden elde edilen proantosiyanidine de araştırmalarda yer verilmiştir. Ancak E vitamini kompleksinin en aktif komponentlerinden biri olan alfa-tokoferolün etkinliğinin değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma mevcuttur ve endodontide kullanımından ziyade restoratif diş hekimliğiyle ilgili çalışmalarda yer verilmektedir.⁴⁸

Sonuç

Endodontide klinik kullanım için antioksidan bazlı takviyelerin kullanımını savunan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Sodyum askorbat, alfa-tokoferol ve proantosiyanidin en çok kullanılanlardan birkaçıdır. Antioksidanların optimum düzeyini belirlemek ve rutin tedavilerdeki en güvenli uygulamalarını belirlemek için daha fazla araştırma ve çalışma yapılması gerekmektedir.

İncelenen literatürde yer alan klinik uygulama açısından şu sonuçlara varılabilir,

1. Endodontik prosedürde irigasyon protokollerinde NaOCl'nin neden olduğu deproteinizasyon, adeziv sistem kullanıldığında anlık ve uzun vadede bağlanma gücünü etkiler;
2. Dentindeki bağlanma gücü ve adezyondaki azalma, bir antioksidan madde kullanılarak onarılabilir;
3. Sodyum askorbat gibi bir antioksidanın kullanımı, endodontik tedavi görmüş dişlerin bağlanma mukavemetini arttırmak için kullanılabilir.

Etik Kurul Onayı

Makalemiz derleme türünde olduğu için etik kurul onayı gerekmemektedir.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma kapsamında, herhangi bir kurum, kuruluş ve kişi ile mali çıkar çatışması yoktur ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Kaynak

Bu araştırma sürecinde, araştırma konusu ile doğrudan ilgili olan herhangi bir ilaç şirketinden, tıbbi ekipman veya malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya ticari bir kuruluştan, çalışmanın değerlendirme sürecine etki edebilecek maddi veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Yazar katkısı

Fikir: A.Y, B.E Tasarım: A.Y Denetleme: A.Y Analiz: A.Y Literatür: B.E Yazı: B.E Eleştirel inceleme: A.Y

Kaynakça

- Möller ÅJ, Fabricius L, Dahlen G, Öhmen AE, Heyden GU. Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Eur J Oral Sci.* 1981;89(6):475-84.
- Hahn CL, Liewehr FR. Innate immune responses of the dental pulp to caries. *J Endod.* 2007;33(6):643-51.
- Tibúrcio-Machado CS, Michelon C, Zanatta FB, Gomes MS, Marin JA, Bier CA. The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2021;54(5):712-35.
- Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. *J Endod.* 1992;18(9):427-30.
- Orstavik D, editor. Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis. Hoboken: John Wiley & Sons; 2020.
- Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod.* 2009;35(4):493-502.
- Siqueira JF Jr, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod.* 2002;28(3):181-4.
- Becker TD, Woollard GW. Endodontic irrigation. *Gen Dent.* 2001;49(3):272-6.
- Siqueira JF Jr, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal: an in vitro study. *Int Endod J.* 1997;30(4):279-82.
- Williamson AE, Cardon JW, Drake DR. Antimicrobial susceptibility of monoculture biofilms of a clinical isolate of *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2009;35(1):95-7.
- Josic U, Mazzitelli C, Maravic T, Fidler A, Breschi L, Mazzoni A. Biofilm in endodontics: in vitro cultivation possibilities, sonic-, ultrasonic-, and laser-assisted removal techniques and evaluation of the cleaning efficacy. *Polymers.* 2022;14(7):1334.
- Ghisi AC, Kopper PMP, Baldasso FE, et al. Effect of superoxidized water and sodium hypochlorite, associated or not with EDTA, on organic and inorganic components of bovine root dentin. *J Endod.* 2015;41(6):925-30.
- Bertassoni LE, Orgel JP, Antipova O, Swain MV. The dentin organic matrix – limitations of restorative dentistry hidden on the nanometer scale. *Acta Biomater.* 2012;8(7):2419-33.
- Oyarzún A, Rathkamp H, Dreyer E. Immunohistochemical and ultrastructural evaluation of the effects of phosphoric acid etching on dentin proteoglycans. *Eur J Oral Sci.* 2000;108(6):546-54.
- Zhang YR, Du W, Zhou XD, Yu HY. Review of research on the mechanical properties of the human tooth. *Int J Oral Sci.* 2014;6(2):61-9.
- Cecchin D, Farina AP, Bedran-Russo AK. The effects of endodontic substances and naturally reducing agents on the bond strength of epoxy resin-based sealer to root dentin. *J Conserv Dent.* 2017;20(5):302-6.
- Corrêa AC, Cecchin D, de Almeida JF, Gomes BPFA, Zaia AA, Ferraz CC. Sodium thiosulfate for recovery of bond strength to dentin treated with sodium hypochlorite. *J Endod.* 2016;42(2):284-8.
- Sharafeddin F, Farshad F. The effect of aloe vera, pomegranate peel, grape seed extract, green tea, and sodium ascorbate as antioxidants on the shear bond strength of composite resin to home-bleached enamel. *J Dent.* 2015;16(4):296.
- Rose RC, Bode AM. Biology of free radical scavengers: an evaluation of ascorbate. *FASEB J.* 1993;7(12):1135-42.
- Carnelio S, Khan SA, Rodrigues G. Definite, probable or dubious: antioxidants trilogy in clinical dentistry. *Br Dent J.* 2008;204(1):29-32.
- Sen S, Chakraborty R. The role of antioxidants in human health. In: Oxidative stress: diagnostics, prevention, and therapy. Washington (DC): American Chemical Society; 2011. p. 1-37.
- Sen S, Chakraborty R, Sridhar C, Reddy YS, De B. Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines: current status and future prospect. *Int J Pharm Sci Rev Res.* 2010;3(1):91-100.
- Shetti A, Keluskar V, Aggarwal A. Antioxidants: enhancing oral and general health. *J Indian Acad Oral Med Radiol.* 2009 J;21(1):1-6.

24. Finkel T, Holbrook NJ. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*. 2000;408(6809):239-47.
25. Tang B, Yuan H, Cheng L, Zhou X, Huang X, Li J. Effects of gallic acid on the morphology and growth of hydroxyapatite crystals. *Arch Oral Biol*. 2015; 60(1):167-73.
26. Gascón R, Forner L, Llena C. The effect of antioxidants on dentin bond strength after application of common endodontic irrigants: a systematic review. *Materials*. 2023;16(6):2260.
27. Liu Z, Feng X, Wang X, Yang S, Mao J, Gong S. Quercetin as an auxiliary endodontic irrigant for root canal treatment: anti-biofilm and dentin collagen-stabilizing effects in vitro. *Materials*. 202;14(5):1178.
28. Fine AM. Oligomeric proanthocyanidin complexes: history, structure, and phytopharmaceutical applications. *Altern Med Rev*. 2000;5(2):144-51.
29. Hu M, McClements DJ, Decker EA. Antioxidant activity of a proanthocyanidin-rich extract from grape seed in whey protein isolate-stabilized algae oil-in-water emulsions. *J Agric Food Chem*. 2004;52(16):5272-6.
30. Kennedy JA, Taylor AW. Analysis of proanthocyanidins by high-performance gel permeation chromatography. *J Chromatogr A*. 2003;995(1-2):99-107.
31. Naczki M, Shahidi F. Extraction and analysis of phenolics in food. *J Chromatogr A*. 2004;1054(1-2):95-111.
32. Masquelier J, Dumon MC, Dumas J. Stabilization of collagen by procyanidolic oligomers. *Acta Ther*. 1981;7:101-5.
33. Castellan CS, Pereira PN, Viana G, Chen SN, Pauli GF, Bedran-Russo AK. Solubility study of phytochemical cross-linking agents on dentin stiffness. *J Dent*. 2010;38(5):431-6.
34. Bedran-Russo AK, Pereira PN, Duarte WR, Drummond JL, Yamauchi M. Application of crosslinkers to dentin collagen enhances the ultimate tensile strength. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2007;80(1):268-72.
35. Soeno K, Taira Y, Jimbo R, Sawase T. Surface treatment with ascorbic acid and ferric chloride improves the micro-tensile bond strength of 4-META/MMA-TBB resin to dentin. *J Dent*. 2008;36(11):940-4.
36. Komabayashi T, Ahn C, Zhang S, Zhu Q, Spångberg LS. Root dentin body moisture changes caused by ascorbic acid. *J Dent*. 2009;37(6):475-9.
37. Vongphan N, Senawongse P, Somsiri W, Harnirattisai C. Effects of sodium ascorbate on microtensile bond strength of total-etching adhesive system to NaOCl-treated dentine. *J Dent*. 2005;33(8):689-95.
38. Moura AS, Pereira RD, Rached-Junior FJ, et al. Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fibre-reinforced posts. *Braz Oral Res*. 2017 ;31:e29.
39. Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-Prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod*. 2001;27(12):753-7.
40. Khoroushi M, Mazaheri H, Tarighi P, Samimi P, Khalighinejad N. Effect of antioxidants on push-out bond strength of hydrogen peroxide-treated glass fiber posts bonded with two types of resin cement. *Restor Dent Endod*. 2014;39(4):303-9.
41. Park JY, Kwon TY, Kim YK. Effective application duration of sodium ascorbate antioxidant in reducing microleakage of bonded composite restoration in intracoronally bleached teeth. *Restor Dent Endod*. 2013 ;38(1):43-7.
42. Stevens CD. Immediate shear bond strength of resin cements to sodium hypochlorite-treated dentin. *J Endod*. 2014;40(9):1459-62.
43. Havsteen BJ. Flavonoids: a class of natural products of high pharmacological potency. *Biochem Pharmacol*. 1983;32(7):1141-8.
44. Sasaki RT, Flório FM, Basting RT. Effect of 10% sodium ascorbate and 10% α -tocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home-use bleaching treatment. *Oper Dent*. 2009;34(6):746-52.
45. Thapa A, Vivekananda PA, Thomas MS. Evaluation and comparison of bond strength to 10% carbamide peroxide-bleached enamel following the application of 10% and 25% sodium ascorbate and alpha-tocopherol solutions: an in vitro study. *J Conserv Dent Endod*. 2013;16(2):111-5.

46. Sultan MS, Elkorashy ME. Influence of natural antioxidants on microshear bond strength to bleached enamel: chemical versus laser-assisted bleaching. *Egypt Dent J.* 2017;63(2):1783-91.
47. Gogia H, Taneja S, Kumar M, Soi S. Effect of different antioxidants on reversing compromised resin bond strength after enamel bleaching: an in vitro study. *J Conserv Dent.* 2018;21(1):100-4.
48. Theriault A, Chao JT, Wang QI, Gapor A, Adeli K. Tocotrienol: a review of its therapeutic potential. *Clin Biochem.* 1999;32(5):309-19.



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>
DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v01i3007



Özel Bakım Gerekisini Olan Çocuklarda Ağız ve
Diş Sağlığı Yönetimi ve Dental Tedavi Yaklaşımları

Oral and Dental Health Management and Dental
Treatment Approaches in Children with Special
Health Care Needs

Sevdegül Orhan^{1*} Işıl Sönmez²

ÖZET

Engellilik veya kronik hastalık nedeniyle özel sağlık bakımı gereksinimi olan çocuklar için dental tedavi süreçlerinde bireyselleştirilmiş yaklaşımlar gerekmektedir. Güvenli ve etkili bir tedavi için kapsamlı tıbbi ve dental anamnez alınması, hastaya özgü tedavi planlaması ve uygun davranış yönetimi stratejilerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Bu derlemede erişilebilir klinik ortamlar, iletişim teknikleri, davranış yönlendirme yöntemleri ile genel anestezi veya sedasyon gereksinimi gibi başlıca konular ele alınmaktadır. Ayrıca dental ev kavramı, tele-diş hekimliği uygulamaları ve güncel klinik kılavuzlara uyum yoluyla bakımın sürekliliği vurgulanmaktadır. Güncel literatüre dayanarak bu hasta grubunda ağız sağlığı yönetiminde bireyselleştirilmiş ve bütüncül yaklaşımların tedavi sonuçlarına olumlu katkı sağlayabileceği belirtilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağız sağlığı, Davranış kontrolü, Engelli çocuklar, Genel anestezi, Koruyucu diş hekimliği

ABSTRACT

Children with special health care needs due to disabilities or chronic illnesses require individualized attention during dental treatment processes. Comprehensive medical and dental anamnesis, patient-specific treatment planning, and the application of appropriate behavior management strategies are critical for ensuring safe and effective care. This review discusses major topics including accessible clinical environments, communication techniques, behavior guidance methods, and the necessity for general anesthesia or sedation when indicated. Additionally, it emphasizes the importance of continuity of care through the concepts of the dental home, teledentistry applications, and adherence to current clinical guidelines. Based on recent literature, it is suggested that personalized and holistic approaches in oral health management contribute positively to treatment outcomes in this patient population.

Keywords: Behavior control, Disabled children, General anesthesia, Oral health, Preventive dentistry

¹Araştırma Görevlisi, Pedodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye

²Profesör Doktor, Pedodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye

*Sorumlu Yazar: Sevdegül Orhan, e-mail: sevdegul.orhan@adu.edu.tr, ORCID: 0009-0007-5672-2917, Pedodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye.

Giriş

Çocuklarda engellilik Amerikan Sağlık Birliği (The American Health Association) tarafından; bir çocuğun çeşitli sebeplerle fiziksel, zihinsel ve sosyal yeteneklerini tam olarak gerçekleştirememesi durumu olarak tanımlanmakta olup; eğitim alamama, oyun oynayamama ve yaşatlarının yapabildiklerini gerçekleştirememesi gibi durumları içermektedir. Bu çocuklar zihinsel, duygusal, fiziksel, duygusal, davranışsal ve kronik tıbbi durumlarından ötürü hayatları boyunca rutin olarak desteğe ihtiyaç duymaktadır ve bundan dolayı “özel bakım gereksinimi olan çocuklar” olarak adlandırılmaktadırlar.¹ Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)’nün 2022 tarihli Engelli Bireyler için Sağlık Eşitliği Küresel Raporu’na göre dünya genelinde yaklaşık 1,3 milyar kişi, yani küresel nüfusun %16’sı önemli bir engellilik yaşamaktadır.²

Özel bakım gereksinimi olan hastalara verilecek diş hekimliği hizmetleri; mental, fiziksel, medikal, gelişimsel ve davranışsal sorunlara sahip bireylerin ağız diş sağlığı problemlerini çözmeyi, tedavi etmeyi ve önlemeyi hedeflemektedir.³

Özel ihtiyaçları olan hasta grubuna dahil olan bireyler aşağıda sıralanmıştır:³

1. Mental bozukluğu olan hastalar,
2. Fiziksel engelli bireyler (serebral palsi, romatoid artrit, kol-bacak amputasyonları),
3. Kronik medikal sorunları olan kişiler (konjenital kalp hastaları, kanser hastaları, epilepsi vb.),
4. Öğrenme bozukluğu olanlar (fragil X, down sendromu, otizm)
5. Madde bağımlılığı olan kişiler (ilaç, uyuşturucu, alkol vb.)

Öğrenme güçlüğü, dikkat eksikliği/dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu, anksiyete problemleri, davranış bozuklukları, gelişimsel gecikmeler, zihinsel engellilik, serebral palsi, konuşma güçlükleri, astım, diyabet, epilepsi, iştme problemleri, görme problemleri, kemik, eklem, kas hastalıkları ve beyin hasarlarına sahip çocukların da özel sağlık bakımı gereksinimi (ÖSBG) vardır.⁴

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Sağlık ve İnsan Hizmetleri Bakanlığı Sağlık Kaynakları ve Hizmetler İdaresi (U.S. Department of Health and Human Services Health Resources and Services Administration) tarafından 2009-2010 dönemi için hazırlanan bir grafik kitabında Son Kronik Özel Sağlık Gereksinimi Olan Çocuklar Ulusal Anketi (NS-CSHCN) sonuçları 2013 yılında yayımlanmıştır.⁵ Bu ankette ÖSBG olan çocukları tanımlamak amacıyla

kısa bir tarama aracı kullanılmaktadır. Bu araca dayanarak, 18 yaş altındaki çocukların %15,1’inin, yani yaklaşık 11,2 milyon çocuğun özel sağlık gereksinimine sahip olduğu tahmin edilmektedir. Genel olarak, ABD’deki çocuklu hanelerin %23’ünde en az bir çocuğun özel sağlık gereksinimi olduğu bildirilmektedir. NS-CSHCN’de kullanılan CSHCN tarama aracı, 5 ana bileşene sahip tarama soruları içermektedir. En az 1 yıl sürmüş olan ya da en az 1 yıl süreceği öngörülen bir durumun varlığına ek olarak, katılımcı, çocuk için aşağıdaki sonuçlardan en az birini bildirmelidir:

- Reçeteli ilaç kullanımının veya ihtiyacının olması,
- Aynı yaştaki diğer çocuklara kıyasla daha fazla tıbbi bakım, ruh sağlığı hizmetleri veya eğitim hizmetlerine ihtiyaç duyulması,
- Tedavi veya danışmanlık gerektiren sürekli bir duygusal, davranışsal veya gelişimsel sorunun olması,
- Çocuğun, aynı yaştaki çoğu çocuğun yapabildiği şeyleri yapma yeteneğinde bir kısıtlılığının olması,
- Fiziksel, mesleki veya konuşma terapisi gibi özel terapi kullanımının ya da ihtiyacının olması.⁵

En sık görülen ÖSBG olan durumlara ve ağız diş sağlığına etkilerine bakacak olursak:

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) iletişimde kısıtlılık, sosyal etkileşimde zayıflık, tekrarlayan davranışlarla karakterize nörogelişimsel bir sendromdur.⁶Yapılan bir çalışmada 2016’da ABD’de her 68 çocuktan birine OSB tanısı konmuştur.⁷ OSB’li bireyler; kötü beslenme alışkanlıkları, öz bakım yetersizlikleri, kendine zarar verici davranışlar (bruksizm, dil itme, dudak ısırma vb.) ve kullandıkları ilaçlar nedeniyle ağız ve diş sağlığı açısından risk altındadır.⁸ OSB’li çocuklarda çürük prevalansı %60,6’dır.⁹Yapılan bir çalışmada bruksizm normal popülasyonda %5 oranında görülürken otizmlili çocuklarda bu oran %20’dir.^{10,11}

Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğunun (DEHB) etiyolojisinde birçok risk faktörünün rol oynadığı bildirilse de etiyoloji tam olarak aydınlatılamamıştır.¹² Dünya genelinde çocukların %5-12’sini etkilediği bildirilmektedir.¹³ DEHB olan çocuklarda, yüksek çürük prevalansı, artmış molar insizör hipomineralizasyon (MIH) riski bulunmaktadır. Ayrıca, travmatik yüz ve diş yaralanmaları yaklaşık iki kat daha sık görülmektedir.¹³

Amerikan Serebral Palsi ve Gelişimsel Tıp Akademisi, Serebral Palsi (SP)’yi hareket ve postür gelişimini etkileyen, doğumda veya infantil dönemde beyinde

meydana gelen progresif olmayan bozukluklardan kaynaklanan aktivite sınırlamalarıyla ilişkilendirilen bir grup bozukluk olarak tanımlamaktadır. Genel olarak SP'nin görülme sıklığı 1.000 canlı doğumda 2–3 arasındadır. SP'ye motor yetersizliklerin yanı sıra epilepsi, spastisite, duyusal, davranışsal ve konuşma sorunları ile ikincil kas-iskelet sistemi bozuklukları eşlik edebilmektedir.^{14,15} Orofasiyal bölgede yapısal değişiklikler, parafonksiyonel alışkanlıklar, yeme problemleri ve ağız hijyeni sırasında kooperasyon güçlüğü, SP'li bireylerde yeterli ağız ve diş bakımının sağlanmasını zorlaştırmaktadır.¹⁶ SP'li bireylerde görülebilecek ağız bulguları maloklüzyon, disfaji, travmatik diş yaralanmaları, brüksizm, siyalore, reflüye bağlı dental erozyon, çürük, periodontal hastalık şeklindedir.¹⁷

Zihinsel engellilik, kişinin zihinsel işlevlerinin normalin önemli derecede altında olması, öğrenme, iletişim, beslenme, giyinme, yıkanma gibi günlük yaşamının devamı için gereken öz bakım ve uyumsal becerilerinin yetersizliği, yaşamını tek başına idame ettirmede sınırlılığa sahip olma durumu şeklinde tanımlanmaktadır.¹⁸⁻²⁰ İleri derece zihinsel engeli olan çocuklar çiğneme problemleri nedeniyle genellikle püre tarzı karyojenik açıdan yüksek gıdalarla beslenmektedirler. Ayrıca sürekli kullandıkları şekerden zengin şurup formundaki ilaçlar çürük riskini arttırmaktadır.²¹

Epilepsi bireyde herhangi bir uyarı olmaksızın kendiliğinden ortaya çıkan, tekrarlayan nöbetlerin görüldüğü, kronik nörolojik bir bozukluktur.²² Epilepsi, gelişimsel engeli olan bireylerde, bu duruma en sık eşlik eden tıbbi durumdur.²³ SP'nin türüne ve motor hasarın şiddetine bağlı olarak, SP'li çocukların ve erişkinlerin %15-55'inde, otizmli çocuk ve erişkinlerin %20-30'unda epilepsi varlığı bildirilmektedir.^{24,25}

Görme engelliği, bir göz bozukluğundan ziyade görme işlevi kaybının sonucudur. İşitme kaybı veya işitme güçlüğü ise bireylerin normal insanlar tarafından duyulan ses frekanslarının bazılarını tam olarak veya kısmen algılayamaması durumudur.¹⁴

Sistemik hastalıklar, özellikle enfeksiyon riski yüksek olan durumlar, ÖSBG olan çocuklarda dental tedavilerin uygulanmasını etkileyebilir. Edinsel immün yetmezlik sendromu (AIDS), otoimmün hastalıklar, radyoterapi sonrası, uzun süreli steroid kullanımı ve diyabet gibi metabolik bozukluklara sahip çocuklar enfektif endokardit riski açısından değerlendirilmelidir.^{26,27} Tıbbi olarak riskli durumlardan bazıları kalp hastalıkları, diyabet

ve kanserlerdir.¹⁴

Özel Sağlık Bakımı Gereksinimi Olan Çocuklar İçin Dental Klinik Tasarımı

ÖSBG olan bireyler, dental tedaviye erişimde de engellerle karşılaşmakta; bunların başında mimari düzenlemeler ve kapı genişliği gibi fiziksel engeller gelmektedir. Erişilebilirliği sağlamak için:

- Hareketli diş ünitesi, alet kontrol ünitesi ve aspirasyon ünitesi ile tasarlanmış, tekerlekli sandalye dönüş alanına sahip muayenehane,
 - Ayarlanabilir diş hekimi koltuğu,
 - Hastanın tekerlekli sandalyeyle birlikte çıkabileceği tartı,
 - Hastanın uzuvlarını destekleyecek ve tekerlekli sandalyeden diş ünitesine transferini sağlayabilecek minder,
 - Diş hekiminin hastaya esnek erişim sağlamasına olanak tanıyacak şekilde ünite çevresinde serbest alan bulunması şeklinde önlemler alınmalıdır.
- Evrensel tasarıma uygun kliniklerin amacı ÖSBG olan hastaların ihtiyaçlarını daha iyi karşılamak, diğer hastalara benzer bir deneyim yaşamasını kolaylaştırmaktadır.^{14,18}

Özel Sağlık Bakımı Gereksinimi Olan Çocuklarda Ağız Sağlığı ve Diş Tedavileri

ÖSBG olan çocuklar için ağız sağlığı bakımının amacı tüm çocuklar için olan hedeflerle aynıdır.²⁸ ÖSBG olan çocukların değerlendirilmesinde, etkili bir tedavi planı oluşturulabilmesi için ayrıntılı tıbbi anamnez alınmalı ve her kontrol ziyaretinde güncellenmelidir.²⁹ Bakteriyemi ve enfeksiyon sonucu olumsuz etkilenme riski yüksek olan hastaların doktoruna danışılmalı ve antibiyotik profilaksisi rejimlerine hâkim olunmalıdır.²⁶ Epilepsi hastalarında tedavi planlanmadan önce nöbet tipi, sıklığı ve tetikleyici faktörleri öğrenilmelidir. Hastanın kullandığı ilaçlar ve yan etkileri her randevuda sorgulanmalıdır.³⁰ Tüm hastalardan ya da yasal vasisi olan bir kişiden dental tedavi öncesi imzalı aydınlatılmış onam alınmalıdır.³¹

Bireyin ağız ve diş sağlığını korumada en ideal yaklaşım, hastalıkların ortaya çıkmadan önce önlenmesidir.³² Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (AAPD) tarafından yayınlanan çürük riski değerlendirme formunda ÖSBG olan hastalar orta riskli grupta yer almaktadır. Orta derecede riskli hastalar için her 6 ayda bir kontrol ve her 6 ila 12 ayda bir röntgen alınması önerilmektedir.³³

ÖSBG olan çocukların ağız-diş sağlığı için en önemli adım en geç 12 aylıkken bir diş hekimiyle ilişki kurmalarıdır.³⁴ Diş hekimleri, bu hastalar

için toplumdaki mevcut kaynakları bilmeli ve gerektiğinde önermelidir.³⁵

İlk randevuda diş hekimi çocukla tanışmalı ve klinik ortamını gezdirmelidir. Randevular kısa ve iyi organize edilmiş olmalıdır.³⁶ Epilepsi hastalarında randevular nöbetin az görüldüğü saatlere ayarlanmalıdır.³⁷ Hastaların duyarlılıkları konusunda ebeveyn veya bakıcıdan öneriler alınmalıdır. Örneğin otizmlili hastalar ışık, ses ve kokulara karşı aşırı duyarlılık göstermektedirler. Bu tür hastaların tedavi sırasında oyuncak gibi rahatlatıcı eşyalarını yanında getirmesine izin verilmelidir. Hasta ortama alıştıktan sonra daha zorlu tedavilere kademeli olarak geçilmelidir.³⁶

İşitme kaybı olan hastalarda hastanın ve ebeveynin ilk randevu için nasıl iletişim kurmak istediği (tercüman, dudak okuma, işaret dili, not yazma veya bunların kombinasyonu) belirlenmelidir. Temel işaret dili öğrenmek iletişimi geliştirmek açısından faydalıdır. Her zaman kalem ve kâğıt bulundurulmalıdır. Hastanın bir işitme cihazı varsa, cihaz tüm sesleri arttıracığından, dental tedaviden önce ayarlanmalıdır. Önceden hazırlanmış dental tedavi prosedürlerini açıklayan broşürler faydalı olabilmektedir. Aynı şekilde görme engelliliği olan hastalar için de dental tedavileri açıklayan ses kayıtları ile hastalar bilgilendirilmelidir. Hastalara muayene ortamı, yapılacak tedavi, ağzına yerleştirilecek aletler ayrıntılı olarak tanıtılmalıdır.¹⁴ Hastalarla sakın bir ses tonuyla doğrudan ve kısa cümlelerle konuşulmalıdır.³⁶ DEHB olan çocuklara kısa ve basit komutlar verilmeli, tedavi süresinde bu komutlar tekrarlanmalıdır.¹⁷

Kanserli çocuklarda ağız bakımı multidisipliner bir yaklaşımla sağlanmalı ve pediatrik kanser merkezlerinde diş hekimi bulunmalıdır. Kanser tedavisi öncesinde ağız sağlığı değerlendirilip gerekli tedaviler yapılmalıdır. Koruyucu ağız bakımı pediatrik onkoloji hastalarına entegre edilmelidir. Diş hekimleri kanser tedavisi alan hastalarda ortaya çıkan bulgulara destek olmanın yanı sıra ağız kanserlerini erken tespit etme ve hastalara uygun yönlendirmeleri yapma sorumluluğundadır. Her hasta için kemoterapi döngüleri dikkate alınarak ve onkoloji ekibiyle konsültasyon yapılarak kişiselleştirilmiş bir tedavi planı oluşturulmalıdır.³⁸

İlk diş muayenesinde elde edilen bilgiler doğrultusunda bakım personeliyle birlikte bir program oluşturulmalıdır. Diş fırçası ve ipi kullanımı, antimikrobiyal ajanlar, ağız destekleri, kısıtlamalar ve pozisyon teknikleri bakım verene açıklanmalıdır.

