

YEDİTEPE
ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ
FAKÜLTESİ
DERGİSİ

e-ISSN:2458-9586

7tepe klinik

CİLT 20
EK SAYI
2024

DERLEME ÖZEL SAYISI
DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN
YARDIMCI CİHAZLAR VE YÖNTEMLER



YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Yeditepe Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Dergisi

7tepe Klinik Dergisi

Sahibi

Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Adına

Prof. Dr. Canan AYKUT BİNGÖL, Rektör

Editör

Prof. Dr. Senem SELVİ KUVVETLİ

Yardımcı Editörler

Prof. Dr. Nilüfer ERSAN

Doç. Dr. Burcu BAL

Doç. Dr. Elif Delve BAŞER CAN

Yayın Kurulu Sekreterliği

Dr. Öğr. Üyesi Elif TÜRKEŞ BAŞARAN

Dr. Öğr. Üyesi Elifnaz ÖZEN SÜTÜVEN

Dr. Öğr. Üyesi Gökçen Deniz B. ARSLANTAŞ

Dr. Öğr. Üyesi Merve Nur EĞLENEN

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Bahar EREN KURU (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Bahar SEZER (Ege Üniversitesi)

Prof. Dr. Buket AYBAR (İstanbul Üniversitesi)

Prof. Dr. Ceyda ÖZÇAKIR TOMRUK (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Didem ÖZDEMİR ÖZENEN (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Dilhan İLGÜY (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Emre ÖZEL (Kocaeli Üniversitesi)

Prof. Dr. Ender KAZAZOĞLU (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Feyza ERAYDIN (İstanbul Gelişim Üniversitesi)

Prof. Dr. Fulya ÖZDEMİR (İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi)

Prof. Dr. Gonca TEZAL (İstanbul Okan Üniversitesi)

Prof. Dr. Hakan AKIN (Erciyes Üniversitesi)

Prof. Dr. Hanefi KURT (İstanbul Bilgi Üniversitesi)

Prof. Dr. İdil DİKBAŞ (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Jale TANALP (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Leyla KURU (Marmara Üniversitesi)

Prof. Dr. Mehmet Baybora KAYAHAN (İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi)

Prof. Dr. Mehmet Cenk HAYTAÇ (Çukurova Üniversitesi)

Prof. Dr. Meriç KARAPINAR KAZANDAĞ (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Sabri İlhan RAMOĞLU (Altınbaş Üniversitesi)

Prof. Dr. Tomurcuk Övül KÜMBÜLOĞLU (Ege Üniversitesi)

Prof. Dr. Tamer Lütfi ERDEM (İstanbul Atlas Üniversitesi)

Prof. Dr. Tamer TÜZÜNER (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Prof. Dr. Zehra Semanur DÖLEKOĞLU (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Zeynep ÖZKURT KAYAHAN (Yeditepe Üniversitesi)

Prof. Dr. Zuhâl YETKİN AY (Süleyman Demirel Üniversitesi)

Doç. Dr. Duygu YAMAN (İstanbul Üniversitesi)

Doç. Dr. Fatih CABBAR (Yeditepe Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem KELEŞ (Yeditepe Üniversitesi)

e-ISSN: 2458-9586

BASKI: Ulusal Dijital Baskı Kopyalama Merkezi

Kayışdağı Mh. Kayışdağı Cd. No: 225

34755 Ataşehir - İstanbul

ULAKBİM veritabanında indeksli

Pleksus Türk Medline veritabanında indeksli

İÇİNDEKİLER

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN YARDIMCI CİHAZLAR VE YÖNTEMLER

DERLEME

Külahcı D, Yılmaz A.

Geçmişten Günümüze Elektronik Apeks Bulucular
Electronic Apex Locators from Past to Present.....

4

Uğurgelen B, Evren B.

Dijital Oklüzal Analiz Yöntemleri
Digital Occlusal Analysis Methods.....

11

Tokuç M, Yazan Şükür E, Noyan A, Ulukapı I, Aykaç B.

Otizmlı Çocuklarda Görülen Patofizyolojik Değişiklikler ve Genel Anestezi Uygulamaları
Pathophysiological Changes in Children with Autism and General Anesthesia.....

17

Kaya Acar M, Koçak Büyükdere A.

Dijital Dental Fotoğrafçılık
Digital Dental Photography.....

26

Köseoğlu M, Bayındır F.

Mobil Dental Fotoğrafçılık
Mobile Dental Photography.....

33

Arıkan H, Özden YE, Güncü MB.

Ağız İçi Tarayıcıların İmplant Ölçülerinde Kullanımı ve Dijital Ölçüyü Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi
The Use of Intraoral Scanners in Implant Impressions and the Assessment of Factors Influencing Digital Impressions....

39

Karakaya M, Yücel İN, Çötört HS.

Postoperatif Duyarlılığın Giderilmesi ve Duyarlılık Giderici Ajanlar
Postoperative Desensitization and Desensitizing Agents.....

48

Geçmişten Günümüze Elektronik Apeks Bulucular

Electronic Apex Locators from Past to Present

Dr. Öğr. Üyesi Duygu KÜLAHCI

İstanbul Kent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı

Orcid ID: 0000-0002-7163-4268

Doç. Dr. Ayça YILMAZ

İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı

Orcid ID: 0000-0002-9254-7710

Geliş tarihi: 17.07.2022

Kabul tarihi: 16.01.2023

doi: 10.5505/yeditepe.2024.13284

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Duygu Külahcı

Adres: İstanbul Kent Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

Cihangir Sıraselviler Cd. No:71 34433

Beyoğlu/İstanbul

Tel: 0530 300 87 03

E-posta: dutluduygu@gmail.com

duygu.kulahci@kent.edu.tr

ÖZET

Endodontik tedavinin başarısında önemli rol oynayan kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi işlemleri öncesi, çalışma uzunluğunun doğru olarak tespit edilmesi gerekir. Kök kanallarının çalışma uzunluğunun ölçülmesinde ve kök ucunun pozisyonunun belirlenmesinde birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Anatomik ortalamaların kullanımı, parmak hassasiyeti, kağıt kondaki nemlilik ve radyografik yöntem gibi geleneksel yöntemlerin yanı sıra, günümüzde artık radio visio graphy (RVG) gibi dijital görüntüleme yöntemleri ile elektronik apeks bulucular gibi yeni yöntemlerin gittikçe artan kullanımları gündeme gelmiştir. Yaklaşık 100 yıl önce ilk kez elektrik akımı kullanılması fikri ile birlikte ortaya çıkan elektronik apeks bulucular, gelişen teknoloji ile birlikte kliniklerde aktif bir şekilde yerini almaya başlamıştır. Bu cihazların kullanımı, hekimlerin daha az periapikal film çekerek, daha kısa sürede, güvenli endodontik tedavi uygulamaları yapmalarına olanak tanımaktadır. Bugün, her neslin bir öncekine göre üstün olduğunu iddia ettiği elektronik apeks bulucuların daha etkin kullanılabilmesi için çalışma prensiplerinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu derlemenin amacı, elektronik apeks bulucuların geçmişten günümüze incelenip; tarihçesi, çalışma metodolojisi, sınıflandırılması, cihazın çalışmasını etkileyen faktörler ve güvenilirlikleri hakkında kapsamlı bilgi sunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Apikal foramen, çalışma uzunluğu, elektronik apeks bulucu.

ABSTRACT

The working length must be accurately determined as a first step before the cleaning and shaping of the root canals, which play a crucial role in the success of endodontic treatment. Many different methods are used to measure the working length of root canals and to determine the position of the root apex. In addition to traditional methods such as the use of anatomical averages, tactile sensation, moisture in the paper point, and radiographic method, the increasing use of new methods such as digital imaging methods such as radio visio graphy (RVG) and electronic apex locators has come to the fore. Electronic apex locators, which emerged with the idea of using electric current for the first time about 100 years ago, have started to take an active place in clinics with the developing technology. The use of these devices allows clinicians to perform safe endodontic treatment applications in a shorter time by taking less periapical film. Today, the working principles of electronic apex locators, which each generation claims to be superior to the previous one, should be well understood in order to be used more effectively. The aim of this review is to examine electronic apex locators from the past to the present. The aim is to provide comprehensive information about the history, working methodology, classification, factors affecting the operation of the device, and their reliability.

Keywords: Apical foramen, electronic apex locator, working length determination.

GİRİŞ

Başarılı bir endodontik tedavi; doğru teşhise, kök kanallarının etkili bir biçimde temizlenmesine, şekillendirilmesine, dezenfeksiyonuna ve sızdırmaz bir şekilde doldurulmasına bağlıdır.¹

Kök kanal uzunluğunun belirlenmesi ve biyolojik sınırlar içerisinde tedaviye devam edilmesi endodontik tedavide karşılaşılan önemli problemlerden biri olmakla birlikte, bu konuda süregelen tartışmalar yıllardır devam etmektedir.² Apikal foramenin lokasyonunun belirlenmesinde ve kök kanallarının çalışma uzunluğunun ölçülmesinde birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Elektronik cihazların üretimi ve gelişimi sayesinde bu alanda önemli ölçüde yenilikler olmuş ve elektronik apeks bulucu cihazlar modern endodonti çalışmalarına hızla entegre edilmiştir.³

Çalışma uzunluğunun doğru hesaplanabilmesi için öncelikle apikal foramenin anatomisi doğru bir şekilde değerlendirilmelidir.⁴

Bu derlemenin amacı, elektronik apeks bulucuların geçmişten günümüze tarihçesi, çalışma metodolojisi, sınıflandırılması, cihazın çalışmasını etkileyen faktörler ve güvenilirlikleri hakkında kapsamlı bilgi sunmaktır.

Apikal Foramen Anatomisi

Apikal kök anatomisi kavramı; apikal foramen, sement-dentin birleşimi ve apikal daralım olmak üzere üç anatomik ve histolojik dönüm noktasından oluşur. Kutler⁴ tarafından kök apeksi anatomisinin incelendiği çalışmada, kanal ağızlarından başlayıp apikal daralıma kadar ilerleyen ve genellikle apikal foramenden 0,5-1,5 mm içeride sonlanan "kök kanalı" tanımından bahsedilmiştir. Kök kanalı sınırı, birçok araştırmacı tarafından sement-dentin birleşimi olarak kabul edilir.⁴⁻⁷ Sement-dentin birleşimi, pulpa dokusunun bitip periodontal dokuya dönüştüğü ve pulpa ile periodontal dokunun buluştuğu noktadır.⁸ Teorik olarak sement-dentin birleşimi, kök kanalı tedavisi için uygun apikal sınırdır. Çünkü bu noktada periapikal dokular ve kök kanalı dolgu materyali arasındaki temas minimum seviyede ve yara yüzeyi ise en küçük boyutlarda olacağı için optimal iyileşme sağlanacaktır.^{2,8-10} Fakat sement-dentin birleşimi, histolojik bir bölgedir. Ancak çekilmiş dişlerde kesitlemenin ardından tespit edilebilmektedir, klinik koşullarda konumunu belirlemek imkansızdır. Ayrıca, sement-dentin birleşimi sabit veya tutarlı özellik göstermez. Apikal daralımdan kanalın içine doğru ilerledikçe sementin kök kanalına uzanması değişebilir.⁶ Bu değişkenlik, sement-dentin birleşiminin ve apikal daralımın genellikle aynı alan olmadığını açıkça ortaya çıkarmıştır ve bu nedenle ideal bir referans noktası değildir.

Apikal daralımın topografyası çeşitli morfolojik varyasyonlara sahip olabileceği için, kök kanalının apikal sınırını, sement-dentin birleşimi yerine apikal daralım olarak belirlemek de doğru değildir.¹¹ Klinik uygulamada, minör apikal foramen, kanal sisteminin en dar kısmı olarak kabul edilebilecek daha tutarlı bir anatomik özellik sergiler ve dolayısıyla apikal son nokta için tercih edilen referans noktasıdır.^{6,10} Diş hekimleri tarafından kanal preparasyonu sırasında şekillendirme, temizleme ve doldurma prosedürlerinin sonlandırılması gereken alan olarak en sık kullanılan referans noktasıdır.¹²

Çalışma Uzunluğunun Önemi

Çalışma uzunluğu, "koronal bir referans noktasından kanal hazırlığı ve obturasyonun sona ermesi gereken noktaya olan mesafe" olarak tanımlanır.¹³ Tüm pulpa dokusunun, nekrotik doku artıklarının, bakteri ve bakteriyel ürünlerin kök kanalından uzaklaştırılması endodontik tedavinin başarısını doğrudan etkileyen bir unsurdur. Çalışma uzunluğunun yanlış hesaplanması; taşkın kanal dolgusuna ya da eksik enstrümantasyon nedeniyle enfekte materyalin tam uzaklaştırılmayarak eksik kanal dolgusuna, ağrıya ve prognozun olumsuz yönde seyretmesine neden olur.² Bu nedenlerle klinisyenlerin çalışma uzunluğunu doğru olarak belirlemesi, maksimum başarıya ulaşmak için önemli bir kriterdir.^{14,15}

Diş hekimi veya endodontistin kök kanalı tedavisi esnasında direkt olarak göremediği ancak tedavinin başarısı için önem arz eden bu noktanın doğru tespiti çok titiz bir çalışmayı gerektirmektedir. Çalışma uzunluğunu belirlemek için anatomik ortalamaların kullanımı, parmak hassasiyeti, kağıt kondaki nemlilik ve radyografik yöntem gibi geleneksel yöntemlerin yanı sıra günümüzde artık radio visio graphy (RVG) gibi dijital görüntüleme yöntemleri ve yüzyılın endodonti buluşu olarak değerlendirilen elektronik apeks bulucular gibi yeni yöntemler de kullanılmaktadır.¹⁶

