



The Journal of | Türk Diş Hekimliği
Turkish Dental Research | Araştırma Dergisi

Yıl / YEAR 2024

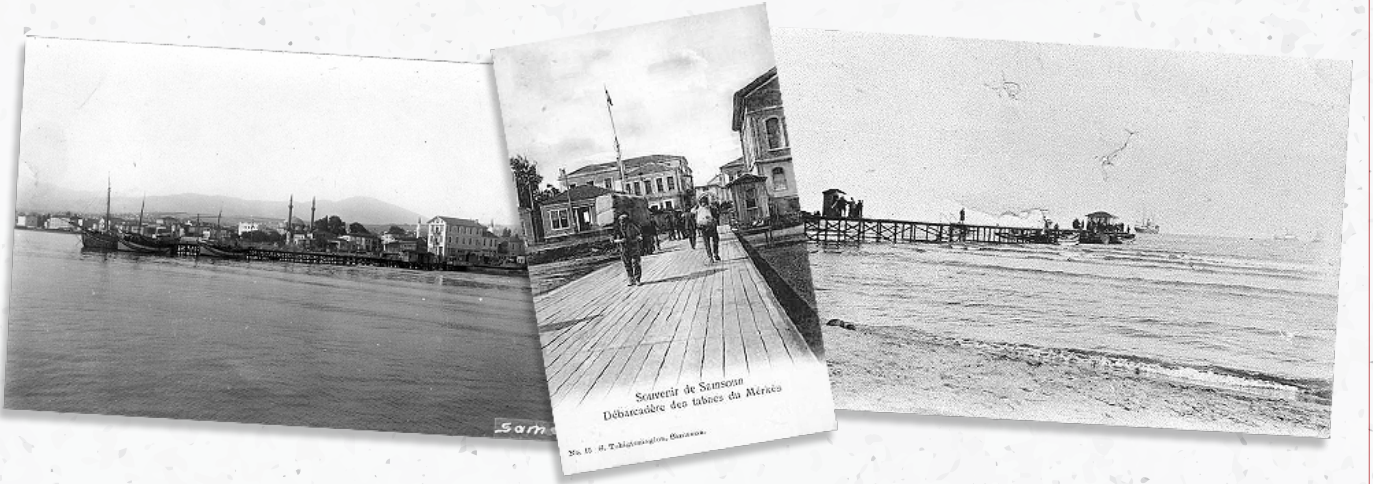
Cilt / Volume **3**

Sayı / Issue **2**

Mayıs - Ağustos
May- August



19 MAYIS 1919 Atatürk'ün Samsun'a çıkışının 105. yılı kutlu olsun





The Journal of Turkish Dental Research

Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

Yıl / Year 2024 Cilt / Volume 3 Sayı / Issue 2 Mayıs, Ağustos - May, August

E-ISSN: 2822-4310



The Journal of Turkish Dental Research Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi



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

Yılda 3 Kez Yayınlanır.
Published three times a year.

SAHİBİ/Owner
Rektör/Rector
Prof. Dr. Yavuz ÜNAL

SORUMLU YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ
Director of publications
Dekan/ Dean
Prof. Dr. Nilüfer ÖZKAN

YAYIM KURULU/ Editorial Board

EDİTÖR / Editor
Prof. Dr. Peruze ÇELENK

YARDIMCI EDİTÖR / Associate Editor
Prof. Dr. Duygu SARAÇ

ÜYELER / Executive Committee
Prof. Dr. Nilüfer ÖZKAN
Prof. Dr. Aysun AVŞAR
Prof. Dr. Müge LÜTFİOĞLU
Prof. Dr. Nihan GÖNÜLOL
Doç Dr. Cangül KESKİN
Doç. Dr. Sabahat YAZICIOĞLU

İNGİLİZCE DİL EDİTÖRÜ / English Language Editor
Abdulatif Hajjismael AHMED

Kapak Tasarım, Sayfa Mizanpaj
Cover design and layout
Kudret Kuşoğlu

İletişim Adresi / Correspondence
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Körfez Mahalesi, OMÜ Caddesi, No: 65
55270 ATAKUM/SAMSUN
Editör Tel: 0362 312 19 19 / 8153 dis_dergi@omu.edu.tr

Ulusal Süreli Yayın / National Periodical <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkishjdentres>
E-ISSN: 2822-4310

Tarandığı İndeksler



BİLİMSEL DANIŞMA KURULU (alfabetik sıra ile) / Advisory Board (in alphabetical order)**Ağız Diş ve Çene Cerrahisi**

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

Periodontoloji

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

Ağız Diş ve Çene Radyolojisi

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

Protetik Diş Tedavisi

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

Endodonti

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

Restoratif Diş Tedavisi

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

Ortodonti

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

Pedodonti

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

BU SAYININ HAKEMLERİ / Referees of This Issue

Doç. Dr. Bilal ÖZMEN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Dr. Ayça KURT

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Dr. Esra DÜZYOL

İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Prof. Dr. Nihan GÖNÜLOL

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Muhammet KARADAŞ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Özlem SİVAS YILMAZ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Doç. Dr. Evren SARIYILMAZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Prof. Dr. Murat YENİSEY

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Doğu Ömür DEDE

Ordu Üniversitesi

Prof. Dr. Elif KALYONCUOĞLU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Uzm. Mete AHLAT

Sağlık Bilimleri Üniversitesi

The Journal of Turkish Dental Research

Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

Yıl / Year 2024 | Cilt / Volume 3 | Sayı / Issue 2 | Mayıs - Ağustos, May - August

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALESİ / Research Article

Biyoaktif Cam İçeren Deneysel Bir Remineralizasyon Ajanının Minenin Yüzey Sertliğine Etkisi
Impact of an Experimental Remineralizing Agent Incorporating Bioactive Glass on Enamel Hardness.....357
İdil GÖNÜLLÜ, Hande KEMALOĞLU, Cem PEŞKERSOY, Houman GOLCHIN, Murat TÜRKÜN

Nikel Titanyum Kanal Eğesinin Dinamik ve Statik Döngüsel Yorgunluk Dayanımlarının Karşılaştırılması
Comparison of Dynamic And Static Cyclic Fatigue Resistances of Nickel-Titanium Canal Files.....367
Emre KOÇKAT, Cangül KESKİN

The effect of Previous Dental Treatments on Dental Anxiety in Children Aged 4-12
4-12 Yaş Arası Çocuklarda Önceki Dental Tedavilerin Dental Anksiyete Üzerindeki Etkisi..... 374
Mihriban GÖKCEK TARAÇ

OLGU SUNUMU / Case Report

Kişisel Ölçü Postu Kullanımıyla Pembe Estetik Skorunun Yükseltilmesi: Olgu Sunumu
Improving Pink Esthetic Score by Using Custom Impression Coping: Case Report.....382
Tansu SİMSAR, Meltem ÖZDEMİR KARATAŞ, Ali BALIK

DERLEME / Review

Endodontide Ozon Uygulamalarının Yeri
The Role of Ozone Applications in Endodontics.....390
Merve GÖKYAR, İdil ÖZDEN, Hesna SAZAK ÖVEÇOĞLU



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310, Cilt 3, Sayı 2, Mayıs - Ağustos 2024
Volume 3, Number 2, May - August 2024

**Biyoaktif Cam İçeren Deneysel Bir Remineralizasyon Ajanının Minenin
Yüzey Sertliğine Etkisi**

Impact of an Experimental Remineralizing Agent Incorporating Bioactive Glass on
Enamel Hardness

Biyoaktif Camın Mine Sertliğine Etkisi

İdil GÖNÜLLÜ¹, Hande KEMALOĞLU², Cem PEŞKERSOY³, Houman GOLCHIN⁴, Murat TÜRKÜN⁵

¹Ar.Gör., Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
idilgonullu@icloud.com
ORCID: 0009-0001-7463-0895

²Doç.Dr., Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
handedalgar@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0463-373X

³Doç.Dr., Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
dtcempeskersoy@hotmail.com
ORCID: 0000-0003-2502-2698

⁴Lisans öğrencisi, Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
homangl16@gmail.com
ORCID: 0009-0002-2986-8965

⁵Prof.Dr., Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
murat.turkun@hotmail.com
ORCID: 0000-0001-7405-1677

Etik Kurul Onayı :

Ege Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu 04.04.2024 tarihli 24-4T/15 sayılı kararı ile bu araştırmanın etik açıdan uygun bulunduğuna etik kurul üyelerince karar verilmiştir.

Yazar Katkıları:

Ar. Gör. İdil Gönüllü: Test düzeneklerinin hazırlanması, mikrosertlik ölçümlerinin yapılması, makale yazımı
Doç. Dr. Hande Kemaloğlu: Çalışma tasarımının oluşturulması, makale yazımı
Doç. Dr. Cem Peşkersoy: Çalışma tasarımının oluşturulması, verilerin istatistik analizlerinin yapılması
Houman Golchin: Deneysel ajanın üretiminin gerçekleştirilmesi
Prof.Dr. Murat Türkün: Çalışma tasarımının oluşturulması, deneysel ajanın üretim aşamasının kontrolü

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 01-07-2024

Kabul Tarihi / Accepted: 31-07-2024

Yıl / Year: 2024 | **Cilt – Volume:** 3 | **Sayı – Issue:** 2 | **Sayfa / Pages:** 357-366

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: İdil GÖNÜLLÜ

<https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1507367>

Biyoaktif Cam İçeren Deneysel Bir Remineralizasyon Ajanının Minenin Yüzey Sertliğine Etkisi

Impact of an Experimental Remineralizing Agent Incorporating Bioactive Glass on Enamel Hardness

ÖZET

Amaç: Bu in vitro çalışmanın amacı, biyoaktif cam içeren deneysel bir remineralizasyon ajanının minenin yüzey sertliği üzerindeki etkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Onbeş adet insan 3. molar dişinden toplam otuz adet mine kesiti hazırlandı. Örnekler akrilik içine gömüldükten sonra rastgele üç gruba ayrıldı: G1. Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat [GC Tooth Mousse]; G2. Biyoaktif cam içeren deneysel remineralizasyon ajanı; G3. Yapay tükürük çözeltisi. Örnekler, remineralizasyon ajanlarının uygulanmasından önce 30 saniye süreyle %37'lik fosforik asit kullanılarak demineralizasyona tabi tutuldu. Daha sonra örneklerin yüzeylerine 5 dakikalık bir süre boyunca günde iki kez olmak üzere remineralizasyon ajanları uygulandı. Ajanların pamuk peletler ile temizlenmesinin ardından, örnekler bir sonraki tekrara kadar yapay bir tükürük çözeltisinde saklandı. İşlem 10 gün boyunca günlük olarak tekrarlandı. Örneklerin yüzey sertliği Vickers mikrosertlik testi kullanılarak başlangıçta, demineralizasyonu takiben ve remineralizasyondan sonra olmak üzere üç ayrı zamanda değerlendirildi.

Bulgular: Fosforik asitle demineralizasyon sonrasında grupların mikrosertlik değerlerinde anlamlı bir azalma tespit edildi ($p<0.05$). Remineralizasyon ajanları test gruplarında mikrosertliği arttırırken kontrol grubunda bir artış görülmedi ($p>0.05$). Her iki remineralizasyon ajanı karşılaştırıldığında, mine yüzeyinde meydana getirdikleri mikrosertlik artışları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

Sonuç: Biyoaktif cam içeren deneysel ajanın demineralize mine yüzeylerinin mikrosertlik değerlerini anlamlı şekilde arttırdığı tespit edildi. Ancak, deneysel ajanın fiziksel ve biyolojik özelliklerinin daha ileri araştırmalarla incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca, yapay tükürük solüsyonunun tek başına demineralize mine yüzeylerinin sertliğini arttırmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Demineralizasyon; Mikrosertlik; Biyoaktif cam; Remineralizasyon

ABSTRACT

Aim: The aim of this in vitro study was to investigate the effect of an experimental remineralization agent containing bioactive glass on the surface hardness of enamel.

Material and Method: A total of thirty samples were prepared for our investigation. After being embedded in acrylic, these samples were randomly divided into three groups and treated with three different methods: G1. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate [GC Tooth Mousse]; G2. Experimental remineralization agent containing bioactive glass; G3. Artificial saliva solution. The samples underwent demineralization using 37% phosphoric acid for a duration of 30 seconds prior to the application of remineralization agents. Then the agents were administered twice daily for a period of 5 minutes. Following the removal of the agents, the samples were stored in artificial saliva until the subsequent procedure. The process was repeated daily for a duration of 10 days. The surface hardness of the samples was assessed on three separate times in total: initially, following demineralization, and after remineralization, using Vickers microhardness testing.

Results: After demineralization with phosphoric acid, the groups' microhardness values significantly decreased ($p<0.05$). Microhardness increased significantly in the test groups after remineralization, but not in the control group ($p>0.05$). When evaluating both remineralization agents, no statistically significant disparity was observed in the microhardness increases they induced on the enamel surface.

Conclusion: Bioactive glass significantly increased demineralized enamel surface microhardness, according to the study. However, the experimental remineralization agent's physical and biological properties need further study. Additionally, demineralized enamel surfaces did not become harder with artificial saliva solution alone.

Keywords: Demineralization; Microhardness; Bioactive glass.; Remineralization

Giriş

Diş çürüğü, diş sert dokularında mineral kaybına neden olan, biyofilm kaynaklı multifaktöriyel ve dinamik bir hastalıktır. Bu dinamik doğa, ağız içerisindeki patolojik ve koruyucu faktörlerin dengesine bağlı olarak çürüğün başlangıcından ilerlemesine kadar tüm süreçleri etkiler. Patolojik faktörlerin çürüğe neden olduğu durumlarda; sağlıklı beslenme, iyi oral hijyen alışkanlıkları, flor kullanımı, kalsiyum fosfat ve hidroksiapatit içeren jeller, macunlar veya solüsyonlar gibi koruyucu faktörler demineralizasyonu engelleyebilir veya geriye döndürebilir. Hastalığın önlenmesi için diş dokusu ile dental biyofilm arasındaki fizyolojik dengenin korunması önemlidir. Bu denge dental biyofilm lehine bozulduğunda çürük oluşumu başlar.^{1,2,3,4}

Beyaz nokta lezyonları, başlangıç diş çürüğünün ilk aşamasında gözlenen geri dönüşümü mümkün olup remineralize olabilen, tedavisi sonucunda görsel olarak kabul edilebilir bir görünüme kavuşabilen mine demineralizasyonlarıdır. Özellikle ortodontik tedavi uygulamalarının yaygın olduğu toplumlarda şiddeti ve yaygınlığında artış görülmüştür.⁵ Ortodontik tedavi görmüş hastaların %96'sında gözlenen beyaz nokta lezyonlarının oluşumundan karyojenik bakterilerin asidik yan ürünleri sorumludur.⁶

Başlangıç çürüklerinin remineralizasyonunu desteklemek amacıyla kullanılan, çeşitli remineralizasyon ajanları mevcuttur.^{7,8} Florür, mine remineralizasyonunda en sık kullanılan temel destekleyici ajandır. Diş yüzeyinde florapatit oluşturarak mineyi demineralizasyona dirençli bir hale getirir. Florüre bağlı remineralizasyon, çürük yönetiminin temel taşı olmaya devam ederken, yüksek çürük riski taşıyan hastalarda florürün etkilerini artırmak için ek remineralize edici ajanlara ihtiyaç duyulmaktadır.⁹ Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), remineralizasyonu teşvik etmek için florüre alternatif olarak son yıllarda geliştirilen bir bileşendir.¹⁰ Bu bileşen CPP aracılığıyla diş yüzeyine bağlanır ve süt proteinleri ile diş yüzeyinde kalsiyum, fosfat ve florür salınımına neden olur. CPP'nin kalsiyum ve fosfatı sabitleyerek mine yüzeyinde remineralizasyona katkı sağladığı kanıtlanmıştır.^{11,12,13}

Biyoaktif camlar, uzun yıllardır tıp alanında kullanılmakta olup, son yıllarda diş hekimliğinde implantoloji,

periodontal kemik rejenerasyonu ve dentin hipersensitivitesi tedavisinde de yer bulmaya başlamıştır. Bununla birlikte osteokondüktivite, apatit tabakası oluşturma potansiyeli gösterilmiş olup dentin yüzeylerinin mineralizasyonunu indükledikleri bildirilmiştir. Bu özellikleriyle biyoaktif camlar, tükürük veya diğer fizyolojik sıvılarla temas ettiğinde hidroksiapatit tabakası oluşturabilen materyallerdir.^{14,15} Biyocam parçacıkları tükürük ile temas ettiğinde, reaksiyona girerek çökelti oluşturur ve bu çökeltinin oluşması, dentin tübüllerini tıkamak için meydana gelen önemli aşamalardan biridir. Dentin tübüllerini tıkayan ve dentin lenfi akışını kısıtlayan cam parçacıklarından salınan iyonlar tarafından bir kalsiyum ve fosfat tabakası oluşturulur. Bu tabaka hidroksiapatit oluşturmak için daha da kristalize hale gelir ve hidroksiapatit olgunlaşması silika varlığıyla ortaya çıkar.¹⁶

Son yıllarda, sağlıklı diş dokularının korunmasını hedefleyen minimal invaziv yaklaşımlar doğrultusunda fizikokimyasal ve biyolojik mineralizasyon mekanizmalarının daha iyi anlaşılması, florür ile remineralizasyonun ötesine geçen çeşitli remineralizasyon yöntemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu yaklaşımlar özellikle çürük riski yüksek olan kişiler için yeni tedavi seçeneklerinin geliştirilmesinde yardımcı olmaktadır. Bu seçeneklerden bazılarının mineyi remineralize etme kapasitesi bakımından florür ile karşılaştırılabilir düzeyde, hatta bazı durumlarda florürden daha üstün olabileceği iddia edilmektedir.^{17,18} Ek olarak, söz konusu yöntemlerin yüksek maliyetli ve zor erişilebilir olması, alternatif ajanların geliştirilmesine yönelik araştırmaların sürdürüleceğine işaret etmektedir.

Mine lezyonlarında meydana gelen mineral kaybının değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri de yüzey mikrosertliğinin ölçümüdür. Mikrosertlik değerlendirmeleri örneklerin zarar görmeden, tahribatsız olarak ölçülmesi açısından avantajlı olmakla beraber basit ve hızlıdır. Mineral kaybı ve kazanımının ölçülebildiği bu yöntem, demineralizasyon ve remineralizasyonun araştırıldığı in situ ve in vitro çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır.^{19,20} Bu nedenle bu çalışmada yeni geliştirilen deneysel ajanın remineralizasyon etkisi öncelikle mikrosertlik yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Mikrosertlik test cihazı, elmas uçlu bir ışık mikroskobu altında çalışma dizaynına göre belirlenen yüklerin

yine belirlenen sürelerde kontrollü olarak uygulanarak yüzeylerde girintiler oluşturmak ve bu girintilerin derinliklerini ölçmek amacıyla kullanılan bir araçtır. Test edilen örneklerin sertliği, bu girintilerin derinliği ölçülerek belirlenir. Örneklerin üç farklı yerinden ölçülen penetrasyon derinlikleri, 'Vickers' veya 'Knoop' sertlik değerleri olarak kaydedilir ve karşılaştırılan değerler çalışmanın verilerini meydana getirir.^{21,22}

Bu çalışmada, biyoaktif cam içerikli deneysel bir remineralizasyon ajanının asit erozyonu uygulanmış minenin yüzey sertliği üzerine etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Çalışmanın hipotezi, deneysel biyoaktif cam içerikli remineralizasyon ajanının, demineralize minenin yüzey sertliğini anlamlı derecede artırabileceği şeklindedir.

Gereç ve Yöntemler

Mine örneklerinin hazırlanması:

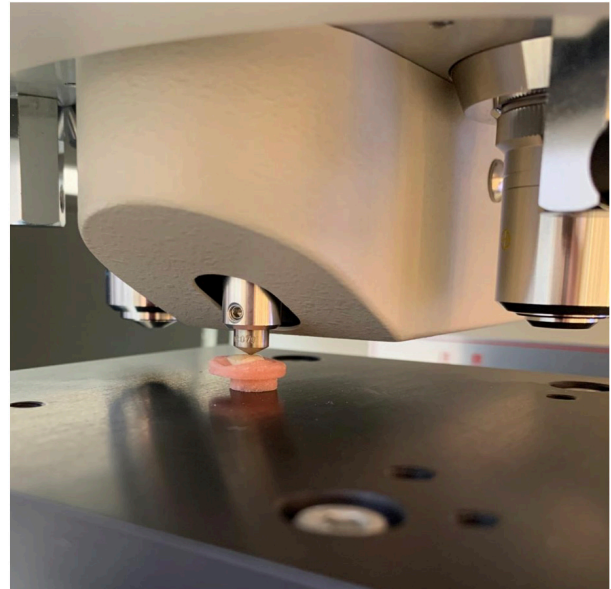
Bu çalışmada, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurul Onayı (24-4T/15 sayılı karar) ile birlikte 15 adet kök ucu kapanmış, çürüksüz, çekilmiş alt üçüncü molar dişi kullanıldı. Deney sürecine kadar dişler antimikrobiyal etki gösterebilmesi sebebiyle %0,1'lik timol solüsyonu içinde bekletildi. Dişlerin kuronları mine-sement sınırından köklerinden ayrıldıktan sonra kuronlar hassas kesme cihazı (Isomet 1000; Buehler, IL, USA) ile mezio-distal yönde bölündü. Her diştten iki yüzey elde edilerek toplamda 30 örnek hazırlandı. Her bir örnek mine yüzeyi dışarıda kalacak şekilde akril bloklara gömüldü. Yüzey düzensizliklerini gidermek ve yüzeyi standardize edebilmek amacıyla mine yüzeyleri sırasıyla 180, 400, 600, 1000, 2000 grit silikon karbit zımpara kağıtları ile zımparalama cihazında (Mecapol P230, Presi, France) akan su altında 15'er saniye zımparalandı. Talaşların uzaklaştırıldığından emin olmak için örnekler 10 dakika boyunca 37°C'deki ultrasonik banyoda (Elma LC20H, Almanya) tutuldu.

Ardından mine yüzeylerinde 4x4 mm'lik standart alanlar bırakılacak şekilde kalan kısımlara iki kat tırnak cilası (Flormar MATTE, Kocaeli, Türkiye) sürüldü. Tüm bu işlemler sonrasında örnekler rastgele üç farklı remineralizasyon yönteminin test edileceği gruplara ayrıldı ve başlangıç yüzey sertlikleri kaydedildi.