ÖSBG olan hastalar için tasarlanmış modifiye diş fırçaları bulunmaktadır.¹⁴ Diş fırçalamaya isteksiz olan veya fiziksel direnç gösteren daha büyük çocuklarda, çocuğun güvenli şekilde sabitlenmesi sağlanmalı ve doğru diş fırçalama teknikleri uygulanmalıdır.³⁹

Klorheksidin içeren ağız solüsyonları, plak birikiminin ve gingivitisin şiddetini azaltmada etkilidir. ÖSBG olan hastalarda ağız çalkalama ve tükürme zor olabileceğinden, spreya veya aplikatör (örneğin, Toothette®) ile uygulama tercih edilebilmektedir.¹⁴

Hastalara ihtiyaca yönelik olarak planlanmış bir topikal florür uygulama programı oluşturulmalıdır. Hasta iş birliğinin olmaması ve sık görülen brüksizm nedeniyle köpük veya plastik kaşıklarla florür uygulanması genellikle kontrendikedir. Normal fırçalama tamamlandıktan sonra diş fırçasıyla florür jel uygulanması tercih edilebilmektedir.¹⁴

Gümüş diamin florür (SDF) uygulaması, ÖSBG olan hastalara uygulanabilecek restoratif olmayan çürük tedavi yöntemlerinden biridir. 2018 yılında AAPD, çocuklar ve özel sağlık gereksinimi olanlar da dahil olmak üzere adolesanlarda çürük lezyonlarını durdurmak için %38 SDF'nin uygulanmasına yönelik kanıta dayalı bir öneri geliştirmiştir. ÖSBG olan hastalar için etkili, ekonomik ve basit bir alternatif sunmaktadır.⁴⁰⁻⁴²

Çocuğun doktoru ve diyetisyeniyle konsülte edilerek ve uygulanacak anketlerle kişiye özel diyet programı hazırlanmalıdır.³⁹

ÖSBG olan çocuk hastalardaki derin pit ve fissürlü dişler fissür örtücü ile korunmalı, izolasyon sağlamanın zor olacağı durumlarda ise kimyasal olarak bağlanabilen fissür örtücüler tercih edilmelidir.³

Özel sağlık bakımı gerektiren çocuklarda çiğneme kapasitesinin azalması nedeniyle diyetin yumuşak yiyeceklerden oluşması, hipotonik kas aktivitesiyle birleştiğinde yiyeceklerin ağızda daha uzun süre kalmasına yol açmakta ve periodontal hastalık ile diş taşı birikimini artırmaktadır.⁴³

ÖSBG olan hastaların tedavisi kişiye özgü planlanmalı, tanı ve tedavi yöntemleri hastaya göre geliştirilmelidir. Örneğin SP hastalarında tedavi sırasında ani ışık, ses ve hareketlerden kaçınılmalıdır. Bu hasta grubunda karşılaşılan başlıca klinik sorunlardan biri de siyaloredir ve etkin bir yönetim gerektirir. Siyalore tedavisinde

davranışsal farkındalığın artırılması, konuşma terapisi, fizyoterapi, biyofonksiyonel apareylerin uygulanması; bu yöntemlerin etkili olmadığı durumlarda ise botulinum toksin enjeksiyonu, ilaç tedavisi (antikolinergik ilaçlar), radyoterapi ve tükürük bezlerini içeren çeşitli cerrahi yaklaşımlar uygulanabilmektedir. Genellikle Castillo Morales apareyi tercih edilmektedir.⁴⁴ Bununla birlikte bu hastaların dental tedavi süreçlerinde karşılaşılabilecek diğer özel durumlara da dikkat edilmelidir. Örneğin, tekerlekli sandalye ile gelen hastalarda hasta kendisini daha iyi hissediyorsa dental prosedürler bu şekilde uygulanmalıdır. Radyolojik muayenede destek personelden yardım alınmalı veya koruyucu stabilizasyon araçları kullanılmalıdır. Filmin farinkse ilerleme ihtimaline karşı film kılıfında açılan bir delikle sabitlenen yaklaşık 46 cm uzunluğundaki diş ipi ile önlem alınmalıdır. Yutma problemleri nedeniyle diş üniti 45 derecelik açıyı geçmeyecek şekilde pozisyonlandırılmalıdır. Dental ünite destekleyici stabilizasyon ekipmanları ile postür ve ekstremitelerin doğal pozisyonları korunmalıdır. Diş hekimi hastada ani ısırma refleksi gelişmesi ihtimaline karşı parmaklarını asla hastanın dişleri arasına yerleştirmemelidir. Muayene ve tedavi sırasında ağız içi ekipmanlar ve parmak splintler kullanılmalıdır. Ağız açacağı kullanılması gereken durumlarda ucuna diş ipi bağlanmalı, sıkıca yerleştirilmeli ve kaslar çabuk yorulacağı için sık dinlenme araları verilerek kullanılmalıdır.^{14,45}

ÖSBG olan hastalarda yüksek bir oral hijyen varlığında, endodontik tedavinin başarı ile tamamlanmasının mümkün olduğu durumlarda stratejik dişler için endodontik tedavi tercih edilmelidir. Tedavi planlaması yapılırken hasta kooperasyonunun el verdiği ölçüde fazla miktarda klinik ve radyografik bulgu elde edilmelidir. Lokal anestezi altında uygulanan endodontik tedavi sırasında kullanılan aletlerin risk oluşturacağı unutulmamalıdır.⁴⁶

ÖSBG olan çocukların ortodontik tedaviye yönlendirilme nedeni, ebeveynlerin yüz estetiği, ağız fonksiyonu ve yaşam kalitesini artırma isteğidir. Uygun davranış kontrol teknikleriyle çoğu hasta işbirlikçi olabilir. Çalışmalar, maloklüzyon şiddeti, tedaviye erişim ve tedavi memnuniyeti göz önünde bulundurulduğunda, engellilik nedeniyle tedavi reddinin haklı olmadığını vurgulamaktadır.^{47,48} Hastanın genel sağlık durumunu riske atmayacak tedaviler tercih edilmelidir. Örneğin epilepsi hastalarında yer tutucu gereksinimi olan durumlarda sabit yer tutucular önerilmektedir.¹⁷

Diş hekimi tedavi sırasında gelişebilecek komplikasyonlar konusunda da bilgi sahibi olmalıdır. Dental tedaviler sırasında karşılaşılabilecek bir durum olan epileptik nöbette tedavi durdurulmalı, yabancı cisimler çıkarılmalı ve hasta supin pozisyona getirilmelidir. Aspirasyon riski için yan pozisyon tercih edilmeli, hava yolu açık tutulmalıdır. Nöbet sonrası tedaviye devam edilmemeli, gerekirse geçici dolgu uygulanmalıdır. Beş dakikadan uzun süren nöbetlerde acil sağlık hizmeti çağrılmalı ve benzodiazepin uygulanmalıdır.^{30,37,49-51}

Dental sağlık durumlarına bağlı olarak ÖSBG olan çocuklar, her 2-3 ayda bir çocuk diş hekimini ziyaret etmelidir.²⁹ Ağrının hasta tarafından ifade edilmesinde yetersiz kalılabileceği unutulmamalı ve veli tarafından hastanın beslenme sırasındaki tepkileri ve ağız-yüz ifadeleri dikkatlice takip edilmelidir.³

ÖSBG olan çocuklar yetişkinliğe ulaştığında, ağız sağlığı ihtiyaçları çocuk diş hekimliğinin ötesine geçebileceğinden yetişkin diş hekimliğine başarılı bir geçiş, bakımın sürekliliğini sağlamak ve uzun vadeli sonuçları iyileştirmek açısından çok önemlidir. Yeni bir diş kliniğine geçene kadar, hasta mevcut diş hekimi ile iletişimini sürdürmeli ve acil hizmetlere erişim sağlamalıdır.⁵²

Özel Sağlık Bakımı Gereksinimi Olan Hastalarda Temporomandibular Eklem Bozuklukları

Temporomandibular bozuklukların oluşmasında etiyolojik faktörlerden birisi mikrotravmadır. Mikrotravma, diş gıcırdatma, sıkma ve diğer tekrarlayıcı parafonksiyonel mandibular davranışlar sonucu gelişir. Nörolojik bozukluğu olan bireylerde (örneğin, spastik SP), parafonksiyonel ağız alışkanlıkları ve brüksizm görülme olasılığı daha yüksektir.⁵³ Sistemik lupus eritematozus, juvenil idiyopatik artrit ve psoriatik artrit gibi romatizmal hastalıklar, sistemik, gelişimsel ve patolojik faktörlerin etkisiyle temporomandibular eklemi etkileyebilmektedir.⁵⁴

Davranış Yönlendirme Teknikleri

Davranış yönlendirme, çocukların dental tedavi ihtiyaçlarının karşılanmasında ve iyi bir ağız hijyenine ulaşmalarında pediatrik diş hekimliği için temel bir unsurdur. Davranış yönlendirme teknikleri farmakolojik ve nonfarmakolojik olarak ikiye ayrılmaktadır.²⁸

Nonfarmakolojik yöntemler geleneksel tekniklerin yanı sıra gerektiğinde alternatif uygulamaları da içermektedir. Anksiyete ve ÖSBG olan hastalarda kullanılabilecek bu ek yöntemler arasında klinik

ortamının duyuşal adaptasyonu (SADE), hayvan destekli terapi (AAT) ve resim alışverişı ile iletişim sistemi (PECS) yer almaktadır. SADE, sakinleştirici bir etki oluşturmak amacıyla klinikte yapılan düzenlemeleri kapsar. Bu yöntem, otizm spektrum bozukluğu, duyuşal hassasiyetler veya diş kaygısı olan hastalarda kullanılmaktadır. AAT çocuğun kaygısını azaltmak için eğitimli bir hayvandan yararlanmayı içerir. Bu tekniğin uygulanmasından önce, çocuğun hayvanlara karşı bir fobisinin veya alerjisinin olmadığına emin olunmalıdır. PECS, özellikle otizm gibi sözlü iletişim becerilerinin sınırlı olduğu hastalarda kullanılan bir tekniktir. Kişi, istek veya düşüncelerini ifade etmek için çeşitli sembollerin bulunduğu kartları kullanır.⁵⁵

Zihin-beden terapileri, çocuklarda biofeedback, nefes egzersizleri ve hipnoz gibi klinik ortamda ağrıyı azaltmaya ve kaygıyı hafifletmeye yardımcı olabilen yöntemlerdir.⁵⁵

Geleneksel davranış yönlendirme tekniklerinin yeterli olmadığı hastalarda koruyucu stabilizasyon faydalı olabilir. İmmobilizasyon uygulanmadan önce ebeveynler bilgilendirilmeli ve onam alınmalıdır. Bu yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda ise gerekli konsültasyonların ardından farmakolojik yaklaşımlar, yani sedasyon ve genel anestezi (GA), tercih edilebilir.¹⁴ ÖSBG olan çocuklarda hasta kooperasyonunun sınırlı olması ve çoğunlukla çok sayıda dişin tedavi gerektirmesi nedeniyle sedasyon veya GA'ya başvurulması gerekebilmektedir.^{56,57}

Nitröz oksit/Oksijen inhalasyonu, kaygıyı azaltmak ve etkili iletişimi artırmak için güvenli ve etkili bir tekniktir. Etkisi hızlı başlar, kolayca ayarlanabilir ve geri dönüşlüdür. Kronik obstrüktif akciğer hastalıkları ve mevcut üst solunum yolu enfeksiyonları gibi durumlarda kontrendikedir. GA ise daha kapsamlı tedavi gereksinimi olan hastalarda tercih edilmektedir. AAPD, çocuk ve adolesanlarda dental GA endikasyonlarından birini "Psikolojik veya duyuşal gelişim düzeyine ve/veya mental, fiziksel, tıbbi durumlarına bağlı olarak uyum göstermeyen hastalar" olarak belirtmektedir.⁵⁵

Türkiye'de yapılan bir çalışmada ÖSBG olan çocuklar, GA altında diş tedavisi yapılan çocukların %32,3'ünü oluşturmaktadır.⁵⁸ Yine Türkiye'de yapılan başka bir çalışmada mevcut çalışmalara benzer %24,5'lik oran bulunmuştur.⁵⁷ GA ile tedavi edilen çocukların %32'si zihinsel engelli, %18,5'i serebral palsili, %10,2'si Down sendromlu, %9,2'si otizmlı ve %16,3'ü diğer sendromlara sahip çocuklardan oluşmaktadır.⁵⁹

Yapılan farklı çalışmalarda, GA altında diş tedavisi uygulanan ÖSBG olan çocukların yaş ortalamasının, sağlıklı çocuklara göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Bu durumun nedeni, ebeveynlerin önceliğinin karmaşık sağlık gereksinimlerine odaklanması ve önemli bir diş tedavisi ihtiyacı ortaya çıkana kadar diş bakımını ertelemeleridir.⁵⁷

Hekimin temel davranış yönlendirme teknikleri, sedasyon veya GA arasında seçim yapmasını sağlayacak net kriterler bulunmamasına karşın karar vermede yardımcı olması için hastanın yaşı, diş çürüğü boyutu, hastanın sağlığı, işlemlere ait riskler, maliyet, ebeveynlerin beklentileri ve tedaviye uyumları gibi bazı parametreler önerilmiştir.⁶⁰⁻⁶² Engelli, sendromik ve sistemik rahatsızlığı olan çocuklarda standart bir GA/sedasyon yaklaşımı bulunmamaktadır.⁶⁰ Amerikan Anestezistler Derneği'nin (ASA) fiziksel durum sınıflandırmasına göre yüksek puan alan hastalarda, kardiyovasküler sorunları ve solunum veya merkezi sinir sistemi patolojileri olan hastalarda GA ve sedasyon uygulanması ciddi riskler taşıdığından kapsamlı bir ameliyat öncesi hazırlık süreci izlenmelidir.⁶³

GA altında yapılan diş tedavileri incelendiğinde muhtemel başarısızlıklar ve komplikasyonlardan kaçınmak amacıyla daha radikal işlemlere bir eğilim görülmektedir.⁶⁴ Nöromotor yetersizliğe sahip hastalarda, fazla sayıda diş kaybı oral disfonksiyonla sonuçlanacağından çiğneme kapasitesini arttırmak için var olan dişler olabildiğince korunmalıdır. Yapılan bir sistematik derlemede periapikal ve pulpal patolojilerin tipinden bağımsız olarak tek veya çoklu seansta tamamlanan endodontik tedavinin sonucunda bir fark olmadığını ortaya koyan sonuçlara dayanarak, ilgili diş periapikal lezyonlu olsa bile GA altında tedavi ile ağızda fonksiyonda tutulabilmektedir.⁶⁵ Özel bakım gerektiren bireylerin endodontik tedavi prognozu birçok faktörden etkilenir. GA altında ilgili dişin izolasyonunun sağlanması, anksiyetenin olmaması, ağız açma ve öğürme refleksi gibi durumlardan etkilenilmemesi tedavi başarısı açısından avantaj sağlamaktadır.⁶⁶ Yapılan bir çalışma sonucunda GA altında yapılan kanal tedavilerinin %87 başarı oranı gösterdiği, %4'ünün ise başarısız kabul edilerek yeniden tedavi ihtiyacı doğduğu sonucuna ulaşılmaktadır.⁶⁷ Aynı çalışmada pulpotomi yapılan 32 diştten 31'i başarılı olarak değerlendirilmektedir.⁶⁷ Başarı oranının yüksek olması sebebiyle pulpotominin vital daimi dişlerde endodontik tedaviye alternatif olabileceği düşünülse de GA altında tedavi edilen bireylerde, vital pulpa tedavileri uygulamak acil

durumlarda müdahale gerektiğinde tekrar GA gerekeceğinden risklidir. Bu sebeple daimi dişler için radikal bir yaklaşımla, geniş ve derin çürük varlığında pulpektomi uygulanması önerilirken total ve parsiyel pulpotomi uygulamalarının süt dişleriyle kısıtlı tutulması literatürde daha yüksek oranda kabul görmektedir. Pulpa nekrozu ve pulpitis semptomlarının varlığında, endodontik tedavi uygulanır. GA altında gerçekleştirilen endodontik tedavilerde başarı ve başarısızlığı etkileyen faktörleri analiz etmek ve daimi dişlerde pulpotomi sonuçlarını değerlendirebilmek için daha uzun takip süresi olan çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.⁴⁶

GA altında gerçekleştirilen endodontik tedaviler zaman alıcıdır ve bazı teknik zorluklar bulundurmaktadır. Tedavilerin süresi ve sıklığı hasta güvenliğini doğrudan etkilemektedir. GA altında yapılan dental tedavinin başarısızlık riskinin en aza indirilmesi için planlama kişiye özgü olmalıdır.⁴⁶

Endodontik tedavi görmüş dişin restorasyonunda bireyin genel durumu dikkate alınmalıdır. Ağız bakım alışkanlıkları zayıf olan ve çürüğe yatkın bireylerde, endodontik tedavi sonrası cam iyonomer gibi restoratif materyallerin kullanımı ve flor uygulamaları düşünülmelidir.⁶⁸ GA altında daimi dişler üzerine restorasyon olarak paslanmaz çelik kronların kullanımı önerilmektedir. Mallineni ve ark.⁶⁹ GA altında tedavi görmüş olan özel sağlık bakımı gerektiren hastaların 2 yıllık takip sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada, paslanmaz çelik kuronların, süt azı dişleri için en güvenilir ve uygun maliyetli restorasyonlar olduklarını bildirmişlerdir.

Diş hekimi, anesteziist ve yasal vasiler arasında güvenilir bir iş birliğinin sağlanması ve etkili iletişim kurulması önemlidir. Düzenli diş muayenelerine gelmeyen engelli kişilerin tekrar GA tedavisi alma olasılıkları daha fazla bulunmuştur. Hastalar her 4-6 ayda bir, hatta bazı durumlarda her 2 ayda bir kontrol edilmelidir. Hastaların ağız sağlığı yakından izlenmesi ve olası sorunların erken tespit edilerek zamanında müdahale edilmesi için düzenli takip çok önemlidir.⁶⁹

GA, tüm işlemlerin tek seansta tamamlanması gibi avantajlar sunsa da sağlık riskleri nedeniyle ilk seçenek olmamalıdır. Karar bireysel değerlendirmeye dayanmalıdır. Literatürde riskler ele alınsa da ÖSBG olan çocukları kapsayan daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu çalışmalar, ebeveynlerin karar sürecine katkı sağlayacaktır.⁵⁷

Özel Sağlık Bakımı Gereksinimi Olan Hastalar İçin Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi Önerileri

AAPD, ÖSBG olan bireylerin ağız sağlığı yönetimi konusunda sağlık hizmeti sağlayıcılarını, ebeveynleri ve destekleyici kuruluşları bilgilendirmeyi amaçlamaktadır. ÖSBG olan çocuklar için temel amaç ağız hastalıklarının gelişme riskini azaltmaktır. Bunun için aşağıdaki öneriler belirlenmiştir:

1. Erken yaşta bir dental ev oluşturmak,
2. Ayrıntılı tıbbi, dental ve sosyal anamnez almak,
3. Çocuğun rahatça bakım alabileceği bir ortam sağlamak,
4. Çocuk ve bakıcıya kapsamlı ağız sağlığı eğitimi ve önleyici rehberlik vermek,
5. Davranış yönlendirme ve gerekirse multidisipliner bir yaklaşımla önleyici ve tedavi edici hizmetler sunmak.⁵²

Ayrıca randevu planlama, değerlendirme, tedavi planlaması, onam, eğitim ve rehberlik, tedavi, kontroller ve yetişkinliğe geçiş gibi tüm süreçlerde ayrıntılara dikkat edilmesi de çok önemlidir.⁵²

1. Dental Ev

Dental ev kavramı AAPD tarafından, diş hekimi ile hasta arasında devam eden; tüm ağız sağlığı hizmetlerini güvenli, kültüre duyarlı, bireye özel, kapsamlı, sürekli, erişilebilir, uyumlu, şefkatli ve hasta ile aile odaklı bir şekilde sunmayı amaçlayan bir ilişki olarak tanımlanmaktadır. Bu ilişki en geç 12 aylıkken kurulmalıdır. Dental ev, gelecekteki bakım ihtiyaçlarını önceden tahmin etme, koruyucu, acil ve kapsamlı ağız sağlığı hizmetlerini içerir.^{14,70}

2. Tele-Diş Hekimliği

AAPD, çocuk hastaların diş bakımına daha kolay ulaşabilmesi amacıyla tele-diş hekimliğini etkili bir çözüm olarak önermektedir. Ayrıca travma gibi acil durumlarda veya diş hekimine erişimde zorluk yaşandığında faydalıdır.

Tele-diş hekimliği multidisipliner iş birliğine olanak tanımaktadır. Ekonomik olması ve teknolojileri kullanması nedeniyle hastalar, aileleri ve diş hekimleri tarafından kabul görmektedir. Tele-diş hekimliği için onam alınması ve eyalet yönergelerine uygun olarak belgelenmesi gerekmektedir. Yaygın şekilde uygulanabilmesi için daha fazla araştırılması ve geliştirilmesi gerekmektedir.⁷¹

Sonuç

ÖSBG olan çocuklarda ağız sağlığını korumak, bireysel farklılıklar ve çeşitli zorluklar nedeniyle kişiye özel yaklaşımlar gerektirir. Etkili bir bakım

için diş hekimleri, bakım verenlerle iş birliği yaparak uygun tedavi stratejileri geliştirmeli, aile katılımını teşvik etmeli ve destekleyici klinik ortamlar sağlamalıdır. Eğitim ve farkındalık çalışmalarıyla çocukların ağız hijyeni korunurken, bu bütüncül yaklaşım genel sağlık ve yaşam kalitesine de katkı sunar.

Etik Kurul Onayı

Makalemiz derleme türünde olduğu için etik kurul onayı gerekmemektedir.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma kapsamında, yazarların çıkar çatışması olabilecek durumları kapsayan bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkileri, bilirkişilik, danışmanlık, herhangi bir kuruluştaki istihdam durumu, hissedarlık gibi bağlantıları bulunmamaktadır.

Finansal Kaynak

Bu araştırma sürecinde, araştırma konusu ile doğrudan ilgili olan herhangi bir ilaç şirketinden, tıbbi ekipman veya malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya ticari bir kuruluştan, çalışmanın değerlendirme sürecine etki edebilecek maddi veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Yazar katkısı

Fikir: I.S, S O Tasarım: I.S, S.O Denetleme: I.S, S.O Kaynaklar: ---, Literatür taraması: I.S, S.O Yazı: I.S, S.O Eleştirel inceleme: I.S, S.O.

Kaynakça

1. Kasımoğlu Y, Akay C, Çaynak Ö, Aytepe Z, Koruyucu M. Özel Bakım Gereksinimi Olan Bireylerde Ağız-Diş Bulgularının Değerlendirilmesi. *DÜ Sağlık Bil Enst Derg.* 2020;10(3):331-7.
2. World Health Organization. Global report on health equity for persons with disabilities. Geneva: World Health Organization; 2022.
3. Şar Sancaklı H. Özel bakım ihtiyacı olan bireylerde ağız diş sağlığı uygulamaları. *J İstanbul Üniv Fak Dent.* 2013;43(1-2):39-43.
4. Akgöl BB, Altay AN. Çocuklarda özel sağlık bakımı gerektiren durumlar. In: Altay AN, ed. *Özel Sağlık Bakımı Gerektiren Çocuklarda Ağız ve Diş Sağlığı ve Tedavi Seçenekleri*. 1 baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022; s. 1-6.
5. U.S. Department of Health and Human Services, Health Resources and Services Administration, Maternal and Child Health Bureau. *The National Survey of Children with Special Health Care Needs Chartbook 2009–2010*. Rockville, Maryland: U.S. Department of Health and Human Services, 2013.
6. Amaral DG, Schumann CM, Nordahl CW. Neuroanatomy of autism. *Trends Neurosci.* 2008;31(3):137-45.
7. Dietz PM, Rose CE, McArthur D, Maenner M. National and state estimates of adults with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord.* 2020;50(12):4258-66.
8. Vajawat M, Deepika PC. Comparative evaluation of oral hygiene practices and oral health status in autistic and normal individuals. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2012;2(2):58-63.
9. da Silva SN, Gimenez T, Souza RC, et al. Oral health status of children and young adults with autism spectrum disorders: Systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent.* 2017;27(5):388-98.
10. Monroy PG, da Fonseca MA. The use of botulinum toxin-A in the treatment of severe bruxism in a patient with autism: A case report. *Spec Care Dentist.* 2006;26(1):37-9.
11. Williams PG, Sears LL, Allard A. Sleep problems in children with autism. *J Sleep Res.* 2004;13(3):265-8.
12. Thapar A, Langley K, Owen MJ, O'Donovan MC. Advances in genetic findings on attention deficit hyperactivity disorder. *Psychol Med.* 2007;37(12):1681-92.
13. Polanczyk G, de Lima MS, Horta BL, Biederman J, Rohde LA. The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and meta-regression analysis. *Am J Psychiatry.* 2007;164(6):942-8.
14. Marwah N. *Textbook of pediatric dentistry*. 4. baskı. Yeni Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2019.
15. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol.* 2007;109:8-14.
16. Malta CP, Guerreiro GG, Dornelles NM, Marques CT, Martins JS, Bento LW. Caregivers' perceptions regarding oral health status of children and adolescents with cerebral palsy. *J Clin Pediatr Dent.* 2020;44(3):161-7.
17. Keçeli T, Ölmez S. Nörolojik hastalıkların ağız ve diş sağlığına etkisi ve tedavi yaklaşımları. In: Altay AN, ed. *Özel sağlık bakımı gerektiren çocuklarda ağız ve diş sağlığı ve tedavi seçenekleri*. 1 baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. s. 51-62.
18. Webb JR. Overview of disability. In: Nelson TM, Webb JR, eds. *Dental care for children with special needs*. Cham: Springer Nature; 2019. p. 1-8.
19. Dean JA, Avery R, McDonald RE. *McDonald and Avery's dentistry for the child and adolescent*. 9th ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2011. p. 469-75.
20. Kömerik N, Kırzioğlu Z, Efeoğlu CG. Zihinsel engeli sahip bireylerde ağız sağlığı. *J Dent Fac Atatürk Univ.* 2012;22(1):96-104.
21. Aşıcı N, Doğan C, Odabaş M, Alaçam A. Zihinsel engelli çocuklarda diş erozyonu ve dmft değerlendirilmesi: pilot çalışma. *Gazi Univ Diş Hek Fak Derg.* 2003;20:15-20.
22. Kurul SH. Çocukluk çağı epilepsisinde yeni tanısıl yaklaşımlar: genetik alanındaki gelişmeler neyi değiştirdi. *Türkiye Klinikleri J Pediatr.* 2016;25(1):34-51.
23. Sander JW, Shorvon SD. Epidemiology of the epilepsies. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1996;61(5):433-43.