Elektronik Apeks Bulucuların Çalışma Metodolojisi

Kanalın elektriksel yapısı, dirençli ve kapasitif elementlerden oluşan karmaşık bir devredir.¹⁷ Diş bir kapasitör gibi düşünüldüğünde, belirli bir yüzey alanına sahip ege kapasitörün bir plakası gibi davranırken, dentinin dışındaki iletken malzeme (örneğin periodontal ligament) kapasitörün diğer plakası gibi davranır. Kökün, elektrik akımına karşı yalıtkan olan sement ve dentin ile çevrili yapısına ek olarak kanal içerisindeki doku ve sıvı, iki iletken plakanın ayırıcıları olarak kabul edilebilir ve dielektrik sabitini (yalıtkan materyal) belirler. Bir endodontik ege ile kanalda çalışılırken kök ucuna yaklaştıkça, egenin ucu ile kanalın apikal kısmı arasındaki direnç, kanal içerisindeki dirençli materyalin etkin uzunluğunun azalmasına bağlı olarak azalır. Bu yapı aslında basitçe ifade edilmesin-

den çok daha karmaşık, modellenmesi zor bir kapasitör oluşturur.¹⁸

Elektronik Apeks Bulucuların Tarihçesi

Kök uzunluğunun tespiti için elektronik yöntem ilk olarak Custer¹⁹ tarafından 1918 yılında araştırılmaya başlanmıştır. Bu fikir, 1942'de köpeklerin dişlerinden doğru akımın akışını inceleyen Suzuki²⁰ tarafından yeniden ele alınmıştır. Suzuki²⁰, kök kanalına yerleştirilen kanal aleti ile ağız mukoza zarındaki bir elektrot arasına voltaj uyguladığında elektrik direncinde tutarlı değerler elde etmesi sonucu bu şekilde kanal uzunluğunun ölçülebileceği fikrini ileri sürmüştür. 1962'de Sunada²¹ bu ilkeleri kullanarak doğru akım kullanan basit bir cihaz tasarlamıştır. Mukoza zarının ve periodonsiyumun elektrik direncinin, hastaların yaşı, cinsiyeti veya dişlerin şekli, tipi değişmekle birlikte, periodonsiyumun herhangi bir yerinde 6,0 kΩ olduğu prensibine dayanarak çalışan bu cihaz rezistans tip apeks bulucuların temelini oluşturmuştur.²¹

Elektronik cihazlarda yıllar geçtikçe bir elektrik prensibi olarak empedans ölçme fikri, rezistans ölçme fikrinin yerini almaya başlamıştır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerin hızına bağlı olarak kısa süre sonra frekans tip ve oran tip apeks bulucular da klinisyenlerin hizmetine sunulmuştur.²²

Elektronik Apeks Bulucuların Sınıflandırılması

1. Birinci Nesil Elektronik Apeks Bulucular (Rezistans Tip)

Rezistans tip apeks bulucular olarak da bilinen birinci nesil apeks bulucu cihazlar, doğru akıma karşı oluşan direnci ölçerler. Eğenin ucu kanalda apikal foramene ulaştığında, cihazın göstergesi oral mukoza ve periapikal dokuların her yerinde sabit olan elektriksel direncini yani 6,5 kΩ'u gösterir. Bu cihazların dezavantajı, yüksek elektrik akımları nedeniyle ağrının sıklıkla hissedilmesidir.²³ Ayrıca radyografilerle karşılaştırıldığı çalışmalarda güvenilir olmadığı ve ölçümlerin çoğunun kabul edilen çalışma uzunluğundan önemli ölçüde daha uzun veya daha kısa olduğu bildirilmiştir.²⁴ Birinci nesil apeks bulucu cihazların çoğu günümüzde piyasada bulunmamaktadır.²³ Birinci nesildeki cihazlar Root Canal Meter (Onuki Medical Co., Tokyo, Japonya), Endodontic Meter ve the Endodontic Meter S II (Onuki Medical Co.), Dentometer (Dahlin Electromedicine, Kopenhag, Danimarka) ve Endo Radar (Elettronica Liarre, Imola, İtalya) olarak sıralanabilir.²²

2. İkinci Nesil Elektronik Apeks Bulucular (Empedans Tip)

Empedans tip apeks bulucular olarak da bilinen ikinci nesil apeks bulucular, alternatif akıma karşı oluşan direnci yani empedansı ölçerler.²⁵ Frekans değişimini ölçme yönteminden yola çıkarak Inoue²⁶ tarafından 1971'de Sono-Explorer (Hayashi Dental Supply, Tokyo, Japonya)

geliştirilmiştir ve her dişin periodontal cebinde kalibre edilerek, osilatör döngüsünün geri bildirimini ölçmüştür.²⁶ Empedans tip cihazların en büyük dezavantajı, doğru ölçüm sağlayabilmek için kök kanalından elektro iletken materyallerin elimine edilmesi gerekliliğidir. Kanalda doku ve elektro iletken irigasyon maddelerin bulunması, elektriksel özellikleri değiştirerek hatalı, çoğunlukla da daha kısa ölçümlere yol açar.²⁷

İkinci nesil cihazlara Endocater (Yamaura Seisokushu, Tokyo, Japonya), Formatron IV (Parkell Deantal, Farmingdale, NY, ABD), Digipex I, II ve III (Mada Equipment Co., Carlstadt, NJ, ABD), Endo Analyzer (Analytic/Endo, Orange, CA, ABD) ve Exact-A-Pex (Ellman International, Hewlett, NY, ABD) örnek verilebilir.²²

3. Üçüncü Nesil Elektronik Apeks Bulucular

(Frekansa Bağlı Karşılaştırmalı Empedans Tip)

Üçüncü nesil apeks bulucular, apikal foramenden olan mesafeyi ölçerken birden fazla frekans kullanmaları dışında ikinci nesil apeks buluculara benzerlik gösterirler. Bu cihazlar daha güçlü mikroişlemcilerle sahiptir ve dolayısıyla doğru ölçüm yapabilmek için gereken matematiksel işlemleri ve algoritma hesaplamalarını işleyebilecek özelliktedirler.²³

Frekansa bağımlı yöntem, kanala 1 kHz doğrusal dalga uygulandığında filtreler tarafından alınan iki doğrudan potansiyel arasındaki farkı hesaplayarak apikal daralımın yerini tespit eder.²⁸ Saito ve Yamashita²⁸ tarafından açıklanan yöntem, orijinal üçüncü nesil apeks bulucu olan Apit'i (Osada Electric Co. tarafından Endex olarak pazarlanmaktadır) geliştirmek için kullanılmıştır.²⁹ Apit, kanalda elektrolitlerin varlığında dahi çalışma uzunluğunu doğru ölçebilir ancak her kanalda kalibre edilmesi zorunluluğu bulunmaktadır.²²

Root ZX (J. Morita, Tokyo, Japonya), Kobayashi tarafından tarif edilen, çift frekans ve karşılaştırmalı empedans ilkesini kullanan bir cihazdır. Aynı anda kanal içinde iki frekansa (8 kHz ve 0,4 kHz) iki empedansı ölçen cihaz, elektronik yöntem olarak oran yöntemini kullanmaktadır. Root ZX, temel olarak apikal foramenin yakınında meydana gelen elektrik kapasitansındaki değişikliği tespit eder. Root ZX'in kalibrasyon gerektirmemesi ve kanalda güçlü elektrolitlerin varlığında veya kanal boş ve nemli olduğunda kullanılabilmesi büyük avantaj sağlamaktadır.^{22,23,30} Root ZX piyasaya sunulmasından bugüne literatürde büyük ilgi görmüştür. Diğer apeks bulucuların karşılaştırdığı bir kriter haline gelen Root ZX'in kullanımda olan apeks bulucular içerisinde %95 dünya pazar payına sahip olduğu belirtilmiştir.³¹

Frekansa bağımlı apeks buluculara Justy II (Yoshida Co., Japonya), Apex Finder AFA Model 7005 (EIE Analytic Endodontics, ABD), Apex Finder (Endo Analyzer 8001; Analytic Technology, ABD), Neosono-D (Amadent Med-

ical and Dental, Co, ABD) 5. Apit 7 (Osada, Japonya), ProPex (Dentsply Maillefer, Ballaiques, İsviçre), Bingo 1020 (Forum Engineering Technologies), Elements-Diagnostic (Sybronendo, Anaheim, CA, ABD), Raypex-5 (VDW, Münih, Almanya) cihazları da dahildir.³²

4. Dördüncü Nesil Elektronik Apeks Bulucular (Orantı Tip)

Dördüncü nesil cihazlar empedans ölçümünü, iki veya daha çok frekansı farklı zamanlarda kullanarak, bu değerlerin oranlanması yöntemi ile yaparlar.³³ Bu cihazlar empedans bilgilerini matematiksel algoritma olarak işlemek yerine direnç ve kapasitans değerlerini alarak bunları bir veri tabanı ile karşılaştırır.²² Kuru veya kuruya yakın kanallarda tutarlı ölçümler bildirilmesine karşılık elektrolit, nem, kan, eksuda varlığında yanlış sonuçlar verebilirler.³⁴ AFA Apex Finder (Ana-lytic Endodontics, Orange, CA, ABD), Elements Diagnostic Unit and Apex Locator (Sybron Endo), Propex (Dentsply Maillefer), Root ZX II (J. Morita) bu kategoriye girerler. 0,5 ve 4 kHz'lik iki sinyalden oluşan bir bileşik dalga biçimi kullanılarak oluşturulan sinyaller bir dijital-analog dönüştürücüden analog bir sinyale geçer ve daha sonra amplifikasyondan hasta devre modeline geçer.²⁷ Bingo 1020 (Forum Engineering Technologies, Rishon Lezion, İsrail) ise 400 Hz ve 8 kHz'lik iki farklı frekans kullanan, ancak her seferinde yalnızca tek bir frekanstan gelen sinyali değerlendirerek ölçüm yapan bir cihazdır. Bingo 1020 daha sonra Raypex 4 (VDW) olarak piyasaya sürülmüştür.²²

5. Beşinci Nesil Elektronik Apeks Bulucular (Multifrekans Tip)

Önceki nesil apeks buluculara dair problemlerle başa çıkabilmek adına, kanalın elektriksel karakteristiğinden alınan verilerin ve ek matematiksel işlemlerin karşılaştırılmasına dayanan yeni bir ölçüm yöntemi geliştirilmiştir.³² Elektrik devresinin, kapasitans ve rezistansını ayrı ayrı ölçerler. Dördüncü nesil apeks buluculardan farklı olarak kanaldaki sıvı varlığından etkilenmezler fakat kuru kanallarda çalışırken zorluklar yaşanmıştır.³⁵

6. Altıncı Nesil Elektronik Apeks Bulucular (Adaptif Tip)

Adaptif özelliğe sahip olan bu cihazların kullanımında dördüncü ve beşinci nesil apeks bulucuların dezavantajlarının üstesinden gelinmiştir. Kanallar kuru durumda ve kanallardaki nem, pü ve kan bulunmasının engellenemediği durumlarda güvenilir ölçümler yaptıkları bildirilmiştir. Raypex 6 (VDW) ve Propex Pixi (Dentsply Maillefer) bu gruba dâhil cihazlardır.³⁶

Elektronik Apeks Bulucuların Ölçüm Güvenilirliği Üzerine Çalışmalar

Pulpa vitalitesinin, apeks bulucuların ölçüm güvenilirliği üzerine etkisinin araştırıldığı birçok çalışma sonucunda; pulpal canlılığın ölçüm güvenilirliğini etkilemediği bildi-

rilmiştir.³⁷⁻⁴¹

Kök kanallarındaki farklı elektrolitlerin ölçüm güvenilirliğini etkileyip etkilemediğine dair şüpheler ise halen devam etmektedir.⁴² Yeni nesil apeks bulucular ile yapılan çalışmalarda, endodontik yıkama solüsyonlarının varlığında⁴³⁻⁴⁵, NaOCl'nin farklı konsantrasyonlarda kullanımında⁴⁶, kanal tedavisi tekrarında kullanılan solventlerin varlığında⁴⁷ güvenilir ölçümler elde edilirken; kanal içi medikament varlığında⁴⁸ tutarsız ölçümler elde edilmiştir.

