

aot

Acta Odontologica Turcica

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi resmi yayını
The official journal of Gazi University Faculty of Dentistry



Eski adı Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi
Formerly The Journal of Gazi University Faculty of Dentistry

ISSN 2147-690X

Cilt Volume

41

Sayı Issue

2

Yıl Year

2024



Yayın İdare Adresi / Editorial Office
Acta Odontologica Turcica
Yayın Kurulu Başkanlığı
06510 Emek / Ankara / Türkiye
Telefon / Telephone: + 90 312 203 40 00 - 4020
Faks / Fax: +90 312 223 92 26
e-posta / e-mail: gudisdergi@gazi.edu.tr
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/gaziaot>



Sayfa düzenlemesi / Layout
Diamed Ajans Reklam ve Tanıtım Hizmetleri
Şeyh Şamil Mah., Bozhöyük Cad., 157. Sokak, No: C3-5 blok /5
Eryaman / Etimesgut / Ankara / Türkiye
Telefon / Telephone: +90 0537 502 88 87
e-posta / e-mail: soner@diamedajans.com
www.diamedajans.com

Yayına verilış tarihi / Date of publication

01.05.2024

Logo ve kapak tasarımı / Logo and cover design

Abbas KETİZMEN

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi resmi yayınıdır
The official journal of Gazi University Faculty of Dentistry

Yılda üç kez elektronik olarak yayınlanır / Published electronically three times a year
Yayın dili Türkçe ve İngilizcedir / Official languages are Turkish and English
Yaygın süreli yayım / Widespread periodical publication

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi adına sahibi / Owner on behalf of Gazi University Faculty of Dentistry
Prof. Dr. Musa YILDIZ (*Rektör / Rector*)

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Managing Clerical Director
Prof. Dr. Kahraman GÜNGÖR (*Dekan / Dean*)

Yayın Kurulu / Editorial Board (2022)

- Tuba TORTOP; (*Baş-Editör / Editor-in-Chief*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Hacer DENİZ ARISU; (*Editör / Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Bağdagül HELVACIOĞLU KIVANÇ; (*Bölüm Editörü / Assoc. Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Sühan GÜRBÜZ; (*Bölüm Editörü / Assoc. Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Çağdaş ÇINAR; (*Bölüm Editörü / Assoc. Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Duygu KARAKIŞ; (*Bölüm Editörü / Assoc. Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Nehir CANIGÜR BAVBEK; (*Bölüm Editörü / Assoc. Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Burcu TOKÖZLÜ; (*Bölüm Editörü / Assoc. Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Gülşün AKAY; (*Bölüm Editörü / Assoc. Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Yeliz KILINÇ; (*Bölüm Editörü / Assoc. Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Ayşegül MENDİ; (*Bölüm Editörü / Assoc. Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Bülent ALTUNKAYNAK; (*İstatistik Editörü / Statistical Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Özge KARADAĞ ATAŞ; (*İstatistik Editörü / Statistical Editor*) Hacettepe Univ., Ankara, Türkiye
Seda KUŞÇU ÖZBUDAK; (*İngilizce Dil Editörü / English Language Editor*) Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Aysel UĞUR; Gazi Univ., Ankara, Türkiye
Ayşe Tuba ALTUĞ DEMİRALP; Ankara Univ., Ankara, Türkiye
Çağrı DELİBAŞI; Medipol Univ., İstanbul, Türkiye
Dilşah ÇOĞULU; Ege Univ., İzmir, Türkiye
Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK; Ondokuz Mayıs Univ., Samsun, Türkiye
Elçin ESENLİK; Akdeniz Univ., Antalya, Türkiye
Esin ALPÖZ; Ege Univ., İzmir, Türkiye
Evrim ELİGÜZELOĞLU DALKILIÇ; Bezmialem Univ., İstanbul, Türkiye
Kıvanç Bektaş KAYHAN; İstanbul Univ., İstanbul, Türkiye
Kıvanç KAMBUROĞLU; Ankara Univ., Ankara, Türkiye
L. Şebnem TÜRKÜN; Ege Univ., İzmir, Türkiye
Merva SOLUK TEKKEŞİN; İstanbul Univ., İstanbul, Türkiye
Mete ÜNGÖR; Medipol Univ., İstanbul, Türkiye
Neslihan ARHUN; Başkent Univ., Ankara, Türkiye
Nurcan BUDUNELİ; Ege Univ., İzmir, Türkiye
Nuriye Işıl SAYGUN; University of Health Sciences, Ankara, Türkiye
Övül KÜMBÜLOĞLU; Ege Univ., İzmir, Türkiye
R. Ebru TİRALI; Başkent Univ., Ankara, Türkiye
Serdar UYSAL; Hacettepe Univ., Ankara, Türkiye
Ülkü BAŞER; İstanbul Univ., İstanbul, Türkiye

Gazi Üniversitesi Senatosunun 01.05.1998 tarih ve 4 sayılı toplantısında alınan 98/40 sayılı kararı uyarınca fakültemiz dergisinin, hakemli dergi olarak sayılması ve fakülte imkanları ile bastırılması kabul edilmiştir.



Bu dergi TÜBİTAK/ULAKBİM Ulusal Tıp Veri Tabanı (Türk Tıp Dizini), Türkiye Atıf Dizini, Türk Medline, Sherpa/Romeo, Ebsco, CrossRef, J-Gate, Google Scholar, OpenAire, ProQuest, DOAJ ve Index Copernicus tarafından indekslenmekte olup TDB Sürekli Diş Hekimliği Eğitim Yüksek Kurulu tarafından kredilenmiştir.

This journal has been indexed by TÜBİTAK/ULAKBİM National Database, Türkiye Citation Index, Turk Medline, Sherpa/Romeo, Ebsco, CrossRef, J-Gate, Google Scholar, OpenAire, ProQuest, DOAJ, and Index Copernicus, and credited by TDB Continual Dental Medicine Education High Commission.



Acta Odontologica Turcica

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Sayfa / Page

ÖZGÜN ARAŞTIRMA MAKALELERİ / ORIGINAL RESEARCH ARTICLES

Hava-toz sistemi ile polisaj amacıyla kullanılan eritritol ve sodyum bikarbonat tozunun süt dişi mine yüzeyleri üzerindeki etkilerinin <i>in-vitro</i> olarak değerlendirilmesi <i>In vitro evaluation of the effects of erythritol and sodium bicarbonate powder used with the air-powder polishing system on the enamel surface of deciduous teeth</i> Cenkhan Bal, Merve Aksoy	44
Bolton yöntemi ile Braun yönteminin karşılaştırmalı olarak incelenmesi <i>A comparative examination of Bolton's method and Braun's method</i> Kardelen Aras Yıldırım, Emel Yücel	50
Türk ve yabancı uyruklu öğrenciler arasında kemik grefti seçimi üzerine etkili olan faktörlerin incelenmesi <i>Investigation of factors affecting bone graft selection between Turkish and foreign students</i> Özgün Yıldırım	59
<i>In vitro</i> comparison of force losses over time of orthodontic nickel-titanium closed springs, elastomeric chains, and active tie-backs <i>Ortodontik Nikel-Titanyum Kapalı Yayların, Elastomerik Zincirlerin ve Aktif Tie-Backlerin Zamana Göre Kuvvet Kayıplarının In Vitro Karşılaştırılması</i> Emine Aydın, Orhan Çiçek, Nurhat Özkalaycı	67
DERLEME / REVIEW	
Matür daimi dişlerde vital pulpa tedavilerine güncel bir bakış-derleme makalesi <i>Vital pulp treatments in mature permanent teeth: An up-to-date overview-review article</i> Merve Sarı, Pelin Tüfenççi	75

Özgün araştırma makalesi

Hava-toz sistemi ile polisaj amacıyla kullanılan eritritol ve sodyum bikarbonat tozunun süt dişi mine yüzeyleri üzerindeki etkilerinin *in-vitro* olarak değerlendirilmesi

Cenkhan Bal , Merve Aksoy 

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye,

ÖZET

AMAÇ: Dental biyofilmin uzaklaştırılması hem çürük riskini ortadan kaldırmak hem de restore edilmiş dişlerin sağlığını idame ettirmek için gereklidir. Bu çalışmanın amacı, süt dişi minesine uygulanan sodyum bikarbonat tozu ile yeni nesil eritritol tozunun minenin yüzey mikrosertliği ve renginde oluşturduğu değişikliklerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM: 40 adet çekilmiş insan süt dişi rastgele olarak kontrol, sodyum bikarbonat, sodyum bikarbonat+eritritol ve eritritol olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Elde edilen örneklerin yüzey sertliği ve yüzey renklemeleri işlem öncesi ve sonrasında olacak şekilde değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılım analizi için Shapiro Wilks testi kullanılmış, veri analizleri ise eşleştirilmiş örneklem t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık değeri $p<0,05$ olarak alınmıştır.

BULGULAR: Vickers mikrosertlik verilerinin analizine göre, tüm gruplarda, uygulamalar sonrası ölçülen mikrosertlik verilerinin uygulamalar öncesi ölçülen değerlerden istatistiksel olarak anlamlı oranlarda düşük olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Renk analizinde ise sodyum bikarbonat grubu ile sodyum bikarbonat+eritritol grubunun uygulama öncesi ve sonrası değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p=0.041$). Benzer şekilde, sodyum bikarbonat grubu ile eritritol uygulanan grupların ortalama değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p=0.000$).

SONUÇ: Yürütmüş olduğumuz *in vitro* çalışma, yeni nesil eritritol tozunun daha az partikül büyüklüğüne sahip olması, ağız içi sert ve yumuşak dokularda daha az travmaya sebebiyet vermesi ve suda eriyebilirlik özellikleri nedeniyle çocuk hastalarda sodyum bikarbonat tozuna alternatif olarak güvenle kullanılabilecek bir ürün olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Çocuk diş hekimliği; dental hava abrazyonu; eritritol

Makale gönderiliş tarihi: 20 Şubat 2023; Yayına kabul tarihi: 15 Haziran 2023
*İletişim: Dr. Öğr. Üyesi Cenkhan BAL, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye
E-posta: cenkhanbal@gmail.com

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Bal C, Aksoy M. Hava-Toz Sistemi ile Polisaj Amacıyla Kullanılan Eritritol ve Sodyum Bikarbonat Tozunun Süt Dişi Mine Yüzeyleri Üzerindeki Etkilerinin *in vitro* Olarak Değerlendirilmesi Acta Odontol Turc 2024;41(2):44-9
EDİTÖR: Çağdaş Çınar, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

YAYIN HAKKI: © 2024 Bal ve Aksoy. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

FINANSAL DESTEK: Bulunmamaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Bulunmamaktadır.

[The abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Oral hijyenin sağlanması ve devamlılığı çocuk diş hekimliği uygulamalarının temelini oluşturmaktadır. Dental biyofilmin uzaklaştırılması hem çürük riskini ortadan kaldırmak hem de restorasyonlu dişlerin sağlığını idame ettirmek için gereklidir.¹⁻³ Bu doğrultuda gerek plağın uzaklaştırılması gerekse dişler üzerindeki eklenti ve renklemelerin temizlenmesi amacıyla çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bunlar arasında el aletleri ve ultrasonik kazıyıcılar sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak yapılan araştırmalar bu tip geleneksel yöntemlerin diş mine yüzeylerinde pürüzlülük oluşturduğunu göstermektedir.^{4,5} Bu noktada basınçlı hava ve aşındırıcı toz ve su karışımından oluşan hava-toz sistemleri ile polisaj öne çıkmaktadır. Hava-toz sistemleri ile polisaj daha az hekim hatasına sebebiyet vermesi ve ulaşılması zor bölgelerde de etkili olması nedeniyle el aletleri ve ultrasonik kazıyıcılarla karşılaştırıldığında daha etkili, kolay ve hızlı bir teknik olarak öne çıkmaktadır.⁵⁻⁸

Hava-toz sistemi ile polisaj ilk kez 1945 yılında alüminyum oksit partikülleri (dolomit) ile kavite preparasyonu için geliştirilmiştir. Yetmişli yılların sonuna doğru sodyum bikarbonat tozu dental polisaj işlemlerinde kullanılmaya başlanmıştır.⁸ Ancak geleneksel sodyum bikarbonat tozlarının partikül büyüklüğünün 250 µm ve üzerinde olması, bu ajanların ağız içi sert ve yumuşak dokular ve restorasyonlar için yüksek aşındırıcılığı olan materyaller olarak kabul edilmelerine neden olmuştur.⁸⁻¹¹ Buna ilaveten daha

önce yapılan çalışmalar, sodyum bikarbonat tozlarının biyofilm oluşumuna ve bakteriyel tutunmaya neden olabilecek şekilde yüzey pürüzlülüğüne sebebiyet verdiğini de göstermiştir.¹²⁻¹⁴

Geleneksel sodyum bikarbonat tozlarının olumsuz özellikleri nedeniyle aşındırma kapasitesi daha düşük sistemler üzerinde çalışmalar başlamıştır.² Bu noktada 2003 yılında glisin bazlı yeni bir toz ve 40 µm partikül büyüklüğüne sahip sodyum bikarbonat tozla beraber 2013 yılından itibaren eritritol bazlı bir toz piyasaya sürülmüştür. Bu tozlardan glisin 25 µm ve eritritol 14 µm partikül büyüklüğüne sahiptir.^{15,16}

Eritritol, eritrozun indirgenmesiyle üretilen doğal bir şeker alkolüdür ve suda eriyebilir özelliktedir.¹⁷ Böbrekler tarafından verimli bir şekilde atılır, bu nedenle diğer şeker alkollerinden daha az gastrointestinal yan etkilere ve glikoz ve insulin plazma seviyelerinde daha az değişikliğe neden olur.¹⁸⁻²⁰ Son zamanlarda eritritolün antibiyofilm aktivitesine dikkat çekilmiştir.^{20,21} Hashino ve arkadaşları²¹ eritritolün biyofilmin mikro yapısını ve metabolomik profilini değiştirdiğini *in vitro* koşullarda göstermişlerdir.²¹

Literatürde bu yeni sistemlerin süt dişi minesine olan etkisinin karşılaştırıldığı çok az çalışma mevcuttur.²² Yürütülen bu çalışmanın amacı, düşük partikül büyüklüğüne sahip sodyum bikarbonat tozu ile yeni nesil eritritol tozunun süt dişi minesinin yüzey mikrosertliği ve yüzey renginde oluşturduğu değişikliklerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir. Çalışmanın sıfır hipotezi, karşılaştırılan uygulama yöntemlerinin süt dişi minesinin yüzey sertliği ve rengi üzerinde oluşturacağı değişiklikler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmayacağı yönünde kurulmuştur.

GEREÇ VE YÖNTEM

Örnekleme sayısının belirlenmesi

Çalışmaya başlamadan önce yapılan güç analizleri (G*Power) ile %90 güven düzeyinde her bir grup için en az 8 örneğin kullanılması uygun görülmüş, çalışma sırasında oluşabilecek aksaklıklar göz önünde bulundurularak her grupta 10 örneğin incelenmesine karar verilmiştir. Bu doğrultuda, çalışma kapsamında, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Kliniği'nde fizyolojik nedenlerle çekimi yapılan 40 adet süt dişi kullanılmıştır.

Etik kurul onayı

Çalışma için gerekli etik kurul izinleri Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2023-07 karar numarası ile alınmıştır. Süt dişi çekimi öncesinde hastaların yasal temsilcisinden bilgilendirilmiş gönüllü olur onam formu onayı temin edilmiş ve kendilerine çalışmaya katılmasalar da gereken tüm dental tedavilerinin yapılacağı ile istedikleri zaman çalışmadan ayrılacaklarının bilgisi verilmiştir. Çalışma süresince, Dünya Tabipleri Birliği Helsinki

Tablo1. Çalışma grupları ve kullanılan örnek sayıları

Gruplar	Vickers Mikrosertlik n	Renk Değişimi n
Kontrol (Su)	10	10
Sodyum bikarbonat	10	10
Sodyum bikarbonat+Eritritol	10	10
Eritritol	10	10

Bildirgesi ve İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu'nun önerilerine sadık kalınmıştır.

Çatlak, hipoplazi, beyaz nokta lezyonları ve diğer şekil bozuklukları olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Serum fizyolojik solüsyonunda saklanan 40 adet çekilmiş insan süt dişi rastgele olarak kontrol, sodyum bikarbonat, sodyum bikarbonat+eritritol ve eritritol olmak üzere dört gruba ayrılmıştır (Tablo 1). Çekilmiş dişler, su soğutması altında Microcut 201 hassas kesici kullanılarak sement-mine birleşim noktasından ve diş orta hattından kesilerek her bir diştten 2 adet mine örneği alınmıştır. Örnekler distile su ile yıkanmış ve deney başlangıcına dek serum fizyolojik solüsyonunda bekletilmiştir. Dişlerin yüzey özellikleri, bukkal yüzeylerin zımparalanması ile standardize edilmiştir. Bu amaçla farklı aşındırıcı partikül boyutuna sahip (800, 1000 ve 1200 grit) zımpara kağıtları kullanılmıştır. Bu uygulamaları takiben örnekler akril içine gömülmüş ve bukkal mine yüzeylerinde 3x3 mm'lik bir alan çalışma için ayrılıp, geriye kalan mine yüzeyleri aside dayanıklı tırnak cilası ile iki kat olacak şekilde boyanmıştır.

Mikrosertlik testi

Örneklerin mikro sertlik analizi Vickers Mikrosertlik (HVM-G, Shimadzu Corp., Kyoto, Japonya) cihazı ile yapılmıştır. Dişlerin yüzeylerindeki 3x3 mm²'lik alanda 3 farklı noktadan mikrosertlik ölçümü yapıp (1000 gr, 10 sn) bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Her örnek için uygulama öncesi değerler ve gruplara özgü uygulamalar sonrası değerler ölçülerek kayıt altına alınmıştır.

Renk değişiminin ölçülmesi

Örneklerin yüzey renk değerleri Vita Easyshade V (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) cihazı ile ölçülmüştür. Örneklerin ilk yüzey renkleri ve gruplara özgü uygulamalar sonrasındaki yüzey renkleri (L*a*b* değerleri) ölçülerek kaydedilmiştir. Tüm ölçümler arasında spektrofotometre cihazı kalibre edilmiş ve ölçümler özel oluşturulmuş nötr (gri) ortam içinde yapılmıştır. CIEDE2000 renk farklılığı formülü için hesaplamalar aşağıdaki eşitliğe göre yapılmıştır:²³

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)^2} + R_T \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)$$

Bu formüldeki ΔE_{00} renk değişikliğini ifade etmektedir. RT ton değişikliği değeridir. ΔL , ΔC ve ΔH nötr renkler için telafi farklarıdır. SL, SC ve SH, $L^*a^*b^*$ koordinat sistemindeki değişimi ayarlamak için kullanılmıştır. KL, KC ve KH deneysel koşullar için düzeltme verileri olarak formülde yer almaktadır (Bu çalışma için $KL=1.0$, $KC=1.0$, $KH=1.0$ olarak hesaplanmıştır).²³

Tekrarlanabilir çalışma koşulları elde etmek için her hava-toz sistemi ile polisaj çalışmasından sonra önerilen maksimum seviyeye kadar su ve toz tankı doldurulmuştur. Tüm uygulamalarda üreticinin tavsiye ettiği basınç değerleri kullanılmıştır. Hava-toz sistemi ile polisaj uygulaması için Airflow cihazı (EMS, Airflow® Prophylaxis Master, Nyon, İsviçre), püskürtücü uç (EMS, Air-Flow® Handpiece, İsviçre), sodyum bikarbonat (EMS, Air-Flow® Classic, 40 μ m, İsviçre) ve eritritol (EMS, Air Flow® Powder Plus, 14 μ m, İsviçre) tozları kullanılmıştır. Hava-toz sistemi ile polisajın uygulayıcı ucu diş yüzeyi ile 60° açı oluşturacak şekilde sabitlenerek kullanılmıştır. Cihaz ucu hareket ettirilmeden 10 sn boyunca 5 mm uzaklıktan 60° açı oluşturacak şekilde, her gruba uygun toz kullanılarak uygulamalar yapılmıştır. Kontrol grubunda hiçbir toz ilavesi olmaksızın sadece su ile çalışılmıştır. Sodyum bikarbonat grubunda 10 sn sodyum bikarbonat tozu, eritritol grubunda 10 sn eritritol tozu diş yüzeyine uygulanmıştır. Sodyum bikarbonat+eritritol grubunda ise 5 sn süresince sodyum bikarbonata tabi tutulan dişler hemen ardından 5 sn süresince eritritol ile muamele edilmişlerdir.

İstatistiksel analizler

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS 25 IBM kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normal dağılım analizi için Shapiro Wilks testi kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren verilerin grup içi karşılaştırma analizleri eşleştirilmiş örneklem t-testi ile yapılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi ile yapılmış, anlamlı farklılık çıkması durumunda post-hoc testlerinden faydalanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık değeri $p<0,05$ olarak alınmıştır.

BULGULAR

Çalışma sonucunda grupların ilk mikrosertlik değerleri ve her bir gruba spesifik olarak yapılan uygulamalar sonrasındaki mikrosertlik değerleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Örneklerin, uygulama öncesi ve uygulama sonrası grup içi Vickers mikrosertlik verilerinin analizi eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanılarak yapılmıştır. Kontrol, sodyum bikarbonat, sodyum bikarbonat+eritritol ve eritritol gruplarının uygulama öncesi Vickers mikrosertlik değerleri ile uygulama sonrası verilerin gruplar arası karşılaştırması ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testleri ile yapılmıştır. Eşleştirilmiş örneklem t-testi, tüm gruplarda, uygulamalar sonrası ölçülen mikrosertlik verilerinin uygulamalar öncesi

Tablo 2. Grup İçi ve Gruplar Arası Vickers Ölçümlerinin Karşılaştırmaları

	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası	P
Gruplar	Ort± SS	Ort± SS	
Grup 1	293,10±11,92	291,83±11,75	0,002*
Grup 2	292,27±17,42	286,07±17,41	0,001*
Grup 3	290,10±13,08	282,10±14,32	0,019*
Grup 4	295,83±15,32	293,30±15,66	0,001*
P	0.851	0,320	

Grup1: Kontrol (Su), Grup 2: Sodyum bikarbonat, Grup 3: Sodyum bikarbonat+Eritritol, Grup 4: Eritritol
Ort± SS: Ortalama±Standart Sapma. Eşleştirilmiş örneklem t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve testine göre * $p<0.05$ istatistiksel anlamlılığı gösterir.

ölçülen değerlerden istatistiksel olarak anlamlı oranlarda düşük olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi sonuçlarına göre kontrol, sodyumbikarbonat, sodyumbikarbonat+eritritol ve eritritol gruplarının uygulama öncesi başlangıç mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p=0.85$). Benzer şekilde tüm grupların uygulamalar sonrası mikrosertlik değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p=0.32$) (Tablo 2).

Grupların (kontrol, sodyumbikarbonat, sodyumbikarbonat+eritritol ve eritritol) uygulamalar öncesi ve sonrası renk değişimi verilerinin istatistiksel analizleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve post-hoc karşılaştırmalı testleri kullanılarak yapılmıştır. Buna göre kontrol grubunun ortalama renk değişim değeri (9.35 ± 4.02) ile sodyum bikarbonat uygulanan grubun ortalama değerleri (10.20 ± 0.90) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Eritritol'ün yalnız uygulandığı ve sodyum bikarbonat ile uygulandığı grupların ortalama değerleri (sırasıyla; 3.60 ± 2.00 ; 6.17 ± 1.9) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Buna karşın, sodyum bikarbonat grubu ile sodyum bikarbonat+eritritol ve yalnızca eritritol uygulanan grupların ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (sırasıyla; $p=0.041$; $p=0.000$). Benzer şekilde, kontrol grubu ile sodyum bikarbonat+eritritol ve yalnızca eritritol gruplarının ortalama değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (sırasıyla; $p=0.005$; $p=0.000$) (Tablo 3).

TARTIŞMA

Bu çalışmada, iki farklı hava-toz sistemi ile polisaj spreyi tozu olan sodyum bikarbonat ve eritritolün süt dişi minesinin mikrosertliğine ve renk stabilitesine olan etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde tüm grupların Vickers mikrosertlik değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı oranda düştüğü tespit edilmiştir. Ancak eritritol grubu diğer gruplara nazaran sadece su uygulanan kontrol grubuna daha

Tablo 3. Renk Değişimi Ölçümlerinin Tanımlayıcı Verileri ve Gruplar Arası Karşılaştırmaları

Gruplar	Ort ± SS	Med	Min	Max
Grup 1	9.35±4.02 ^a	9.64	3.04	13.97
Grup 2	10.20±0.90 ^a	10.12	9.02	11.80
Grup 3	6.17±1.91 ^b	6.85	2.68	8.23
Grup 4	3.60 ^b ±2.00 ^b	3.54	0.64	7.66
P	.000*			

Grup1: Kontrol (Su), Grup 2: Sodyum bikarbonat, Grup 3: Sodyumbikarbonat+Eritritol, Grup 4: Eritritol Ort± SS: Ortalama±Standart Sapma, Med:Median, Min: Minimum, Max:Maksimum. tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testine göre *p<0.05 istatistiksel anlamlılığı gösterir. Post-hoc karşılaştırma testi sonuçlarına göre aynı küçük harfle ifade edilen ortalama değerler arasında fark bulunmamaktadır.

yakın sonuçlar vermiştir. Bu veri eritritol grubunun süt dişi mine yapısında en az travma oluşturan grup olduğunu düşündürmüştür. Bu değerlendirme eritritol tozunun partikül büyüklüğünün düşük olmasına (14µm) bağlanmıştır. Renk değişimi analizleri, kontrol grubu ile sodyum bikarbonat grubu ortalama verileri arasında istatistiksel bir fark olmadığını, aynı şekilde sodyum bikarbonat+eritritol grubu ile eritritolün yalnız uygulandığı grupların ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmediğini göstermiştir. Bununla beraber kontrol/sodyum bikarbonat ve bikarbonat+eritritol/eritritol gruplarının renk değişimi verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışma başında kurulan hipotez reddedilmiştir.