24. Wallace S. Epilepsy in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2001;43(10):713-7.
25. Danielsson S, Gillberg IC, Billstedt E, Gillberg C, Olsson I. Epilepsy in young adults with autism: a prospective population-based follow-up study of 120 individuals diagnosed in childhood. *Epilepsia.* 2005;46(6):918-23.
26. Estrella MR, Boynton JR. General dentistry's role in the care for children with special needs: a review. *Gen Dent.* 2010;58(3):222-9.
27. Wilson WR, Gewitz M, Lockhart PB, et al. Prevention of viridans group streptococcal infective endocarditis: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2021;143(20):963-78.
28. American Academy of Pediatric Dentistry. Behavior guidance for the pediatric dental patient. *Pediatr Dent.* 2018;40(6):254-67.
29. Ar J, Choudhar K. Management of children with special health care needs in the dental office: a review. *Int J Multidiscip Res Growth Eval.* 2021;2(2):39-42.
30. Károlyházy K, Kovács E, Kivovics P, Fejérdy P, Arányi Z. Dental status and oral health of patients with epilepsy: an epidemiologic study. *Epilepsia.* 2003;44(8):1103-8.
31. White C, Rosoff AJ, LeBlang TR. Informed consent to medical and surgical treatment. In: Sanbar SS, ed. *Legal Medicine.* 7th ed. Philadelphia, Pa.: Mosby; 2007. s. 337-45.
32. Van Cleave J, Davis MM. Preventive care utilization among children with and without special health care needs: associations with unmet need. *Ambul Pediatr.* 2008;8(5):305-11.
33. American Academy of Pediatric Dentistry. Caries-risk assessment and management for infants, children, and adolescents. In: American Academy of Pediatric Dentistry, ed. *The reference manual of pediatric dentistry.* Chicago: American Academy of Pediatric Dentistry; 2024. p. 306-12.
34. Krause M, Vainio L, Zwetchkenbaum S, Inglehart MR. Dental education about patients with special needs: a survey of U.S. and Canadian dental schools. *J Dent Educ.* 2010;74(11):1179-89.
35. Nowak AJ. Patients with special health care needs in pediatric dental practices. *Pediatr Dent.* 2002;24(3):227-8.
36. Çayır I, Ünlü N. Otizm spektrum bozukluğu olan çocuklarda ağız ve diş sağlığı. In: Altay AN, ed. *Özel sağlık bakımı gerektiren çocuklarda ağız ve diş sağlığı ve tedavi seçenekleri.* 1. baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. s. 42-6.
37. Robbins MR. Dental management of special needs patients who have epilepsy. *Dent Clin North Am.* 2009;53(2):295-309.
38. Kızılcı E, Doğan S. Pediatrik onkoloji hastalarında ağız ve diş sağlığı bakımı ve tedavisi. In: Altay AN, ed. *Özel sağlık bakımı gerektiren çocuklarda ağız ve diş sağlığı ve tedavi seçenekleri.* 1. baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. s. 86-92.
39. Weddell JA, Sanders BJ, Jones JE. Dental problems of children with special health care needs. In: Dean JA, ed. *Dentistry for the child and adolescent.* 10th ed. St. Louis: Elsevier; 2016. p. 513-39.
40. Campos MS, Fontana M. Caries management in special care dentistry. *Dent Clin North Am.* 2022;66(2):169-79.
41. Gao SS, Chen KJ, Duangthip D, Wong MCM, Lo ECM, Chu CH. Arresting early childhood caries using silver and fluoride products: a randomized trial. *J Dent.* 2020;103:103489.
42. Crystal YO, Marghalani AA, Ureles SD, et al. Use of silver diamine fluoride for dental caries management in children and adolescents, including those with special health care needs. *Pediatr Dent.* 2017;39(5):135-45.
43. Nalbantoğlu AM, Bulut Ş. Özel sağlık bakımı gerektiren çocuklarda periodontal sağlığın korunması ve tedavi yaklaşımları. In: Altay AN, ed. *Özel sağlık bakımı gerektiren çocuklarda ağız ve diş sağlığı ve tedavi seçenekleri.* 1. baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. s. 13-7.
44. Ruscello DM. Nonspeech oral motor treatment issues related to children with developmental speech sound disorders. *Lang Speech Hear Serv Sch.* 2008;39(3):380-91.
45. Marwaha M, Bansal K, Sehrawat N, Chopra R. Cerebral palsy: a dental update. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2014;7(2):109-18.
46. Yanık D, Kayahan B. Özel bakım gerektiren çocuklarda endodontik tedavi yaklaşımı. In: Altay AN, ed. *Özel sağlık bakımı gerektiren çocuklarda ağız ve diş sağlığı ve tedavi*

- seçenekleri. 1. baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. s. 18-24.
47. Waldman HB, Perlman SP, Swerdloff M. Orthodontics and the population with special needs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(1):14-7.
 48. Becker A, Shapira J, Chaushu S. Orthodontic treatment for the special needs child. *Prog Orthod.* 2009;10(1):34-47.
 49. Turner MD, Glickman RS. Epilepsy in the oral and maxillofacial patient: current therapy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(7):996-1005.
 50. Malamed SF. *Medical emergencies in the dental office.* 5th ed. St. Louis: Mosby; 2000. s. 309-32.
 51. Thomason JM, Seymour RA, Rawlins MD. Incidence and severity of phenytoin induced gingival overgrowth in epileptic patients in general medical practice. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1992;20(5):288-91.
 52. American Academy of Pediatric Dentistry. Management of dental patients with special health care needs. In: American Academy of Pediatric Dentistry, ed. *The reference manual of pediatric dentistry.* Chicago: American Academy of Pediatric Dentistry; 2024. p. 343-50.
 53. Kanhouche N, Pizzi GG, Bim NA, et al. Prevalence of bruxism in children and adolescents with cerebral palsy: systematic review and meta-analysis. *Curr Pediatr Rev.* 2025;21(2):166-173.
 54. Yeşiltepe S, Miloğlu Ö, Sarıca İ, Törenek K. Romatizmal hastalıklar ve diş hekimi yaklaşımı. *Ata Diş Hek Fak Derg.* 2018;28(4):574-82.
 55. American Academy of Pediatric Dentistry. Behavior guidance for the pediatric dental patient. In: American Academy of Pediatric Dentistry, ed. *The reference manual of pediatric dentistry.* Chicago: American Academy of Pediatric Dentistry; 2024. s. 358-78.
 56. Kırzioğlu Ercan RG, Altay AN. Özel sağlık bakımı gerektiren çocuklarda sedasyon ve genel anestezi altında diş tedavileri. In: Altay AN, ed. *Özel sağlık bakımı gerektiren çocuklarda ağız ve diş sağlığı ve tedavi seçenekleri.* 1. baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. s. 25-30.
 57. Gümüş H, Türkyılmaz E, Öztürk G. Sağlıklı çocuklar ile özel sağlık gereksinimi olan çocuklarda genel anestezi altında diş tedavisinin özellikleri ve karşılaştırılması: retrospektif bir çalışma. *JHS.* 2023;32(Ek Sayı):24-9.
 58. Cantekin K, Doğan S, Aydınbelge M, Canpolat G, Yıldırım MD, Avcı S. Analysis of comprehensive dental rehabilitation under general anesthesia at a dental hospital in Turkey. *J Pediatr Dent.* 2014;2(2):49-55.
 59. Limeres Posse J, Vázquez García E, Medina Henríquez J, Tomás Carmona I, Fernández Feijoo J, Diz Dios P. Pre-assessment of severely handicapped patients suitable of dental treatment under general anesthesia. *Med Oral.* 2003;8(5):353-60.
 60. Fuhrer CT 3rd, Weddell JA, Sanders BJ, Jones JE, Dean JA, Tomlin A. Effect on behavior of dental treatment rendered under conscious sedation and general anesthesia in pediatric patients. *Pediatr Dent.* 2009;31(7):492-7.
 61. Wilson S. Pharmacological management of the pediatric dental patient. *Pediatr Dent.* 2004;26(2):131-6.
 62. Milnes AR. Intravenous procedural sedation: an alternative to general anesthesia in the treatment of early childhood caries. *J Can Dent Assoc.* 2003;69(5):298-302.
 63. Akpınar H. Evaluation of general anesthesia and sedation during dental treatment in patients with special needs: a retrospective study. *J Dent Anesth Pain Med.* 2019;19(4):191-9.
 64. Brailo V, Janković B, Lozić M, et al. Dental treatment under general anesthesia in a day care surgery setting. *Acta Stomatol Croat.* 2019;53(1):64-71.
 65. Moreira MS, Anuar ASNS, Tedesco TK, dos Santos M, Morimoto S. Endodontic treatment in single and multiple visits: an overview of systematic reviews. *J Endod.* 2017;43(6):864-70.
 66. Mallineni SK, Yiu CKY. Dental treatment under general anesthesia for special-needs patients: analysis of the literature. *J Investig Clin Dent.* 2016;7(4):325-31.
 67. Cousson PY, Nicolas E, Hennequin M. A follow-up study of pulpotomies and root canal treatments performed under general anaesthesia. *Clin Oral Investig.* 2014;18(4):1155-63.
 68. Linas N, Faulks D, Hennequin M, Cousson PY. Conservative and endodontic treatment performed under general anesthesia: a discussion

- of protocols and outcomes. *Spec Care Dentist*. 2019;39:453-63.
69. Mallineni SK, Yiu CKY. A retrospective review of outcomes of dental treatment performed for special needs patients under general anaesthesia: 2-year follow-up. *ScientificWorldJournal*. 2014;2014:748353.
70. American Academy of Pediatric Dentistry. Definition of dental home. In: American Academy of Pediatric Dentistry, ed. *The reference manual of pediatric dentistry*. Chicago: American Academy of Pediatric Dentistry; 2024. p. 16.
71. Gürsoy B. *Okul öncesi çocukların diş tedavi ihtiyacı ve davranış rehberliği tipinin telediş hekimliği ile saptanması*. Uzmanlık Tezi. Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı; 2022.



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>
DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v01i3008



Epigenetiğin Odontogenez ve Dental Hastalıkların Patogenezindeki Rolü

The Role of Epigenetics in Odontogenesis and the Pathogenesis of Dental Diseases

Irmak Tümay^{1*}, Yeliz Güven²

ÖZET

Tüm canlı organizmaların hücrelerinde bulunan ve genetik bilginin temel taşı olan deoksiribonükleik asidin (DNA) temel yapısı ve işlevi ile ilgili bilgilerin, gen düzenlemesi ve hastalık gelişimindeki tüm mekanizmaları açıklamada yeterli olmadığı görülmektedir. Çevresel faktörlerin, beslenmenin, stresin, toksinlerin ve yaşam tarzı gibi dış etkenlerin gen ifadesi üzerindeki etkilerini inceleyen epigenetik bilimi, genomik yapı ve gen ifadesinin daha iyi anlaşılmasını sağlamada önemli bir rol üstlenmektedir. Alzheimer, Parkinson, kanser, yaşlanma, infertilite gibi sağlık sorunlarının patogenezlerinde epigenetik mekanizmaların etkileri ile ilgili son dönemde birçok araştırma gerçekleştirilmiş olmasına karşın, diş hekimliği ile ilgili epigenetik araştırmaların henüz başlangıç aşamasında olduğu görülmektedir. Diş hekimliğinde epigenetik değişimler, özellikle dişlerin ve çenelerin gelişim sürecinde gen ekspresyonunda oynadıkları roller nedeniyle mine defektleri, dental anomaliler, çürük, ortodontik anomaliler, pulpa iltihabı, periodontal hastalık gelişimi gibi pek çok alanda etkisini gösterebilmektedir. Ayrıca kök hücreler ve rejeneratif diş hekimliği alanında epigenetik mekanizmaların yönlendirilmesiyle doku mühendisliğinde yeni yaklaşımlar geliştirilmektedir. Epigenetik mekanizmalar ve ağız hastalıklarının gelişimi ile ilgili henüz doğrudan bir neden-sonuç ilişkisi kurmak mümkün olmamakla birlikte, olası epigenetik değişimlerin belirlenmesi hastalık patogenezinin aydınlatılmasına katkı sunacağı gibi hastalıkların önlenmesi, kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesi ve diş hekimliğinde yenilikçi yaklaşımların önünün açılması açısından da büyük bir potansiyel taşımaktadır. Bu derlemede öncelikle epigenetik bilimi ile ilgili temel kavramlar açıklandıktan sonra diş hekimliğinin farklı alanlarındaki epigenetik çalışmalar güncel literatürler eşliğinde değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Diş anomalileri, Diş hekimliği, Epigenomik, Gen ekspresyonunun düzenlemesi*

ABSTRACT

The structure and function of deoxyribonucleic acid (DNA), the fundamental carrier of genetic information in all living cells, are often insufficient to fully explain gene regulation and the mechanisms involved in disease development. Epigenetics, the science that explores how environmental factors such as nutrition, stress, toxins, and lifestyle influence gene expression, plays a significant role in enhancing the understanding of genomic structure and gene expression. Although significant progress has been made in uncovering the role of epigenetic mechanisms in the pathogenesis of various systemic conditions such as Alzheimer's disease, Parkinson's disease, cancer, aging, and infertility, epigenetic research in the field of dentistry is still in its early stages. Epigenetic changes in dentistry can influence a wide range of areas, including enamel defects, dental anomalies, caries, orthodontic anomalies, and the development of periodontal diseases and pulpitis, particularly due to their roles in gene expression during tooth and jaw development. Furthermore, the manipulation of epigenetic mechanisms in stem cell research and regenerative dentistry opens promising avenues for novel tissue engineering approaches. While a direct causal relationship between epigenetic alterations and oral diseases has yet to be clearly established, the identification of such changes could enhance understanding of disease pathogenesis, aid in prevention strategies, and support the development of personalized treatment modalities. This review first introduces the basic principles of epigenetics and then evaluates current epigenetic research across various subfields of dentistry based on the existing literature.

Keywords: *Dentistry, Epigenomics, Gene expression regulation, Tooth abnormalities*

¹Dt, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti Doktora Programı, İstanbul, Türkiye

²Doç. Dr. İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu Yazar: Irmak Tümay, e-mail: melisyazir@gmail.com, Orcid ID: 0009-0003-9665-3478, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Prof.Dr.Cavit Orhan Tütengil Sokak.No.4 Vezneciler-Fatih-İSTANBUL

Giriş

Epigenetik, deoksiribonükleik asit (DNA) diziliminde yapısal değişiklikler olmaksızın gen ifadesindeki kalıtsal değişiklikleri inceleyen bir disiplin olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifade ile kalıtsal olup genetik olmayan fenotipik varyasyonları incelemektedir. Epigenetik, genom ve çevre arasında bir ara yüz olarak çalışmakta ve çevreden gelen uyarılara (beslenme, stres, kimyasal maruziyet vb.) yanıt olarak gen ifadesinin nasıl değiştiğini de belirlemektedir. Ek olarak, gelişimsel esneklik yani organizmaların çevresel koşullara adaptasyonunu sağlamada da rol almaktadır. Örneğin, beslenme koşulları yetersizse bazı genlerin ifadesi kısılabilmekte ve organizma buna uyum sağlayabilmektedir.¹ Tüm hücreler aynı DNA'ya sahip olmakla birlikte işlevlerinin birbirinden çok farklı olması da epigenetik modifikasyonlar ile açıklanmaktadır. Örneğin, aynı genetik materyale sahip olsalar bile, bir insanın kas hücresi ile sinir hücresi çok farklı işlevlere sahiptir çünkü epigenetik mekanizmalar bu hücrelerde farklı genleri “açık” veya “kapalı” hale getirmektedir. Buna ek olarak, epigenetik düzenleme, hastalıkların gelişiminde de kritik öneme sahiptir. Özellikle kanser gibi hastalıklarda, epigenetik mekanizmaların bozulması (örneğin, tümör baskılayıcı genlerin baskılanması) önemli bir etken olarak görülmektedir.² Epigenetik araştırmalar ile genlerin işlevini etkileyen mekanizmalar incelenmekte ve çeşitli sağlık sorunlarının nedenleri ve prognozları anlaşılmaaya çalışılmaktadır. Bu alanda araştırmalar; kanser, yaşlanma, nörodejeneratif hastalıklar (Alzheimer, Parkinson gibi), infertilite ve genomik damgalama gibi konulara odaklanmaktadır. Epigenetik değişikliklerin hastalıkların patogenezlerinde etkili olduğu bildirilmektedir.³

Gen Ekspresyonu ve Epigenetik Modifikasyonlar

Genler proteinleri kodlamakta ve proteinler hücrelerin işlevini belirlemektedir. Bu şekilde, bir hücrede ifade edilen binlerce gen ile hücrenin gerçekleştirebileceği işlemler belirlenmektedir. Gen ekspresyonu, genlerin belirli bir hücrede veya dokuda aktif hale gelmesi ve bu genlerin ürünleri olan proteinlerin sentezlenmesi sürecidir. Farklı epigenetik modifikasyon türleri genlerin nasıl açılıp kapatılacağını etkilemektedir. Epigenetik değişiklikler, mesajcı ribonükleik asidin (mRNA'nın) işlenme biçimini de etkileyerek hangi proteinlerin üretileceğini belirleyebilmektedir. Bir hücrede belirli bir proteinin düzeyi, o proteinin sentez ve yıkım süreçleri arasındaki dinamik dengenin bir sonucudur. Bu dengenin sentez tarafında, protein

üretiminin transkripsiyon (DNA'dan RNA'ya) ile başladığını ve translasyon (RNA'dan proteine) ile devam ettiğini hatırlamak önemlidir. Dolayısıyla, bu süreçlerin kontrolü, bir hücrede bulunan protein tiplerini ve miktarlarını belirlemede önemli rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra bir hücrenin RNA transkriptlerini ve yeni üretilen proteinleri işleme şekli de protein seviyelerini büyük ölçüde etkilemektedir.⁴

Epigenetik, gen ekspresyonunun dinamiklerini kontrol edebilecek kadar güçlü olan ve DNA dizisinde değişiklik olmadan meydana gelen gen ekspresyonundaki genetik değişikliklerin incelenmesidir.⁵ Epigenetik düzenlemeden sorumlu temel süreçler, DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve genellikle mikro RNA olarak adlandırılan kodlamayan RNA tarafından yapılan transkripsiyon sonrası gen düzenlemesidir.⁶

1. DNA Metilasyonu: Her DNA zinciri, dört nükleotitten oluşan bir dizilimden meydana gelmektedir: Adenin (A), Timin (T), Guanin (G) ve Sitozin (C). Bir zincirdeki belirli nükleotidler her zaman karşı zincirdeki nükleotidlerle; A, T ile, G ise S ile eşleşmektedir. Tüm genomda her bir nükleotidden yaklaşık olarak eşit miktarda bulunmaktadır. DNA metilasyonu, DNA'daki sitozinin kovalent bir modifikasyonudur. Bu, doğrusal DNA zincirinde bir sitozin kalıntısına bir metil grubunun eklenmesiyle gerçekleşmektedir.⁷

DNA metilasyonu, gen baskılama ile ilişkili proteinleri çekerek veya transkripsiyon faktörlerinin DNA'ya bağlanmasını engelleyerek gen ekspresyonunu düzenlemektedir.⁸ DNA metilasyonu ile transkripsiyon inhibisyonu arasındaki ilişki iyi bir şekilde ortaya konulmuş olsa da gen baskılanmasının tam mekanizması henüz tamamen çözülmemiştir. Bazı transkripsiyon faktörlerinin, metillenmiş DNA üzerinde karşılık gelen motiflere bağlanması azalabilir, bağlanma azaldığında transkripsiyon faktörlerinin genleri aktive etme yeteneği düşer ve bu durum gen aktivasyonunu ve transkripsiyonunu etkilemektedir.⁸ ⁹ Bu nedenle, DNA metilasyonu doğrudan genlerin transkripsiyonunu ve baskılanmasını kontrol etmektedir sonucuna varılabilir.¹⁰

DNA metilasyonundan sorumlu enzim ailesi DNA metiltransferazlardır (DNMT).¹¹ Bugüne kadar memelilerde dört DNMT tanımlanmıştır: DNMT1, DNMT2, DNMT3a, DNMT3b.¹² Bu enzimler, memelilerin gelişimi, genom stabilitesi ve hücrenin yaşam sürecinin belirlenmesinde hayati fizyolojik roller oynamaktadırlar. Burada DNMT3a ve

DNMT3b, CpG dinükleotidleri üzerinde metilasyon oluştururken^{13,14}; DNMT1, replikasyon sırasında ebeveyn DNA ipliğinin metilasyon desenini yeni sentezlenen iplik üzerine kopyalayarak DNA metilasyonunu korumaktadır.^{15,16} Sitozin ve guanin dinükleotidlerinden zengin bölgeler olan C:sitozin-P:fosfat- G:guanin (CpG) adacıkları, genlerin promotör bölgelerinde yerleşim göstermektedirler ve DNA metiltransferaz enziminin hedef bölgeleri bu adacıklardır.^{17,18} DNMT3a ve DNMT3b, metillenmemiş CpG dinükleotidlerini hedefleyerek de novo DNA metilasyonundan sorumludur.^{16,19-21} Aynı zamanda DNMT3a ve DNMT3b, DNMT1 ile birlikte çalışarak DNA replikasyonu sırasında metilasyon desenlerinin korunmasını sağlamaktadırlar.¹² DNMT2'nin *in vitro* ortamda zayıf DNA metilasyon yeteneğine sahip olduğu ve RNA metilasyonu ile ilişkili görüldüğü bildirilmiştir.²²

2. Histon Modifikasyonu: Histonlar, DNA'nın etrafına sarıldığı proteinlerdir ve nükleozomların temel birimlerini oluşturmaktadırlar. Histon modifikasyonları, kromatin yapısını değiştirerek gen ekspresyonunu düzenleyen mekanizmalardan biridir.²³ Bu modifikasyonlar, histonlardaki belirli aminoasit kalıntılarını hedef alarak, DNA'nın ne kadar sıkı ya da gevşek sarılacağını etkilemektedirler.²⁴

Histon Metilasyonu

Histon metilasyonu, genellikle histon H3 ve H4'ün lizin (aminoasit) kalıntılarında metil gruplarının eklenmesiyle meydana gelen en önemli transkripsiyon sonrası modifikasyonlardan biridir.²⁵ Bu modifikasyon, hangi lizin kalıntısının metillendiğine bağlı olarak gen ekspresyonunu baskılayabilir veya aktive edebilir. H3K9'un (Histon H3'ün 9. lizin kalıntısı) metilasyonu genellikle heterokromatin (DNA'nın sıkıca paketlenmiş ve inaktif halde bulunduğu yapı) oluşumunu teşvik ederek gen baskılanmasına yol açmaktadır. Bu durum, DNA'yı transkripsiyona daha az erişilebilir hale getirmektedir. H3K4'ün metilasyonu ise gen aktivasyonu ile ilişkilidir ve genellikle aktif transkripsiyon bölgelerinde bulunmaktadır. Metilasyon genellikle kalıcı bir değişiklik olarak kabul edilir ve hücre bölünmesi süresince korunarak uzun vadeli gen düzenlenmesine katkıda bulunmaktadır.²⁶

Histon Asetilasyonu

DNA metilasyonunda olduğu gibi, histon asetilasyonu da kromatin yapısı ile ilişkilidir ve dolayısıyla gen transkripsiyonu ile bağlantılıdır. Histon asetilasyonu ayrıca DNA sentezi ve hasar onarımı ile de ilişkilidir.^{27,28} Bu modifikasyon gen ekspresyonunu

genellikle artırmaktadır. Lizin kalıntılarının, örneğin H3K9 veya H3K14'ün asetilasyonu, histonların pozitif yükünü nötralize etmekte ve DNA ile etkileşimlerini azaltmaktadır. Bu da kromatin yapısının gevşemesine yol açarak, transkripsiyon faktörleri ve diğer proteinlerin DNA'ya daha kolay erişmesini sağlamak ve böylece transkripsiyonu teşvik etmektedir.²⁶

3. Kodlanmayan RNA'lar: RNA ana yapı olarak ribonükleotidlerden oluşmaktadır. Her ribonükleotid, bir riboz şekeri ve tıpkı DNA gibi bir fosfat grubu ve bir azotlu baz içermektedir. RNA'da bulunan azotlu bazlar adenin (A), guanin (G), sitozin (C) ve urasil (U) şeklindedir; bu, RNA'nın DNA'daki timin (T) yerine urasil içermesi anlamına gelmektedir.²⁹ RNA'nın temel işlevi, DNA dizisi (gen) ile kodladığı protein arasında bilgi taşıyıcı bir ara eleman görevi görmektir.³⁰

Memeli genomunun yalnızca %3'lük kısmı protein kodlayan mRNA'ları ifade etmekte, %97'lik kısmı ise protein kodlamayan RNA'lardan (non-coding RNA-ncRNA) oluşmaktadır.^{31,32} Kodlamayan RNA'lar, protein kodlamamalarına karşın işlevsel olarak önemli RNA molekülleridir. Bu grupta transfer RNA'lar (tRNA'lar), ribozomal RNA'lar (rRNA'lar), mikroRNA'lar (miRNA'lar) ve kısa girişimci RNA'lar (siRNA'lar) gibi RNA tipleri bulunmaktadır.^{33,34}

İnsan genomunun %62'sini kapsayan ncRNA'lar, hücre savunmada, farklılaşmada, DNA replikasyonu, transkripsiyonu ve post-transkripsiyonel susturmada görev almaktadırlar. ncRNA'larda meydana gelen bozuklukların birçok hastalığa yol açtığı bildirilmiştir. Bu hastalıklara örnek olarak; immün yetmezlikler, kanserler, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar verilebilir.³⁵

Diğer bir RNA türü olan miRNA'lar, hücre döngüsü kontrolü gibi birçok yaşam sürecinde önemli işlevleri yönlendirmekte ve gelişim boyunca hücre proliferasyonu ve farklılaşması arasında bir denge sağlamaya yardımcı olmaktadır.^{36,37} Diş dokusu kök hücrelerinin osteojenik, odontojenik ve anjiyojenik farklılaşma gibi hücre farklılaşma süreçlerinde gen aktivasyonu ve baskılanmasının düzenleyicileri olarak önemli rol oynamaktadırlar. Bu anlamda, hücre popülasyonları arasındaki miRNA'ların farklı ifadeleri, her mezenkimal kök hücre popülasyonunun diş kök hücrelerinde belirli bir nişi işgal etmesi nedeniyle, kök hücre fenotipinin veya farklılaşma kapasitesinin sürdürülmesini belirleyebilmektedir.³⁸

Epigenetik ve Diş Hekimliği

DNA dizileri gibi genetik bilgiler, gen düzenlenmesi ve hastalık süreçlerinin mekanizmalarını tam olarak açıklamakta yetersiz kalabilmektedir. DNA metilasyonu, histon modifikasyonu ve kodlamayan RNA'ları içeren epigenetik mekanizmalar, gen ifadesini düzenleyebilir ve hastalık ilerlemesini etkileyebilir.³⁹