Başlangıç yüzey sertliği ölçümü:

Yüzey mikrosertlik ölçümleri için Ege Üniversite-

si Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan Shimadzu Vickers test cihazı (Shimadzu Mod HVM-2, Tokyo, Japonya) ve Vickers ölçüm ucu (Resim-1) kullanıldı. Akrile gömülü örnekler yere paralel olacak şekilde tutucu uca yerleştirildi. Örneklerin açığa bırakılan bölgelerindeki (tırnak cilası uygulanmayan) üç ayrı noktaya 15 sn boyunca 500 gr kuvvet uygulanarak, ölçüm yapıldı. Vickers elmas ucunun oluşturduğu girintilerin uzunlukları, cihaz üzerindeki entegre ölçüm sistemi ile belirlendi ve yüzey mikrosertlik değerleri cihazın bağlı olduğu bilgisayar tarafından otomatik olarak hesaplandı. Her örnek için üç farklı noktadan alınan ölçümlerin ortalaması hesaplanarak başlangıç yüzey sertlik değeri olarak kaydedildi.



Resim 1. Mikrosertlik ölçümü

Yüzeyde demineralize alanların oluşturulması ve ikinci yüzey sertlik ölçümü:

Başlangıç yüzey sertlikleri alınan örneklere daha sonra 30 sn boyunca %37'lik fosforik asit uygulandı²³ ve yüzeyler yine 30 sn boyunca deiyonize su ile yıkandıktan sonra kurutuldu. Elde edilen demineralize mine yüzeylerindeki üç farklı noktadan tekrar mikrosertlik ölçümleri yapıldı ve değerler kaydedildi.

Biyoaktif cam içerikli deneysel remineralizasyon ajanının üretimi:

Tablo 1'de verilen hammaddelerin uygun oranlarda karıştırılmasıyla cam tozu hazırlandı. Analitik kalitedeki saf toz bu değerlere göre tartılarak en az 1 saat karıştırıldı

ve alüminyum krozedde eritildi. Oda sıcaklığından 1450°C'ye kadar özel ısıtım işlemi uygulandı. Ürünün kristalleşmesini önlemek ve bir frit (cam hamuru) elde etmek için deiyonize suda işleme tabi tutuldu. Son olarak 120°C'de kurutma işleminin ardından 5 µm'nin altında tane boyutu elde etmek için öğütüldü.

Tablo I. Çalışmada kullanılan remineralizasyon ajanlarının adı, üretici bilgileri ve içerikleri

Remineralizasyon ajanı	Üretici firma	İçerik
Grup-1: CPP-ACP	Tooth Mousse, GC Corporation, Tokyo, Japan	Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat
Grup-2: Biyoaktif cam içerikli remineralizasyon ajanı	Deneysel ürün	SiO ₂ : 35 gr, P ₂ O ₅ : 6 gr, CaO: 30 gr, ZnO: 5 gr, CaCl ₂ : 20 gr, B ₂ O ₃ : 4 gr
Grup-3: Yapay tükürük solüsyonu	Ege Üniversitesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı	20 mmol/L HEPES, 0.70 mmol/L CaCl ₂ , 0.20 mmol/L MgCl ₂ ·6H ₂ O, 4 mmol/L KH ₂ PO ₄ , 30 mmol/L KCl, 0.30 mmol/L NaN ₃

Remineralizasyon ajanlarının uygulanması:

Çalışmada kullanılan ürünler, içerikleri ve firma adları Tablo I'de gösterilmiştir.

Grup 1. CPP-ACP: Remineralizasyon ajanı bir aplikatör yardımıyla bu gruptaki 10 mine örneğinin yüzeyine günde iki kez, üretici firma talimatları dikkate alınarak, 5 dakika süre boyunca uygulandı. Örnek üzerinde kalan fazla ajan durulama yapılmadan pamuk rulolar yardımıyla temizlendikten sonra, bir sonraki işleme kadar yapay tükürük solüsyonunda bekletildi. Bu işlem 10 gün boyunca tekrarlandı.

Grup 2. Biyoaktif cam içerikli deneysel remineralizasyon ajanı: Remineralizasyon ajanı bir aplikatör yardımıyla bu gruptaki 10 mine örneğinin yüzeyine, günde iki kez, 5 dakika süre boyunca uygulandı. Pamuk rulolar yardımıyla ajan temizlendikten sonra örnekler bir sonraki işleme kadar yapay tükürük solüsyonunda bekletildi. Bu işlem 10 gün boyunca tekrarlandı.

Grup 3. Kontrol: Bu gruptaki örnekler herhangi bir ajan uygulanmadı. Örnekler test süreci boyunca yapay tükürük solüsyonunda bekletildi.

Remineralizasyon işlemleri sonrası yüzey sertlik ölçümü:

On gün boyunca remineralizasyon işlemine tabi tutulan örnekler yapay tükürük solüsyonundan çıkarıldı, deiyonize su ile yıkandıktan sonra kurulum kağıtları ile kurularak yüzey sertlik ölçümleri daha önceki aşamalarda uygulandığı şekilde tekrarlandı. Ölçümlerin ortalaması alınarak remineralizasyon sonrası sertlik değerleri olarak kaydedildi. (Resim 2).

İstatistiksel analiz:

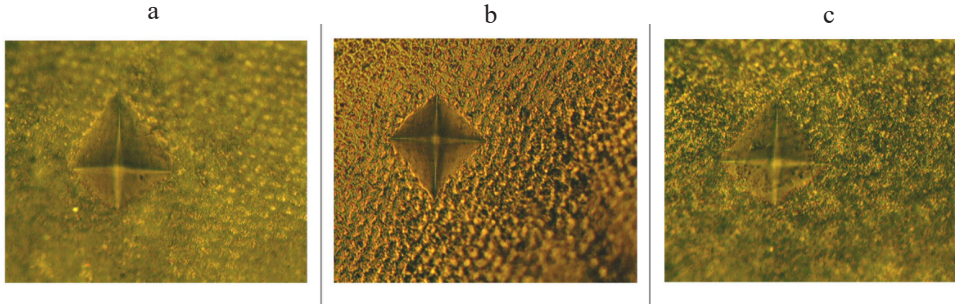
Elde edilen veriler istatistiksel analiz programına (Windows için SPSS vers. 20, IBM Corp., Chicago, IL, ABD) yüklendi. Verilerin homojen dağılımı Kolmogorov-Smirnov analizi ile gerçekleştirildi. Bu çalışmada, bağımlı değişken olarak mine yüzeylerinin sertliği belirlenerek bağımsız faktörler olarak da remineralize edici materyaller olarak tanımlandı. Bu değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiksel veriler hesaplandı. Gruplar arası yüzey sertliği ölçümleri arasındaki farkların istatistiksel analizinde %0.05 anlamlılık düzeyinde iki yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Ardından, her bir materyal grubu için başlangıç, demineralizasyon ve remineralizasyon sonrası yüzey sertliği parametrelerinin ortalama değerlerinin grup içi istatistiksel analizlerinde tekrarlayan ölçümler genel doğrusal modele uygun olarak tek yönlü ANOVA testi ve post hoc Dunnett testi ile incelendi. (p=0.05).

Bulgular

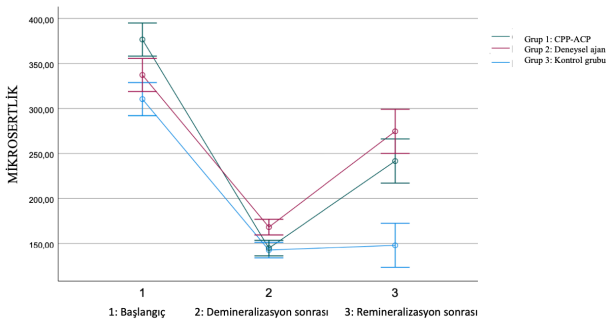
Çalışma gruplarına ait demineralizasyon ve remineralizasyon sonrası mikrosertlik bulguları Tablo II'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, demineralizasyon işlemi öncesi sağlam mine yüzeylerinden elde edilen mikrosertlik ölçümleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi (p>0.05). Örneklerin fosforik asitle 30 sn muamele edilmesi sonrasında tüm gruplarda mine yüzeylerinin mikrosertlik değerlerinde anlamlı bir azalma gözlemlendi (p<0.05). Ancak bu değerler gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo-II).

Remineralizasyon ajanlarının uygulanmasının ardından yapılan ölçümler, demineralizasyon sonrası ölçüm-

lerle karşılaştırıldığında, test gruplarının mikrosertlik değerlerinde anlamlı bir artış tespit edilirken ($p<0.05$) kontrol grubunda bir artış gözlenmedi. Her iki remineralizasyon ajanı karşılaştırıldığında ise, mine yüzeyinde meydana getirdikleri mikrosertlik artışları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (Grafik 1).



Resim 2. Gruplara ait mikrosertlik testi örnek görüntüleri (a) kazein fosfopeptid- amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), (b) biyoaktif cam içerikli deneysel remineralizasyon ajanı, (c) kontrol grubu



Grafik 1. Gruplar arası mikrosertliğin ortalama karşılaştırılması

Tablo II. Başlangıç mine yüzeyi (sağlam), fosforik asit ile demineralizasyon sonrası ve remineralizasyon sonrası ortalama mikrosertlik değerleri ve standart sapmaları

		n	Ortalama	Standart sapma
Grup-1	Başlangıç (sağlam mine)	10	376,6 ^a	11,381
	Fosforik asit ile demineralizasyon	10	144,8 ^b	2,175
	CPP-ACP ile remineralizasyon	10	241,6 ^c	17,325
Grup-2	Başlangıç	10	337,2 ^a	10,374
	Fosforik asit ile demineralizasyon	10	168,2 ^b	6,378
	Biyoaktif cam içerikli deneysel ajan ile remineralizasyon	10	274,6 ^c	8,229
Grup-3	Başlangıç	10	310,4 ^a	1,968
	Fosforik asit ile demineralizasyon	10	142,6 ^b	2,93
	Yapay tükürük ile remineralizasyon	10	147,9 ^b	7,809
*CPP-ACP: Kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat				
*Üst simge farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı gösterir.				

Tartışma

Non-invaziv müdahale, aktif bir lezyonun inaktif duruma dönüştürülmesinde önemli rol oynar. Kayıp diş yapısının dişin bütünlüğüne zarar verilmeden restorasyonunun yapılabilmesi için minimal invaziv teknikler

uygulanmalıdır. Dental plaktan karyojenik bakteriler tarafından salınan organik asitler, minenin inorganik bileşenlerinin demineralizasyonuna yol açar.²⁵ Remineralizasyon ise, özellikle kalsiyum, fosfat ve florür gibi tükürükteki iyonları içeren difüzyon sürecini kapsar.²⁶

Tükürük, çok sayıda farklı içeriklerden oluşarak oral mikrobiyotayı zararlı mikroorganizmalara ve iritanlara karşı koruyan bir vücut sıvısıdır.²⁷ Görevi sadece ağız boşluğunda oluşan bakterilerin sebep olduğu düşük pH'ı tamponlama kapasitesi ile nötralize etmek değil, aynı zamanda florür, kalsiyum ve fosfat gibi temel iyonların taşınmasını sağlamaktır. Mineral içeriği nedeniyle tükürük, demineralizasyonu önleyebildiği gibi remineralizasyonda da etkilidir.²⁸ Bu nedenle minenin remineralizasyonuna dair yapılmış birçok çalışmada kullanılmıştır.^{29,30,31} Schlueter ve arkadaşlarının³¹ çeşitli tükürük örneklerini inceledikleri çalışmalarına göre, mine dokusunun tükürük ile etkileşimi, gerçek bir remineralizasyondan ziyade, yüzeydeki demineralize bölgelerde mineral birikimi ile sınırlı kalmaktadır. Tükürükten kaynaklanan mineral birikiminin göz ardı edilebilecek düzeyde olduğu varsayılmaktadır. İki farklı remineralizasyon ajanının etkinliğinin mikrosertlik testi ile değerlendirildiği bir başka çalışmada, kontrol grubundaki örnekler herhangi bir remineralizasyon ajanı uygulanmadan örnekler sadece yapay tükürükte bekletilmiştir. Çalışmada, minenin yüzey sertliğini artırmada yapay tükürüğün tek başına etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.³² Benzer şekilde bizim çalışmamızda da yapay tükürük tek başına kullanıldığında demineralize minenin yüzey sertliğini artırmada etkili olmamıştır. Etkisi sadece biyoaktif cam içerikli deneysel ajanın ve CPP-ACP'nin aktivasyonu ile sınırlı kalmıştır.

Bu çalışmada örneklerin demineralizasyonunu sağlamak adına demineralizasyon - remineralizasyon siklusu yerine mine yüzeyinde önemli bir mineral kaybına yol açan %37'lik fosforik asit kullanılmıştır. Taranabilen literatürde yapılan demineralizasyon çalışmalarında %37'lik fosforik asit mine örneklerinin yüzey sertliğini azaltmak için yeterli bulunmuştur. Bunun yanı sıra bazı çalışmalar fosforik asit ile demineralizasyon yöntemi haricindeki diğer demineralizasyon yöntemlerinin bile tükürük akışı ve davranış değişiklikleri nedeniyle oral koşulları tam simüle edemediğini belirtmektedir. Fosforik asit ile demineralize yapay mine lezyonu oluşturulması kısa süre içerisinde uygulanabilen basit ve etkili bir yöntem olarak kabul edilmiş ve bu nedenle bu çalışmada da uygulanmıştır.^{33,34}

Mikrosertlik ölçümleri demineralizasyon ve remineralizasyon çalışmalarında sıklıkla kullanılan ve örnekle-

rin zarar görmeden test edilmesini sağlayan basit ve hızlı yöntemlerden biridir.^{19,20,30} Bu nedenle bu çalışmada yeni geliştirilen deneysel ajanın remineralizasyon etkisi öncelikle mikrosertlik yöntemi ile değerlendirilmiştir. Minenin yüzey sertliğini arttırdığı tespit edilen bu deneysel ajanın ileriki çalışmalarla daha detaylı incelenmesi gereklidir. Remineralizasyon etkinliğini ayrıntılı test etmek için yüzeyin topografisi ve içeriği hakkında micro-CT ve SEM aracılığıyla alınan tarama görüntüleri kalitatif veya kantitatif analizler sağlayabilir. Ayrıca hasta başı kullanımının uygunluğunu değerlendirmek amacıyla ilave biyouyumluluk ve sitotoksite testlerinin yapılması gereklidir.

CPP-ACP diş yüzeyindeki dental plakla birleşip kalsiyum fosfat rezervuarı olarak görevi görmektedir. Nötr ve alkali koşullar altında, CPP molekülleri ACP'yi stabilize ederek dental plaktaki kalsiyum fosfat çözünürlüğünü artırır.^{35,36} Dental plakta %0.1'lik CPP-ACP'de kalsiyum difüzyonu pH 7'de %65 iken, pH 5'te bu oran %35 civarında bulunmuştur.³⁷ Bir başka bakış açısıyla Caruana ve arkadaşları³⁸ tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, CPP-ACP'nin dental plağın pH seviyelerindeki değişiklikleri etkileyebilme kapasitesine sahip olduğu ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmada CPP-ACP'nin bu özelliklerine bağlı olarak demineralizasyon ve remineralizasyon sonrası pH değerlerinde başlangıç plak pH'sına göre anlamlı farklılıklar saptanmıştır. CPP-ACP'nin remineralizasyon etkinliğinin araştırıldığı bir diğer çalışmada da CPP-ACP'nin 500 ppm NaF solüsyonuna göre mine lezyonlarında mikrosertliği daha fazla arttırdığı bildirilmiştir.³⁹ Yürütülen çalışmalarla paralel olarak, yaptığımız çalışmada da CPP-ACP'nin mine yüzeyinin sertliğini belirgin şekilde arttırdığı gözlenmiştir ve bu sonuç CPP-ACP'nin remineralizasyon yeteneği ile ilişkilendirilmiştir.

Bizim çalışmamızda biyoaktif cam içerikli deneysel remineralizasyon ajanının, minenin remineralizasyonunu etkili bir şekilde arttırdığı saptanmıştır. Ajan, demineralize mine yüzeylerine uygulanırken yapay tükürük solüsyonu aracılığıyla aktive edilmiş ve aynı zamanda bu işlem vasıtasıyla mine örnekleri üzerinde stabil kalabilmiştir. Literatürde yapay tükürük solüsyonu ile aktive edilen biyoaktif cam ile yapılmış olan remineralizasyon çalışmalarında, mine ve dentin yüzeylerinde

hidroksiapatit tabakası oluşumu izlenmiştir.^{40,41,42} Bu çalışmalarda biyocam parçacıklarının dişin mine ve dentin tabakasına hızla yapışarak hidroksiapatit tabakası oluşturdukları ve bu şekilde remineralizasyona katkı sağladıkları tespit edilmiştir. Çalışmamızda, biyoaktif camın demineralize edilmiş minenin yüzey sertliğini anlamlı derecede arttırmış olması, ajanın yapay tükürük aracılığıyla diş yüzeyinde stabilize edilerek yüzeyde hidroksiapatit tabakası oluşumuna neden olmuş olabileceği ile açıklanmaktadır. Bu bağlamda bakıldığında araştırmamızın ‘Deneysel biyoaktif cam içerikli remineralizasyon ajanı, demineralize minenin yüzey sertliğini anlamlı derecede artırabilir.’ yönündeki hipotezi kabul edilmiştir. Bunun yanı sıra biyoaktif cam içeren ajanların herhangi bir sıvı taşıyıcı vasıtasıyla diş yüzeylerine uygulanabileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur.^{16,43} Çalışmamız kapsamında, bu ajanın bu koşullardaki etkinliği üzerinde henüz araştırma yapılmamış olup, gelecekte yapılacak çalışmalarda incelenecektir.

Srivastava ve ark.⁴⁴ farklı remineralizasyon ajanlarının etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında biyoaktif cam içerikli diş macununun, CPP-ACP’e kıyasla minenin yüzey sertliğini daha fazla artırdığını tespit etmişlerdir. Geeta ve ark.⁴⁵ 4 farklı grupla çalıştıkları araştırmalarında da biyoaktif cam içerikli diş macununun CPP-ACP içerikli diş macununa göre ortalama mikrosertlik değerlerini daha çok artırdığı bulunmuştur. Bahsedilen bu çalışmalarla paralel olarak bizim çalışmamızda da biyoaktif cam içerikli remineralizasyon ajanının uygulandığı örneklerde CPP-ACP’nin uygulandığı örneklere göre anlamlı olmasa da daha yüksek mikrosertlik değerleri gözlemlenmiştir. Ancak her ne kadar iki remineralizasyon ajanı da demineralize minenin yüzey sertliğini anlamlı şekilde arttırmış olsalar da elde edilen nihai mikrosertlik düzeyleri hiçbir zaman başlangıç (sağlam) mine mikrosertlik değerlerine ulaşamamıştır. Bizim çalışmamızın bulgularıyla benzer olarak literatürde taranan CCP-ACP, biyoaktif cam, florür gibi farklı remineralizasyon ajanlarıyla çalışılan ve mine mikrosertliğinin değerlendirildiği çalışmalarda da remineralizasyon sonrası mikrosertlik değerleri ile sağlam minenin mikrosertlik değerlerine ulaşamamıştır.^{32,46,47,48} Kontrol grubunda sağlam minenin yer aldığı Ayad ve ark.⁴⁹ çalışmalarında test gruplarını rezin

infiltrasyon, CPP-ACP ve tükürük ile remineralizasyon oluşturmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları da sağlam minenin remineralizasyon yapılan gruplara kıyasla en yüksek yüzey sertliğine sahip olduğunu kanıtlar durumdadır.