Dental biyofilmin hem çürük oluşturmada hem de periodontal hastalıklara sebebiyet vermede etkili olduğu bilinen bir gerçektir.²⁴ Bu koşullarda son dönemlerde gerek supragingival gerek de subgingival biyofilmin uzaklaştırılması amacıyla yönlendirilmiş biyofilm tedavisi (YBT-Guided biofilm therapy) adında bir yaklaşım ortaya çıkmıştır.²⁵ Bu yaklaşımda takip edilen işlemler 8 aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk etapta hastanın detaylı muayenesi ve muayeneyi takiben biyofilmi görünür kılmak amacıyla boyar ajanların kullanılır. Hastanın motive edilmesi amacıyla boyanan supragingival biyofilm tabakası ve boya ajanları dişten uzaklaştırılır, derin ceplerdeki subgingival biyofilm ve implant çevresindeki biyofilm de özel başlıklarla uzaklaştırılır. Kalan eklentiler minimal girişimsel bir şekilde odaksal olarak temizlenir. İhtiyaç halinde yeniden değerlendirme ve motivasyon yapılır. Son olarak hastanın tekrar çağırma randevusu ayarlanır ve yönlendirilmiş biyofilm tedavisi bu aşamaları takiben tamamlanmış olur.²⁵

Qudeimat ve ark.⁶ yaptıkları bir çalışmada çürüksüz ve aktif çürüklü dentisyona sahip 128 çocuğun biyofilmini incelemişlerdir. Değerlendirmelerinin sonucunda çürük aktif çocukların biyofilminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratacak şekilde *Streptococcus mutans* kolonizasyonunun daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar biyofilmin temizlenmesinin ve ortamdaki uzaklaştırılmasının koruyucu diş hekimliğinin bir parçası olması gerektiğini ifade etmişlerdir.²⁶

Bilindiği üzere uygulanan hava-toz sistemi ile polisaj içerisindeki toz parçacıkların (sodyum bikarbonat veya eritritol) özelliklerine göre artan pürüzlülük, mine, dentin veya sement yüzey hasarının bir işaretidir ve kinetik aşınmaya bağlı olarak yüzey özellikleri değişebilir. Bu etkileşim parçacık boyutu, sertliği ve uygulama açısı ne kadar büyük olursa o kadar fazla olur.²⁷ Bu çalışmada kullanılan tozlardan sodyum bikarbonat tozunun partikül büyüklüğü 40µm ve eritritol tozunun büyüklüğü 14 µm boyutundadır. Mohs sertlik skalasına göre sodyum bikarbonatın değeri 2.8 ve eritritolün değeri 2.0'dır. Mohs sertlik skalası 1 ila 10 arasında değişen bir değerlendirmedir ve bu ölçütte elmas en yüksek değeri almaktadır.²⁸ Partikül büyüklüğünde olan mikron boyutundaki azalma ağız içi sert ve yumuşak dokular için daha güvenli bir çalışma ortamı sağlar. Bu çalışmada da eritritol tozunun, Vickers mikrosertlik verileri göz önüne alındığında, istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte sodyum bikarbonat tozuna göre daha az yüzey hasarı oluşturduğu görülmüştür.

Yürütülen çalışmada, standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm mine yüzeyleri zımpara kağıtlarla aşındırılmıştır.^{22,29} Bu uygulama, dişin anatomik farklılıklarından ve kurvatüründen etkilenebilmektedir ve farklı alanlarda farklı kalınlıklardaki minenin kaldırılmasına sebep olabilmektedir. Bu tür bir aşındırma işlemi, tüm süt ve kalıcı dişlerin 30 µm 'lik prizmatik mine tabakasını kaldırır.²⁹ Bu şekilde hazırlanan mine yüzeylerinin, takip eden işlemlere karşı direncinin düştüğü bilinmektedir. Bu nedenle hava-toz sistemi ile polisaj işlemi mine yüzeylerinde bu işlem öncesine göre daha fazla yüzey pürüzlülüğüne ve sert doku kaybına neden olabilmektedir.²⁸

Daha önce yapılan bazı çalışmalarda, tekrar uygulanabilirliği ve kontrol edilebilirliği daha kolay olduğu için hava-toz başlığının açısının 90° olacak şekilde ayarlandığı tespit edilmiştir.^{10,15,30} Literatürde bu uygulamaların 60° ve 90° arasında yapılması tavsiye edilmektedir.³¹ Ancak diş etlerine zarar gelebileceği düşünülerek azı dişleri bölgelerinde 80° ve kesicilerin labial yüzlerinde 60° de uygulamasını tavsiye eden araştırmacılar da vardır.³¹ Bu nedenlerle çalışmamızda hava-toz başlığının açısının 60° olarak standardize edilmesi uygun görülmüştür.

Babina ve ark.nın³² nanohibrit kompozitlere sodyum bikarbonat tozu ile hava-toz sistemi ile polisaj uygulamaları çalışmalarında 10 sn süresince 600 açı altında 5 mm mesafeden 4 bar basınçla çalışıldığı tespit edilmiştir. Kullandığımız Airflow prophylaxis master (EMS) cihazında 1'den 8 bara kadar basınç ayarlaması mümkün olmaktadır. Ancak kullandığımız örneğin süt dişi olması, üretici tavsiyesi ve yine benzer çalışmalar göz önüne alındığında 4 bar basıncın kullanılmasının uygun olduğu düşünülmüştür.^{10,15,19,32} Çalışmamızda hava-toz sisteminin mesafesi, literatürdeki benzer çalışmalar ve üretici tavsiyeleri rehber alınarak 5±0,5 mm olarak belirlenmiştir.^{30,31,33}

Renk stabilitesi analizlerine bakıldığında, sodyum bikarbonat toz ve basınçlı suyun dirençsiz mine yüzeylerini daha opak hale getirdiğini söylemek mümkündür. Sodyum bikarbonat+eritritol ve eritritol grupları incelendiğinde bu uygulamaların açığa çıkmış mine yüzeylerinde daha az aşındırıcı etki oluşturduğu ve yüzey renk değerlerinin işlem öncesi verilere yakın devam ettiği tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak kontrol/ sodyum bikarbonat ve bikarbonat+eritritol/eritritol gruplarının renk değişimi verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, partikül büyüklüğünün artmasına bağlı olarak tozun yüzeyde oluşturduğu değişikliklerin de arttığı yönündeki bulguları desteklemektedir.^{27,28}

Yapılan literatür araştırmalarında, dental plağın ve dişler üzerindeki renklenmelerin uzaklaştırılması amacıyla sodyum bikarbonat ve eritritol tozunun kombine kullanımına yer veren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla beraber, sodyum bikarbonat tozunun üretici firmasının uygun görülen koşullarda inatçı renklenmelerin uzaklaştırılması sonrası daha küçük partiküllü bir toz ile yüzey düzeltilmesi yapılabileceğini belirtmesi nedeniyle bu uygulama tercih edilmiştir. Çalışmamızda taramalı elektron mikroskobu ile inceleme yapılmaması nedeniyle yüzeysel değişiklikleri izlenememiştir ve bu durum çalışmanın limitasyonu olarak görülmektedir.

SONUÇ

Yönlendirilmiş biyofilm tedavisi baz alınarak oluşturduğumuz *in vitro* çalışma koşullarında yeni nesil eritritol toz hem daha az partikül büyüklüğüne sahip olması hem de ağız içi sert ve yumuşak dokularda daha az travmaya sebebiyet vermesi ve suda eriyebilirlik özellikleri nedeniyle çocuk hastalarda sodyum bikarbonat toza alternatif, güvenli kullanılabilecek bir ürün olarak göze çarpmaktadır. Ancak mevcut çalışmanın limitasyonu göz önüne alındığında daha detaylı ve ileri çalışmalara ihtiyaç duyulabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR VE ANMA: Çalışmamıza verdiği değerli desteklerden ötürü Sn. Prof. Dr. Bülent Kurtiş'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Westfelt E. Rationale of mechanical plaque control. J Clin Periodontol 1996;23:263-7.
- Müller N, Moëne R, Cancela JA, Mombelli A. Subgingival air-polishing with erythritol during periodontal maintenance: randomized clinical trial of twelve months. J Clin Periodontol 2014;41:883-9.
- Cobb CM, Daubert DM, Davis K, Deming J, Flemmig TF, Pattison A, et al. Consensus conference findings on Supragingival and subgingival air polishing. Compend Contin Educ Dent 2017;38:e1-e4.1
- Arabaci T, Çiçek Y, Özgöz M, Canakçı V, Canakçı CF, Eltas A: The comparison of the effects of three types of piezoelectric ultrasonic tips and air polishing system on the filling materials: an *in vitro* study. Int J Dent Hyg 2007; 5:205-10.
- Petersilka GJ, Tunkel J, Barakos K, Heinecke A, Häberlein I, Flemmig TF: Subgingival plaque removal at interdental sites using a low-abrasive air polishing powder. J Periodontol 2003; 74:307-11.
- Petersilka GJ, Steinmann D, Häberlein I, Heinecke A, Flemmig TF. Subgingival plaque removal in buccal and lingual sites using a novel low abrasive air-polishing powder. J Clin Periodontol 2003;30:328-33.
- Flemmig TF, Hetzel M, Topoll H, Gerss J, Haerberlein I, Petersilka G. Subgingival debridement efficacy of glycine powder air polishing. J Clin Periodontol 2007;78:1002-10.
- Petersilka GJ, Tunkel J, Barakos K, Heinecke A, Haberlein I, Flemmig T. Subgingival plaque removal at interdental sites using a low abrasive air polishing J Periodontol 2003; 74: 307-11.
- Petersilka G, Faggion CM Jr, Strattmann U, Gerss J, Ehmke B, Haerberlein I, et al. Effect of glycine powder air-polishing on the gingiva. J Clin Periodontol 2008;35:324-32.
- Pelka M, Trautmann S, Petschelt A, Lohbauer U. Influence of air-polishing devices and abrasives on root dentin- an *in vitro* confocal laser scanning microscope study. Quintessence Int 2010;41:141-8.
- Petersilka GJ. Subgingival air-polishing in the treatment of periodontal biofilm infections. Periodontol 2000 2011;55:124-42.
- Quirynen M. The clinical meaning of the surface roughness and the surface free energy of intraoral hard substrata on the microbiology of the supra and subgingival plaque: result of *in vitro* and *in vivo* experiments. J Dent 1994;22(Suppl.1S):13-6.
- Marigo L, Rizzi M, La Torre G, Rumi G. 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. Oper Dent 2001;26:562-8.
- Teughels W, Van Assche N, Sliepen I, Quirynen M. Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. Clin Oral Implants Res 2006;17(Suppl 2):68-81.
- Petersilka GJ, Bel M, Haberlein I, Mehl A, Hickel R, Flemmig TF. *In vitro* evaluation of novel low abrasive air polishing powders. J Clin Periodontol 2003; 30:9-13.
- Hägi TT, Hofmänner P, Salvi GE, Ramseier CA, Sculean A. Clinical outcomes following subgingival application of a novel erythritol powder by means of air polishing in supportive periodontal therapy: a randomized, controlled clinical study. Quintessence Int 2013;44:753-61.
- Moon HJ, Jeya M, Kim IW, Lee JK. Biotechnological production of erythritol and its applications. Appl Microbiol Biotechnol 2010;86:1017-25.
- Munro IC, Berndt WO, Borzelleca JF, Flamm G, Lynch BS, Kennepohl E, et al. Erythritol: An interpretive summary of biochemical, metabolic, toxicological and clinical data. Food Chem Toxicol 1998;36:1139-74.
- Yokozawa T, Kim HY, Cho EJ. Erythritol attenuates the diabetic oxidative stress through modulating glucose metabolism and lipid peroxidation in streptozotocin-induced diabetic rats. J Agric Food Chem 2002;50: 5485-89.
- Oku T, Nakamura S. Threshold for transitory diarrhea induced by ingestion of xylitol and lactitol in young male and female adults. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo) 2007;53:13-20.
- Hashino E, Kuboniwa M, Alghamdi SA, et al. Erythritol alters microstructure and metabolomic profiles of biofilm composed of Streptococcus gordonii and Porphyromonas gingivalis. Mol Oral Microbiol 2013;28:435-51.

22. Khalefa M, Finke C, Jost-Brinkmann PG. Effects of air-polishing devices with different abrasives on bovine primary and second teeth and deciduous human teeth. *J Orofac Orthop* 2013;74:370-80.
23. de Abreu JLB, Sampaio CS, Benalcázar Jalkh EB, Hirata R. Analysis of the color matching of universal resin composites in anterior restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2021 Mar;33:269-276.
24. Sanz M, Beighton D, Curtis M.A, Cury JA, Dige I, Dommisch H, *et al.* Role of microbial biofilms in the maintenance of oral health and in the development of dental caries and peri-dontal diseases. Consensus report of group 1 of the Joint EFP/ORCA workshop on the boundaries between caries and peri-odontal disease. *J Clin Periodontol* 2017;44:5–11.
25. Shrivastava D, Natoli V, Srivastava KC, Alzoubi IA, Nagy AI, Hamza MO, *et al.* Novel Approach to Dental Biofilm Management through Guided Biofilm Therapy (GBT): A Review. *Microorganisms* 2021; 9: 1966.
26. Qudeimat MA, Alyahya A, Karched M, Behbehani J, Salako NO. Dental plaque microbiota profiles of children with caries-free and caries-active dentition. *J Dent* 2021;104:103539.
27. Neme AL, Frazier KB, Roeder LB, Debner TL. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Oper Dent* 2002;27:50–8.
28. Lennemann T. Air polishing: overview. *Can J Dent Hygiene* 2011;45:145–8.
29. Ripa LW, Gwinnett AJ, Buonocore MG The "prismless" outer layer of deciduous and permanent enamel. *Arch Oral Biol* 1966; 11:41–8.
30. Pelka MA, Altmaier K, Petschelt A, Lohbauer U. The effect of air-polishing abrasives on wear of direct restoration materials and sealants. *J Am Dent Assoc* 2010; 141:63–70
31. Mishkin DJ, Engler WO, Javed T, Darby TD, Cobb RL, Coffman MA. A clinical comparison of the effect on the gingiva of the Prophy-Jet and the rubber cup and paste techniques. *J Periodontol* 1986; 57:151–54
32. Babina K, Polyakova M, Sokhova I, Doroshina V, Zaytsev A, Nikonova EE, *et al.* Translucency and Color Stability of a Simplified Shade Nanohybrid Composite after Ultrasonic Scaling and Air-Powder Polishing. *Nanomaterials (Basel)*. 2022;12:4465.
33. Jost-Brinkmann P-G The influence of air polishers on tooth enamel. An *in vitro* study. *J Orofac Orthop* 1998; 59:1–16

***In vitro* evaluation of the effects of erythritol and sodium bicarbonate powder used with the air-powder polishing system on the enamel surface of deciduous teeth**

ABSTRACT

OBJECTIVE: Removal of dental biofilm is necessary both to eliminate the risk of caries and to maintain the health of the restored teeth. The aim of this study is to compare the changes in surface microhardness and color of deciduous tooth enamel following the sodium bicarbonate and new generation erythritol powder applications.

MATERIALS AND METHOD: Forty extracted human deciduous teeth were randomly divided into four groups: control, sodium bicarbonate, sodium bicarbonate+erythritol, and erythritol. The surface hardness of the samples obtained and surface coloration were evaluated before and after processing. Shapiro Wilks test was used for the normal distribution analysis of the data. The data were analyzed with paired samples t-test and one-way analysis of variance (ANOVA). The statistical significance value was determined as $p < 0.05$.

RESULTS: According to the analysis of Vickers microhardness data, in all groups, the microhardness data measured after the treatments were found to be statistically significantly lower than the values measured before the treatments ($p < 0.05$). In the color analysis, a statistically significant difference was found between the mean values of the sodium bicarbonate and the sodium bicarbonate+erythritol groups ($p = 0.041$). Similarly, a statistically significant difference was also detected between sodium bicarbonate and erythritol groups ($p = 0.000$).

CONCLUSION: According to the results of this *in vitro* study, the new generation erythritol powder can be recommended as a safe alternative to sodium bicarbonate powder in the treatment of pediatric patients due to its reduced particle size, the decreased risk for hard and soft tissue trauma, and the enhanced water solubility.

KEYWORDS: Dental air abrasion; erythritol; pediatric dentistry

Özgün araştırma makalesi

Bolton yöntemi ile Braun yönteminin karşılaştırmalı olarak incelenmesi

Kardelen Aras Yıldırım , Emel Yücel 

Ortodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Diş boyut uyumsuzluğunun hesaplanmasında kullanılan Bolton yöntemi ile Braun yönteminin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çalışma, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Ana Bilim Dalı kliniğine ortodontik tedavi için başvurmuş hastaların alçı modellerinden oluşmaktadır. Birinci grup (G1), ideal bitim kriterlerine ve Angle Sınıf I molar kapanışına sahip 61 adet modelden oluşmaktayken; ikinci grup (G2), farklı maloklüzyonlara sahip 61 modelden oluşmaktadır. G2; Angle Sınıf I, II ve III olmak üzere alt gruplar halinde değerlendirilmiştir. Bolton ve Braun analizi, iki gruptaki tüm modeller üzerinde uygulanmıştır. Ölçümler, aynı araştırmacı tarafından dijital kumpas kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normal dağılım göstermemesi sebebiyle Kruskal-Wallis H testi ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Ölçüm hatasına Dahlberg yöntemi ile bakılmıştır. $P < 0.05$ değeri anlamlı olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR: Her iki grup için de Bolton ve Braun yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Her iki grupta da Bolton değerleri, Braun değerlerine göre anlamlı derecede büyük bulunmuştur ($p < 0.05$). G2'de her iki yöntem kullanılarak yapılan ölçümlerde Angle Sınıf I, II ve III için ölçülen diş boyut uyumsuzluğu miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Diş boyut uyumsuzluğu miktarı en fazla Angle Sınıf III maloklüzyon grubunda, en az Angle Sınıf I maloklüzyon grubunda bulunmuştur ($p < 0.05$).

SONUÇ: Her iki grupta da Bolton değerleri, Braun değerlerinden büyük bulunmuştur. G2'deki alt gruplar arasında; iki yöntem için de diş boyut uyumsuzluğu miktarı en fazla Angle Sınıf III, en az Angle Sınıf I maloklüzyon grubunda bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELELER: Diş oklüzyonu; karşılaştırmalı çalışma; maloklüzyon; ortodonti

Makale gönderiliş tarihi: 21 Ocak 2023; Yayına kabul tarihi: 25 Temmuz 2023
*İletişim: Dt. Kardelen Aras Yıldırım, Ortodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Emek mah. Bışkek cd. (8.Cd.), 1.Sk, No:4, 06490, Çankaya, Ankara, Türkiye
E-posta: kardelenaras@gmail.com

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Aras Yıldırım K, Yücel E. Bolton yöntemi ile Braun yönteminin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Acta Odontol Turc 2024;41(2):50-8

EDİTÖR: Nehir Canıgür Bavbek, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

YAYIN HAKKI: © 2024 Aras Yıldırım ve Yücel. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

FINANSAL DESTEK: Bulunmamaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Bulunmamaktadır.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Ortodontik tedavi sonrasında ideal bir oklüzyonun sağlanabilmesi, maksiller ve mandibular dişlerin maksimum interküspidasyonda örtüşmesine bağlıdır.¹ Bununla birlikte, maksiller ve mandibular dişlerin mezio-distal boyutlarının toplamları arasındaki oranın belirli sınırlar içerisinde olması şarttır.¹

Diş boyutlarının, ideal bir kapanış ilişkisi üzerindeki etkilerini açığa kavuşturmak amacıyla geçmiş yıllardan itibaren birçok çalışma yapılmıştır.¹⁻⁹ Bu çalışmaların bir bölümünde sürmemiş daimi dişlerin boyutlarının hesaplamak için yöntemler sunulmuş^{2,3}, bir kısmında ise diş boyutlarının birbirleriyle oranları açıklamaya çalışılmıştır.^{1,4-9} Dişlerin boyutları üzerine ilk araştırma 1902'de Angle⁵ tarafından yapılmıştır. Alt ve üst ön dişlerin boyutları arasında 'ön katsayı' adı verilen bir oran olduğu ve ideal kapanış için bu oranın 1.20 ile 1.22 arasında olması gerektiği 1949 yılında yapılan bir çalışmada belirtilmiştir.⁶ Başka bir çalışmada, ön oranın %79 olması gerektiği belirtilmiştir.⁷ Lundstrom⁸ çalışmasında, diş boyut ilişkileriyle ilgili 3 farklı oran sunmuştur. Chu¹⁰, 2007 yılında yaptığı çalışmasında, santral, lateral ve kanin dişleri arasında boyutsal bir ilişki olduğundan yola çıkarak, ön oran uyumsuzluğu hesaplanması için farklı bir analiz yöntemi sunmuştur. Dijital modeller üzerinde 2013 yılında yapılan bir çalışmada 'Johnson/Bailey Analizi' adında yeni bir yöntem geliştirilmiştir.¹¹ Ön oran hesaplanmasında Bolton formülüne göre daha pratik bir yöntem geliştirilmesi hedefiyle 2022 yılında yapılan bir çalışmada, 'basitleştirilmiş ön diş oranı' öne-

rilmiştir.¹² Günümüzde de yaygın olarak kullanılan ve en kabul görmüş çalışmalardan biri Bolton tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada toplam 55 birey değerlendirilmiş, diş boyut uyumsuzluğunun hesaplanması amacıyla ön oran ve tüm oran formülasyonları oluşturulmuştur.¹ Braun ve ark.⁹ tarafından yapılan çalışmada ise; ön 6 dişin mezio-distal genişlikleri, interkanin ark mesafesi ve ön ark derinliğinin birbiriyle ilişkili olduğu bildirilmiş ve bu 3 faktörle ilişkili bir şablon oluşturulmuştur. Bu şablon 'Nomografik Çözüm' olarak adlandırılmıştır.⁹

Geçmişten günümüze diş boyut uyumsuzluğu konusunda birçok çalışma yapılmış olmasıyla birlikte¹⁻¹²; yaygın olarak kullanılan Bolton analizine alternatif olarak Braun ve ark.⁹ tarafından sunulan şablonun ortodonti pratiği açısından farkını ortaya koyan ve analizleri modeller üzerinde karşılaştırmalı inceleyen herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu araştırmanın amacı, diş boyut uyumsuzluğunun hesaplanmasında kullanılan Bolton yöntemi ile Braun yönteminin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu retrospektif çalışmanın etik kurul onayı Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır (GÜDHKAEK.2022.06/2).

Çalışma gruplarının oluşturulması

Örnek hacmi hesaplanırken; 1. tip hata payı (α)= 0.05, etki büyüklüğü (effect size d) = 0.55, testin gücü (1- β) = 0.85 alınmıştır. Bu verilere dayanarak her grupta 61 örneklem olmak üzere toplam 122 örneklem ile çalışılması planlanmıştır. Örneklem genişliği hesaplamaları G*Power 3.1.9.6 (Franz Faul, Universität Kiel, Kiel, Germany) paket programında yapılmıştır.

Çalışma için Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Ana Bilim Dalı arşivindeki 2015-2022 yılları arasında kliniğe ortodontik tedavi için başvuran hastaların tedavi başı ve sonu alçı modelleri iki grup halinde incelenmiştir. Modellerin 61 tanesi ideal bitim kriterlerine ve Angle Sınıf I molar kapanışına sahip olan birinci grubu (G1) oluşturmakta, 61 tanesi ise ideal kapanışı olmayan ve Angle Sınıf I, II ve III molar kapanışlı hastaların modellerinin seçildiği ikinci grubu (G2) oluşturmaktadır. G2'deki modellerin dağılımı 21 adet model Angle Sınıf I, 20 adet model Angle Sınıf II ve 20 adet model Angle Sınıf III maloklüzyona sahip olacak şekilde

sağlanmıştır (Tablo 1). G1'deki modellerin 31'i kız, 30'u erkek hastalardan elde edilirken, G2'deki modellerin 30'u kız, 31'i erkek hastalardan elde edilmiştir (Tablo 1). Çalışma gruplarındaki modeller aşağıda yer alan kriterlere göre belirlenmiştir.

Dâhil edilme kriterleri;

1.grup, Angle Sınıf I molar kapanışına sahip olan, Andrews¹³ tarafından önerilen oklüzyonun 6 anahtarı terimlerine uygunluk gösteren, PAR indeksine (Peer Assessment Rating)¹⁴ göre skoru 0 olan, ideal bir overjet ve overbite ilişkisine sahip, daimi dentisyon döneminde, eksik veya fazla dişi olmayan, ideal bir kapanış ilişkisi gösteren ve herhangi bir dolgu ya da restorasyonu bulunmayan alçı modeller dahil edilerek oluşturulmuştur. Bu gruptaki tüm modeller, ortodontik tedavisi tamamlanmış ve hiçbir interproksimal redüksiyon (IPR) işlemi uygulanmamış hastalardan elde edilmiştir.

2. grup, daimi dentisyon döneminde olan, eksik ya da fazla dişi olmayan, herhangi bir dolgu ya da restorasyonu bulunmayan, IPR işlemi yapılmamış, ideal kapanış ilişkisi göstermeyen Angle Sınıf I, Angle Sınıf II ve Angle Sınıf III molar kapanışı gösterebilen modeller dahil edilerek oluşturulmuştur.

Dâhil edilmeme kriterleri;

Süt dentisyon ya da karma dentisyon döneminde olan, konjenital diş eksikliği ya da diş kaybı olan, fazla dişi olan, kama lateral gibi anormal boyutta dişleri olan ya da deformiteli olan, çürük ve kırık gibi sebeplere bağlı olarak dişte doku kaybı görülen, herhangi bir dolgu ya da restorasyonu bulunan, ölçüm ve döküm hatasına bağlı olarak poroziteli ya da net çıkmamış alçı modeller her iki grup için de çalışma dışı bırakılmıştır. Modellerin seçimi yapılırken hastaların klinik kayıt fişleri incelenmiş, IPR işlemi yapılan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır.

Ölçüm ve analizlerin yapılması

Çalışma gruplarının belirlenen kriterler doğrultusunda oluşturulmasının ardından, modellerin ölçümleri aynı araştırmacı tarafından ve 0.01 mm'ye kadar duyarlı ölçüm sağlayan dijital kumpas (Absolute Digimatic CD-15DCX; Mitutoyo, Kawasaki, Japan) kullanılarak yapılmıştır (Resim 1). Dişlerin mezio-distal genişlik ölçümleri tamamlandıktan sonra, her iki gruptaki modellerin üzerinde Bolton yöntemi ve Braun yöntemi ile diş boyut uyumsuzluğu hesaplanmıştır.

Braun yöntemi sadece ön oran hesaplaması için geliştirildiğinden, Bolton yönteminin de yalnızca ön oran

Tablo 1. G1 ve G2'deki modellerin cinsiyet ve maloklüzyon türleri için dağılımı.