Tıp ve biyoloji alanında epigenetik özelliklerle ilgili çalışmalar kapsamlı bir şekilde gerçekleştirilmekte ve epigenetiğin hastalık patogenezini üzerindeki etkileri bildirilmektedir. Ancak, diş hekimliği araştırmalarında epigenetik henüz erken aşamalarda. Buna karşın, diş hekimliğinde epigenetik ile ilgili çalışmalar önem taşımaktadır çünkü epigenetik mekanizmalar dişlerin gelişimi esnasında ve ağız hastalıklarının patolojik süreçlerinde gen ifadesinde önemli roller oynamaktadır. Örneğin, epigenetik değişiklikler diş gelişim sürecinde bazı anormalliklere yol açabilir. Bunun yanı sıra çeşitli epigenetik faktörler, tek yumurta ikizleri arasında dişsel farklılıklara neden olabilir. Pek çok çalışma, enfekte pulpa ve periodontal dokulardaki inflamatuvar reaksiyonların epigenetik değişiklikleri etkileyerek gen ifadesinde değişikliklere yol açtığını bildirmiştir. Son zamanlarda, periodontitis ile ilişkili inflamatuvar sitokinler gibi epigenetik biyobelirteçlerin değişimleri de bildirilmektedir.³⁹

Periodontal Hastalıklar

Periodontitis, duyarlı bir konağın bakteriyel tehdide yanıtı sonucunda dişi çevreleyen dokuların iltihaplanması ve yok edilmesi ile karakterize edilen çok faktörlü bir enfeksiyon olarak tanımlanmaktadır. Periodontal yıkım, duyarlı bir konağın bakteriyel tehdide verdiği yanıtın bir sonucu olarak kabul edilmektedir.⁴⁰ Konağın enfeksiyona yanıtı, patojenin doğasına ve virülansına bağlıdır ve çevresel ile genetik faktörlerden etkilenmektedir.^{40,41} Periodontal hastalıkların aktivite gösterdikleri dönemler ve duraklama dönemleri bulunmaktadır.⁴² Hastalığın aktif olduğu dönemde, sitokinler aracılığıyla periodontal tahribatın ortaya çıktığı gözlenmektedir.⁴³ Araştırmalar, epigenetik olayların sitokin üretimini etkileyebileceğini (sitokinlerin aşırı veya yetersiz ifade edilmesi) ve bunun iltihabi hastalıkların gelişimine katkıda bulunabileceğini göstermektedir. Bu nedenle epigenetik faktörlerin, periodontal hastalığın teşhis veya tedavisinde gelecekte etkili olabileceği belirtilmiştir.⁴⁴

Yu'nun 2023 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, diş eti oluşu sıvısındaki miR-200 ailesi mikroRNA'larının, kronik periodontitis tanısında

potansiyel biyobelirteçler olarak kullanılıp kullanılamayacağı incelenmiştir. Bu çalışmada, 5 sağlıklı ve 5 kronik periodontitisli katılımcının diş eti oluşu sıvısındaki miRNA profili analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda kronik periodontitis hastalarının diş eti oluşu sıvısında miR-200a-5p, miR-200b-5p ve miR-200c-5p'nin sağlıklı kontrol grubuna göre anlamlı şekilde yüksek bulunduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak miRNA'ların yüksek seviyelerinin kronik periodontitisin varlığı veya ilerlemesi ile ilişkilendirilebileceği ve hastalığın teşhisinde yardımcı olabileceği belirtilmiştir.⁴⁵

Almiñana-Pastor ve ark.'nın yaptığı benzer bir çalışmada, 11 kişiden oluşan ileri kronik periodontitis hastası ve 12 kişilik sağlıklı katılımcının tek köklü dişlerinden alınan dişeti oluşu sıvısı (DOS) örnekleri incelenmiştir. Dizilenen tüm miRNA'lar arasında; miR-199, miR-146a, miR-30a ve miR-338, kronik periodontitisli hasta örnekleri ile ilişkilendirilebilecek biyobelirteçler olarak ortaya çıkmıştır. Kronik periodontitisli bireylerin DOS sıvısında yüksek verimlilikte miRNA'ların belirlenmesi, bu moleküllerin periodontitis üzerindeki rolünü netleştirmiş ve potansiyel uygulamaları olan biyobelirteçlerin tespitine yol açmıştır.⁴⁶

Çene-Yüz Gelişimi ve Ortodontik Anomaliler

Ortodonti literatüründe kullanılan epigenetik araştırma yaklaşımının, periodontoloji literatüründekine göre farklı olduğu görülmektedir. Günümüzdeki periodontal araştırmalar, belirli genler üzerinde moleküler düzeyde epigenetik mekanizmaların etkilerini sorgularken, ortodonti alanındaki çalışmalar daha geniş bir bakış açısıyla epigenetiği ele almaktadır. Bu çalışmalarda çevresel faktörler örneğin çene üzerine uygulanan kuvvetler genellikle kondildeki büyüme veya yeniden şekillenmeyi tetikleyen unsurlar olarak değerlendirilmektedir. Bu kullanım, çevresel faktörün genom dışında yer aldığı yorumunu ortaya çıkarmaktadır. Çene üzerinde etkili olan kuvvetler gen ekspresyonunu etkileyen epigenetik değişimlere yol açmaktadır.⁴⁷

Proffit, kraniofasiyal büyüme teorileri arasındaki temel farkların, genetik kontrolün hangi düzeyde etkili olduğuna dair görüş ayrılıklarından kaynaklandığını belirtmektedir.⁴⁸ Örneğin, eğer kemik kraniofasiyal büyümenin temel belirleyicisi olarak kabul edilirse, genetik kontrolün doğrudan kemik üzerinde etkili olduğu düşünülür. Kıkırdak temel belirleyici olarak kabul edilirse, genetik kontrolün kıkırdak dokusu üzerinde yoğunlaştığı varsayılır. Moss'un Fonksiyonel Matris Hipotezi'nde

ise, kemik yapılarının yer aldığı yumuşak doku matrisi büyümenin ana yönlendiricisi olarak kabul edilir; bu durumda genetik kontrol iskelet sisteminin dışında, çevre dokularla ilişkilendirilir. Ortodontik literatürde bu tür dolaylı genetik etkilere “epigenetik” denir. Kemik veya kıkırdakta görülen değişimler, diğer dokulardan gelen sinyallere yani epigenetik faktörlere yanıt olarak ortaya çıkmaktadır.⁴⁷

Carlson, kraniofasial gelişimi düzenleyen genler hakkındaki farkındalığın arttığını, bu genlerin kritik zamanlarda açılıp kapandığını belirtir. Carlson, “Sorun, genom içindeki içsel faktörlerin morfogenezi düzenlemesi değil; hücreler ve dokuların vücuttaki ve çevredeki uzak dış faktörlerle karmaşık etkileşiminin, gen ekspresyonunu tetikleyen ya da bir nevi anahtar rolü üstlenen faktörler olmasıdır. Bu etkileşimler, doğum sonrası büyümeyi ve klinik tedaviye yanıt etkiler” ifadesini kullanmıştır.⁴⁹

Genetik faktörlerin, maksilla ve mandibulanın büyümesi ve dişsel gelişim aşamalarını kontrol ettiği bilinmektedir. Kraniofasial komplekse ait tüm kemik yapılarının morfolojisinin büyük ölçüde kalıtsal olarak belirlendiği bilinmektedir. Bununla birlikte, kafatası ve çene kemiklerinin ölçümlerine ait özelliklerin genetik geçiş oranı oldukça yüksek iken dentoalveolar yapılara ait özelliklerin genetik geçiş oranının düşük ila orta düzeyde olduğu gözlenmiştir.⁵⁰ Ön kafa tabanı ve mandibula gövdesi ile ilgili genetik varyasyonların üst yüz yüksekliğine göre daha fazla olduğu belirtilmiştir. Üst yüz yüksekliği, yüzün genel genetik varyasyonuna daha az katkıda bulunan ve yüz profilinde daha stabil bir unsur olarak tanımlanmaktadır. İskeletsel yapıların dikey boyutlarının (özellikle toplam ve alt ön yüz yüksekliği) yatay boyutlarına göre (yüz genişliği) daha fazla genetik kontrol altında olduğu belirtilmektedir. Mandibulanın şekli ve sagittal pozisyonunda da genetik faktörler daha belirleyici iken, mandibulanın boyutu veya kafatası tabanı ile dikey ilişkisi ise genetik faktörlerden daha az etkilenmektedir.⁵¹

Genetik faktörlerin dental fenotip ve ortodontik tedavi sonuçları üzerindeki doğrudan etkisine ek olarak, çevresel etkenlerin bu fenotipler ve tedavi sonuçları üzerindeki rolünün epigenetik bir perspektiften ele alınması gerekliliği de vurgulanmaktadır. Ortodontinin temel mekanizması olan dokuların yeniden yönlendirilmesi (tissue remodeling), ağız solunumu gibi alışkanlıklar, ortodontik diş hareketleri ve ortopedik apareyler gibi farklı büyüme yönlendiriciler ile her bir kemiğin şekli ve göreceli konumunun belirlendiği bir süreçtir. Günümüzde

tüm bunların gen ekspresyonunu nasıl etkilediğini belirlemeye yönelik çalışmalar önem kazanmaktadır. Çeneler üzerine uygulanan kuvvetler epigenetik mekanizmalar yoluyla gen aktivasyonunda değişikliklere neden olabilmektedir.⁵⁰ Örneğin, sınıf 3 maloklüzyonların çoğunlukla genetik faktörler ile ilişkili olduğu düşünülmekteyken, araştırmalar bunun genetik ve epigenetik olmak üzere multifaktöriyel etiyojolojiye sahip olduğunu göstermektedir. Mandibular prognatizm veya makrognatizm kaynaklı sınıf III maloklüzyon çoğunlukla genetik faktörler ile ilişkilendirilmiş iken, maksiller retrognatizm kaynaklı sınıf III maloklüzyonların etyolojisinde çevresel faktörlerin baskın olduğu düşünülmektedir.⁵² Bu durum, büyüme sürecinde çevresel etkilerin çene gelişimini yönlendirmesiyle, yani fonksiyonel çene ortopedisi kavramıyla açıklanabilir. Bu kavrama göre, erken dönemde ortaya çıkan bir ön çapraz kapanış (alt dişlerin üst dişlerin önüne geçtiği durum), genetik olarak büyük ve/veya öne çıkık bir alt çene, dişsel kapanış bozuklukları, alışkanlıklar ya da nefes almayı kolaylaştırma çabaları nedeniyle alt çenenin öne doğru konumlanmasına neden olabilir. Bu öne konumlanma, üst çeneye etki eden kuvvetlerin üst çenenin ileri yönde büyümesini engellemesine yol açabilir ve bu da normalde var olmayacak bir maksiller retrognatizm oluşturabilir.

Diş ve çene anomalileri ile ilişkili spesifik genetik markerların bulunmasını kolaylaştıran teknolojik gelişmeler ile birlikte, genetik testlerin dentofasiyal sorunlar ile ilişkili genlerin belirlenmesini sağlayarak ortodonti bilimi ve pratiği üzerinde önemli bir etkisi olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, ortodontistlerin maloklüzyon bulunan hastalarda bu genetik markerları inceleyerek anormal durumların erken belirtilerini tespit etmeleri de sağlanabilecektir. Bu yaklaşımla, kişiselleştirilmiş, rasyonel ve etkili tedavi programları her bir bireye özgü olarak tasarlanabilecektir. Örneğin, sınırda maloklüzyon (cerrahi olmayan yollarla tedavi edilebilen durumlar ile ortognatik cerrahinin gerekli olduğu durumlar) bulunan hastalarda, uygun tedavi yönteminin belirlenmesi sağlanabilecektir. Erken tanı sayesinde, ortodontistler duruma zamanında müdahale ederek sorunun daha şiddetlenmesini önleyebileceği gibi ileride cerrahi müdahale gereksinimini de ortadan kaldıracaktır. Eğer dentofasiyal maloklüzyonun esasen genetik kökenli olduğu belirlenirse de erken müdahalelerden kaçınılabilir, hasta ve ailesiyle birlikte ileri dönemde ortognatik cerrahi planlaması için hazırlık yapılabilir. Tüm bu öngörülere ve genetik testlerin potansiyeline karşın, ortodontistlerin bu yöntemleri şu an teşhis ve tedavi planlamasında

aktif olarak kullanamadığı görülmektedir. Bugüne kadar, ortodonti pratiğinde herhangi bir durumun yalnızca bir genin bir mutasyonu ile tam olarak öngörülmesi veya açıklanması mümkün olmamıştır. Genetiğin, bireyde tanımlanan kraniofasial özellikleri etkileyen spesifik genetik faktörlerin ve varyasyonların keşfi yoluyla klinik uygulamalara önemli katkı sağlaması beklenmektedir.⁵⁰

Diş Çürükleri ve Mine Defektleri

Diş minesi, tüm mineralize dokular arasında en yüksek mineral içeriğe sahip olan benzersiz bir dokudur. Ancak diş minesinin oluşum sürecinde birçok zararlı etkenden etkilendiği bilinmektedir. Amelogenezi olumsuz bir şekilde etkileyen en yaygın çevresel faktörler arasında ateş, hipoksi, yetersiz beslenme ve mine gelişimi sırasında mine hücrelerinin toksik olan belirli maddelere maruz kalması gibi durumlar yer almaktadır. Amelogenezi etkileyen diğer faktörler arasında antibiyotikler ve sosyoekonomik durum da bulunmaktadır. Bu tür dışsal faktörler, hücrelerin mine matrisini salgıladığı sırada ve/veya mineralizasyon süreci boyunca mine oluşumunu etkileyebilmektedir.⁵³ Prenatal, perinatal ve postnatal aşamalarda meydana gelen tıbbi sorunlar, mine hipomineralizasyonuna yol açmakta ve ayrıca yaşamın ilk yılında ilaç kullanımı ve erken yaşamda florürler veya kirletici kimyasallara (dioksinler ve poliklorlu bifeniller) maruz kalma da bunda etkili olmaktadır.⁵⁴

Hamilelik döneminde annenin beslenmesi, sigara ya da alkol tüketimi, obezite ya da metabolik hastalık varlığı gibi faktörlerin epigenetik regülasyonu ve dolayısıyla gen ekspresyon seviyelerini değiştirerek diş çürüğü ve mine hipomineralizasyonu gelişiminde etkili olabileceği bildirilmektedir.⁵⁵

Yoshioka ve ark.'nın çalışmasında farelerin alt keser dişlerine ameloblast hücrelerindeki iki önemli DNA metilasyon türü olan 5-metil sitozin (5-mC) ve 5-hidroksimetil sitozinin (5-hmC) yerleşimi ve dağılımı incelenmiştir. Dişlerden alınan kesitlerde HE (hematoksilin-eozin) boyası kullanılarak ameloblast hücrelerinin farklılaşma evreleri görülmüş, 5-mC ve 5-hmC proteinlerine karşı spesifik antikorlar ile immüno floresan boyama yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre hem 5-mC hem de 5-hmC, ameloblast hücrelerinde farklı bölgelerde ve farklı yoğunluklarda bulunmuştur. 5-mC, özellikle ameloblastların erken evrelerinde daha yüksek yoğunlukta gözlenirken, 5-hmC ise daha geç evrelerde daha yaygın olarak gözlenmiştir. Farklılaşmanın çeşitli evrelerindeki ameloblast hücrelerinde 5-mC ve 5-hmC'nin dağılımı değişiklik

göstermiştir. Örneğin, farklılaşmamış evrede 5-mC seviyesi daha yüksekken, maturasyon (olgunlaşma) evresinde 5-hmC seviyesi daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışma, fare alt kesici dişlerindeki ameloblast hücrelerinde 5-mC ve 5-hmC'nin mekansal dağılımının farklılaşma evreleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, DNA metilasyonunun diş gelişimi sırasında önemli bir rol oynadığını ve ameloblastların farklılaşmasında düzenleyici bir mekanizma olarak işlev gördüğünü ortaya çıkarmaktadır.⁵⁶ Aynı çalışmada farelerin alt kesici dişleri, birinci ve ikinci azı dişleri arasında kesilerek ikiye ayrılıp dot-blot analizi ile incelenmiştir. Farklı zaman noktalarındaki 5-mC ve 5-hmC seviyeleri karşılaştırılarak, diş gelişimi sırasında bu metilasyon türlerindeki değişimler gözlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, erken dönemde 5-mC seviyesi daha yüksekken, geç dönemde 5-hmC seviyesi daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, diş gelişimi sırasında DNA metilasyon paternlerinin değiştiğini göstermektedir. Böylece çalışma, DNA metilasyonunun diş gelişimi sırasında gen ekspresyonunu düzenleyerek bunda önemli bir rol oynadığını ve diş oluşumunun farklı evrelerinde farklı metilasyon paternlerinin mevcut olduğunu kanıtlamış olmaktadır.⁵

Silva ve ark.'nın, 2022 yılında gerçekleştirdikleri ve göbek kordonu kanı lökositlerindeki DNA metilasyon farklılıklarının diş çürüğü ve süt ikinci azı dişi mine hipomineralizasyonu üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 27 ikiz bebek çifti çalışmaya dahil edilmiş ve doğumdan hemen sonra göbek kordonu kanları alınarak genom çapında DNA metilasyon (genome-wide DNA methylation) analizi gerçekleştirilmiştir. 6 yıl boyunca takip edilen ikizlerin yaşam şekilleri, sağlık ve büyüme-gelişim durumları ile ilgili bilgiler doğumda, 18. ayda ve 6 yaşında olmak üzere üç kere kaydedilmiştir. 6 yaşında aynı zamanda ağız içi muayene de gerçekleştirilmiş ve diş çürüğü ve süt ikinci azı hipomineralizasyonu varlığı kaydedilmiştir. Çalışmada her bir dental bulgu ile ilişkili farklı metilasyonlu CpG'ler (Differentially methylated CpG-DMCpG) ve farklı metilasyonlu bölgeler (DMR- Differentially Methylated Region) belirlenmiştir. Bunun yanı sıra DMCpG'ler ile diş durumları arasındaki gözlemlenen ilişkilerin aynı ikiz çiftinin içinde paylaşılan ailesel faktörlerin (genetik ve genetik olmayan) etkilerinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı da araştırılmıştır. Ek olarak aday gen analizi de yapılarak daha önce diş çürüğü ve mine hipomineralizasyonu ile ilişkilendirilmiş genlere ait CpG bölgelerindeki DNA metilasyonu ile diş durumları arasındaki ilişkiler de incelenmiştir. Sonuç olarak, hiç çürük bulunmayan olgularda

herhangi bir farklı metilasyonlu CpG bulunmaz iken, ileri çürük ve hipomineralize ikinci süt azı olguları ise sırasıyla 16 ve 19 farklı metilasyonlu CpG ile ilişkilendirilmiştir. Çalışmada ayrıca ileri çürük ve hipomineralize ikinci süt azı dişleri ile ilişkili genler (*PBX1*, *ACAT2*, *LTBP3* ve *DDR1*) de tespit edilmiştir. Bu çalışma, diş çürüğü ve hipomineralize süt azı dişleri ile epigenetik farklılıklar arasında potansiyel ilişkiler olduğunu, ancak bu farklılıkların nedensel olmayabileceğini, çevresel veya genetik etkenlerin bir biyobelirteci olabileceğini öne sürmektedir. Özellikle hipomineralize süt azılarda genetik yatkınlık ve çevresel faktörlerin aynı dönemde gelişen dişlerde farklı etkiler gösterebileceği belirtilmiş ve bu durumun lokalize epigenetik mekanizmalarla açıklanabileceği vurgulanmıştır. İkiz çalışmaları gibi güçlü tasarımların genetik etkileri daha iyi kontrol etme avantajı sağladığı, ancak daha büyük ve detaylı çalışmaların bu bulguları doğrulamak ve hastalığın karmaşık yapısını anlamak için gerekli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, daha spesifik doku örnekleri ve gelişmiş fenotiplerme yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmaların, epigenetik mekanizmaların diş sağlığı üzerindeki etkilerini daha iyi ortaya koyabileceği ifade edilmiştir.⁵⁵

Tynior ve ark.'nın Molar-Kesici Hipomineralizasyonu (MIH) etiyojisinde DNA metilasyonunun rolünü araştırmayı amaçladıkları çalışmalarında, MIH'lı çocuklar ve sağlıklı bireylerden alınan oral mukoza epiteli örnekleri üzerinde DNA izolasyonu sonrası global DNA metilasyon seviyeleri 5-mC DNA ELISA kiti kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma ve kontrol grupları arasında global DNA metilasyon seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak, DNA metilasyon seviyeleri ile prenatal, perinatal ve postnatal faktörler arasındaki ilişkiler incelendiğinde, gebelik sayısı, doğum sayısı, doğum şekli, 3 yaşından küçükken geçirilen suçiçeği enfeksiyonu ve yüksek ateş gibi faktörlerin önemli olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, MIH etiyojisinin epigenetik altyapısını anlamaya yönelik ileride yapılacak araştırmalar için bir başlangıç olarak görülmektedir.⁵⁷

Salatino ve ark.'nın 2025 yılında yayınlanan pilot çalışmasında, MIH'lı bir çocuk ve sağlıklı bir kontrolden elde edilen diş dokuları uzun okuma tabanlı nanopore sekanslama ile analiz edilmiştir. Bu ileri teknoloji, klasik yöntemlerin aksine CpG bölgelerini ve transpoze elementleri yüksek çözünürlükte değerlendirmeye olanak sağlamıştır. Analiz sonucunda genom çapında çok sayıda farklı metilasyonlu CpG ve DMR tanımlanmış, özellikle

diş gelişimi, kalsiyum iyon bağlanması, ameloblast/odontoblast farklılaşması ve Hippo sinyal yolu gibi mine oluşumu ile ilişkili biyolojik süreçlerde görev alan genlerde epigenetik değişiklikler saptanmıştır. Ayrıca HOX gen kümeleri ve SP1 gibi transkripsiyon faktörlerinin metilasyon paternlerindeki farklılıklar, MIH'nin çevresel faktörlerin yanı sıra epigenetik yeniden programlanma ile ilişkili olabileceğini düşündürmüştür. Sonuç olarak, DNA metilasyonunun MIH patogenezinde rol oynayabileceği belirtilmiştir.⁵⁸ Benzer şekilde Alghadeer ve ark.'nın 2023 yılında yayınladıkları çalışmada, ameloblastların farklılaşması ek hücre düzeyinde haritalanarak sekretuar ve maturasyon evrelerinde Wnt, BMP, Hippo, kalsiyum taşınımı ve SP1 gibi kritik yolların en yüksek aktiviteye ulaştıkları gösterilmiştir. MIH lezyonlarının en sık olarak bu iki evrede gelişen mine dokusunda ortaya çıktığı bilinmektedir. Dolayısıyla MIH, yalnızca çevresel faktörlerin genel etkisiyle değil, ameloblastların belirli gelişim evrelerinde epigenetik düzenlenmenin bozulmasıyla ilişkili olabilir. Nitekim MIH ile ilişkili epigenetik çalışmalarda HOX gen kümeleri, SP1 ve kalsiyum taşınım genlerinde tespit edilen metilasyon değişikliklerinin, bu atlasın tanımladığı kritik hücresel pencerelerle çakışması, hastalığın hücre tipi ve zamanlamaya özgü epigenetik bir bozukluk olabileceğini güçlü şekilde desteklemektedir. Bu nedenle tek hücreli atlaslar, MIH'nin patogenezinin anlaşılmasında epigenetik bulguları biyolojik bağlama oturtan vazgeçilmez bir referans haline gelmiştir.⁵⁹

Li ve ark.'nın endokrin bozucu bir kimyasal olan Bisfenol A (BPA) maruziyetinin fare kesici dişlerinde neden olduğu dental gelişim bozukluğunun mekanizmasını araştırmak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, BPA maruziyetinin fare kesici dişlerinde dental gelişim bozukluklarına ve dental epitel kök/progenitor hücrelerinde aşırı proliferasyona yol açtığını gözlenmiştir. Bu etkinin ise fare kesici dişlerinin labial servikal döngüsünde baskılayıcı bir histon modifikasyonu olan H3K27me3'ün artışıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir.⁶⁰

Odontogenez ve Dental Anomaliler

Diş morfolojisi, odontogenez esnasında gerçekleşen bir dizi olayın sonucunda meydana gelmektedir. Bu da gelişimsel bozuklukların en son oluşacak diş formunu etkileyebilme potansiyelini ortaya çıkarmaktadır. Diş fenotipleri üzerinde epigenetik faktörlerin etkisini anlamak insan popülasyonları arasındaki biyolojik etkileşimin dişlerin kullanılmasıyla daha

da geliştirilebileceğini gösterebilmektedir.⁶¹

Duncan ve ark.'nın, Valproik asit (VPA) ve Trikostatin A (TSA) adlı iki histon deasetilaz inhibitörünün (HDACi) dental pulpa kök hücrelerine etkilerini bazı biyolojik parametreler ile incelemişlerdir. HDAC inhibitörleri, gen ekspresyonu ve hücre döngüsünü düzenleyen proteinlerin aktivitesini değiştirebilir. Çalışmada hücrelerin, VPA ve TSA konsantrasyonlarına bağlı olarak çoğalma ve canlılık oranlarının azaldığı ve mineralizasyonlarının arttığı gözlemlenmiştir. Hücre canlılığı ve hücre döngüsünü önemli ölçüde etkilemeden, mineral miktarındaki ve dentinojenik gen ifadesindeki artış, bu inhibitörlerin hücreyi epigenetik olarak modüle edebileceğini ve odontoblast benzeri farklılaşmayı hızlandırabileceğini göstermektedir.⁶²

Diğer kök hücre grubu olan süt dişi pulpasında bulunan dental kök hücreler de çoğalma kapasiteleriyle dikkat çekmektedir. Xuan ve ark.'nın çalışmalarında travma sonucu pulpa nekrozu gerçekleşen 40 hasta iki grupta incelenmiş, 30 hastaya dental pulpa kök hücresi enjekte edilmiş ve 10 hastaya ise geleneksel apeksifikasyon tedavisi uygulanmıştır. 12 ay sonra yapılan incelemelerde kök hücre enjeksiyonu yapılan grupta kan damarları ve sinirlerini içeren pulpa dokusunun yeniden oluştuğu, ayrıca köklerin uzunluğunda anlamlı bir artma ve apikal foramen genişliğinde belirgin bir azalma görülmüştür. Geleneksel apeksifikasyon tedavisi uygulanan grupta ise anlamlı düzeyde bir iyileşme gözlenmemiştir. Bu çalışma ile süt dişlerinden elde edilen kök hücrelerin travmaya uğramış daimi dişlerde pulpayı başarılı bir şekilde yeniden oluşturabileceği ve ileride diş kayıplarını önlemede yeni bir umut olabileceği düşünülmektedir.⁶³

Li ve ark.'nın 2024 yılında gerçekleştirdikleri sistematik derlemede, bir epigenetik modülasyon şekli olan histon modifikasyonlarının ve bu süreçte rol oynayan histon modifiye edici enzimlerin odontogenez üzerine etkilerini inceleyen çalışmaları değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Sonuç olarak; histonların diş gelişimi sırasında çeşitli post-translasyonel modifikasyonlara maruz kaldığını ve bunlar arasında histon metilasyonunun en kapsamlı şekilde incelenen modifikasyonlardan biri olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarda histonlarda altı yaygın lizin metilasyon bölgesi tanımlanmıştır: H3 üzerinde K79, K36, K27, K9, K4 ve H4 üzerinde K20. Histon modifikasyonları tek başlarına işlev gösterebildiği gibi, birbirleriyle etkileşim içinde kombine işlevsellik de sergileyebilmektedir.^{64,65} Örneğin, SUMO-spesifik izopeptidaz SENP3

enziminin, MLL1/MLL2 komplekslerini modüle ederek H3K4 metilasyonunu ve dental foliküler progenitör hücrelerinin osteojenik potansiyelini düzenlediği bulunmuştur. SENP3 eksik olduğunda, MLL1/MLL2 kompleksinin bileşenlerinden Menin ile Ash2L arasındaki bağlantı bozulmakta ve bu da H3K4 metilasyonunun azalmasına yol açmaktadır.⁶⁴ Histon metilasyonu, diş gelişimi sırasında büyük ilgi görmüş olmakla birlikte, hücresel sitotoksik mekanizmalarda kritik roller oynadığı bilinen histon fosforilasyonu, ubiquitinasyon, SUMOylasyon ve ADP ribozilasyon gibi diğer modifikasyonların odontogenez ile ilişkisi yeterince araştırılmamıştır. Bu modifikasyonlarla ilişkili enzimlerin ekspresyon şekillerinin ve rollerinin büyük ölçüde bilinmediği ve bu alanda daha fazla araştırma yapılması gerektiği vurgulanmıştır.⁶⁵