Sonuç

Bu çalışmada; biri yaygın olarak kullanılan CPP-ACP, diğeri ise biyoaktif cam içeren deneysel bir ajan olmak üzere iki farklı remineralize edici ajanın minenin yüzey sertliğine etkileri Vickers mikrosertlik testi ile incelenmiştir. Çalışma kapsamında, biyoaktif cam içeren deneysel remineralizasyon ajanının, fosforik asit ile demineralize edilmiş mine yüzeylerinin mikrosertlik değerlerini anlamlı düzeyde artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, bilimsel literatürde remineralizasyon etkinliği defalarca kanıtlanmış olan CPP-ACP’ye kıyasla, bu deneysel ajanın demineralize mine yüzeylerinin mikrosertliğini anlamlı bir fark olmaksızın daha fazla artırdığı tespit edilmiştir. Ancak her iki ajanın uygulanmasından sonra elde edilen remineralizasyon mikrosertlik değerleri başlangıç (sağlam) mine yüzey sertliğine ulaşamamıştır. Bununla birlikte çalışmada yapay tükürük solüsyonunun tek başına demineralize mine yüzeylerinin sertliğini anlamlı derecede artırmadığı, remineralize edici ajanlarla birlikte kullanıldığında etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada, biyoaktif cam içeren deneysel ajanın remineralizasyon etkinliği öncelikli olarak mikrosertlik testi aracılığıyla değerlendirilmiştir. Ajanın mine ve dentin dokularındaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilerinin daha ileri düzey araştırmalarla kapsamlı bir biçimde incelenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

1. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub JA, Ramos-Gomez F, et al. Dental caries. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3(1):17030.
2. Arrica M, Carta G, Cocco F, et al. Does a social/behavioural gradient in dental health exist among adults? A cross-sectional study. *J Int Med Res*. 2017;45:451–61.
3. Krasse B. *Die Quintessenz des Kariesrisikos*. Berlin:Quintessenz-Verl., 1986.
4. Laurisch L. Die Bestimmung des individuellen Kariesrisikos– Voraussetzung für eine Prophylaxe nach Maß. *Oralprophylaxe* 1988;10:126–133.
5. J.A. Chapman, W.E. Roberts, G.J. Eckert, K.S. Kula, C. González-Cabezas, Risk factors for incidence and severity of white spot lesions during treatment with fixed orthodontic appliances, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* (2010);138:188–194.
6. K. Srivastava, T. Tikku, R. Khanna, K. Sachan, Risk factors and management of white spot lesions in orthodontics, *J. Orthodontic Sci.* (2013) 2: 43–49.
7. Taştan E, Güler E, Bal FA Farklı Remineralizasyon Ajanlarının Lazer ve Ozon Tedavisi İle Kombine Kullanımının Başlangıç Çürüklerine Etkisinin İn-Vitro Olarak İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci.* 2021;27(2):269-79.
8. Philip N. State of the Art Enamel Remineralization Systems: The Next Frontier in Caries Management. *Caries Res.* 2019;53(3):284-295.
9. Retief DH, Bradley EL, Holbrook M, Switzer P. Enamel fluoride uptake, distribution and retention from topical fluoride agents. *Caries Res.* 1983;17(1):44-51.
10. Chambers C, Stewart S, Su B, Sandy J, Ireland A, Prevention and treatment of demineralisation during fixed appliance therapy: a review of current methods and future applications, *Br. Dent. J.* 2013;215(10):505–11.
11. Uysal S, Tulga Öz FT. Süt Dişi Başlangıç Mine Lezyonlarının Remineralizasyonunda Kullanılan Farklı Yapıdaki Diş Macunlarının Mikrosertlik Üzerine Etkisinin İn Vitro Koşullarda Değerlendirilmesi *Selcuk Dent J*, 2022; 9: 533-539.
12. Akbarzade T, Farmany A, Farhadian M, Khamverdi Z, Dastgir R. Synthesis and characterization of nano bioactive glass for improving enamel remineralization ability of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP). *BMC Oral Health*. 2022 24;22(1):525.
13. Bhadoria N, Gunwal MK, Kukreja R, Maran S, Devendrappa SN, Singla S. An In Vitro Evaluation of Remineralization Potential of Functionalized Tricalcium Phosphate Paste and CPP-ACPF on Artificial White Spot Lesion in Primary and Permanent Enamel. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2020 ;13(6):579-584.
14. Taha AA, Patel MP, Hill RG, Fleming PS. The effect of bioactive glasses on enamel remineralization: A systematic review. *J Dent.* 2017;67:9-17.
15. Körner P, Schleich JA, Wiedemeier DB, Attin T, Wegehaupt FJ. Effects of Additional Use of Bioactive Glasses or a Hydroxyapatite Toothpaste on Remineralization of Artificial Lesions in vitro. *Caries Res.* 2020;54(4):336-342.
16. Tirapelli C, Panzeri H, Lara EH, Soares RG, Peitl O, Zanotto ED. The effect of a novel crystallised bioactive glass-ceramic powder on dentine hypersensitivity: a long-term clinical study. 2011;38(4):253–262.
17. Grohe B, Mittler S. Advanced non-fluoride approaches to dental enamel remineralization: The next level in enamel repair management. *Biomater Biosyst.* 2021;4:100029.
18. Philip N. State of the art enamel remineralization systems: the next frontier in caries management. *Caries Res* 2019;53:284–95.
19. Yavuz BS, Kargul B. Comparative evaluation of the spectral-domain optical coherence tomography and microhardness for remineralization of enamel caries lesions. *Dent Mater J.* 2021;40(5):1115-1121.
20. Alafifi A, Yassen AA, Hassanein OE. Effectiveness of polyacrylic acid-bioactive glass air abrasion preconditioning with NovaMin remineralization on the microhardness of incipient enamel-like lesion. *J Conserv Dent.* 2019;22(6):548-553.
21. Chuenarrom C, Benjakul P, Daosodsai P. Effect of indentation load and time on Knoop and Vickers microhardness tests for enamel and dentin. *Mat Res.* 2009;12(4):473–76.
22. Gutiérrez-Salazar P, Reyes-Gasga J. Microhardness and chemical composition of human tooth. *Mat Res.* 2003;6(3):367–73.
23. Salinovic I, Schaperl Z, Marcus M, Miletic I. The Effects of Three Remineralizing Agents on the Microhardness and Chemical Composition of Demineralized Enamel. *Materials.* 2021;14(20):6051.

24. Almqvist H, Lagerlöf F. Influence of constant fluoride levels in solution on root hard tissue de- and remineralization measured by 125I absorptiometry. *Caries Res.* 1993;27(2):100-5.
25. Neel EA, Aljabo A, Strange A, Ibrahim S, Coathup M, Young AM, Bozec L, Mudera V. Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone. *Int J Nanomed.* 2016;11:4743-4763
26. Featherstone JD, Duncan JF, Cutress TW. A mechanism for dental caries based on chemical processes and diffusion phenomena during in-vitro caries simulation on human tooth enamel. *Arch Oral Biol.* 1979;24(2):101-112.
27. Faran Ali SM, Tanwir F: Oral microbial habitat a dynamic entity. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2012; 2(3): 181-187.
28. Farooq I, Bugshan A. The role of salivary contents and modern technologies in the remineralization of dental enamel: a narrative review. *F1000Res.* 2020;9:9:171.
29. Ionta FQ, Mendonça FL, de Oliveira GC, de Alencar CR, Honório HM, Magalhães AC, Rios D. In vitro assessment of artificial saliva formulations on initial enamel erosion remineralization. *J Dent.* 2014;42(2):175-9.
30. Amaechi BT, Higham SM. In vitro remineralisation of eroded enamel lesions by saliva. *J Dent.* 2001;29(5):371-6.
31. Schlueter N, Amaechi BT, Bartlett D, Buzalaf MAR, Carvalho TS, Ganss C, Hara AT, Huysmans MDNJM, Lussi A, Moazzez R, Vieira AR, West NX, Wiegand A, Young A, Lippert F. Terminology of Erosive Tooth Wear: Consensus Report of a Workshop Organized by the ORCA and the Cariology Research Group of the IADR. *Caries Res.* 2020;54(1):2-6.
32. Bhavsar B, Vijo M, Sharma P, Patnaik T, Alam MK, Patil S. Comparative assessment of enamel remineralisation on the surface microhardness of demineralized enamel - an in vitro study. *PeerJ.* 2022;10:e14098.
33. Sorozini, Perez & Rocha Sorozini M, Perez CR, Rocha GM. Enamel sample preparation for AFM: influence on roughness and morphology. 2018;81(9):1071-1076.
34. Molaasadolah F, Eskandarion S, Ehsani A, Sanginan M. In vitro evaluation of enamel microhardness after application of two types of fluoride varnish. 2017;11:ZC64-ZC66.
35. Lata S, Varghese NO, Varughese JM. Remineralization potential of fluoride and amorphous calcium phosphate-casein phosphopeptide on enamel lesions: an in vitro comparative evaluation. 2010;13(1):42-46.
36. Rose RK. Effects of anticariogenic casein phosphopeptide on calcium diffusion in streptococcal model dental plaque. 2000;45(7):569-575.
37. Soares R, De Ataíde IDN, Fernandes M, Lambor R. Assessment of enamel remineralisation after treatment with four different remineralising agents: a scanning electron microscopy (SEM) study. 2017;11(4):ZC136-ZC141.
38. Caruana PC, Mulaify SA, Moazzez R, Bartlett D. The effect of casein and calcium containing paste on plaque pH following a subsequent carbohydrate challenge. *J Dent* 2009; 37: 522-6.
39. Zhang Q, Zo J, Yang R, Zhou X. Remineralization effects of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate crème on artificial early enamel lesions of primary teeth. *Int J Paediatr Dent* 2011; 21(5), 374-381.
40. Kanwal N, Brauer DS, Earl J, Wilson RM, Karpukhina N, Hill RG. In-vitro apatite formation capacity of a bioactive glass - containing toothpaste. *J Dent.* 2018;68:51-58.
41. Iijima M, Hashimoto M, Kohda N, Nakagaki S, Muguruma T, Endo K, Mizoguchi I. Crystal growth on bioactive glass sputter-coated alumina in artificial saliva. *Dent Mater J.* 2013;32(5):775-80.
42. Roy S, Basu B. In vitro dissolution behavior of SiO₂-MgO-Al₂O₃-K₂O-B₂O₃-F glass-ceramic system. *J Mater Sci Mater Med.* 2008;19(9):3123-33.
43. Mitchell, Musanje & Ferracane Mitchell JC, Musanje L, Ferracane JL. Biomimetic dentin desensitizer based on nano-structured bioactive glass. *Dental Materials.* 2011;27(4):386-393.
44. Srivastava, Choudhary, E. Assessment of Enamel Remineralising Capability of Three Different Remineralising Agents Using Vicker's Surface Microhardness Test. *Int. J. Pharm. Bio. Sci.* 2019;10:151-157.
45. Geeta RD, Vallabhaneni S, Fatima K. Comparative evaluation of remineralization potential of nanohydroxyapatite crystals, bioactive glass, casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate, and fluoride on initial enamel lesion (scanning electron microscope analysis) -An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2020;23(3):275-279.
46. Deswal R, Kukreja N, Chhabra S, Trivedi S, Sharma A, Thakur A. Comparative Assessment of Enamel Microhardness Using Various Remineralising Agents

- on Artificially Demineralized Human Enamel. *Cureus*. 2022;14(10):e30281.
47. Haghgou EH, Haghgoo R, Roholahi MR, Ghorbani Z. Effect of Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate and Three Calcium Phosphate on Enamel Microhardness. *J Contemp Dent Pract*. 2017;18(7):583-586.
48. Panich M, Poolthong S. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and a cola soft drink on in vitro enamel hardness. *J Am Dent Assoc*. 2009;140(4):455-60.
49. Ayad AH, AbdelHafez MI, AlGhandour RN, Mustafa DS, Nour KA. Effect of different surface treatments on the microhardness and colour change of artificial enamel lesions. *Aust Dent J*. 2022;67(3):230-238.



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310, Cilt 3, Sayı 2, Mayıs - Ağustos 2024
Volume 3, Number 2, May - August 2024

Nikel Titanyum Kanal Eğesinin Dinamik ve Statik Döngüsel Yorgunluk Dayanımlarının Karşılaştırılması

Comparison of Dynamic And Static Cyclic Fatigue Resistances of
Nickel-Titanium Canal Files

NiTi Eğelerin Statik ve Dinamik Döngüsel Yorgunluk Dayanımı

Emre KOÇKAT¹, Cangül KESKİN²

¹Lisans öğrencisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Samsun/TÜRKİYE
emrecockat@gmail.com
ORCID: 0009-0009-0338-0153

²Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı
canglkarabulut@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8990-4847

Çıkar Çatışması:

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

Yazar Katkıları:

Emre Koçkat: Çalışmanın yapılması; Literatür taranması; Giriş, Gereç ve Yöntem, Tartışma ve Sonuç bölümlerin yazılması
Cangül Keskin: Araştırma konusu için fikir verilmesi, istatistiksel analizin yapılması, bulguların açıklanması

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 01-07-2024

Kabul Tarihi / Accepted: 31-07-2024

Yıl / Year: 2024 | **Cilt – Volume:** 3 | **Sayı – Issue:** 2 | **Sayfa / Pages:** 367-373

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Emre KOÇKAT

<https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1507862>

Nikel Titanyum Kanal Eğesinin Dinamik ve Statik Döngüsel Yorgunluk Dayanımlarının Karşılaştırılması

Comparison of Dynamic And Static Cyclic Fatigue Resistances of Nickel-Titanium Canal Files

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, T-Endo Mis döner sistem NiTi (nikel-titanyum) eğelerin döngüsel yorgunluk dayanımlarının statik ve dinamik test düzeneklerinde karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada onar adet T-Endo Mis nikel titanyum kanal eğeleri, statik ve dinamik test düzeneklerinde 60° kurvatür açısı ve 5 mm kurvatür yarıçapına sahip paslanmaz çelik yapay kanallar içerisinde 35 ± 2 °C sıcaklıkta kırılıncaya kadar kullanıldı. Kırılma zamanları görsel ve işitsel olarak tespit edilip dijital kronometre ile kaydedildi. Kırılan parça uzunlukları dijital kumpas ile ölçüldü. Verilerin normal dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildikten sonra bağımsız örneklem t-testi kırılana kadar geçen süreyi, Mann-Whitney U testi ise kırık parça uzunluklarını analiz etmek için kullanıldı. Testler SPSS programında (V.21, IBM, IL, ABD) %5 anlamlılık eşiği ile yapıldı.

Bulgular: Verilerin normal dağılıma uygunluğu test edildikten sonra, kırılana kadar geçen süre ve kırık parça uzunluklarının iki test modeli arasında karşılaştırılması sonucu istatistiksel olarak benzer oldukları tespit edildi ($p > 0.05$)

Sonuç: Bu çalışmada T-Endo Mis NiTi eğelerin statik ve dinamik döngüsel yorgunluk dayanımlarının benzer olduğu ve kırık parça uzunluklarının arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel yorgunluk; Endodonti; Nikel titanyum

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to compare the cyclic fatigue resistance of T-Endo Mis rotary system NiTi (nickel titanium) files in static and dynamic test setups.

Material and Method: In this study, ten T-Endo Mis nickel-titanium canal files were used until fracture in static and dynamic test setups with a curvature angle of 60° and a curvature radius of 5 mm in stainless steel artificial canals at temperature of 35 ± 2°C. Fracture times were visually and audibly detected and recorded with a digital chronometer. The lengths of the fractured fragments were precisely measured with a digital caliper. After evaluating the normal distribution of data with the Kolmogorov-Smirnov test, an independent sample t-test was used to analyze the time until fracture, and the Mann-Whitney U test was used to analyze the lengths of the fractured fragments. Tests were conducted in SPSS software (V.21, IBM, IL, USA) with a 5% significance threshold.

Results: After the conformity of the data to the normal distribution was tested, it was found that they were statistically similar as a result of comparing the time elapsed until decapitation and the broken part lengths between the two test models. ($p > 0.05$).

Conclusion: In this study, it was found that the static and dynamic cyclic fatigue resistances of T-Endo Mis NiTi files are similar.

Keywords: Cyclic fatigue; Endodontics; Nickel titanium

Giriş

Kök kanal tedavisinde kanalların şekillendirilmesi ve temizlenmesi için kullanılan nikel titanyum (NiTi) aletler süper elastikiyet ve şekil hafızası özelliklerinden ötürü tercih edilmektedir.¹ NiTi aletler paslanmaz çelik eğerlere göre daha dayanıklı, uzun ömürlü ve güvenlidir. Ancak paslanmaz çelik aletler ömürlerinin sonuna doğru gözle görülebilen deformasyonlar gösterirken, NiTi aletlerin önceden fark edilebilir bir klinik gösterge olmaksızın kırılması klinisyenleri ve hastaları zor durumlarla karşı karşıya bırakmaktadır.² Alet kırılması, döngüsel ve torsiyonel olmak üzere iki farklı mekanizma aracılığıyla gerçekleşmektedir.³ Torsiyonel başarısızlık aletin sapı kanalda dönmeye devam ederken, aletin ucu kanalda kilitlendiğinde ortaya çıkan metal yorgunluğunun şiddetinin eğenin torsiyonel dayanım eşiğini aştığı durumlarda meydana gelmektedir.⁴ Döngüsel yorgunluk, bir ege kurvatürlü bir kanalda rotasyon yaptığında ortaya çıkar ve ege bu hareket esnasında tekrarlanan basınç ve çekme gerilmelerine maruz kalır.⁵ Döngüsel yorgunluk, NiTi döner aletlerin ömrünü belirleyen önemli bir faktör olarak gösterilmektedir.

NiTi aletlerin döngüsel yorgunluk direncine çeşitli faktörler katkıda bulunur. Bunlar arasında kullanım ayarları, alaşım, aletin tasarım özellikleri ve aletin metalurjik özellikleri bulunmaktadır.⁶ Son çalışmalar, test sırasında ortam sıcaklığının da NiTi aletlerin döngüsel yorgunluk dayanımlarını etkilediğini göstermiştir.⁷ Kanal içi sıcaklığın simülasyonunun klinik koşulları daha doğru yansıttığı bildirilmiştir;⁷ bu nedenle çalışmalar bu tür ortamlarda yapılmalıdır. Bu da aletlerin test esnasında vücut sıcaklığındaki bir sıvı içerisine gömülmesini veya blokların ısıtılmasını gerektirir.

Literatürde NiTi eğerlerin döngüsel yorgunluk dayanımlarının ölçülmesinde, statik (sabit) ve dinamik (hareketli) test düzenekleri kullanılmıştır.^{8,9,10} Statik test düzeneklerinde ege belirli bir çalışma uzunluğunda sabit kalacak şekilde yapay kök kanalında konumlandırılıp döndürülürken; dinamik test düzeneklerinde ege ileri geri (aksiyel) hareketlerle kırılıncaya kadar döndürülür.^{11,12} Aksiyel hareket, dinamik test düzeneklerinde kanal kurvatürlerinde oluşan stresin belirli bir noktada toplanmasını engelleyip dağıtılmasını sağlayarak NiTi eğerlerin kırılma direncini artırır. Dinamik test düzenek-

lerinde eğerleri stabil bir şekilde aynı yörüngede tutabilmenin zorluğuna bağlı olarak hata olasılığının daha fazla olduğu düşünülmektedir.^{13,14,15} Klinik şartları daha yakın taklit edebildiğinden, çalışmalarda dinamik test düzeneklerinin kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.¹⁶ Çünkü gerçek bir kök kanal tedavisinde eğerler hem aksel hem de rotasyonel harekete maruz kalır. Ancak hangi test düzeneklerinin tercih edilmesi ile ilgili belirlenmiş bir standardizasyon yoktur.¹⁰

T-Endo Mis (Dentac, İstanbul, Türkiye), rotasyon hareketi ile çalışan yeni nesil 4'lü NiTi ege sistemleridir. Bu sistemde Orrificer (25.09), Glider (15.04), Shaper (20.05) ve Finisher (25.04) eğerleri bulunmaktadır. T-Endo Mis eğerler dikdörtgen kesit alanına ve süperelastiklik özelliğine sahiptir. TM-Wire ısı işlem teknolojisi ile üretilmiştir. Esnek yapısıyla eğimli kanallarda kırılmaya karşı direncin artırıldığı belirtilmiştir.¹⁷ Diş yapısında minimum periservikal dentin kaybı ile maksimum şekillendirmeyi desteklemektedir.¹⁷ T-Endo Mis NiTi ege sistemi minimal invaziv işlemlere uygun tasarlanmıştır. Bu özelliği sayesinde kanal tedavisi sonrasında oluşabilecek diş kırılmalarının azaltıldığını bildirilmektedir.¹⁷ Döngüsel yorgunluğa karşı direnci yüksek olan T-Endo Mis eğerleri kanal anatomisini koruyarak preparasyon yapılmasını sağlamaktadır.¹⁷ Literatürde T-Endo Mis eğerler üzerinde yapılmış yeterli çalışmalar bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı T-Endo Mis ege sisteminin 25 numaralı 0.04 taper açısına ve 25 mm uzunluğuna sahip Finisher NiTi egesinin vücut sıcaklığında ve steril salin solüsyonu içerisinde bulunan statik ve dinamik döngüsel deney düzeneklerinde döngüsel yorgunluk dayanımını karşılaştırmaktır. Çalışmamızın sıfır hipotezine göre NiTi eğerlerin statik ve dinamik test düzeneklerinde döngüsel yorgunluk dayanımı ve kırık parça uzunluklarının benzer olacağı şeklindedir.

Gereç ve Yöntem

Çalışma için a priori güç analizi "Cyclic fatigue of Reciprocal Blue and Reciprocal instruments exposed to intracanal temperature in simulated severe apical curvature." başlıklı çalışmalarının etki büyüklüğü kullanılarak (3.6), t-test ailesi "means: difference between two independent means" testi için örneklem sayısı hesaplaması G*Power programı (G*Power 3.1 for Macintosh; Heinrich Heine, Universität Dusseldorf, Dusseldorf, Almanya)

ile yapıldı.¹⁸ Analiz sonucunda 0.05 tip bir hata ve 0.95 beta değerleriyle grup başına düşen minimum örnek sayısı 10 bulundu. Çalışmada statik döngüsel düzeneğinde ve dinamik deney düzeneğinde 10'ar adet olmak üzere toplam 20 adet T-Endo Mis NiTi döner eğe sisteminin 25 numaralı 0.04 taper açısına sahip Finisher NiTi egesi kullanıldı.

Döngüsel yorgunluk dayanımı, statik ve dinamik olarak özel iki ayrı düzenekte değerlendirildi. Statik döngüsel yorgunluk test bloğu, 60° kurvatür açısını ve 5 mm kurvatür yarıçapını gösteren paslanmaz çelik yapay kanal içermektedir (Resim 1). Blok, 15 x 10 x 4 cm boyutlarındaki bir plastik kap içinde monte edildi ve bu kap, 35 ± 2°C'ye ısıtılmış 600 mL steril salin ile dolduruldu; bu ısıtma işlemi bir ısıtıcı (AquaTop; CA, ABD) ile gerçekleştirildi ve termostatlar ile kontrol edildi. Eğeler statik döngüsel yorgunluk test bloğuna yaklaşık 20 mm yerleştirildi ve düzenek içinde aksel hareket olmayıp sadece rotasyon hareketi yapıldı. Kırılma zamanı dijital kronometre ve gözlemci tarafından kaydedildi.

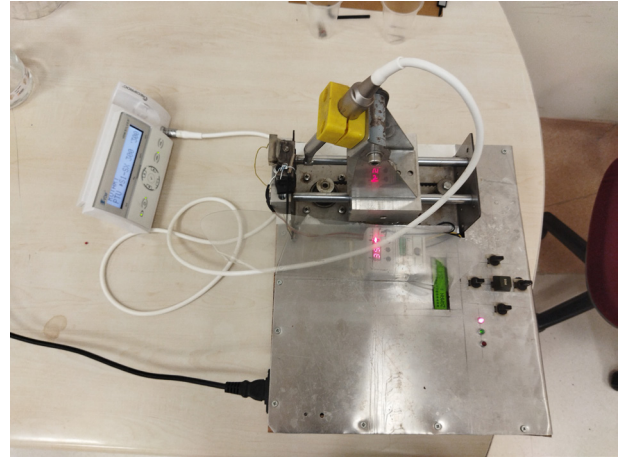


Resim 1. Statik test düzeneği

Dinamik yorgunluk düzeneği, iç çapı 1.5 mm, kurvatür açısı 60 derece ve kurvatür yarıçapı 5 mm olan paslanmaz çelik bir kanalda gerçekleştirildi (Resim II). Eğeler dinamik döngüsel yorgunluk test bloğuna yaklaşık 17 mm derinlikte yerleştirildi. Ege yapay kanal içinde dönmeye başladıktan hemen sonra, yaklaşık her 1 saniyede 3 mm genlikte sürekli bir aksel salınım hareketi uygulandı. Aksel hareketin mesafesi, hızı ve zamanı, sayısal olarak kontrol edilen döngüsel yorgunluk test cihazının kontrol panelinden ayarlandı. Aletler, çalışma uzunluğuna 20 mm ulaştı ve salınımlar arasında 17 mm'ye geri

döndü. Ege kırıldığında düzenek salınım hareketini otomatik durdurdu ve kırılma zamanını ölçtü.