Klinik olarak elektronik apeks bulucu ile ilk uzunluk ölçümü yapılırken apikal foramen çapı ve kullanılan eğe boyutunun güvenilirliği etkileyip etkilemediğine dair literatürde fikir birliğine varılamamıştır.^{40,49-52} Genel olarak apikal foramen çapı arttıkça, küçük boyutlu eğe kullanılarak yapılan ölçümlerin kısa ölçümlere yol açması nedeniyle kök kanal çapına tahmini olarak uyacak eğe ile ölçümlerin yapılması gerekliliği vurgulanmıştır.^{49,50,52-54}

Horizontal kök kırıklarının tespitinde oldukça başarılı kabul edilen apeks bulucuların güvenilirliği, yapay yatay kök kırığı oluşturularak yapılan çalışmalarla desteklenmiştir.⁵⁵⁻⁵⁷ Ek olarak tüm modern apeks bulucular, kök ve furkasyon perforasyonlarını, perforasyonun küçük ya da büyük olması farketmeksizin saptayabilmektedir ve kullanımları güvenli kabul edilmiştir.⁵⁸

Klinikte Elektronik Apeks Bulucular Kullanılırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Hızla değişen ve kararsız elektronik sinyaller apeks bulucu cihazlarla çalışılırken en sık görülen problemdir. Genellikle eğe metal restorasyonlara temas edince veya subgingival çürük kaynaklı servikal bir sızıntı olduğunda meydana gelir. Metalik restorasyonu kaviteden tamamen uzaklaştırmak veya kontamine ıslak hazneye basitçe hava püskürtülmesi ile çoğu zaman problem çözülür.⁴²

Bir apeks bulucunun normal çalışması esnasında, kornalden apikale doğru ilerledikçe sinyalin sakin ve tutarlı hareketi ekranda gözükür. Bazen sinyal "apeks" işaretinden uzakta kalır ve apikal foramene ulaşıldığında aniden hızla düşer. Bu durum çoğu zaman kanalın aşırı kuru olması kaynaklı yüksek frekanslarda dahi çok az elektrik teması olması veya hiç olmaması kaynaklıdır. Kanalda irigasyon yapılmasıyla cihazın normal çalışması sağlanacaktır. Kanal dolgusu öncesi son çalışma uzunluğunun kontrolünün yapıldığı durumlarda, klinisyen keskin düşüşten uygun lokasyonu dikkatlice saptamalıdır.⁴²

Apeks bulucu sinyallerinin tahmini kanal uzunluğundan çok önce "apeks" işaretine ulaştığı durumlar da söz konusu olabilir. Bu genellikle aşırı kanama ve kanaldan aktif şekilde pü akışı olması dolayısıyla kanalda çok fazla elektrolit olması kaynaklıdır. Kanamanın veya drenajın kontrol altına alınana kadar irigasyon yapılması, bazı durumlarda kanalın kurutulması ile problem ortadan kalkar. Bazen de

açık apekse sahip dişlerde, apeks bulucular apikal foramenin yerini gerçekten kısa okuma eğilimindedir.⁴²

Elektronik apeks bulucuların kalp pillerinin çalışma ritmini etkileme potansiyeli de bulunmaktadır.⁵⁹ Elektronik apeks bulucuların üreticisi, kalp pili olan hastalarda kullanımlarına karşı özellikle uyarıda bulunmaktadır. İlerleyen teknolojiyle birlikte birçok kalp pili türü bulunduğundan kalp pillerinin apeks bulucu kullanımından etkilenmediği de belirtilmiştir.⁶⁰ Fakat bu çalışma klinik olmadığı için tedaviden önce hastanın takipte olduğu kardiyoloji ile konsültasyon yapılması daha tedbirli bir yaklaşım olacaktır.⁶¹

Günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak çalışma mekanizmaları geliştirilen yeni nesil elektronik apeks bulucular çalışma uzunluğunun yüksek başarı oranı ile saptanabilmesini sağlamaktadır. Bu cihazların kullanımı, hekimlerin daha az periapikal film çekerek, daha kısa sürede, güvenli endodontik tedavi uygulamaları yapmalarına olanak tanımaktadır.⁶²

SONUÇ

Elektronik apeks bulucular, endodontik tedavide kök kanallarının çalışma uzunluğunun doğru belirlenmesinde devrim niteliğinde bir araç olarak ortaya çıkmıştır.^{19,20} Başlangıçta doğru akıma karşı direnci ölçen bu cihazlar, zamanla empedans ve frekans ölçümleri gibi daha sofistike yöntemlere evrilmiştir.^{23,25} Her yeni nesil, öncesine göre daha yüksek doğruluk ve kullanım kolaylığı sunarak, endodontik tedavilerin başarısını artırmıştır.^{31,32} Sonuç olarak, elektronik apeks bulucular, modern endodonti pratiğinde vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir.⁶² Teknolojinin gelişmesi ile birlikte bu cihazların doğruluğu ve güvenilirliği artmış, klinisyenlerin daha hızlı ve güvenli tedavi yapmalarına olanak tanımıştır.^{42,62} Bu derlemenin ışığında, elektronik apeks bulucuların çalışma prensipleri ve klinik kullanımı konusundaki bilgiler, diş hekimlerinin bu cihazları daha etkin ve güvenli bir şekilde kullanmalarına katkı sağlayacaktır.^{42,62}

KAYNAKLAR

1. Deplazes P, Peters O, Barbakow F. Comparing Apical Preparations of Root Canals Shaped by Nickel-Titanium Rotary Instruments and Nickel-Titanium Hand Instruments. *J Endod* 2001; 27(3): 196-202.
2. Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J* 1998; 31(6): 394-409.
3. Ravanshad S, Adl A, Anvar J. Effect of working length measurement by electronic apex locator or radiography on the adequacy of final working length: a randomized clinical trial. *J Endod* 2010; 36(11): 1753-1756.
4. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc* 1955; 50(5): 544-552.

5. Kuttler Y. A precision and biologic root canal filling technic. *J Am Dent Assoc* 1958; 56(1): 38-50.
6. Ponce EH, Fernández JAV. The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy. *J Endod* 2003; 29(3): 214-219.
7. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J* 1998; 31(6): 384-393.
8. Seltzer S. *Endodontology: Biologic Considerations in Endodontic Procedures*. 2nd ed., Philadelphia, Lea and Febiger; 1988.
9. Palmer MJ, Weine FS, Healey HJ. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. *J Can Dent Assoc (Tor)* 1971; 37(8): 305-308.
10. Katz A, Tamse A, Kaufman AY. Tooth length determination: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72(2): 238-242.
11. Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J* 1984; 17(4): 192-198.
12. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics* 2005; 10(1): 3-29.
13. American Association of Endodontists (AAO). *Glossary of Endodontic Terms*, 2020. <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/>; Access Date: 28.06.2022.
14. Walton RE, Torabinejad M. *Principles and practice of endodontics*. 2nd ed., Philadelphia, W.B. Saunders Co; 1996.
15. Cohen S, Burns RC. *Pathways of the Pulp*. 6th ed., St. Louis, Mosby; 1994.
16. Çalışkan MK. *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. 3. Baskı., İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri Limited Şirketi; 2014.
17. Meredith N, Gulabivala K. Electrical impedance measurements of root canal length. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13(3): 126-131.
18. Nekoofar M, Ghandi M, Hayes S, Dummer P. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J* 2006; 39(8): 595-609.
19. Custer L. Exact methods of locating the apical foramen. *J Natl Dent Assoc* 1918; 5(8): 815-819.
20. Suzuki K. Experimental study on iontophoresis. *Jpn J Stomatology* 1942; 16: 411-429.
21. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. *J Dent Res* 1962; 41(2): 375-387.
22. Gordon M, Chandler N. Electronic apex locators. *Int Endod J* 2004; 37(7): 425-437.
23. Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. Electronic apex locators-a review. *J Med Dent Sci* 2007; 54(3): 125-136.
24. Tidmarsh BG, Sherson W, Stalker NL. Establishing

- endodontic working length: a comparison of radiographic and electronic methods. *N Z Dent J*. 1985; 81(365): 93-96.
- 25.** McDonald NJ. The electronic determination of working length. *Dent Clin North Am* 1992; 36(2): 293-307.
- 26.** Inoue N. An audiometric method for determining the length of root canals. *J Can Dent Assoc (Tor)* 1973; 39(9): 630-636.
- 27.** Fouad AF, Krell KV. An in vitro comparison of five root canal length measuring instruments. *J Endod* 1989; 15(12): 573-577.
- 28.** Saito T, Yamashita Y. Electronic determination of root canal length by newly developed measuring device. Influences of the diameter of apical foramen, the size of K-file and the root canal irrigants. *Dent Jpn (Tokyo)* 1990; 27(1): 65-72.
- 29.** Frank AL, Torabinejad M. An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator. *J Endod* 1993; 19(4): 177-179.
- 30.** Kalhan A, Choudhary R, Chokshi S, Vaidya R. Evolution of apex locators. *The Journal of Ahmedabad Dental College and Hospital* 2010; 1(1): 4-7.
- 31.** Lively B. Personal communication. Product Manager Diagnostic Products. Anaheim, CA, USA: Sybron Endo, 2003.
- 32.** Khadse A, Shenoi P, Kokane V, Khode R, Sonarkar S. Electronic apex locators-an overview. *Indian J Conserv Endod* 2017; 2(2): 35-40.
- 33.** Welk AR, Baumgartner JC, Marshall JG. An in vivo comparison of two frequency-based electronic apex locators. *J Endod* 2003; 29(8): 497-500.
- 34.** Vera J, Gutierrez M. Accurate working length determination using a fourth generation apex locator. *Oral Health* 2008; 98(11): 85.
- 35.** Soi S, Mohan S, Kaur VVP. Electronic apex locators. *Small*. 2013; 16: 17.
- 36.** Dimitrov S, Roshkev D. Sixth generation adaptive apex locator. *Journal of IMAB-Annual Proceeding (Scientific Papers)* 2009; 15(2009): 75-78.
- 37.** Mayeda DL, Simon JH, Aymar DF, Finley K. In vivo measurement accuracy in vital and necrotic canals with the Endex apex locator. *J Endod* 1993; 19(11): 545-548.
- 38.** Czerw RJ, Fulkerson MS, Donnelly JC, Walmann JO. In vitro evaluation of the accuracy of several electronic apex locators. *J Endod* 1995; 21(11): 572-575.
- 39.** Vajrabhaya L, Tepmongkol P. Accuracy of apex locator. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13(4): 180-182.
- 40.** Lee SJ, Nam KC, Kim YJ, Kim DW. Clinical accuracy of a new apex locator with an automatic compensation circuit. *J Endod* 2002; 28(10): 706-709.
- 41.** Akisue E, Gavini G, de Figueiredo JAP. Influence of pulp vitality on length determination by using the Elements Diagnostic Unit and Apex Locator. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104(4): e129-e132.
- 42.** Kim E, Lee SJ. Electronic apex locator. *Dent Clin North Am* 2004; 48(1): 35-54.
- 43.** Jenkins JA, Walker WA 3rd, Schindler WG, Flores CM. An in vitro evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. *J Endod* 2001; 27(3): 209-211.
- 44.** Sübay RK, Kara Ö, Sübay MO. Comparison of four electronic root canal length measurement devices. *Acta Odontol Scand* 2017; 75(5): 325-331.
- 45.** Chukka RR, Bellam MD, Marukala NR, Dinapadu S, Konda NK, et al. Efficiency of an integrated apex locator in determining working length in various irrigating solutions: An in vivo study *J Pharm Bioallied Sci* 2020; 12(Suppl 1): S410-S414.
- 46.** Tınaz AC, Sevimli LS, Görgül G, Türköz EG. The effects of sodium hypochloride concentrations on the accuracy of an apex locating device. *J Endod* 2002; 28(3): 160-162.
- 47.** Al-Hadlaq SM. Effect of chloroform, orange solvent and eucalyptol on the accuracy of four electronic apex locators. *Aust Endod J* 2013; 39(3): 112-115.
- 48.** Ustun Y, Uzun O, Er O, Canakçı BC, Topuz O. The effect of residual calcium hydroxide on the accuracy of a contemporary electronic apex locator. *Acta Odontol Scand* 2015; 73(2): 132-136.
- 49.** Ebrahim A, Wadachi R, Suda H. Ex vivo evaluation of the ability of four different electronic apex locators to determine the working length in teeth with various foramen diameters. *Aust Dent J* 2006; 51(3): 258-262.
- 50.** Ebrahim A, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. The effects of file size, sodium hypochlorite and blood on the accuracy of Root ZX apex locator in enlarged root canals: an in vitro study. *Aust Dent J* 2006; 51(2): 153-157.
- 51.** Briseño-Marroquín B, Frajlich S, Goldberg F, Willershausen B. Influence of instrument size on the accuracy of different apex locators: an in vitro study. *J Endod* 2008; 34(6): 698-702.
- 52.** Kolanu SK, Bolla N, Varri S, Thummu J, Vemuri S, et al. Evaluation of Correlation Between apical Diameter and File Size Using Propex Pixi Apex Locator. *J Clin Diagn Res* 2014; 8(12): ZC18-20.
- 53.** Herrera M, Ábalos C, Lucena C, Jiménez-Planas A, Llamas R. Critical diameter of apical foramen and of file size using the Root ZX apex locator: an in vitro study. *J Endod* 2011; 37(9): 1306-1309.
- 54.** Akisue E, Gratieri SD, Barletta FB, Caldeira CL, Grazzotin-Soares R, et al. Not all electronic foramen locators are accurate in teeth with enlarged apical foramina: an in vitro comparison of 5 brands. *J Endod* 2014; 40(1): 109-112.
- 55.** Azabal M, Garcia-Otero D, de la Macorra JC. Accuracy of the Justy II Apex locator in determining working length

in simulated horizontal and vertical fractures. *Int Endod J* 2004; 37(3): 174-177.

56. al Kadi H, Sykes LM, Vally Z. Accuracy of the Raypex-4 and Propex apex locators in detecting horizontal and vertical root fractures: an in vitro study. *SADJ* 2006; 61(6): 244-247.

57. Goldberg F, Frajlich S, Kuttler S, Manzur E, Briseño-Marroquín B. The evaluation of four electronic apex locators in teeth with simulated horizontal oblique root fractures. *J Endod* 2008; 34(12): 1497-1499.

58. Li YH, Zhou Z, Zheng YQ, Gan N, Tang YY, et al. [Accuracy of three different electronic apex locators in determination of perforation with various conditions in vitro]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2011; 29(3): 272-275.

59. Woolley LH, Woodworth J, Dobbs JL. A preliminary evaluation of the effects of electrical pulp testers on dogs with artificial pacemakers. *J Am Dent Assoc* 1974; 89(5): 1099-1101.

60. Beach CW, Bramwell JD, Hutter JW. Use of an electronic apex locator on a cardiac pacemaker patient. *J Endod* 1996; 22(4): 182-184.

61. Garofalo RR, Ede EN, Dorn SO, Kuttler S. Effect of electronic apex locators on cardiac pacemaker function. *J Endod* 2002; 28(12): 831-833.

62. Kaval ME, Dönmez H. Elektronik Apeks Bulucular. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2013; 34(2): 73-78.