Townsend ve ark. tarafından, ikiz çalışmaları kapsamında yaşları 4 ile 57 arasında değişkenlik gösteren 278 monozigot ikiz çifti, Adelaide ve Melbourne Üniversitelerinde incelenmiştir. Tüm ikizler, doğuştan gelen veya fazladan dişlerle ilişkili olabilecek önemli tıbbi rahatsızlık öyküsü olmayan Avrupa kökenli bireylerden oluşmaktadır. Çalışmada doğuştan eksik üst yan kesici dişlerin (ULI), eksik üst veya alt ikinci küçük azı dişlerinin (PM2) ve üst kesici bölgesindeki fazladan dişlerin prevalansı; kayıtlar, panoramik radyografiler ve diş modelleri dahil olmak üzere belirlenmiştir. Çalışmanın sonucu olarak genetik yapıları basit hipodonti veya mesiodenslere yatkın olan monozigot ikiz çiftleri arasında eksik veya fazladan dişlerin ifadesindeki farklılıkların yaygın olarak meydana geldiği görülmüştür. Diş oluşum bölgelerinde meydana gelen epigenetik olaylardaki küçük farklılıkların, muhtemelen hücrelerin bulunduğu konumlar veya zamansal olaylarla ilgili olabileceği ve bu monozigot ikiz çiftlerinde gözlemlenen diş özelliklerindeki belirgin uyumsuzlukları açıklayabileceği önerilmiştir. Çalışma, genetik olarak aynı olan bireylerde dahi diş sayısı gibi özellikleri etkileyen faktörlerin sadece genetik değil, aynı zamanda epigenetik olabileceğini göstermektedir.⁶⁶

Wang ve ark.'nın izole anadonti ve hipodonti olgularında DNA metilasyonunun rolünü belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri pilot çalışmada; altı kesici dişi eksik olan 4 hipodonti olgusu ve 4 sağlıklı birey, 1 anadonti olgusu ve aynı mutasyona sahip ancak diş eksikliği olmayan erkek kardeşi dahil edilmiş ve genom çapında analiz gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, hipodonti olgularında tüm genomda gen promotör bölgelerindeki DNA metilasyon

seviyelerinin sağlıklı bireylerden farklı olduğu bulunmuştur. *NFKB1B*, *PRKCD*, *CACNA1A*, *GRIA4*, *EDNRB*, *GRIN2B*, *HIST1H4D*, *HEY1*, *BID* gibi genler önemli metilasyon değişiklikleri göstermiştir. Bu genlerden bazıları daha önce diş gelişimi ile ilişkilendirilmemiş olmakla birlikte, kıkırdak, kemik, diş ve sinir iletimi gibi biyolojik süreçlerle ilişkili oldukları belirtilmiş ve bu durumun hipodonti etyolojisinde metilasyon düzeyinde potansiyel bir gen etkileşim ağının varlığına işaret ettiğini vurgulanmıştır.⁶⁷

Pulpitis

Diş pulpasının iltihaplanması genellikle şiddetli ağrı ile karakterize, yaygın olarak kök kanal tedavisi ya da diş çekimi ile sonuçlanan enfeksiyona bağlı bir hastalıktır. Diş çürüğü ve dental restorasyonların etrafında gerçekleşen mikrosızıntı pulpitisin en yaygın nedenleri arasında yer almaktadır. Pulpitis tedavi edilmediği takdirde ilerleyici inflamatuvar reaksiyonlar meydana getirerek ağrıya, pulpa nekrozuna ve apseye neden olmaktadır. Pulpitis

ve diş ağrısı yaşayan hastalar için bu durum, kök kanal tedavisine yönelmek yerine pulpanın doğal rejeneratif kapasitesinden yararlanmayı hedefleyen daha konservatif dental prosedürlere doğru yönelme ihtiyacı doğurmuştur.⁶⁸

Histon deasetilaz inhibitörleri (HDACİ); DNA'yı saran histon proteinlerinin asetillenip genlerin kapanmasına yol açan histon deasetilaz (HDAC) enzimini engelleyerek genleri tekrar aktif hale getirmektedir. Birçok farklı HDACİ ilacı özellikle TSA ve VPA (Valproik asit), diş pulpasının bu anlamda yenilenmesinde büyük umut vadetmektedirler. Bu ilaçlar düşük dozda kullanıldıklarında diş pulpası hücrelerinin onarım sürecini hızlandırmakta, mineralizasyonu teşvik etmekte ve ileride vital pulpa tedavilerinde pulpa kaplama ajanı olarak klinik kullanım potansiyeli taşımaktadırlar.⁶⁹ Diş hekimliğinde epigenetik mekanizmalar ile ilişkilendirilen başlıca klinik durumlar, ilgili moleküller ve bulgular özet olarak Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Diş hekimliğinde epigenetik mekanizmalar ve ilişkili dental patolojiler^{45,46,55-58,62,65,68}

KLİNİK DURUM	EPİGENETİK MEKANİZMA	İLGİLİ MOLEKÜL	BULGULAR
Kronik periodontitis	DNA metilasyonu artışı	miR-200 ailesi (miR-200a-5p, miR-200b-5p, miR-200c-5p)	Periodontitisli bireylerde bu miRNA'ların seviyeleri sağlıklı gruba göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Hastalığın varlığı ve ilerlemesiyle ilişkilidir.
Kronik periodontitis	miRNA ekspresyon değişikliği	miR-199, miR-146a, miR-30a, miR-338	miRNA'lar kronik periodontitisli hastaların dişeti oluşu sırasında belirgin yüksek ekspresyon göstermiş ve potansiyel biyobelirteç olarak tanımlanmıştır.
MIH	DNA metilasyon değişiklikleri	HOX gen kümeleri, SP1, kalsiyum taşıma genleri	Nanopore sekanslama ile MIH'lı dokularda çok sayıda farklı metilasyonlu CpG tespit edilmiş; mine oluşumunda görevli yollarda bozulmalar görülmüştür.
MIH	Global DNA metilasyonu	Global 5-mC düzeyleri	Çalışma ve kontrol grupları arasında anlamlı fark bulunmamış ancak prenatal-postnatal faktörlerle ilişkiler belirlenmiştir.
Diş çürükleri ve süt 2. azı hipomineralizasyonu	De Novo DNA metilasyonu	PBX1, ACAT2, LTBP3, DDR1	İleri çürüklerde 16, hipomineralizasyonlu süt azılarında 19 farklı metilasyonlu CpG saptanmış; epigenetik farklılıkların hastalıkla ilişkili olabileceği belirtilmiştir.
Amelogenez	DNA metilasyonu dinamikleri (5-mC ve 5-hmC)	Ameloblast farklılaşma genleri	Erken farklılaşma evrelerinde 5-mC yüksek; olgunlaşma evresinde 5-hmC yüksek bulunmuştur. Mine oluşumu sırasında epigenetik düzenlemenin kritik rolü gösterilmiştir.
Hipodonti/ Anadonti	Promotör bölgelerde DNA metilasyonu	NFKB1B, PRKCD, CACNA1A, GRIA4, EDNRB, GRIN2B, HIST1H4D, HEY1, BID	Hipodonti olgularında genlerin promotör bölgelerinde anlamlı metilasyon farklılıkları bulunmuştur.
Pulpitis ve pulpa rejenerasyonu	Histon asetilasyonunda artış	TSA, VPA ile ilişkili histon asetilasyonu	Düşük doz HDAC inhibitörleri odontoblast benzeri farklılaşmayı hızlandırır, mineralizasyonu artırır ve pulpa onarımını desteklemektedir.
BPA'ya bağlı dental gelişim bozuklukları	H3K27me3 artışı (Baskılayıcı histon modifikasyonu)	EZH2 aracılı H3K27me3	BPA maruziyeti ameloblast/progenitor hücrelerde aşırı proliferasyona yol açmış; bu durum H3K27me3 artışıyla ilişkilendirilmiştir.

Sonuç

Diş hekimliği alanındaki epigenetik araştırmalar mine defekleri, çürük, dental anomaliler gibi multifaktöriyel hastalıkların patogenezinin aydınlatılmasında önemli bir perspektif sunmaktadır.. Epigenetik değişimlerin çevresel faktörlerle modifiye edilebilir olması ve bazı durumlarda nesiller arası aktarılabilirliği, bu alandaki araştırmaların değerini artırmaktadır. Bu özellik, hastalık riskini etkileyen mekanizmaların dinamik yapısını ortaya koyarak bireye özgü müdahale stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanıyabilmektedir. Epigenetik ve hastalık sonuçları arasında doğrudan bir neden-sonuç ilişkisi kurmak şu an için mümkün olmamakla birlikte, epigenetik değişimlerin belirlenmesi hastalık mekanizmasının daha iyi anlaşılmasını sağlayarak hastalıkların önlenmesi ve hatta potansiyel tedavileri açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu durumun erken tanı, risk değerlendirmesi ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesine de katkıda bulunabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle, diş hekimliğinin birçok alanında gerek gelişimsel biyoloji gerek hastalık gelişimi konularında aday genlerdeki epigenetik değişimlerin belirlenmesine yönelik daha çok sayıda ve kapsamlı araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.^{70,71}

Etik Kurul Onayı

Makalemiz derleme türünde olduğu için etik kurul onayı gerekmemektedir.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma kapsamında, herhangi bir kurum, kuruluş ve kişi ile mali çıkar çatışması yoktur ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Kaynak

Bu araştırma sürecinde, araştırma konusu ile doğrudan ilgili olan herhangi bir ilaç şirketinden, tıbbi ekipman veya malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya ticari bir kuruluştan, çalışmanın değerlendirme sürecine etki edebilecek maddi veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Yazar katkısı

Fikir: Y. G Tasarım: I. T, Y. G Denetleme: Y. G Analiz: I. T Literatür: I. T, Y. G Yazı: I. T, Y. G Eleştirel inceleme: I. T, Y. G.

Kaynakça

1. Cacabelos R, Tellado I, Cacabelos P. The epigenetic machinery in the life cycle and pharmacoeugenetics. In: Cacabelos R, editor. *Pharmacoeugenetics*. London: Academic Press; 2019. p. 1-100.
2. Hamilton JP. Epigenetics: principles and practice. *Dig Dis*. 2011;29(2):130-5.
3. Tıǧlı H, Özgür E, Tıǧlı H. A clinical perspective on the role of epigenetics in human diseases. *Istanbul Gelisim Univ J Health Sci*. 2020;4(10):10722. doi:10.38079/igusabder.653270
4. Lodish HF. *Molecular Cell Biology*: New York: W.H. Freeman; 2000.
5. Rodenhiser D, Mann M. Epigenetics and human disease: translating basic biology into clinical applications. *CMAJ*. 2006;174(3):341-8.
6. Ducasse M, Brown MA. Epigenetic aberrations and cancer. *Mol Cancer*. 2006;5:60.
7. Szyf M. The early life social environment and DNA methylation: DNA methylation mediating the long-term impact of social environments early in life. *Epigenetics*. 2011;6(8):971-8.
8. Moore LD, Le T, Fan G. DNA methylation and its basic function. *Neuropsychopharmacology*. 2013;38(1):23-38.
9. Liu Y, Zhang X, Blumenthal RM, Cheng X. A common mode of recognition for methylated CpG. *Trends Biochem Sci*. 2013;38:177-83.
10. Gopinathan G, Diekwisch TGH. Epigenetics and early development. *J Dev Biol*. 2022;10(2):23.
11. Nafee TM, Farrell WE, Carroll WD, Fryer AA, Ismail KM. Epigenetic control of fetal gene expression. *BJOG*. 2008;115(2):158-68.
12. Weber M, Schübeler D. Genomic patterns of DNA methylation: targets and function of an epigenetic mark. *Curr Opin Cell Biol*. 2007;19(3):273-80.
13. Okano M, Bell DW, Haber DA, Li E. DNA methyltransferases Dnmt3a and Dnmt3b are essential for de novo methylation and mammalian development. *Cell*. 1999;99(3):247-57.
14. Chen BF, Chan WY. The de novo DNA methyltransferase DNMT3A in development and cancer. *Epigenetics*. 2014;9(5):669-77.
15. Kim JK, Samaranayake M, Pradhan S. Epigenetic mechanisms in mammals. *Cell Mol Life Sci*. 2009;66(4):596-612.
16. Newell-Price J, Clark AJ, King P. DNA methylation and silencing of gene expression. *Trends Endocrinol Metab*. 2000;11(4):142-8.
17. Yaykasli K, Hatipoglu O, Kaya E, Yaykasli E. Epigenetic mechanisms and cancer. *Duzce Med J*. 2012;14(3):58-68.
18. Varol N. Akut lösemilerde Socs-1 geninin metilasyon analizi [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2007. Turkish.
19. Wang YA, Kamarova Y, Shen KC ve ark. DNA methyltransferase-3a interacts with p53 and represses p53-mediated gene expression. *Cancer Biol Ther*. 2005;4(10):1138-43.
20. Suzuki M, Yamada T, Kihara-Negishi F ve ark. Site-specific DNA methylation by a complex of PU.1 and Dnmt3a/b. *Oncogene*. 2006;25(17):2477-88.
21. Hervouet E, Vallette FM, Cartron PF. Dnmt3/ transcription factor interactions as crucial players in targeted DNA methylation. *Epigenetics*. 2009;4(7):487-99.
22. Goll MG, Kirpekar F, Maggert KA ve ark. Methylation of tRNA^{Asp} by the DNA methyltransferase homolog Dnmt2. *Science*. 2006;311(5760):395-8.
23. Lachner M, O'Sullivan RJ, Jenuwein T. An epigenetic road map for histone lysine methylation. *J Cell Sci*. 2003;116:2117-24.
24. Abu-Hanna J, Patel JA, Anastasakis E ve ark. Therapeutic potential of inhibiting histone 3 lysine 27 demethylases: a review of the literature. *Clin Epigenetics*. 2022;14:98.
25. Greer EL, Shi Y. Histone methylation: a dynamic mark in health, disease and inheritance. *Nat Rev Genet*. 2012;13(5):343-57.
26. Tran TQ, Lowman XH, Kong M. Molecular Pathways: Metabolic control of histone methylation and gene expression in cancer. *Clin Cancer Res*. 2017;23(15):4004-9.
27. Fraser P, Bickmore W. Nuclear organization of the genome and the potential for gene regulation. *Nature*. 2007;447(7143):413-7.
28. Margueron R, Reinberg D. Chromatin structure and the inheritance of epigenetic information. *Nat Rev Genet*. 2010;11(4):285-96.

29. Bustin S. Molecular biology of the cell, sixth edition. *Int J Mol Sci.* 2015;16(12):28123-5. doi:10.3390/ijms161226074
30. Mattick JS, Makunin IV. Non-coding RNA. *Hum Mol Genet.* 2006;15 Spec No 1:R17-29.
31. Birney E, Stamatoyannopoulos JA, Dutta A ve ark. Identification and analysis of functional elements in 1% of the human genome by the ENCODE pilot project. *Nature.* 2007;447(7146):799-816.
32. Carninci P, Kasukawa T, Katayama S ve ark. The transcriptional landscape of the mammalian genome. *Science.* 2005;309(5740):1559-63.
33. Bayarsaihan D. Epigenetic mechanisms in inflammation. *J Dent Res.* 2011;90(1):9-17.
34. Kaikkonen MU, Lam MT, Glass CK. Non-coding RNAs as regulators of gene expression and epigenetics. *Cardiovasc Res.* 2011;90(3):430-40.
35. Akkaya Z, Dinçer P. A new era in treatment approaches: non-coding RNAs and diseases. *Marmara Med J.* 2015;26(1):5-10.
36. Bartel DP. MicroRNAs: genomics, biogenesis, mechanism, and function. *Cell.* 2004;116(2):281-97.
37. Kloosterman WP, Plasterk RH. The diverse functions of microRNAs in animal development and disease. *Dev Cell.* 2006;11(4):441-50.
38. Gay I, Cavender A, Peto D ve ark. Differentiation of human dental stem cells reveals a role for microRNA-218. *J Periodontol Res.* 2014;49(1):110-20.
39. Seo JY, Park YJ, Yi YA ve ark. Epigenetics: general characteristics and implications for oral health. *Restor Dent Endod.* 2015;40(1):14-22.
40. Borrell LN, Papapanou PN. Analytical epidemiology of periodontitis. *J Clin Periodontol.* 2005;32 Suppl 6:132-58.
41. Takashiba S, Naruishi K. Gene polymorphisms in periodontal health and disease. *Periodontol 2000.* 2006;40:94-106.
42. Burt B. Position paper: epidemiology of periodontal diseases. *J Periodontol.* 2005;76(8):1406-19.
43. Adcock IM, Tsaprouni L, Bhavsar P, Ito K. Epigenetic regulation of airway inflammation. *Curr Opin Immunol.* 2007;19(6):694-700.
44. Gomez RS, Dutra WO, Moreira PR. Epigenetics and periodontal disease: future perspectives. *Inflamm Res.* 2009;58(10):625-9.
45. Yu SL. Diagnostic potential of miR-200 family members in gingival crevicular fluid for chronic periodontitis: correlation with clinical parameters and therapeutic implications. *BMC Oral Health.* 2023;23:532.
46. Almiñana-Pastor PJ, Alpiste-Illueca FM, Micó-Martínez P, García-Giménez JL, García-López E, López-Roldán A. MicroRNAs in gingival crevicular fluid: an observational case-control study of differential expression in periodontitis. *Noncoding RNA.* 2023;9(6):67.
47. Williams SD, Hughes TE, Adler CJ, Brook AH, Townsend GC. Epigenetics: a new frontier in dentistry. *Aust Dent J.* 2014;59 Suppl 1:23-33.
48. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. 4th ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2007.
49. Carlson DS. Theories of craniofacial growth in the postgenomic era. *Semin Orthod.* 2005;11(3):119-27.
50. Shirinian M, Yazbek S, Genno P. Insights in orthodontic genetic and epigenetic knowledge and its translation in clinical practice. *Semin Orthod.* 2023;29(3):260-3.
51. Šidlauskas M, Šalomskienė L, Andriuškevičiūtė I ve ark. Heritability of mandibular cephalometric variables in twins with completed craniofacial growth. *Eur J Orthod.* 2016;38(5):493-502.
52. Ghafari JG, Haddad RV, Saadeh ME. Class III malocclusion—The evidence on diagnosis and treatment. In: Artese F, Turpin D, Ngan P, editors. Evidence-based orthodontics. Oxford: Wiley-Blackwell; 2011. p. 247-80.
53. Modesto A, Klein O, Tenuta LM, Gerlach RF, Vieira AR. Summary of the IADR Cariology Research, Craniofacial Biology, and Mineralized Tissue Groups Symposium, Iguaçu Falls, Brazil, June 2012: gene-environment interactions and epigenetics in oral diseases: enamel formation and its clinical impact on tooth defects, caries, and erosion. *Dent 3000.* 2013;1(1):1-5.
54. Jeremias F, Koruyucu M, Küchler EC ve ark. Genes expressed in dental enamel development are associated with molar-incisor hypomineralization. *Arch Oral Biol.* 2013;58(10):1434-42.

55. Silva MJ, Mohandas N, Craig JM ve ark. DNA methylation in childhood dental caries and hypomineralization. *J Dent.* 2022;117:103913.
56. Yoshioka H, Minamizaki T, Yoshiko Y. The dynamics of DNA methylation and hydroxymethylation during amelogenesis. *Histochem Cell Biol.* 2015;144(5):471-8.
57. Tynior W, Ilczuk-Rypuła D, Hudy D, Strzelczyk JK. Is aberrant DNA methylation a key factor in molar incisor hypomineralization? *Curr Issues Mol Biol.* 2022;44(7):2868-78.
58. Salatino S, Cuber P, Tynior W ve ark. Harnessing nanopore sequencing to investigate the epigenomic landscape in molar incisor hypomineralization—A pilot study. *Int J Mol Sci.* 2025;26:3401.
59. Alghadeer A, Hanson-Drury S, Patni AP ve ark. Single-cell census of human tooth development enables generation of human enamel. *Dev Cell.* 2023;58(20):2163-2180.e9. doi:10.1016/j.devcel.2023.07.013.
60. Li H, Cui D, Zheng L ve ark. Bisphenol A exposure disrupts enamel formation via EZH2-Mediated H3K27me3. *J Dent Res.* 2021;100(8):847-57.
61. Blankenship-Sefczek EC, Goodman AH, Hubbe M, Hunter JP, Guatelli-Steinberg D. Nutritional supplementation, tooth crown size, and trait expression in individuals from Tezonteopan, Mexico. *PLoS One.* 2024;19(6):e0305123.
62. Duncan HF, Smith AJ, Fleming GJ, Cooper PR. Histone deacetylase inhibitors induced differentiation and accelerated mineralization of pulp-derived cells. *J Endod.* 2012;38(3):339-45.
63. Xuan K, Li B, Guo H ve ark. Deciduous autologous tooth stem cells regenerate dental pulp after implantation into injured teeth. *Sci Transl Med.* 2018;10(455):eaaf3227.
64. Nayak A, Viale-Bouroncle S, Morszeck C, Müller S. The SUMO-specific isopeptidase SENP3 regulates MLL1/MLL2 methyltransferase complexes and controls osteogenic differentiation. *Mol Cell.* 2014;55(1):47-58.
65. Li Y, He P, Zheng L, Zhou X. Histone-modifying enzymes: Roles in odontogenesis and beyond. *Oral Dis.* 2024;30(6):3710-8.
66. Townsend GC, Richards L, Hughes T, Pinkerton S, Schwerdt W. Epigenetic influences may explain dental differences in monozygotic twin pairs. *Aust Dent J.* 2005;50(2):95-100.
67. Wang J, Sun K, Shen Y ve ark. DNA methylation is critical for tooth agenesis: implications for sporadic non-syndromic anodontia and hypodontia. *Sci Rep.* 2016;6:19162.
68. Pohl S, Akamp T, Smeda M ve ark. Understanding dental pulp inflammation: from signaling to structure. *Front Immunol.* 2024;15:1474466.
69. Kearney M, Cooper PR, Smith AJ, Duncan HF. Epigenetic approaches to the treatment of dental pulp inflammation and repair: Opportunities and Obstacles. *Front Genet.* 2018;9:311.
70. Lod S, Johansson T, Abrahamsson KH, Larsson L. The influence of epigenetics in relation to oral health. *Int J Dent Hyg.* 2014 Feb;12(1):48-54.
71. Seo JY, Park YJ, Yi YA ve ark. Epigenetics: general characteristics and implications for oral health. *Restor Dent Endod.* 2015 Feb;40(1):14-22.



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>
DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v01i3009



Ortodontik Şeffaf Plakların Stomatognatik Sistem Üzerindeki Etkileri

The Effects of Orthodontic Clear Aligners on the Stomatognathic System

Gizem Fatma Örnek^{1*}, Muhsin Çifter²

ÖZET

Şeffaf plaklar ile yapılan ortodontik tedaviler, estetik kaygıları ve konfor beklentileri yüksek bireyler için son yıllarda popülaritesi giderek artan bir alternatif haline gelmiştir. Bu tedavi türünün yaygınlaşması sonucu şeffaf plak kullanımının stomatognatik sistem üzerindeki etkileri de araştırmacılar tarafından merak edilen ve cevaplandırılması gereken bir konu haline gelmiştir. Şeffaf plaklar, tedavi süresince oklüzal temas ilişkilerini ve dikey boyutu değiştirerek çiğneme kasları, temporomandibular eklem ve oklüzyon gibi stomatognatik sistemin bileşenleri üzerinde çeşitli değişikliklere yol açabilmektedir. Şeffaf plak tedavisinin stomatognatik sistem üzerindeki etkilerinin incelenmesi, oklüzal stabilitenin sağlanması ve çiğneme kasları ile temporomandibular eklemin dengesinin korunabilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu derlemede, şeffaf plakların stomatognatik sistem üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çiğneme kasları, Çiğneme sistemi, Oklüzyon, Ortodonti, Şeffaf plak apareyleri

ABSTRACT

Orthodontic treatment with clear aligners has become an increasingly popular alternative in recent years, particularly among individuals with heightened aesthetic concerns and expectations of comfort. With the widespread adoption of this treatment modality, the potential effects of clear aligner therapy on the stomatognathic system have garnered increasing attention from researchers. Throughout treatment, clear aligners may alter occlusal contact relationships and vertical dimensions, thereby inducing various changes in the components of the stomatognathic system, including the masticatory muscles, the temporomandibular joint, and occlusion. Investigating the effects of clear aligner therapy on the stomatognathic system is critical for ensuring occlusal stability and maintaining the functional balance of the masticatory muscles and the temporomandibular joint. This review aims to evaluate the impact of clear aligners on the stomatognathic system.

Keywords: Clear aligner appliances, Masticatory muscle, Occlusion, Orthodontics, Stomatognathic system

¹Doktora öğrencisi, Ortodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

²Doç. Dr., Ortodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu Yazar: Gizem Fatma Örnek, e-mail: gfornek@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7379-1590, Ortodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, Kalenderhane mah. Vezneciler cad. No:2 Fatih/İstanbul.

Giriş

Ortodontik tedavinin bilimsel temellere dayalı modern pratiği, 18. yüzyılda Pierre Fauchard'ın öncülüğünde gelişmeye başlamıştır.¹ Daha sonra 19. yüzyılda Edward H. Angle tarafından spesifik bir bilim dalı olarak tanıtılmış ve maloklüzyonlar sınıflandırılmıştır.¹ Şeffaf plaklar ise ilk kez 1940'lı yıllarda basit diş hareketlerinin yapılabilmesi amacıyla ortodontik tedavide kullanılmıştır. Günümüzde modern teknolojilerden faydalanılarak daha komplike maloklüzyonların tedavi edilebildiği ortodontik şeffaf plaklar ise 1998 yılında Align şirketi (Align Technology, Inc.; 1997; Tempe, Arizona; ABD) tarafından geliştirilerek üretilmeye başlanmıştır.²

Şeffaf plaklar, kişiye özel olarak üretilen, takılıp çıkarılabilir termoplastik apareylerdir. Dişlerin büyük bir kısmını veya tamamını kaplayan plaklar, belirli zaman aralıklarında değiştirilerek kontrollü ve aşamalı diş hareketi sağlamaktadır. Bu tedavi yöntemi, daha konforlu bir süreç isteyen ve estetik kaygılar taşıyan hastalar için bir tedavi alternatifi olmuş ve popülaritesi yıllar içinde artmıştır.³

Şeffaf plaklar aracılığı ile dişler üzerine uygulanan kuvvetler, alveolar kemikte remodelasyona neden olurken; maksilla ve mandibulanın pozisyonunu ve temporomandibular eklem (TME) üzerindeki yük dağılımını değiştirerek stomatognatik sistem üzerinde çeşitli etkiler yaratabilmektedir.⁴

Bu çalışma, ortodontik şeffaf plakların stomatognatik sistem üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlayan geleneksel (narrative) bir derlemedir. Bu derleme için literatür taraması 'şeffaf plaklar', 'çiğneme sistemi', 'çiğneme kasları', 'oklüzyon', 'temporomandibular eklem' anahtar kelimeleri ile Türkçe ve İngilizce olarak PubMed, Scopus, Web of Science ve Google Scholar veri tabanlarında yapılmış, Eylül 2025 tarihine kadar yayımlanan çalışmalar değerlendirilmiştir. Şeffaf plaklarla ortodontik tedavinin çiğneme kasları, TME, oklüzyon, ağrı ve oral parafonksiyonel davranışlar üzerindeki etkilerini inceleyen klinik araştırmalar, gözlemsel çalışmalar, randomize kontrollü çalışmalar ve mevcut derlemeler çalışmaya dahil edilmiştir. Dahil edilen yayınlar belirlenen temalar doğrultusunda sınıflandırılmış ve nitel bir yaklaşımla analiz edilmiştir. Çalışmalar arasındaki yöntemsel farklılıklar nedeniyle nicel bir analiz veya meta-analiz uygulanmamıştır.