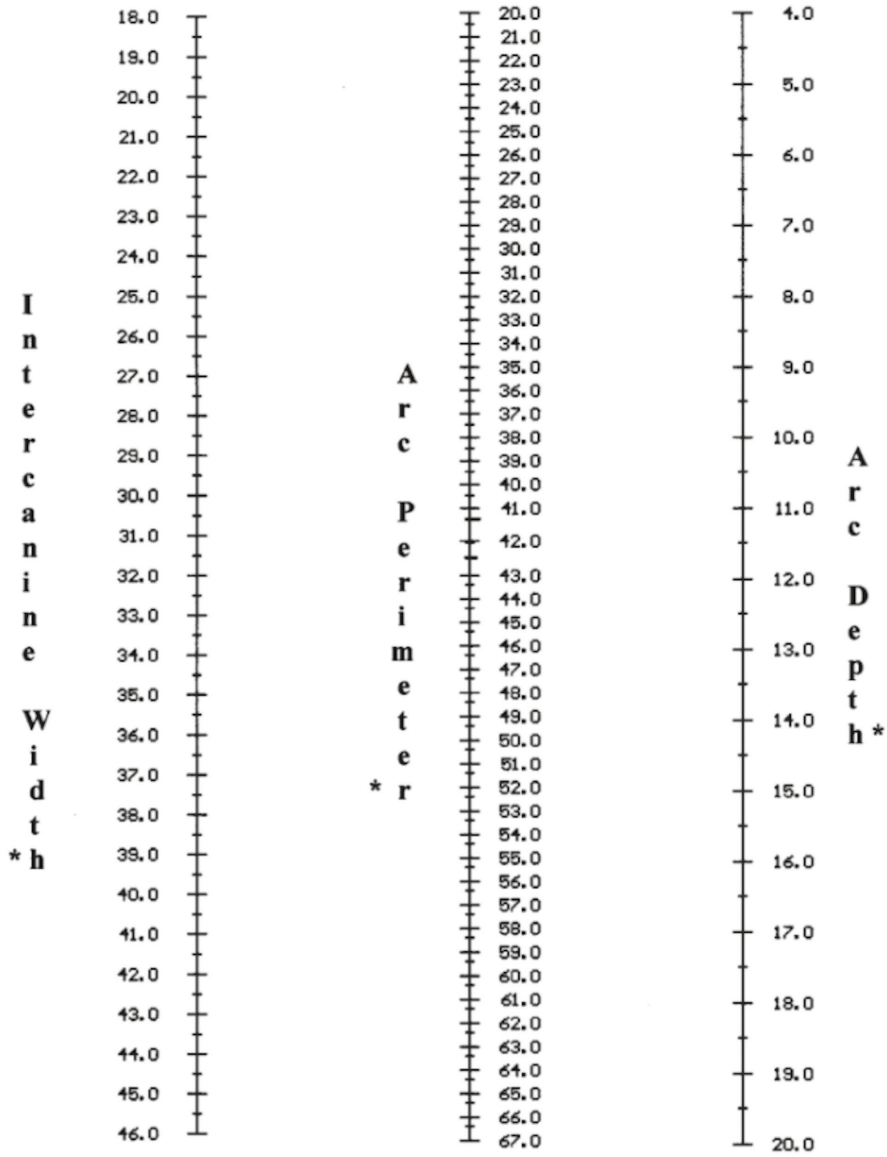
	G1	G2			
		Angle Sınıf I	Angle Sınıf II	Angle Sınıf III	Toplam
Kız	31	11	9	10	30
Erkek	30	10	11	10	31
Toplam	61	21	20	20	61



Resim 1. 0.01mm ye kadar hassas ölçüm yapan dijital kumpas (Absolute Digimatic CD-15DCX; Mitutoyo, Kawasaki, Japan).


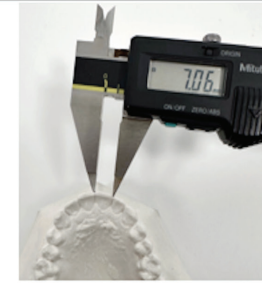
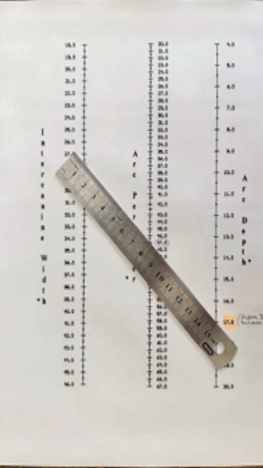

$$\frac{\text{Mandibular ön 6 dişin mezio-distal genişlikleri toplamı}}{\text{Maksiller ön 6 dişin mezio-distal genişlikleri toplamı}} \times 100 = \text{Ön oran}$$

Resim 2. Bolton' tarafından önerilen diş boyut uyumsuzluğu ön oran formülü.



Resim 3. Braun ve ark.⁹ tarafından önerilen maksiller ve mandibular ön dental ark ilişkisi üzerine hiperbolik kosinüs fonksiyon teoremi kullanılarak oluşturulmuş; interkanin genişliği, ön ark çevresini ve ark derinliğini içeren 'Nomografik Şablon'.

⁹Tüm ölçümler mm cinsindedir.

	<p>Adım 1:</p> <p>Mandibulada ve maksillada interkanin genişlik hesaplanır.</p> <p>A</p>		<p>Adım 2:</p> <p>Ön ark çevresi için; Maksilla ve mandibulada kanin-kanin arası 6 dişin mezio-distal boyutları toplanır.</p> <p>B</p>
	<p>Adım 3:</p> <p>Adım 1 ve 2 deki değerler nomografik şablonda birleştirilerek, maksiller ön ark (X) ve mandibular ön ark derinliği (Y) bulunur.</p> <p>C</p>	<p>Mandibular ön ark derinliği (Y) + 3,7 mm = İdeal overjet için gereken maksiller ön ark derinliği (Z)</p> <p>$X \neq Z$</p> <p>ise:</p> <p>'Ön oran uyumsuzluğu vardır.'</p>	<p>Adım 4:</p> <p>Belirtilmiş olan hesaplamalar ile diş boyut uyumsuzluğu olup olmadığı tespit edilir. Olması durumunda Adım 5'e geçilir.</p> <p>D</p>
	<p>Adım 5:</p> <p>Adım 1'deki maksiller interkanin genişlik, idealde olması gereken ön ark derinliği (Z) ile şablonda birleştirilerek, olması gereken maksiller ön ark çevresi bulunur.</p> <p>E</p>	<p>Adım 5'te ölçülen ideal maksiller ön ark çevresi - Adım 2'de ölçülen gerçekteki maksiller ön ark çevresi = IPR ya da Restorasyon</p>	<p>Adım 6:</p> <p>Maksiller ön ark çevresinin gerçekteki uzunluk olması gereken uzunluk farkı, yapılacak IPR ya da karşıt çenedeki restorasyon ihtiyacını gösterir.</p> <p>F</p>

Resim 4. Braun ve ark.⁹ tarafından önerilen adımların sırasıyla uygulanması; (A) İnterkanin genişlik ölçümü, (B) Ön ark çevresi hesaplanması, (C) Ön ark derinliği ölçümü, (D) İdealdeki ön ark derinliği hesaplanması, (E) İdealdeki ön ark çevresi ölçümü, (F) Diş boyut uyumsuzluğunun bulunması.

formülasyonu kullanılmıştır. Modellerde maksiller ve mandibular ön 6 dişin mezio-distal boyutları ölçülürken, kumpas ile dişlerin kontakt noktaları arasındaki en geniş uzunluk ölçülmüştür. Ayrıca Braun analizi için gerekli olan interkanin mesafe, kumpas ile kaninlerin distal kontakt noktaları arasındaki uzunluk ölçümü yapılarak kaydedilmiştir. Tüm modeller için mandibular ön 6 dişin mezio-distal genişlikleri toplamı, maksiller ön 6 dişin mezio-distal genişlikleri toplamına oranlanıp 100 ile çarpılarak Bolton ön oran uyumsuzluğu hesaplanmıştır (Resim 2). Braun yöntemine göre ön oran uyumsuzluğu hesaplanırken ise nomografik çözüm şablonu kullanılmıştır (Resim 3). Nomografik çözüm şablonundan elde edilen kopya şablonun sonuç doğruluğunu etkileyecek olması sebebiyle, örnek şablonun 1/1 oranında baskı-

sı alınmıştır. Braun ve ark.⁹ tarafından önerilen adımlar, bu şablon üzerinde sırasıyla uygulanmış ve analiz tamamlanmıştır (Resim 4). Bu adımlar çalışmada şu şekilde bildirilmiştir: Adım 1'de mandibular ve maksiller interkanin genişlik ölçülür, adım 2'de mandibular ve maksiller ön 6 dişin mezio-distal boyutları toplamı (ark çevresi) ölçülür, adım 3'te adım 1 ve adım 2'de bulunan değerler cetvel yardımıyla birleştirilerek şablondaki karşılıkları bulunur, bu sayılar bize maksiller ve mandibular ön ark derinliğini verir. Adım 4'te mandibular ark derinliğine 3.7 eklendiğinde çıkan sayı, ideal overjet elde etmek için olması gereken maksiller ark derinliğini verir. Adım 3'te bulduğumuz maksiller ark derinliği, adım 4'te bulduğumuz ideal overjet için olması gereken maksiller ark derinliğinden farklı çıkıyor ise ön oranda

uyumsuzluk olduğunu gösterir. Bu durumda adım 5'e geldiğinde adım 1'deki maksiller interkanin genişlik ile ideal overjet için olması gereken maksiller ark derinliği şablonunda birbirine bağlanır ve maksiller ön 6 dişin olması gereken genişlik toplamını bize verir. Adım 6'da, ön 6 dişin idealde olması gereken ark çevresinden gerçekte olan ön ark çevresi çıkarılır. Bu fark bize önde ne kadar stripping yapılması gerektiğini ya da karşıt çeneden ne kadar diş büyütme yapılması gerektiğini göstermektedir.⁹ Böylelikle tüm modeller üzerinde hem Bolton yöntemi hem de Braun yöntemi kullanılarak iki ayrı diş boyut uyumsuzluğu hesaplanmış ve tüm değerler Microsoft Excel (Version 15.34, Microsoft Excel, Microsoft Corp, Redmond, Washington) dosyasına kaydedilmiştir.

İstatistiksel analiz

Çalışmada elde edilen verilerin SPSS 21 (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: USA) paket programıyla analizi yapılmıştır. Bu çalışmada elde edilen verilerin normallik analizleri sonucunda gruplar arası karşılaştırmada değişkenlerin normal dağılım göstermemesi sebebiyle Kruskal-Wallis H testi ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Anlamlılık seviyesi olarak 0.05 kullanılmış olup, $p < 0.05$ olması durumunda anlamlı fark olduğu, $p > 0.05$ olması durumunda ise anlamlı fark olmadığı belirtilmiştir. Ölçüm hatasını belirlemek için ideal gruptan (G1) 20 adet model ve maloklüzyon grubundan (G2) 21 adet model randomize olarak seçilerek bu modellerde ölçümler tekrarlanmıştır. Tekrarlanan ölçümler neticesinde Dahlberg¹⁵ formülü ile bireysel hata ölçülmüştür. Bu

ölçümlere göre araştırmacının ölçüm hataları hem grup ayrımında hem de yöntem ayrımında elde edilmiştir.

BULGULAR

G1'de Bolton ve Braun yöntemleri arasında ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuş, Bolton yöntemi ile elde edilen ölçüm değerlerinin anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo 2). G2'de yine aynı şekilde Bolton ve Braun yöntemleri arasında ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuş, Bolton yöntemi ile elde edilen ölçüm değerlerinin anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$) (Tablo 2). G2'de Angle sınıflamalarına göre yapılan gruplar arasındaki değerlendirilmede; her iki yöntem için de diş boyut uyumsuzluğu miktarı Angle Sınıf III > Angle Sınıf II > Angle Sınıf I şeklinde sıralanmış olup, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. (Tablo 3). Angle Sınıf I ve II grubunda yöntemler arasında ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken ($p > 0.05$), Angle Sınıf III grubunda iki yöntem arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 4). Metot hata kontrolü için uygulanan Dahlberg¹⁵ formülü sonucunda elde edilen 0.003 ile 0.018 arasında değişen sonuçlar ile hem grup ayrımında hem de yöntem ayrımında ölçüm hatasının oldukça düşük olduğu saptanmıştır.

Tablo 2. G1 ve G2'deki Bolton ve Braun yöntemlerine ilişkin önem kontrolü sonucu

		Ölçüm					Mann-Whitney U testi			
		n	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	Sıra ort.	U	p
G1	Bolton	61	.239	.230	.010	.700	.143	68.04	146.5	0.041*
	Braun	61	.186	.160	.010	.440	.125	54.96		
G2	Bolton	61	1.455	1.570	.050	3.010	.747	70.81	129.5	0.004*
	Braun	61	1.098	1.060	.050	2.750	.576	52.19		

* $p < 0.05$, n: Alt örneklem boyutu, ss: Standart sapma, p: Anlamlılık seviyesi

Tablo 3. G2'de uygulanan Bolton ve Braun yöntemlerinin Angle sınıflamaları yönünden yapılan gruplar arası değerlendirme.

	G2	Ölçüm					Kruskal-Wallis H testi				
		n	Mean	Median	Min	Max	ss	Sıra Ort.	H	p	İkili Karşılaştırma
Bolton	Angle Sınıf I	21	1.05	1.01	.05	2.00	.67	21.60			
	Angle Sınıf II	20	1.41	1.57	.44	2.57	.66	30.20	13.1	0.001*	1-2
	Angle Sınıf III	20	1.93	1.85	.58	3.01	.65	41.68			1-3
	Total	61	1.46	1.57	.05	3.01	.75				2-3
Braun	Angle Sınıf I	21	.79	.80	.05	2.24	.53	20.71			
	Angle Sınıf II	20	1.06	1.06	.18	2.07	.54	30.33	15.4	0.0001*	1-2
	Angle Sınıf III	20	1.46	1.41	.72	2.75	.47	42.48			1-3
	Total	61	1.10	1.06	.05	2.75	.58				2-3

* $p < 0.05$, n: Alt örneklem boyutu, ss: Standart sapma, p: Anlamlılık seviyesi

Tablo 4. G2'de uygulanan Bolton ve Braun yöntemlerinin Angle sınıflamaları yönünden yapılan grup içi değerlendirme.

G2		Ölçüm					Mann-Whitney U testi			
		n	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	Sıra Ort.	U	p
Angle Sınıf I	Bolton	21	1.05	1.01	.05	2.00	.67	23.79	172.5	0.227
	Braun	21	.79	.80	.05	2.24	.53	19.21		
	Total	42	.92	.89	.05	2.24	.61			
Angle Sınıf II	Bolton	20	1.41	1.57	.44	2.57	.66	23.85	133	0.071
	Braun	20	1.06	1.06	.18	2.07	.54	17.15		
	Total	40	1.23	1.19	.18	2.57	.62			
Angle Sınıf III	Bolton	20	1.93	1.85	.58	3.01	.65	25.00	110	0.014*
	Braun	20	1.46	1.41	.72	2.75	.47	16.00		
	Total	40	1.69	1.65	.58	3.01	.61			

* $p<0.05$, n: Alt örneklem boyutu, ss: Standart sapma, p: Anlamlılık seviyesi

TARTIŞMA

İntermaksiller diş boyut uyumsuzluğunun çapraşıklık ve maloklüzyonların önemli sebeplerinden biri olduğu bilinmektedir.^{16,17} Geçmişten günümüze diş boyut uyumsuzluğu hesaplanmasında kullanılmak üzere farklı analiz yöntemleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır.^{1,6,9-12} Bolton tarafından önerilen, ideal bir kapanış ilişkisi için gerekli tüm oran ve ön oran değerleri, günümüze kadar klinisyenlere planlamada ve yeni analiz araştırmalarında referans olmuştur. Braun ve ark.^{9,18} tarafından yapılan çalışmada ise oran ve formülasyonlar kullanmak yerine; çalışmanın ilk kısmında bir bilgisayar programı oluşturulmuş, ikinci kısmında ise hiperbolik kosinüs teoreminden faydalanılarak nomografik çözüm adında bir şablon oluşturulmuştur. Bu çalışmada üst ve alt ön 6 dişin mezio-distal genişlikleri toplamı, interkanin ark mesafesi ve ark derinliğinin birbiriyle ilişkili olduğu ve diş boyut uyumsuzluğu hesaplamasında kullanılabileceği bildirilmiştir.⁹ Braun yöntemi, dişlerin mezio-distal çapları dışında farklı unsurların da göz önüne alınması yönüyle diş boyut uyumsuzluğu hesaplanmasına farklı bir bakış açısı sunmuştur.^{9,18}

Bolton ve Braun yöntemlerinin karşılaştırıldığı mevcut çalışmada, ideal oklüzyonlu modellerden oluşan G1'de ön oran ölçüm değerleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğu, Bolton yöntemi ile elde edilen ölçüm değerlerinin anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Normal Sınıf I kapanışa sahip 31 modelin incelendiği başka bir çalışmada ölçülen ön oran değerleriyle Bolton yönteminin önerdiği ön oran değerleri arasında yine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur.¹⁹ Bu çalışmanın bulguları mevcut çalışmadaki bulgularla benzer olarak, Bolton tarafından önerilen oranların, anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermiştir ($p<0.05$).¹⁹ Başka bir çalışmada ise, normal kapanışlı çalışma gruplarında ölçülen ortalama değerlerin Bolton değerlerinden daha büyük olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bildirilmiştir ($p>0.05$).²⁰ Benzer olarak, Normal Angle Sınıf I kapanışlı 60 bireyde yapılan bir çalışmada ölçülen diş boyut uyumsuzluğu değerlerinin, orijinal Bolton değerlerinden yüksek bulunduğu bildirilmiştir.²¹ G2'de ise, G1'e benzer olarak Bolton yöntemi ile elde edilen ölçüm

değerlerinin, Braun değerlerine göre anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Bolton analizini, Wolford²² tarafından önerilen 'basitleştirilmiş formül' yöntemiyle karşılaştıran bir çalışmada, farklı maloklüzyonlara sahip 90 adet tedavi başı modeli incelenmiş, ön oranda yine Bolton değerlerinin anlamlı ölçüde büyük bulunduğu bildirilmiştir ($p<0.05$).²³ Bununla birlikte, ortalama değerler arasındaki farkın 0.58 mm'nin altında olması nedeniyle klinik olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir.²³ G2'de Angle Sınıf I ve II grubunda yöntemler arasında ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken ($p>0.05$), Angle Sınıf III grubunda iki yöntem arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). G2'de yapılan Angle sınıflamaları arasındaki değerlendirmede; iki yöntem için de diş boyut uyumsuzluğu miktarı en fazla Angle Sınıf III grubunda, en az Angle Sınıf I grubunda gözlenmiştir. 2021 yılında yapılan ve 3 boyutlu modeller üzerinde Bolton uyumsuzluğunu inceleyen bir çalışmada, bulgularımızla benzer olarak diş boyut uyumsuzluğu miktarı çoktan aza doğru sırasıyla Angle Sınıf III, II ve I olarak ölçülmüştür.²⁴ Bununla birlikte Angle Sınıf I, II ve III arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmediği bildirilmiştir.²⁴ Türkiye'de 2021 yılında yapılan başka bir çalışmada, toplam 252 model 3 boyutlu model tarayıcılarla taranarak Bolton analizleri uygulanmıştır.²⁵ Bu çalışmanın bulguları çalışmamızla benzer olarak ön oran uyumsuzluğunun en fazla Angle Sınıf III, en az Angle Sınıf I grubunda olduğunu bildirirken, mevcut çalışmadan farklı olarak gruplar arasında ön oran değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı bildirilmiştir.²⁵ Diş boyutlarının genetik, çevre, ırk, cinsiyet, çevresel farklılıklar gibi çok sayıda faktörden etkilendiği bilinmektedir.^{17,21,25} Mevcut çalışmanın ve daha önce yapılmış diş boyut uyumsuzluğu incelenen birçok çalışmanın farklı oran değerleriyle sonuçlanması, çalışmaların farklı etnik gruplarda incelenmesi ve örneklem gruplarının cinsiyet dağılımlarının farklı olabilmesine bağlanabilir. Ayrıca farklı Angle sınıfı grupları arasındaki maloklüzyonların şiddetinin ve molar ilişkilerdeki normalden sapma miktarının farklı olabileceği, bu durumun da diş boyut uyumsuzluğu miktarını farklı şekilde etkileyebileceği düşünülmektedir.

Bolton tarafından yapılan çalışmada 11'i tedavi görmemiş, 44'ü çekimsiz ortodontik tedavi görmüş ideal sınıf I kapanışa sahip 55 hasta değerlendirilmiş; ancak çalışmada ideal kapanış tanımı net olarak belirtilmemiştir. Mevcut çalışmada ise 61'i ideal Angle Sınıf I kapanışlı, 61'i ise farklı maloklüzyonlu modellerden oluşmak üzere, toplam 122 alçı model incelenerek Bolton'un çalışmasına göre daha geniş bir örneklem elde edilmiştir. Bolton tarafından yapılan çalışmada subjektif kriterlere dayalı olarak model seçimleri yapılmıştır. Bu doğrultuda mevcut çalışmada G1'i oluşturan ideal modeller seçilirken 'PAR indeksi'²⁶ kullanılmış, böylece seçilen modellerin objektif kriterlere bağlı olarak ideal kapanış gösteren modellerden oluşması sağlanmıştır. Çalışmalarda, PAR skoru 5 veya altında olan tüm vakalar ideal oklüzyona sahip olarak kabul edilse de bu çalışmada G1'deki model seçimleri PAR skoru 0 olacak şekilde yapılmıştır.^{14,26,27}

İyi bir ortodontik tedavi yürütülebilmesi için planlama aşaması önem taşımaktadır. Bu aşamada gerek yer darlığı gerek diş boyut uyumsuzluğu tespiti için diş boyut ölçümlerinin oldukça hassas yapılması gerekmektedir. Bu doğrultuda mevcut çalışmada 0.01 mm'ye kadar duyarlı ölçüm sağlayan dijital kumpas (Absolute Digi-matic CD-15DCX; Mitutoyo, Kawasaki, Japan) kullanılmıştır. Ayrıca çalışma grupları oluşturulurken, kırık ya da poroziteli olmayan, hassas ölçüme izin verecek alçı modeller seçilmiş ve bu kriterleri sağlamayan modeller çalışma dışı bırakılmıştır. Konvansiyonel alçı modeller, alışlagelen bir teknikte elde edilmesi, üretim kolaylığı, ekonomikliği ve klinikte görülmesi zor olabilecek açılardan kapanışın değerlendirilmesi gibi avantajları ile geçmişten günümüze oldukça yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.^{28,29} Günümüzde oldukça yaygınlaşmakta olan üç boyutlu tarama teknolojileri ise; hasta ve hekim konforu, zaman tasarrufu, model analizleri ve ölçümler için hata paylarının minimuma inmesi, optimize bir iş akışı sunması gibi birçok avantajıyla geleneksel yöntemlerin yerini almaya başlamıştır. Güncel yaklaşımlar, dijital tarama yöntemlerinin en az geleneksel ölçü yöntemleri kadar hassas ve güvenilir sonuçlar verdiği yönünde çoğalmıştır.^{28,29} Dijital modellerle yapılan analizleri, çalışmamızda olduğu gibi alçı modellerin kumpasla ölçümünün yapıldığı çalışmalarla kıyaslayan birçok araştırma bulunmaktadır.²⁸⁻³³ Alçı model ve tarama cihazı ile elde edilen dijital modeller üzerinde yapılan boyut ölçümleri kıyaslandığında, iki ölçüm yöntemi arasındaki farklılığın 0.5 mm'yi geçmediği ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı belirtilmiştir.^{34,35} Ancak, Santoro ve ark.³⁶ alçı ve dijital modeller üzerinde diş boyutu ölçümü yaptıkları çalışmalarında iki yöntem arasındaki boyut ölçümlerinde biyometrik olarak anlamlı düzeyde fark olduğunu saptamışlardır. Yapılan bu çalışmada, dijital modellerdeki ölçüm değerleri daha küçük bulunmuştur.³⁶ Benzer olarak Garino³⁷, yaptıkları ölçüm çalışmasında tüm ölçümler için dijital modelleri daha hassas bulmuşlardır. 2022 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada, ağız içi tarama sistemleri, geleneksel ölçü yöntemine göre daha hassas ve güvenilir bulun-

muş; ayrıca dijital yöntemlerin Bolton yöntemi gibi intermaksiller dış boyut uyumsuzluğu analizleri için daha doğru sonuç verebileceği bildirilmiştir.²⁹ Farklı olarak, Bolton oranlarının ve diş genişliklerinin ölçümünde alçı modellerin dijital modellere göre daha doğru sonuç verdiği bildirilen bir çalışma da bulunmaktadır.³⁸ Ancak görüldüğü gibi genel görüş dijital modellerin alçı modeller yerine rahatlıkla kullanılabilir kadar hassas sonuçlar verdiği yönünde kuvvetlenmiştir.

Bolton analizini; maloklüzyonlar ve Angle sınıflamaları yönünden inceleyen çalışmalar^{16,19-21}, cinsiyetler arasında değerlendiren çalışmalar^{17,21}, alçı modeller ve 3 boyutlu dijital modeller üzerinde kıyaslayan çalışmalar³⁰⁻³⁸ ve farklı analizlerle kıyaslayan çalışmalar^{11,12,23} yapılmış olsa da Braun tarafından önerilen nomografik çözüm şablonu ile karşılaştırmalı inceleyen bir çalışma yapılmamıştır. Bolton ve Braun yöntemini ortodonti pratiği açısından karşılaştırmayı hedeflediğimiz bu çalışmada; adım adım ve ayrıntılı bir ölçüm gerektiren Braun şablonuna karşın, Bolton ön oran uyumsuzluğu hesaplanması tek bir formül kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bolton yönteminde bir formül ile sonuca ulaşılabildiğinden klinik uygulamalarda daha pratik bir yöntem olarak değerlendirilebilmekle birlikte; yöntemler arasındaki anlamlı farklılık, hangi yöntemin daha güvenilir olduğu düşüncesini akla getirmektedir. Bu doğrultuda, Braun ve Bolton yönteminin güvenilirliklerinin tartışılması için yapılacak ileriki çalışmaların, dijital ortamda ve gerekli mine reduksiyonlarının ya da diş büyütmelerinin 3 boyutlu planlamaya dahil edilerek yürütülmesi düşünülebilir. Bununla birlikte, Bolton yönteminde hem ön oran hem de tüm oran için 2 ayrı formülasyon oluşturulurken; Braun yönteminde sadece ön oran değerlendirilmesi yapılabilecek bir şablon sunulmuş olması, Braun yönteminin klinikteki kullanımını kısıtlamaktadır.

Bolton analizi, günümüzde halen diş boyut uyumsuzluğunda en sık kullanılan yöntem olagelmıştır. Bolton analizi ile ilgili sayısız çalışma bulunmakla birlikte, Braun analizi ile karşılaştıran bir çalışma daha önce yapılmamıştır. Yöntem karşılaştırmasında, Braun analizi gibi hassas parametrelere dayanan ve birçok ölçüm adımını barındıran bir yöntemin kullanılması ve bu iki yöntemin ilk defa bu çalışmada karşılaştırılması çalışmamızın güçlü yönüdür.