Aletler paketlerinden çıkarılıp ilk olarak, statik ve dinamik döngüsel yorgunluk test cihazına monte edilmiş VDW Silver Reciproc endodontik motor (VDW Münih, Almanya) yardımıyla üretici firmaların önerilerine uygun (250-300 rpm, 2,5-3,5 Ncm) bir şekilde tüm eğeler kırılana kadar kullanıldı. Kırılma süreleri görsel ve işitsel olarak tespit edildiği anda kırılma süresin dijital kronometre kullanılarak saniye cinsinden kaydedildi. Kırılan parça uzunlukları ise dijital kumpas kullanılarak hassas olarak ölçüldü.



Resim 2. Dinamik test düzeneği

İstatiksel Analiz

Verilerin normal dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildikten sonra bağımsız örneklem t-testi kırılana kadar geçen süreyi, Mann-Whitney U testi ise kırık parça uzunluklarını analiz etmek için kullanıldı. Testler SPSS programında (V.21, IBM, IL, ABD) %5 anlamlılık eşiği ile yapıldı.

Bulgular

Elde edilen verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile test edildi. Kırılana kadar geçen süre normal dağılıma uyarken ($p > .05$), kırık parça uzunluklarının normal dağılıma uymadıkları belirlendi ($p < .05$). T-testi eğelerin dinamik ve statik döngüsel yorgunluk değerlerinin benzer olduğunu gösterdi ($p > .05$). Mann-Whitney U testi ise kırık parça uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını gösterdi ($p > 0.05$).

Tablo I. Statik ve dinamik test düzeneklerinden elde edilen döngüsel yorgunluk dayanım ve kırık parça uzunluğu değerleri

	Kırılana kadar geçen süre (sn)	Kırık parça uzunluğu (mm)
Statik test düzeneği	214 ± 105 ^a	4.07 ± 0.96 ^a
Dinamik test düzeneği	304 ± 150 ^a	3.64 ± 1.38 ^a

Aynı sütun üzerinde aynı üst simgeye sahip olanlar istatistiksel olarak benzerdir ($p > 0.05$)

Tartışma

Bu çalışma, T-Endo Mis NiTi eğe sisteminin döngüsel yorgunluk dayanımını vücut sıcaklığında statik ve dinamik döngüsel deney düzeneğinde karşılaştırmıştır. Elde edilen bulgular, her iki test düzeneğinde de eğelerin kırılana kadar geçen sürelerinin ve kırık parça uzunluklarının istatistiksel olarak benzer olduğunu göstermiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre eğelerin dinamik ve statik döngüsel yorgunluk değerlerinin benzer olduğunu gösterildi. Bu nedenle sıfır hipotezi kabul edildi.

Elde edilen bulgular, eğelerin her iki test düzeneğinde de benzer yorgunluk dayanımına sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca her iki test düzeneğinde de T-Endo Mis NiTi eğelerin kırılma süreleri göz önüne alındığında, kök kanal sisteminin etkili mekanik enstürmantasyonu için yeterli dayanıma sahip olduğu gösterildi. Bu sonuçlar, eğelerin klinik uygulamada karşılaşılabilecekleri zorlu koşullara karşı yeterli dirence sahip olduklarını düşündürmektedir.

Çalışmamızın bulgularına göre, eğelerin döngüsel yorgunluk dayanımı değerlendirilmesinde statik veya dinamik test düzeneği kullanılmasının çalışma sonucunu anlamlı derecede etkilemediği görülmüştür. Daha önceden yapılan bir çalışmada da eğelerin döngüsel yorgunluk dirençleri hem statik deney düzeneğinde hem de dinamik deney düzeneğinde karşılaştırılmış, dinamik düzenekteki tur sayılarının statik düzeneğe göre daha fazla olduğu ancak kullanılan eğelerin iki deney düzeneğinde de döngüsel yorgunluk direnci açısından benzer sıralama gösterdiklerini bildirmişlerdir.¹⁰

Döngüsel yorgunluk çalışmalarında, klinik koşulları daha benzer taklit edebilmesi açısından çekilmiş insan dişlerinin kullanılması düşünülmüştür ancak insan dişleri

sahip olduğu anatomik varyasyonlar nedeniyle standardizasyonu yakalamada başarılı değildir.¹⁹ Döngüsel yorgunluk çalışmalarında yapay olarak hazırlanmış standart kanalların kullanılması, çalışmanın sonuçlarına etki edebilecek diğer faktörleri minimize etmesi nedeniyle daha faydalı olacaktır.²⁰ Standardizasyonu sağlamak için çalışmamızda paslanmaz çelik yapay kanallar kullanılmıştır.

Literatürde yapılan döngüsel yorgunluk düzeneklerinde genellikle paslanmaz çelikten oluşan yapay kanallar kullanılmıştır.^{21,22} Ancak paslanmaz çelik blokların iç duvarlarında eğelerin döngüsel yorgunluk dayanım sürelerini etkileyebileceği düşünülen plastik deformasyon olduğu öne sürülmüştür.²³ NiTi aletlerin kırılma riskini azaltmak için, bu çalışmada kullanılan CAD/CAM teknolojisi ile üretilmiş zirkonyum oksit bloklar gibi yenilikçi test modellerinin kullanımı önemlidir. Bu modeller aletlerin sıvı içinde test edilmesine olanak sağlarken, korozyon riskini de minimize eder.²⁴ Paslanmaz çelik blokların bu dezavantajları nedeniyle ilerde zirkonyum oksit bloklar kullanılarak benzer çalışmalar yapılabilir.

Eğelerin döngüsel yorgunluk dayanımlarının ortamın sıcaklığında değişkenlik gösterdiği gösterilmiştir.²⁵ Döngüsel yorgunluk testlerinin oda sıcaklığında yapıldığı çalışmalar mevcuttur.^{26,27} Ancak kanal içindeki sıcaklık daha fazladır. Bu da klinik koşulları taklit etme açısından çalışmayı olumsuz etkiler.²⁵ Eğelerin döngüsel yorgunluk dayanımı oda sıcaklığıyla karşılaştırıldığında vücut sıcaklığına göre ciddi seviyede azaldığı görülmüştür.^{7,28} Döngüsel yorgunluk testlerinin vücut sıcaklığı seviyesinde yapılacak olması klinik koşulları daha iyi taklit etmektedir.²⁸ Bu nedenle döngüsel yorulma testinin vücut sıcaklığı seviyesinde yapılması daha doğru olacaktır. Bu çalışmada klinik koşulların daha yakın taklit edilebilmesi için düzenekler vücut sıcaklığında çalıştırıldı.

Dinamik test düzeneklerinde, eğelere uygulanan aksiyel hareket miktarının eğelerin kırılmalarında önemli bir yere sahip olduğu gösterilmiştir.^{13,19,29} Aksiyel hareket miktarının 1,2 veya 3 mm ile sınırlandırılması eğeyi esnek durumda tutma ve klinik şartlarına daha yakın taklit edebilme açısından gerekli olduğu gösterilmiştir.¹³ Aksiyel hareket miktarı arttıkça eğelerin kırılması için geçen sürenin de arttığı gösterilmiştir.¹³ Çalışmamızda bu nedenle aksiyel hareket klinik kullanıma uygun şekilde 3 mm/s olarak belirlendi.

Sonuç olarak, T-Endo Mis eğe sistemi, statik ve dinamik döngüsel yorgunluk testlerinde benzer performans göstermiştir. Ancak, klinik koşulların tam olarak taklit edilmesi zor olduğundan, bu sonuçların klinik uygulamaya doğrudan aktarılması konusunda dikkatli olunmalıdır. Gelecekteki çalışmalar, farklı klinik senaryolar altında NiTi aletlerin performansını değerlendirmeye devam etmelidir.

Sonuç

Bu çalışmada T-Endo Mis NiTi eğelerin statik ve dinamik döngüsel yorgunluk dayanımlarının benzer olduğu ve kırık parça uzunluklarının arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur.

Kaynaklar

1. De-Deus G, Moreira E, Lopes H, Elias C. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J* 2010;43(12):1063-1068.
2. Kim H-C, Kwak S-W, Plotino GS-P, Ko D-H, Chung S-M, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod* 2012;38(4):541-544.
3. Plotino G, Grande N, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J* 2012;45(7):614-618.
4. İnan U, Keskin C. Torsional resistance of ProGlider, Hyflex EDM, and One G glide path instruments. *J Endod* 2019;45(10):1253-1257.
5. Keskin C, İnan U, Demiral M, Keleş A. Cyclic fatigue resistance of R-Pilot, WaveOne Gold Glider, and ProGlider glide path instruments. *Clin Oral Investig*. 2018;22(9):3007-3012.
6. Keskin C, Yılmaz ÖS, Keleş A, İnan U. Comparison of cyclic fatigue resistance of Rotate instrument with reciprocating and continuous rotary nickel–titanium instruments at body temperature in relation to their transformation temperatures. *Clin Oral Investig* 2021;25(1):151-157.
7. Dosanjh A, Paurazas S, Askar M. The effect of temperature on cyclic fatigue of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *J Endod* 2017;43(5):823-826.
8. De-Deus G, Leal Vieira VT, Nogueira da Silva EJ, Lopes H, Elias CN, et al. Bending resistance and dynamic and static cyclic fatigue life of Reciproc and WaveOne large instruments. *J Endod*. 2014; 40(4): 575-9.
9. Neelakantan P, Reddy P, Gutmann JL. Cyclic fatigue of two different single files with varying kinematics in a simulated double-curved canal. *J Investig Clin Dent*. 2016; 7(3): 272-7.
10. Keleş, A., Eymirli, A., Uyank, O., Nagas, E. (2019). Influence of static and dynamic cyclic fatigue tests on the lifespan of four reciprocating systems at different temperatures. *Int Endod J*. 2019;52(6), 880-886.
11. Ray, J. J., Kirkpatrick, T. C., & Rutledge, R. E. (2007). Cyclic fatigue of EndoSequence and K3 rotary files in a dynamic model. *J Endod*. 2007;33(12), 1469-1472.
12. Uslu, G., Özyürek, T., & İnan, U. (2016). Comparison of cyclic fatigue resistance of ProGlider and One G glide path files. *J Endod*. 2016;42(10), 1555-1558.
13. Li, U. M., Lee, B. S., Shih, C. T., Lan, W. H., & Lin, C. P. Cyclic fatigue of endodontic nickel titanium rotary instruments: static and dynamic tests. *J Endod*. 2002;28(6), 448-451.
14. Hülsmann, M., Donnermeyer, D., & Schäfer, E. A critical appraisal of studies on cyclic fatigue resistance of engine-driven endodontic instruments. *Int Endod J*. 2019;52(10), 1427-1445.
15. Pedullà, E., Corsentino, G., Ambu, E., Rovai, F., Campedelli, F., Rapisarda, S., Grandini, S. Influence of continuous rotation or reciprocation of Optimum Torque Reverse motion on cyclic fatigue resistance of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J*. 51(5): 522-528.
16. Plotino, G., Grande, N. M., Sorci, E., Malagnino, V. A., & Somma, Influence of a brushing working motion on the fatigue life of NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2007; 40(1): 45-51.
17. T-Endo Mis Broşürü, <https://dentac.com/urun/mis/#download>, Erişim tarihi: 11.06.2024
18. İnan U, Keskin C, Yılmaz ÖS, Baş G. Cyclic fatigue of Reciproc Blue and Reciproc instruments exposed to intracanal temperature in simulated severe apical curvature. *Clin Oral Investig*. 2019;23(5):2077-2082
19. Yao, J. H., Schwartz, S. A., & Beeson, T. J. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model. *J Endod* 2006;32(1):55-57.
20. Yared, G. M., Dagher, F. B., & Machtou, P. Cyclic fatigue of Profile rotary instruments after simulated clinical use. *Int Endod J*, 1999;32(2):115-119.
21. Cheung, G. S. P., Zhang, E. W., & Zheng, Y. F. A numerical method for predicting the bending fatigue life of NiTi and stainless steel root canal instruments. *Int Endod J* .2011;44(4): 357-361.
22. Plotino, G., Grande, N. M., Cotti, E., Testarelli, L., & Gambarini, G. Blue treatment enhances cyclic fatigue resistance of Vortex nickel-titanium rotary files. *J Endod*. 2014;40(9):1451-1453.
23. Wan, J., Rasimick, B. J., Musikant, B. L., & Deutsch, A. S. A comparison of cyclic fatigue resistance in reciprocating and rotary nickel-titanium instruments. *Aust Endod J*, .2011;37(3):122-127.
24. Demirci, G. K., Kurt, S. M., Serefoglu, B., Kaval, M. E., & Çalışkan, M. K. Farklı Isıl İşlem Uygulanmış Nikel Titanyum Eğelerin Döngüsel Yorgunluk Dirençlerinin

- Karşılaştırılması. EÜ Dişhek Fak Derg, 2020;41(3).
25. De Hemptinne, F., Slaus, G., Vandendael, M., Jacquet, W., De Moor, R. J., Bottenberg, P. In vivo intracanal temperature evolution during endodontic treatment after the injection of room temperature or preheated sodium hypochlorite. *J Endod.* 2015;41(7):1112-1115.
 26. Lopes, H. P., Lopes, W., Vieira, V., Elias, C., & Cunha, R. Evaluation of the flexibility, cyclic fatigue, and torsional resistance of rotary endodontic files made of different nickel-titanium alloys. *Int J Dentistry Oral Sci.* 2016;8:001-1.
 27. De-Deus, G., Silva, EJNL, Vieira, VTL., Belladonna, FG., Elias, CN., Plotino, G., Grande, NM. Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the Reciproc files. *J Endod.* 2017;43(3): 462-466.
 28. De Vasconcelos, RA., Murphy, S., Carvalho, CAT., Govindjee, RG., Govindjee, S., & Peters, OA. (2016). Evidence for reduced fatigue resistance of contemporary rotary instruments exposed to body temperature. *J Endod.* 2016;42(5):782-787.
 29. Dederich, DN., & Zakariasen, KL. (1986). The effects of cyclical axial motion on rotary endodontic instrument fatigue. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol.* 1986;61(2):192-196.



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310, Cilt 3, Sayı 2, Mayıs - Ağustos 2024
Volume 3, Number 2, May - August 2024

The effect of Previous Dental Treatments on Dental Anxiety in Children Aged 4-12

4-12 Yaş Arası Çocuklarda Önceki Dental Tedavilerin Dental Anksiyete
Üzerindeki Etkisi

Dental anxiety in children / Çocuklarda dental anksiyete

Mihriban GÖKCEK TARAÇ¹

¹Dr. Öğr Üyesi., Department of Pediatric Dentistry, Karabük University School of Dentistry, Karabük, Türkiye
gokcekmihriban@karabuk.edu.tr
ORCID: 0000-0003-3960-8518

Article Type: Original Article

Ethical Approval: Karabük University Non Invasive Ethical Committee / Protocol No: 2023/1437. Informed Consent: Verbal consent for intraoral examination was obtained from the children participating in the study, and written consent was obtained from their legal guardians on behalf of both themselves and their children.

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 22-03-2024

Kabul Tarihi / Accepted: 16-07-2024

Yıl / Year: 2024 | **Cilt – Volume:** 3 | **Sayı – Issue:** 2 | **Sayfa / Pages:** 374-381

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mihriban GÖKCEK TARAÇ

<https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1457306>

The effect of Previous Dental Treatments on Dental Anxiety in Children Aged 4-12

4-12 Yaş Arası Çocuklarda Önceki Dental Tedavilerin Dental Anksiyete Üzerindeki Etkisi

ÖZET

Amaç: Başarılı bir dental tedavi için hastanın kooperasyonu önemli bir faktördür. Dental tedavilere karşı oluşan kaygıda önceki tedavi deneyimlerinin yanı sıra ailenin sosyo-ekonomik faktörleri, çocuğun yaşı, cinsiyeti, ağız hijyeni durumu gibi çeşitli faktörler de etkili olabilmektedir. Bu çalışmanın amacı önceki dental tedavi deneyimlerinin dental kaygıdaki rolünü değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Araştırmaya diş tedavisi için başvuran 4-12 yaş arası çocuklar ve aileleri dahil edilmiştir. Aileler, çocuklarının diş tedavisi sırasında sosyodemografik verileri ve önceki diş tedavilerine ilişkin bilgileri içeren anket formunu doldurmuştur. İşlem öncesi çocuklara Yüz Görüntü Skalasında 5 resim o andaki duygularına en yakın olan resmi seçmeleri istenmiştir. İşlem sırasındaki iş birliğinin derecesi Frankl Davranış Ölçeği ile belirlenmiştir. Hastaların dental kaygılarının çeşitli faktörlerle etkileşimi analiz edilmiştir. Sürekli varyasyon değişkenleri arasında normal dağılım gösteren değişkenlerin çoklu karşılaştırmaları için ANOVA post-hoc analizi ve Tukeys testi kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyenlerde Kruskal Wallis post-hoc analizi ve Man Whitney U testi kullanılmıştır.

Bulgular: Diş tedavilerine karşı oluşan kaygının kızlarda ve genç yaş gruplarında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Frankl skalasına göre, rutin diş kontrolüne gelen ve daha önce diş tedavisi gören çocuklarda önceki tedavinin olumlu ya da olumsuz geçmesinden bağımsız olarak daha yüksek skorlar görülmüştür. Yüz Görüntü Skalasında ise daha önce dental tedavi görmeyen çocukların daha olumlu yüzler seçtiği, olumsuz dental tedavi deneyimi olan çocukların ise daha olumsuz yüzler seçtiği görülmüştür.

Sonuç: Daha önceki dental tedavi deneyimleri ve rutin kontroller; hem çocuğun kinik ortamına ve doktora aşinalık hissetmesini hem de invaziv dental işlemlere olan ihtiyacı azaltacağından dental anksiyetenin azaltılmasında önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle dental kaygının olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için çocukları erken yaşta düzenli diş kontrollerine getirerek koruyucu dental tedaviler yapılmalı ve mümkün olduğunca invaziv diş tedavilerine olan ihtiyaç ortadan kaldırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Dental anksiyete; Diş çürüğü; Tedavi

ABSTRACT

Objective: The patient's cooperation is crucial for the success of dental treatment. In addition to previous treatments, various factors such as socio-economic status, age, gender, and oral hygiene can influence dental anxiety. The aim of this study is to evaluate the impact of previous dental treatment experiences on dental anxiety.

Material and Method: Children aged 4-12 years who applied for dental treatment, along with their families, participated in the study. During their children's dental treatment, families completed a survey form containing sociodemographic data and information about previous dental treatments. Before the procedure, children were shown five pictures from the Facial Image Scale and asked to choose the picture that best represented their current emotion. The degree of cooperation during the procedure was assessed using the Frankl Behavior Scale. The interaction of patients' dental anxiety with various factors was analyzed. ANOVA post-hoc analysis and Tukey's test were used for multiple comparisons of normally distributed variables among continuous variation variables. Kruskal-Wallis post-hoc analysis and the Mann-Whitney U test were used for variables that did not follow a normal distribution.

Results: Dental anxiety was found to be higher in girls and younger age groups, although this difference was not statistically significant. According to the Frankl scale, children who attended routine dental check-ups and had previous dental treatment experiences had higher scores, regardless of whether the previous treatment was favorable or unfavorable. Based on the Facial Image Scale, it was observed that children with no previous dental treatment selected more positive faces, whereas children with negative dental treatment experiences selected more negative faces.

Conclusion: Previous dental treatment experiences and routine check-ups significantly impact reducing dental anxiety by familiarizing the child with the clinical environment and the dentist, as well as by reducing the need for invasive dental procedures. Therefore, to eliminate the negative effects of dental anxiety, preventive dental treatments should be emphasized by bringing children to regular dental check-ups at an early age, thus minimizing the need for invasive dental treatments.

Keywords: Dental anxiety; Dental caries; Treatment

Introduction

Children form a group of individuals that show great diversity in terms of age, adaptation, maturity, personality, emotions, experience, oral health, family background, and culture. All these factors affect a child's cooperation during dental treatment. Some children are more tolerant of stressful situations and are less likely to cause problems for the dentist, while others are more sensitive and require more attention and time to feel comfortable and cooperative during dental treatment.¹ One of the cornerstones of pediatric dentistry is the ability to positively guide children through their dental experience.² Therefore, it is important for dentists to identify anxious patients who need special attention as early as possible to ensure a comfortable dental treatment.³

Various rating scales have been developed to evaluate a child's behavior during dental visits.⁴ Among these methods, projective methods are used more frequently because they can be applied to younger age groups. In our study, we preferred the Facial Image Scale (FIS) and the Frankl Behavior Rating Scale because they provide faster results, especially for the younger age group.⁵

Dental anxiety causes children to avoid dental treatments, resulting in the deterioration of oral and dental health and an increased prevalence of caries.⁶ Patients with high dental anxiety usually come to the clinic only in cases of emergency and toothache. This situation leads to skipping initial treatments and starting dental care with more difficult procedures.⁷ Consequently, previous dental experiences may result in fear and anxiety in later appointments.⁸ This study aimed to assess the effect of previous dental treatment experiences on dental anxiety. The H0 hypothesis of the study is that previous dental treatment experiences have no effect on dental anxiety, and the H1 hypothesis is that previous dental treatment experiences reduce dental anxiety.

Methods

Study Design

The study was a cross-sectional descriptive study conducted at Karabük Oral and Dental Health Training and Research Hospital and was approved by the Ethics Committee of the University of Karabük (approval no: 2023/1437). A pilot study was conducted to evaluate the

feasibility of the study, clarify the questionnaire design, and determine the sample size. The sample size was determined to be 140 children.

The inclusion criteria were the willingness of the families to complete the questionnaire and the children's consent for intraoral examination and procedures. Families who were not willing to complete the questionnaire, uncooperative children, and children with mental disabilities were excluded.

Subjects and Procedure

Children aged 4-12 years and their parents participated in the study. Throughout the children's treatments, families were asked to complete questionnaires consisting of four parts. The first part included questions about the child's sociodemographic data and their experiences with previous dental treatments. The second part contained general information about the sociodemographics and oral hygiene habits of the family. The third section included tables for recording the DMFT/dft scores (caries, missing, and filled teeth) noted by the physician. The fourth section included scores from the Frankl Behavior Rating Scale and Facial Image Scale.