Stomatognatik Sistemin Bileşenleri

Stomatognatik sistem, oral ve kraniofasial boşluklar içinde yer alan; çiğneme, yutma, konuşma, solunum

gibi temel fonksiyonları yerine getirmek amacıyla koordineli bir şekilde çalışan doku ve organların bileşiminden oluşan anatomik ve fizyolojik bir sistemdir.⁵ Bu sistem içerisinde kemik yapıları, kaslar, dişler, periodontal dokular, TME ile sinir ve damar yapıları bulunmaktadır. Maksilla ve mandibula, çene hareketlerinin temelini oluştururken TME; mandibulanın vertikal, sagittal ve lateral hareketlerini kontrol etmektedir. Çiğneme kasları mandibulanın hareketlerinden sorumlu olup, mimik ve dil kasları, konuşma ve yutma fonksiyonlarına katkı sağlamaktadır. Dişlerin oklüzal ilişkisi çiğneme fonksiyonunu doğrudan etkilemekte, çene kemikleri ile dişler arasında yer alan periodontal ligament dokusu ise mikro hareketleri düzenlemektedir. Trigeminal sinir, çene ve yüz bölgesinin duyu ve motor fonksiyonlarını yönetirken, bölgedeki damar yapıları beslenme ve metabolik süreçler için hayati rol oynamaktadır.⁶

Şeffaf Plak Sistemlerinin Biyomekaniği

Şeffaf plak tedavisinin biyomekanik prensipleri, sabit ortodontik mekaniklere göre kuvvetin uygulanma şekli ve ankraj sistemleri açısından belirgin farklılıklar göstermektedir.^{7,8}

Sabit ortodontik mekaniklerde dişler, kullanılan materyalin defleksiyonundan yararlanılarak çekme kuvveti ile hareket ettirilirken, şeffaf plak sistemlerinde esas diş hareketi itme kuvveti ile sağlanmaktadır. Termoplastik materyallerden üretilen şeffaf plakların viskoelastik özelliklerinden faydalanılarak oluşturulan itme kuvvetine dayalı bu diş hareketi; plak veya diş yüzeylerinde kuvvet uygulayabilecek modifikasyonların yapılması ya da hedeflenen diş pozisyonuna uygun üretilen pasif plakların esnekliğinin kullanılması yoluyla elde edilmektedir.⁸⁻¹⁰

Şeffaf plakların etkinliğinde plak materyalinin özellikleri önemli bir rol oynamaktadır. Kullanılan materyalin elastik modülü, plak kalınlığı, her plaktaki planlanan hareket miktarı ve plağın dişler üzerindeki kavrama düzeyi uygulanan kuvvetin şiddetini ve yönünü belirleyen temel faktörlerdir. Yapılan çalışmalar, plak başına uygulanan hareket miktarı arttıkça ortaya çıkan kuvvetlerin de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığını göstermektedir.^{11,12} Ancak hareket miktarının artması sonucu materyalde oluşan gerilme esnemesi ve sürtünme kuvvetlerinin yol açabileceği olası deformasyonların da göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bununla birlikte plağın günlük kullanım süresi ve çıkarılma sıklığı gibi hastaya bağlı faktörler de oluşacak ortodontik kuvveti etkileyen önemli unsurlar arasında yer almaktadır.^{11,12}

Sabit mekaniklerde ark teli kalınlaştırılarak braket slotu değerlerine yaklaştırıldıkça istenilen inklinasyon ve angulasyon değerleri daha iyi elde edilmektedir. Şeffaf plak sistemlerinde ise kuvvet iletimi plağın temas ettiği yüzey miktarı ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Kuron boyu kısa olan veya anatomik olarak küçük morfolojiye sahip dişlerin şeffaf plaklarla temas yüzeyi daha az olmakta, bu durum ise hedeflenen diş hareketinin gerçekleştirilmesini güçleştirebilmektedir.¹³

Şeffaf plak biyomekaniklerinin en önemli unsurlarından biri olan ataşmanlar, plağın retansiyonunu artırmakta, diş hareketleri için kuvvet uygulama noktası görevi görmekte ve daha kontrollü kuvvet-moment sistemleri elde edilmesini sağlamaktadır. Zorlu diş hareketlerinde yerleştirilen ataşmanın şekli, boyutu ve konumu; doğru kuvvet iletimini ve etkili diş hareketini sağlayan kritik faktörlerdir.¹⁴

Sabit mekaniklerde temel ankraj, Newton'un etki-tepki prensibine dayalı karşılıklı ankraj sistemidir. Herhangi bir hareketin istenmediği bölgedeki dişlerin ankraj segmenti olarak kullanılması sayesinde, hareket ettirilmesi hedeflenen dişe çekme kuvveti uygulanmaktadır. Ankraj kapasitesi, dişlerin kök yüzey alanları ile doğru orantılı olarak değişiklik göstermektedir. Şeffaf plak sistemlerinde ankraj sistemi önceden belirlenebilmekte ve tedavi sürecinde değiştirilebilmektedir. Ankraj sağlanan dişlerin yüzeylerinin plakla kaplı olması ve diş hareketlerinin sekanslı olarak planlanabilmesi sayesinde, şeffaf plak sistemlerinin ankraj kontrolü açısından sabit mekaniklere kıyasla daha öngörülebilir sonuçlar sunabileceği çeşitli çalışmalarda bildirilmektedir.^{7, 8} Sabit mekaniklerde dişlerin ekstrüzyon ve intrüzyon hareketleri, ark telleri üzerinde yapılan kontrollü ayarlamalar aracılığıyla sağlanmaktadır. Bu sistemlerde ark telinin birden fazla dişe bağlı olması nedeniyle etki-tepki prensibi gereği, komşu dişlerde istenmeyen diş hareketleri meydana gelebilmektedir. Bu istenmeyen diş hareketlerinin kontrolü için ek ankraj mekaniklerine ihtiyaç duyulabilmektedir. Şeffaf plaklarda ise diş hareketleri çoğunlukla segmental olarak planlanmakta; intrüzyon ve ekstrüzyon kuvvetlerinin etkinliği, ataşman tasarımı, plak materyali ve planlanan hareket miktarı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Literatürde, şeffaf plakların özellikle ekstrüzyon hareketi açısından sabit mekaniklere göre daha sınırlı bir öngörülebilirliğe sahip olduğu bildirilmektedir.^{1,15,16}

Sabit sistemlerde diş köklerinin inklinasyon ve angulasyon eğimleri, braket slotuna işlenen değerlere

ve ark telinin braket slotu ile uyumuna bağlı olarak değişmektedir. Amaçlanan diş hareketinin sağlanamadığı durumlarda, ark tellerine uygulanan bükümler ile ideal diş pozisyonları elde edilmeye çalışılmaktadır. Şeffaf plak sistemlerinde ise planlanan inklinasyon ve angulasyon hareketlerinin, plak üzerinde oluşturulan basınç noktaları veya diş yüzeyine yerleştirilen ataşmanlar aracılığıyla dişlere iletilen kuvvetler sayesinde gerçekleştirilebileceği bildirilmektedir.^{1,17}

Dikey boyut kontrolünün önemli olduğu, overbite miktarı yetersiz olan bazı sınır vakalarda; sabit mekaniklerle dişlerin seviyelenmesi sırasında meydana gelen kesici dişlerin proklinasyonu ve oklüzal düzlemdeki değişiklikler, overbite miktarının azalmasına yol açabilmektedir. Şeffaf plak sistemlerinde, diş hareketlerinin dijital olarak programlanabilmesi ve plakların oklüzal yüzeyleri kaplaması sayesinde, özellikle posterior bölgede dikey boyut kontrolünün daha iyi sağlanabildiği öne sürülmektedir.^{8,13}

Şeffaf plakların ve sabit mekaniklerin karşılaştırıldığı sonlu elemanlar analizi (SEA) çalışmalarında, şeffaf plaklar ile meydana gelen ortodontik kuvvetlerin sabit mekaniklere kıyasla daha düşük seviyelerde olduğu; buna bağlı olarak periodontal ligament ve alveolar kemik üzerinde daha düşük düzeyde stres oluşturduğu bildirilmektedir.¹⁸ Öte yandan bu düşük şiddetteki kuvvetler, rotasyon, inklinasyon ve angulasyon gibi kompleks hareketlerde öngörülebilirliğin sabit mekaniklere göre daha düşük düzeyde olmasına neden olabilmektedir. Materyal kalınlığı, aktivasyon miktarı, plak kenarlarının şekli ve kesi hattında yapılan küçük değişiklikler; diş üzerinde oluşan kuvvet/moment vektörlerini anlamlı biçimde etkileyerek, istenmeyen ekstrüzyon hareketleri, tork kayıpları veya ankraj yetersizliği gibi yan etkilerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.^{18,19}

Literatürde, anterior retraksiyon gibi 3 boyutlu kontrol gerektiren hareketlerde sabit mekaniklerin, ankraj stabilitesi ve kök kontrolü açısından şeffaf plak sistemlerine göre daha üstün bir biyomekanik performans sergilediği bildirilmektedir.²⁰ Öte yandan, şeffaf plakların daha düşük düzeyde kuvvet üretmeleri ve dikey boyutta artışa neden olmaları nedeniyle, nöromusküler ve periodontal stres açısından biyolojik olarak daha güvenli bir alternatif oluşturabileceği de belirtilmektedir.¹⁹ SEA verileri; şeffaf plakların hafif ve orta şiddetteki maloklüzyonlarda iyi bir tedavi seçeneği olabileceğini, ancak kompleks ortodontik hareketler içeren tedavilerde sabit mekaniklerin biyomekanik

üstünlüğünü koruduğunu göstermektedir.¹⁸⁻²⁰

Şeffaf Plakların Stomatognatik Sistem Üzerindeki Etkileri

1. Çiğneme Kasları Üzerindeki Etkileri

Çiğneme kasları, çeşitli fonksiyonel hareketlere adaptasyon yeteneğine sahiptir. Bu adaptasyon kasların boyutlarında, lif özelliklerinde, aktivite düzeylerinde ve kasılma kuvvetlerinde meydana gelen değişiklikler ile sağlanmaktadır.²¹⁻²⁴

Şeffaf plak tedavisi sırasında, plaklarda posterior bölgede erken temas noktaları oluşması sonucu oklüzyon sisteminin stabilitesi bozulmakta ve bu durum çiğneme kaslarının aktivitesini etkileyebilmektedir.²⁵ Şeffaf plakların kullanımı, özellikle ilk birkaç aylık adaptasyon sürecinde çiğneme kaslarının aktivitesinde geçici bir değişikliğe neden olmaktadır. Kas aktivitesinde artış veya azalma kas grubuna bağlı olarak değişebilmekte ve nöromüsküler adaptasyon sonrası genellikle ilk haline dönmektedir.⁴

Kasların elektriksel aktiviteleri, cilt üzerine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla yüzey elektromiyografisi (sEMG) ile kaydedilmektedir. sEMG, kasların kasılma şiddeti, süresi ve sıklığı gibi parametreleri değerlendirmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir.^{26,27} Liu ve ark.'nın²⁵ sEMG yöntemi ile incelemelerde bulunduğu bir çalışmada, tedavinin 3. ayında anterior temporal kas aktivitesinde hem istirahat pozisyonunda hem de maksimum istemli kasılma sırasında sEMG değerlerinde artış gözlemlenmiştir. sEMG değerlerinde meydana gelen bu artış 6. ayda azalma gösterse de başlangıç değerinin üzerinde kaldığı gözlenmiştir. Masseter kas aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Öte yandan Nota ve ark.'nın²⁸ sEMG ile gerçekleştirdikleri çalışmada ise, anterior temporal kas aktivitesinde anlamlı bir değişiklik gözlenmemişken, tedavinin 1. ayında istirahat pozisyonunda masseter kas aktivitesinde azalma saptanmıştır. Çalışmanın sonuçlarında kas aktivitesinin 3. ayda başlangıç düzeyine geri döndüğü belirtilmiştir. Maksimum istemli kasılma sırasında ise masseter kas aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik izlenmemiştir.

Manfredini ve ark.²⁹ sEMG kullanarak, uyku sırasındaki çiğneme kası aktivitesini bruksizm indeksi ve masseter kası kasılmalarının toplam sayısı ile değerlendirdikleri çalışmalarında, şeffaf plak tedavisinin uyku sırasındaki çiğneme kası aktivitesi üzerinde etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Paes ve ark.³⁰ sEMG ile yaptıkları çalışmada, şeffaf

plaklarla tedavi süresince yüzeyel masseter ve anterior temporal kas aktivitelerinde artış meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Çalışmada meydana gelen kas aktivitesinin 4. haftada en fazla olduğu ve 16. haftada azaldığı belirtilmiştir.

Pittar ve ark.³¹ sEMG cihazını kullanarak ölçüm yaptıkları bir çalışmada, pasif şeffaf plak kullanımının masseter kas aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalmayla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Lou ve ark.³² ise sEMG cihazı ile hem pasif hem aktif şeffaf plak kullanımı sırasında masseter kas aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptamışlardır. Bu kas aktivitesinin 1. ayın sonunda anlamlı derecede azaldığını gözlemlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda ortodontik diş hareketinden bağımsız olarak plak kullanımının masseter kas aktivitesinde artışa neden olduğu ve takip eden 2 haftanın sonunda kas adaptasyonu ile bu aktivitenin bazal seviyelere geri döndüğü bildirilmiştir. Tepedino ve ark.³³, 3 aylık şeffaf plak kullanımından sonra sentrik oklüzyonda, plak ağız içerisinde değilken oluşan oklüzal temas noktalarının anteriora kaymasının çiğneme kaslarının aktivitesinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca masseter ve temporal kasların Kas Çiftleri Aktivasyon Simetrisi Oranı (POC)'nın plak ağız içerisindeyken daha yüksek bir simetri gösterdiği, sentrik oklüzyonda ise simetri oranının azaldığı bildirilmiştir.

Bu konuda yapılan bir meta analiz çalışmasında, tedavinin erken dönemlerinde kas aktivitesinde artış ya da azalma gözlenmiş olsa da, bu değişikliklerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ve çalışmalar arasında tutarlı sonuçlar elde edilemediği bildirilmiştir.³⁴

Literatürde, şeffaf plakların çiğneme kasları üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarda ortak bir sonuca varılamamakla birlikte, genel olarak tedaviye adaptasyon sürecinden sonra EMG değerlerinin başlangıç düzeylerine geri döndüğü ve tedavi sonunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmediği bildirilmektedir.^{25, 28, 30, 32} Çalışmalarda elde edilen sonuçların değişiklik göstermesi, kas aktivitesindeki değişimin çok sayıda faktöre bağlı olması ve çalışmaların benzer metodoloji koşullarını sağlamaması ile ilişkili olabilir.

2. Ağrı ile İlişkili Etkileri

Ağrı öznel bir yanıt olup, aynı uyaranlara verilen yanıt bireysel farklılıklar göstermektedir. Yaş, cinsiyet, bireysel ağrı eşiği, duygusal durum, stres, uygulanan kuvvet miktarı ve kişinin önceki ağrı deneyimleri gibi birçok faktör hissedilen ağrı

miktarını etkilemektedir.^{35,36} Kişinin yaşı, ağrı algısı ve inflamatuvar yanıtın düzenlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Çocukluk döneminde sinir sistemi hâlâ maturasyon sürecinde olduğundan ağrı eşiği daha düşüktür ve inflamatuvar yanıt daha hızlı ve daha belirgin şekilde ortaya çıkabilmektedir. Pubertal dönemde sinir sisteminin gelişmesiyle ağrı eşiği yükselir. Erişkinlik döneminde sinir iletim hızları ve inflamatuvar mediyatörlerin davranışı daha stabil bir seyir gösterirken, ileri yaşlarda özellikle miyelinli Aδ liflerindeki fonksiyon kaybı, ağrı modülasyon mekanizmalarının zayıflaması ve immün sistemin kronik inflamasyonu sebebiyle bu süreçler değişime uğrayabilmektedir. Bu değişiklikler sonucunda mekanik uyaranlara duyarlılık artabilmektedir.³⁷

Şeffaf plaklarla ortodontik tedavi gören çocuklar ve ebeveynleriyle yapılan bir anket çalışmasında, ağrı algısına ilişkin skorlamalarda, ebeveynlerin değerlendirmelerinin çocuklara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bildirilmiştir.³⁸ Bu bulgu, ebeveynlik kaygısı, plak kullanımına bağlı zorlukların ebeveynler tarafından ağrı olarak yanlış yorumlanması ve ebeveynlerin kendi ön yargıları ya da görsel deneyimlerden kaynaklanan çıkarımların algılanan ağrı üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Ortodontik tedavi sırasında oluşan ağrı hissi yaygın bir şikayet olup, doğrudan hastanın memnuniyetini etkilemekte ve bazen tedavinin sonlandırılma sebeplerinden biri olabilmektedir.³⁹⁻⁴¹ Ortodontik kuvvetler sonucunda periodontal ligamentin sıkışması nedeniyle iskemi ve ödem oluşmakta, buna bağlı olarak ilk 24-48 saat içinde inflamatuvar mediyatörler salgılanmaktadır.^{42,43} Mediyatörlerin gingival sıvıdaki seviyeleri, ortodontik kuvvetin uygulanmasından 24 saat sonra maksimum seviyeye ulaşmakta ve 7 gün sonra referans değerlerine geri dönmektedir.⁴⁴ Bu fizyolojik mekanizma, sabit apareylerle yapılan ortodontik tedavilerde kuvvetin uygulanmasından sonraki ilk hafta içinde gözlemlenen ağrıyı açıklamaktadır.^{45,46}

Şeffaf plak tedavisi ile ilişkili ortodontik ağrı, çeşitli çalışmalarda incelenmiş olup, hissedilen ağrının 24. saatte en yüksek düzeye ulaştığı ve 7 günden sonra başlangıç seviyelerine döndüğü bildirilmektedir.^{35, 47-49}

Tran ve ark.⁵⁰ yaptıkları çalışmada ortodontik diş hareketinden bağımsız olarak şeffaf plak kullanımının dişlerde hafif ağrıya neden olduğunu, bu ağrının 2. günde en şiddetli hissedildiğini ve takip eden günlerde ağrı şiddetinin azaldığını gözlemlemişlerdir.

Buna ek olarak çalışmada, plak kullanımı süresince devam eden hafif bir kas hassasiyeti tespit edilmiştir. Bu hassasiyetin diş ağrısını azaltmaya yönelik diş sıkma davranışına bağlı olabileceği öne sürülmüştür. Çalışmada, anksiyete ve stres seviyesinde de artışlar saptanmış olup, bu artışların hem diş ağrısı hem de kas ağrıları ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir.

Nota ve ark.²⁸ çalışmalarında kas palpasyonu ile masseter ve anterior temporal kaslarda ağrı şiddetini değerlendirmiş, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptamamışlardır.

Shalish ve ark.⁴⁷ çalışmalarında, plak kullanımının ilk günlerinde ağrı seviyelerinin yüksek olduğunu; ancak, 6. günden itibaren ağrının, hastaların analjezik kullanma ihtiyacı hissetmeyeceği bir düzeye gerilediğini bildirmiştir. Diğer çalışmalardan^{48,49,51} farklı olarak bu çalışmada şeffaf plak uygulaması ile hissedilen ağrı seviyesi sabit ortodontik tedaviye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur.

Fujiyama ve ark.'nın⁴⁹ çalışmasında Görsel Analog Skala (VAS) kullanılmış, tedavinin başlangıcında ağrının 24. saatte en yüksek düzeye ulaştığı ve 4. günden itibaren anlamlı şekilde azaldığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada plak değişim dönemlerinde yapılan tekrar ölçümlerde, plak değişimini takip eden 12. saatte ağrının tekrar şiddetlendiği; ancak her yeni plakta hissedilen ağrı düzeyinin bir önceki plak dönemine göre daha düşük olduğu ve 3. günden sonra ağrı şiddetinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma meydana geldiği gösterilmiştir. Çalışmada, tedavi boyunca hissedilen ağrının temel sebebinin plaklar üzerinde oluşan deformasyonlar ve plak kenarlarındaki olası düzensizlikler olduğu belirtilmiştir. Ağrı düzeyi sabit ortodontik tedavi ile karşılaştırıldığında, her aşamada şeffaf plak tedavisinde ağrı şiddeti daha düşük bulunurken; buna karşılık ağrı süresinin her iki tedavi türünde de benzer olduğu saptanmıştır.

Cardoso ve ark.⁴⁸, şeffaf plaklarla tedavide ağrının daha düşük şiddette hissedilmesini; bu plakların takılıp çıkarılabilen apareyler olması nedeniyle kuvvetlerin aralıklı uygulanmasına ve bunun sonucunda IL-1β gibi proinflamatuvar mediyatörlerin yalnızca kısa süreli etkilerinin ortaya çıkmasına bağlamıştır. Araştırmacılar, bu kısa süreli yanıtın ağrı duyarlılığını artırabildiğini; ancak mediyatörlerin uzun süreli etkisi olan hiperaljezinin, sabit apareylerde olduğu kadar güçlü şekilde aktive edilmediğini bildirmiştir.^{48,52}

White ve ark.'nın³⁵ şeffaf plak tedavisi gören hastaları 2 ay boyunca takip ettikleri çalışmada, plak kullanımına bağlı ağrının 1. ve 2. günlerde en şiddetli hissedildiği, 4. günde azaldığı ve 7. günde hastanın hissettiği ağrının subjektif bir şikayet oluşturmayacak düzeylere gerilediği belirtilmiştir. Çalışmada, her plak değişiminden sonra ilk 4 gün boyunca ölçümler yapılmış; hissedilen maksimum ağrı düzeyinin her değişimde bir önceki plak dönemine göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Uyku bozukluğunun da incelendiği bu çalışmada, tedavi başında hastaların %30'unda uyku problemleri gözlenirken 7. günde bu oranın %15 seviyelerine düştüğü bildirilmiştir.

Miller ve ark.⁵¹ çalışmalarında, bir haftalık süreçte şeffaf plak tedavisi ve sabit ortodontik tedavi sırasında oluşan ağrı ile yapılan tedavinin yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini VAS ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada her iki grupta da ağrı şiddeti 1. günde en yüksek seviyede saptanmıştır. Ancak, ilk gün oluşan ağrı, şeffaf plak tedavisi grubunda sabit ortodontik tedavi grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur. Araştırmada, şeffaf plak tedavi grubunda meydana gelen ağrının şiddetinin 7. günde başlangıç seviyelerine yakın seviyelere düştüğü bulgulanmış; ayrıca sabit ortodontik tedavinin yaşam kalitesini, şeffaf plak tedavilerine göre daha olumsuz etkilediği bildirilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, şeffaf plak kullanımının ağrıya neden olduğu, biyolojik ağrı mekanizmasıyla uyumlu biçimde 24. saatte ağrı şiddetinin en yüksek seviyeye ulaştığı ve zamanla azaldığı görülmektedir.^{35,47-49} Dişlere yeniden kuvvet uygulanmasına neden olan her plak değişiminde ağrının yeniden şiddetlendiği ve adaptasyon süreci sonrası ağrının azaldığı bildirilmektedir.^{35,49} Literatürde⁴⁷ aksi yönde bulgular bildiren çalışmalar bulunmakla birlikte, çalışmaların çoğunda^{48,49,51} ağrı şiddetinin şeffaf plak tedavilerinde sabit ortodontik tedavilere kıyasla daha düşük düzeyde kaldığı rapor edilmiştir. Bu durum bazı çalışmalarda şeffaf plakların takılıp çıkarılabilir olması nedeniyle kuvvetin aralıklı uygulanmasına bağlanırken; diğer çalışmalarda ağrı şiddetinin ve kullanılan ölçüm yöntemlerinin subjektif olmasıyla ilişkilendirilmiştir.^{35,48,49,51}

3. Temporomandibular Eklem Üzerine Etkileri

Temporomandibular rahatsızlıklar (TMR) çene eklemi ve çiğneme kaslarını etkileyen, ağrı ve fonksiyon kaybına yol açan yaygın orofasiyal bozukluklardır. Bu rahatsızlıklar, TME ve çene kaslarında ağrı, mandibular hareketlerin kısıtlanması, çene eklemlerinin kilitlemesi ve eklem

sesleri gibi çeşitli klinik belirti ve semptomlarla ilişkilendirilmektedir.⁵³⁻⁵⁵ TMR etiyolojisi karmaşık ve çok faktörlü olup, biyomekanik, biyokimyasal ve psikolojik faktörleri içermektedir. Maloklüzyon, brüksizm, travma, hormon dengesizliği, stres, depresyon ve anksiyete gibi çeşitli faktörlerin TMR gelişimine katkıda bulunduğu düşünülmektedir.⁵³ Ayrıca, migren tipi baş ağrıları, romatoid artrit, juvenil idiopatik artrit ve osteoartrit gibi inflamatuvar hastalıklar da TMR ile ilişkilendirilmiştir.⁵⁶

Al-Tayar ve ark.⁵⁷, şeffaf plaklarla üst molar dişlerde distalizasyon yapılan ortodontik tedavilerin TME üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kondillerin eğiminde, pozisyonunda ve boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik oluşmadığını belirtmişlerdir. Al-Worafi ve ark.'nın⁵⁸ yaptığı benzer bir çalışmada da elde edilen değişimler istatistiksel olarak anlamsız bulunmuş, her iki çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Al-Somairi ve ark.⁵⁹ çalışmalarında, Sınıf I maloklüzyona sahip erişkin hastaların şeffaf plaklar ile gerçekleştirilen çekimli ve çekimsiz tedavileri sonrası TME'de meydana gelen değişiklikleri, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) kullanarak üç boyutlu olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada, çekimsiz tedavi edilen olgularda tedavi sonrası kondilin daha santral bir konuma yer değiştirdiği, anterior pozisyonun azaldığı, posterior pozisyonun ise sabit kaldığı gözlenmiştir. Bu değişimler TME'nin adaptif bir yeniden konumlanmaya uğradığını düşündürmekle birlikte, ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. TME aralıkları ve eklem boşluğunun hacmi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Çekimli olgularda, anterior eklem boşluğunda artış ve posterior eklem boşluğunda azalma meydana geldiği gözlenmekle birlikte; bu değişiklikler klinik düzeyde önemsiz olarak bildirilmiştir.^{59,60}

Zheng ve ark.'nın⁶¹ Sınıf II bölüm 2 maloklüzyona sahip hastalarda şeffaf plak tedavisi sonrası TME'de meydana gelen değişiklikleri değerlendirdikleri çalışmalarında, anterior eklem boşluğundaki azalma ve posterior eklem boşluğundaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmanın bulgularına göre kondil, fossanın merkezine doğru ilerlemiştir. Tedavi sonunda alınan ölçümlere göre superior eklem boşluğu ve glenoid fossanın derinliği artmıştır. Çalışmada, plakların oklüzal splint etkisinin bu artışa neden olabileceği öne sürülmüştür.