Dijital Oklüzal Analiz Yöntemleri

Digital Occlusal Analysis Methods

Araş. Gör. Büşra UĞURGELEN

Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Orcid ID: 0000-0002-7425-9168

Doç. Dr. Buket EVREN

Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Orcid ID: 0000-0003-2175-9289

Geliş tarihi: 08.09.2022

Kabul tarihi: 27.03.2023

doi: 10.5505/yeditepe.2024.44224

Yazışma adresi:

Araş. Gör. Büşra Uğurgelen

Adres: Marmara Üniversitesi Recep Tayyip Erdoğan
Külliyesi Sağlık Yerleşkesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Başbüyük Yolu 9/3 34854
Başbüyük/Maltepe/İstanbul
Tel: 0 541 978 10 17
E-posta: busraugurgelen@yahoo.com

ÖZET

Oklüzyon, maksiller ve mandibular dişler arasındaki statik ilişki olarak tanımlanmaktadır. İdeal oklüzyonda, dişler arasındaki temaslar eş zamanlı olarak gerçekleşerek oklüzal kuvvetler homojen bir şekilde dağılmalıdır. Dengesiz oklüzal temaslar sonucunda çiğneme sisteminde oluşabilecek rahatsızlıkların önlenmesi için oklüzal analizin doğru bir şekilde yapılması büyük önem taşımaktadır. Oklüzal analiz geleneksel ve dijital yöntemlerle yapılmaktadır. Geleneksel yöntemler ile oklüzyon subjektif bir şekilde değerlendirilebilirken, temasların oluşma sırası ve yoğunluğunu da gösteren dijital yöntemler ile oklüzyon, objektif bir şekilde analiz edilebilmektedir. Bilgisayar destekli oklüzal analiz yöntemi, basınca duyarlı filmler ve bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemleri, oklüzal ilişkileri belirlemek için en yaygın olarak kullanılan dijital sistemlerdir.

Anahtar Kelimeler: Oklüzyon, oklüzal analiz, dijital oklüzal analiz, bilgisayarlı oklüzal analiz, bilgisayar destekli tasarım ve üretim.

ABSTRACT

Occlusion is defined as the static relationship between the maxillary and mandibular teeth. In ideal occlusion, the contacts between the teeth should occur simultaneously and the occlusal forces should be distributed homogeneously. Accurate occlusal analysis has great importance in order to prevent masticatory system disorders as a result of unbalanced occlusal contacts. Occlusal analysis is performed with conventional and digital methods. While occlusion can be evaluated subjectively with conventional methods, occlusion can be analyzed objectively with digital methods that also show the order and density of contact formation. Computerized occlusal analysis systems, pressure-sensitive film, and computer-aided design and manufacturing systems are the most commonly used digital systems to determine occlusal contacts.

Keywords: Occlusion, occlusal analysis, digital occlusal analysis, computerized occlusal analysis, computer-aided design and manufacturing.

GİRİŞ

Dengeli ve fonksiyonel bir oklüzyon, diş hekimliğinin tüm alt disiplinlerinin temelini oluşturmaktadır. Fonksiyonun düzgün bir şekilde sağlanabilmesi için oklüzal temaslar stomatognatik sistemle uyumlu olmalıdır. Dengesiz oklüzal temasların varlığında; temporomandibular eklem (TME), dişler, periodontal dokular, nöromusküler sistemden oluşan çiğneme sistemi elemanları etkilenmektedir. Ayrıca mevcut implant ve restorasyonlarda aşırı yüklenme ve kırıklar görülebilmektedir.

Oklüzal temas noktalarını bulmak ve tanımlamak için oklüzal

indikatörler kullanılmaktadır. Bu indikatörlerin doğruluğu, oklüzal tedavinin hedefi olan oklüzal uyumun sağlanması için esastır. Oklüzal analiz için halihazırda kullanılan tekniklerin duyarlılığı ve güvenilirliği, kayıt materyallerinin kalınlığına, dayanıklılığına ve elastisitesine, ayrıca ağız ortamına ve klinisyenin yorumuna bağlıdır.

Oklüzal ilişkilerin değerlendirilmesinde konvansiyonel ve dijital yöntemler kullanılmaktadır.³ Artikülasyon kağıdı, silikon kapanış materyalleri, metalik folyo, ipek şerit ve oklüzal sprey güncel olarak kullanılan konvansiyonel oklüzal analiz yöntemleridir. Bu yöntemlerle elde edilen oklüzal temasların varlığı subjektif yorum gerektirmektedir.⁴ Materyallerin tekrarlayan kullanımında ve ağız sıvıları ile temasında oklüzal kontaktları göstermedeki hassasiyetlerinin azaldığı belirtilmiştir.^{5,6} Belirtilen dezavantajlarının yanında günümüzde artikülasyon kağıdı başta olmak üzere konvansiyonel yöntemler pratik olmaları, düşük maliyetli olmaları gibi nedenlerle sıklıkla kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ile diş hekimliğinde dijital sistemlerin kullanımı artmıştır ve oklüzal değerlendirme için de dijital sistemler geliştirilmiştir. Bilgisayar destekli oklüzal analiz yöntemi, basınca duyarlı film ve bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemi, oklüzal ilişkileri belirlemek için en yaygın olarak kullanılan dijital sistemlerdir.

Basınca Duyarlı Film

Dental Prescale Sistemi (Fujifilm Co., Tokyo, Japonya) olarak 1990 yılında tanıtılan sistem, 150 µm kalınlığında basınca duyarlı film (Dental Prescale; Fujifilm Co., Tokyo, Japonya) ve filmin analiz edildiği bilgisayardan (Occluzer FPD-703; Fujifilm Co., Tokyo, Japonya) oluşmaktadır (Resim 1). At nalı şekline sahip, ağız sıvılarından etkilenmeyen basınca duyarlı film, iki polietilen tetraftalat filmin arasına yerleştirilmiş renk kapsülleri ve banyo solüsyonundan oluşmaktadır.⁷ Isırma kuvveti uygulandığında renk kapsülleri patlar ve kapsül içeriği banyo solüsyonu ile reaksiyona girerek kırmızı bir renk oluşturur. Basınç arttıkça, oluşan kırmızı renk yoğunluğu artar. Film analiz için Occluzer cihazına yerleştirilerek; oklüzal kontaktların sayısı, konumu, kuvveti miktarı ve kuvvet dağılımı elde edilir.⁸



Resim 1. Dental Prescale Sistemi (Fujifilm Co., Tokyo, Japonya). A. Basınca duyarlı film. B. Basınca duyarlı filmin analiz edildiği bilgisayar. C. Analiz sonuçları.⁹

Occluzer cihazında filmin incelenmesi kayıt alındıktan hemen sonra yapılmalıdır. Yapılan çalışmada basınca duyarlı filmin taranması için olan gecikmelerde ilk 2 dakikada renk yoğunluğunda hızlı bir artış (%13), ardından 2 da-

kikadan 10 dakikaya kademeli bir renk yoğunluğu artışı (%10) gösterilmiştir. Filmin taranması için olan gecikmelerde renk yoğunluğu artışının klinik olarak yanlış sonuca sebep olabileceği sonucuna varılmıştır.⁷

Temas zamanlaması hakkında bilgi sağlamaması, bir kez kullanılan film tekrardan kullanılamaması ve zaman alıcı olması gibi dezavantajlara sahiptir.^{8,10,11}

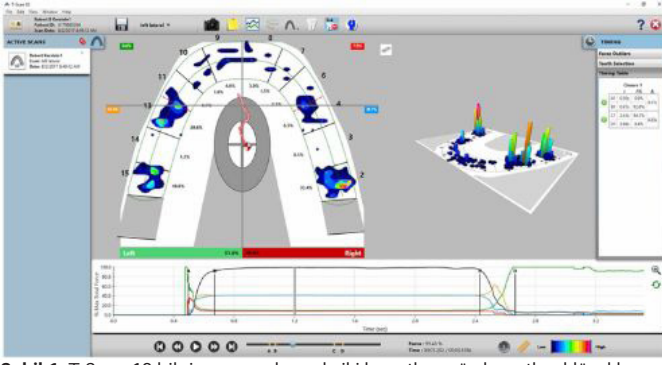
Bilgisayarlı Oklüzal Analiz Yöntemi

Maness¹², bilgisayarlı oklüzal analiz sistemi olarak T-Scan sistemini geliştirerek, T-Scan ile ilgili ilk araştırmayı 1987'de yayınlamıştır. 1984 yılında ilk üretilen T-scan I sisteminden bu yana, T-scan teknolojisi son 30 yılda daha da geliştirilmiştir. Sırasıyla T-scan II (1995), turbo kayıt özellikli T-scan III (2004), T-Scan Novus (2015) sensör kolu üretilmiştir ve yazılım sistemi olarak en son T-scan v10 (2018) olarak güncellenmiştir.¹³



Resim 2. T-Scan Novus (Tekscan Inc., Boston, ABD) sensör kolu, basınca hassas sensör (100 µm), sensör taşıyıcı ara parça.¹⁴

T-Scan sistemi; sensör kolu, sensör taşıyıcı ara parça, 100 µm kalınlığında basınca hassas sensör ve bilgisayar yazılımı olmak üzere dört elemandan oluşmaktadır (Resim 2). Hasta sensörü ısırıldığında iletken sensörde elektriksel direnç azalarak, ısırma kuvveti sayısal veriler olarak kaydedilmiş olur.¹⁵ Oklüzal temas bilgilerini analiz etmek için bilgisayar ekranında gerçek zamanlı olarak görülebilen ilk temas noktasından maksimum interküspasyona kadar olan oklüzal temaslar 0,01 saniyelik artışlarla kaydedilir.¹⁶ Oklüzal temaslar, diş temaslarının oluşma sırası ve dişlere gelen kuvvetleri yüzdesel olarak gösteren oklüzal temas zamanlama dizileri; iki boyutlu ve üç boyutlu grafikler halinde, optimum kuvvet olan maviden, kuvvetler arttıkça yeşil, sarı, turuncu, kırmızı ve pembeye kadar uzanan çubuklar ve sütunlar olarak temsil edilir. Dental arkın temsil edildiği iki boyutlu ve üç boyutlu grafikler, sağ-sol, anterior-posterior olarak dört kadrana bölünerek incelenebilmektedir¹⁴ (Şekil 1).



Şekil 1. T-Scan 10 bilgisayar yazılımında iki boyutlu ve üç boyutlu oklüzal kuvvet dağılımı grafikleri ile kuvvet-zaman grafiğinin görünümü.¹⁴

İki boyutlu dental ark grafiğinde kuvvet merkezinin konumunu belirten kuvvet merkezi işareti bulunmaktadır. Oklüzyon sırasında kuvvet merkezi, kuvvetin yoğunluğunun az olduğu bölgeden daha fazla olduğu bölgeye doğru kırmızı renkli bir yörünge oluşturarak ark üzerinde kuvvet dağılımının dengeli bir şekilde ayarlanabilmesine yardımcı olur.¹⁷ Ayrıca T-Scan sisteminin, bir elektromiyografi sistemi (Biopac systems, Kaliforniya, ABD) ile bağlantısının yapılarak oklüzal analiz ile eş zamanlı olarak kas aktivitelerinin de değerlendirilmesi mümkündür.¹⁸

T-Scan sisteminde implant dayanakları ayrı olarak değerlendirilebilmektedir. Oklüzal yüklerin dişler üzerindeki dağılımında önemli bir rol oynayan periodontal ligamentlerin implant ile kemik arasında bulunmaması ve implant dayanak materyallerinin diş krununa göre farklı elastisite modüllerine sahip olması nedenleriyle implantlara gelen oklüzal yükler, implantlar tarafından dişlerde olduğu gibi tolere edilememektedir. İmplant üzerine gelen aşırı oklüzal yükler nedeniyle implant çevresinde oluşan stresin implant osseointegrasyonunu tehlikeye atabileceği, peri-implantitise ve kemik kaybına yol açabileceği kanıtlanmıştır.¹⁹ Bu nedenle implant destekli protezlerdeki oklüzal yük dağılımının hassas bir şekilde ayarlanması gerekmektedir. T-Scan sisteminde implant dayanaklarının ayrı bir şekilde değerlendirilebilmesi özelliği, implant ve diş arasındaki farklar nedeniyle önem taşımaktadır.

Yeni versiyonda bulunan Digital Impression Overlay (DIO) seçeneği ile kuvvet dağılımı, hastanın ".stl" formatındaki dijital ölçüsü ile karşılaştırılabilmektedir. İntraoral tarayıcılar, restorasyonun tasarımı sürecinde oklüzal temasları gösterebilse de temasların zamanlaması ve kuvvet dağılımı ile ilgili ayrıntılı bilgi veremez. Bu nedenle T-Scan ile modellerin karşılaştırılması, oklüzal düzenlemede avantaj sağlar.¹⁴ Diğer bir bilgisayarlı oklüzal analiz yöntemi olan OccluSense (Dr. Jean Bausch GmbH & Co., Köln, Almanya), oklüzal temasları ve oklüzal kuvvet dağılımını belirlemek için 2017 yılında üretilen dijital oklüzal analiz yöntemidir.¹⁸ OccluSense sensörü 60 µm kalınlığındadır ve kırmızı renkle kaplanmış esnek yapıya sahiptir (Resim 3). Renkli kaplama artikülasyon kağıdı görevi görür ve diş üzerindeki oklüzal temasların yerinin belirlenmesine ve kontrol edilmesine yardımcı olur. Kaydedilen veriler, kablosuz ağ

aracılığıyla OccluSense iPad uygulamasına gönderilir. Diş hekimi, oklüzyon verilerini hem iki boyutlu hem de üç boyutlu görünümde ve oklüzal yük dağılımını yüzde olarak görebilir.²⁰



Resim 3. OccluSense (Dr. Jean Bausch GmbH & Co., Köln, Almanya) cihazı ve sensörü.²¹

Accura (Dmetec Co., Gyeonggi, Güney Kore), oklüzal kuvvetin değişimini gerçek zamanlı olarak gösteren 2017 yılında üretilen bilgisayarlı oklüzal analiz sistemidir. Sensör filmi poliamiddan yapılmıştır ve 160 µm kalınlığındadır. Cihaz, veri aktarımı için kablosuz ağ (Wi-Fi) aracılığıyla bilgisayara bağlanarak veriler iki boyutlu ve üç boyutlu olarak görüntülenir²² (Resim 4).