Bununla birlikte; modellerin 3 boyutlu tarayıcılarla taranarak dijital ortamda değerlendirilmesi ve örneklem sayısının genişletilmesi daha güvenilir sonuçlar verebileceğinden çalışmanın bir sınırlılığı olarak düşünülmektedir. Braun yöntemi uygulanırken kullanılan interkanin genişlik miktarının hem Angle sınıflamaları arasında hem de cinsiyetler arasında farklılık gösterdiğini bildiren çalışmalar mevcuttur.^{17,39} Ayrıca diş boyutlarının ve Bolton uyumsuzluğunun da cinsiyet, büyüme paterni, iskeletsel anomoliler gibi faktörlerden etkilenebileceği daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir.^{17,40} Bu doğrultuda; model ölçümlerinin sefalometrik röntgen ölçümleriyle desteklenip, iskeletsel açıdan farklı çalışma grupları oluşturulmamış olması ve cinsiyet grupları arasında

ayrı bir değerlendirme yapılmaması çalışmanın diğer limitasyonları olarak görülmektedir.

SONUÇ

G1'deki Bolton değerleri, Braun değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Arada istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. G2'deki ölçümlerde aynı şekilde Bolton değerlerinin Braun değerlerinden daha fazla olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. G2'de her iki yöntemle ölçülen diş boyut uyumsuzluğu miktarları en fazla Angle Sınıf III grubunda, en az ise Angle Sınıf I grubunda bulunmuştur. Angle Sınıf I, II ve III arasında görülen uyumsuzluk miktarlarındaki farklılıklar, iki yöntem ölçümünde de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Bolton WA. Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod* 1958;28:113–30.
- Ballard ML, Wylie WL. Mixed dentition case analysis, estimating size of unerupted permanent teeth. *Am J Orthod* 1947;33:754–9.
- Nance HN. The limitations of orthodontic treatment: I. Mixed dentition diagnosis and treatment. *Am J Orthod* 1947;33:177–223.
- Lavelle CL. Maxillary and mandibular tooth size in different racial groups and in different occlusal categories. *Am J Orthod* 1972;61:29–37.
- Black GV. Descriptive anatomy of the human teeth. 4th ed. Philadelphia: S.S. White Dental Mfg.Co;1902.
- Neff CW. Tailored occlusion with the anterior coefficient. *Am J Orthod* 1949;35:309–13.
- Neff CW. The size relationship between the maxillary and mandibular anterior segments of the dental arch. *Angle Orthod* 1957;27:138–47.
- Lundstrom A. Intermaxillary tooth width ratio and tooth alignment and occlusion. *Acta Odontol Scand* 1955;12:265–92.
- Braun S, Kusnoto B, Hnat WP. A new accurate approach to the anterior ratio with clinical applications. Part II: A nomographic solution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:494–7.
- Chu SJ. A biometric approach to predictable treatment of clinical crown discrepancies. *Pract Proced Aesthet Dent* 2007;19:401-9.
- Bailey E, Nelson G, Miller AJ, Andrews L, Johnson E. Predicting tooth-size discrepancy: A new formula utilizing revised landmarks and 3-dimensional laser scanning technology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:574-85.
- Zhang G, Feng Q, Wei X, Xing K, Mei H, Zhou J, *et al.* A simple method for quick evaluation of the anterior tooth ratio: an observational study. *BMC Oral Health* 2022;22:1-10.
- Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod* 1972;62:296–309.
- Richmond S, Shaw WC, Roberts CT, Andrews M. The PAR index (Peer assessment rating): methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and standards. *Eur J Orthod* 1992;14:180–7.
- Galvão M, Sato J, Coelho E. Dahlberg formula: a novel approach for its evaluation. *Dent Press J Orthod* 2012;17:115–24.
- Agenter MK, Harris EF, Blair RN. Influence of tooth crown size on malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:795–804.
- Önçağ G, Sali İ, Doğan S. Ortodontik düzensizlerde büyüme paterninin bolton oranı ve ark genişliği üzerine etkisi. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2011;32:103-8.
- Braun S, Hnat W, Kusnoto B, Hnat T. A new accurate approach to the anterior ratio with clinical applications. Part I: A computer program. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:368–72.
- Mishra RK, Kafle D, Gupta R. Analysis of interarch tooth size relationship in Nepalese subjects with normal occlusion and malocclusions. *Int J Dent* 2019;2019:2761427.
- Machado V, Botelho J, Pereira D, Vasques M, Fernandes-Retto P, *et al.* Bolton ratios in Portuguese subjects among different malocclusion groups. *J Clin Exp Dent* 2018;10:864–8.
- Mollabashi V, Soltani MK, Moslemian N, Akhlaghian M, Akbarzadeh M, Samavat H, *et al.* Comparison of Bolton ratio in normal occlusion and different malocclusion groups in Iranian population. *Int Orthod* 2019;17:143–50.
- Wolford LM. Orthodontics for orthognathic surgery. In: Miloro M editor. *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery*. 2nd ed. Londres: BC Decker; 2004. p. 1111-34.
- Pizzol K, Gonçalves J, Santos-Pinto A, Peixoto A. Bolton analysis: An alternative proposal for simplification of its use. *Dental Press J Orthod* 2011;16:69–77.
- Elyes H, Ines D, Nada S, Samir T, Amor Adel B. Association between tooth size discrepancies and Angle malocclusions in a Tunisian sample. *Sch J Dent Sci* 2021;8:52–7.
- Karadede ÜB, Dellaloğlu D. Digital analysis of tooth sizes among individuals with different malocclusions: A study using three-dimensional digital dental models. *Sci Prog* 2021;104:1-12.
- Richmond S, Shaw WC, O'Brien KD, Buchanan IB, Jones R, Stephens CD, *et al.* The development of the PAR index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *Eur J Orthod* 1992;14:125–39.
- Richmond S, Shaw WC, Stephens CD, Webb WG, Roberts CT, Andrews M. Orthodontics in the general dental service of England and Wales: a critical assessment of standards. *Br Dent J* 1993;174:315–29.
- Akdeniz BS, Aykaç V, Turgut M, Çetin S. Digital dental models in orthodontics: A review. *J Exp Clin Med* 2022;39:250–5.
- Sehrawat S, Kumar A, Grover S, Dogra N, Nindra J, Rathee S, *et al.* Study of 3D scanning technologies and scanners in orthodontics. *Mater Today Proc* 2022;22:1-10.
- Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:794–803.
- Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:346–52.
- Kardach H, Szponar-Żurowska A, Biedziak B. A comparison of teeth measurements on plaster and digital models. *J Clin Med* 2023;12:1-10.
- Liu J, Liu Y, Wang J, Zuo X, Wang X, Zhang Y, *et al.* Dental measurements based on a three-dimensional digital technique: A comparative study on reliability and validity. *Arch Oral Biol* 2021;124:1-8.
- Torassian G, Kau CH, English JD, Powers J, Bussa HI, Maria A, *et al.* Digital models vs plaster models using alginate and alginate substitute materials. *Angle Orthod* 2010;80:474–81.
- Öztürk N, Akçam O. Ağız içi dijital tarayıcı ile elde edilen dental modellerin geleneksel alçı modeller ile karşılaştırılması. *Ank Univ Hekim Fak Derg* 2019;46:151–7.
- Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:101–5.
- Garino F, Garino GB. Comparison of dental arch measurements between stone and digital casts. *World J Orthod* 2002;3:250–4.
- Kumar AA, Ananthkrishnan MG, Kumar S, Divakar G, Sekar S, Dharani S. Assessing the validity and reliability of tooth widths and Bolton ratios obtained from digital models and plaster models. *J Pharm Bioallied Sci* 2022;14:148–51.
- Venugopal A, Marya A, Yadav R, Yadav AK, Yadav P, Birring L, *et al.* Evaluation of dental arch width among Angle's classification of malocclusion. *Int Med J* 2021;28:558–61.
- Yavan M, Hamamci N. Evaluation of intermaxillary tooth size ratios and discrepancies according to craniofacial growth pattern. *Forum Ortod* 2022;17:278–85.

A comparative examination of Bolton's method and Braun's method

ABSTRACT

OBJECTIVE: To compare Bolton's method and Braun's method used in the calculation of tooth size discrepancy.

MATERIALS AND METHODS: The study consists of plaster dental models of patients who applied to Orthodontic clinic of Gazi University Faculty of Dentistry for orthodontic treatment. The first group (G1) consisted of 61 models with ideal occlusion criteria and Angle Class I molar relationship; the second group (G2) consisted of 61 models with different malocclusions. G2 was evaluated as three subgroups; Angle Class I, II and III. Bolton and Braun analyses were performed on plaster models in both groups. Measurements were made by same researcher using a digital caliper. Kruskal-Wallis H test and Mann-Whitney U test were used since the data didn't show normal distribution. Measurement error was checked with Dahlberg method. A value of $P < 0.05$ was accepted as significant.

RESULTS: A statistically significant difference was found between the Bolton and Braun methods for both groups ($p < 0.05$). Bolton values were found to be significantly higher than Braun values in both groups ($p < 0.05$). In G2, the difference in tooth size discrepancy values was statistically significant among Angle Class I, II, and III malocclusions for both methods ($p < 0.05$). The highest amount of tooth size discrepancy was found in the Angle Class III malocclusion group, while the least amount was found in the Angle Class I malocclusion group.

CONCLUSION: Bolton values were found to be higher than Braun values in both groups. Among the subgroups in G2, the highest amount of tooth size discrepancy was found in the Angle Class III and least was found in Angle Class I malocclusion group for both methods.

KEYWORDS: Dental occlusion; comparative study; malocclusion; orthodontics

Özgün araştırma makalesi

Türk ve yabancı uyruklu öğrenciler arasında kemik grefti seçimi üzerine etkili olan faktörlerin incelenmesi

Özgün Yıldırım 

Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Diş hekimliği pratiğinde birçok farklı kemik grefti kullanılmakta ancak seçimi konusunda bazen kararsız kalınmaktadır. Bu etkenlerin araştırılması, kararsızlığın ortadan kaldırılması, en az maliyetle, hem hasta tercihine en uygun hem de hekimin en rahat uygulayabileceği kemik greftini daha kolay seçebilmeye yön göstermek adına bu araştırma planlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çankırı Karatekin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi ve Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde okuyan toplam 366 gönüllü katılımcıya verilen, 3 bölümden oluşan bir anket aracılığı ile Türk ve yabancı uyruklu öğrenciler arasında kemik grefti seçimi üzerine etkili olan faktörler incelenmiştir.

BULGULAR: Yapılan istatistiksel analiz sonucunda; vejeteryan/vegan olma, yapılacak cerrahi işlemde korkma, greftlerin pahalı olduğunu düşünme, doktor tavsiyesine göre seçim yapma ve önceden cerrahi deneyimi olma ile seçilen kemik grefti türü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı ($p>0.05$) ancak; dini inanç, hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme, greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme ile seçilen kemik grefti türü arasındaki istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir.

SONUÇ: Kemik grefti kullanılması planlanan operasyonlardan önce hekim hastaya mevcut greft çeşitleri hakkında ayrıntılı bilgi vermeli ve hastanın kültürü, inançları ile alışkanlıkları doğrultusunda seçim yapabilmesine imkan sağlamalıdır.

ANAHTAR KELİMELE: Anket; diş hekimliği; hasta tercihi; kemik grefti

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Yıldırım Ö. Türk ve yabancı uyruklu öğrenciler arasında kemik grefti seçimi üzerine etkili olan faktörlerin incelenmesi. Acta Odontol Turc 2024;41(2):59-66

Editör: Yeliz Kılınc, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Makale gönderiliş tarihi: 2 Mart 2023; Yayına kabul tarihi: 19 Ağustos 2023
*İletişim: Dr. Özgün Yıldırım, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Uluyazı Kampüsü, Çankırı, Türkiye;
E-posta: ozgunyldm89@gmail.com

YAYIN HAKKI: © 2024 Yıldırım. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

FINANSAL DESTEK: Bulunmamaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Bulunmamaktadır.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

Giriş

Greft materyalleri oral ve maksillofasiyal cerrahide travma, enfeksiyon, kist, tümör, edinilmiş veya konjenital kemik defektleri, sinüs ogmentasyonları ve alveoler yarık rekonstrüksiyonu gibi birçok nedenden dolayı kullanılmaktadır.¹

Bu materyaller; otogreftler (aynı hastadan toplanan greft), allogreftler (insan kadavralarından toplanan greft), ksenogreftler (hayvanlardan toplanan greft) ve alloplastik (sentetik olarak üretilen) greftler olarak sınıflandırılabilir.^{1,2}

Kemik greftinin kaynağı; dini, etik ve/veya kültürel kaygılar nedeniyle hasta için sakıncalı olabilir. Yumuşak doku greftleri ve organ nakillerini içeren tıbbi prosedürlerle ilgili bazı hasta algılama çalışmaları yapılmıştır; bununla birlikte, diş hekimliğinde bu tür araştırmalar, hasta algılarından ziyade öncelikle kemik greftlerinin etkinliğini değerlendirmeye odaklanmıştır.³

İdeal bir kemik grefti seçimi; doku canlılığı, defekt bölgesi, greft boyutu ve şekli, maliyet, etik sorunlar, biyolojik ve biyomekanik özellikler gibi çeşitli faktörlere dayanır. Ancak kemik grefti seçiminde hastanın tercihleri ve algıları en az dikkate alınan etkidir. Başarılı bir tedavi, yalnızca yeterli ağız bakımı sağlanmasına bağlı değildir; aynı zamanda hastanın uyumuna ve karar verme sürecine katılımına da bağlıdır. Hastanın karar verme sürecine katılımındaki eksiklikler nedeniyle, hastanın kemik greftlerinin uygulanması da dahil olmak üzere prosedürlerden beklentisi gerçekçi olmayacak kadar yüksek olabilir ve bu da hastanın memnuniyetsizliğine yol açabilir. Hastaların inançları, tutumları, adetleri, bilgileri, sosyal çevreleri ve seçimleri sağlık davranışlarını belirler ve sınırlar. İnançlar ve tercihler potansiyel olarak tedavi sonuçlarıyla çelişir ve uyumsuzluk riski taşır.⁴

Bu nedenle, bu çalışmanın amacı; ağız içi cerrahi işlemler hakkında iki farklı grubun farkındalığını ölçmek ve bu farkındalığın kemik grefti seçimleri üzerindeki etkilerini istatistiksel olarak araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Katılımcılar ve veri toplama

Bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi ve Sağlık Bilimleri Fakültesi (Çankırı/Türkiye)

öğrencilerinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. 332'si Türkiye Cumhuriyeti (TC) vatandaşı olmak üzere toplam 366 gönüllü öğrenci çalışmaya katılım sağlamış ve onamları alınmıştır. Çalışmanın tamamı Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yapılmıştır.

Katılımcılara verilen form aracılığı ile; yaş, cinsiyet, uyruk, eğitim durumu, medeni durum ve çalışma durumu gibi sosyodemografik özelliklere ilişkin veriler toplanmıştır. Ayrıca önceden ağız içi cerrahi işlem ve kemik grefti uygulanan bir ameliyat geçirip geçirmediği

Tablo 1. Veri Toplama Formu

Genel Bilgiler	
Yaş:	
Cinsiyet:	<input type="checkbox"/> Erkek <input type="checkbox"/> Kadın
Uyruk:	<input type="checkbox"/> TC <input type="checkbox"/> Diğer
Eğitim seviyesi:	<input type="checkbox"/> İlkokul <input type="checkbox"/> Ortaokul <input type="checkbox"/> Lise <input type="checkbox"/> Üniversite <input type="checkbox"/> Yüksek lisans <input type="checkbox"/> Doktora
Daha önce ağız içi cerrahi işlem geçirdiniz mi?	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır
Önceden kemik tozu uygulanan bir ameliyat geçirdiniz mi:	<input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır
Medeni durumunuz	<input type="checkbox"/> Evli <input type="checkbox"/> Bekar
İş durumunuz	<input type="checkbox"/> Çalışıyor <input type="checkbox"/> Çalışmıyor

Kemik Tozu Çeşitleri

Ağız içi uygulamalarda kemik miktarının yetersiz olduğu durumlarda, yeterli kemik hacmini oluşturmak için çeşitli kemik tozları kullanılmaktadır. Böyle bir uygulama geçirecek olsaydınız aşağıda açıklamaları yazılı olan hangi çeşit kemik tozunun uygulanmasını tercih ederiniz? Lütfen tek bir seçim yapınız.

- İntraoral otolog kemik grefti: Gereken kemik materyali ağız içinde herhangi bir bölgeden (Örneğin çene ucu bölgesi veya çenenin arka bölgesi) alınır ve eksik olan yere konur.
- Ekstraoral otolog kemik grefti: Gereken kemik materyali ağız dışında herhangi bir bölgeden (Örneğin kalça kemiği veya kaburga) alınır ve eksik olan yere konur.
- Allogreft: Gereken kemik materyali aynı türden bir bireyden (başka bir insandan) alınır ve gerekli sterilizasyon (mikroplardan arındırma) işleminden sonra eksik olan yere konur.
- Ksenogreft: Gereken kemik materyali farklı bir türden bir bireyden alınır (Örneğin sığır veya domuz) gerekli sterilizasyon (mikroplardan arındırma) işleminden sonra eksik olan yere konur.
- Sentetik: Doğal kemik yerine biyoyumlu, kemiği taklit eden steril bir malzeme kemik kaybınızın olduğu bölgeye konur.
- Rejeneratif kemik ürünleri: Kendi hücreleriniz, bir laboratuvarında steril yeni kemik oluşturmak için belli işlemlerden geçer. Bu hücreler daha sonra kemik oluşumunu hızlandırmak için kemik kaybınızın olduğu bölgeye konur.

Seçime Etkin Olan Nedenler

Kullanılacak kemik tozunu seçmenizde aşağıdaki faktörlerden hangisi etkili olmuştur? Bu bölümde birden çok tercih yapabilirsiniz.

- Vejeteryan/Vegan olma
- Yapılacak cerrahi işlemden korkma
- Dini inanç
- Pahalı olduğunu düşünme
- Doktor tavsiyesine göre seçim yapma
- Önceden cerrahi deneyimi olma
- Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme
- Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme

not edilmiştir. Formun ikinci bölümünde kemik greftinin tanımı ve çeşitlerinin açıklamaları verilmiş olup eğer kemik grefti uygulanacak bir ameliyat geçirmeleri söz konusu olursa hangi tip greft materyalini seçecekleri sorulmuştur. Formun üçüncü ve son bölümünde ise greft seçimi üzerine etkili olduğu düşünülen faktörlerden kendilerine uygun olanını seçmeleri istenmiştir (Tablo 1).

Araştırma hipotezine göre; kemik grefti seçiminde etkili olan faktörlerin tespit edilebilmesi için Ki-kare analizi yapılmıştır. Bu çalışmada G. Power-3.1.9.2 (Heinrich Heine Üniversitesi, Almanya) programı kullanılarak, %95 güven düzeyinde örneklem büyüklüğü hesaplanmıştır. Analiz sonucunda Alpha 0.05 düzeyinde, 0.80 teorik power ile standardize etki büyüklüğü Cohen's (1988) orta etki büyüklüğü 0.30 olarak hesaplanmış ve minimum örneklem hacmi toplam 145 olarak hesaplanmıştır.

Etik onay

Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Etik Kurulu'nun onayı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir (Karar Tarihi/Toplantı No: 29.12.2021/24).

İstatistiksel analiz

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 25.0 (Statistical Package for Social Sciences, IBM, ABD) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Veriler değerlendirilirken (sayı ve yüzde) kullanılmıştır. Kategorik iki değişken arasındaki ilişki Ki-kare analizi ile test edilmiştir. Ki-kare analizinde çapraz tablosunda her hücre için beklenen değer sayısı 5'ten az olduğu durumlarda Fisher Exact Ki-kare analizi kullanılmıştır.

BULGULAR

Genel bilgiler

Hepsi üniversite öğrencisi olan toplam 366 katılımcı arasında 83 Türk uyruklu, 16 yabancı uyruklu erkek (%27) ve 249 Türk uyruklu, 18 yabancı uyruklu kadın (%73) bulunmakta olup yaş ortalamaları 19.93'tür. Bu katılımcılar arasında önceden ağız içi cerrahi işlem geçiren Türk uyruklu katılımcı sayısı 108, yabancı uyruklu katılımcı sayısı 8 (%31.7); geçirmeyen Türk uyruklu katılımcı sayısı 224, yabancı uyruklu katılımcı sayısı 26 (%68.3)'dir. Önceden kemik grefti uygulanan bir operasyon geçiren Türk uyruklu katılımcı sayısı 4, yabancı uyruklu katılımcı sayısı 1 (%1.4); geçirmeyen Türk uyruklu katılımcı sayısı 328, yabancı uyruklu katılımcı sayısı 32 (%98.6)'dir. Yapılan sosyodemografik incelemede evli olan Türk uyruklu 2 katılımcının bulunduğu ve 10 Türk uyruklu, 2 yabancı uyruklu öğrencinin eğitim almalarının yanında çalışıyor oldukları tespit edilmiştir.

Katılımcıların uyrukları ile cinsiyet, eğitim, önceden ağız içi cerrahi işlem veya kemik grefti uygulanan ameliyat geçirip geçirmedikleri, medeni durum ve iş durumu arasındaki ilişki olup olmadığı Ki-kare analizi ile test edilmiştir. Buna göre uyruk ile cinsiyet

arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($X^2=7.605$, $p<0.05$). Katılımcıların hepsi üniversite öğrencisi olduğu için uyruk ile eğitim arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı test edilememiştir. Uyruk ile önceden ağız içi cerrahi işlem veya kemik grefti uygulanan ameliyat geçirip geçirmedikleri, medeni durum ve iş durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Kemik grefti çeşitleri

Katılımcılara; eğer kemik grefti uygulanması gereken bir operasyon geçirmeleri söz konusu olsaydı, hangi tip kemik greftini seçecekleri sorulmuştur. Alınan cevaplara göre Türk uyruklu 70, yabancı uyruklu 6 katılımcı (%20.8) intraoral otolog kemik greftini; Türk uyruklu 35, yabancı uyruklu 2 katılımcı (%10.1) ekstraoral otolog kemik greftini; Türk uyruklu 20, yabancı uyruklu 4 katılımcı (%6.6) allogrefti; Türk uyruklu 11, yabancı uyruklu 1 katılımcı (%3.3) ksenogrefti; Türk uyruklu 74, yabancı uyruklu 9 katılımcı (%22.7) sentetik kemik greftini; Türk uyruklu 112, yabancı uyruklu 12 katılımcı (%36.6) reje-neratif kemik ürünlerini tercih etmiştir.

Katılımcıların uyrukları ile tercih ettikleri kemik grefti çeşitleri arasındaki ilişki Ki-kare analizi ile test edilmiştir. Buna göre uyruk ile kemik grefti tercihi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Kemik grefti seçimi üzerinde etkili olan faktörler

Katılımcılara kemik grefti seçerken hangi faktörlerin düşünceleri üzerinde etkili olduğu sorulmuş ve birden fazla tercih yapabilecekleri belirtilmiştir. Vejeteryan/vegan olma nedeniyle tercih yaptığını belirten Türk uyruklu 23, yabancı uyruklu 1 katılımcı; yapılacak cerrahi işlemden korktuğunu belirten Türk uyruklu 127, yabancı uyruklu 5 katılımcı; dini inancı gereği tercih yaptığını belirten Türk uyruklu 57, yabancı uyruklu 9 katılımcı; greftlerin pahalı olabileceğini düşündüğünden tercih yapan Türk uyruklu 38, yabancı uyruklu 4 katılımcı; hekim tavsiyesine bağlı olarak seçim yapmayı uygun gören Türk uyruklu 143, yabancı uyruklu 17 katılımcı; önceden geçirdiği cerrahi işlemden etkilenen Türk uyruklu 31, yabancı uyruklu 5 katılımcı; hayvanların bu iş için uygun olmadığını düşünen Türk uyruklu 93, yabancı uyruklu 9 katılımcı; greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünen Türk uyruklu 96, yabancı uyruklu 6 katılımcı olduğu tespit edilmiştir. Katılımcılar kendilerine sunulan seçenekler içerisinde birden fazla tercih yapabildiğinden dolayı yüzdesel değerlendirme yapılmamıştır.

Katılımcıların uyrukları ile kemik grefti seçerken düşünceleri üzerinde etkili olan faktörler arasındaki ilişki Ki-kare analizi ile test edilmiştir. Buna göre; uyruk ile yapılacak cerrahi işlemden korkma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($X^2=7.416$, $p<0.05$). Uyruk ile diğer faktörler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Kemik grefti çeşitleri ile kemik grefti seçimi üzerinde etkili olan faktörlerin istatistiksel olarak incelenmesi

Katılımcıların uyruklarına göre, 2. soru ile 3. soruya verdikleri cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı Ki-kare analizi ile test edilmiştir.

Buna göre vejeteryan/vegan olma, yapılacak cerrahi işlemden korkma, greftlerin pahalı olduğunu düşünme, doktor tavsiyesine göre seçim yapma ve önceden cerrahi deneyimi olma ile ikinci soruya verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Dini inanç ile ikinci soruya verilen cevaplar arasında yabancı uyruklular grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı ($p>0.05$); Türk uyrukluların ($X^2=16.254$,

$p<0.05$) ve toplam katılımcıların ($X^2=17.101$, $p<0.05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2).

Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme ile ikinci soruya verilen cevaplar arasında Türk uyruklular ve toplam katılımcılar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı ($p>0.05$); yabancı uyruklular grubunda anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($X^2=12.277$, $p<0.05$) (Tablo 3).

Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme ile ikinci soruya verilen cevaplar arasında Türk uyruklular ($X^2=11.487$, $p<0.05$) ve toplam katılımcıların ($X^2=14.076$, $p<0.05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu, yabancı uyruklular grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$) (Tablo 4).