Tran ve ark.⁵⁰ 3 haftalık şeffaf plak kullanımı

süresince hastaları takip ettikleri çalışmalarında, plak kullanımının TMR'ye yol açmadığını bildirmişlerdir. Nota ve ark.²⁸ da çalışmalarında benzer şekilde, şeffaf plakların kısa süreli kullanımında kas hassasiyeti oluşsa da olgularda TMR gelişmediğini bildirmişlerdir.

Uzunçubuk ve ark.'nın⁶² intermaksiller elastik kullanımının TME üzerindeki etkilerini inceledikleri bir anket çalışmasında; eklem ağrısı, çene hareketlerinde zorlanma ve çiğneme fonksiyonlarında kısıtlılık gibi TMR semptomlarının skorlamaları intermaksiller elastik kullanan hasta grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca Sınıf III intermaksiller elastik kullanan hastaların Sınıf II intermaksiller elastik kullanan hastalara kıyasla semptom skorlamaları istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Son dönemde gerçekleştirilen çalışmaların pek çoğunda, plak kullanımı süresince TME'de çeşitli adaptif değişiklikler gözlenmiş olsa da, bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı bir düzeye ulaşmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, tedavide intermaksiller elastiklerin kullanımıyla eklem aktarılan kuvvetin artması, TMR'a yatkın bireylerde semptomların şiddetlenmesine neden olabilir. Özellikle eklemi kompresyona uğratan veya hatalı uygulanan elastik kuvvetlerinin daha fazla probleme yol açabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.^{28,50,57-59,62}

4. Oklüzyon Üzerine Etkileri

Oklüzyon, maksiller ve mandibular dişler arasında, çiğneme sisteminin nöromusküler kontrolü ile oluşan temaslar olarak tanımlanmaktadır. Mandibula kapalıyken oluşan diş temasları statik oklüzyon; mandibula hareket halindeyken oluşan diş temasları dinamik oklüzyon olarak adlandırılmaktadır.⁶³

Şeffaf plaklar, dikey boyutta artışa neden olarak oklüzal temas noktalarının sayısını ve dağılımını değiştirmektedir. Plakların oklüzal yüzey boyunca kalınlıklarının eşit olması, plak temas noktalarının posterior bölgede artmasına; anterior bölgede azalmasına yol açmaktadır. Bununla birlikte, plak kalınlığındaki küçük varyasyonlar oklüzal temaslarda asimetriye neden olabilmektedir.³³ Plak materyalinin kalınlığı ve oklüzal kuvvetler, tedavi süresince posterior dişlerin intrüzyonuna neden olabilmektedir. Bu etki, bazı çalışmalarda şeffaf plak tedavisinden sonra posterior açık kapanış oluşması şeklinde bildirilmiştir.^{64,65}

Tepedino ve ark.³³, şeffaf plak kullanımının oklüzal temaslara olan etkisini T-Scan (T-Scan II Computerized Occlusal Analysis System; Tekscan Inc, South Boston, Mass) oklüzal analiz sistemi ile değerlendirdikleri çalışmalarında, plaklar ağızdayken, sentrik oklüzyondaki oklüzal temaların kuvvet merkezinin transversal düzlemdeki pozisyonunda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptamamıştır. Sagittal düzlemde, posterior erken temasa bağlı olarak kuvvet merkezinin minimal düzeyde posteriora yer değiştirdiği rapor edilmiştir. Plak kullanımının 3. ayındaysa, plak olmadan yapılan ölçümlerde kuvvet merkezinin daha anteriorda konumlandığı saptanmıştır.

Djeu ve ark.⁶⁴, şeffaf plaklarla ve sabit apareylerle tedavi gören hastaların tedavi sonrası kayıtlarını 'Objective Grading System' ile değerlendirmiş ve şeffaf plak grubunda oklüzal temas skorlarının sabit aparey grubuna göre anlamlı derecede daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan, Borda ve ark.⁶⁶ hafif maloklüzyona sahip hastalarda gerçekleştirdikleri çalışmalarında, oklüzal temasları 'American Board of Orthodontics Cast-Radiograph Evaluation' yöntemi kullanarak değerlendirmiş; tedavi öncesi ve sonrası oklüzal temas düzeyinde anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Frenkel ve ark.⁶⁷ ağız içi tarayıcılarla oklüzyon değişimini araştırdıkları çalışmalarında, şeffaf plak tedavisi sırasında posterior ve anterior dişlerde açık kapanışın arttığını, oklüzal temasların azaldığını gözlemlemişlerdir. Yaşa bağlı değerlendirmelerin de yapıldığı bu çalışmada, yaşlı hastalardaki oklüzal temas değişimlerinin genç hastalara göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu bulgunun olası nedeni olarak, yaşla birlikte oluşan oklüzal aşınmaların başlangıçta daha sıkı bir kapanışa neden olabileceği; şeffaf plak tedavisine başlanıldığında ise bu kapanışın bozulmasıyla oklüzal değişimlerin daha belirgin hale gelebileceği öne sürülmüştür. Çalışmada cinsiyete bağlı değerlendirmelerde, erkek hastalarda anterior bölgedeki oklüzal temaslarda daha fazla değişim meydana geldiği gözlenmiştir.

Marcelino ve ark.⁶⁸ tedavi planlamasında öngörülen oklüzal temasları tedavi sonrası meydana gelen oklüzal temaslarla karşılaştırdıkları çalışmalarında, anterior oklüzal temasların öngörülenden daha fazla, posterior oklüzal temasların ise öngörülenden daha az gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Çalışmada bu durumun, plak kalınlığının oluşturduğu "bite-block" etkisi ve anterior bölgedeki erken temaslar sonucu olduğu öne sürülmüştür. Ayrıca, tedavi sonrası 3 ay boyunca sadece geceleri plak kullanımı

ile yapılan pekiştirme tedavisi sonucunda, oklüzal temas sayısında ve posterior temaslarda artış olduğu belirtilmiştir. Dinçer ve ark.⁶⁹, gece kullanılan pekiştirme plakları üzerine yaptıkları çalışmada ise, plak kullanım süresince temas noktalarının fizyolojik oklüzona göre daha az olduğu, ancak 2.5 yıl sonunda bu temas sayısında artış gözlemlendiği bildirilmiştir.

Riede ve ark.⁷⁰ çalışmalarında, yazılım üzerinde planlanan oklüzal temaların sadece %60'ının klinik ortamda sağlanabildiğini bildirmişlerdir. Bu konu ile ilgili başka bir çalışmada, ortodontistlerin tedavi planlamasında oklüzal temaları daha dikkatli değerlendirmesi ve ihtiyaç halinde aşırı oklüzal kontakt planlaması ile tedavinin daha iyi bir oklüzonla bitirilebileceği öne sürülmüştür.⁷¹

Yapılan çalışmalarda, şeffaf plakların oklüzal yüzeylerinin oluşturduğu splint etkisi sebebiyle, tedavi bitiminde posterior bölgede öngörülenden daha az temas elde edildiği ve interdijitasyonun sağlanması için ilave tedbirler alınması gerektiği bildirilmiştir.^{64,65,67-70}

5. Oral Parafonksiyonel Alışkanlıklar Üzerindeki Etkileri

Oral parafonksiyonel alışkanlıklar, orofasiyal sistemin aşırı ve amacı dışında kullanımı olarak tanımlanır. Diş sıkma ve gıcırdatma sık görülen parafonksiyonel alışkanlıklar olarak ön plana çıkmaktadır. Oral parafonksiyonel alışkanlıklar,

temporomandibular bozukluklar ve orofasiyal ağrı ile ilişkilendirilmektedir.^{29,72}

Literatürde, şeffaf plak kullanımının uyanıklık sırasında parafonksiyonel diş sıkma davranışında artışa yol açabileceğini ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır.^{32,50} Bu tekrarlayıcı diş sıkma davranışı, ortodontik tedavi sırasında hissedilen ağrıyı azaltmaya yönelik bilinçsiz bir alışkanlık olarak gelişebilmektedir.⁷³ Bu durum, dişlerin geçici olarak yer değiştirmesine ve periodontal bağ dokusundaki sıkışma bölgelerinde kan akışının artmasına neden olabilir. Bu sayede, ağrıya neden olan biyokimyasal mediyatörlerin birikimi önlenmekte ve ağrının hafiflemesine katkı sağlanmaktadır.⁴²

“Oral Davranış Kontrol Listesi”, ağız parafonksiyonel davranışlarını ve bu davranışların görülme sıklığını değerlendiren bir ankettir.⁷² Liu ve ark.²⁵, Oral Davranış Kontrol Listesi kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada, şeffaf plak tedavisi sırasında diş gıcırdatma ve diş sıkma gibi oral parafonksiyonel alışkanlıkların azaldığını gözlemlemişlerdir. Bu sebeple, parafonksiyonel alışkanlıkların tedavisinde bilişsel davranış terapisinin yanı sıra şeffaf plak tedavileri de önerilmiştir. Lou ve ark.³² çalışmalarında, masseter kas aktivitesinde ve diş sıkma alışkanlığını değerlendiren Oral Davranış Kontrol Listesi skorlarında artış olduğunu gözlemlemişlerdir.

Tablo 1: Şeffaf Plakların Stomatognatik Sistem Üzerindeki Etki Eğilimleri ve Olası Etkenler

Bulgular	Etki Yönü	Eğilimin Gücü	Literatür Tutarlılığı	Olası Etken
Kas Aktivitesi (EMG değişimi)	↑ veya ↓	Orta	Düşük–Orta	Oklüzal temas değişimi, adaptasyon süreci
Ağrı Şiddeti (24–48. saat)	↑	Yüksek	Orta–Yüksek	Peridontal ligamentin sıkışması, inflamatuvar mediyatörlerin salınımı
Ağrı Şiddeti (4–7. gün)	↓	Yüksek	Yüksek	İnflamasyonun çözülmesi, adaptasyon
TME Bulguları	→ stabil	Düşük	Yüksek	Değişimlerin tolere edilebilir düzeyde olması
Posterior Oklüzal Temaslar	↓	Orta	Orta	Plak kalınlığı, bite-block etkisi
Posterior Dişlerde İntrüzyon	↑ (hafif)	Düşük–Orta	Orta	Plakların tüm oklüzal yüzeyde eşit kalınlıkta olması
Oklüzal Kuvvet Merkezi (Plak yokken)	→ anterior	Orta	Orta	Posterior erken temas, dikey boyut artışı
Parafonksiyonel Alışkanlıklar	↑ veya ↓	Düşük	Düşük	Ağrıya adaptasyon, dikey boyut değişimi
Kas Hassasiyeti	↑	Düşük–Orta	Orta	Plak basıncı, kuvvet iletimindeki değişim

Bargellini ve ark.'nın⁷⁴ gece bruksizmine sahip hastalarla gerçekleştirdiği çalışmalarında, şeffaf plak kullanımının 1. ayında hastaların diş sıkma semptomlarının azaldığı, fakat 3. aydan itibaren semptomların başlangıç seviyelerine döndüğü bildirilmiştir.

Literatürde şeffaf plakların parafonksiyonel alışkanlıklar üzerine etkilerine ilişkin tutarlı bir sonuç bulunmamaktadır. Bazı çalışmalarda^{32,50} plak kullanımının hastalarda ağrı şiddetini azaltmak amacıyla diş sıkma alışkanlığını artırdığı savunulurken, diğer çalışmalarda^{25,74} dikey boyuttaki artışa bağlı olarak splint etkisiyle diş sıkma alışkanlıklarının azaldığı bildirilmiştir. (Tablo 1)

Sonuç

Hastaların daha estetik ve konforlu bir tedavi seçeneği arayışı sonucu şeffaf plaklarla yapılan ortodontik tedavilerin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu derlemede, şeffaf plak kullanımının çiğneme kasları, TME, oklüzyon, ağrı ve oral parafonksiyonel alışkanlıklar üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, şeffaf plak tedavisinin özellikle erken dönemde çiğneme kaslarının aktivitesinde geçici değişiklikler yarattığını, fakat bu değişimlerin nöromüsküler adaptasyon ile normal aktivitesine döndüğünü göstermektedir. TME üzerine etkiler değerlendirildiğinde, kondiler pozisyon, eklem boşlukları ve eklem hacminde klinik ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan düzeyde değişiklikler görülmektedir. Şeffaf plak tedavisinin başlangıcında algılanan ağrının genellikle ilk 24-48 saatte maksimum düzeye ulaştığı ve 7 gün içerisinde azaldığı; sabit ortodontik tedavilerle karşılaştırıldığında ise daha düşük şiddette seyrettiği anlaşılmaktadır. Oklüzyon üzerine yapılan değerlendirmeler, şeffaf plakların dikey boyutta artışa neden olduğunu, tedavi bitiminde kuvvet merkezinin daha anteriorda konumlandığını, bu değişikliklerin pekiştirme sürecinde zamanla başlangıç haline döndüğünü göstermektedir. Planlanan tedavi sonu oklüzal temasların klinik olarak tam anlamıyla sağlanamaması, tedavi planlamasında daha dikkatli bir değerlendirme gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, şeffaf plak kullanımının diş sıkma ve gıcırdatma gibi davranışlarda geçici bir azalma sağladığı, bu etkinin plakların proprioseptif geri bildirim sağlamasıyla ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir.

Bu çalışma, geleneksel bir derleme niteliğinde olduğundan, literatür seçim sürecinde dahil edilme ve dışlanma kriterlerinin önceden yapılandırılmamış olması, seçim yanlılığına zemin hazırlayan bir kısıtlılık oluşturmaktadır. Ayrıca, incelenen araştırmaların metodolojik kalitesine ilişkin objektif bir değerlendirme yapılmamış olması, elde edilen bulguların kanıt gücünü sınırlamakta ve sonuçların genellenebilirliğini azaltmaktadır. Dahil edilen çalışmaların metotları, örneklem büyüklükleri ve değerlendirme kriterlerindeki farklılıklar da yorumlama sürecini güçleştirmektedir. Bu nedenle, bu derlemenin sonuçları literatürdeki mevcut eğilimleri yansıtmakta olup, daha net ve yüksek düzeyde kanıt sağlayabilmek için standart metodolojiye sahip, iyi tasarlanmış ileri araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Etik Kurul Onayı

Makalemiz derleme türünde olduğundan etik kurul onayı gerekmemiştir.

Çıkar Çatışması

Bu makale yazarlarından hiçbirinin makalede bahsi geçen konu ve malzemelerle ilgili çıkar çatışması oluşturabilecek bir ilişkisi veya parasal çıkar oluşturabilecek bir bağlantısı bulunmamaktadır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında; yapılan araştırma konusu ile doğrudan bağlantılı olan herhangi bir ilaç şirketinden, tıbbi cihaz ve malzeme üreten ve/veya sağlayan bir firma ya da ticari kuruluşan, çalışmanın değerlendirme sürecini etkileyebilecek maddi veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Yazar katkısı

Fikir: G.F.Ö, M.Ç Tasarım: G.F.Ö, M.Ç Denetleme: G.F.Ö, M.Ç Kaynaklar: G.F.Ö Malzemeler: G.F.Ö Veri toplama ve/veya işleme: G.F.Ö Analiz ve/veya yorum: G.F.Ö, M.Ç Literatür taraması: G.F.Ö Yazı yazar: G.F.Ö Eleştirel inceleme: G.F.Ö, M.Ç

Kaynakça

- Proffit WR FH, Sarver DM. *Contemporary orthodontics*. 6th ed: Elsevier; 2018.
- Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135(1):27-35. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.05.018.
- Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. *Aust Dent J*. 2017;62 Suppl 1:58-62. doi: 10.1111/adj.12480.
- Almalki SA, Al Jameel AH, Gowdar IM, et al. Impact of clear aligner therapy on masticatory musculature and stomatognathic system: a systematic review conducted according to PRISMA guidelines and the Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):350. doi: 10.1186/s12903-024-04029-8.
- Cuccia A, Caradonna C. The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics (Sao Paulo)*. 2009;64(1):61-6. doi: 10.1590/s1807-59322009000100011.
- Bordoni B, Varacallo MA. *Anatomy, Head and Neck, Temporomandibular Joint*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
- Castroflorio T, Parrini S, Rossini G. Aligner biomechanics: Where we are now and where we are heading for. *J World Fed Orthod*. 2024;13(2):57-64. doi: 10.1016/j.ejwf.2023.12.005.
- Tai SK. *Clear Aligner Technique*. 2nd ed. Batavia,IL,USA: Quintessence Publishing Co,Inc; 2025. 7-16 p.
- Lombardo L, Marafioti M, Stefanoni F, Mollica F, Siciliani G. Load deflection characteristics and force level of nickel titanium initial archwires. *Angle Orthod*. 2012;82(3):507-21. doi: 10.2319/032511-213.1.
- Skaik A, Wei XL, Abusamak I, Iddi I. Effects of time and clear aligner removal frequency on the force delivered by different polyethylene terephthalate glycol-modified materials determined with thin-film pressure sensors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019;155(1):98-107. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.03.017.
- Xiang B, Wang X, Wu G, et al. The force effects of two types of polyethylene terephthalate glycol-modified clear aligners immersed in artificial saliva. *Sci Rep*. 2021;11(1):10052. doi: 10.1038/s41598-021-89425-8.
- Inoue S, Yamaguchi S, Uyama H, Yamashiro T, Imazato S. Influence of constant strain on the elasticity of thermoplastic orthodontic materials. *Dent Mater J*. 2020;39(3):415-21. doi: 10.4012/dmj.2019-104.
- Hu W. [Vertical control in clear aligner treatment]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2020;55(8):526-30. doi: 10.3760/cma.j.cn112144-20200509-00251.
- Goto M, Yanagisawa W, Kimura H, Inou N, Maki K. A method for evaluation of the effects of attachments in aligner-type orthodontic appliance: Three-dimensional finite element analysis. *Orthodontic Waves*. 2017;76(4):207-14. doi: 10.1016/j.odw.2017.09.001.
- Ke Y, Zhu Y, Zhu M. A comparison of treatment effectiveness between clear aligner and fixed appliance therapies. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):24. doi: 10.1186/s12903-018-0695-z.
- Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *Angle Orthod*. 2015;85(5):881-9. doi: 10.2319/061614-436.1.
- Simon M, Keilig L, Schwarze J, Jung BA, Bourauel C. Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: incisor torque, premolar derotation, and molar distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014;145(6):728-36. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.03.015.
- Seo JH, Kim MS, Lee JH, et al. Biomechanical Efficacy and Effectiveness of Orthodontic Treatment with Transparent Aligners in Mild Crowding Dentition-A Finite Element Analysis. *Materials (Basel)*. 2022;15(9):3118. doi: 10.3390/ma15093118.
- Cao H, Hua X, Yang L, Aoki K, Shang S, Lin D. A systematic review of biomechanics of clear aligners by finite element analysis. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):1026. doi: 10.1186/s12903-025-06295-6.
- Xia Q, Wang W, Wang C, et al. Comparative assessment of orthodontic clear aligner versus fixed appliance for anterior retraction: a finite

- element study. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):80. doi: 10.1186/s12903-023-03704-6.
21. Svensson P, Wang K, Sessle BJ, Arendt-Nielsen L. Associations between pain and neuromuscular activity in the human jaw and neck muscles. *Pain*. 2004;109(3):225-32. doi: 10.1016/j.pain.2003.12.031.
 22. Grunheid T, Langenbach GE, Korfage JA, Zentner A, van Eijden TM. The adaptive response of jaw muscles to varying functional demands. *Eur J Orthod*. 2009;31(6):596-612. doi: 10.1093/ejo/cjp093.
 23. Adams GR, Hather BM, Baldwin KM, Dudley GA. Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. *J Appl Physiol (1985)*. 1993;74(2):911-5. doi: 10.1152/jap.1993.74.2.911.
 24. Hather BM, Tesch PA, Buchanan P, Dudley GA. Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiol Scand*. 1991;143(2):177-85. doi: 10.1111/j.1748-1716.1991.tb09219.x.
 25. Liu P, Wu G, Liu J, Jiao D, Guo J. Assessment of oral parafunctional behaviors and electromyographic activities of the masticatory muscles in young female patients with orthodontic Invisalign treatment. *Int J Clin Exp Med*. 2017;10(11):15323-8.
 26. Pullman SL, Goodin DS, Marquinez AI, Tabbal S, Rubin M. Clinical utility of surface EMG. *Neurology*. 2000;55(2):171-7. doi: 10.1212/WNL.55.2.171.
 27. Farina D, Enoka RM. Evolution of surface electromyography: From muscle electrophysiology towards neural recording and interfacing. *J Electromyogr Kinesiol*. 2023;71:102796. doi: 10.1016/j.jelekin.2023.102796.
 28. Nota A, Caruso S, Ehsani S, Ferrazzano GF, Gatto R, Tecco S. Short-Term Effect of Orthodontic Treatment with Clear Aligners on Pain and sEMG Activity of Masticatory Muscles. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(2):178. doi: 10.3390/medicina57020178.
 29. Manfredini D, Lombardo L, Vigiani L, Arreghini A, Siciliani G. Effects of invisible orthodontic retainers on masticatory muscles activity during sleep: a controlled trial. *Prog Orthod*. 2018;19(1):24. doi: 10.1186/s40510-018-0228-y.
 30. Paes-Souza SA, Garcia MAC, Souza VH, Morais LS, Nojima LI, Nojima M. Response of masticatory muscles to treatment with orthodontic aligners: a preliminary prospective longitudinal study. *Dental Press J Orthod*. 2023;28(1):e232198. doi: 10.1590/2177-6709.28.1.e232198.oar.
 31. Pittar N, Sicignano A, Bardini G, Farella M. Effect of orthodontic appliances on masticatory muscle activity. *Semin Orthod*. 2024;30(3):341-5. doi: 10.1053/j.sodo.2023.12.014.
 32. Lou T, Tran J, Castroflorio T, Tassi A, Cioffi I. Evaluation of masticatory muscle response to clear aligner therapy using ambulatory electromyographic recording. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021;159(1):e25-e33. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.08.012.
 33. Tepedino M, Colasante P, Staderini E, Masedu F, Ciavarella D. Short-term effect of orthodontic clear aligners on muscular activity and occlusal contacts: A cohort study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2023;164(1):34-44. doi: 10.1016/j.ajodo.2022.10.025.
 34. Lekaviciute R, Paldauskaite S, Stucinskaite S, Trakiniene G. The effect of clear aligner treatment on masticatory muscles (masseter, temporalis) activity in adults: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod*. 2024;46(4):cjae030. doi: 10.1093/ejo/cjae030.
 35. White DW, Julien KC, Jacob H, Campbell PM, Buschang PH. Discomfort associated with Invisalign and traditional brackets: A randomized, prospective trial. *Angle Orthod*. 2017;87(6):801-8. doi: 10.2319/091416-687.1.
 36. Bergius M, Kiliaridis S, Berggren U. Pain in orthodontics. A review and discussion of the literature. *J Orofac Orthop*. 2000;61(2):125-37. doi: 10.1007/BF01300354.
 37. El Tumi H, Johnson MI, Dantas PBF, Maynard MJ, Tashani OA. Age-related changes in pain sensitivity in healthy humans: A systematic review with meta-analysis. *Eur J Pain*. 2017;21(6):955-64. doi: 10.1002/ejp.1011.
 38. Dianiskova S, Bucci R, Solazzo L, et al. Patient and Parental Satisfaction following Orthodontic Treatment with Clear Aligners and Elastodontic Appliances during Mixed Dentition: A Cross-Sectional Case-Control Study. *Appl Sci*. 2023;13(7):4074. doi: 10.3390/app13074074.