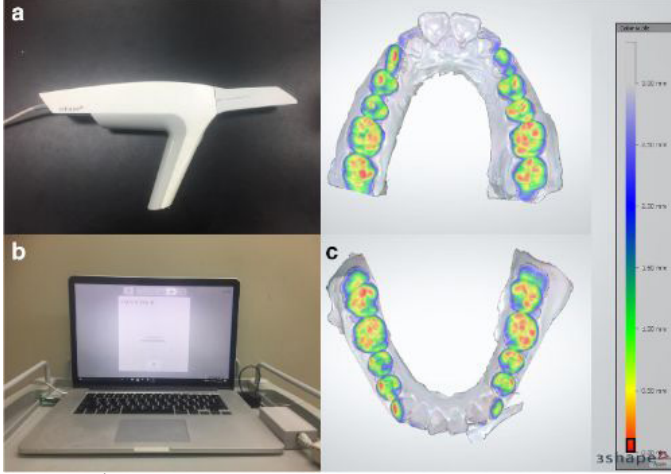
Resim 4. Accura (Dmetec Co., Gyeonggi, Güney Kore) cihazı ve bilgisayar yazılımının görünümü.²³

T-Scan ile güvenilirlik ve tekrar edilebilirliğinin karşılaştırılmasının yapıldığı bir in-vitro çalışmada, Accura ve T-Scan sisteminin güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik oranları yüksek çıkmıştır.²³ T-Scan ve Accura sistemlerinin karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada ise doğruluk ve hassasiyet açısından iki sistem arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.²²

Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim (CAD/CAM)

Dijital tarayıcıların gelişimi, diş hekimliği pratiğinde birçok yeniliği beraberinde getirmektedir. Ağız içi tarayıcı kullanımı ile; ölçü alımı, alçı modellerin üretimi, artikülasyon alma ve artikülasyon kağıdının kalınlığından kaynaklanan oluşabilecek hataların önüne geçilmiş olur. Dijital tarayıcılar ile interoklüzal ilişkiyi kaydetme yöntemleri, direkt yöntem ve indirekt yöntem olarak ikiye ayrılır.¹⁰ Direkt yöntem, hastanın ağız ortamının taranmasıyla dijital görüntülerin elde edildiği, indirekt yöntem ise alçı modellerin ve kapanış kaydı materyalinin taranmasıyla dijital görüntülerin elde edildiği yöntemdir. İndirekt yöntemde tarama işlemi sırasında kapanış materyalinin hareket etme riski vardır, bu nedenle direkt yöntem, herhangi bir kapanış materyaline ihtiyaç duymadan hastanın intraoral olarak oklüzyon analizinde yararlı bilgiler sunduğu için daha çok tercih edilmektedir. Bilgisayar destekli tasarım

için kullanılan birçok cihaz mevcuttur ve bu cihazlar interoklüzal kontakt mesafelerini farklı renklerde gösterebilmektedir (Resim 5). Bilgisayar destekli tasarım cihazlarında temas zamanlamasını gösteren bir seçenek olmadığı için ilk temas anının tespit edilmesi mümkün değildir. Bu cihazlarda oklüzal analiz kaydı yapılırken hastadan maksimum kuvvetle ısırma yapması istenir.^{10,16}



Resim 5. a. Intraoral tarayıcı (Trios, 3Shape Dental Systems, Kopenhag, Danimarka) b. Tarama verilerinin aktarıldığı kişisel bilgisayar. c. Renk kodlu oklüzal harita ve renk skalası.¹⁰

CAD/CAM sistemlerinde kapanış kaydı sırasında herhangi bir materyal ısırılmadığı için spontane kapanış engellenmemesi ve materyal kalınlığına bağlı refleks cevaplar oluşmaması CAD/CAM sistemlerinin avantajlarıdır. Ayrıca kayıt materyalinin olası deformasyon riski de ortadan kalkmış olur.

Oklüzal Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırıldığı Çalışmalar

Doğru teşhisi koyabilmek ve uygun tedaviyi uygulayabilmek için oklüzal temasların belirlenmesinde kullanılan yöntemler ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Saraçoğlu ve arkadaşlarının⁵ yaptığı çalışmada günümüzde sıklıkla kullanılan artikülasyon kağıdı, ipek şerit, metalik folyo geleneksel yöntemleri ile T-Scan sisteminin tekrarlayan kullanımlarda oklüzal temasları göstermede hassasiyetlerinin azaldığı ve T-Scan hariç kullanılan materyallerin tükürükten etkilendiğini belirtilerek materyallerin oklüzal temas belirlemek için tek seferlik kullanımını önermişlerdir. Artikülasyon kağıdı ve T-Scan sisteminin karşılaştırıldığı çalışmada; T-Scan sisteminde en yüksek kuvvetin geldiği alanlar ile artikülasyon kağıdı ile en geniş boyanan alanların %38,3'ü eşleşmiştir, artikülasyon kağıdı ile boyanan alanın genişliğinin oklüzal düzenlemeler için güvenilir olmadığı sonucuna varmışlardır.²⁴ Artikülasyon kağıdı ile elde edilen temasların en fazla ve en az olduğu yerleri ile ilgili diş hekimlerinin yorumları ile T-Scan sisteminde elde edilen kuvvet dağılımı verilerinin karşılaştırıldığı çalışmada, oklüzal temasın en fazla ve en az olduğu yerlerin %12,5'i eşleştiği görülmüştür.⁴ Geleneksel ve dijital yöntemlerin karşılaştırıldığı çalışmalarda sonuç olarak kantitatif sonuç veren T-Scan sisteminin kullanımı önerilmiştir.

Koos ve arkadaşlarının¹⁵ T-Scan sisteminin hassasiyeti ve tekrar edilebilirliği ile ilgili yaptıkları çalışmada, iki farklı sensörle 5'er adet oklüzal kayıt alınmıştır. Her kayıtta sensörün 3 kez ısırılması ile elde edilen 30'ar adet çiğneme siklusunun karşılaştırılması sonucunda, sistemin hassasiyetinin yeterli olduğu ve tekrar edilebilir sonuçlar verdiği görülmüştür. T-Scan sistemi, oklüzyon analizi için objektif bir bakış açısı sağlamaktadır ancak diş yüzeyinde teması belirten bir işaret bırakmaması nedeniyle oklüzal düzenlemede pratik olmaması dezavantajına sahiptir.²⁵

CAD/CAM sistemleri günümüz diş hekimliği pratiğinde restorasyonların üretimi için sıklıkla kullanılmaktadır. Oklüzal analiz için CAD/CAM sistemlerinin diğer dijital oklüzal analiz sistemleriyle ve geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Silikon esaslı oklüzal kayıt materyali ile CEREC Omnicam (Dentsply Sirona Dental GmbH, Salzburg, Avusturya) karşılaştırıldığında CEREC Omnicam (Dentsply Sirona Dental GmbH, Salzburg, Avusturya) sisteminin oklüzal analiz için yeterli veri sağladığı görülmüştür.²⁶ Ayuso-Montero ve arkadaşlarının¹⁶ yaptığı benzer çalışmada; silikon esaslı kapanış materyali, T-Scan (Tekscan Inc., Boston, ABD) ve 3Shape Trios (3Shape Dental Systems, Kopenhag, Danimarka) karşılaştırılmıştır. Oklüzal kontaktların belirlenmesinde en doğru ve en güvenilir sonuçlar silikon esaslı kapanış materyali ile elde edilmiştir. Oklüzal kontaktların belirlenmesinde intraoral tarayıcı ile T-Scan sistemi karşılaştırıldığında T-Scan ile daha güvenilir sonuçların elde edildiği görülmüştür.

Dental Prescale sistemi (Fuji Film Corp., Tokyo, Japonya) ve 3Shape Trios (3Shape Dental Systems, Kopenhag, Danimarka) intraoral tarayıcı ile in vitro olarak elde edilen oklüzal kontaktlar karşılaştırıldığında, molar ve premolar bölgesinde piksel yoğunluğu açısından fark bulunamamıştır; anterior bölgede intraoral tarayıcı ile daha fazla sayıda temas elde edildiği görülmüştür.¹⁰ Ekstraoral tarayıcı (Zfx Evolution, Zimmer Biomet Dental, Indiana, ABD) intraoral tarayıcı (Trios, 3Shape Dental Systems, Kopenhag, Danimarka) ve T-Scan (Tekscan Inc., Boston, ABD) sistemlerinin güvenilirliklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, 8 µm kalınlığındaki artikülasyon kağıdı kontrol grubu olarak seçilmiştir ve sonuç olarak intraoral tarayıcının en güvenilir sonuçları verdiği görülmüştür.²⁷ Bostancıoğlu ve arkadaşları³ T-Scan (Tekscan Inc., Boston, ABD) ve CEREC Omnicam (Dentsply Sirona Dental GmbH, Salzburg, Avusturya) sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmada, iki sistemin de oklüzal analiz için yeterli veri sağladığını ancak T-Scan sisteminin hassasiyetinin daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

SONUÇ

Diş hekimliği pratiğinde oklüzal analiz çoğunlukla restorasyonların uyumlandırılması için yapılmaktadır. Ancak

çiğneme sistemi elemanlarının fonksiyonel sağlığı için restoratif tedavilerden önce oklüzal analiz yapılmalıdır. Böylelikle hastanın restorasyon öncesindeki oklüzal temasları kontrol edilerek mevcut dengesiz oklüzal temaslar ya da prematür kontaklar farkedilebilir ve ileride oluşabilecek rahatsızlıkların önüne geçilmiş olur. Doğru bir oklüzal analiz yapabilmek için yoruma dayalı geleneksel yöntemler yerine kantitatif veri sağlayan dijital yöntemlerin kullanımı tercih edilmelidir. Ancak dijital yöntemler, dişler üzerinde oklüzal temasları gösterememesi sebebiyle oklüzal uyumlamada pratik değillerdir. Bu nedenle geleneksel ve dijital yöntemlerin birlikte kullanımı önerilmektedir. Diş hekimliği pratiğinde oklüzal analiz için en sık kullanılan materyal olan artikülasyon kağıdının tekrarlayan kullanımı sonucunda materyalin deformasyonu ve yalancı temas noktaları oluşma riski göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılan çalışmalarda oklüzal analiz için kullanılan farklı kalınlıktaki materyallerden ince olanlar ile daha doğru sonuçlar elde edildiği görülmüştür. CAD/CAM sistemleri ile oklüzal analiz yapılırken oklüzal yüzeye bir materyal yerleştirilmemesinden dolayı spontane kapanış engellenmez ancak bu yöntemle yalnızca maksimum ısırma kaydının alınabildiği unutulmamalı ve sistemin diğer eksiklikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Literatürde geleneksel yöntemlerinin karşılaştırıldığı pek çok çalışma mevcuttur ancak dijital yöntemlerin kendi içerisinde karşılaştırıldığı çalışmalar sınırlı sayıda olup daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Afrashtehfar KI, Qadeer S. Computerized occlusal analysis as an alternative occlusal indicator. *Cranio* 2016; 34: 52-57.
2. Okeson JP. Functional anatomy and biomechanics of the masticatory system. In: Okeson JP, editor. *Management of temporomandibular disorders and occlusion*. 8th ed., St. Louis, Mosby; 2019. p. 2-20.
3. Bostancıoğlu SE, Togay A, Tamam E. Comparison of two different digital occlusal analysis methods. *Clin Oral Investig* 2022; 26: 2095-2109.
4. Kerstein RB, Radke J. Clinician accuracy when subjectively interpreting articulating paper markings. *Cranio* 2014; 32: 13-23.
5. Saraçoğlu A, Özpınar B. In vivo and in vitro evaluation of occlusal indicator sensitivity. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 522-526.
6. Toledo MF, Joias RP, Marques-Iasi YS, Neves ACC, Rode SD. Thickness and marking quality of different occlusal contact registration strips. *J Appl Oral Sci* 2014; 22: 516-521.
7. Wang TM, Chang YH, Yang TC, Lin LD. Effect of scan delay on measurements of an occlusal pressure sensitive film: An in-vitro study. *J Dent Sci* 2022; 17: 30-34.
8. Shiga H, Komino M, Uesugi H, Sano M, Yokoyama M, et al. Comparison of two dental prescale systems used for the measurement of occlusal force. *Odontology* 2020; 108: 676-680.
9. Choi YJ, Lim H, Chung CJ, Park KH, Kim KH. Two-year follow-up of changes in bite force and occlusal contact area after intraoral vertical ramus osteotomy with and without Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014; 43: 742-747.
10. Lee H, Cha J, Chun YS, Kim M. Comparison of the occlusal contact area of virtual models and actual models: a comparative in vitro study on Class I and Class II malocclusion models. *BMC Oral Health* 2018; 18: 109.
11. Verma TP, Kumathalli KI, Jain V, Kumar R. Bite force recording devices - A review. *J Clin Diagn Res* 2017; 11: ZE01-ZE05.
12. Maness WL, Benjamin M, Podoloff R, Bobick A, Golden RF. Computerized occlusal analysis: a new technology. *Quintessence Int* 1987; 18: 287-292.
13. Kerstein RB. The evolution of the T-Scan I system from 1984 to the present day T-Scan 10 system. In: Kerstein RB, editor. *Handbook of research on clinical applications of computerized occlusal analysis in dental medicine*. Hershey, PA: IGI Global; 2020. p. 1-54.
14. Anselmi R, Kerstein RB. T-Scan 10 recording dynamics, system features, and clinician user skills required for T-Scan chairside mastery. In: Kerstein RB, editor. *Handbook of research on clinical applications of computerized occlusal analysis in dental medicine*. Hershey, PA: IGI Global; 2020. p. 130-223.
15. Koos B, Godt A, Schille C, Goz G. Precision of an instrumentation-based method of analyzing occlusion and its resulting distribution of forces in the dental arch. *J Orofac Orthop* 2010; 71: 403-410.
16. Ayuso-Montero R, Mariano-Hernandez Y, Khoury-Ribas L, Rovira-Lastra B, Willaert E, et al. Reliability and validity of T-scan and 3D intraoral scanning for measuring the occlusal contact area. *J Prosthodont* 2020; 29: 19-25.
17. Kerstein RB, Thumati P, Padmaja S. Force finishing and centering to balance a removable complete denture prosthesis using the T-scan III computerized occlusal analysis system. *J Indian Prosthodont Soc* 2013; 3: 184-188.
18. Sutter B. Digital occlusion analyzers: A product review of T-Scan 10 and Occlusense. *Adv Dent Tech* 2019; 2: 2-31.
19. Naert I, Duyck J, Vandamme K. Occlusal overload and bone/implant loss. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 95-107.
20. Redelberger H. The future of occlusion control. *Dent Asia* 2020; 40-41.
21. Feltrin PP, Ricci WA. Occlusal remodeling. In: Piccin HJ, Feltrin PP, Ricci WA, editors. *Logical book: A clinical*

approach to occlusion. Brasil: Napoleão - Quintessence Publishing Brasil; 2020. p. 212-262.