Facial Image Scale (FIS)

The Facial Image Scale (FIS) is a visual scale comprising faces used to assess dental anxiety in children. The scale consists of a series of 5 faces depicting emotions ranging from very happy to very unhappy. In the scoring process, the happiest face is assigned a score of 1, while the most unhappy face corresponds to a score of 5 (Figure 1).⁹ Before dental treatment, pediatric patients were asked to select the face that best represented their emotional state, and their dental anxiety score was determined accordingly.

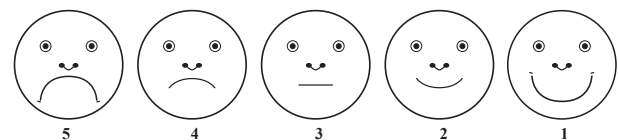


Figure 1: Facial Image Scale

Frankl Behaviour Rating Scale

Developed in 1962, the Facial Image Scale (FIS) is commonly utilized in the clinical behavior evaluation of pediatric patients. This visual scale categorizes the child's behavior during dental treatment into four groups: absolutely negative, negative, positive, and definitely

positive (see Figure 2).¹⁰ In this study, the child's behavior was evaluated according to the Frankl Behavior Rating Scale during the examination prior to proceeding to the dental treatment stage, aiming to assess the impact of previous treatments.

Frankl Behavior Rating Scale		
1	Definetely Negative	Refusal of treatment, severe crying and fear, clear evidence of extreme negativity
2	Negative	Reluctance to accept treatment, unwillingness to cooperate, with some negative behaviors present but not highly pronounced.
3	Positive	Acceptance of treatment but cautious, approaching the dentist with reservations, yet cooperating with the dentist's instructions.
4	Definetely Positive	Complete harmony with the dentist, showing interest in dental treatment, and enjoying the treatment process.

Figure 2: Frankl Behavior Rating Scale

Statistical Analysis

Descriptive statistics were used to analyze frequency and percentage distributions. The chi-square test was employed to evaluate two-way tables. For normally distributed continuous variables, ANOVA post-hoc analysis and Tukey's test were conducted for multiple comparisons. For variables that did not follow a normal distribution, Kruskal-Wallis post-hoc analysis and the Mann-Whitney U test were utilized. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results

Our study included 140 parents and their children. Among the parents, 76.4% were women (mothers) and 23.6% were men. The mean age of the parents was 37.4 ± 5.9 years, while the mean age of the children was 7.7 ± 0.8 years. Sociodemographic data regarding the children and their parents are detailed in Table 1 and Table 2.

The dental anxiety of the children was assessed using the Facial Image Scale (FIS) and the Frankl Behavior Rating Scale. When evaluating the relationship between patients' age and gender with dental anxiety, no significant relationship was found using the Frankl Behavior Rating Scale (age $p=0.373$, gender $p=0.954$) or the FIS (age $p=0.425$, gender $p=0.493$). However, despite the lack of statistical significance, dental anxiety tended to be higher in girls and younger children. Significant relationships were observed with parents' educational status (Frankl $p=0.02$, FIS $p=0.002$) and the number of children at home (Frankl $p=0.03$, FIS $p=0.04$). Dental

anxiety was less common in children whose families had higher education levels, whereas it increased with the number of children in the household (Table 3).

A high percentage (90.7%) of the children had previous dental treatment, and it was observed that receiving treatment from pediatric dentists significantly reduced dental anxiety. The time elapsed since the last appointment and the experience of that appointment did not significantly affect the Frankl Behavior Scale, but they did have a significant effect according to the FIS. Dental anxiety was found to increase with time since the last dental treatment based on the FIS. Moreover, while the specific procedure at the previous appointment did not affect the Frankl Behavior Scale, children who received preventive dental treatments at their previous appointment showed significantly lower dental anxiety according to the FIS. A significant relationship was identified between children's dft/DMFT scores and negative dental treatment experiences within their families, and their dental anxiety levels. Children with higher dft/DMFT scores or a family history of negative dental experiences tended to score lower on the Frankl Behavior Rating Scale (predominantly in categories 1 and 2, indicating negative behavior) and higher on the FIS (indicating more negative responses). As the number of dental caries increased, children were more likely to choose negative faces on the scale (Table 4).

Discussion

The study observed that children with previous dental treatment experience, particularly those who had positive

Table I. Socio-demographic data of parents

Variables	N=140	%
Age		
<30	10	7.1%
30-40	92	65.7%
More than 40	38	27.2%
Gender		
Female	107	76.4%
Male	33	23.6%
Educational Level		
Primary School	33	23.6%
High School	50	35.7%
University / Postgraduate	57	40.7%
Monthly Income		
Low	39	27.9%
Medium	81	57.9%
High	20	14.2%
Number of Children		
1	19	13.5%
2	72	51.5%
3 or more	49	35.0%
Tooth brushing frequency		
Sometimes	13	9.3%
Once in a day	75	53.6%
Twice or more in a day	52	37.1%
Previous negative dental treatment experience		
Yes	29	20.7%
No	111	79.3%

Table II. Socio-demographic data of children

Variables	N=140	%
Age		
4-6	43	30.7%
7-9	66	47.2%
10-12	31	22.1%
Gender		
Female	75	53.6%
Male	65	46.4%
Tooth brushing frequency		
Sometimes	35	25.0%
Once in a day	59	42.1%
Twice or more in a day	46	32.9%
Routine dental check-up?		
Yes	79	56.4%
No	61	43.6%

Table III. Relationship between Dental Anxiety Scales of Children (p values)

Variables	Frankl Behaviour Rating Scale	FIS
Age	0.373	0.954
Gender	0.425	0.493
Family income	0.161	0.28
Educational level of parents	0.02	0.002
Number of children	0.03	0.04

Table IV. Previous dental treatments

Variables	N=140	%	Frankl (mean values)	FIS (mean values)
Have you had dental treatment before?				
Yes	127	90.7%	3.45	2.32
No	13	9.3%	2.07	4.30
p			0.001	0.001
How were previous treatments?				
Positive	92	72.5%	3.54	2.12
Not so good	29	22.8%	3.41	2.41
Negative	6	4.7%	2.83	3.83
p			0.18	0.04
Who did the previous treatment?				
General dentist	24	18.9%	1.88	4.83
Pedodontist	103	81.1%	3.82	1.70
p			0.000	0.000
Time since last treatment				
More than 1 year	12	9.5%	3.30	2.40
6 ay – 1 year	14	11.0%	3.54	2.20
In the last 6 months	101	79.5%	3.51	1.76
p			0.43	0.04
At what age did she/he receive his first dental treatment?				
4-6 years	85	66.9%	3.44	2.29
7-9 years	38	29.9%	3.61	2.23
10-12 years	4	3.2%	3	2.25
p			0.32	0.30
Treatment performed in the previous dental appointment				
Filling	73	57.5%	3.37	1.96
Extraction	23	18.1%	3.45	2.41
Root-canal treatment	28	22.0%	3.62	2.37
Fissure sealant/flour application	3	2.4%	3.66	1.66
p			0.08	0.001

Routine dental check-up?				
Yes	79	56.4%	3.4	2.3
No	61	43.6%	3.2	2.7
p			0.09	0.07
Did she/he see the syringe during anesthesia?				
Yes	52	40.9%	3.51	2.23
No	75	59.1%	3.46	2.30
p			0.257	0.262
dft Scores			0.01	0.004
DMFT Scores			0.006	0.01
Previous negative dental treatments of parents				
Yes	29	20.7%	2.17	3.53
No	111	79.3	3.36	2.41
p			0.01	0.007

experiences during these treatments, exhibited lower levels of dental anxiety. Additionally, children whose treatments were conducted by pediatric dentists showed lower dental anxiety compared to those treated by other types of dental professionals. Interestingly, the type of treatment performed in previous sessions was found to have a lesser impact on anxiety levels compared to these other factors.

Although dental anxiety can affect individuals of all age groups, it is more prevalent in younger children.^{11,12} Given the widespread occurrence of early childhood caries globally, it is crucial to prevent situations that may induce dental anxiety and promote cooperation in children to ensure successful dental treatments. Numerous studies have explored dental anxiety in children, often utilizing the Children's Fear Survey Schedule - Dental Subscale (CFSS-DS) questionnaire, which assesses anxiety levels related to dental procedures and situations.¹³⁻¹⁵ However, administering this questionnaire to younger children may be challenging due to comprehension issues and the accuracy of responses. Therefore, in this study, the Facial Image Scale (FIS) and the Frankl Behavior Rating Scale were chosen for their suitability in younger age groups, allowing for easier assessment of dental anxiety levels.

Studies have indicated that dental anxiety tends to be higher in girls compared to boys, possibly because girls are more likely to openly express their emotions, while boys may tend to suppress their fears.^{16,17} However, in this study, similar to the findings of Coric et al.¹⁸ and Majstrovic et al.¹⁷ no significant relationship was observed between dental anxiety and gender.

It has been observed in various studies that dental anxiety tends to decrease with age, possibly due to children's improved cognitive abilities and better understanding of their surroundings, which allows them to perceive dental procedures more accurately.^{12,19} However, in this study, similar to the findings of Lima et al.²⁰ no statistically significant difference was found in dental anxiety based on the age of the children.

Dogan et al.²¹ reported a higher prevalence of dental anxiety among children from low-income families, while Uziel et al.²² highlighted the significant role of maternal educational status in children's dental anxiety. In this study, no relationship was found between dental anxiety and the monthly income of parents using both the Frankl Behavior Rating Scale and the Facial Image Scale (FIS). However, a significant relationship was observed between parental educational levels and dental anxiety.

The effect of the number of siblings on dental anxiety may be two-fold. On one hand, if children observe their siblings cooperating during dental treatments, it can alleviate their own dental anxiety. Conversely, witnessing the dental treatments of uncooperative siblings may significantly increase dental anxiety.²³ In this study, it was observed that dental anxiety tended to increase with the number of siblings.

It is widely accepted that previous dental treatment experiences can reduce anxiety by fostering a sense of familiarity and trust between the patient, dentist, and clinic.²⁴ Similarly, Abanto et al.¹² reported that previous dental experiences significantly decreased dental anxiety. However, contrasting findings were reported by Amorim et al.¹³ who found no significant effect of previous dental treatments on anxiety levels.

Bajric et al.¹⁴ suggested that individuals may develop reflexive dental anxiety as a defense mechanism against invasive dental procedures such as tooth extraction or cavity preparation. Similarly, it has been reported that children who have undergone invasive procedures like tooth extraction and cavity preparation tend to exhibit higher levels of dental anxiety.²⁵ In this study, it was observed that children who received preventive treatments such as fissure sealants or fluoride applications in their previous appointments had lower dental anxiety. Conversely, children who underwent procedures like

tooth extraction and root canal treatments showed higher dental anxiety. This difference may be attributed to the relatively longer duration of treatments involving instruments like files and irrigation injectors during root canal treatments, as well as the invasive nature of tooth extraction.

It was observed that dental anxiety, as measured by the Facial Image Scale (FIS), increased with the length of time since the last dental treatment. Children may recall their experiences less vividly when a significant amount of time has passed between treatments, potentially leading to increased anxiety before the procedure (FIS). However, their behavior during the procedure, as assessed by the Frankl Behavior Rating Scale, may not necessarily reflect increased anxiety and may still exhibit positive behavior.

In this study, similar to findings in other studies, a significant relationship was observed between dmft/DMFT scores (indicating caries experience) and dental anxiety.^{26,27} This association is often attributed to anxious children having inadequate oral hygiene practices and unhealthy eating habits, which can lead to higher rates of dental caries. Furthermore, anxious children may avoid dental treatments, exacerbating their oral health issues.²⁷

Children take their parents as role models. Smith and colleagues²⁸ noted that parents can inadvertently transmit their negative dental experiences to their children through their words and behaviors. Therefore, parents' attention to oral and dental health, as well as their compliance with dental treatments, can significantly influence the prevention of dental anxiety.²⁹ Studies examining the role of parents in children's dental anxiety have consistently reported a positive correlation between parents' and their children's levels of dental anxiety.¹⁸⁻³⁰ In our study, we observed higher levels of dental anxiety in children whose parents had negative dental treatment experiences previously. This suggests that negative experiences may indirectly influence children's dental anxiety through parental transmission.

Limitations

The study was conducted at a hospital that serves patients from various surrounding provinces, encompassing parents with diverse socio-cultural backgrounds. However, the results obtained cannot be

universally generalized worldwide. Dental anxiety poses a significant barrier to necessary treatments, emphasizing the importance of overcoming it. Therefore, ongoing research is crucial for evaluating the relationship between dental anxiety and various influencing factors.

Conclusions

When evaluating dental anxiety in children, although it appears more common in girls and younger age groups, no statistically significant difference was observed in this study. Factors such as previous dental treatments, socio-cultural conditions of families, and the incidence of dental caries are influential in dental anxiety. Particularly, children having prior dental treatment experiences are among the most significant factors in reducing anxiety towards dental treatments. Therefore, to mitigate the negative effects of dental anxiety, children should receive regular dental check-ups and necessary preventive treatments to minimize the need for invasive procedures.

Acknowledgements

I would like to extend my heartfelt thanks to the staff of the Department of Pediatric Dentistry, the pediatric patients who participated in this study, and their parents for their invaluable efforts and unwavering support.

References

1. Klinberg G. Dental anxiety and behaviour management problems in paediatric dentistry--a review of background factors and diagnostics. *Eur Arch Paediatr Dent* 2008;9 Suppl 1:11-5.
2. Riba H, Al-Zahrani S, Al-Buqmi N, Al-Jundi A. A Review of Behavior Evaluation Scales in Pediatric Dentistry and Suggested Modification to the Frankl Scale. *EC Dental Sci* 2017;16.6:269-75.
3. Tüzüner T, Karamüftüoğlu N, Ulusu T. Çocuklarda diş hekimliği işlemlerine karşı duyulan kaygı düzeylerinin Facial Image Scale (FIS) ile değerlendirilmesi ve FIS ile Venham Picture Test (VPT)'in korelasyonunun saptanması. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 2007;24(3):145-9.
4. American Academy of Pediatric Dentistry. Behavior guidance for the pediatric dental patient. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry;2023:359-77.
5. Buchanan H, Niven N. Validation of a Facial Image Scale to assess child dental anxiety. *Int J Paediatr Dent.* 2002;12(1):47-52.
6. Wigen TI, Skaret E, Wang NJ. Dental avoidance behaviour in parent and child as risk indicators for caries in 5-year-old children. *Int J Paediatr Dent.* 2009;19(6):431-37.
7. Buldur B, Armfield JM. Development of the Turkish version of the Index of Dental Anxiety and Fear (IDAF-4C+): Dental anxiety and concomitant factors in pediatric dental patients. *J Clin Pediatr Dent.* 2018;42(4):279-86.
8. Hmud R, Walsh L. Dental anxiety: causes, complications and management approaches. *J Minim Interv Dent.* 2009;2(1): 67-78.
9. Buchanan H, Niven N. Validation of a facial image scale to assess child dental anxiety. *Int J Paediatr Dent.* 2002;12:47-52
10. Frankl S, Shiere F, Fogels H. Should the parent remain with the child in the dental operator? *J Dent Child.* 1962;29:150-63.
11. Kiliç G, Akay A, Eden E, Sevinç N, Ellidokuz H. Evaluation of children's dental anxiety levels at a kindergarten and at a dental clinic. *Braz Oral Res.* 2016;30(1):1806-32.
12. Abanto J, Vidigal EA, Carvalho TS, Sá SN, Bönecker M. Factors for determining dental anxiety in preschool children with severe dental caries. *Braz Oral Res.* 2017;16;(31):e13.
13. Amorim CS, Menezes BS, Chaves JNT, Pereira EP, Coqueiro RDS, Fonseca-Gonçalves A, Maia LC, Pithon MM. The effect of socioeconomic aspects and dental history on pediatric patients' dental anxiety. *Braz Oral Res.* 2022;8;36:e106.
14. Bajrić E, Kobašlija S, Huseinbegović A, Zukanović A, Marković N, Selimović-Dragaš M, Arslanagić A, Hasić-Branković L, Zukić S. Predictors of Dental Fear and Anxiety in 9-12-year-old Children in Bosnia and Herzegovina. *Acta Stomatol Croat.* 2022;56(3):246-56.
15. Tollili C, Katsouda M, Coolidge T, Kotsanos N, Karagiannis V, Arapostathis KN. Child dental fear and past dental experience: comparison of parents' and children's ratings. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2020;21(5):597-608.
16. Alshoraim MA, El-Housseiny AA, Farsi NM, Felemban OM, Alamoudi NM, Alandejani AA. Effects of child characteristics and dental history on dental fear: cross-sectional study. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):33.
17. Majstorovic M, Veerkamp JS, Skrinjaric I. Reliability and validity of measures used in assessing dental anxiety in 5- to 15-year-old Croatian children. *Eur J Paediatr Dent.* 2003;4(4):197-202.
18. Coric A, Banozic A, Klaric M, Vukojevic K, Puljak L. Dental fear and anxiety in older children: an association with parental dental anxiety and effective pain coping strategies. *J Pain Res.* 2014;7:515-21.
19. Răducanu AM, Feraru V, Herteliu C, Anghelescu R. Assessment of the prevalence of dental fear and its causes among children and adolescents attending a department of paediatric dentistry in Bucharest. *OHDMBSC* 2009;8(1):42-9.
20. Lima DSM, Barreto KA, Rank RCIC, Vilela JER, Corrêa MSNP, Colares V. Does previous dental care experience make the child less anxious? An evaluation of anxiety and fear of pain. *Eur Arch of Paediatr Dent.* 2021;22(2):139-43.
21. Dogan MC, Seydaoglu G, Uguz S, Inanc BY. The effect of age, gender and socio-economic factors on perceived dental anxiety determined by a modified scale in children. *Oral Health Prev Dent.* 2006;4(4):235-41.
22. Uziel N, Meyerson J, Kuskasy M, Gilon E, Eli I. The Influence of Family Milieu on Dental Anxiety in Adolescents-A Cross-Sectional Study. *J Clin Med.* 2023;12(6):2174.
23. Porritt J, Marshman Z, Rodd HD. Understanding children's dental anxiety and psychological approaches to its

- reduction. *Int J Paediatr Dent.* 2012;22(6):397-405.
24. Murad MH, Ingle NA, Assery MK. Evaluating factors associated with fear and anxiety to dental treatment-A systematic review. *J Family Med Prim Care.* 2020;30;9(9):4530-5.
 25. Klaassen MA, Veerkamp JS, Hoogstraten J. Changes in children's dental fear: a longitudinal study. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2008;9(1):29-35.
 26. Yahyaoglu O, Baygin O, Yahyaoglu G, Tuzuner T. Effect of Dentists' Appearance Related with Dental Fear and Caries aStatus in 6-12 Years Old Children. *J Clin Pediatr Dent.* 2018;42(4):262-8.
 27. Alsadat FA, El-Housseiny AA, Alamoudi NM, Elderwi DA, Ainoso AM, Dardeer FM. Dental fear in primary school children and its relation to dental caries. *Niger J Clin Pract.* 2018;21(11):1454-60.
 28. Smith PA, Freeman R. Remembering and repeating childhood dental treatment experiences: parents, their children, and barriers to dental care. *Int J Paediatr Dent.* 2010;20(1):50-8.
 29. Lahti S, Luoto A. Significant relationship between parental and child dental fear. *Evid Based Dent.* 2010;11(3):77.
 30. Themessl-Huber M, Freeman R, Humphris G, Mac Gillivray S, Terzi N. Empirical evidence of the relationship between parental and child dental fear: a structured review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent.* 2010;20(2):83-101.



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310, Cilt 3, Sayı 2, Mayıs - Ağustos 2024
Volume 3, Number 2, May - August 2024

Kişisel Ölçü Postu Kullanımıyla Pembe Estetik Skorunun Yükseltilmesi: Olgu Sunumu

Improving Pink Esthetic Score by Using Custom Impression Coping: Case Report

Kişiselleştirilen Ölçü Postu: Olgu Sunumu

Tansu SİMSAR¹, Meltem ÖZDEMİR KARATAŞ², Ali BALIK³

¹Dt. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protetik Diş Tedavisi ABD
İstanbul, Türkiye
tansusimsar@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6150-6628

²Prof. Dr. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi ABD
İstanbul, Türkiye
meltemok@istanbul.edu.tr
ORCID: 0000-0001-7132-9936

³Prof. Dr. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi ABD
İstanbul, Türkiye
ali.balik@istanbul.edu.tr
ORCID: 00000-0002-3630-831X

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasını reddetmektedir.
Yazar Katkı Oranları: (%50)¹- (%25)²-(%25)³

Makale Bilgisi / Article Information
Makale Türü / Article Types: Olgu Sunumu / Case Report
Geliş Tarihi / Received: 14-04-2024
Kabul Tarihi / Accepted: 16-07-2024

Yıl / Year: 2024 | Cilt – Volume: 3 | Sayı – Issue: 2 | Sayfa / Pages: 382-389

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Tansu SİMSAR

<https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1468228>

Kişisel Ölçü Postu Kullanımıyla Pembe Estetik Skorunun Yükseltilmesi: Olgu Sunumu

Improving Pink Esthetic Score by Using Custom Impression Coping: Case Report

ÖZET

Diş hekimliğinde, hastaların eksilen dişlerle beraber fonksiyon kaybı ve fonasyonunun bozulması durumlarının telafisinde implant tedavisi seçeneği, özellikle de estetiğin sağlanabilmesi avantajı nedeniyle sıkça uygulanan tedavilerdendir.

47 yaşında sistemik olarak sağlıklı erkek hasta, santral diş hizasında bulunan mevcut implant protezinin yenilenmesi için kliniğimize başvurdu. Bu vaka raporunda, implant protezinden estetik memnuniyetsizlik yaşaması sebebiyle kliniğimize başvuran hastamızın mevcut siman retansiyonlu implant protezi vida retansiyonlu bir protetik restorasyon ile yenilendi. Bu amaçla anatomik dişeti çıkış profiline sahip vida retansiyonlu geçici protez kullanıldı. İyileşme dönemini takiben, dişeti çıkış profili, açık ölçü postuna, daha sonra ölçüye aktarılarak, laboratuvar işlemlerinden sonra hastanın protezi son haline getirildi.