Tablo 2. Dini inanç ile ikinci soruya verilen cevaplar arasındaki ilişki

Uyruk		İkinci soru						X ²	p		
		İntraoral otolog kemik grefti	Ekstraoral otolog kemik grefti	Allogreft	Ksenogreft	Sentetik	Rejeneratif kemik ürünleri			Toplam	
TC	Hayır	N	58 _{a,b}	35 _b	17 _{a,b}	10 _{a,b}	52 _a	103 _{a,b}	275		
		%Dini inanç	21.1	12.7	6.2	3.6	18.9	37.5	100.0		
	Dini inanç	%İkinci soru	82.9	100.0	85.0	90.9	70.3	84.4	82.8		
		N	12 _{a,b}	0 _b	3 _{a,b}	1 _{a,b}	22 _a	19 _{a,b}	57		
	Evet	%Dini inanç	21.1	0.0	5.3	1.8	38.6	33.3	100.0	16.254	0.006*
		%İkinci soru	17.1	0.0	15.0	9.1	29.7	15.6	17.2		
	Toplam	N	70	35	20	11	74	122	332		
		% Dini inanç	21.1	10.5	6.0	3.3	22.3	36.7	100.0		
	% İkinci soru		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
	Diğer	Hayır	N	4 _a	2 _a	4 _a	0 _a	6 _a	9 _a	25	
% Dini inanç			16.0	8.0	16.0	0.0	24.0	36.0	100.0		
Dini inanç		%İkinci soru	66.7	100.0	100.0	0.0	66.7	75.0	73.5		
		N	2 _a	0 _a	0 _a	1 _a	3 _a	3 _a	9		
Evet		%Dini inanç	22.2	0.0	0.0	11.1	33.3	33.3	100.0	4.453**	0.499
		%İkinci soru	33.3	0.0	0.0	100.0	33.3	25.0	26.5		
Toplam		N	6	2	4	1	9	12	34		
		% Dini inanç	17.6	5.9	11.8	2.9	26.5	35.3	100.0		
% İkinci soru		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
Toplam		Hayır	N	62 _{a,b}	37 _b	21 _{a,b}	10 _{a,b}	58 _a	112 _{a,b}	300	
	%Dini inanç		20.7	12.3	7.0	3.3	19.3	37.3	100.0		
	Dini inanç	%İkinci soru	81.6	100.0	87.5	83.3	69.9	83.6	82.0		
		N	14 _{a,b}	0 _b	3 _{a,b}	2 _{a,b}	25 _a	22 _{a,b}	66		
	Evet	% Dini inanç	21.2	0.0	4.5	3.0	37.9	33.3	100.0	17.101	0.004*
		%İkinci soru	18.4	0.0	12.5	16.7	30.1	16.4	18.0		
	Toplam	N	76	37	24	12	83	134	366		
		% Dini inanç	20.8	10.1	6.6	3.3	22.7	36.6	100.0		
	% İkinci soru		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		

* $p<0.05$

***Fisher testi*, X²: Ki kare testi

***a,b: Her alt simge harfi, sütun oranları .05 düzeyinde birbirinden önemli ölçüde farklı olmayan X kategorilerinin bir alt kümesini ifade eder.

Tablo 3. Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme ile ikinci soruya verilen cevaplar arasındaki ilişki

Uyruk		İkinci soru						Toplam	X ²	p		
		Intraoral otolog kemik grefti	Ekstraoral otolog kemik grefti	Allogreft	Ksenogreft	Sentetik	Rejeneratif kemik ürünleri					
TC	N	50 _a	27 _a	14 _a	9 _a	56 _a	83 _a	239	12.277**	0.009*		
	% Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	20.9	11.3	5.9	3.8	23.4	34.7	100.0				
	Hayır	Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	% İkinci soru	71.4	77.1	70.0	81.8	75.7			68.0	72.0
		N	20 _a	8 _a	6 _a	2 _a	18 _a	39 _a			93	
	Evet	% Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	21.5	8.6	6.5	2.2	19.4	41.9			100.0	
		% İkinci soru	28.6	22.9	30.0	18.2	24.3	32.0			28.0	
	Toplam	N	70	35	20	11	74	122			332	
		% Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	21.1	10.5	6.0	3.3	22.3	36.7			100.0	
		% İkinci soru	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			100.0	
	Diğer	N	5 _{a,b}	0 _b	4 _{a,b}	1 _{a,b}	9 _a	6 _{a,b}			25	12.277**
%Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme		20.0	0.0	16.0	4.0	36.0	24.0	100.0				
Hayır		Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	İkinci soru	83.3	0.0	100.0	100.0	100.0	50.0	73.5		
		N	1 _{a,b}	2 _b	0 _{a,b}	0 _{a,b}	0 _a	6 _{a,b}	9			
Evet		%Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	11.1	22.2	0.0	0.0	0.0	66.7	100.0			
		İkinci soru	16.7	100.0	0.0	0.0	0.0	50.0	26.5			
Toplam		N	6	2	4	1	9	12	34			
		% Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	17.6	5.9	11.8	2.9	26.5	35.3	100.0			
		% İkinci soru	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
Toplam		N	55 _a	27 _a	18 _a	10 _a	65 _a	89 _a	264	4.616	0.464	
	% Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	20.8	10.2	6.8	3.8	24.6	33.7	100.0				
	Hayır	Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	% İkinci soru	72.4	73.0	75.0	83.3	78.3	66.4			72.1
		N	21 _a	10 _a	6 _a	2 _a	18 _a	45 _a	102			
	Evet	% Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	20.6	9.8	5.9	2.0	17.6	44.1	100.0			
		% İkinci soru	27.6	27.0	25.0	16.7	21.7	33.6	27.9			
	Toplam	N	76	37	24	12	83	134	366			
		% Hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme	20.8	10.1	6.6	3.3	22.7	36.6	100.0			
		% İkinci soru	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			

*p<0.05

**: Fisher testi, X²: Ki kare testi

***a,b: Her alt simge harfi, sütun oranları .05 düzeyinde birbirinden önemli ölçüde farklı olmayan X kategorilerinin bir alt kümesini ifade eder.

Tablo 4. Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme ile ikinci soruya verilen cevaplar arasındaki ilişki

Uyruk		İkinci soru						Toplam	X ²	p	
		İntraoral otolog kemik grefti	Ekstraoral otolog kemik grefti	Allogreft	Ksenogreft	Sentetik	Rejeneratif kemik ürünleri				
TC	N	44 _a	27 _a	17 _a	10 _a	59 _a	79 _a	236			
	% Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme	18.6	11.4	7.2	4.2	25.0	33.5	100.0			
	Hayır	% ikinci soru	62.9	77.1	85.0	90.9	79.7	64.8	71.1		
		N	26 _a	8 _a	3 _a	1 _a	15 _a	43 _a	96		
	Evet	% Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme	27.1	8.3	3.1	1.0	15.6	44.8	100.0	11.987	0.035*
		% ikinci soru	37.1	22.9	15.0	9.1	20.3	35.2	28.9		
	Toplam	N	70	35	20	11	74	122	332		
		% Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme	21.1	10.5	6.0	3.3	22.3	36.7	100.0		
		% ikinci soru	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
	Diğer	N	4 _{a,b}	2 _{a,b}	4 _{a,b}	0 _b	9 _a	9 _{a,b}	28		
% Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme		14.3	7.1	14.3	0.0	32.1	32.1	100.0			
Hayır		% ikinci soru	66.7	100.0	100.0	0.0	100.0	75.0	82.4		
		N	2 _{a,b}	0 _{a,b}	0 _{a,b}	1 _b	0 _a	3 _{a,b}	6		
Evet		% Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme	33.3	0.0	0.0	16.7	0.0	50.0	100.0	7.448**	0.129
		% ikinci soru	33.3	0.0	0.0	100.0	0.0	25.0	17.6		
Toplam		N	6	2	4	1	9	12	34		
		% Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme	17.6	5.9	11.8	2.9	26.5	35.3	100.0		
		% ikinci soru	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
Toplam		N	48 _a	29 _a	21 _a	10 _a	68 _a	88 _a	264		
	% Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme	18.2	11.0	8.0	3.8	25.8	33.3	100.0			
	Hayır	% ikinci soru	63.2	78.4	87.5	83.3	81.9	65.7	72.1		
		N	28 _a	8 _a	3 _a	2 _a	15 _a	46 _a	102		
	Evet	% Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme	27.5	7.8	2.9	2.0	14.7	45.1	100.0	14.076	0.015*
		% ikinci soru	36.8	21.6	12.5	16.7	18.1	34.3	27.9		
	Toplam	N	76	37	24	12	83	134	366		
		% Greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme	20.8	10.1	6.6	3.3	22.7	36.6	100.0		
		% ikinci soru	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		

*p<0.05

**: Fisher testi, X²: Ki kare testi

***a,b: Her alt simge harfi, sütun oranları .05 düzeyinde birbirinden önemli ölçüde farklı olmayan X kategorilerinin bir alt kümesini ifade eder.

TARTIŞMA

Bu çalışmaya, “Diş hekimliğinde greft materyali seçimini; sosyolojik, dini, kültürel ve fobik faktörler etkiler mi?” araştırma sorusuyla başlanmıştır. Bu ve benzeri sorular baz alınarak yapılmış çalışmalar mevcuttur.⁵ Çalışmada uyrukları ve kültürleri farklı iki grubun greft materyali seçimleri üzerinde etkili olan faktörler araştırılmış ve katılımcıların kültürleri ve inançları ile yaptıkları seçimlerin aynı doğrultuda olduğu anlaşılmıştır.

Hof ve ark.’nın⁶ yaptığı bir çalışmaya göre; otogreft elde edilmesinde bir sorun olarak görülen donör saha morbiditesinden kaçınmak için, allojenik greftlerin hastalar tarafından kabul edilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada toplam 76 katılımcı (%20.8), olası bir operasyon söz konusu olduğunda rejeneratif ve sentetik kemik ürünlerinden sonra intraoral otoplastik kemik greftlerini tercih edeceklerini belirtmiştir. Çalışmamızın istatistiksel analizinde tercih edilen greft tipinin hangi faktöre bağlı olarak seçildiği analiz edilmeye çalışılmıştır. Buna göre otoplastik kemik grefti seçimine etken olarak, önceden cerrahi işlem geçirme faktörünün etkili olduğu düşünülebilir. Ancak yapılan analizde önceden cerrahi deneyimi olma ile seçilen greft tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Bucchi ve ark.’nın² yaptıkları bir çalışmada; ksenogreft materyallerinin, otojen ve allojenik greftlere kıyasla daha az oranda tercih edildiği belirtilmiştir. Sunulan bu çalışmada da toplam 12 hasta ile (%3.3) ksenogreftler en az tercih edilen ürün olmuştur. Ksenogreftlerin seçimine etken olarak; vejeteryan/vegan olma, dini inanç, hayvanların bu iş için kullanılmasını uygun görmeme ve greft tiplerinden hastalık bulaşacağını düşünme faktörlerinin etkili olduğu düşünülebilir. Yapılan analizde vejeteryan/vegan olma ile seçilen greft tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Ancak diğer faktörler ile ilgili anlamlı sonuç çıkan gruplar mevcuttur (Tablo 2-4).

Romanos ve ark.’nın⁷ yaptıkları bir çalışmada; ksenogreftlerin kullanımıyla ilgili etik bir etken olarak çeşitli hayvan türlerinin belirli dinler tarafından yasaklanmış olduğundan söz edilmiştir. Çoğu katılımcının Katolik olduğu bildirilen Şili’de yürütülen bir çalışma, allogreft ve ksenogreft materyallerinin yüksek düzeyde tercih edilmediğini belirtmektedir.³ Muhafazakar bir Müslüman ülke olan Kuveyt’te yürütülen bir başka çalışmaya dahil edilen hastaların çoğu, domuz ürünlerini kesin olarak reddettiklerini belirtmiştir.⁵ Bu çalışmaya dahil edilen katılımcıların hepsinin dini inancı İslamiyettir ve seçilen greft tipine; dini inancın etken olup olmadığı istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Dini inanç ile seçilen greft tipi arasında yabancı uyruklular grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı ($p>0.05$); Türk uyrukluların ($X^2=17.582$, $p<0.05$) ve toplam katılımcıların ($X^2=19.231$, $p<0.05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Bu sonucun; Müslüman

ülkelerde yapılan benzer çalışmalar ile aynı doğrultuda olduğu görülmektedir.

Katılımcıların inanç seviyesinin “Santa Clara Strength of Religious Faith Questionnaire (Santa Clara Dini İnancın Gücü Anketi)” veya “Revised Religious Fundamentalism Scale (Gözden Geçirilmiş Dinsel Fundamentalizm Ölçeği)” gibi belirli anketler kullanılarak değerlendirilebileceği bir çalışmada belirtilmiştir.⁸ Ancak, Türk toplumu dini inancı konusunda oldukça hassastır ve bu amaçla organize edilen anketler dine çok odaklanmış durumdadır. Ayrıca dini inanç bu çalışmanın ana araştırma alanı olmadığından ismi verilen anketlere ve benzerlerine gerek duyulmadan kültürel ve sosyodemografik veriler ışığında genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Çoğu klinisyenin operasyon hakkında vereceği karar; deneyimleri ve uzmanlıklarına göre şekillenir, hastanın tercihlerini dikkate almayı veya kullanılabilecek alternatif seçenekleri açıklamayı ihmal edebilirler.⁹ Yapılan bu çalışmayı farklı bir bakış açısı ile ele aldığımızda; hastalara ayrıntılı açıklama yapılması durumunda, hastaların belirli faktörlere göre değişik kemik grefti tercihlerinde bulunabilecekleri görülmüştür.

Hussain ve ark.’nın¹⁰ yaptığı bir çalışmada; çalışmaya dahil edilen hastaların 14’ünün (%9.2) oral cerrahide kullanılan kemik greftleri hakkında zaten biraz bilgiye sahip olduğu ve 127’sinin (%83.6) mevcut farklı kemik greftleme seçenekleri hakkında bilgi sahibi olmak istediği belirtilmiştir. Çalışmada katılımcılara sunulan anketin ilk bölümünden elde edilen verilere göre; önceden ağız içi cerrahi işlem geçiren Türk uyruklu katılımcı sayısının 108, yabancı uyruklu katılımcı sayısının 8 (%31.7); geçirmeyen Türk uyruklu katılımcı sayısının 224, yabancı uyruklu katılımcı sayısının 26 (%68.3) olduğu ve önceden kemik grefti uygulanan bir operasyon geçiren Türk uyruklu katılımcı sayısının 4, yabancı uyruklu katılımcı sayısının 1 (%1.4); geçirmeyen Türk uyruklu katılımcı sayısının 328, yabancı uyruklu katılımcı sayısının 32 (%98.6) olduğu tespit edilmiştir. Bu verilere göre çalışmada önceden belirtilmiş olan, hekimin hastayı bilgilendirme hususunun, oldukça önemli olduğu tekrar anlaşılmaktadır.

Almutairi⁴ yaptığı bir çalışmada kemik greftlerini kadınların erkeklerden daha fazla kabul ettiğini bildirmiştir. Bu çalışmada toplam 366 katılımcı arasında 83 Türk uyruklu, 16 yabancı uyruklu erkek (%27) ve 249 Türk uyruklu, 18 yabancı uyruklu kadın (%73) bulunmakla beraber cinsiyete bağlı değerlendirme yapılmamıştır.

SONUÇ

Diş hekimliği ile oral ve maksillofasial cerrahi pratiğinde kemik grefti kullanımı son yıllarda oldukça popülerdir. Özellikle implant cerrahisi uygulamalarının günbegün artmasıyla beraber daha da gelişmeye açık bir alan olarak değerlendirilmektedir. Ancak hastaların

hem bu konu hakkında çok bilgisi bulunmamakta hem de kullanılacak kemik greftine genellikle uygulayıcı tarafından karar verilmektedir. Ancak birçok çeşidi olan greftlerin hangisinin kullanılacağına karar verme hususunda, hasta konu hakkında ayrıntılı şekilde bilgilendirilerek fikri alınmalı ve hasta-hekim ortak karar vermelidir.

KAYNAKLAR

1. Güngörmüş Z, Güngörmüş M. The Effect of Religious Belief on Selecting of Graft Materials Used in Oral and Maxillofacial Surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2017;75:2347-53.
2. Bucchi C, Fabbro M, Arias A, Fuentes R, Mendes JM, Ordonneau M, *et al.* Multicenter study of patients' preferences and concerns regarding the origin of bone grafts utilized in dentistry. *Patient Prefer Adherence* 2019;13:179-85.
3. Fernández RF, Bucchi C, Navarro P, Beltrán V, Borie E. Bone grafts utilized in dentistry: an analysis of patients' preferences. *BMC Med Ethics* 2015;16:71.
4. Almutairi AS. A descriptive analysis of patient's preferences in bone graft therapy in dentistry. *Int J Health Sci* 2019;13:24-8.
5. Khalaf MA, Abubakr NH, Alenezi HM, Ziada HM. Patients' Perspectives of Grafting Materials in Implant Dentistry: A Qualitative Analysis. *J Int Soc Prevent Community Dent* 2021;11:428-36.
6. Hof M, Tepper G, Semo B, Arnhart C, Watzek G, Pommer B. Patients' perspectives on dental implant and bone graft surgery: Questionnaire-based interview survey. *Clin Oral Implants Res* 2014;25:42-5.
7. Romanos GE, Romanos EB, Alqahtani F, Alqahtani M, Javed F. "Religious belief": An undervalued ethical inclusion criterion for clinical trials on bone grafting procedures. *J Relig Health* 2020;59:2928-34.
8. Offner D, Grado GF, Meisels I, Pijnenburg L, Fioretti F, Benkirane-Jessel N, *et al.* Bone Grafts, Bone Substitutes and Regenerative Medicine Acceptance for the Management of Bone Defects Among French Population: Issues about Ethics, Religion or Fear? *Cell Med* 2019;11:1-10.
9. Dion-Labrie M, Fortin MC, Hébert MJ, Doucet H. The use of personalized medicine for patient selection for renal transplantation: Physicians' views on the clinical and ethical implications. *BMC Med Ethics* 2010;11:5.
10. Hussain NUS, Younus S, Akhtar UB, Javed F, Sajid MAH, Iqbal S. Patients' awareness and preference for bone grafts used in oral surgery. *Pak Armed Forces Med J* 2020;70:1071-6.

Investigation of factors affecting bone graft selection between Turkish and foreign students

ABSTRACT

OBJECTIVE: Many different bone grafts are used in the practice of dentistry, but sometimes there is uncertainty about the selection. This research has been planned in order to investigate these factors, to eliminate indecision, and to choose the bone graft that is most suitable for the patient's preference and can be applied by the physician more easily, with the least cost.

MATERIALS AND METHOD: The factors affecting bone graft selection among Turkish and foreign students were examined through a 3-part questionnaire given to a total of 366 volunteer participants studying at Çankırı Karatekin University, Faculty of Dentistry and Faculty of Health Sciences.

RESULTS: As a result of the statistical analysis; however, there is no statistically significant relationship between being vegetarian/vegan, fearing the surgical procedure to be performed, thinking that grafts are expensive, choosing according to doctor's advice and having previous surgical experience and the selected bone graft type ($p>0.05$); it has been determined that there is a statistically significant relationship between religious belief, disapproval of using animals for this work, thinking that disease will be transmitted from graft types and the selected bone graft type ($p<0.05$).

CONCLUSION: Before the operations planned to use bone grafts, the physician should give detailed information to the patient about the available graft types and allow the patient to make a choice in line with their culture, beliefs and habits.

KEYWORDS: Bone graft; dentistry; patient preference; survey

Özgün araştırma makalesi

In vitro comparison of force losses over time of orthodontic nickel-titanium closed springs, elastomeric chains, and active tie-backs

Emine Aydın ¹, Orhan Çiçek ¹,
Nurhat Özkalaycı ²

¹Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Zonguldak Bülent Ecevit University, Zonguldak, Türkiye

²Department of Healthcare Management, Boyabat Faculty of Economics and Administrative Sciences, Sinop University, Sinop, Türkiye

ABSTRACT

OBJECTIVE: This study aims to compare the force losses of nickel-titanium closed springs, elastomeric chains, and active tie-backs over time in an *in vitro* environment containing artificial saliva.

MATERIALS AND METHODS: In the study, elastomeric chains, nickel-titanium closed springs, and active tie-backs from 3 different brands were divided into 9 groups. The percentages of force loss in the samples over time were compared in the *in vitro* environment containing artificial saliva. Force values were measured and recorded at initial activation, 1st hour, 24th hour, 7th day, 21st day, and 28th day. Statistical analysis of the data were performed with Kolmogorov-Smirnov, Kruskal Wallis, Mann-Whitney U, and Wilcoxon tests. The significance value was considered as $p < 0.05$.

RESULTS: The highest and lowest forces at the initial activation hour were measured in elastomeric chains and nickel-titanium closed springs, respectively ($p < 0.05$). There was no significant difference between elastomeric chains, nickel-titanium closed springs, and active tie-backs in the measurements performed at the 24th hour ($p > 0.05$). Although significant force losses were measured in all groups on the 28th day, active tie-backs lost significantly less force than elastomeric chains, regardless of brand. On the 28th day, the lowest and highest forces were measured in elastomeric chains and nickel-titanium closed springs, respectively ($p < 0.05$).

CONCLUSIONS: Among the orthodontic space closure mechanics, nickel-titanium closed springs were the most stable; however, active tie-backs produced a more stable

force than elastomeric chains, so the type of force element used was the main indicator of the force loss level.

KEYWORDS: Closed spring ; elastomerics; orthodontics; orthodontic space closure

CITATION: Aydın E, Çiçek O, Özkalaycı N. *In vitro* comparison of force losses over time of orthodontic nickel-titanium closed springs, elastomeric chains, and active tie-backs. Acta Odontol Turc 2024;41(2):67-74

EDITOR: Nehir Canıgür Bavbek, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

COPYRIGHT: © 2024 Aydın *et al.* This work is licensed under a [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Unrestricted use, Distribution and reproduction in any medium is permitted provided the original author and source are credited.

FUNDING: None declared.

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare no conflict of interest related to this study.

[Abstract in Turkish is at the end of the manuscript]

INTRODUCTION

In the early twentieth century, for his contributions to the field of orthodontics, Edward Angle was known as the 'Father of Modern Orthodontics'.¹ Angle was strongly opposed to orthodontic extraction and paid little attention to aesthetics and facial proportions. Tweed re-evaluated the outcomes of his cases and decided that the facial aesthetics and proportions in the cases were not satisfactory. He re-treated these cases with four premolar extractions and found that the outcomes of the extracted cases were far superior when comparing the two modalities. Tweed's work in the 1940s and 1950s revolutionized the field by making extraction acceptable for orthodontic treatment.^{1,2}

Extraction orthodontic treatments have grown in popularity to provide a more stable occlusion with aesthetically satisfying outcomes. For years, orthodontists have sought a force system that can close extraction spaces quickly, accurately, and effectively.³ Two methods—frictional and frictionless mechanics—can be used to open and/or close a space with orthodontic tooth movement.⁴ Because

Received: March 18, 2023; Accepted: August 28, 2023

*Corresponding author: Dr. Öğr. Üyesi Orhan Çiçek, Ortodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Kozlu, Zonguldak, Türkiye.

E-mail: ortorhancicek@gmail.com

of its clinical simplicity and predictability—the archwires control the direction of tooth movement—the frictional method is widely used despite the fact that it considerably reduces force.⁵ In space closure with frictional mechanics, force elements such as elastomeric chains, nickel-titanium closed coil springs, active tie-backs, or intraoral elastics are typically used.⁶

The force losses in the nickel-titanium closed spring, elastomeric chain, and active tie-back mechanics used in orthodontic space closure over time were evaluated in this study. When the literature is examined, it was seen that Santos *et al.*⁷ evaluated the percentage of force loss in *in vitro* exercises comparing elastomeric chains and Ni-Ti closed springs. Angolkar *et al.*⁸ compared the force loss percentages of Ni-Ti closed springs and closed springs produced from different materials. Halimi *et al.*⁹ compared the percent force loss in different environments of five different brands of elastomeric chains. Oshagh *et al.*¹⁰ compared the force losses of these three materials in different environmental conditions, one from each brand. In the literature, there is no study evaluating the force losses of the materials of these brands, which are used to close orthodontic gaps, after they are kept in artificial saliva. To that end, in this study, the force losses of the materials kept in artificial saliva were compared at the end of the initial, 1st hour, 24th hour, 7th day, 21st day, and 28th day after force activation.

The first null hypothesis of the study is that there is no statistically significant difference in the force applied at the initial activation between the three different force elements. The second null hypothesis of the study is that there is no significant difference in force losses over time between the three different force elements.

MATERIALS AND METHOD

Ethics committee approval was obtained for the study, dated 06/07/2022 and numbered 2022/13, from Non-Invasive Clinical Research Ethics Committee of Zonguldak Bülent Ecevit University.

In the study, elastomeric chains, Ni-Ti closed springs, and active tie-backs from three different brands (Dentaurum, Ispringen, Germany; American Orthodontics, Washington, USA; G&H Wire Company, Franklin, USA) were included. The sample size calculation was performed in the G*Power 3.1.9.7 program. The effect size was calculated by using the means and standard deviations of the groups. The α error probability was set to 0.05. The power of the study (1- α error prob) was set to 0.95. According to these data, the actual power of the study was calculated as more than 95 %, and the total sample size should have been 18. A total of 45 samples were used, divided into 9 groups with 5 samples from each brand (15 for each brand).