39. Al-Omiri MK, Abu Alhaija ES. Factors affecting patient satisfaction after orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2006;76(3):422-31. doi:10.1043/0003-3219(2006)076[0422:FAPS AO]2.0.CO;2.
40. Kazanci F, Aydogan C, Alkan O. Patients' and parents' concerns and decisions about orthodontic treatment. *Korean J Orthod.* 2016;46(1):20-6. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.20.
41. Chow J, Cioffi I. Pain and orthodontic patient compliance: A clinical perspective. *Semin Orthod.* 2018;24(2):242-7. doi: 10.1053/j.sodo.2018.04.006.
42. Furstman L, Bernick S. Clinical considerations of the periodontium. *Am J Orthod.* 1972;61(2):138-55. doi: 10.1016/0002-9416(72)90092-9.
43. Dray A. Inflammatory mediators of pain. *Br J Anaesth.* 1995;75(2):125-31. doi: 10.1093/bja/75.2.125.
44. Grieve WG, 3rd, Johnson GK, Moore RN, Reinhardt RA, DuBois LM. Prostaglandin E (PGE) and interleukin-1 beta (IL-1 beta) levels in gingival crevicular fluid during human orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;105(4):369-74. doi: 10.1016/s0889-5406(94)70131-8.
45. Ngan P, Kess B, Wilson S. Perception of discomfort by patients undergoing orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;96(1):47-53. doi: 10.1016/0889-5406(89)90228-x.
46. Scheurer PA, Firestone AR, Burgin WB. Perception of pain as a result of orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod.* 1996;18(4):349-57. doi: 10.1093/ejo/18.4.349.
47. Shalish M, Cooper-Kazaz R, Ivgi I, et al. Adult patients' adjustability to orthodontic appliances. Part I: a comparison between Labial, Lingual, and Invisalign. *Eur J Orthod.* 2012;34(6):724-30. doi: 10.1093/ejo/cjr086.
48. Cardoso PC, Espinosa DG, Mecnas P, Flores-Mir C, Normando D. Pain level between clear aligners and fixed appliances: a systematic review. *Prog Orthod.* 2020;21(1):3. doi: 10.1186/s40510-019-0303-z.
49. Fujiyama K, Honjo T, Suzuki M, Matsuoka S, Deguchi T. Analysis of pain level in cases treated with Invisalign aligner: comparison with fixed edgewise appliance therapy. *Prog Orthod.* 2014;15(1):64. doi: 10.1186/s40510-014-0064-7.
50. Tran J, Lou T, Nebiolo B, Castroflorio T, Tassi A, Cioffi I. Impact of clear aligner therapy on tooth pain and masticatory muscle soreness. *J Oral Rehabil.* 2020;47(12):1521-9. doi: 10.1111/joor.13088.
51. Miller KB, McGorray SP, Womack R, et al. A comparison of treatment impacts between Invisalign aligner and fixed appliance therapy during the first week of treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(3):302.e1-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.05.031.
52. Oprea A, Kress M. Involvement of the proinflammatory cytokines tumor necrosis factor-alpha, IL-1 beta, and IL-6 but not IL-8 in the development of heat hyperalgesia: effects on heat-evoked calcitonin gene-related peptide release from rat skin. *J Neurosci.* 2000;20(16):6289-93. doi: 10.1523/JNEUROSCI.20-16-06289.2000.
53. Sharma S, Gupta D, Pal U, Jurel S. Etiological factors of temporomandibular joint disorders. *Natl J Maxillofac Surg.* 2011;2(2):116-9. doi: 10.4103/0975-5950.94463.
54. Shukri N, Kumar S, Balasubramaniam A. Prevalence of Temporomandibular Joint Disorders Among Dental Patients in A Private Institution. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences.* 2020;11:1309-15. doi: 10.26452/ijrps.v11ispl3.3383.
55. Gauer RL, Semidey MJ. Diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *Am Fam Physician.* 2015;91(6):378-86.
56. Jedynak B, Jaworska-Zaremba M, Grzechocinska B, Chmurska M, Janicka J, Kostrzewa-Janicka J. TMD in Females with Menstrual Disorders. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(14):7263. doi: 10.3390/ijerph18147263.
57. Al-Tayar B, Al-Somairi MAA, LH AL, et al. Impact of molar teeth distalization by clear aligners on temporomandibular joint: a three-dimensional study. *Prog Orthod.* 2023;24(1):25. doi: 10.1186/s40510-023-00474-3.
58. Al-Worafi N, Al-Nasri A, Al-Warafi L, et al. Effect of maxillary molars distalization using clear aligners and fixed orthodontic appliances on the positional and dimensional temporomandibular joint parameters: a three-

- dimensional comparative study. *BMC Oral Health*. 2024;24:1372. doi: 10.1186/s12903-024-05148-y.
59. Al-Somairi MAA, Zheng B, Yang X, et al. Three-dimensional quantitative temporomandibular joint changes in skeletal class I malocclusion treated with extraction and non-extraction protocols: a comparative study of fixed orthodontic appliances and clear aligners. *Prog Orthod*. 2025;26(1):4. doi: 10.1186/s40510-024-00551-1.
 60. Carlton KL, Nanda RS. Prospective study of posttreatment changes in the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002;122(5):486-90. doi: 10.1067/mod.2002.128863.
 61. Zheng J, Zhang Y, Wu Q, Xiao H, Li F. Three-dimensional spatial analysis of the temporomandibular joint in adult patients with Class II division 2 malocclusion before and after orthodontic treatment: a retrospective study. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):477. doi: 10.1186/s12903-023-03210-9.
 62. Uzunçibuk H, Marrapodi MM, Meto A, Ronsiville V, Cicciù M, Minervini G. Prevalence of temporomandibular disorders in clear aligner patients using orthodontic intermaxillary elastics assessed with diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) axis II evaluation: A cross-sectional study. *J Oral Rehabil*. 2024;51(3):500-9. doi: 10.1111/joor.13614.
 63. Davies S. What is occlusion? Part 1. *Br Dent J*. 2024;236(6):447-52. doi: 10.1038/s41415-024-7173-6.
 64. Djeu G, Shelton C, Maganzini A. Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;128(3):292-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.06.002.
 65. Buschang PH, Ross M, Shaw SG, Crosby D, Campbell PM. Predicted and actual end-of-treatment occlusion produced with aligner therapy. *Angle Orthod*. 2015;85(5):723-7. doi: 10.2319/043014-311.1.
 66. Borda AF, Garfinkle JS, Covell DA, Wang M, Doyle L, Sedgley CM. Outcome assessment of orthodontic clear aligner vs fixed appliance treatment in a teenage population with mild malocclusions. *Angle Orthod*. 2020;90(4):485-90. doi: 10.2319/122919-844.1.
 67. Frenkel ES, Mustafa M, Khosravi R, Woloshyn H, Mancel L, Bollen A-M. Occlusal contact changes in patients treated with clear aligners: A retrospective evaluation using digital dental models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2024;165(6):680-8.e4. doi: 10.1016/j.ajodo.2024.01.015.
 68. Marcelino V, Baptista S, Marcelino S, et al. Occlusal Changes with Clear Aligners and the Case Complexity Influence: A Longitudinal Cohort Clinical Study. *J Clin Med*. 2023;12(10):3435. doi: 10.3390/jcm12103435.
 69. Dincer M, Isik Aslan B. Effects of thermoplastic retainers on occlusal contacts. *Eur J Orthod*. 2010;32(1):6-10. doi: 10.1093/ejo/cjp062.
 70. Riede U, Wai S, Neururer S, et al. Maxillary expansion or contraction and occlusal contact adjustment: effectiveness of current aligner treatment. *Clin Oral Investig*. 2021;25(7):4671-9. doi: 10.1007/s00784-021-03780-4.
 71. Mantovani E, Castroflorio E, Rossini G, et al. Scanning electron microscopy evaluation of aligner fit on teeth. *Angle Orthod*. 2018;88(5):596-601. doi: 10.2319/120417-827.1.
 72. Ohrbach R. Assessment and further development of RDC/TMD Axis II biobehavioural instruments: a research programme progress report. *J Oral Rehabil*. 2010;37(10):784-98. doi: 10.1111/j.1365-2842.2010.02144.x.
 73. Yarnitsky D. Conditioned pain modulation (the diffuse noxious inhibitory control-like effect): its relevance for acute and chronic pain states. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010;23(5):611-5. doi: 10.1097/ACO.0b013e32833c348b.
 74. Bargellini A, Castroflorio T, Casasco F, et al. Short Term Evaluation of the Effects of Orthodontic Clear Aligners on Sleep Bruxism Activity. *Iran J Orthod*. 2017;12(2):1-5. doi: 10.5812/ijo.7916.



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>
DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i30010



**Subperiosteal İmplant Destekli Hastaya Özel Hibrit
Protez: Olgu Sunumu ve 1 Yıllık Takibi**

**Subperiosteal Implant-Supported Patient-Specific
Hybrid Prosthesis: A Case Report and 1-Year
Follow-Up**

Birkan Burak Duras^{1*}, Mustafa Ayhan², Erkan Sancaklı³

ÖZET

Giriş: Hareketli protezler uzun yıllardır protetik diş tedavisinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadırlar. Ancak bu protezlerdeki retansiyon ve stabilite problemleri hem hekimi hem de hastayı zaman zaman zorlamaktadır. Dental implantların yeterli alveolar kemik varlığında protetik tedaviler için kullanılmaya başlanmasıyla sabit protetik tedavilerin uygulanma sıklığı artmıştır. Yetersiz alveolar kemik varlığında ise dental implant destekli sabit bir protetik tedavi uygulanabilmesi için tedavi süresini uzatan ve ikincil cerrahi girişimleri içeren kemik ogmentasyonu prosedürleri gerekmektedir. Fakat son yıllarda ileri düzeyde kemik yıkımına sahip hastalarda bile implantların tek seansta yerleştirilmesine olanak sağlayan, bilgisayarlı ortamda kişiye özel olarak tasarlanan ve üretilen subperiosteal implantlar bu tedavilere alternatif olarak üretilmişlerdir. Bu olgu sunumunun amacı yetersiz alveolar kemiğe sahip olan hastaya uygulanan subperiosteal implantların üzerine yapılan hibrit bir dental protezin sonucunu takip etmektir.

Olgu Sunumu: Bu olgu sunumunda İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne dişsizlik şikayetiyle başvuran hastanın teşhis, tedavi ve takip süreci ele alınmıştır.

Sonuç: Dişsizlik şikayeti bulunan hastanın tedavisi subperiosteal implant destekli hibrit protez tekniği ile tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İmplant destekli hibrit protez, Kemik ogmentasyonu, Kişiye özel implantlar, Subperiosteal implantlar.

ABSTRACT

Introduction: Removable prostheses have been successfully used in prosthetic dental treatment for many years. However, the retention and stability problems of these prostheses pose significant challenges for both the dentist and the patient. The frequency of fixed prosthetic treatments has increased with the use of dental implants for prosthetic treatments in the presence of sufficient alveolar bone. In cases of insufficient alveolar bone, bone augmentation procedures, which prolong the treatment duration and involve secondary surgical interventions, are required to perform a dental implant-supported fixed prosthetic treatment. However, in recent years, subperiosteal implants, which are designed and produced in a computer environment tailored to the individual, have been developed as an alternative to these treatments. They allow for the placement of implants in a single session, even in patients with advanced bone resorption. The aim of this case report is to follow the outcome of a hybrid dental prosthesis applied on subperiosteal implants, which were placed in a patient with atrophic alveolar bone.

Case Report: In this case report, the diagnosis, treatment, and follow-up process of our patient, who presented to Istanbul University Faculty of Dentistry with a complaint of edentulism, is discussed.

Conclusion: The treatment of the patient with the complaint of edentulism was completed with the subperiosteal implant-supported hybrid prosthesis technique.

Keywords: Bone augmentation, Custom-made implants, Implant-supported hybrid prosthesis, Subperiosteal implants.

¹ Doktora Öğrencisi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

² Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

³ Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu Yazar: Birkan Burak Duras e-posta: durasbirkan@gmail.com, ORCID: 0009-0001-3073-1715, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

Giriş

Geleneksel tam protezler hem hastayı hem de hekimi zorlayabilen, kullanılması ve alışılması güç olan protetik tedavi alternatiflerindendir. Tam protez kullanan bazı hastalarda retansiyon ve stabilite problemleri yaşanmaktadır.¹ Bu problemlerin yanı sıra çiğneme fonksiyonunun azalması, proteze alışma sürecinin uzun olması ve yaşanan sosyal problemler de tam protezlerin sahip olduğu dezavantajlardır. Tam protezlerin bunlara benzer dezavantajları bir arada bulundurması total diş eksikliği olan hastalarda implant destekli hibrit protezlerin tercih edilmesine neden olmaktadır.²

Güncel standart implant tedavisinde kullanılan endosteal tipteki implantlar için yetersiz alveolar kemiğe sahip olan hastalarda kemik hacmini arttırmak için uzun süren ve ikincil cerrahi gerektiren kemik ogmentasyonları yapılmaktadır. Özellikle vertikal kemik ogmentasyonlarının yapıldığı olgularda komplikasyonlar görülebilmektedir.³ Bu durumun önüne geçebilmek için farklı implant tedavi alternatifleri geliştirilmiştir. Bunlardan biri de endosteal implantların aksine kemik içine yerleştirilmeyip kemiğin etrafına vidalarla sabitlenen yeni nesil subperiosteal implantlardır. İlk olarak dental implant cerrahisinin yeni yeni uygulandığı dönemlerde kullanılan subperiosteal implantlar, ikincil cerrahi gerektirdiği, krom-kobalt alaşımı gibi osteointegrasyona uygun olmayan materyallerden üretilmediği⁴ ve birçok enfeksiyon vakasıyla karşılaştığı için popülerliğini yitirmişlerdir.⁵ Son yıllarda geliştirilen kişiye özel ve osteointegrasyona uygun olan titanyumdan üretilen yeni nesil subperiosteal implantlarla uzun zaman alan ve ikincil cerrahi gerektiren kemik ogmentasyonu sürecine girilmeden hızlıca protetik tedaviye geçilmesi mümkündür.^{6,7} Multiünit dayanaklar ile monoblok bir tasarıma sahip olduğu için dayanaklar cerrahi esnasında implantlar ile tek parça olarak ağza yerleştirilir ve eğer primer stabilite sağlanırsa geçici protez cerrahiden hemen sonra uygulanabilir.^{7,8} Subperiosteal implantların uygulandığı hastalara yapılacak protezler hibrit protezler kategorisindedir.⁹ Hem yumuşak dokuyu estetik bir şekilde taklit edebilmeyi hem de proteze herhangi bir tamir gerektiğinde ağızdan kolaylıkla çıkarabilmeyi sağlayan vidalı sistemleri barındıran protezlere hibrit protez adı verilmektedir.¹⁰ Sabit bir hibrit protezin yapılabilmesi için bazı şartlar vardır. Bunlardan ilki en az 3 ila 4 implant desteğinin bulunması ve implantların da geniş çaplı ve uzun boylu olarak seçilmesidir.¹¹ Bu protezlerde interark mesafenin 12 mm'den fazla olması gerekir.^{10,12} Daha düşük

bir interark mesafenin varlığında hibrit protez için kullanılacak materyallerin kalınlığı sağlanamayacak ve kırık komplikasyonlarıyla karşılaşılma ihtimali artacaktır.^{10,12} Ayrıca hastanın gülme hattının, protezin dışsız krete temas ettiği alanı göstermeyecek seviyede olması gerekmektedir. Aksi takdirde hastanın gülümsemesi esnasında estetik olmayan bir görüntü elde edilebilir.^{2,10,12} Bu nedenle implant destekli hibrit protez planlanan hastaların implant cerrahisinden önce protetik açıdan değerlendirilmeleri şarttır.

Hibrit protezlerin üretiminde alt yapı materyali olarak krom, kobalt ve nikel alaşımları ya da titanyum kullanırken üst yapıda yumuşak dokuları taklit edebilmek için pembe akrilik, dişleri taklit edebilmek amacıyla da plastik dişler kullanılır.¹³ Estetik beklentilerin yüksek olduğu durumlarda üst yapıda zirkonya ve porselen de kullanılabilir. Zirkonya ve porselen gibi estetik açıdan üstün materyaller estetik beklentilerin yüksek olduğu durumlar için tercih edilse de bu tip materyaller protezin ağırlığını arttırarak hastanın konforunu düşürebilmektedir.^{13,14} Ayrıca bu konuyla ilgili yapılan bir çalışmada protezin ağırlığının artması ile implant çevresinde oluşturduğu stresin de artacağı belirtilmiştir.¹⁵

Protez alt yapısının implant dayanakları ile pasif uyumu, implantların boyutları ve sayısı, protezin temizlenebilirliği ve kanat uzunluğu tedavinin başarısını doğrudan etkilemektedir. Protez ve dayanak arasında pasif uyumun sağlanmadığı vakalarda vida gevşemesi, implant, dayanak ya da protezde kırık veya implant çevresinde kemik kaybı gözlenmiştir.^{12,14} Kanat uzunluğu; 6 implantın desteklediği protezlerde en fazla 20 mm, 4 implantın desteklediği protezlerde ise en fazla 15 mm olmalıdır.¹⁶ Üst çenenin alt çeneye göre daha spongios yapıdadır. Bu durum protezdeki kanatın üst çeneyi komplikasyonlar açısından daha riskli hale getirmesine ve protezde kırık komplikasyonları, implantlarda ise boyun rezorpsiyonları görülme sıklığının artmasına neden olmaktadır.^{12,17} Hibrit protezler ile ilgili kısa ve uzun dönem takip çalışmalarını inceleyen bir sistematik derlemede en sık karşılaşılan biyolojik komplikasyonun implant çevresinde 2 mm'den fazla kemik yıkımı ile ilgili olduğu görülürken en sık karşılaşılan protetik komplikasyonun ise protez vidalarının gevşemesi ve protez kırıkları ile ilgili olduğu görülmüştür.^{10,18} Goodacre ve ark¹⁹ meta analiz çalışmasında en sık görülen komplikasyonun akrilik diş kırığı olduğunu vurgulamıştır. Yine hibrit protezlerle ilgili yapılan bir diğer çalışmada en sık görülen problemin vida gevşemesi olduğu belirtilmiştir.²⁰

Görüldüğü üzere hibrit protezler çeşitli avantajları ve dezavantajları bir arada bulunduran protezlerdir. Bu protezlerin planlamasında ve üretiminde belirli kurallara uyulması şarttır. Bu protezlerin yeni nesil subperiostal implantlarla kullanılmasının tam dişsiz hastalar için hem estetik hem de fonksiyon açısından uygun olacağı düşünülmektedir.²¹

Bu olgu sunumunda hastaya özel olarak üretilen subperiostal implant destekli titanyum alt yapıya sahip hibrit protez tedavisinin sunulması ve tartışılması amaçlanmıştır.

Olgu Sunumu

Üst çenede tam dişsizlik şikayetiyle İstanbul Üniversitesi Protetik Diş Tedavisi Kliniğimize başvuran 52 yaşındaki kadın hasta için yapılan radyolojik ve klinik muayene sonucunda alt çenedeki porselen restorasyonların sağlıklı bir şekilde kullanılabileceği kanısına varılırken üst çene alveolar kemiğin aşırı atrofik olduğu görüldü. Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi bölümü ile yapılan görüşmeler sonrasında hastaya subperiostal implant

destekli titanyum altyapılı bir hibrit protez yapılması kararlaştırıldı. Hastadan onam alındı. Hastanın üst çene sağ ve sol posterior bölgesine yerleştirilmek üzere üçer tane multi ünit dayanağa sahip 2 adet subperiostal implant (De-tech İmplant, Ankara, Türkiye) tasarlandı. Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Kliniği'nde implant operasyonu tamamlandı.

İmplant cerrahisinden 6 hafta sonra hasta Protetik Diş Tedavisi Kliniği'ne geldi. Diş eti ve implantların klinik ve radyolojik muayenesi yapıldı. Periimplanter dokuların sağlıklı bir şekilde iyileştiği gözlemlendi. Uygulanacak protezin aşamaları ve süreç sözlü şekilde anlatıldı ve hastadan onam alındı.

Protetik planlama doğrultusunda hibrit protezin yapımı için multiünit dayanakların üzerine kapalı ölçü postu yerleştirildi. (Resim 1a) Kişiyeye özel kaşık üretilmesi amacıyla ilave tipi silikon ile (iSil Spident Co.Ltd, Incheon, Korea) çift karıştırma tekniği kullanılarak kapalı kaşık ölçü tekniğiyle ölçü alındı. (Resim 1b) Sert alçı (Elite Rock, Zhermack, Rovigo, Italy) kullanılarak model üretildi.



Resim 1: a. Kapalı ölçü postlarının ağız içindeki görünümü. b. Kişiyeye özel ölçü kaşığı yapımı için kapalı kaşık ölçü c. Akrilik reçine ile ağız içinde tekrar birleştirilen açık ölçü postları d. Açık kaşık ölçü tekniği ile alınan final ölçünün görünümü

Bu modelden hem kişiyeye özel ölçü kaşığı hem de dikey boyutun belirlenebilmesi için mum duvar hazırlandı. Önce Niswonger yöntemi kullanılarak mum duvar ile hastanın dikey boyutu belirlendi ve sentrik ilişkisi kaydedildi. Sonra açık kaşık ölçü tekniğinde kullanılacak olan kişiyeye özel kaşığın ağızdaki uyumuna bakıldı. Laboratuvarında patern rezin ile birbirine bağlanan açık ölçü postları (De-tech İmplant

Ankara, Türkiye) polimerizasyon büzülmesini önlemek amacıyla ağız içine yerleştirilmeden önce 3 ayrı bölümden separe ile dilimlendi. Ağız içine 3 parçada takılan açık ölçü postları ağız içinde patern rezin (GC Pattern Resin, GC Dental Industrial Corp, Tokyo, Japan) ile tekrar birleştirildi. (Resim 1c) Ardından polivinilsiloksan (Honigum DMG Dental-Material Gesellschaft mbH, Hamburg, Germany) ile

çift karıştırma tekniği kullanılarak açık ölçü alındı. Ölçü postlarının vidaları bireysel kaşığın üzerine önceden açılan tahliye yuvaları içinden gevşetilerek çıkarıldı ve analoglar yerleştirildi. (Resim 1d) Laboratuvarda sert alçı (Elite Rock, Zhermack, Rovigo, Italy) ile modeli üretildi. Titanyum bar bilgisayar ortamında tasarlandıktan sonra titanyum bloktan (Kera Ti5 Disc Eisenbacher, Wörth am main, Germany) kazınarak üretildi. Titanyum bar multiünitlerin üzerine protez vidaları ile sabitlendi. (Resim 2a) Multiünitlerin üzerine yerleştirilen titanyum barın dayanaklar ile arasındaki pasif uyum hem klinik hem radyografik olarak kontrol edildi. (Resim 2b) Hasta ile birlikte diş rengi seçildikten sonra titanyum bar ağızdan çıkarılarak tekrar modele alındı. (Resim 2c) Titanyum barın üzerine diş dizimi yapıldı. (Resim 2d) Dişli provada oklüzyon, dikey boyut, estetik, fonasyon, uyum ve dudak desteği gibi faktörler kontrol edildi Protezin dişsiz kret ile teması, protezin temizlenebilirliğini arttırabilmek amacı ile

minimuma indirildi. Kanat uzunluğu 15 mm olacak şekilde diş diziminin son hali oluşturuldu. Hastadan da onay alındıktan sonra bitim için sıcak akrilik reçine (Probase, İvoclar, Schaan, Liechtenstein) kullanıldı. Protezin ağırlığı 13.73 gram olarak ölçüldü. (Resim 3a) Protezin multiünit dayanaklara protez vidaları ile sabitlendikten sonra estetik olarak kontrol edildi ve hastaya gösterildi. (Resim 3b) Firma önerisi de dikkate alınarak protez vidaları multiünitlere 15 N ile torklandı. Ardından selektif mölleme ile oklüzyon düzenlenip kontrol edildi. (Resim 3c) Protezin vida delikleri önce teflon ardından kompozit (G-aenial GC Dental Industrial Corp, Tokyo, Japan) ile kapatıldı. Hastaya protezinin kullanımı ve bakımı ilgili gerekli bilgilendirme yapıldı.

Hasta uzun sürecek ogmentasyon işlemleri elimine edilerek hem estetik hem de ideal fonksiyonlu bir proteze sahip olmuştur.



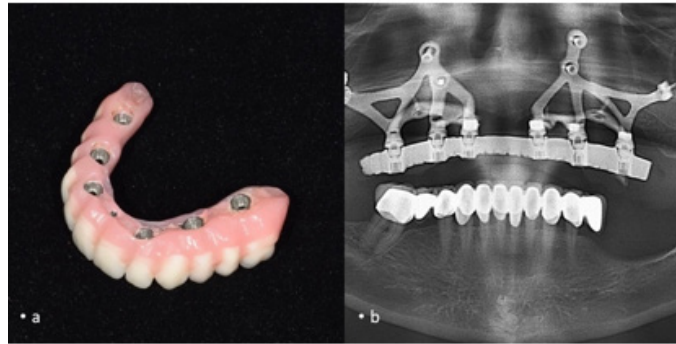
Resim 2: a. Titanyum barın ağız içindeki görünümü b. Titanyum barın multiünit dayanaklar ile pasif uyumu c. Titanyum barın model üzerinde görünümü d. Protezin diş dizimi

Hasta 1. ve 8. haftalarda kontrol için kliniğe çağırıldı. Hastanın ağız hijyeninin iyi olduğu gözlemlendi. Çevre dokuların ve protezin uyumunda bir problem görülmedi. 2 ay sonra ikinci kontrolüne gelen hastanın protezine hızlı bir şekilde alıştığı ve

neredeyse hiç şikâyeti olmadığı görüldü. 1 senenin sonunda tekrar kontrol randevusu oluşturuldu ve vida delikleri açılıp yerinden çıkarılarak protezin temizliği yapıldı. (Resim 4a) Alınan radyografik görüntüde herhangi bir patolojiye rastlanmadı. (Resim 4b)



Resim 3: a. Protezin hassas terazi ile ağırlığının ölçülmesi b. Hibrit protezin ağız dışından bitim görüntüsü. c. Hibrit protezin oklüzyondaki görünümü



Resim 4: a. Kontrol seansında protezin görünümü b. 1 senenin sonundaki kontrolde alınan radyografik görüntü

Sonuç

Hasta uzun sürecek kemik ogmentasyonu işlemleri elimine edilerek hem estetik hem de ideal fonksiyonlu bir proteze sahip olmuştur. Bununla birlikte yeni nesil subperiostal implantlarda titanyum kullanılması ve kişiye özel üretilmeleri eski dönemdeki başarısızlıkların azalacağı yönünde bir kanaat oluştursa da yeni nesil subperiostal implant destekli hibrit protezlerin kısa zamandır kullanılıyor olması konuyla ilgili uzun dönemli ve geniş kapsamlı çalışmalar yapılmasını gerektirmektedir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için etik kurul onayına gerek duyulmamaktadır. Hastadan onam onayı alınmıştır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi

bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

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

Yazar Katkısı: Fikir: E.S, M.A Tasarım: E.S, M.A Denetleme E.S Kaynaklar: B.B.D Malzemeler: B.B.D Veri Toplama: B.B.D, M.A, E.S Analiz: B.B.D Literatür: B.B.D Yazı: B.B.D, M.A, E.S Eleştirel İnceleme: B.B.D, E.S

Kaynaklar

1. Martins AMC, Guimarães LS, Campos CH, et al. The effect of complete dentures on edentulous patients' oral health-related quality of life in long-term: A systematic review and meta-analysis. *Dent Res J*. 2021;18:65.
2. Misch CE. Contemporary Implant Dentistry. *Implant Dent*. 1999;8(1):90.
3. Urban IA, Montero E, Monje A, Sanz-Sánchez I. Effectiveness of vertical ridge augmentation interventions: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2019;46(S21):319-39.
4. Moore DJ, Hansen PA. A descriptive 18-year retrospective review of subperiosteal implants for patients with severely atrophied edentulous mandibles. *J Prosthet Dent*. 2004;92(2):145-50.
5. Young L, Michel JD, Moore DJ. A twenty-year evaluation of subperiosteal implants. *J Prosthet Dent*. Mayis 1983;49(5):690-4.
6. Mommaerts MY. Additively manufactured subperiosteal jaw implants. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017;46(7):938-40.
7. Anitua E, Eguia A, Staudigl C, Alkhraisat MH. Clinical performance of additively manufactured subperiosteal implants: a systematic review. *Int J Implant Dent*. 2024;10(1):4.
8. Huang YC, Huang YC, Ding SJ. Primary stability of implant placement and loading related to dental implant materials and designs: A literature review. *J Dent Sci*. 2023;18(4):1467-76.
9. Zielinski R, Okulski J, Piechaczek M, et al. Five-Year Comparative Study of Zygomatic and Subperiosteal Implants: Clinical Outcomes, Complications, and Treatment Strategies for Severe Maxillary Atrophy. *J Clin Med*. 2025;14(3):661.
10. Kwon T, Bain PA, Levin L. Systematic review of short- (5–10 years) and long-term (10 years or more) survival and success of full-arch fixed dental hybrid prostheses and supporting implants. *J Dent*. 2014;42(10):1228-41.
11. Brånemark P, Engstrand P, Öhrnell L, Gröndahl K, Nilsson P, Hagberg K, vd. Brånemark Novum®: A New Treatment Concept for Rehabilitation of the Edentulous Mandible. Preliminary Results from a Prospective Clinical Follow-up Study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 1999;1(1):2-16.
12. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDP s) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(s6):22-38.
13. Gonzalez J. The Evolution of Dental Materials for Hybrid Prosthesis. *Open Dent J*. 2014;8:85-94.
14. Bural C, Geçkili O. Hibrit Protezler. *Turk Klin Prosthodont - Spec Top*. 2015;1(1):45-52.
15. Tribst J, Dal Piva A, Borges A, Rodrigues V, Bottino M, Kleverlaan C. Does the prosthesis weight matter? 3D finite element analysis of a fixed implant-supported prosthesis at different weights and implant numbers. *J Adv Prosthodont*. 2020;2020:67-74.
16. Brånemark P, Gröndahl K, Öhrnell L, et al. Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 2004;38(2):70-85.
17. Haraldson T. A Photoelastic Study of Some Biomechanical Factors Affecting the Anchorage of Osseointegrated Implants in the Jaw. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 1980;14(3):209-14.
18. Papaspyridakos P, Chen CJ, Chuang SK, Weber HP, Gallucci G. A systematic review of biologic and technical complications with fixed implant rehabilitations for edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012;27(1):102.
19. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent*. 2003;90(2):121-32.
20. Priest G, Smith J, Wilson MG. Implant survival and prosthetic complications of mandibular metal-acrylic resin implant complete fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent*. 2014;111(6):466-75.
21. Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontol 2000*. 2017;73(1):7-21.