Anahtar Kelimeler: *Diş implantı; implant-destekli diş protezi; Tek-diş implantlar*

ABSTRACT

Implant treatment is one of the frequently applied treatments to compensate for the deterioration of function and phonation of patients due to missing teeth, with the advantage of providing aesthetics.

A 47-year-old systemically healthy male patient applied to our clinic for renewal of his prosthesis. In this case report, after removing of the existing implant prosthesis, a screw-retained temporary prosthesis with an anatomical gingival emergence profile was used. Following the healing period, the gingival emergence profile was transferred to the open impression coping, after laboratory procedures, the patient's prosthesis was finalized.

Keywords: *Dental Implant; Implant-supported dental prosthesis; Single-Tooth Implants*

Giriş

İmplant destekli protezler diş eksikliklerinde kullanılan başlıca tedavi yöntemlerinden biri olmuştur. Dişsiz, kısmi dişsiz ve tek diş eksikliği bulunan hastaların oral rehabilitasyonlarında kullanılan implant tedavilerinin hastalarda görülen yüksek başarı oranlarıyla hızlı bir biçimde büyük gelişmeler kat ederek, implant tedavisi artık oldukça öngörülebilir bir kavram haline gelmiştir.¹ Özellikle santral kesici dişe yapılan implant üstü restorasyonlar, hastanın estetik beklentisini karşılamada zorlanılan ve hekimler için teknik hassasiyet gerektiren durumlardır. Hasta tam olarak gülümsediğinde geniş bir alan görünür olacağından implant restorasyonu da oldukça görünür olacaktır. Bu bölgede tedaviyi etkileyen hususlar arasında restorasyonun şekil ve renk uyumu, dişler arası mesafe, yumuşak doku formu, karşıt dişlerle ilişkisi ve hastanın estetik beklentileri bulunur.²

Belser ve ark³. ideal olarak başarılı implant destekli restorasyonların, doğal dişlerin görünümünü taklit etmeleri gerektiğini vurgulamış bu amaçla ön bölgedeki implant destekli tek kuronların etrafındaki yumuşak dokunun estetik sonucunu değerlendirmek için Pembe Estetik Skoru (PES) tanımlamışlardır.³ Sert ve yumuşak dokunun harmoni içinde uyum oluşturabilmesi protezin görseelliğini arttırmasının yanı sıra, bu uyum implant üstü protezlerde başarıyı arttıran belirleyici bir kriterdir.⁴ Restorasyonun çıkış profili, protezlerin estetik ve uzun vadeli başarısını büyük ölçüde etkilemektedir. Uzun vadeli başarının en önemli sebeplerinden biri de çıkış profilinin peri-implant sağlık durumunu doğrudan etkilemesidir.⁵ İdeal bir yumuşak doku iyileşmesi ve çıkış profili sağlamak, özellikle ön bölgedeki implant restorasyonlarında hekimlerin hedeflerinden biri olmalıdır. Restorasyonların estetik ve fonksiyonel başarısını sağlamak için geçici restorasyonlar vasıtasıyla uygun bir dişeti çıkış profili oluşturulması ve bunun sonraki kalıcı restorasyonlara başarılı bir biçimde aktarılması gereklidir.⁵ Kişiselleştirilmiş iyileşme başlıkları veya geçici restorasyonlar günümüzde ideal dişeti çıkış profili oluşturma amacıyla yaygın olarak tercih edilmektedir.⁶ Geçici restorasyonun yapımında vidalı sistemlerin tercih edilmesi üzerinde tekrarlanan düzeltmeler yapılabilmesi açısından, simante sisteme kıyasla daha avantajlıdır. Bu sebeple bu vakada hastanın var olan simante sisteme uygun protetik dayana-

ğı model üzerinde oklüzalden vidalı geçici restorasyona uygun olacak şekilde adapte edilmiştir. Siman kalıntısının bulunmaması, restorasyonun dişeti ile bulunduğu bölgede daha pürüzsüz bir alan oluşturur. Bu durum, dayanak ile kuronun kesiştiği noktadaki düzensizlikleri minimize eder ve doku onarımını teşvik eden cilalı bir yüzey sağlar. Böylece dokunun hızlı bir şekilde iyileşmesine yardımcı olur.⁷⁻¹⁰ Dişeti çıkış profili geçici ile oluşturulurken, çıkış profili farklı estetik zonlarda farklı tasarımıyla Estetik Biyolojik Kontur (EBC) konseptine uygun hazırlanmıştır.¹¹ Önceki protetik restorasyonunda mezial ve distalinde herhangi bir papil oluşumu olmayan ağızda papil oluşumu sağlayabilmek adına, kontak noktasının krestal kemiğe yakınlaştırarak mesafe 7mm altına düşürülerek var olan dişetinde servikal 1/3' te papil oluşumu hedeflenmiştir.¹² Sadece anatomik bir çıkış profili oluşturmak yeterli olmadığı gibi bu çıkış profilinin daimi protez ölçüsüne birebir yansıtılabilmesi gerekir.¹³ Bu vaka raporunda, anatomik dişeti çıkış profiline sahip vida retansiyonlu olarak yapılan geçici protez sonrası ölçüye aktarılan dişeti çıkış profili ile hastaya estetik bir görünüm kazandırılması amaçlanmış hastanın protetik rehabilitasyonu Besler ve ark³. tanımladığı PES üzerinden değerlendirilmiştir. PES'in yedi varyantı şekil 1 ve tablo I'de total puanın verilme kriterleri gösterilmiştir.

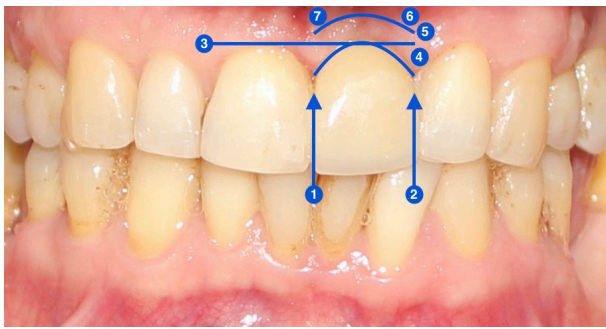
Birey ve Yöntem

47 yaşında sistemik hastalığı bulunmayan erkek hasta, santral diş yerinde bulunan mevcut implant protezinin estetik beklentilerini karşılamaması sebebiyle yenilenmesi için kliniğimize başvurdu. Yapılan klinik ve radyolojik muayeneler sonucunda hastanın mevcut implantının (3.3ØX9mm, CAMLOG implant, CAMLOG Biotechnologies GmbH, İsviçre) sağlıklı durumda olduğu tespit edildi. Restorasyonunu değiştirmek isteyen hastaya mevcut dayanağının da değiştirilmesinin gerekliliği bu süreçte dişsiz kalmayacağı, geçici restorasyonla dişeti çıkış profili oluşturulduktan sonra Ti-base (3.3Ø çap ve 4.7mm boy, CAMLOG Titanium bases, CAMLOG Biotechnologies GmbH, İsviçre) dayanak kullanarak vida retansiyonlu kuron protezinin avantaj ve dezavantajları detaylı şekilde anlatıldı. Aydınlatılmış onam formu alındıktan sonra hastanın tedavisine başlandı. Hastanın başlangıç hali Şekil 2' de gösterilmektedir.

Hastanın protezinin sökümü yapılmadan evvel silikon

Tablo I. Pembe Estetik Skoru'nun (PES) detaylı olarak parametrelerinin açıklanması.

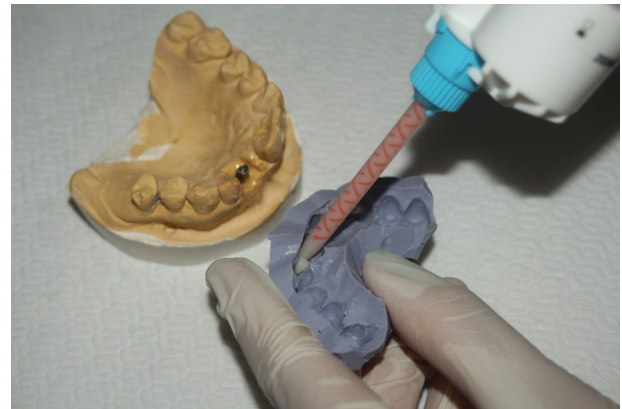
Parametreler	Olmaması	Tamamlanmamış	Tamamlanmış
1 Meziyal papil	0	1	2
2 Distal papil	0	1	2
	Majör Uyumsuzluk	Minör Uyumsuzluk	Uyumlu
3 Fasiyal Mukoza Seviyesi	0	1	2
4 Fasiyal Mukoza Kurvatürü	0	1	2
5 Kök Konveksliği	0	1	2
6 Yumuşak doku Rengi	0	1	2
7 Yumuşak doku Tekstürü	0	1	2
Maximum toplam PES skoru			14

**Şekil 1.** Pembe estetik skorunun yedi varyantı.**Şekil 2.** Hastanın eski implant üstü protezi.

esaslı bir ölçü maddesi (I-Sil Premium Putty Vinyl Polysiloxane, A Tipi Silikon 1. Ölçü, Spident Co. LTD, Kore) yardımıyla üst çene ölçüsü alındı. Daha sonra söküm tamamlanıp mevcut abutment implanttan geri çıkarıldıktan sonra standart bir ölçü postu yardımıyla hastanın ilk alçı modeli mevcut dişeti, diş formlarına göre oluşturuldu. Bu model bize implantın ağızdaki konumunu referans verecektir. Hastanın mevcut siman retansiyonlu abutmentini modelle vidalanarak, vestibüle olan fazladan açısı freze edilerek ve abutment ile diğer santral dişin paralelliği referans alınarak düzenlendi.

Alınan ilk ölçü olan söküm yapılmadan evvel alınmış

silikon anahtar amaçlı kullanılacak ölçü kaşıktan ayrılarak bistüri yardımıyla silikon anahtar formu verildi. Elde ettiğimiz birinci alçı model kullanılarak ve geçici protez akriliği tabanca yardımıyla silikon anahtara santral diş hizasına sıkılarak geçicinin ilk aşaması olan koronal kısmı Şekil 3' te gösterildiği gibi elde edildi. Ayrıca geçici protez abutment vida hizasından delinerek mevcut simante abutment okluzalden vidalı sisteme modifiye edildi. Bu işlemi gerçekleştirmeden evvel vidayı korumak amaçlı abutmentin içine teflon bant konuldu. Bu aşamada kontak yüzeyler ve peri implantler kısmıyla ilgili geçici proteze bir düzenleme yapılmadı.

**Şekil 3.** Model üzerinde vida retansiyonlu geçici restorasyonun hazırlanışı.

Mevcut santral diş ve simetrisinde bulunan alanın kumpas yardımıyla meziyodistal ölçümleri yapılarak mevcut boşluğun ağızdaki santral dişten 2mm geniş olduğu tespit edildi. Santral ve lateral dişte meziyal yüzeyleri ve santrallerin boyutlarının meziyodistal uzantıda eşit olabilmesi için, santral ve lateral dişlere direkt kompozit rezinle restorasyon işlemi yapıldı. Üçgen yapıdaki

santral dişine sadık kalınarak oluşturulacak bir protez durumunda, kontak noktası insizal 1/3'te bulunurken komşu dişle arasında üçgen formdan kaynaklı açığı ve komşu dişin kaybı neticesinde oluşmuş sert ve yumuşak doku kaybı karanlık alan oluşturacaktır. Kontak noktasının mevcut konumu başlangıç protezinde krestal kemikten 7mm üzerinde bir uzaklığa sahip olduğundan ve aynı zamanda ince bir dişeti biyotipine sahip olan hastada bağ dokusu greftleme tedavisi yapılmadan, protezle insizal 1/3'te oluşturulabilecek olası bir kontakta papil oluşumu gözlemlenemeyecektir. Bu sebeple üçgen diş formuna sahip hastanın implanta komşu implant proteziyle kontak yapacak dişlerin mezial yüzleri direkt kompozit rezinle restore edilerek üçgen formdan daha konveks bir yüzey oluşturacak formda restore edildi. Önceki protetik restorasyonunda mezial ve distalinde herhangi bir papil oluşumu olmayan ağızda papil oluşumu sağlayabilmek adına, yeni restorasyon direkt kompozit rezinle restore edilen ağızda kontak noktasının krestal kemiğe yaklaştırılarak var olan dişetiyle servikal 1/3'te konumlanan kontak noktasına kadar papil oluşumu hedeflendi. Aynı zamanda geçici protez, bir piyasemene takılı frez yardımıyla meziodistal genişliği ağızdaki yeni boşluk kadar olabilmeye için freze edildi. Kontrol amaçlı bir diş ipi yardımıyla temasın tek noktadan servikal 1/3'te olacak şekilde ayarlanması için tekrarlayan basamaklarla ağızda geçici protez denenerek kademeli olarak ağız dışında freze edilerek istenen kontak oluşturuldu. Bu aşamada geçici protezin peri - implantler aralığında dişetine teması mevcut değildir. Hedeflenen kontak ve diş volümü sağlandıktan sonra geçici protez ağızdan çıkarılarak elimizde bir ana- loğa vidalanarak, tekrar bir geçici protez akriliği kullanılarak bu sefer peri implantler gingival yüzeye temas edeceği yüzey EBC konseptine uygun olacak şekilde ekleme ve düzenleme yapıldı. Serbest dişeti bölgesinde dişetin ince bir fenotipe sahip olması nedeniyle yapışık dişeti bölgesinde konveks bir tasarımla vestibülde dişetin desteklenmesi amaçlandı. Ayrıca üçüncü bölge olan krestal alanda platforma doğru daha daralan bir yapı tasarımı platform switch olan implant nedeniyle tercih edildi. Dişetinde aşırı staz oluşumuna neden olacak bir dişeti çıkışı profilinin olmamasına dikkat edildi. Geçici protez üzerinden gerekli düzeltmeler yapılarak dişetine bakacak yüzey cilalı olacak şekilde, piyasemene takılan cila las-

tikleri yardımıyla Şekil 4' te gösterildiği gibi cilalandı.



Şekil 4. Vida retansiyonlu akrilik rezin geçicinin cilalanması.

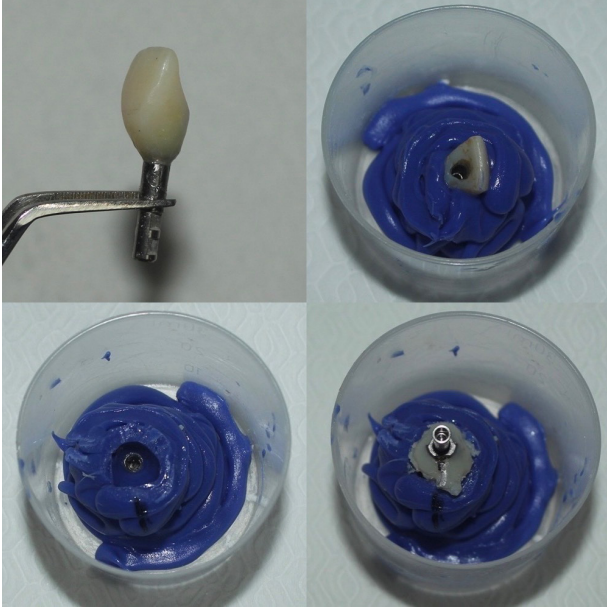
Protez tekrar ağızda kontrol edildi. Elimizde modifiye ettiğimiz geçici implant üstü protezinin anlatılan şekilde hasta koltuktayken tekrarlayan basamaklarda uyumlandırılmasından sonra istenen kontak ve dişeti çıkışı profili elde edilmesinin takibinde, geçici protez hastaya 6 hafta kullanıldı. Hasta bu sürede kontrollere çağırılarak geçici protez etrafındaki dişetin istenilen ölçüde konumlandığı gözlemlendi. Hastanın implant üstü geçici protezinin mezial ve distalindeki dişlerle arasında papil oluşumu gerçekleşirken fasiyal mukoza seviyesinin 11 numaralı dişe yaklaştığı Şekil 5' te görülmektedir.



Şekil 5. Altı hafta sonra geçici protezin ağızdaki görüntüsü.

Ölçü aşamasına geçilmeden evvel hastaya kullanılan vida retansiyonlu geçici protez ağızdan çıkarılarak bir analog ile birleştirildi. Daha sonra bir kaba içerisine kapanış silikonu (Occlufast ROCK A tipi Vinilpolisiloksan Kapanış Silikonu, Zhermack GmbH, Almanya) tabanca yardımıyla sıkıldıktan sonra analogla birleştirilmiş olan geçici protezin dişeti çıkışı profilini yansıtan kısmına kadar kapanış silikonunun içinde kalacak şekilde kabın içerisine Şekil 6' daki gibi yerleştirildi. Kapanış silikonu sertleştiğinde açık ölçü postu vidalandı. Geçici protezin

oluşturduğu çıkış profilini yansıtan alana bir tabanca yardımıyla akrilik rezin (Geçici Kron Akriliği, bis-akrilik kompozit, 3M ESPE Protemp™ 4, 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, Amerika) sıkılarak sertleşene kadar beklendi.



Şekil 6. Dişeti çıkış profilinin geçici protez yardımı ile dublikasyonu.

Hasta ağızında oluşturulmuş dişetin formu geçici restorasyonun vida retansiyonu sayesinde kapanış silikonuna dublike edildi. Vida retansiyonlu geçici kron çıkarılıp yerine bir açık ölçü postu vidalanarak aradaki boşluk akrilik rezin geçici materyali ile doldürularak, polimerize olana kadar beklendi. Sabit kalem yardımıyla vestibül yüzey işaretlendi. Bu aşamada hastaya özgün hale gelen açık ölçü postu kabın içerisindeki analogdan ayrılarak ağız içindeki implanta Şekil 7' deki gibi yerleştirildi.

Ölçü, tek aşamalı olarak silikon içerikli bir ölçü madesiyle gerçekleştirildi. Bu aşamada, ağızda implanta vidalı durumdaki ölçü parçasının etrafı ölçü tabancası kullanılarak düşük visköz ölçü materyali sıkıldı. Daha önceden implant hizası freze edilerek delinmiş uygun ebattaki plastik bir ölçü kaşığı kullanılarak ölçü materyali yerleştirildi. Ölçü ağızda sertleştikten sonra açık ölçü postunun vidası ölçü üzerinden gevşetilerek ölçü ağızdan çıkarıldı. Daha sonra, ölçü üzerinde çıkış profilini birebir gösteren açık ölçü postu ile analog vidalanarak birleştirildi. Geçici kron tekrar ağızda implanta yerleştirildi. Kapanış ölçüleri, alt çene ve oklüzal kayıt tamamlanarak



Şekil 7. Dişeti çıkış profiline göre akrilik rezin kullanılarak adapte edilmiş açık ölçü postu.

final protezin rengi belirlendi. Restorasyon dayanağı olarak Ti-base abutment ve üzeri restoratif kron materyali olarak lityum disilikat (IPS-e max CAD, Ivoclar Vivadent, Schann, Lihtenştayn) materyali kullanıldı. Laboratuvar işlemlerinin tamamlanmasının ardından, protez hasta ağızında denenmiş implanta yerleştirilerek, farklı yüzeylerden hacimsel olarak ve yumuşak dokuyla uyumu açısından değerlendirildi. Hasta ağızında estetik ve fonksiyonel olarak uygun bulunan protez firmanın önerdiği tork değerinde 20 Ncm torklanarak vida giriş yolu teflon bant üzeri uyumlu renkte kompozit rezin materyaliyle kapatıldı. Hastanın protezinin son hali Şekil 8' de gösterilmektedir.



Şekil 8. Hastanın implant üstü protezi.