Groups:

Group 1; Continuous, transparent, conventional elastomeric chain (American Orthodontics, Washington, USA)

Group 2; 9 mm (millimeter), 0.010/0.030 inch nickel-titanium (Ni-Ti) closed coil spring (American Orthodontics, Washington, USA)

Group 3; Gray elastic ligature with 3 mm loop diameter with 0.10 inch wire for active tie-back (American Orthodontics, Washington, USA)

Group 4; Continuous, transparent, conventional elastomeric chain (Dentaurum, Ispringen, Germany)

Group 5; 9 mm, 0.010/0.030 inch Ni-Ti closed coil spring (Dentaurum, Ispringen, Germany)

Group 6; Gray elastic ligature with 3 mm loop diameter with 0.10 inch wire for active tie-back (Dentaurum, Ispringen, Germany)

Group 7; Continuous, transparent, conventional elastomeric chain (G&H Wire Company, Franklin, USA)

Group 8; 9 mm, 0.010/0.030 inch Ni-Ti closed coil spring (G&H Wire Company, Franklin, USA)

Group 9; Gray elastic ligature with 3 mm loop diameter with 0.10 inch wire for active tie-back (G&H Wire Company, Franklin, USA)

For force application, fixative nails were placed on 3 auto polymerizing pink acrylic (Vertex, Zeist, Netherlands) blocks with the size of 3 cm x 4 cm x 10 cm (centimeter). Nails were placed in two rows on both sides of the base on each acrylic block, with 2 nails parallel to each other and perpendicular to the base, with a total of 30 nails. The inter-nail distance was 25 mm as suggested by Natrass.¹¹

Elastomeric chains, each loop diameter of 3 mm, were cut into nine loops. Two loops at each end of the nine loops were left out of the working range in order to easily measure the force and to eliminate the possibility of tearing the chains. The remaining five loops were determined as working loops to be stretched between opposing nail heads. The elastomeric chains were stretched and placed between two opposing nails until the distance of 12.5 mm from the beginning of the third loop hole to the end of the seventh loop hole reaches 25 mm (doubling) (Figure 1).¹⁰

Ni-Ti closed springs were selected in 9 mm size and were stretched between the nails with the help of wire ligature until they reached 18 mm and placed between two opposite nails (Figure 1).¹⁰

The 3 mm diameter of the elastic ligatures used to apply active tie-back was stretched with the help of a wire ligature until it reached 6 mm and placed between two opposing nails (Figure 1).¹⁰

The artificial saliva used in the study was prepared in 1000 ml (milliliter) of deionized water with the formula of 0.4 g/l (gram/liter) sodium chloride, 0.4 g/l potassium

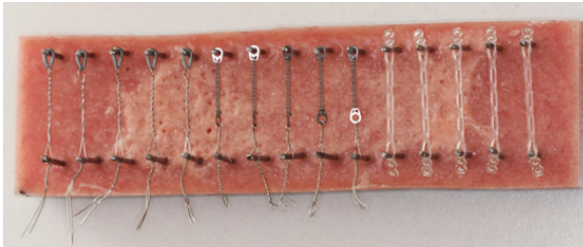


Figure 1. Placing materials on acrylic block, Black Frame; Active tie-back, Red Frame; Ni-Ti Closed Spring, Yellow Frame; Elastomeric Chain



Figure 2. Force gauge (Dentaurum, Correx)

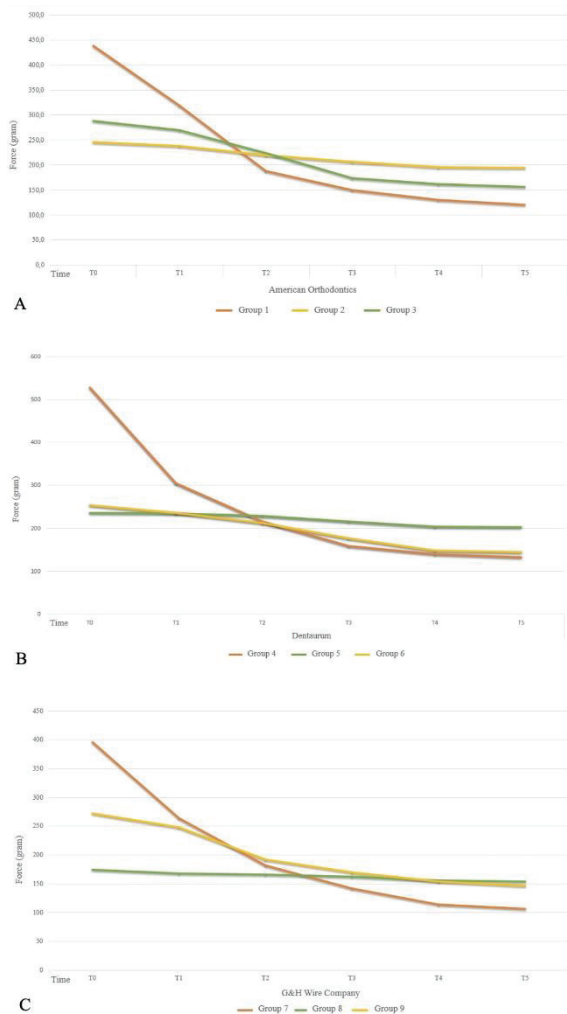


Figure 3. Force amounts measured over time in American Orthodontics branded groups (A), Force amounts measured over time in Dentaurum branded groups (B), Force amounts measured over time in G&H branded groups (C)

chloride, 0.8 g/l calcium chloride, 0.78 g/l sodium dihydrogen phosphate, 0.005 g/l sodium sulfite, and 1 g/l urea at a pH of 7.12 In order to simulate the intraoral temperature, the samples were kept in artificial saliva environment and at 37°C in an incubator.

In the study, a manual force gauge (Correx, Dentaurum, Germany) was used to measure force values, which has a measurement range of 0-1000 grams (Figure 2).

Force measurements were performed at initial activation (T0), 1st hour (T1), 24th hour (T2), 7th day (T3), 21st day (T4), and 28th day (T5). Using a force gauge, measurements were performed by stretching the end of the orthodontic material released from the nail on one side to the initial activation position. The measurements were carried out in the same way in all periods by the same researcher (EA), and the values were recorded.

Statistical analysis

Statistical analysis of the data was performed with the IBM SPSS package program (SPSS for Windows, ver 28.0; Chicago, USA). The Kolmogorov-Smirnov test was used for evaluating the normality of data. Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests were used in the analysis of independent quantitative data, while the Wilcoxon test was used in the analysis of dependent quantitative data. The results were presented in tables and graphs. A value of p<0.05 was considered for statistical significance.

RESULTS

Results of force loss percentages measured over time in the groups

The force values of all groups measured over time are shown in Table 1.

In Group 1, the percentages of force loss at the 1st hour, 24th hour, 7th day, 21st day, and 28th day were found to be significantly higher than the initial activation (p<0.05). There was no significant difference between the force loss percentages of Group 2 and Group 3 at the 1st hour (p>0.05). In Group 2 and 3, the percentages of force loss at the 24th hour, 7th day, 21st day, and 28th day were found to be significantly higher than at initial activation (p<0.05) (Table 2 and Figure 3A).

In Group 4 and 6, the percentages of force loss at the 1st hour, 24th hour, 7th day, 21st day, and 28th day were found to be significantly higher than the initial activation (p<0.05). In group 5, there was no significant difference in the percentage of force loss measured at the end of the 1st hour and the 24th hour compared to initial activation (p>0.05). However, it was seen that the force loss percentages of Group 5 were significantly higher compared to the initial activation when assessed on the 7th, 21st, and 28th days (p<0.05) (Table 2 and Figure 3B).

In Group 7, the percentages of force loss at the 1st hour, 24th hour, 7th day, 21st day, and 28th day were found to

be significantly higher than the initial activation ($p < 0.05$). Force loss percentages of Group 8 and Group 9 at the 1st hour were not significantly different compared to initial activation, ($p > 0.05$), but were significantly higher at the 24th hour, 7th day, 21st day, and 28th day ($p < 0.05$) (Table 2 and Figure 3C)

Results of forces measured in the groups over time independent of brands

It was found that the forces measured in elastomeric chains at the initial activation and 1st hour were significantly higher than active tie-back and Ni-Ti closed springs ($p < 0.05$). The forces measured in

active tie-backs at the initial activation and 1st hour were found to be significantly higher than Ni-Ti closed springs ($p < 0.05$). The amounts of force measured in the elastomeric chain groups on the 7th day, 21st day and 28th day were found to be significantly lower than the active tie-back and Ni-Ti closed spring groups ($p < 0.05$). The 7th day, 21st day and 28th day measurements of active tie-back groups were found to be significantly lower than Ni-Ti closed spring groups ($p < 0.05$). There was no significant difference between the force measurements of elastomeric chains, Ni-Ti closed springs, and active tie-backs at 24th hour ($p > 0.05$). Results are given in Table 3.

Table 1. Force values of all groups according to time

Brands	American Orthodontics					Dentaurum					G&H				
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7	Group 8	Group 9	Group 10	Group 11	Group 12	Group 13	Group 14	Group 15
T0 (Mean ±SD)	438.0 ± 22.8	246.0 ± 11.4	288.0 ± 11.0	528.0 ± 22.8	236.0 ± 5.5	254.0 ± 8.9	396.0 ± 11.4	174.0 ± 5.5	272.0 ± 11.0						
T1 (Mean±SD)	318.0 ± 17.9	238.0 ± 4.5	270.0 ± 7.1	304.0 ± 16.7	234.0 ± 5.5	236.0 ± 5.5	264.0 ± 5.5	168.0 ± 8.4	248.0 ± 11.0						
T2 (Mean±SD)	188.0 ± 13.0	220.0 ± 7.1	224.0 ± 15.2	216.0 ± 16.7	228.0 ± 8.4	212.0 ± 8.4	182.0 ± 8.4	166.0 ± 5.5	192.0 ± 13.0						
T3 (Mean±SD)	150.0 ± 7.1	206.0 ± 5.5	174.0 ± 11.4	158.0 ± 8.4	216.0 ± 11.4	176.0 ± 5.5	142.0 ± 8.4	162.0 ± 4.5	170.0 ± 7.1						
T4 (Mean±SD)	130.0 ± 7.1	196.0 ± 5.5	162.0 ± 8.4	140.0 ± 10.0	204.0 ± 5.5	148.0 ± 8.4	114.0 ± 8.9	156.0 ± 5.5	154.0 ± 8.9						
T5 (Mean±SD)	120.0 ± 7.1	194.0 ± 5.5	156.0 ± 5.5	132.0 ± 13.0	202.0 ± 4.5	144.0 ± 5.5	106.0 ± 11.4	154.0 ± 5.5	146.0 ± 5.5						

For American Orthodontics groups: Group 1; Elastomeric chain, Group 2; Ni-Ti closed spring, Group 3; Active tie-back
 For Dentaurum groups: Group 4; Elastomeric chain, Group 5; Ni-Ti closed spring; Group 6: Active tie-back
 For G&H groups: Group 7; Elastomeric chain, Group 8; Ni-Ti closed spring, Group 9; Active tie-back
 T0; Initial activation, T1; 1st hour, T2; 24th hour, T3; 7th day, T4; 21st day, T5; 28th day, SD; Standard Deviation

Table 2. Statistical results of force loss percentages over time of the all groups

Brands	American Orthodontics					Dentaurum					G&H				
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7	Group 8	Group 9	Group 10	Group 11	Group 12	Group 13	Group 14	Group 15
T0-T1 (Mean±SD)	0.27 ± 0.07	0.03 ± 0.03	0.06 ± 0.05	0.42 ± 0.04	0.01 ± 0.02	0.07 ± 0.02	0.33 ± 0.02	0.03 ± 0.03	0.09 ± 0.06						
p	0.043*	0.102	0.066	0.042*	0.317	0.034*	0.039*	0.083	0.063						
T0-T2 (Mean±SD)	0.57 ± 0.03	0.10 ± 0.03	0.22 ± 0.06	0.59 ± 0.04	0.03 ± 0.03	0.17 ± 0.03	0.54 ± 0.03	0.05 ± 0.03	0.29 ± 0.05						
p	0.042*	0.039*	0.042*	0.042*	0.102	0.041*	0.041*	0.046*	0.043*						
T0-T3 (Mean±SD)	0.66 ± 0.03	0.16 ± 0.04	0.40 ± 0.04	0.70 ± 0.02	0.08 ± 0.04	0.31 ± 0.02	0.64 ± 0.02	0.07 ± 0.02	0.37 ± 0.02						
p	0.039*	0.041*	0.042*	0.042*	0.041*	0.041*	0.041*	0.034*	0.041*						
T0-T4 (Mean±SD)	0.70 ± 0.03	0.20 ± 0.04	0.44 ± 0.04	0.73 ± 0.02	0.14 ± 0.03	0.42 ± 0.03	0.71 ± 0.02	0.10 ± 0.05	0.43 ± 0.05						
p	0.043*	0.041*	0.042*	0.039*	0.041*	0.039*	0.042*	0.041*	0.042*						
T0-T5 (Mean±SD)	0.73 ± 0.02	0.21 ± 0.05	0.46 ± 0.03	0.75 ± 0.03	0.14 ± 0.02	0.43 ± 0.03	0.73 ± 0.03	0.11 ± 0.05	0.46 ± 0.03						
p	0.042*	0.042*	0.042*	0.042*	0.038*	0.041*	0.039*	0.041*	0.042*						

For American Orthodontics groups: Group 1; Elastomeric chain, Group 2; Ni-Ti closed spring, Group 3; Active tie-back
 For Dentaurum groups: Group 4; Elastomeric chain, Group 5; Ni-Ti closed spring; Group 6: Active tie-back
 For G&H groups: Group 7; Elastomeric chain, Group 8; Ni-Ti closed spring, Group 9; Active tie-back
 T0; Initial activation, T1; 1st hour, T2; 24th hour, T3; 7th day, T4; 21st day, T5; 28th day, SD; Standard Deviation, p; significance level, *; $p < 0.05$ (Wilcoxon)

The force losses of the elastomeric chain, active tie-back, and Ni-Ti closed spring groups at the 1st hour, 24th hour, 7th day, 21st day, and 28th day showed a significant increase compared to the initial activation ($p < 0.05$) (Table 4).

The amount of force loss in the 1st hour, 24th hour, 7th day, 21st day, and 28th day measurements of the elastomeric chain group was found to be significantly higher than the active tie-back and Ni-Ti closed spring groups ($p < 0.05$). The amount of force loss in the 1st hour, 24th hour, 7th day, 21st day, and 28th day measurements of the active tie-back group was found to be significantly higher than the Ni-Ti closed spring group ($p < 0.05$) (Table 4 and Figure 4).

DISCUSSION

In our study, the percentages of force loss over time in the tested materials were found to be statistically significant between the groups. However, although the forces measured in this study at initial were significantly higher in elastomeric chains than in active tie-backs and Ni-Ti closed springs, there was no significant difference at 24th hour between elastomeric chains, Ni-Ti closed springs, and active tie-backs. The result obtained means that the forces of the three materials are close to each other at the end of the 24th hour, indicating that the greatest loss of force is experienced in the chains where a much higher initial force is measured.

Table 3. Statistical results of forces measured in the groups over time independent of brands

		Elastomeric Chain ¹	Active Tie-back ²	Ni-Ti Closed Spring ³	p
T0	Mean±SD	454.0 ± 59.9	271.3 ± 17.3	218.7 ± 33.8	0.000*
	Median	440 ^{2,3}	280 ³	230	
T1	Mean±SD	295.3 ± 27.2	251.3 ± 16.4	213.3 ± 33.7	0.000*
	Median	300 ^{2,3}	240 ³	230	
T2	Mean±SD	195.3 ± 19.6	209.3 ± 17.9	204.7 ± 29.2	0.203
	Median	190	210	220	
T3	Mean±SD	150.0 ± 10.0	173.3 ± 8.2	194.7 ± 25.3	0.000*
	Median	150 ^{2,3}	170 ³	200	
T4	Mean±SD	128 ± 13.7	154.7 ± 9.9	185.3 ± 22.3	0.000*
	Median	130 ^{2,3}	160 ³	200	
T5	Mean±SD	119 ± 14.9	148.7 ± 7.4	183.3 ± 22.3	0.000*
	Median	120 ^{2,3}	150 ³	190	

T0; Initial activation, T1; 1st hour, T2; 24th hour, T3; 7th day, T4; 21st day, T5; 28th day, SD; Standard Deviation, p; significance level, *; $p < 0.05$ (Kruskal-Wallis), 1,2,3; Numerical notation of those with significantly difference

Table 4. Statistical results of the materials' percentages of force loss independent of brands

	Elastomeric Chain ¹	Active Tie-Back ²	Ni-Ti Closed Spring ³	p
T0-T1				
Mean±SD	0.34 ± 0.08	0.07 ± 0.05	0.02 ± 0.03	0.000*^K
Median	0.33 ^{2,3}	0.07 ³	0.00	
p	0.001*^w	0.001*^w	0.011*^w	
T0-T2				
Mean±SD	0.57 ± 0.04	0.23 ± 0.07	0.06 ± 0.04	0.000*^K
Median	0.56 ^{2,3}	0.21 ³	0.06	
p	0.001*^w	0.001*^w	0.002*^w	
T0-T3				
Mean±SD	0.67 ± 0.03	0.36 ± 0.05	0.10 ± 0.05	0.000*^K
Median	0.65 ^{2,3}	0.35 ³	0.09	
p	0.001*^w	0.001*^w	0.001*^w	
T0-T4				
Mean±SD	0.72 ± 0.03	0.43 ± 0.04	0.15 ± 0.06	0.000*^K
Median	0.71 ^{2,3}	0.42 ³	0.13	
p	0.001*^w	0.001*^w	0.001*^w	
T0-T5				
Mean±SD	0.74 ± 0.03	0.45 ± 0.03	0.16 ± 0.06	0.000*^K
Median	0.73 ^{2,3}	0.46 ³	0.17	
p	0.001*^w	0.001*^w	0.001*^w	

T0; Initial activation, T1; 1st hour, T2; 24th hour, T3; 7th day, T4; 21st day, T5; 28th day, SD; Standard Deviation, p; significance level, K; Kruskal-Wallis, w; Wilcoxon test, *; $p < 0.05$, 1,2,3; Numerical notation of those with significantly difference

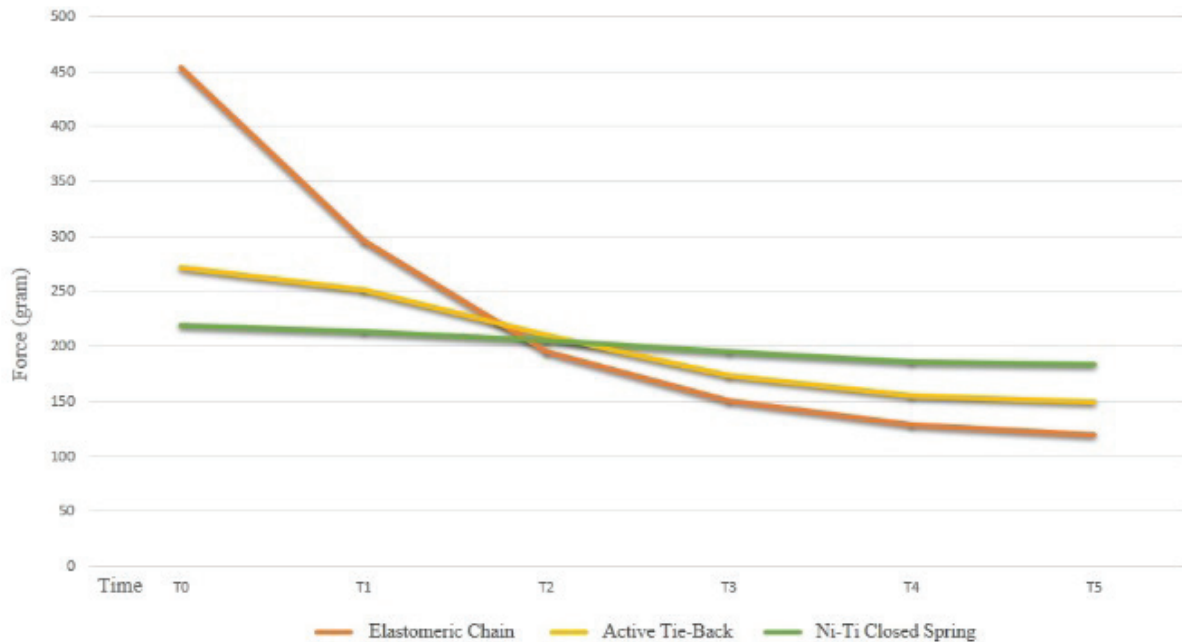


Figure 4. Changes in the measured forces of materials over time, independent of brands, The sample size for each group is 15.

The forces exerted by the elastomeric chains have been reported to be unstable and dependent on the dye added to the elastomers, the stretching rate, the pre-stretching effect, the configuration, and the degree of the applied force.¹³ Additionally, the forces generated by Ni-Ti coil springs are affected by parameters such as length, gauge, lumen size, coil configuration, production, and exact composition of the springs.^{8,14} Because the quality of these commercially available elastomerics and Ni-Ti closed coil springs depends on the production process, periodic researches are required to verify their physical behavior properties.¹⁵

Previous studies have shown that the elastomeric chains and active tie-backs cannot produce a constant force for a long time.¹⁶⁻¹⁸ With the introduction of nickel-titanium alloys in orthodontics, Ni-Ti closed springs have been used to prevent these rapid force losses in elastomers.¹⁹

On one hand, it has been reported that the initial (initial activation hour) activation forces of the elastomeric chains and active tie-backs are higher than the optimal force range for retraction.²⁰ On the other hand, it is seen that the forces at the hour of initial activation of Ni-Ti closed springs are closer to the optimal force range.²¹ The first null hypothesis of the study was rejected since there was significant difference between the groups in the initial activation hour force measurements.

Although by different amounts, the observed force losses in the elastomeric chains and the active tie-backs over time are higher than in the Ni-Ti closed springs.²² Elastomeric chains, in particular, exhibit a

rapid loss of force at the beginning, as reported in the study by Menon *et al.*,²³ that showed a 46-49% rapid force loss percentage at 24th hour. However, it has been emphasized that Ni-Ti closed springs produce more constant force and exhibit less force loss.²⁴ In the study, the force loss percentages were found to be 74% in elastomeric chains, 45% in active tie-backs, and 16% in Ni-Ti closed springs at 28th day measurements. Based on the study results, the second null hypothesis was also rejected, since there was a significant difference between the force loss percentages of three different force elements in the 28th day measurements.

In the study of Oshagh *et al.*,¹⁰ in which they compared elastomeric chains, active tie-backs, and Ni-Ti closed springs, the least force loss percentages occurred in active tie-backs at the end of the 21st day. Javanmardi and Salehi.²⁵ found that the percentage of strength loss of elastomeric chains is higher than Ni-Ti closed springs. In the present study, although significantly force losses percentages occurred in all groups in the 21st day measurements, it was seen that the least force loss percentages was in Ni-Ti closed springs. The results of present study are supported by the study by Javanmardi and Salehi.²⁵ It is thought that the conflict between the data of Oshagh *et al.*'s¹⁰ study and our study is due to brand differences. It should be also noted that water weakens intermolecular forces and causes chemical degradation.⁶

Santos *et al.*⁷ found the force loss percentages of elastomeric chains and Ni-Ti closed springs on the 28th day to be 48.1% and 22.6%, respectively. In our study, we found significant force loss percentages in

elastomeric chains and Ni-Ti closed springs at 28th day measurements as 74% and 16%, respectively. The reason for this difference is thought to be due to the measurement technique. In our experiment, the measurements were performed manually, while Santos *et al.*⁷ measured with the Instron universal machine.

In their study investigating the force losses of elastomeric chains and active tie-backs, Oshagh and Ajami²⁶ reported that there were significantly force losses of both elastomeric chains and active tie-backs at the 24th and 48th hour measurements compared to the initial measurements. In addition, when the force loss percentages of both materials were compared at the 24th and 48th hours, it was reported that statistically more force loss was experienced in the elastomeric chains. In this study, although there was no significant difference between the forces of elastomeric chains and active tie-backs measured at 24th hour, a statistically significant difference was found between the percentages of force loss, more in elastomeric chains. The reason for this difference is thought to be caused by the brand.

In their study on chain, Andhare *et al.*²⁷ found the mean force decay percentages *in vivo* to be 41.9% at 24 hours, 42.6% after 1 week, and 55.0% after 3 weeks. Cox *et al.*,²⁸ in their study on Ni-Ti closed coil springs, observed a 12% force decay percentage in the 4th week. In the study on chains, the percentage of force loss in the first 24 hours was 57%, the percentage of force loss was found as 65% in the 1st week measurements, and 71% in the 3rd week measurements. In our study, it was found that there was a 17% force decay percentage in the Ni-Ti closed coils in the 4th week measurements.

Although this study was conducted with artificial saliva, limitations of this study were the inability to simulate the oral environment, keeping the distance constant and the potential effect on force loss due to differences in patient oral hygiene.²⁸ However, the results of the study provided the evaluation of changes in the biomechanical properties of the tested materials over time.

CONCLUSION

- The highest and lowest forces measured at the initial activation hour were found in elastomeric chains and Ni-Ti closed springs, respectively.
- There was no statistically significant difference between the forces of elastomeric chains, Ni-Ti closed springs, and active tie-backs measured at 24th hour.
- The highest and lowest forces measured on the 28th day were found in Ni-Ti closed springs and elastomeric chains, respectively.
- It was observed that the highest and lowest force losses were in elastomeric chains and Ni-Ti closed springs, respectively.
- Ni-Ti closed coil springs apply more stable force

than other materials. In clinical use, Ni-Ti closed coil springs seem to be more advantageous than other materials.

Note: This study was generated from Emine Aydın's specialty dissertation thesis at Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics. This study was presented as an oral presentation at the International Congress of Multidisciplinary Medical and Health Sciences Studies (ICOMMEH-2023) on 27–28 May 2023, Ankara, Türkiye.

REFERENCES

1. Proffit WR. Malocclusion and dentofacial deformity in contemporary society. In: Proffit WR, Fields HW, Larson BE, Sarver DM, editors. Contemporary orthodontics. 6th ed. St. Louis: Mosby; 2019. pp. 2-11.
2. Eliades T, Sifakakis L. Clinically relevant aspects of dental materials science in orthodontics. In: Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL, Huang GJ, editors. Orthodontics current principles and techniques. 4th ed. USA: Elsevier; 2017. pp.187-99.
3. Ren Y, Maltha JC, Van 't Hof MA, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: A mathematic model. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;125:71-7.
4. Kojima Y, Kawamura J, Fukui H. Finite element analysis of the effect of force directions on tooth movement in extraction space closure with miniscrew sliding mechanics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;142:501-8.
5. Khanemasjedi M, Moradinejad M, Javidi P, Niknam O, Jahromi NH, Rakhshan V. Efficacy of elastic memory chains versus nickel-titanium coil springs in canine retraction: A two-center split-mouth randomized clinical trial. Int Orthod 2017;15:561-74.
6. Nightingale C, Jones SP. A clinical investigation of force delivery systems for orthodontic space closure. J Orthod 2003;30: 229-36.
7. Santos AC, Tortamano A, Naccarato SR, Dominguez-Rodriguez GC, Vigorito JW. An *in vitro* comparison of the force decay generated by different commercially available elastomeric chains and NiTi closed coil springs. Braz Oral Res 2007;21:51-7.
8. Angolkar PV, Arnold JV, Nanda RS, Duncanson MG. Force degradation of closed coil springs: An *in vitro* evaluation. Am J Orthod Dentofac Orthop 1992;102:127-33.
9. Halimi A, Azeroual MF, Doukkali A, El Mabrouk K, Zaoui F. Elastomeric chain force decay in artificial saliva: An *in vitro* study. Int Orthod 2013;11:60-70.
10. Oshagh M, Khajeh F, Heidari S, Torkan S, Fattahi HR. The effect of different environmental factors on force degradation of three common systems of orthodontic space closure. Dent Res J (Isfahan) 2015;12:50-6.
11. Nattrass, C. The effect of environmental factors on elastomeric chain and nickel titanium coil springs. Eur J Orthod 1998;20:169-76.
12. Sameera F, Niranjan P, Saba F. Buccal Mucoadhesive Tablets of Sumatriptan Succinate for Treatment of Sustainable Migraine: Design, Formulation and *In Vitro* Evaluation. J Med Pharm Res 2015;4:114-26.
13. Fraunhofer JA, Coffelt MT, Orbell GM. The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic properties of orthodontic chains. Angle Orthod 1992;62:265-74.
14. Kim KH, Chung CH, Choy K, Lee JS, Vanarsdall RL. Effects of prestretching on force degradation of synthetic elastomeric chains. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;128: 477-82.
15. Weissheimer A, Locks A, de Menezes LM, Borgatto AF, Derech CD. *In vitro* evaluation of force degradation of elastomeric chains used in Orthodontics. Dental Press J Orthod 2013;18:55-62.
16. Ramachandriah S, Sridharan K, Nishad A, Manjusha KK, Abraham EA, Ramees MM. Force Decay Characteristics of commonly used Elastomeric Chains on Exposure to various Mouth Rinses with different Alcohol Concentration: An *in vitro* Study. J Contemp Dent Pr 2017;18:813-20.