22. Jeong MY, Lim YJ, Kim MJ, Kwon HB. Comparison of two computerized occlusal analysis systems for indicating occlusal contacts. *J Adv Prosthodont* 2020; 12: 49-54.

23. Wonsup L, Ho-Beom K, Myung-Joo K, Young-Jun L. Determination of the reliability and repeatability of a quantitative occlusal analyzer by using a piezoelectric film sensor: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2022; 127: 331-337.

24. Qadeer S, Kerstein R, Kim RJY, Huh JB, Shin SW. Relationship between articulation paper mark size and percentage of force measured with computerized occlusal analysis. *J Adv Prosthodont* 2012; 4: 7-12.

25. Bozhkova T, Musurlieva N, Slavchev D. Comparative study qualitative and quantitative techniques in the study of occlusion. *Biomed Res Int* 2021: 1163874.

26. Abdulateef S, Edher F, Hannam AG, Tobias DL, Wyatt CCL. Clinical accuracy and reproducibility of virtual interocclusal records. *J Prosthet Dent* 2020; 124: 667-673.

27. Fraile C, Ferreira A, Romeo M, Alonso R, Pradies G. Clinical study comparing the accuracy of interocclusal records, digitally obtained by three different devices. *Clin Oral Invest* 2022; 26: 1957-1962.

Otizmlı Çocuklarda Görülen Patofizyolojik Değişiklikler ve Genel Anestezi Uygulamaları

Pathophysiological Changes in Children with Autism and General Anesthesia

Dr. Öğr. Üyesi Müge TOKUÇ

İstanbul Okan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı

Orcid ID: 0000-0002-3933-9998

Dr. Öğr. Üyesi Elif YAZAN ŞÜKÜR

İstanbul Okan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı

Orcid ID: 0000-0001-6522-8776

Anestezi ve Reanimasyon Uzm.Dr. Adnan NOYAN

İstanbul Okan Üniversitesi Diş Hastanesi

Orcid ID: 0000-0003-1247-5903

Prof. Dr. Işın ULUKAPI

İstanbul Okan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı

Orcid ID: 0000-0002-0224-3730

Prof. Dr. Bora AYKAÇ

Özel Klinik, İstanbul, Türkiye

Orcid ID: 0009-0000-5878-6729

Geliş tarihi: 02.05.2023

Kabul tarihi: 23.08.2023

doi: 10.5505/yeditepe.2024.08831

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Müge Tokuç

Adres: Aydıntepe Mah. Prof. Dr. Necmettin Erbakan Cad.
Okan Diş Hastanesi No:2 Tuzla/İstanbul

Tel: 0 536 383 16 17

E-posta: mugeyavas@outlook.com
muge.tokuc@okan.edu.tr

ÖZET

Otizm spektrum bozukluğu, sosyal iletişim ve etkileşimde kalıcı eksiklikler ile birlikte; tekrarlayan davranış, ilgi veya aktivite kalıpları ile karakterize nörogelişimsel bir bozukluktur. Diş hekimi muayene ve tedavi ortamındaki parlak ve yoğun aydınlatma, dental ekipmanların çıkardığı sesler, farklı koku ve tatlara sahip dental materyaller otizm hastalarının kaygı ve endişesini tetiklemektedir. Ayrıca hastaların kronik sağlık sorunları ve kullandığı psikoaktif ve antikonvülsan ilaçlar da diş tedavi sürecinin yönetimini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle otizm hastalarında çoğunlukla genel anestezi altında diş tedavileri güvenli ve kontrollü bir şekilde yapılabilir. Son yıllarda otizmin tamamen bir nörogelişimsel bozukluk olmadığı, hastalarda bir takım patofizyolojik değişikliklerin de görüldüğü ve hatta otizmin bunun bir sonucu olarak ortaya çıkabileceği düşüncesi gündeme gelmiştir. Otizmlı bireylerde oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon ve bozulmuş immün yanıt ve gastrointestinal anomaliler gibi hastalığa eşlik eden bir takım fizyolojik bozukluklar görülmektedir. Bu nedenle; otizmlı çocuklarda genel anestezi altında diş tedavileri planlanırken, hastadaki nörogelişimsel bozukluklar ve patofizyolojik durumlar dikkate alınmalı ve süreç hastaların genel anestezinin olumsuzluklarından en az etkileneneği şekilde yönetilmelidir. Bu derlemenin amacı diş tedavilerinin yapılmasında çoğunlukla genel anestezi ihtiyacı duyulan otizm hastalarında görülen patofizyolojik değişiklikleri gündeme getirmek, genel anestezi uygulamaları sırasında, anestezi öncesi ve sonrası dönemde dikkat edilmesi gereken konulara dikkat çekmek, bu konuda diş hekimleri ve anestezi uzmanlarını bilgilendirmektir.

Anahtar Kelimeler: Diş çürükleri, genel anestezi, otizm spektrum bozukluğu.

ABSTRACT

Autism spectrum disorder is a neurodevelopmental disorder characterized by persistent deficit in social communication and interaction, as well as repetitive pattern of behavior, interest, or activity. Bright and intense lighting in the dentist's room, the sounds of dental equipment, and dental materials with different smell and taste trigger anxiety in autism patients. In addition, the chronic systemic health problems of the patients and the psychoactive and anticonvulsant drugs that they use also complicate the management of dental treatments. For these reasons, dental treatments in autistic patients can be safely performed under general anesthesia. In recent years, it has been thought that autism is not only a neuropsychological disorder, but may be a disease that develops as a result of some pathophysiological changes. Several physiological disorders accompanying the disease, such as oxidative stress, mitochondrial dysfunction, impaired immune response, and gastrointestinal abnormalities, are seen in individuals with autism. While planning dental treatments

under general anesthesia in children with autism, neurodevelopmental disorders and pathophysiological conditions should be taken into account, and the treatment process should be managed in such a way that patients are least affected by the negative effects of general anesthesia. The aim of this review is to bring up the pathophysiological changes seen in autism patients, who mostly need general anesthesia in dental treatments, to determine the issues to be considered before, during, and after general anesthesia, and to inform dentists and anesthesiologists about this issue.

Keywords: Dental caries, general anesthesia, autism spectrum disorder.

GİRİŞ

Otizm spektrum bozukluğu (OSB), sosyal iletişim ve etkileşimde kalıcı eksiklikler ile birlikte; tekrarlayan davranış, ilgi veya aktivite kalıpları ile karakterize nörogelişimsel bir bozukluktur.¹ OSB genellikle bebeklik veya erken çocukluk döneminde otizme özgü semptomların görülmesi ile teşhis edilir. Bundan 30 yıl öncesine göre otizm görülme sıklığının 3-4 kat arttığı ve her 59 çocuktan birinde OSB görüldüğü, ayrıca erkeklerde kızlara göre 3-4 kat daha fazla rastlandığı rapor edilmektedir.² OSB etiyojisi hala tam olarak açıklanamamış olsa da konu ile ilgili nöropsikolojik, yapısal veya işlevsel değişiklikleri içeren birçok hipotez ileri sürülmüştür. Bununla birlikte neonatal ya da perinatal komplikasyonlar, viral enfeksiyonlar, metabolik dengesizlikler ve maruz kalınan çeşitli kimyasallar gibi genetik ve çevresel bir takım faktörler de otizmin etiyojik faktörleri arasında sayılmaktadır.^{3,4}

OSB'li hastalarda sözlü ve sözsüz iletişim kurmada güçlük, rutinlerine ait değişikliklere karşı direnç gösterme, kaygı ve duyusal işlev bozuklukları görülür.⁵ Diş hekimi muayene ve tedavi ortamındaki parlak ve yoğun aydınlatma, dental ekipmanların çıkardığı sesler, farklı koku ve tatlara sahip dental materyaller otizm hastalarının kaygı ve endişesini tetiklemektedir.^{6,7} Ayrıca hastaların kronik sağlık sorunları ve kullandığı psikoaktif ve antikonvülsan ilaçlar da diş tedavi sürecinin yönetimini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle otizm hastalarında ancak genel anestezi ve sedasyon uygulamaları altında diş tedavileri güvenli ve kontrollü bir şekilde yapılabilir. Yüksek dozda oral premedikasyon ve/veya azot protoksit/oksijen inhalasyonu otizmli bireylerde konservatif diş tedavileri için bir seçenek olarak gündeme gelse de, özellikle 2-5 yaş dönemi erken çocukluk çağı çürüklerinin tedavisinde genel anestezi tek seçenek olmaktadır.^{1,8} Arnold ve ark.⁹ 5 yıl içinde genel anestezi alan çocukların %12'sinin OSB'li hastalar olduğunu bildirmiştir. Parry ve ark.⁸ retrospektif olarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında ise genel anestezi altında tedavi edilen 1000 çocuğun %79'unun otizm

hastası olduğu bildirilmekte ve bu hastaların %40'ının en az bir kez diş tedavileri için genel anestezi aldığı görülmektedir. Ülkemizde yapılan başka bir çalışmada genel anestezi altında diş tedavileri yapılan 111 çocuğun %11'inin mental ya da fiziksel engeli olduğu tespit edilmiştir.¹⁰

Bu derlemenin amacı diş tedavilerinin yapılmasında çoğunlukla genel anestezi ihtiyacı duyulan otizm hastalarında görülen patofizyolojik değişiklikleri gündeme getirmek, genel anestezi uygulamaları sırasında, anestezi öncesi ve sonrası dönemde dikkat edilmesi gereken konulara dikkat çekmek, bu konuda diş hekimleri ve anestezi uzmanlarını bilgilendirmektir.

Otizm Spektrum Bozukluğunda Görülen Patofizyolojik Değişiklikler

Otizm hastalarında sosyal iletişim bozuklukları ve uyku sorunları gibi problemlerin temel kaynağının santral sinir sisteminde genel anestezinin de etkinliğinde rol oynayan nöropeptitler gibi aracı yapıların "oksidatif stres" kaynaklı düzensiz salınımı olduğu bildirilmektedir. Örneğin, otizm hastalarında oreksin salınım düzensizliğinin beslenme ve uyku bozuklukları, strese karşı artmış yanıt ve sosyal iletişim bozuklukları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.¹¹ Bu nedenle otizm hastalarında oksidatif stres ve neden olduğu patolojik olayları bilmek önem taşımaktadır.

Oksidatif stres metabolizmadaki oksidan ve antioksidan sistemler arasındaki dengenin oksidasyon lehine bozulmasıdır. Bu dengenin bozulması ile vücutta serbest radikal miktarı artarak oksidatif stres meydana gelir ve vücutta patofizyolojik olaylar gelişir.¹¹ Mitokondride enerji üretiminde rol alan elektron taşıma sistemi (ETS), redoks döngüsü, enflamasyonda görev alan nötrofil ve makrofaj aktiviteleri, oksidaz enzim aktiviteleri, araşidonik asit metabolizması ve stres vücuttaki serbest radikal üretiminde başlıca rol oynayan eksojen kaynaklardır. Ultraviyole ve X-ray ışınları, bazı ilaçlar, demir, bakır, cıva gibi eser elementler, temizlik ürünleri, parfümler gibi etkenler de serbest radikal üretimine yol açabilen eksojen kaynaklar olarak tanımlanabilir.¹²

Otizm hastalarında oksidatif stresin başka bir kaynağı genetik polimorfizmlere bağlı değişikliklerdir. Beyin hücrelerinde gelişen metilasyon, asetilasyon, gibi önemli reaksiyonları düzenleyen enzimlerin aktivitelerinin artması ya da azalmasına bağlı olarak otizm hastalarının DNA'sında epigenetik değişiklikler görülebilmektedir. DNA zincirinde görülen bu değişiklikler mRNA aracılığı ile hücre metabolizması üzerinde etkisini gösterir.¹¹

Oksidatif stres, nöronlarda membran hasarı, protein yapısında değişiklikler, lipit denatürasyonu ve DNA hasarına neden olmaktadır. Bu nedenle de oksidatif stresin Parkinson hastalığı, Alzheimer hastalığı, multipl skleroz gibi nöron hasarının görüldüğü nörogelişimsel hastalıkların

patofizyolojisinde etkili olduğu düşünölmektedir.^{13,14} Güncel çalışmalar oksidatif stresin aynı zamanda şizofreni, depresyon, bipolar bozukluk gibi birçok psikiyatrik bozuklukta da önemli rol oynadığını göstermiştir.^{15,16} Çocukluk çağı ruhsal hastalıkları, Down Sendromu, OSB ve obsesif kompulsif bozukluk ile ilgili yapılan çalışmalarda da oksidan ve antioksidan dengenin bozuk olduğu ve oksidatif stresin bu hastalıkların patogeneğinde etkili olabileceğı öne sürölmektedir.^{14,17,18} Bu bulgular ışığında, genel anestezi uygulamasında OSB'li hastaların bozuk olan oksidan ve antioksidan dengesini göz önünde bulundurarak, ek olarak oksidatif strese neden olmamak ve oksidatif stresi doğru yönetmek dikkat edilmesi gereken önemli bir noktadır.