Tartışma

Günümüzde, özellikle ön bölge gülüş hattında, hastaların estetik beklentileri yüksektir. Anatomik olarak bölgeye özel molar, keserler, kanin veya premolarların dişeti çıkış profili nasılsa eksik diş yerine geçen implantın ağızla bağlantılı kısmında dişetine benzer bir çıkış profili oluşturmak ve dişin simetrik dişle benzer form ve rengi sağlamak, daimi restorasyonun estetik başarısı için son derece önemlidir.¹⁴ Klinikte ölçü safhasında,

oluşturulmuş çıkış profilinin ölçüye hatasız bir şekilde aktarılması ölçü öncesinde yapılan dişeti hazırlık sürecinin ve ölçü alırken uygulanan basamakların hassasiyetle uygulanmasına bağlıdır.¹³ Literatürde, yumuşak dokuyu farklı şekillerde yönlendirme teknikleri tasvir edilse de çalışmaların bu konudaki genel kanıları dişetine çeşitli tekniklerle verilmiş olan bu şeklin implant protezinin dişetiyle birleşeceği yüzeylere yansıtılmasıdır.^{15,16} Uygun şekillerde hazırlanan vida retansiyonlu geçici implant protezi çevre dokuların yumuşak doku dişeti üzerinde iskemi bir alan oluşturmaktadır.¹⁷ Ancak yumuşak dokuda kontrolsüz iskemi oluşturulması durumunda nekroza sebep olabileceği için hastaya uygulanacak olan geçici protezin dişetine bakan yüzeyleri kaba bir biçimde, bir seferde büyük bir şekilde hazırlanmamalıdır.^{16,17} Yapılan çalışmalara göre bir restorasyon tipi diğerine tercih edilmemektedir. Bunun sebebi vida tutuculu ve siman tutuculu her iki restorasyon tipinin belirli avantajları ve dezavantajları olmasıdır. Ancak ilgili literatür incelendiğinde bazı klinik durumlarda bir restorasyon tipinin diğerine göre daha uygun olduğu ortaya konmuştur.¹ Bu olgu sunumunda yeniden bir yumuşak doku çıkış profili hazırlanabilmesi ve dişetinde oluşabilecek bir siman irritasyonunu engellemek için vida retansiyonlu protez kullanımı uygun görülmüş ve bu amaçla vida retansiyonlu akrilik geçici bir protez yapılmıştır. Doku şekillendirmesi için geçici protezin çıkış profili tekrarlanan basamaklarla hasta koltuktayken oluşturulmuştur. Kontrollü basamaklarla ilerlemek için implantın önünde ve arkasında bulunan dişlerin meziodistal olarak en fazla yarısına kadar iskemi oluşumuna izin verilmelidir.¹⁸ Tüm aşamaların sonunda anatomik olarak form alması sağlanmış dişetinin şekli, ölçü işlemiyle dublike edilmelidir.¹³ Firmalarda bulunan standardize şekillerdeki ölçü parçaları, hastaya özgü oluşturulmuş dişeti formunu aktarıırken yetersiz kalmaktadır bu sebeple iyileşme safhasında geçici proteze uyarlanmış olan çıkış profilinin daimi protez ölçüsünde ölçü postuna da yansıtılması gerekir. Anatomik formlardansa klasik dairesel formlardaki bu ölçü parçaları natürel diş formlarını yansıtamamaktadır. Bunun yerine kişiye özgü hazırlanan ölçü postlarının, ölçü safhasında çevre yumuşak dokuya destek olabilecek nitelikte oldukları tanımlanmıştır.²⁰ Silindirik ölçü postları yumuşak dokuya uygun çıkış profilinde hazırlanmazsa,

desteksiz kalan yumuşak doku ölçü aşamasında silindirik ölçü postuna yönelen şekil olarak basınçla beraber istenilen formdansa postla bütünleşen formu yansıtır.^{18,19} Bu sebeple iki aşama bir bütündür. Dişeti çıkış profili geçici protez yardımıyla anatomik şekilde hazırlandığı gibi dişeti formunu ölçüye yansıtmak için hastaya özgün olarak hazırlanan ölçü parçalarıyla ölçü aşamasında yumuşak dokunun desteksiz kalmasına izin verilmemelidir. Ancak bu iki bütün sağlanırsa sıfırdan oluşturulan dişeti formu implant protezine yansıtılabilir.²⁰

Ön bölgede bulunan dişler kaybedildiğinde, hastanın fonasyon ve fonksiyonu geri kazandırmak kadar estetiğini kazandırmanın da önemi unutulmamalıdır. Dişeti çıkış profilinin oluşturulması restorasyonun estetiğini sağlarken hastanın yaşam kalitesini artırarak protezi kabullenmesini kolaylaştırır. Bu olgu sunumunda tedavi protokolü fasiyal mukoza kurvatürü ve seviyesi, papil oluşumu, diş formu, diş volümü, diş rengi, yüzey tekstürü, translüsensi gibi estetiği sağlayan unsurlar dikkate alınarak doğal diş taklit edilerek oluşturulmuştur. Alınan fotoğraf kayıtları kullanılarak her iki restorasyon için PES değerlendirmesi yapılmıştır. Oluşturulan bu son protezin PES skorlaması Tablo II 'deki gibidir. Estetiğin öneminin arttığı ön bölgede implant protezi yapılacağı durumlarda dişeti papil oluşumunun gerçekleştirilebilmesi adına geçici protez kullanılmalıdır. Oluşturulan dişeti formunun ölçüye aktarılmasının yolu yumuşak dokuyu destekleyen kişisel ölçü postu yardımıyla gerçekleşmektedir. Aksi halde silikon ölçü maddelerinin yapacağı baskıyla dokuda oluşacak çökmeler, dişeti formunu daimî protez modeline yansıtmayacaktır. Benzer olgularda bu kriterlere dikkat edilmesinin hasta memnuniyetinde ve estetik protetik başarıyı arttırmakta baz alınabileceği düşünülmektedir.

Tablo II. Hastanın başlangıç estetik skor değerleri PES ve tedavi sonrası estetik skor değerleri PES

PES				PES			
Meziyal Papil	0	1	2	Meziyal Papil	0	1	2
Distal Papil	0	1	2	Distal Papil	0	1	2
Fasiyal Mukoza Kurvatürü	0	1	2	Fasiyal Mukoza Kurvatürü	0	1	2
Fasiyal Mukoza Seviyesi	0	1	2	Fasiyal Mukoza Seviyesi	0	1	2
Kök Konveksliği	0	1	2	Kök Konveksliği	0	1	2
Yumuşak Doku Rengi	0	1	2	Yumuşak Doku Rengi	0	1	2
Yumuşak Doku Tekstürü	0	1	2	Yumuşak Doku Tekstürü	0	1	2
Toplam PES skoru			1/14	Toplam PES skoru			13/14

Tedaviden önce



Tedaviden sonra



Kaynaklar

1. Shadid R, Sadaqa N. A Comparison Between Screw- and Cement-Retained Implant Prostheses. A Literature Review. *J Oral Implantol*. 2012;38(3), 298–307.
2. Tole N, Lajnert V, Kovacevic Pavicic D, Spalj S. Gender, age, and psychosocial context of the perception of facial esthetics. *J Esthet Restor Dent*. 2014;26(2):119-30.
3. Belser UC, Grütter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber HP, Buser D. Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: a cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores. *J Periodontol*. 2009;80(1):140-151.
4. Attard N, Barzilay I. A modified impression technique for accurate registration of peri-implant soft tissues. *J Can Dent Assoc*. 2003;69(2):80-3.
5. Hochwald DA. Surgical template impression during stage I surgery for fabrication of a provisional restoration to be placed at stage II surgery. *J Prosthet Dent*. 1991;66(6):796-8.
6. D'Addona A, Ghassemian M, Raffaelli L, Manicone PF. Soft and hard tissue management in implant therapy-part I: surgical concepts. *Int J Biomater*. 2012;2012:531202.
7. Al-Harbi SA, Edgin WA. Preservation of soft tissue contours with immediate screw-retained provisional implant crown. *J Prosthet Dent*. 2007;98(4):329-32.
8. Sailer I, Mühlemann S, Zwahlen M, Hämmerle CH, Schneider D. Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23 Suppl 6:163-201.
9. Gotfredsen K, Wiskott A; Working Group 4. Consensus report - reconstructions on implants. The Third EAO Consensus Conference 2012. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23 Suppl 6:238-41.
10. Tsai BY. A method for obtaining peri-implant soft-tissue contours by using screw-retained provisional restorations as impression copings: a clinical report. *J Oral Implantol*. 2011;37(5):605-9.
11. Gomez-Meda, R., Esquivel, J., & Blatz, M. B. (2021). The esthetic biological contour concept for implant restoration emergence profile design. *J Esthet Rest Dent*, 33(1), 173–184.
12. Tarnow, DP., Magner, AW., & Fletcher, P. The Effect of the Distance From the Contact Point to the Crest of Bone on the Presence or Absence of the Interproximal Dental Papilla. *J Periodontol*, 63(12), 995–996.
13. Azer SS. A simplified technique for creating a customized gingival emergence profile for implant-supported crowns. *J Prosthodont*. 2010;19(6):497-501.
14. Papadopoulos I, Pozidi G, Goussias H, Kourtis S. Transferring the emergence profile from the provisional to the final restoration. *J Esthet Restor Dent*. 2014 May;26(3):154-61.
15. Parpaiola A, Sbricoli L, Guazzo R, Bressan E, Lops D. Managing the peri-implant mucosa: a clinically reliable method for optimizing soft tissue contours and emergence profile. *J Esthet Restor Dent*. 2013;25(5):317-23.
16. Cooper LF. Objective criteria: guiding and evaluating dental implant esthetics. *J Esthet Restor Dent*. 2008;20(3):195-205.
17. Yao JW, Wang HL. Assessment of Peri-implant Soft Tissue Adaptive Pressure and Time After Provisional Restorations. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2019;39(6):809-815.
18. Wittneben JG, Buser D, Belser UC, Brägger U. Peri-implant soft tissue conditioning with provisional restorations in the esthetic zone: the dynamic compression technique. *Int J Periodon Resto Dent*. 2013;33(4):447-55.
19. Shor A, Schuler R, Goto Y. Indirect implant-supported fixed provisional restoration in the esthetic zone: fabrication technique and treatment workflow. *J Esthet Restor Dent*. 2008;20(2):82-95;96-7.
20. Nelson SJ. Wheeler's dental anatomy, physiology and occlusion. 9th ed. St. Louis: Saunders Elsevier; 2009



The Journal of Turkish Dental Research
Türk Diş Hekimliği Araştırma Dergisi

e-ISSN: 2822-4310, Cilt 3, Sayı 2, Mayıs - Ağustos 2024
Volume 3, Number 2, May - August 2024

Endodontide Ozon Uygulamalarının Yeri

The Role of Ozone Applications in Endodontics

Endodontide Ozon

Merve GÖKYAR¹, İdil ÖZDEN², Hesna SAZAK ÖVEÇOĞLU³

^{1,2,3}Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

¹Uzm Dt., mervegokyar@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2735-156X

²Dr. Öğr. Üyesi., idil.akman94@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0838-4355

³Prof. Dr., hszak@marmara.edu.tr
ORCID: 0000-0003-4709-422X

Yazar Katkıları: Bu çalışmanın hazırlığında yazarların tümü eşit katkı sağlamıştır.

Makale Bilgisi / Article Information
Makale Türü / Article Types: Derleme / Review
Geliş Tarihi / Received: 07-07-2024
Kabul Tarihi / Accepted: 31-07-2024

Yıl / Year: 2024 | **Cilt – Volume:** 3 | **Sayı – Issue:** 2 | **Sayfa / Pages:** 390-397

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Merve GÖKYAR

<https://doi.org/10.58711/turkishjdentres.vi.1497176>

Endodontide Ozon Uygulamalarının Yeri

The Role of Ozone Applications in Endodontics

ÖZET

Ozon, mevcut tedavi yöntemlerine bir alternatif veya yardımcı tedavi ajanı olarak tavsiye edilmektedir. Ozonun profilaktik ve tedavi edici etkisi tıp alanında kanıtlanmıştır. Ozonun sahip olduğu dezenfektan, antimikrobiyal ve doku iyileştirici özellikleri, onu diş hekimliğinde kullanım için öne çıkarmıştır. Ozonun endodontide antimikrobiyal olarak kullanım potansiyeli çok yüksektir. Endodontide ozonlanmış su, ozonlanmış yağ ve ozon gazı formlarında irrigasyon solüsyonu ya da kanal içi medikament olarak kullanılabilir. Ozon endodontide postoperatif ağrı kontrolünde de kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal; kök kanal tedavisi;
ozon

ABSTRACT

Ozone is recommended as an alternative or supportive treatment agent to current treatment methods. The prophylactic and therapeutic effects of ozone have been proven in the field of medicine. Ozone's disinfectant, antimicrobial, and tissue healing properties have highlighted its use in dentistry. Ozone has a very high potential for antimicrobial use in endodontics. In endodontics, ozonized water, ozonized oil, and ozone gas can be used as irrigation solutions or intracanal medicaments. Ozone can also be used for postoperative pain control in endodontics.

Keywords: Antimicrobial; root canal treatment; ozone

Giriş

Ozon, 1840 yılında İsviçreli kimyager Christian Friedrich Schönbein tarafından keşfedilmiştir. İlk tıbbi uygulama 1870 yılında Lender'in test tüplerinde kanı temizlemesiyle gerçekleşmiştir. Ozonun antimikrobiyal etkisi, keşfinden kısa bir süre sonra fark edilmiş ve ameliyathanelerin dezenfeksiyonunda kullanılmaya başlanmıştır. Birinci Dünya Savaşı esnasında, enfekte yaraların, travma sonrası gelişen gangrenin ve hardal gazı yanıklarının tedavisinde kullanılmıştır.¹ 1929 yılına kadar ozon ile tedavisi hedeflenen 114'ten fazla hastalık listelenmiştir. 1930 yılında ise Fisch, İsviçre'deki diş hekimliği uygulamasında düzenli olarak ozon kullanmaya başlamıştır. Dr. Fisch, ozonlu suyu enfekte yara yüzeylerinde ve kronik periodontal problemlerin tedavisinde kullanmıştır.²

Üç oksijen atomunun birleşmesi ile ozon molekülü oluşur. Ozon, doğada gaz halinde bulunur. Yarılanma ömrü ortam şartlarına göre değişmektedir, bu sebeple depolanamaz.² Gaz renksizdir, keskin bir kokusu vardır. Yarılanma ömrü; 20°C'de 40 dakika, 0°C'de ise yaklaşık 140 dakikadır.³ Oksijenden 1,6 kat daha yoğun olan ozonun suda çözünürlüğü yaklaşık 10 kat daha fazladır (0°C'de 100 ml suda 49 ml). Medikal ozon; %95-%99,95 saf oksijen ile %0,05-%5 saf ozonun değişen oranlarda karıştırılmasıyla elde edilir.⁴

Ozon, diş hekimliğinde yenilikçi ve güncel bir tedavi yöntemi olarak dikkat çeken ve kullanımı popülerleşen bir ajandır.⁵ Ozonun; antimikrobiyal, analjezik, antiinflamatuar ve immün sistemi uyarıcı etkileri vardır.⁶ Diş hekimliğinde ozon kullanımı; dezenfektan, antimikrobiyal ve doku iyileştirici özellikleri nedeniyle önerilmektedir.

Ozonun diş hekimliğinde kullanım alanları oldukça geniştir ve aşağıdakileri içerir:⁷

- Diş çürüklerinin önlenmesinde
- Dentin hassasiyetinin tedavisinde
- Çürük remineralizasyonunda
- Antibiyotik tedavisine yardımcı olarak
- Renklenmiş dişlerin ağartılmasında
- Endodontide kanalların dezenfeksiyonunda
- Herpetik lezyonların dezenfeksiyonunda
- Yumuşak doku patolojilerinin iyileştirilmesinde
- Avülse dişlerin replantasyonu öncesi yıkama solüsyonu olarak

- Enfekte ve iyileşmesi zor yaraların tedavisinde
- Peri-implantitis tedavisinde⁸

Günümüzde rutin olarak periapikal doku ile temas ettiğinde sitotoksik potansiyele sahip irrigasyon solüsyonları kullanılmaktadır. Bunların arasından en yaygın sodyum hipoklorittir. Sodyum hipokloritin güçlü antimikrobiyal etkisi ve doku çözücü özelliğinin yanı sıra; sitotoksikite riski, tadı ve kokusunun hoş olmaması, alerjik reaksiyon riski barındırması gibi dezavantajları vardır.⁹ Ayrıca, klorheksidin endodontide uzun süreli antimikrobiyal etkisinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak doku çözücü etkisinin olmaması, smear tabakasını tek başına uzaklaştıramaması gibi dezavantajlara sahiptir.¹⁰ Hem mevcut irrigasyon solüsyonlarındaki yan etki ve eksiklikler hem de antimikrobiyal özelliği yüksek ajan gerekliliği, mevcut araştırmaların gündemine ozonu taşımıştır. Ozonun sitotoksikite yaratmaması ve güçlü dezenfeksiyon özelliği, onun endodontide kullanımını gündeme getirmiştir.⁷

Ozonun Endodontide Uygulama Şekilleri

Ozon endodontide; ozonlanmış su, ozonlanmış yağ ve ozon gazı formlarında kullanılmaktadır. Ozonlanmış su, kanal içi irrigasyon solüsyonu olarak kullanılabilir. Ozonlanmış yağlı çözeltiler ciltte yara iyileşmesini artırabilir ve gram pozitif *Staphylococcus aureus* suşlarına karşı etkili olduğu gösterilmiştir.¹¹ Ozonlanmış yağlar, enfekte dişlerden kaynaklanan belirgin anaerobik kokuyu azaltan kanal içi medikament olarak kullanılabilir. Irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığı zaman doku yenilenmesini ve kemik iyileşmesini stimüle eder.¹² Ancak yağlı çözeltilerin kök kanalından çıkarılması zor olabilir ve kök kanal duvarlarındaki tüm düzensizliklere ulaşmak için yeterli akışkanlığa sahip olmayabilir. Bu nedenle, kök kanal dezenfeksiyonu için genellikle sulu veya gaz halindeki çözeltiler tercih edilmektedir.^{13,14} Ozon gazının kullanıldığı sistemlerden bazıları: HealOzone (Kavo, Biberach, Almanya)¹⁵ ve Prozone (W&H Dentalwerk, Bürmoos, Avusturya)¹⁶ dır.

1. Ozonun Antimikrobiyal Ajan Olarak Kullanımı

Ozon, çift bağların ozonolizi nedeniyle sitoplazmik zara hasar verir ve ikincil oksidanların etkileri sebebiyle hücre içeriği modifiye olur. Bu etki mikrobiyal hücrelere selektif ve non-spesifiktir, vücut hücrelerine zarar vermez.⁶

Kök kanallarında mikroorganizmaların kalması, kök kanal tedavisinde başarısızlığa sebep olabilir. Ozonun antimikrobiyal etkisinden kök kanallarındaki mikroorganizmaları azaltmak amacıyla faydalanılabilir. Ozonun bu amaçla endodontide kullanılmasının etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur.¹² Endodontide ozon uygulamalarına dair yapılan çalışmaların çoğu, ozonun antimikrobiyal aktivitesine odaklanmaktadır.^{13,14,15,16}

Oksijen mikroaerofilik ve anaerobik bakteriler üzerinde toksik etkiye sahiptir. Araştırmalar ozonun kök kanallarını dezenfekte edebildiğini göstermiştir.¹⁵ Zagreb Üniversitesi tarafından yürütülen bir çalışmada, ozon tedavisinin ardından *Streptococcus mitis* ve *Propionibacterium acnes*'in sayılarında önemli bir azalma olduğu bulunmuştur.¹⁷

Polydorou ve ark.¹⁵, 80 saniyelik ve 40 saniyelik ozon uygulamalarının *Streptococcus mutans*'ı yok etmede etkili olduğunu bulmuşlardır. Hems ve ark.¹⁸, *Enterococcus faecalis*'i test mikroorganizması olarak kullanarak ozonun antibakteriyel bir ajan olarak potansiyelini değerlendirmişlerdir. Ozon hem gaz halinde (Pure zone cihazı tarafından üretilmiştir) hem de sulu (optimal konsantrasyon 0,68 mg/L) olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, çözülmüş ozonun 240 saniyelik uygulamadan sonra planktonik *Enterococcus faecalis*'e karşı antibakteriyel olduğu ancak biyofilm içindeki *Enterococcus faecalis*'e karşı etkili olmadığı sonucuna varılmıştır. Nagayoshi ve Ark.¹⁹, 0,5-4 mg/L ozonlanmış suyun gram pozitif ve gram negatif mikroorganizmaları yok etmede oldukça etkili olduğunu bulmuştur.

Thanomsub ve ark.²⁰, ozon uygulamasının bakteri (*Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Bacillus subtilis* ve *Staphylococcus aureus*) hücre büyümesi ve ultrastrüktürel değişiklikler üzerindeki etkilerini test etmişlerdir. Ozon uygulaması sonrası, bakteri hücre zarınının yıkımı gözlenmiş, ardından hücreler arası sızıntı meydana gelmiş ve sonunda hücre lizisine neden olmuştur. Baysan ve ark.²¹, ozon gazının antimikrobiyal etkisini değerlendirmişler ve ozon gazının 10 saniye süreyle uygulanmasının in vitro ortamda *Streptococcus mutans* ve *Streptococcus sobrinus*' un sayılarını azaltma yeteneğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Huth ve ark.²² planktonik ortamda ya da tek türlü biyofilmlerde kültüre edilen *Enterococcus faecalis*, *Peptostreptococcus micros*, *Candida albicans*

ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı ozon gazının ve ozonlanmış suyun etkinliğini değerlendirmişlerdir. Sonuçlar, yüksek konsantrasyondaki sıvı ve gaz ozonun, incelenen mikroorganizmalara karşı doz, suş ve zamana bağlı olarak etkili olduğunu göstermiştir.

Bal ve ark.²³ tarafından yapılan çalışmada, kavite dezenfeksiyonunda klorheksidin, sodyum hipoklorit, ozon gazı, fotodinamik terapi, Er:YAG lazer, diyet lazer ve indosiyenin yeşili kullanılmış ve *Streptococcus mutans* üzerindeki antibakteriyel etkileri karşılaştırılmıştır. Klorheksidin, sodyum hipoklorit, fotodinamik terapi, ozon gazı, Er:YAG lazer ve diyet lazer gruplarının antimikrobiyal etkileri benzer bulunmuştur. Antimikrobiyal etkileri en güçlüden en zayıfa doğru şu şekilde sıralanmıştır; Klorheksidin, sodyum hipoklorit, ozon gazı, fotodinamik terapi, Er:YAG lazer, diyet lazer ve indosiyenin yeşili. Benzer şekilde Kapdan ve ark.²⁴ da yapmış oldukları çalışmada ozon gazının kavite dezenfeksiyonunda klorheksidine alternatif olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ozon gazının kavite dezenfeksiyonunda *Streptococcus mutans* bakterisine karşı etkili olduğu belirtilmiştir.

2. Ozonun İrrigasyon Solüsyonu Olarak

Kullanımı

Nagayoshi ve ark.¹⁹ tarafından yapılan bir çalışmada, sonik sistemle beraber kullanılan ozonlanmış suyla on dakikalık irrigasyon ve %2,5'luk sodyum hipoklorit ile iki dakikalık irrigasyon antimikrobiyal etkinlik bakımından karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; iki ajanın da antimikrobiyal etkinliği birbirine yakındır fakat sitotoksiste açısından değerlendirildiğinde ozonlanmış suyun avantajlı olabileceği belirtilmiştir. Yapılan bir çalışmada, 40 µg/ml ozonlanmış su ile %2,5 NaOCl ve %2 CHX antimikrobiyal etkinlikleri açısından karşılaştırılmış ve farklı türlerin (*Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans* ve *Candida albicans*) sayısında benzer bir azalma sağladıkları gösterilmiştir. Ozonlanmış suyun, kök kanal sisteminde mikrobiyal yükü azaltma etkisinden dolayı irrigasyon solüsyonu olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.²⁵

Ozonlanmış su, yeşil çay ve salinin antimikrobiyal etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; ozonlanmış su ile yapılan irrigasyonda bakteri sayısının, yeşil çay ve salin ile kıyaslandığında anlamlı derecede daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Hem ozonlu su, hem de yeşil

çayın irrigasyon için iyi bir alternatif olabileceği vurgulanmıştır.²⁶ Mehta ve ark.²⁷ yaptığı bir çalışmada; allium sativum ekstraktı, ozonlanmış su, diyet lazer ve %3 sodyum hipokloritin antibakteriyel etkinliği karşılaştırılmıştır. Tüm gruplarda bakteri sayısında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir ($p<0,05$). Ancak gruplar arasında en fazla azalma %3'lük sodyum hipoklorit ile elde edilmiştir. Daha sonra sırasıyla diyet lazer, allium sativum ekstraktı ve ozonlanmış su ile azalma görülmüştür. Ozonlanmış suyun aerobik ve anaerobik bakterilere karşı etkili olduğu belirtilmiştir.