17. Mousavi SM, Mahboobi S, Rakhshan V. Effects of different stretching extents, morphologies, and brands on initial force and force decay of orthodontic elastomeric chains: An *in vitro* study. *Dent Res J (Isfahan)* 2020;17:326–37.
18. Das S, De Ida A, Das S, Nair V, Saha N, Chattopadhyay S. Comparative evaluation of three different rotary instrumentation systems for removal of gutta-percha from root canal during endodontic retreatment: An *in vitro* study. *J Conserv Dent* 2017;20:311–6.
19. Makhlof M, Aboul-Ezz A, Fayed MS, Hafez H. Evaluating the Amount of Tooth Movement and Root Resorption during Canine Retraction with Friction versus Frictionless Mechanics Using Cone Beam Computed Tomography. *Open Access Maced J Med Sci* 2018;6:384–8.
20. Kassir CA, Daou M, Abboud M. Comparison of the force decay over time of four different brands of elastomeric chains (elongated to 25 mm grey/transparent and closed/open): An *in vitro* study. *Int Orthod* 2020;18:538–45.
21. Shailaja AM, Kumar SP, Suchitra MP, Joy S, Pruthwin R. A tomographic assessment of alveolar bone after en masse retraction: An *In Vitro* Study. *Int J Res Heal Allied Sci* 2019;5:81–6.
22. Martins MM, Mendes AM, Côrte Real MLNP, Goldner MTA. Elásticos ortodônticos em cadeia: revisão da literatura e aplicações clínicas. *Rev. clín. ortodon. Dental Press* 2006;5:71-8.
23. Menon VV, Madhavan S, Chacko T, Gopalakrishnan S, Jacob J, Parayancode A. Comparative assessment of force decay of the elastomeric chain with the use of various mouth rinses in simulated oral environment: an *in vitro* study. *J Pharm Bioallied Sci* 2019;11:269-273.
24. Mirhashemi AH, Khameneh NH, Shahpoorzadeh K, Shahroudi, AS. Comparison of force decay pattern in orthodontic elastomeric chains and NiTi closed coil springs, affected by five different mouthwashes: An *in vitro* Study. *Dent* 2021;9:95–106.
25. Javanmardi Z, Salehi P. Effects of Orthokin, Sensikin and Persica mouth rinses on the force degradation of elastic chains and NiTi coil springs. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2016;10:99-105.
26. Oshagh M, Ajami S. A comparison of force decay: elastic chain or tie-back method? *World J Orthod* 2010;11:45-51.
27. Andhare P, Datana S, Agarwal SS, Chopra SS. Comparison of *in vivo* and *in vitro* force decay of elastomeric chains/modules: a systematic review and meta analysis. *J World Fed Orthod* 2021;10:155-62.
28. Cox C, Nguyen T, Koroluk L, Ko CC. In-vivo force decay of nickel-titanium closed-coil springs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:505-13.

Ortodontik Nikel-Titanyum Kapalı Yayların, Elastomerik Zincirlerin ve Aktif Tie-Backlerin Zamana Göre Kuvvet Kayıplarının *In Vitro* Karşılaştırılması

ÖZET

AMAÇ: Ortodontik kuvvet elemanlarından nikel-titanyum kapalı yayların, elastomerik zincirlerin ve aktif tie-backlerin zamana göre kuvvet kayıplarının yapay tükürük içeren *in vitro* ortamda karşılaştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çalışmada 3 farklı markadan elastomerik zincirler, Ni-Ti kapalı yaylar ve aktif tie-backler 9 gruba ayrıldı. Örneklerin yapay tükürük içeren *in vitro* ortamda zamana bağlı kuvvet kayıp yüzdeleri karşılaştırıldı. Kuvvet değerleri başlangıçta, 1. saatte, 24. saatte, 7. günde, 21. günde ve 28. günde ölçüldü ve kaydedildi. Elde edilen veriler Kolmogorov-Smirnov, Kruskal Wallis, Mann-Whitney U ve Wilcoxon testleri ile istatistiksel analize tabi tutuldu. Anlamlılık değeri $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR: Başlangıçta en fazla ve en az kuvvetler sırasıyla elastomerik zincirlerde ve nikel-titanyum kapalı yaylarda ölçüldü ($p < 0.05$). 24. saatte yapılan ölçümlerde elastomerik zincirler, nikel-titanyum kapalı yaylar ve aktif tie-back'ler arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p > 0.05$). 28. günde tüm gruplarda anlamlı kuvvet kayıpları ölçülse de, aktif tie-backlerde elastomerik zincirlere göre markadan bağımsız olarak anlamlı şekilde daha az kuvvet kaybı ölçüldü ($p < 0.05$). 28. günde en az ve fazla kuvvetler sırasıyla elastomerik zincirlerde ve Ni-Ti kapalı yaylarda ölçüldü ($p < 0.05$).

SONUÇ: Ortodontik boşluk kapatma mekaniklerinden, nikel-titanyum kapalı yaylar en stabil olmak üzere, aktif tie-backlerin elastomerik zincirlere göre daha stabil bir kuvvet uyguladığı dolayısıyla kullanılan kuvvet elemanı tipinin kuvvet kaybı düzeyinde temel belirteç olduğu görüldü.

ANAHTAR KELİMELER: Elastomer; kapalı yay; ortodonti; ortodontik boşluk kapatma

Derleme

Matür daimi dişlerde vital pulpa tedavilerine güncel bir bakış-
derleme makalesiMerve Sarı,  Pelin Tüfenkçi Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye

ÖZET

Çürükle ekspozite matür daimi dişlerin tedavisinde geleneksel kök kanal tedavisine alternatif olarak vital pulpa tedavilerinin uygulanması tartışmalı bir konudur. Diş pulpasının bir kısmının veya tamamının sağlığını korumayı amaçlayan vital pulpa tedavileri minimal müdahale prensibine dayanmaktadır ve indirekt kuafaj, direkt kuafaj, parsiyel pulpotomi ve total pulpotomi prosedürlerini içermektedir. Vital pulpa tedavileri kök kanal tedavisi ile karşılaştırıldığında daha hızlı ve teknik olarak daha az karmaşık olmasıyla birlikte kanal tedavisi sonrası görülebilen renk değişikliği, kök kırığı veya rezidüel periapikal inflamasyon gibi istenmeyen etkiler açısından daha avantajlıdır. Vital pulpa tedavilerinin geleneksel endikasyonları, geri dönüşümlü pulpitis teşhisi konmuş, kök oluşumu tamamlanmış veya henüz tamamlanmamış dişlerin tedavisi ile sınırlı kalmıştır. Bununla birlikte, rejeneratif endodontinin ortaya çıkışı ve invaziv müdahaleyi azaltmayı amaçlayan biyolojik temelli tedavilerin teşviki, çürükle ekspozite pulpanın histopatolojisinin ve iltihaplı pulpanın iyileşme potansiyelinin daha iyi anlaşılması, hidrofilik kalsiyum silikat simanlar gibi yüksek sızdırmazlık yeteneği ve biyoaktif poyansiyeli olan yeni materyallerin geliştirilmesi, vital pulpa tedavilerinin geri dönüşümsüz pulpitis işaret eden belirti ve semptomları olan dişlerde de bir tedavi protokolü olarak benimsenmesini teşvik etmiştir. Bununla birlikte mevcut kanıtların büyük bir bölümü nispeten düşük hasta sayısı içeren çalışmalarla desteklenmektedir. Sonuç olarak daha temsili pulpa teşhis araçlarının geliştirilmesi ve kanıta dayalı yönetim stratejilerinin oluşturulabilmesi için bu konuyla ilgili iyi tasarlanmış ileriye dönük araştırmalara olan ihtiyaç devam etmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Kalsiyum silikat; kök kanal tedavisi; pulpit; pulpotomi

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Sarı M, Tüfenkçi P. Matür Daimi Dişlerde Vital Pulpa Tedavilerine Güncel Bir Bakış-Derleme Makalesi. ActaOdontolTurc 2024;41(2):75-81

Makale gönderiliş tarihi: 16 Temmuz 2023; Yayına kabul tarihi: 11 Eylül 2023
*İletişim: Dr. Öğr. Üyesi, Merve Sarı, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi,
Endodonti Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye.
E-mail: mervess94.ms@gmail.com

EDİTÖR: Bağdagül Helvacioğlu Kıvanç, Gazi Üniversitesi,
Ankara, Türkiye

YAYIN HAKKI: © 2024 Sarı M, Tüfenkçi P. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

FINANSAL DESTEK: Bulunmamaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Bulunmamaktadır.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

Diş pulpasının bir kısmının veya tamamının sağlığını korumayı amaçlayan vital pulpa tedavileri (VPT) minimal müdahale prensibine dayanmaktadır ve indirekt kuafaj, direkt kuafaj, parsiyel pulpotomi (PP) ve total pulpotomi (TP) prosedürlerini içermektedir.¹ Vital pulpa dişin beslenmesini sağlar ve patolojik uyarınlara algılayan bir biyosensör gibi davranır. İrritan faktörlere karşı inflamatuvar cevap oluşturur ve sekonder ve tersiyer dentin oluşumunun indüklenmesi konusunda savunmaya yardımcı olur. Bu nedenle çürük ve travmatik nedenlerle sert doku kaybının söz konusu olduğu dişlerde pulpa vitalitesinin devam ettirilmesi önemlidir.²

Çürük dişlerin tedavisinde indirekt ve direkt pulpa kuafajı prosedürleri uzun bir süredir kullanılmaktadır. Öngörülemeyen sonuçlara bağlı olarak VPT'nin geleneksel endikasyonları, geri dönüşümlü pulpitis teşhisi konmuş, kök oluşumu tamamlanmış veya henüz tamamlanmamış dişlerin tedavisi ile sınırlı kalmıştır. Son yıllarda, rejeneratif endodontinin ortaya çıkışı ve invaziv müdahaleyi azaltmayı amaçlayan biyolojik temelli tedavilerin teşviki, hidrofilik kalsiyum silikat simanlar gibi yeni materyallerin ortaya çıkışı, pulpa bağışıklığının ve biyolojisinin daha iyi anlaşılması, VPT'nin yalnızca çürükten etkilenmiş dişlerde değil; aynı zamanda geri dönüşümsüz pulpitis işaret eden belirti ve semptomları olan dişlerde de bir tedavi protokolü olarak benimsenmesine olanak sağlamıştır.^{3,4} Bu derlemede VPT'ye ilişkin olarak matür daimi dişlerde pulpa hastalıklarının sınıflandırılması, tedavi seçenekleri ve VPT amacıyla kullanılan güncel materyallerden bahsedilmesi amaçlanmıştır.

VPT uygun çürük yönetimini, mikrobiyal tahribatı ortadan kaldırmayı ve açığa kalan dentini ve pulpayı

dış uyaranlardan korumak için sızdırmaz bir dental biyomateryal yerleştirerek olası yeni bakteriyel invazyonu önlemeyi amaçlar. Terapötik olarak VPT, kök kanal tedavileri (KKT) ile karşılaştırıldığında daha hızlı, teknik olarak daha az karmaşık ve invazivdir; aynı zamanda KKT sonrası görülebilen renk değişikliği, kök kırığı veya rezidüel periapikal inflamasyon gibi istenmeyen etkileri de azaltır.^{5,6}

Pulpa-dentin kompleksi fonksiyonel olarak bir bütündür;⁷ ancak en azından doğru teşhis ve net tedavi protokolleri oluşturmak için sert doku (çürük) ve yumuşak doku hastalığı (pulpitis) ayrı ayrı düşünülmelidir. Çürük yaygın bir hastalık olmasına rağmen, hastalık seviyesinin doğru teşhisini yapmak en yetenekli klinisyen için bile zor olabilir. Klinisyen hasta için en uygun tedavi stratejisini geliştirmek için hastanın öyküsünden (semptomlar, diyet, oral hijyen seviyesi vb.), klinik muayeneden, uygun radyografilerden ve fiber optik flüoresan ışık, çürük boyaları gibi diğer teşhis araçlarından elde edilen bilgilerden yararlanabilir. Çürük bir lezyonun derinliği bite-wing radyografi üzerinden değerlendirilebilir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) çürük lezyonun sınırları hakkında daha doğru bir izlenim verebilir; ancak bunun daha yüksek radyasyon dozu, radyopak restorasyonların varlığı nedeniyle görüntünün bozulması, maliyet gibi sınırlamaları vardır. Genel olarak radyografik görüntü, incelenmekte olan doku içindeki mineral içeriğinin seviyesi hakkında yalnızca yaklaşık bir fikir verir ve lezyonun aktivitesi veya dentin-pulpa kompleksi içindeki pulpanın durumu hakkında bir bilgi vermez.⁸

Çürük, fermente edilebilir karbohidratlarla desteklenen mikrobiyal biyofilm kaynaklı bir hastalıktır. Çürük varlığında dentin-pulpa kompleksi, mikroorganizma (mo) ve mo ürünlerinin pulpa difüzyonunu azaltmak için dentin tübüllerinin sklerozu ve tersiyer dentin oluşumu gibi savunma reaksiyonları gösterir.⁹ Skleroz ve ölü odontoblastların yenileriyle değiştirilmesinin yanı sıra, bir çürük lezyonunun ilerlemesi sırasında dentin demineralize edildiğinde pulpa-dentin kompleksinden TGF- β , ADM, IGF-1 /-2 gibi bir dizi büyüme faktörü salınır. Bu büyüme faktörleri, pulpa onarımı ve rejenerasyonunda yer alan süreçleri artırarak pulpa yanıtı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir.^{10, 11}

Uzun yıllar boyunca klinik belirti ve semptomlar ile pulpanın histolojik durumu arasındaki ilişki sorgulanmış; çürük lezyonu varlığında dentin ve pulpanın iyileşme süreci araştırılmıştır. Hyman ve Cohen¹² histolojik incelemelerin yapıldığı çalışmaların retrospektif analizi yoluyla yaygın endodontik testlerin tanısız faydasını değerlendirmiştir. Testlerin genellikle hastalısız olma olasılığı yüksek olan bireyleri yeterince tanımlayabildiğini, ancak hastalık pozitif bireyleri belirlemede önemli ölçüde daha az etkili olduğunu gözlemlemiştir. Geri dönüşümsüz pulpitis için pozitif olarak test edilen dişler, histolojik inceleme temelinde sıklıkla hastalık negatif olarak tespit edilmiştir.

Klinik olarak normal, geri dönüşümlü ve geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konmuş dişlerin çekim sonrası histolojik olarak da değerlendirildiği bir çalışmada 59 dişin 57'sinde (%96.6) normal pulpa/geri dönüşümlü pulpitis klinik tanısı histolojik tanı ile eşleşmiştir. 32 dişin 27'sinde (%84.4) geri dönüşümsüz pulpitis klinik tanısı histolojik tanı ile uyumuş; kalan 5 dişin ise histolojik olarak geri dönüşümlü pulpitis aşamasında olduğu gösterilmiştir. Pulpa dokusuna ilerleyen enfeksiyonun geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde sık görülen bir bulgu olduğu, ancak normal/ geri dönüşümlü pulpitisli dişlerde hiç görülmediği bildirilmiştir.¹³

Pulpa hastalığının sınıflandırılması

Amerikan Endodontistler Birliği (AAE), 2013 yılında pulpitisin klinik belirtilere ve semptomlara bağlı olarak geri dönüşümlü veya geri dönüşümsüz pulpitis olarak sınıflandırılmasını kabul etmiştir.¹⁴ Geri dönüşümlü pulpitisde sıcak/soğuk uyarana birlikte semptomlar görülür, uyarının uzaklaştırılmasından saniyeler sonra rahatlama sağlanır, spontan ağrı ve perküsyon ağrısı görülmez. Geri dönüşümsüz pulpitisde ise termal uyarılardan sonra semptomlar uzun süre devam eder (30 saniyeden daha uzun), spontan ağrı ve sıklıkla yansıyan ağrı görülür, hastada pozisyon değişiklikleriyle ağrı tetiklenebilir ve hasta ağrı kesici alma ihtiyacı hisseder.

Pulpadaki iltihabın şiddetini basit bir şekilde kategorize eden ve pulpitisin kompleks doğasını yansıtmak için yetersiz olan geleneksel sınıflandırma, geri dönüşümsüz pulpitis tanısı konmuş vakalarda bildirilen PP ve TP başarısını açıklamakta yetersiz kalmaktadır.¹⁵ ¹⁶ Histolojik çalışmalar çürükle ekspoz dişlerde pulpa iltihabının daha derin dokuları içermekten ziyade genellikle ekspoz bölgesine komşu alanla sınırlı olduğunu göstermiştir. Koronalde şiddetli inflamasyonun olduğu lokal alanlar ve mikro abseler gözlenirken, enfekte bölgenin apikalindeki pulpa dokusunun sağlıklı olabileceği rapor edilmiştir.¹⁷ Klinik olarak geri dönüşümsüz pulpitisde işaret eden semptomları olan dişlerden elde edilen histolojik kesitlerde pulpa-dentin kompleksinin rejeneratif potansiyelinin belirgin olması, mevcut pulpitis sınıflandırmasının gözden geçirilmesi gerekebileceğini göstermektedir.¹³ Bu amaçla Wolters ve ark.,¹⁸ hem pulpa hasarının lokalize doğasını yansıtmak hem de pulpitisin semptomları ile vital pulpa tedavileri arasında bir ilişki kurmak için başlangıç, hafif, orta ve şiddetli şeklinde dört farklı pulpitis kategorisine sahip bir sınıflandırma önermiştir.

Başlangıç Pulpitis: Soğuk uyarana karşı artmış yanıt söz konusudur ancak perküsyon veya spontan ağrı gözlenmez. Tedavisinde uyarının ortadan kaldırılması önerilmektedir.

Hafif Pulpitis: Soğuk, sıcak ve tatlı uyarılara karşı artan ve 20 saniyeye kadar uzayabilen yanıt gözlenir. Perküsyon ağrısı veya spontan ağrı durumunda ağrı kesiciler etkilidir. Tedavisinde uyarının ortadan kaldırılması veya indirekt pulpa kuafajı önerilmektedir.

Orta Pulpitis: Semptomlar daha belirgindir, soğuk uyarana karşı güçlü ve uzamış yanıt gözlenir. Perküsyon ağrısı veya spontan ağrı durumunda ağrı kesiciler ortalama bir fayda sağlar. Tedavisinde koronal pulpotomi önerilmektedir.

Şiddetli Pulpitis: Sıcak uyarılara karşı belirgin ağrı reaksiyonu gözlenir. Ağrı kesiciler pek rahatlama sağlamaz ve şiddetli ağrıdan dolayı hasta gece uyuyamaz. Perküsyon ağrısı gözlenir. Tedavisinde koronal pulpotomi önerilmesiyle birlikte kanamanın kontrol altına alınmaması durumunda kanaldaki tüm inflamasyon dokuyu çıkarmak için KKT yapılması gerektiği bildirilmiştir.

Total Pulpa Nekrozu: Soğuk testine negatif yanıt alınır. Hasta geçmiş dönemde bir ağrı öyküsünü bildirebilir. Perküsyon ağrısı gözlenebilir. Radyografik incelemede inflamasyon izlerine rastlanabilir. Tedavi olarak geleneksel KKT yapılmalıdır.

Pulpa dokusundaki inflamasyonun derecesinin saptanması

Pulpa hastalıklarının tedavisine yönelik endikasyonlara ilişkin anlayış hala belirsizliğini korumaktadır. Ağrının özellikleri ve şiddeti gibi klinik semptomlar, pulpadaki inflamasyon derinliğinin ve pulpanın onarımı başlatıp başlatamayacağını kesin göstergeleri değildir.¹⁹ Pulpa dokusundaki inflamasyon derecesini tanımlamak ve VPT prognozunu tayin etmek için çeşitli biyobelirteçler üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Biyobelirteçler, normal fizyolojik, patolojik süreçlerin veya terapötik bir müdahaleye farmakolojik tepkilerin göstergeleri olarak biyolojik sıvılarda nesnel olarak ölçülebilen hücre, biyokimyasal, moleküler değişiklikleri ifade eder.²⁰ Pulpa inflamasyonu, hücre ve moleküler aracılı bir süreçtir. Sürecin hafif ve orta şiddetli ağır inflamasyona ilerlemesi, dental pulpa dokusunun inflamatuvar mediyatör profilindeki değişikliğin devamı niteliğindedir. Moleküler faz, makroskopik ve mikroskopik inflamatuvar değişikliklerden önce gelir.²¹ Bu nedenle pulpal kandaki bu biyobelirteçlerin kalitatif ve kantitatif değerlendirilmesi, pulpa durumunu göstermek için nesnel bir yöntem olabilir. Sharma ve ark.²² semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis klinik tanısı olan dişlerde, aktif matriks metalloproteinaz-9 (aMMP-9) konsantrasyonunun normal pulpal dişlerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışma sonuçlarına göre aMMP-9 konsantrasyonu ile pulpotomi başarısı arasında önemli bir ilişki kurulmuştur. Yazarlar pulpal kandaki aMMP-9 miktarının belirleyici bir faktör olduğunu ve pulpotomi sonucunu tahmin etmek için prognostik bir araç olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. MMP'ler, dokuların normal ve patolojik yeniden modellenmesi sırasında meydana gelen hücre dışı matriks bileşenlerinin bozulmasından sorumlu çinkoya bağımlı endopeptidazlardır. İnflamasyon sırasında diş pulpasında incelenen çeşitli MMP'ler (1, 2, 3, 8 ve 9) arasında, MMP-9'un pulpa dokusunun parçalanmasında çok önemli bir role sahip olduğu düşünülmektedir.²³⁻²⁶

Akbal Dinçer ve ark.²⁷ semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerin pulpa dokusu ve dişeti oluğu sıvısı

(DOS) örneklerinde, sağlıklı dişlerin pulpa dokusu ve DOS örneklerine göre Nörokinin A (NKA), Substans P (SP), Interlökin (IL)-8 ve MMP-8'in anlamlı olarak arttığını gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis tanılı dişlerde inflamasyon pulpa ekstripe edildikten 1 hafta sonra DOS örneklerinde NKA, SP, IL-8 ve MMP-8 düzeylerinin anlamlı olarak düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca ağrı skoru yüksek olan semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli hastaların pulpa dokusu örneklerinde SP, IL-8 ve MMP-8 düzeylerinin ağrı skoru düşük olanlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. NKA ve SP gibi nöropeptidler birçok çalışmaya konu olmuştur. NKA ve SP'nin pulpa ve periodonşiyumda bulunduğu bilinmektedir.²⁸ Bu nöropeptitler, miyelinsiz C liflerinde ve bazı A delta liflerinde bulunur. Pulpa yaralanmalarında C tipi sinir lifleri uyarıldığında ve dokuda bradikinin ve prostaglandinler bulunduğu SP ve NKA salınır.^{29,30} Vazodilatasyon sırasında SP'nin rolü gösterilmiştir. SP, makrofajların kemotaksisini ve fagositozunu³¹ ve araşidonik asit metabolitleri ve sitokinlerin üretimini artırabilir.³² NKA, glandüler sekresyonun, vazodilatasyonun ve plazma ekstrasvazasyonunun artırılmasında etkilidir. SP ve NKA, orta ile şiddetli ağrı sinyallerinin oluşumunda ve transferinde görevli nörotansmitterlerdir.³³

El Salhy ve ark.³⁴ geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde IL-6, IL-8, IL-10, TNF- α ve IFN- γ sitokin seviyelerinin, normal dişlere kıyasla anlamlı olarak daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Lökositler ve diğer hücreler tarafından salgılanan polipeptidler olan sitokinler, immün ve inflamatuvar yanıtın modülatörleri olarak işlev görürler; inflamatuvar ve antiinflamatuvar sitokinler olarak ayrılırlar. İnflamatuvar sitokinler arasında IL-2, IL-6, IL-8, interferon (IFN)- γ ve tümör nekroz faktörü (TNF)- α bulunurken, anti-inflamatuvar sitokinler arasında IL-4, IL-10 ve IL-13 bulunur. İnflamatuvar sitokinler, iltihaplanmaya aracılık eder ve iltihabı artırırken, anti-inflamatuvar sitokinler genellikle inflamasyonu baskılar. Sitokinler, inflamasyonun ve bunun doku nekrozuna ilerlemesinin yol gösterici faktörleridir.³⁵ İnflamatuvar ve alerjik hastalıkların tedavisinde yeni terapötik stratejiler için potansiyel hedeflerdir.³⁶

Nakanishi ve ark.³⁷ tarafından yapılan bir çalışma, pulpal kan örneklerindeki Immunglobulin (Ig)-G, Ig-A, Ig-M, elastaz ve Prostaglandin (PGE)₂ düzeylerinin pulpitisli inflamatuvar durumunun göstergeleri olarak hizmet edebileceğini ortaya koymuştur. Özellikle PGE₂ seviyelerinin, geri dönüşümsüz pulpitis tanısında yararlı bir belirteç olabileceğini bildirmişlerdir. PGE₂, araşidonik asit öncüsünden sentezlenen biyolojik olarak aktif lipidlerdir. PGE₂, ağrı, vasküler dilatasyon, artmış vasküler geçirgenlik ve lökosit migrasyonu dahil olmak üzere birçok inflamatuvar etkiyi indükler ve ayrıca bağışıklık sisteminde çok sayıda fonksiyona sahiptir.^{38,39}

Diş pulpasının inflamatuvar ve inflamatuvar olmayan durumlarını ayırtmak için çeşitli inflamatuvar araçların (Ig'ler, sitokinler, PGE'ler, proteazlar vb.) araştırılması devam etmektedir. Bununla birlikte biyokimyasal analiz sürecinin pratik zorluğu, pulpa hastalığına özgü medi-

atörlerin ve eşik değerlerinin tanımlanmasının güçlüğü sebebiyle bu yöntemlerin güvenilirliği doğrulanana kadar hasta öyküsü, klinik ve radyografik muayene bulguları tedavi kararına yardımcı olabilir. Hipervaskülarizasyon bir inflamasyon göstergesi olduğu için pulpadaki kanama varlığının ve hemostaz süresinin değerlendirilmesi de bir diğer yöntemdir. Geleneksel olarak 5-10 dakika içinde hemostaz sağlanamıyorsa pulpanın geri dönüşümsüz şekilde inflame olduğu ve KKT'nin endike olduğu öne sürülmesine karşın,⁴⁰ daha uzun hemostaz süresi gösteren dişlerde VPT'nin başarılı olduğu bildirilen vaka raporları da bulunmaktadır.⁴¹ Taha ve Abdelkader⁴² geri dönüşümsüz pulpitis tanısı konulan vakalarda PP veya TP sırasında vakaların % 84'ünde 6 dakika içinde kanamanın kontrol altına alınabildiği bildirilmiştir. Tan ve ark.⁴³ hemostaz süresi 1 ya da 1 dk'dan kısa olan, 2-5 dk veya 5-10 dk olan dişler arasında pulpotomi başarı yüzdeleri açısından anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Linsuwanont ve ark.'nın⁴⁰ geri dönüşümsüz pulpitis belirti ve semptomları olan, çürükle ekspoze 66 daimi dişte uyguladığı TP sonuçlarına göre hemostaz süresinin tedavi sonucu üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca çalışmada hemostaz süresinin geri dönüşümlü-geri dönüşümsüz pulpitis ayırt etmede önemli bir faktör olmadığı; hemostaz süresi ile pulpa dokusundaki inflamasyonun derecesi arasındaki ilişkinin hiçbir zaman tam olarak araştırılmadığı belirtilmiştir. Sonuç olarak VPT kararı verebilmek için vital dokunun görüntülenmesi ve hemostazın sağlanması önemli olsa da hemostaz süresinin VPT prognozunda etkili bir faktör olduğunu gösteren bir veri henüz bulunmamaktadır.⁴⁴

Pulpa yarısının dezenfeksiyonu ve kanama kontrolü için fizyolojik salin veya sodyum hipoklorit (NaOCl) kullanılabilir.⁴⁵ Çürükle ekspoze dişlerde pulpa yarısının kontamine olduğu düşüncesiyle NaOCl kullanılması tavsiye edilmektedir.⁸ Direkt pulpa kuafajı uygulanan dişlerde pulpa yarısı ve kavite dezenfeksiyonu için fizyolojik salin ve %2.5 NaOCl kullanılan dişlerde 1 yıllık takip sonrası başarı oranları sırasıyla %55 ve %89 olarak bulunmuştur. NaOCl'nin yüksek etkinlik göstermesi biyofilm tabakasını ve nekrotik yumuşak dokuyu çözebilme yeteneğiyle ilişkilendirilmiştir.⁴⁶

Vital pulpa tedavilerinin sınıflandırılması

Pulpa ekspoze olduktan sonra klinik tedavi kararına yardımcı olmak amacıyla Sınıf I ve Sınıf II pulpa kaplaması olacak şekilde bir sınıflandırma önerilmiştir.⁸

Sınıf I: Bu geleneksel pulpa kuafajı prosedürü, travmaya bağlı kırık veya iyatrojenik perforasyon neticesinde pulpanın yüzeysel olarak ekspoze olduğu durumlar için endikedir. İşlem öncesi derin çürük lezyonu yoktur; pulpa ekspozenin klinik olarak sağlam dentinde olduğu ve altta yatan pulpa dokusunun sağlıklı olduğu beklentisi ile hareket edilir.