OSB beynin atipik gelişimine bağılı olduğu düşünölen bozulmuş davranışsal ve bilişsel özellikler ile karakterize bir bozukluktur. Ancak son yıllarda otizmin tamamen bir nöro gelişimsel bozukluk olmadığı, hastalarda bir takım patofizyolojik değışikliklerin de göröldüğü ve hatta otizmin bunun bir sonucu olarak ortaya çıkabileceğı düşüncesi gündeme gelmiştir.¹⁹ Otizmlı bireylerde oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon ve bozulmuş immün yanıt ve gastrointestinal anormallikler gibi hastalığa eşlik eden bir takım fizyolojik bozukluklar görölmektedir.²⁰

Otizmlı bireylerde gastrointestinal sistemde immün yanıtın bozulduğu ve bağırsak geçirgenliğinin arttığı görölmektedir.²¹ Fizyolojik koşullarda bağırsaklarda IgA sekresyonu lümenine doğru salınır ve patojenlerin bağırsak lümenine yapışması önlenir. Ancak antijen maruziyeti ve stres arttıkça salgısal IgA üretimi baskılanır, mukozal direnç azalır ve bağırsak geçirgenliği artar. Otizm hastalarında bu durum kronik bir hale gelmiştir ve yetersiz veya kısıtlı fiziksel aktivitenin de eklenmesi ile birlikte hastalarda azalan salgısal IgA sekresyonlarının bağırsak lümenine yapıştığı görölmektedir. Bunun sonucunda kriptik hücrelerde proliferasyon, mukozal lenfosit dansitesinde ve IgG yoğunluğunda artma görölmektedir. Bağırsak mukozasında görölen bu patolojik değışikliklere otizmlı hastaların gastrik ve anal biyopsilerinde de rastlanmaktadır.²² Ashwood ve ark.²³ otizm hastalarında T-helper (CD4+) lenfosit hücrelerinde, doğal öldürücü hücre aktivitesinde ve Th1/Th2 yardımcı hücre oranlarında azalma göröldüğünü ve ayrıca T-lenfositlerinin gastrointestinal sistemde anormal düzeyde biriktiğini bildirmişlerdir. Bütün bu nedenlerle dış çürüklerinden kaynaklanan işlevsel bozukluk durumunda besinlerin yeteri kadar parçalanmadan, büyük parçalar halinde bağırsaklara gönderilmesi, otizm hastalarında sağlıklı bireylerden farklı olarak immün yanıtın artmasına ve var olan patofizyolojik bozukluğun şiddetlenmesine neden olur.²²

Bağırsak mukozasında artan enflamasyonun bir diğer etkisi ise laktat/pirüvat oranını etkilemesidir. Çünkü bağırsak mukozasındaki enflamasyona bağılı olarak, bağırsak

ile ilişkili lenfoid sistem aracılığı ile beyin beyaz cevherde yer alan mikroglia ve astroglia hücre aktivitelerinde artış tespit edilmektedir.²⁴ Bu aktivite artışı peroksinitrit ve nitrik oksit serbest radikallerinin açığa çıkmasına neden olur, Asetil CoA yapımı azalır, ATP sentezi yavaşlar ve böylece laktat/pirüvat oranında artışa yol açar.^{24,25}

OSB'nin spesifik bir bulgusu laktat/pirüvat oranının artmış olmasıdır.^{19,25} Bu durum temelde mitokondriyal disfonksiyona bağılıdır ve ETS'de işleyiş bozukluklarının göröldüğü bildirilmektedir.²⁶ 4-10 yaş arası otizmlı çocukların post-mortem yapılan beyin biyopsisinde frontal, temporal korteks ve beyincikteki ETS kompleksleri ile Krebs döngüsünde pirüvatın asetil Co-A ya dönüşümünde rol oynayan pirüvat dehidrojenaz aktivitesinde azalma olduğu bildirilmiştir.²⁷ Benzer şekilde otizmlı çocukların periferik dokularından alınan biyopsi örneklerinde de pirüvat dehidrojenaz enzim aktivitesinin %50 oranında azaldığı gözlenmiştir.²⁶ ATP üretiminin azalmasına yol açan bir diğer etken de otizm hastalarında genetik polimorfizmlere bağılı olarak Krebs döngüsü için gerekli olan süksinat miktarında düşüklük görölmektedir. Otizm hastalarında, karbonhidrat metabolizmasındaki bu bozukluklar ATP sentezinin yavaşlamasına ve laktat/pirüvat oranının artmasına neden olur.²⁰

Otizm hastalarında enflamasyon ve beslenme bozuklukları, özellikle B6 vitamin eksikliği gibi etkenlerle, kinürenin yolağının aktivitesi artmıştır ve bu durum "enflamasyona bağılı eksitotoksitite" gelişmesi olarak tanımlanır.²⁴ Oral bölge ve bağırsaklarda oluşan inflamasyon interferon gama (INF- γ) gibi mediatörleri açığa çıkarır. INF- γ esas olarak aktive edilmiş CD4+ veya CD8+ T-lenfosit hücreleri ve doğal öldürücü hücreler tarafından üretilen, edinilmiş immünitenin yanı sıra doğal immünitede de rol oynayan bir sitokindir. INF- γ antiviral aktivite, antimikrobiyal aktivite ve antitümör aktivite dâhil olmak üzere hem konak savunmasında hem de immün yanıtın düzenlenmesinde birçok etkiye sahiptir. INF- γ 'nın salınım düzensizliği inflamatuvar ve otoimmün hastalıklarla ilişkilendirilmektedir.²⁸⁻³¹ INF- γ , esansiyel bir aminoasit olan triptofanı kinürenine dönüştürenIDO enziminin temel indükleyicisidir ve "kinürenin yolağı" adı verilen bu yol ile beyin gelişimini etkileyebilir ve yapısal değışiklikleri tetikleyebilir.³² Artmış enflamasyon durumunda INF- γ , triptofanın nörotoksik bir metaboliti olan kinolinik asit'e (QUIN) dönüşünü artırır. Artmış QUIN düzeyi, inflamatuvar nörolojik hastalıklarla ilgili ilişkili önemli bir belirteç olarak bildirilmektedir.³³ QUIN'in N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörleri ile etkileşime girmesi ile nöronal glutamat salınımı artmaktadır. Ayrıca glutamatın astrositler tarafından alınımının ve astroglial glutamin sentetazın da inhibe olduğu görölür. Bu durum "glutamat eksitotoksitesisi"ne neden olarak nörotoksik etkiler görölmekesine yol açmaktadır.^{33,34} Glutamat artışının NMDA reseptörlerine etki ederek hücre içine kalsiyum gi-

rişini arttırması sonucu ortaya çıkan astrosit apoptozisi de bu tabloya eşlik eder.³⁵

Otizm hastalarında yağ asit metabolizmasında bozukluk olduğu görülmektedir. Hücre metabolizması incelendiğinde, membran fosfolipidlerinden, fosfolipaz A2 tarafından salınan araşidonik asit miktarının azalmış olduğu görülür ve bu durum endokanabiod sistem (EKS) işleyişinin bozulmasına neden olur.^{2,36} Son yıllarda tanımlanan ve fizyolojik bir sistem olan EKS hücre membranlarının fosfolipidlerinden sentezlenen endojen yağlar ile aktive olur. Araşidonik asitten sentezlenen 2-araşidonil-gliserol ve anadamid (N-araşidonil etanolamin) EKS'de bulunan "kanabinoid (KB)" adı verilen KB1 ve KB2 reseptörlerini uyarır.³⁷ KB1 reseptörleri sinir sistemi, yağ dokusu, sindirim sistemi, pankreas ve kas gibi doku ve organlarda bulunurken KB2 reseptörleri immün sistem ve kan hücrelerinde bulunur.^{38,39} EKS sistemi yağ metabolizmasının düzenlenmesinin yanında vücudun enerji ve glikoz dengesinin, santral ve periferik sistemdeki birçok işleyişin fizyolojik olarak düzenlenmesinde rol oynar.³⁶ Bu nedenle EKS de görülen işleyiş bozukluğu birçok sistemi etkilemektedir.⁴⁰ Metiyonin-homosistein döngüsü vücutta önemli bir antioksidan sistemdir. Bu döngünün normal işlemesi ile organizmaya elverişli metil grupları verilerek aksayan reaksiyonlar tamir edilir, hormon ve nörotransmitterlerin üretimi sağlanır, miyelin kılıf bütünlüğü sağlanır, proteinlerin üretimi sürer ve oksidatif stresin vücutta etkileri azalır.⁴¹ Ancak yapılan çalışmalarda otizmli çocuklarda metiyonin sentaz aktivitesinde fonksiyonel bir bozukluk olduğu ve metiyonin-homosistein döngüsünün aksadığı belirtilmiştir.⁴² Otizmli çocuklarda görülen bozulmuş iletişim becerileri ile yüksek homosistein seviyesinin ilgili olduğu düşünülmektedir.⁴³

Redükte glutasyon hücre içi ortamının en önemli antioksidan molekülüdür ve glisin, sistein ve glutamat aminoasitlerinden bir dizi biyokimyasal reaksiyon sonucu sentezlenir.⁴⁴ Otizm hastalarında metiyonin-homosistein, sistein-sistin ve glutamat-glutamin döngülerindeki reaksiyonlar anlamlı derecede bozulmuştur. Otizmli bireylerde glutamat düzeyinin sağlıklı kişilere göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir.⁴⁵ James ve ark.⁴⁶ otizmli çocuklarda anlamlı düzeyde düşük plazma sistein, ve glutasyon düzeylerine rastlamış ve bu durumun otizmli çocukların metilasyon kapasitesinde bozukluk ve artmış oksidatif stres ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bu işleyiş bozuklukları nedeni ile otizmli hastalarda redükte glutasyon sentezinin ve buna bağlı olarak antioksidan kapasitenin azalmış olduğu görülmektedir.⁴⁴ Redükte glutasyon oranının azalması ile immün sistem işleyişinde aksaklıklar görüldüğü bildirilmektedir.⁴⁷ Redükte glutasyon azalmasında başka bir faktör de beyin ve bağırsaklarda mikrogliaların veya astrogliaların reaksiyonu sonucu sitokin oluşması ve buna olarak nitrik oksit serbest radikalının artmasıdır.²⁴

Nitrit, glutatyona bağlanır ve nitrik oksit artışı ile redükte glutasyon azalır.⁴⁴ Artmış oksidatif stres sonucu mikrogliaların daha da aktifleşmesi ise "glutamat eksitotoksitesi" ile sonuçlanmaktadır.²⁴

Otizm Hastalarında Anestezi Öncesi ve Sonrası Dönemde Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

Genel anestezi hastanın hayati fonksiyonlarında bir değişiklik olmadan, geçici bilinç kaybı, analjezi, reflekslerin baskılanması ve motor blok oluşturulmasıdır. Bu etkiler genel anestezi ilaçlarının santral sinir sisteminin kortikal ve psikiş merkezlerinden başlayan, bazal ganglionlar, serebellum, medulla spinalis ve medüller merkezlerde oluşturduğu inisi bir depresyonunun sonucudur. Genel anestezi uygulama açısından indüksiyon, idame ve uyanma aşamalarından oluşur.⁴⁸

Genel anestezinin idame ve uyanma aşamaları birçok nöropeptit salınımı ile kontrol edilir. Genel anestezinin idame aşamasında, santral sinir sisteminde venterolateral optik bölgede yer alan nöronlardan prostoglandin D2 (PGD2) ve adenozin serbestleşmesi ile gama aminobütirik asit (GABA) miktarının arttığı görülmektedir. Pons, hipotalamus ve talamusta yer alan locus coeruleus, rafe magnus ve tuberomamiller nucleus bölgelerinden salgılanan mediatörlerin (noradrenalin, seratonin ve histamin) kortekse ulaşması ile de hasta uyanma aşamasına geçer.¹¹ Tüm bu aşamalarda, oreksin adı verilen nöropeptitlerin de görev aldığı görülmektedir. Oreksinler dorsal ve lateral hipotalamusun nöronal perikaryasında bulunan hipotalamik nöropeptitlerdir. Uyku ve uyanıklık arasında geçişi sağlamada, santral sinir sistemi, dolaşım sistemi, gastrointestinal sistem ve endokrin sistemde günlük dengeyi düzenlemede rol oynar. Ayrıca üreme sistemi ve insülin, leptin, katekolaminler gibi bazı hormonların salınımında düzenleyici olduğu bilinmektedir.⁴⁹⁻⁵¹

OSB'li çocuk hastalarda diş tedavilerinin genel anestezi altında yapılmasına karar verildikten sonra hastanın anestezi uzmanı tarafından ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gereklidir. Diş hekimi ve anestezi uzmanı hastanın var olan sistemik hastalıkları, kullandığı ilaçlar ve yapılacak işlemin tahmini süresi hakkında bilgi alışverişinde bulunmalıdır.⁸

Anestezi öncesi değerlendirmede anestezi uzmanı hastayı fiziksel açıdan ayrıntılı bir şekilde muayene etmeli hastanın boy, kilo, vücut kitle indeksi ölçümlerini ve hava yolu değerlendirmesini yapmalıdır. Otizmli çocuklarda obeziteye genetik eğilim olduğunu görülmektedir ve vücut kitle indeksi artmış olabilir.⁵² Buna bağlı olarak otizm hastalarında ameliyat sonrası solunum problemlerinin ortaya çıkabileceği bildirilmekte ve hastada mevcut uyku apnesi şikayetinin ameliyat öncesi tedavi edilmesi önerilmektedir.⁵³⁻⁵⁵ Otizm hastalarında normalde tek kanal olarak sonlanan alt hava yolları çift kanal olarak karşımıza