Hubbezoğlu ve ark.²⁸ tarafından yapılan bir çalışmada, *Enterococcus faecalis* ile kontamine edilmiş çekilmiş dişlere farklı uygulama teknikleri ve konsantrasyonlarda ozonlanmış su uygulanmıştır. 8, 12 ve 16 ppm ozonlanmış su ve pozitif kontrol olarak sodyum hipoklorit uygulanmış dişlerin her bir grupta yarısına manuel aktivasyon, diğer yarısına ultrasonik aktivasyon uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; 16 ppm ozonlanmış su uygulaması manuel aktivasyon ile bakterileri yok etmede yetersiz kalmıştır ancak ultrasonik aktivasyon ile uygulamanın %5,25'lik sodyum hipoklorit ile benzer antimikrobiyal özellik gösterdiği belirtilmiştir.

Estrela ve ark.²⁹ ise enfekte kök kanallarında ozonlanmış suyun, gaz halindeki ozonun, %2,5 sodyum hipoklorit ve %2 klorheksidinin antimikrobiyal etkilerini incelemiştir. 20 dakikalık temas süresi boyunca bu maddelerin hiçbirinin enfekte kök kanallarındaki *Enterococcus faecalis*'e karşı antibakteriyel etkisi olmadığı görülmüştür. 2021 yılında yayımlanmış bir çalışmada, ozonlanmış su, gaz formundaki ozon ve %2,5 sodyum hipokloritin antimikrobiyal etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Yalnızca sodyum hipoklorit kullanılan grupta bakteri sayımında tam eliminasyon sağlanmıştır. İncelenen ozon protokollerinin, *Enterococcus faecalis*'in azaltılması konusunda benzer etkiler gösterdiği tespit edilmiştir.³⁰

Boch ve ark.³¹ tarafından yapılan çalışmada, ozonun *Enterococcus faecalis* üzerine etkisi araştırılmıştır. *Enterococcus faecalis* ile kontamine edilen çekilmiş dişler %20'lik EDTA, %3'lük sodyum hipoklorit, ozon gazı ve %20'lik EDTA ile ozon gazı, %3'lük sodyum hipoklorit ile ozon gazı olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; ozon gazı uygulaması bakteri yükünü %85,38 azaltmıştır. Ozon gazı ve sodyum hipoklorit

kombinasyonu ise bakterilerin %99,95'inin elimine edilmesini sağlamıştır.

Farklı konsantrasyonlardaki ozonlanmış suyun insan primer dental pulpa hücreleri üzerindeki sitotoksitesini değerlendiren bir çalışmada, ozonlanmış suyun dental pulpa hücrelerinin proliferasyonunu artırdığı tespit edilmiştir. Bu da biyoyumluluğunu ve rejeneratif endodontik prosedürlerde irrigasyon ajanı olarak bir alternatif olabileceğini göstermektedir.³²

3. Ozonun Kanal İçi Medikament Olarak Kullanımı

Reddy ve ark.³³; ozonlanmış susam yağı, kalsiyum hidroksit ve bunların kombinasyonlarının kanal içi medikament olarak *Candida albicans* üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. *Candida albicans*'i yok etmede; ozonlanmış yağın diğer gruplardan daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca; kalsiyum hidroksit uygulanan grubun, her iki medikamentin birlikte kullanıldığı gruptan daha etkili olduğu belirtilmiştir. Silveira ve ark.³⁴ tarafından yapılan çalışmada, enfekte kök kanallarında tek veya çok seanslı tedavilerde başarı oranı farklı kanal içi medikamentler kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, kanallar *Enterococcus faecalis* ile enfekte edilerek periradiküler lezyon oluşturulmuştur. Gruplardan birinin tedavisi tek seansta bitirilmiştir. Tedavisi iki seansta tamamlananlar da iki gruba ayrılmış, bir gruba kanal içi medikament olarak ozonlanmış yağ, diğer gruba ise kamfırlı paramonoklorofenol ile kalsiyum hidroksit ve gliserin karışımı uygulanmıştır. 6 ay sonra yapılan histobakteriyolojik ve histolojik incelemede tek seansta tamamlanan tedavinin başarı oranı %46, kalsiyum hidroksit-kamfırlı paramonoklorofenol grubunun başarı oranı %74, ozonlanmış yağ grubunun başarı oranı ise %77 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar lezyonlu dişlerde seanslar arası kanal içi medikament kullanımının başarı oranını artırdığını, ayrıca ozonlanmış yağın kanal içi medikament olarak etkili olduğunu göstermektedir. 2024 yılında yayınlanmış bir vaka serisinde, periapikal lezyonu olan dişlerde medikament olarak ozonlanmış yağ lazer ile aktive edilerek kullanılmış ve altı aylık takiplerde başarılı sonuçlar elde edilmiştir.³⁵

Vasavada ve Kapoor³⁶ yaptıkları çalışmada, ozonlanmış yağ ve kalsiyum hidroksit karışımını kanal içi medikament olarak kullanmışlardır. Dişleri iki gruba ayır-

mışlardır. Birinci grupta zeytinyağı ve kalsiyum hidroksit karışımı, ikinci grupta ozonlanmış yağ ve kalsiyum hidroksit karışımı kanal içi medikament olarak kullanılmıştır. Ozonlanmış yağ taşıyıcısı ile zeytinyağı taşıyıcısı karşılaştırıldığında, kalsiyum iyon salınımı ve alkalinité değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir. Bu çalışma, antimikrobiyal potansiyeli ve sürdürülebilir kalsiyum iyonu salınımı göz önüne alındığında, ozonlanmış yağın kanal içi medikament olarak kalsiyum hidroksit ile birlikte kullanılmasını desteklemektedir.

4. Ozonun Postoperatif Ağrı Kontrolünde

Kullanımı

Kanal tedavisi sırasında, giriş kavitesinden itibaren kanal dolumuna kadar her aşamada dokular mekanik, kimyasal ve termal irritasyona maruz kalmakta ve bunun sonucunda postoperatif ağrı gelişebilmektedir. Ozon uygulaması metabolik mediyatörleri oksitler, enflamatuvar mediyatörleri azaltır ve lokal kan mikrosirkülasyonunu artırır. Bunların sonucunda ozonun toksinleri uzaklaştırarak, postoperatif ağrı kontrolünde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Kanal tedavisinde ozon uygulamasının postoperatif ağrı üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir uzmanlık tezinde, semptomatik apikal periodontitisi olan molar dişlere sahip 50 hasta iki gruba ayrılmıştır. Final irrigasyonda plasebo grubunda 20 ml serum fizyolojik, ozon grubunda ise 20 ml ozonlu su kullanılmıştır. Irrigasyondan sonra ozon grubunda her kanala 20 saniye ozon gazı uygulanmıştır. Ozonlanmış su ve ozon gazı uygulanan grupta, plasebo grubuna kıyasla birinci ve üçüncü günlerde belirgin şekilde daha az postoperatif ağrı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bir hafta sonra yapılan perküsyon testi sonucunda, ozonlanmış su ve ozon gazı uygulanan grupta, plasebo grubuna kıyasla belirgin şekilde daha az postoperatif ağrı rapor edilmiştir.³⁷ Sağlam ve Aladağ³⁸ yaptıkları çalışmada, düşük seviyeli lazer terapisi ve kanal içi ozon uygulamasının vital dişlerde postoperatif ağrı üzerindeki etkisini karşılaştırmışlardır. Lazer ve ozon tedavisinin vital semptomatik dişlerde postoperatif ağrıyı azaltmada faydalı yöntemler olduğu ancak birbirleri üzerinde bir üstünlüklerinin olmadığı belirtilmiştir.

Sinha ve ark.³⁹ yaptığı ve 2021 yılında yayınlanmış randomize bir klinik çalışmada 177 hasta 4 gruba ayrıl-

mıştır. Bir tedavi grubuna aktivasyonsuz ozonlanmış su irrigasyonu (Grup 1); bir tedavi grubuna manuel dinamik aktivasyon ile ozonlanmış su irrigasyonu (Grup 2); bir başka tedavi grubuna pasif ultrasonik aktivasyon tekniği ile ozonlanmış su irrigasyonu (Grup 3); diğer tedavi grubuna sonik aktivasyon ile ozonlanmış su irrigasyonu (Grup 4) uygulanmıştır. Kontrol grubuna (Grup 5) ise ozon tedavisi uygulanmamıştır. Ozon uygulanan dişlerde, ozon uygulanmayan dişlere göre daha az postoperatif ağrı gözlemlendiği sonucuna varılmıştır. Görsel analog skala skorları en yüksekten en düşüğe şu şekilde sıralanmıştır: Grup 5 > Grup 1 > Grup 2 > Grup 4 > Grup 3.

5. Ozonun Vital Pulpa Tedavilerinde Kullanımı

Ozonun vital pulpa tedavilerinde kullanımı ile ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Ahmed ve ark.⁴⁰ yaptığı, 2011 yılında yayınlanmış bir çalışmada; direkt pulpa tedavisinde kalsiyum hidroksit (Dycal, Dentsply/Caulk, U.S.A) ve ozonlanmış yağ (Oleozon) kullanımının iyileştirici etkileri karşılaştırılmıştır. Ozonlanmış yağ (Oleozon) kullanımının pulpa üzerinde daha az irritasyon meydana getirdiği bildirilmiştir. Oleozon'un ekspoze pulpaya direkt örtü olarak uygulanmasının pulpanın iyileşmesini destekleyen potansiyel bir tedavi yöntemi olarak düşünülebileceği belirtilmiştir.

6. Ozonun Süt Dişlerinde Kanal Dolgu Materyali Olarak Kullanımı

Ozonlanmış yağ ve çinko oksit karışımının süt dişlerinde kanal dolgu materyali olarak kullanımının başarısını araştıran çalışmalar mevcuttur.^{41,42} Chandra ve ark.⁴¹ yaptıkları çalışmada; ozonlanmış yağ – çinko oksit karışımı 12 aylık takip sonucunda yüksek klinik ve radyografik başarı göstermiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; çinko oksit öjenol %63,3 oranında başarı gösterirken, ozonlanmış yağ – çinko oksit karışımının başarı oranı %93,3' tür. Ozonlanmış yağ – çinko oksit karışımının, enfeksiyonlu süt dişlerinde alternatif bir dolgu malzemesi olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir. 2023 yılında yayınlanan başka bir çalışmanın sonuçlarına göre de ozonlanmış yağ – çinko oksit karışımı süt diş pulpektomisinde başarılı klinik ve radyografik sonuçlar göstermektedir.⁴²

Ozon Toksisitesi

Ozon inhalasyonu pulmoner sistem ve diğer organlar için toksik olabilir. Bilinen yan etkiler epifora, öksürük,

rinit, nefes darlığı, üst solunum yolu irritasyonu, öfori, nadiren bulantı, kusma ve kalp problemleridir.⁴³ Ozon gazına 1-4 ppm dozda 1 saatten uzun süre maruziyet sonucu pek çok enzimin inhibe olduğu bildirilmiştir.⁴⁴ Ozonun direkt intravenöz uygulaması ise pulmoner emboli riskinden dolayı 1983'ten beri Avrupa Ozonoterapi Derneği tarafından yasaklanmış bir uygulamadır.⁴⁵

Huth ve ark.²², ozonlu suyun %5,25 sodyum hipoklorit, %2 ve %0,2 klorheksidin diğlukonat, %2,25 hidrojen peroksit ve %3 metronidazol gibi antimikrobiyal ajanlar ile karşılaştırıldığında biyoyumluluğunun en üst düzeyde olduğunu göstermişlerdir.

Sonuç

Ozon, diş hekimliğinin neredeyse tüm alanlarında kullanılmaktadır. Endodontide; antimikrobiyal ajan, irrigasyon solüsyonu, kanal içi medikament olarak ve postoperatif ağrı kontrolünde kullanılabilir. Mevcut çalışmalar yetersiz olsa da, ozon gazının *Enterococcus faecalis* gibi endodontik patojenlerin sayısını büyük ölçüde azalttığı gösterilmiştir. Ancak, bu dezenfeksiyon yöntemi sodyum hipoklorite bir alternatif değildir. Sodyum hipokloritin etkisini artırmak için ozon gazının adjuvan olarak kullanımı önerilebilir. Sodyum hipokloritin ozon gazı ile birlikte kullanılması, düşük konsantrasyonlarda kullanımına olanak vererek maruz kalınan toksik etkiyi minimuma indirebilir. Nekrotik dişlerde kanal içi medikament olarak ozonlanmış yağın kullanımı da önerilebilir. Ayrıca ozonun periapikal iyileşmeyi hızlandırması ve periapikal dokularda bilinen bir yan etkisinin olmaması gibi avantajları da vardır.

Ozonun sağladığı avantajların yanı sıra; literatürde yeterli kanıtın olmadığı veya çelişkili sonuçlar veren çalışmalar da mevcuttur. Endodonti pratiğinde ozon kullanacak diş hekimlerinin, ozonun kontrendikasyonları, kullanım riskleri ve literatürdeki çalışmalarını bilmesi tedavi prognozunu olumlu yönde etkileyecektir. Endodontide ozonun kullanımı ile ilgili çalışmalar yetersiz olduğundan, daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

1. Bocci V. Ozone as Janus: this controversial gas can be either toxic or medically useful. *Mediators Inflamm.* 2004;13(1):3-11.
2. Saini R. Ozone therapy in dentistry: A strategic review. *J Nat Sci Biol Med.* 2011;2(2):151-3.
3. Di Paolo N, Bocci V, Gaggioti E. Ozone therapy. *Int J Artif Organs.* 2004;27(3):168-75.
4. Bocci VA. Scientific and medical aspects of ozone therapy. State of the art. *Arch Med Res.* 2006;37(4):425-35.
5. Sen S, Sen S. Ozone therapy a new vista in dentistry: integrated review. *Medical Gas Research.* 2020;10(4),189–192.
6. Sujatha B, Kumar M, Pratap G, Vardhan R. Ozone therapy—A paradigm shift in dentistry. *Health Sci.* 2013;2(3):1-10.
7. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *J Dent.* 2008;36(2), 104–116.
8. McKenna DF, Borzabadi-Farahani A, Lynch E. The effect of subgingival ozone and/or hydrogen peroxide on the development of peri-implant mucositis: a double-blind randomized controlled trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013;28(6):1483-9.
9. Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod.* 1992;18(12):605-12.
10. Brugnera A, Zanin F, Barbin EL, Spano JC, Santana R, Pécora JD. Effects of Er: YAG and Nd: YAG laser irradiation on radicular dentine permeability using different irrigating solutions. *Lasers Surg Med.* 2003;33(4):256-9.
11. Song M, Zeng Q, Xiang Y, Gao L, Huang J, Huang J, Wu K, Lu J. The antibacterial effect of topical ozone on the treatment of MRSA skin infection. *Mol Med Rep.* 2018;17(2):2449–2455.
12. Tiwari S, Avinash A, Katiyar S, Aarathi Iyer A, Jain S. Dental applications of ozone therapy: A review of literature. *The Saudi J Dent Res.* 2017; 8(1-2):105- 111.
13. Silva EJNL, Prado MC, Soares DN, Hecksher F, Martins JNR, Fidalgo TKS. The effect of ozone therapy in root canal disinfection: a systematic review. *Int Endod J.* 2020;53(3):317-332.
14. Kaptan F, Güven EP, Topcuoglu N, Yazici M, Külekçi G. In vitro assessment of the recurrent doses of topical gaseous ozone in the removal of *Enterococcus faecalis* biofilms in root canals. *Niger J Clin Pract.* 2014;17(5):573–578.
15. Polydorou O, Pelz K, Hahn P. Antibacterial effect of an ozone device and its comparison with two dentin-bonding systems. *Eur J Oral Sci.* 2006;114(4):349-53.
16. Sousa SIV, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, Pereira MC. Ozone exposure and its influence on the worsening of childhood asthma. *Allergy.* 2009;64(7):1046-55.
17. Halbauer K, Prskalo K, Jankovic B, Tarle Z, Panduric V, Kalenic S. Efficacy of ozone on microorganisms in the tooth root canal. *Coll Antropol.* 2013;37(1):101-7.
18. Hems RS, Gulabivala K, Ng YL, Ready D, Spratt DA. An in vitro evaluation of the ability of ozone to kill a strain of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2005;38(1):22-9.
19. Nagayoshi M, Fukuizumi T, Kitamura C, Yano J, Terashita M, Nishihara T. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiol*
20. Thanomsub B, Anupunpisit V, Chanphetch S, Watcharachaipong T, Poonkhum R, Srisukonth C. Effects of ozone treatment on cell growth and ultrastructural changes in bacteria. *J Gen Appl Microbiol.* 2002;48(4):193-9.
21. Baysan A, Whiley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of a novel ozone-Immunol. generating device on microorganisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Res.* 2000;34(6):498-501.
22. Huth KC, Jakob FM, Saugel B, Cappello C, Paschos E, Hollweck R, Hickel R, Brand K. Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. *Eur J Oral Sci.* 2006;114(5):435-40.
23. Bal FA, Ozkocak I, Cadirci BH, Karaarslan ES, Cakdinleyen M, Agaccioglu M. Effects of photodynamic therapy with indocyanine green on *Streptococcus mutans* biofilm. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019;26:229-234.
24. Kapdan A, Öztaş N, Sümer Z. Comparing the antibacterial activity of gaseous ozone and chlorhexidine solution on a tooth cavity model. *J Clin Exp Dent.* 2013;5(3):e133-e137.
25. Pinheiro SL, da Silva CC, da Silva LA, Cicotti MP, da Silveira Bueno CE, Fontana CE et al. Antimicrobial efficacy of 2.5% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine, and ozonated water as irrigants in mesiobuccal root canals with severe curvature of mandibular molars. *Eur J Dent.* 2018;12(1):94–99.
26. Agarwal S, Tyagi P, Deshpande A, Yadav S, Jain V, Rana KS. Comparison of antimicrobial efficacy of aqueous ozone, green tea, and normal saline as irrigants in pulpectomy

- procedures of primary teeth. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2020;38(2):164-170.
27. Mehta N, Gupta A, Mahesh S, Abraham D, Singh A, Jala S, Chauhan N, Sreen D. Comparative evaluation of antibacterial efficacy of *Allium sativum* extract, aqueous ozone, diode laser, and 3% sodium hypochlorite in root canal disinfection: An in vivo study. *J Conserv Dent.* 2020; 23(6): 577–582.
 28. Hubbezoglu I, Zan R, Tunc T, Sumer Z. Antibacterial Efficacy of Aqueous Ozone in Root Canals Infected by *Enterococcus faecalis*. *Jundishapur J Microbiol.* 2014;7(7):e11411.
 29. Estrela C, Estrela CRA, Decurcio DA, Hollanda ACB, Silva JA. Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *Int Endod J.* 2007;40(2):85-93.
 30. Moraes MM, Coelho MS, Nascimento WM, Nogales CG, de Campos FUF, Soares AJ, Frozoni M. The antimicrobial effect of different ozone protocols applied in severe curved canals contaminated with *Enterococcus faecalis*: ex vivo study. *Odontology.* 2021;109(3):696–700.
 31. Boch T, Tennert C, Vach K, Al-Ahmad A, Hellwig E, Polydorou O. Effect of gaseous ozone on *Enterococcus faecalis* biofilm– an in vitro study. *Clin Oral Investig.* 2016;20(7):1733-39.
 32. Küçük F, Yıldırım S, Çetiner S. Cytotoxicity assessment of different doses of ozonated water on dental pulp cells. *BMC Oral Health.* 2021;19;21(1):32.
 33. Reddy KS, Prasad SD, Sirisha PD, Prashanth V. Evaluation of Antimicrobial Efficacy of Ozonated Sesame Oil, Calcium Hydroxide and their Combination as Intracanal Medicament against *Candida Albicans*: An in-vitro study. *Adv Hum Biol.* 2015;5(2):78-87.
 34. Silveira AMV, Lopes HP, Siqueira Jr JF, Macedo SB, Consolaro A. Periradicular repair after two-visit endodontic treatment using two different intracanal medications compared to single- visit endodontic treatment. *Braz Dent J.* 2007;18(4):299-304.
 35. Kriplani S, Sedani S, Mishra A, Umre U. Non-surgical Management of Periapical Lesions With the Use of Newer Modalities in Adjunct to the Conventional: A Case Series. *Cureus.* 2024;16(3): e57314.
 36. Vasavada K, Kapoor S. Evaluation of ozonized calcium hydroxide as an effective intracanal medicament during root canal procedures: an in vitro observational study. *Med Gas Res.* 2020;10(3):122-124.
 37. Khalilov R. Semptomatik Apikal Periodontitisli Molar Dişlere Sahip Hastalarda Kanal İçi Ozon Uygulamasının Postoperatif Ağrıya Etkisi: Randomize, Plasebo Kontrollü Klinik Çalışma (Uzmanlık Tezi) Erzurum: Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı;2017.
 38. Sağlam H, Aladağ H. Comparison of intracanal ozone and low-level laser therapy on postoperative pain in vital teeth with symptomatic apical periodontitis:placebo-controlled randomize trial. *Lasers Med Sci.* 2023; 38(1):227.
 39. Sinha N, Asthana G, Parmar G, Langaliya A, Shah J, Kumbhar A, Singh B. Evaluation of Ozone Therapy in Endodontic Treatment of Teeth with Necrotic Pulp and Apical Periodontitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2021;47(12):1820–1828.
 40. Ahmed N, Suzuki S, Mosallam R. Effect of Oleozon on Healing of Exposed Pulp Tissues. *J Am Sci.* 2011;7(5):38–44.
 41. Chandra SP, Chandrasekhar R, Uloopi KS, Vinay C, Kumar NM. Success of root fillings with zinc oxide-ozonated oil in primary molars: preliminary results. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2014;15(3):191-5.
 42. El-Desouky SS, Omer SMM, Ghouraba RF, Ali Abdel Latif RM, Kabbash IA, Hadwa SM. Zinc oxide-ozonated olive oil as a new root canal filling material in primary molars: a clinical randomized controlled trial. *Clin Oral Investig.* 2023;27(12):7395-7405.
 43. Maiya A. Applications of ozone in dentistry. *Int J Clin Den Sci.* 2011;2:23-7.
 44. Menzel DB. Ozone: an overview of its toxicity in man and animals. *J Toxicol Environ Health.* 1984;13(2- 3):181-204.
 45. Pattanaik B, Jetwa D, Pattanaik S, Manglekar S, Naitam DN, Dani A. Ozone therapy in dentistry: a literature review. *J Interdisciplinary Dent.* 2011;1(2):87.