Sınıf II: İşlem öncesi derin veya aşırı derin çürük lezyonunun olduğu durumlarda klinik olarak ekspoze bölgesine komşu pulpanın inflame olduğu yargısı ile hareket edilir. Ciddi bir mikrobiyal tehdit beklendiğin-

den, operasyon mikroskobu eşliğinde çürüğün uzaklaştırılmasını, hemostazın sağlanmasını, %5.25 NaOCl kullanımını ve hidrofilik kalsiyum silikat siman ile restorasyonu içeren geliştirilmiş bir tedavi protokolü önerilir.

Direkt kuafaj, PP veya TP farklı pulpa koruma seviyeleri ile ilişkilidir. Direkt pulpa kuafajı yalnızca ekspoze pulpanın sağlam dentinle çevrili olduğu; kırmızı, homojen kanamanın gözlemlendiği ve kanamanın 2-3 dk içerisinde kontrol edilebildiği durumlar için önerilmektedir. PP veya TP seçimi ise, pulpa odasında sağlıklı kanayan pulpa dokusunun tanımlanabileceği ve hemostazın kolayca sağlanabileceği yere dayanmaktadır. Ekspoze sahasında sağlıklı pulpa dokusuna rastlanmadıysa veya makul bir süre içinde hemostaz sağlanamadıysa, pulpa dokusu apikal yönde kademeli olarak uzaklaştırılır; bu prosedür, sağlıklı bir yaranın optimal özellikleri gözlenene kadar tekrarlanır. Hem çok köklü hem de tek köklü dişlerde bu optimal koşulların sağlanamaması durumunda KKT endikedir.^{17, 18}

Hastalığın mümkün olan en erken aşamada sonlandırılması, maksimum sağlıklı canlı dokunun korunması VPT'nin temelini oluşturmaktadır. Semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konmuş matür daimi dişlerde PP ve TP uygulanması, tüm pulpa dokusunun uzaklaştırıldığı KKT'ye alternatif olarak yüksek başarı oranları göstermiştir.^{16,47,48}

Semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konmuş matür daimi molar dişlerde Mineral Trioxide Aggregate (MTA) ile uygulanan TP (%89.8), PP'ye (%80.8) kıyasla daha yüksek başarı oranı göstermiştir ancak bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir; bununla birlikte TP için post-operatif ağrı yoğunluğunun daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada PP ile TP'ye kıyasla daha çok sayıda vakada hemostaz kontrolü sağlanamamıştır; yazarlara göre bu durum, PP'de koronal pulpa dokusunun yüzeysel olarak uzaklaştırılması nedeniyle etkilenen pulpanın tamamen çıkarılmamış olmasından kaynaklanabilir.⁴⁹ Benzer şekilde Baranwal ve ark.⁵⁰ semptomatik geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konmuş matür daimi molar dişlerde Biodentine ile uygulanan TP ve PP için 1 yıllık takip sonucu başarı oranları (sırasıyla %92.8, %80.7) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını bildirmiştir. PP tedavisi ile TP'ye kıyasla daha fazla sayıda vakada dentin köprüsü oluşumu sağlanmıştır; bu sonuç odontoblastik farklılaşma ve tersiyer dentin oluşumu için hücre açısından zengin bölge olan koronal pulpanın korunmasıyla ilişkilendirilmiştir.

TP, enfekte pulpa dokusunun uzaklaştırılması açısından daha yüksek şans sağlarken,⁴² daha invazivdir ve genellikle dişin duyarlılık testlerine yanıtız hale gelmesine neden olur.⁵¹ Buna karşılık PP, hücre açısından zengin koronal pulpa dokusunu koruyan, servikal dentin birikiminin devam etmesini sağlayan ve dolayısıyla dişlerin kırılma riskini önleyen daha konservatif bir seçenektir.⁵² Ayrıca, önemli miktarda koronal pulpa dokusu kaldığı için diş daha öngörülebilir bir iyileşme ve pulpa duyarlılığı tepkisi verir.¹⁵

Vital pulpa tedavilerinde kullanılan materyaller

Uygun teknik ve materyallerle uygulanan VPT, pulpa hastalığının ilerlemesini önlemede etkili olabilir. Pulpa kaplama materyalleri, yüksek düzeyde vaskülarize olan pulpa dokusu ile doğrudan temas halindedir; bu nedenle bu materyallerin biyouyumlu olması, sitotoksik olmaması önemlidir. Bununla birlikte doku/materyal arayüzünde mineralize bir bariyer oluşturmaya yönelik biyolojik süreçleri tetikleyen biyoaktif özelliklere sahip olması ve mineralize doku oluşmadan önce pulpayı korumak için sızdırmazlık kapasitesinin yüksek olması, antibakteriyel etkinlik göstermesi VPT'nin başarısında önemli bir role sahiptir.^{8,53} Kalsiyum hidroksit (CH), alkali pH'sı sayesinde antibakteriyel etkinlik göstermesi ve dentinogenesizi indüklemeye potansiyeli sebebiyle uzun yıllar boyunca geleneksel pulpa kaplama ajanı olarak kullanılmıştır.⁵⁴ Bununla birlikte, CH'nin yapısal stabilitesinin düşük olması zamanla çözünerek ekspoz bölgesinde pulpanın bakteriyel veya kimyasal sızıntıya açık bir hale gelmesine neden olur. Bu nedenle CH, son yıllarda yerini hidrofilik kalsiyum silikat simanlara (KSS) bırakmıştır. VPT materyali olarak CH kullanıldığında oluşan dentin köprüsünün değişken kalınlıkta olduğu ve çok sayıda tünel defekti içerdiği gösterilmiştir; KSS kullanımı ile CH'ye kıyasla daha kısa sürede, daha kalın ve homojen yapıda dentin köprüsü oluşumu sağlanabilir.^{55,56} Ayrıca biyouyumlu yapıdaki KSS'nin, CH'ye kıyasla pulpa üzerinde daha düşük şiddette ve kısa süreli bir inflamasyon oluşturduğu bildirilmiştir.⁵⁷ Bu özellikler KSS kullanılan VPT'lerde üstün klinik sonuçlar elde edilmesine yardımcı olmuş olabilir.⁵⁸ Çürükle ekspoz daimi dişlerde direkt pulpa kuafajının başarı oranlarını değerlendiren bir metaanaliz çalışması, MTA ve Biodentine'nin benzer etkinlik gösterdiğini ve bu materyallerin CH'ye kıyasla daha yüksek başarı sağladığını göstermiştir.⁵⁹ Taha ve Khazali,¹⁵ klinik olarak geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konan matür daimi dişlerde MTA ile uygulanan PP'nin 2 yıllık takipte iyi bir başarı oranı gösterdiğini (%85); CH vakalarının yarısından fazlasının (%57) 2 yıl içerisinde başarısız olduğunu bildirmişlerdir. Asgary ve ark.⁶⁰ tarafından 2006 yılında tanıtılan Calcium Enriched Mixture (CEM) de çürükle ekspoz daimi dişlerde TP materyali olarak kullanılmış ve MTA'ya benzer şekilde yüksek klinik başarı elde etmiştir.

Nem varlığında polimerize olabilmesi,⁶¹ yüksek sızdırmazlık kabiliyeti,⁶² kalsiyum iyon salımı,⁶³ iyi biyolojik özelliklere sahip olması⁶⁴ nedeniyle MTA ve Biodentine gibi KSS esaslı materyaller VPT'de sıklıkla kullanılmaktadır.⁵⁴ MTA, Biodentine'e benzer biyolojik, kimyasal ve fiziksel özellikler gösterir. Bununla birlikte Biodentine, daha kısa polimerizasyon süresi ve diş dokusunda daha az renk değişikliğine sebep olması gibi avantajlara sahiptir.⁶⁵ MTA, 40 dakika içerisinde başlangıç polimerizasyonunu tamamlar ve 140 dakikada tamamen katılaşırken,⁶⁶ Biodentine nispeten kısa bir sertleşme süresine sahiptir ve 9-12 dakikada başlangıç polimerizasyonunu tamamlar, 45 dakika sonra tamamen katılaşır. Bu kısa polimerizasyon süresi likit karışımına eklenen kalsiyum klorid ile ilişkilidir ve klinik kullanım kolaylığı sağlar.⁶⁷

Takip değerlendirmesi

VPT uygulanan dişler klinik ve radyografik olarak takip edilmelidir. Avrupa Endodonti Derneği (ESE), VPT için post-operatif 6. ayda klinik değerlendirme ve 12. ayda klinik/radyografik değerlendirme ve ardından 4 yıl boyunca (gerekirse) yıllık aralıklarla takip önermektedir.⁸ İdeal olarak diş asemptomatik olmalı, palpasyon veya perküsyonda hassas olmamalı, abse veya sinüs yolu olmamalıdır. Ayrıca diş pulpa duyarlılığı (termal/elektirik) testine uzun süreli veya abartılı bir yanıt olmaksızın pozitif yanıt vermemelidir. Diş radyografik olarak değerlendirildiğinde, internal kök rezorpsiyonu, yeni periapikal patoloji belirtileri olmamalıdır; pre-operatif dönemde var olan periapikal patolojide iyileşme belirtileri gözlenmemelidir.^{44,68} TP uygulanmış dişler elektrikli pulpa testi veya termal testlere yanıt vermeyebilir; klinik ve radyografik başarısızlık belirtilerinin yokluğunda tedavi başarılı olarak değerlendirilebilir.⁶⁹ Aravind ve ark.⁷⁰ MTA ile TP uygulanan semptomatik geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde 1 yıllık takip sonucu klinik ve radyografik olarak başarılı kabul edilen dişlerin %94.7'sinin elektrikli pulpa testine pozitif yanıt verdiğini ancak bu dişlerin yalnızca %13.5'inin soğuk testine yanıt verdiğini gözlemiştir.

SONUÇ

Geleneksel olarak geri dönüşümsüz pulpitis teşhisi konmuş matür daimi dişlerde kalsiyum silikat bazlı materyaller ve uygun teknik kullanılarak gerçekleştirilen vital pulpa tedavileri klinik ve radyografik olarak yüksek başarı oranı sağlıyor gibi görünmektedir. Bununla birlikte tedaviye ilişkin olarak pulpa hastalıklarının sınıflandırılması, dentin-pulpa kompleksinin tamir yeteneğinin daha iyi anlaşılması ve kanıta dayalı uygulamalar geliştirebilmek için iyi tasarlanmış klinik deneylere olan ihtiyaç devam etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, Simon, S., El-Karim, I., Kundzina, R., et al. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J* 2019;7:923-34.
2. Sabeti M, Huang Y, Chung YJ, Azarpazhooh A. Prognosis of Vital Pulp Therapy on Permanent Dentition: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Endod* 2021;11:1683-95.
3. Duncan HF, Cooper PR, Smith AJ. Dissecting dentine-pulp injury and wound healing responses: consequences for regenerative endodontics. *Int Endod J* 2019;3:261-6.
4. Smith AJ, Duncan HF, Diogenes A, Simon S, Cooper PR. Exploiting the Bioactive Properties of the Dentin-Pulp Complex in Regenerative Endodontics. *J Endod* 2016;1:47-56.
5. Chang HH, Chang YJ, Yeh CL, Lin TA, Lin CP. Development of calcium phosphate/calcium sulfate biphasic biomedical material with hyaluronic acid containing collagenase and simvastatin for vital pulp therapy. *Dent Mater* 2020;6:755-64.
6. Rocha CT, Rossi MA, Leonardo MR, Rocha LB, Nelson-Filho P, Silva LA. Biofilm on the apical region of roots in primary teeth with vital and necrotic pulps with or without radiographically evident apical pathosis. *Int Endod J* 2008;8:664-9.
7. Pashley DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Crit Rev Oral Biol Med* 1996;2:104-33.
8. Bjørndal L, Simon S, Tomson PL, Duncan HF. Management of deep

caries and the exposed pulp. *Int Endod J* 2019;7:949-73.

9. Bjørndal L. The caries process and its effect on the pulp: the science is changing and so is our understanding. *J Endod* 2008;7 Suppl:S2-5.
10. Cooper PR, Takahashi Y, Graham LW, Simon S, Imazato S, Smith AJ. Inflammation-regeneration interplay in the dentine-pulp complex. *J Dent* 2010;9:687-97.
11. Cooper PR, McLachlan JL, Simon S, Graham LW, Smith AJ. Mediators of inflammation and regeneration. *Adv Dent Res* 2011;3:290-5.
12. Hyman JJ, Cohen ME. The predictive value of endodontic diagnostic tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;3:343-6.
13. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF, Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J Endod* 2014;12:1932-9.
14. Endodontists AAo. Endodontic diagnosis. Available at: <https://www.aae.org>. Accessed 08.01.2019.
15. Taha NA, Khazali MA. Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod* 2017;9:1417-21.
16. Uesrichai N, Nirunsittirat A, Chuveera P, Srisuwan T, Sastraruji T, Chompu-Inwai P. Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial. *Int Endod J* 2019;6:749-59.
17. Ricucci D, Siqueira JF, Jr., Li Y, Tay FR. Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. *J Dent* 2019;41-52.
18. Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL, Karim, I. E., McKenna, G., Dorri, M., et al. Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *Int Endod J* 2017;9:825-9.
19. Seltzer S, Bender IB, Ziontz M. The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1963;846-71 contd.
20. Mayeux R. Biomarkers: potential uses and limitations. *NeuroRx* 2004;2:182-8.
21. Zanini M, Meyer E, Simon S. Pulp Inflammation Diagnosis from Clinical to Inflammatory Mediators: A Systematic Review. *J Endod* 2017;7:1033-51.
22. Sharma R, Kumar V, Logani A, Chawla, A., Mir, R. A., Sharma, S. et al. Association between concentration of active MMP-9 in pulpal blood and pulpotomy outcome in permanent mature teeth with irreversible pulpitis - a preliminary study. *Int Endod J* 2021;4:479-89.
23. Chang YC, Yang SF, Hsieh YS. Regulation of matrix metalloproteinase-2 production by cytokines and pharmacological agents in human pulp cell cultures. *J Endod* 2001;11:679-82.
24. Gusman H, Santana RB, Zehnder M. Matrix metalloproteinase levels and gelatinolytic activity in clinically healthy and inflamed human dental pulps. *Eur J Oral Sci* 2002;5:353-7.
25. Mente J, Petrovic J, Gehrig H, Rampf, S., Michel, A., Schürz, A., et al. A Prospective Clinical Pilot Study on the Level of Matrix Metalloproteinase-9 in Dental Pulpal Blood as a Marker for the State of Inflammation in the Pulp Tissue. *J Endod* 2016;2:190-7.
26. Wahlgren J, Salo T, Teronen O, Luoto H, Sorsa T, Tjäderhane L. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) in pulpal and periapical inflammation and periapical root-canal exudates. *Int Endod J* 2002;11:897-904.
27. Akbal Dincer G, Erdemir A, Kisa U. Comparison of Neurokinin A, Substance P, Interleukin 8, and Matrix Metalloproteinase-8 Changes in Pulp tissue and Gingival Crevicular Fluid Samples of Healthy and Symptomatic Irreversible Pulpitis Teeth. *J Endod* 2020;10:1428-37.
28. Kim S. Neurovascular interactions in the dental pulp in health and inflammation. *J Endod* 1990;2:48-53.
29. Takamori K. A histopathological and immunohistochemical study of dental pulp and pulpal nerve fibers in rats after the cavity preparation using Er:YAG laser. *J Endod* 2000;2:95-9.
30. Caviedes-Bucheli J, Correa-Ortiz JA, García LV, López-Torres R, Lombana N, Muñoz HR. The effect of cavity preparation on substance P expression in human dental pulp. *J Endod* 2005;12:857-9.
31. Ruff MR, Wahl SM, Pert CB. Substance P receptor-mediated chemotaxis of human monocytes. *Peptides* 1985;107-11.

32. Lotz M, Vaughan JH, Carson DA. Effect of neuropeptides on production of inflammatory cytokines by human monocytes. *Science* 1988;4870:1218-21.
33. Awawdeh LA, Lundy FT, Linden GJ, Shaw C, Kennedy JG, Lamey PJ. Quantitative analysis of substance P, neurokinin A and calcitonin gene-related peptide in gingival crevicular fluid associated with painful human teeth. *Eur J Oral Sci* 2002;3:185-91.
34. Elsalhy M, Azizieh F, Raghupathy R. Cytokines as diagnostic markers of pulpal inflammation. *Int Endod J* 2013;6:573-80.
35. Ashida H, Mimuro H, Ogawa M, Kobayashi, T., Sanada, T., Kim, M. et al. Cell death and infection: a double-edged sword for host and pathogen survival. *J Cell Biol* 2011;6:931-42.
36. Kopf M, Bachmann MF, Marsland BJ. Averting inflammation by targeting the cytokine environment. *Nat Rev Drug Discov* 2010;9:703-18.
37. Nakanishi T, Matsuo T, Ebisu S. Quantitative analysis of immunoglobulins and inflammatory factors in human pulpal blood from exposed pulps. *J Endod* 1995;3:131-6.
38. Okiji T, Morita I, Sunada I, Murota S. The role of leukotriene B4 in neutrophil infiltration in experimentally-induced inflammation of rat tooth pulp. *J Dent Res* 1991;1:34-7.
39. Okiji T, Morita I, Sunada I, Murota S. Involvement of arachidonic acid metabolites in increases in vascular permeability in experimental dental pulpal inflammation in the rat. *Arch Oral Biol* 1989;7:523-8.
40. Linsuwanont P, Wimonutthikul K, Pothimoke U, Santiwong B. Treatment Outcomes of Mineral Trioxide Aggregate Pulpotomy in Vital Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure: The Retrospective Study. *J Endod* 2017;2:225-30.
41. Bogen G, Chandler NP. Pulp preservation in immature permanent teeth. *Endod Topics* 2010;23:131-52.
42. Taha NA, Abdelkader SZ. Outcome of full pulpotomy using Biodentine in adult patients with symptoms indicative of irreversible pulpitis. *Int Endod J* 2018;8:819-28.
43. Tan SY, Yu VSH, Lim KC, Tan, B. C. K., Neo, C. L. J., Shen, L., et al. Long-term Pulpal and Restorative Outcomes of Pulpotomy in Mature Permanent Teeth. *J Endod* 2020;3:383-90.
44. Duncan HF, El-Karim I, Dummer PMH, Whitworth J, Nagendrababu V. Factors that influence the outcome of pulpotomy in permanent teeth. *Int Endod J* 2023;62-81.
45. Munir A, Zehnder M, Rechenberg DK. Wound Lavage in Studies on Vital Pulp Therapy of Permanent Teeth with Carious Exposures: A Qualitative Systematic Review. *J Clin Med* 2020;4.
46. Ballal NV, Duncan HF, Wiedemeier DB, Rai, N., Jalan, P., Bhat, V., et al. MMP-9 Levels and NaOCl Lavage in Randomized Trial on Direct Pulp Capping. *J Dent Res* 2022;4:414-9.
47. Asgary S, Eghbal MJ, Fazlyab M, Baghban AA, Ghoddusi J. Five-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: a non-inferiority multicenter randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2015;2:335-41.
48. Qudeimat MA, Alyahya A, Hasan AA. Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study. *Int Endod J* 2017;2:126-34.
49. Ramani A, Sangwan P, Tewari S, Duhan J, Mittal S, Kumar V. Comparative evaluation of complete and partial pulpotomy in mature permanent teeth with symptomatic irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. *Int Endod J* 2022;5:430-40.
50. Baranwal HC, Mittal N, Yadav J, Rani P, Naveen Kumar PG. Outcome of partial pulpotomy versus full pulpotomy using biodentine in vital mature permanent molar with clinical symptoms indicative of irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. *J Conserv Dent* 2022;3:317-23.
51. Taha NA, Ahmad MB, Ghanim A. Assessment of Mineral Trioxide Aggregate pulpotomy in mature permanent teeth with carious exposures. *Int Endod J* 2017;2:117-25.
52. Elmsmari F, Ruiz XF, Miró Q, Feijoo-Pato N, Durán-Sindreu F, Olivieri JG. Outcome of Partial Pulpotomy in Cariously Exposed Posterior Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod* 2019;11:1296-306.e3.
53. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 2010;1:16-27.

54. da Rosa WLO, Cocco AR, Silva TMD, Mesquita, L. C., Galarça, A. D., Silva, A. F. D., et al. Current trends and future perspectives of dental pulp capping materials: A systematic review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2018;3:1358-68.
55. Nair PN, Duncan HF, Pitt Ford TR, Luder HU. Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *Int Endod J* 2008;2:128-50.
56. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghanavati F, Rahimi H. A comparative study of histologic response to different pulp capping materials and a novel endodontic cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;4:609-14.
57. Schwendicke F, Brouwer F, Schwendicke A, Paris S. Different materials for direct pulp capping: systematic review and meta-analysis and trial sequential analysis. *Clin Oral Investig* 2016;6:1121-32.
58. Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy. *Int Endod J* 2018;2:177-205.
59. Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, Chua, P., Elamin, A. D., Clarke, M., et al. Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2021;4:556-71.
60. Asgary S, Eghbal MJ, Shahravan A, Saberi E, Baghban AA, Parhizkar A. Outcomes of root canal therapy or full pulpotomy using two endodontic biomaterials in mature permanent teeth: a randomized controlled trial. *Clin Oral Investig* 2022;3:3287-97.
61. Gandolfi MG, Iacono F, Agee K, Siboni, F., Tay, F., Pashley, D. H., et al. Setting time and expansion in different soaking media of experimental accelerated calcium-silicate cements and ProRoot MTA. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;6:e39-45.
62. Zarean P, Zarean P, Ravaghi A, Zare Jahromi M, Sadrameli M. Comparison of MTA, CEM Cement, and Biodentine as Coronal Plug during Internal Bleaching: An In Vitro Study. *Int J Dent* 2020;8896740.
63. Gandolfi MG, Taddei P, Modena E, Siboni F, Prati C. Biointeractivity-related versus chemi/physisorption-related apatite precursor-forming ability of current root end filling materials. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2013;7:1107-23.
64. Zanini M, Sautier JM, Berdal A, Simon S. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. *J Endod* 2012;9:1220-6.
65. Camilleri J. Staining Potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. *J Endod* 2015;7:1139-45.
66. Islam I, Chng HK, Yap AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. *J Endod* 2006;3:193-7.
67. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dent Mater* 2013;2:e20-8.
68. Zanini M, Hennequin M, Cousson PY. A Review of Criteria for the Evaluation of Pulpotomy Outcomes in Mature Permanent Teeth. *J Endod* 2016;8:1167-74.

69. Taha NA, About I, Sedgley CM, Messer HH. Conservative Management of Mature Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure. *J Endod* 2020;9s:S33-s41.

70. Aravind A, R R, Sharma R, Rana, A., Sharma, S., Kumar, V., Chawla, A., et al. Response to Pulp Sensibility Tests after Full Pulpotomy in Permanent Mandibular Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Retrospective Data Analysis. *J Endod* 2022;1:80-6.

Vital pulp treatments in mature permanent teeth: An up-to-date overview–review article

ABSTRACT

Vital pulp therapy in mature permanent teeth with carious pulp exposure has been a controversial issue, with root canal therapy being the conventional standard of care. Vital pulp treatments, which aim to preserve the health of a part or all of the dental pulp, are based on the principle of minimal intervention and include indirect capping, direct capping, partial pulpotomy and total pulpotomy procedures. Vital pulp treatments are less time-consuming and less technically complex compared to root canal treatment. At the same time, it is more advantageous in terms of undesirable effects such as discoloration, root fracture or residual periapical inflammation that can be seen after root canal treatment. The traditional indications for vital pulp treatments have been limited to the treatment of teeth diagnosed with reversible pulpitis, with complete or incomplete root formation. However, the advent of regenerative endodontics, the promotion of biologically based therapies aimed at reducing intervention, a better understanding of the histopathology of caries-exposed pulp and the healing potential of inflamed pulp, the development of new materials such as hydraulic calcium silicate cement with sealing and bioactive potentials have promoted vital pulp treatment adoption as a treatment protocol in teeth with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis. However, most of the available evidence is supported by studies containing relatively low patient numbers. Consequently, there remains a need for well-designed prospective research on this topic to develop more representative pulp diagnostic tools and to establish evidence-based management strategies.

KEYWORDS: Calcium silicate; pulpitis; pulpotomy; root canal therapy