çıkabilmektedir. Ayrıca salgısal IgA'nın otizm hastalarında azalmış olması nedeni ile sekresyonların hava yollarından zor atılması, ameliyat sonrası solunum problemlerinin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle hastalara pre-operatif dönemde N-asetil sistein başlayıp post-operatif dönemde de devam edilmesi önerilmektedir.⁵⁶

Anestezi öncesi değerlendirmede hastalardan bir takım laboratuvar tetkikleri istenmektedir. Kan tahlilleri ile hastanın kan tablosu enfeksiyon, kansızlık, kanama eğilimi açısından değerlendirilmelidir. Sodyum, potasyum gibi elektrolitlerin kandaki seviyeleri böbrek fonksiyonlarının düzgün çalışması açısından bilgi vermektedir. Hastadan gerektiği durumlarda ileri kardiyovasküler ya da pulmoner testler istenmeli ve sistemik hastalığı hakkında ilgili branşlardan anestezi için değerlendirme istenmelidir.⁵⁷ Otizm hastalarında metiyonin-homosistein döngüsündeki işleyiş bozukluğu basit bir kan sayımı ile pre-operatif olarak saptanabilmektedir. Hastanın kan sayımı tablosundaki mean corpuscular volume (MCV) değeri normalden yüksekse, hastada B12 ve folat eksikliği de mevcutsa bu tablo makrositoz, hipotiroidi ve miyelodisplaziye sebep olabilir. Eğer MCV değeri normalden düşükse demir eksikliği anemisi sebebiyle ETS'de işleyiş bozukluğu görülebilir ve hastada mikrositoz, talasemi ve kronik yorgunluk söz konusudur.^{58,59} Bu nedenle kan tahlilinde B12, demir ve folik asit seviyelerini değerlendirmek faydalı olabilmektedir. ETS'de işleyiş bozukluklarının fiziksel belirteçleri hastada çabuk yorulma, hastalıklara dirençsizlik, depresyon, konsantre olamama, dikkat eksikliği, öğrenme güçlüğü, unutkanlık, stresle başa çıkamama, alerjiler, çarpıntılar ve cilt sorunları görülmesidir.¹⁹ Anestezi uzmanı ameliyat öncesi değerlendirme sırasında hastayı bu belirtiler açısından mutlaka değerlendirmelidir. Eğer bu belirtiler erken fark edilir ve önlem alınırsa hastalarda mitokondride karbonhidrat metabolizmasının düzgün işleyişi sağlanabilir. Aksi takdirde mitokondriyal fonksiyonel bozukluk nedeniyle otizm hastalarında genel anestezi sırasında azalmış sistolik kan basıncı ile birlikte kalp debisinin düşmesi ETS'de ATP üretiminin iyice aksamasına neden olmaktadır.⁶⁰ Otizm hastalarında ETS'de işleyiş bozukluklarının ve metiyonin-homosistein döngüsündeki aksaklıkların vücutta oksidatif stres yükünü daha da arttıracığı unutulmamalı ve bu yük azaltılmaya çalışılmalıdır. Anestezi öncesi hazırlık aşamasında otizm hastalarında düşük olan fosfogliserid seviyesini balık yağı vererek güçlendirmek ve balık yağı desteğine post-operatif dönemde de devam etmek önerilmektedir. Eikosapantoneik asit (EPA) ve dokosaheksanoik asit (DHA) ile bu desteği sağlarken yıkıcı enzimlerin etkisini de valproik asit, ya da yağ asit hidrolaz inhibitörleri (flurbiprofen) ile azaltmak da önerilen bir uygulamadır.³⁶⁻⁴⁰ Bu destek ile hastalarda yağ asit metabolizmasının işleyiş düzenine destekte bulunulabilmektedir.

Otizm Hastalarında Genel Anestezi İlaç Uygulamalarında Dikkat Edilmesi Gereken Faktörler

Çocuk hastalarda genel anestezi öncesi hastanın stresini azaltmak, refleksleri baskılamak ve analjezik etkiyi arttırmak amacı ile premedikasyon uygulaması yapılmaktadır. Premedikasyonda diazepam, midazolam, ketamin ve morfin tercih edilen ajanlar arasında yer alır. Genel anestezi ajan olarak ise inhalasyon yolu ile uygulanabilen azot protoksit, isofluran, sevofluran, desfluran tercih edilmektedir.^{57,61} Ancak otizmli çocuklarda sağlıklı çocuklardan farklı olarak kullanılacak olan anestezi ajanları, hastada mevcut patolojik değişiklikler göz önüne alınarak seçilmeli ve buna yönelik ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası bakım ve takipleri yapılmalıdır.

Azot protoksit otizm hastalarında kullanımı önerilmeyen anestezi ajanlarından biridir. Azot protoksitin, glutamik asit dekarboksilaz ve metiyonin transferaz enzim aktivitesini azaltması otizm hastalarında bozulmuş fizyolojik işleyiş nedeniyle olumsuz etkiler yaratmaktadır. Glutamik asit dekarboksilaz, glutamattan GABA yapımını sağlayan bir enzimdir ve azot protoksit bu enzim aktivitesini azaltarak otizm hastalarında glutamat eksitotoksitesine sebep olan bir ajan olarak karşımıza çıkmaktadır.²⁴ Metiyonin transferaz, metil kobalaminin kobalamine dönüşümünü ve S-adenozil metiyoninden metil gruplarının verilerek metiyoninden homosistein dönüşümünü sağlayan bir enzimdir ve azot potoksit bu enzim aktivitesini de azaltıcı etki gösterir. Böylece otizm hastalarındaki azalmış metiyonin ve artmış homosistein miktarı daha da dengesizleşir. Hastada çinko, B12, folat eksikliğinin de olması durumunda metiyonin sentez aktivitesinin de bozulması sonucu metiyonin-homosistein dönüşümü tamamen sekteye uğrar ve homosistein miktarı iyice artar.⁶²

İsofluran otizm hastalarında dozu ve süresi dikkate alınarak tercih edilebilir. Yapılan bir çalışmada yüksek doz altında uzun süreli isofluran anestezisi mikroglialarda artmış aktivasyon nedeni ile hücre ölümüne sebep olurken, düşük doz ve kısa süreli isofluran anestezisi mikroglia aktivasyonunu azaltarak mikroglialar üzerinde koruyucu bir rol oynamıştır.⁶³ Bu nedenle düşük doz ve kısa süreli isofluran anestezisinin, otizm hastalarında görülen artmış mikroglia aktivitesini azaltarak hasta üzerinde olumlu etki yaratabileceği düşünülmektedir.

Ketamin ise uygulama dozuna göre hem subanestetik hem de anestetik etki gösteren ajanlardan biridir. Literatürde ketaminin subanestetik etki dozunda uygulanması durumunda, mitokondri fonksiyonu üzerinde olumlu etki gösterdiği, NMDA iyon kanallarından kalsiyumun kontrollü geçişini sağlayarak mitokondriyal hacmin düzelmesine katkı sağladığı bildirilmektedir. Ancak anestetik etki dozunda uygulandığında ise bu etki tersine dönerek mitokondriyal hacim kaybına neden olmaktadır.⁶⁴ Ketaminin bir başka etkinliği ise intihar eğilimi olan kişilerde çalış-

mıştır. İngiltere’de yapılan bir çalışmada intihar eden kişilerin otopsisinde hipokampus, striatum ve neokorteks nöronlarında Quinik asit toksitesi görülmüş ve serebros-pinal sıvılarında artmış Quinik asit miktarına rastlanmıştır. Quinik asit miktarı yüksek bulunan kişilere hızlı etkili olarak subanestetik dozda ketamin uygulamasının intihar olaylarını azalttığı iddia edilmektedir.^{64,65} OSB’de bozulmuş mitokondriyal aktivite ve artmış QUIN düzeyi göz önüne alındığında bu hastalara düşük doz ve kısa süreli ketamin uygulaması tercih edilebilir.

Otizm hastalarında genel anestezi sonrası yaygın metilasyon reaksiyonlarına bağlı olarak DNA’da epigenetik değişiklikler görülebilmektedir. Ancak bu değişikliklerin opiat maruziyetinden çok cerrahi stres ile ilgili olduğu bildirilmektedir.⁶⁶ Cerrahi stresin sebep olduğu proinflamatuar mediatörler ve sitokinler nöronlar arası snapların oluşumuna, nörogenesis ve nörotrofik faktörlerde azalmaya yol açarak DNA’da epigenetik disregülasyona katkıda bulunabilir. Bu nedenle pre ve post-operatif dönemde hastanın stresi mümkün olduğu kadar azaltılmaya çalışılmalıdır. Nonsteroidler, alfa-2 adrenerejik agonistler, bü-tirik asit, valproik asit, (MAC)-“awake” dozunda isofluran uygulaması, DNA metil transferaz inhibitörleri ve histon deasetilaz inhibitörlerinin anestezi ajanlarının epigenetik düzenlemede meydana getirdiği değişiklikleri inhibe etmek amacıyla kullanıldığı görülmektedir.^{67,68} Zhu ve ark.⁶⁸ maternal dönemde strese maruz bırakılan ratlarda sevofluran anestezisinin, glikokortikoid reseptörlerinin DNA metilasyonu ile etkilenmesine bağlı olarak, nöroinflamasyona ve bilişsel işlev bozukluğuna yol açtığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar histon deasetilaz inhibitörlerinin sevofluran anestezisinin bu olumsuz etkisini inhibe ettiğini tespit etmişlerdir. Histon deasetilaz inhibitörleri kanser tedavisinde ve nöroprorektif olarak da kullanılmaktadır.⁶⁷ Otizm hastalarında genel anestezi sırasında ATP üretimine destek olabilmek amacı ile düşük olan süksinat seviyesi GABA miktarını arttıran ilaçlarla yükseltilmeye çalışılmalıdır. Hijayz ve ark.⁶⁹ tarafından dışardan GABA desteği sağlanan bitkilerde, GABA’nın hızlı bir şekilde metabolize olarak süksinat miktarının arttığı bildirilmiştir.

SONUÇ

Dünya Sağlık Örgütü’ne ait bir raporda OSB’li az sayıda bireyin hayatını bağımsız olarak devam ettirebildiği, büyük çoğunluğunun ise engellilik düzeyinin yüksek olduğu ve bu nedenle ömür boyu bakım ve desteğe ihtiyaç duyduğu bildirilmiştir.² Henüz çocukluk döneminde dış çürükleri ile karşılaşan ve genel anestezi altında tedavi ihtiyacı bulunan bu hastalarda, ilerleyen dönemlerde de dış tedavileri için genel anestezi ihtiyacı doğacaktır. Bu nedenle; otizmli çocuklarda genel anestezi altında dış tedavileri planlanırken, hastadaki nörogelişimsel bozukluklar ve patofizyolojik durumlar dikkate alınmalı ve süreç

hastaların genel anestezinin olumsuzluklarından en az etkileneceği şekilde yönetilmelidir. Literatür bilgileri ışığında genel anestezi altında dış tedavileri yapılacak olan otizm hastaları için tavsiye edilen öneriler şu şekilde sıralanabilir:

Üç yaş altındaki çocuklarda anestezi süresi, konsantrasyonu ve çeşidine bağlı olarak hipokampusta DNA metilasyonu kaynaklı beyin gelişimi etkilenebilmekte, tanıma ve davranış bozukluklarına sebep olabilecek gelişimsel bozukluklar gelişebilmektedir.⁷⁰ Sprung ve ark.⁷¹ 2 yaşın altında 2 ya da 3 kez genel anestezi alan çocuklarda, 19 yaşında dikkat eksikliğinin ortaya çıktığını bildirmektedirler. Bu nedenle otizmli çocuklarda 3 yaş altında acil olmayan genel anestezi uygulamaları ertelenmeli ve eğer yapılacaksa kısa süreli bir anestezi planlanmalıdır.

Anesteziye hazırlık aşamasında hastanın kan MCV değeri değerlendirilmeli ve hastanın çinko, magnezyum, demir, B12, folik asit seviyeleri kontrol edilerek gerekli ise anestezi öncesi dönemde hastaya ek destek sağlanmalıdır. Hastaya balık yağı desteği başlanması ve anestezi sonrası da devam edilmesi tavsiye edilmektedir.³⁷

Hastaların tedavisi erken saatlerde planlanmalı, bekleme süresi kısa tutulmalı, bekleme odasında duyuşsal uyarılar azaltılmalı ve odada çocuğun kendini rahat ve güvende hissettiği oyuncaklar ya da eşyalar bulundurulmalıdır. Operasyon ekibi hastaya karşı pozitif ve dostça bir yaklaşım sergilemelidir.⁷

Hastaya oral ya da rektal yoldan 2 mg/kg dozunda ketamin ve 0,1 mg/kg dozunda midazolam vererek sedasyon sağlanması önerilmektedir.⁷² Bu uygulama ile mitokondride meydana gelebilecek fonksiyonel değişikliklerin önüne geçilebilir.

Pre-operatif dönemde nonsteroid kullanımı, alfa-2 adrenerejik agonist ve MAC-“awake” dozunda isofluran uygulamaları ile DNA’da epigenetik disregülasyonun önüne geçilebilir.^{67,68}

Genel anestezi sırasında azot protoksit kullanımından kaçınılmalı onu yerine düşük doz ve kısa süreli isofluran uygulaması ve anestezi etkinin güçlendirilmesi için subanestetik dozda ketamin uygulaması tercih edilebilir. Genel anestezi sırasında GABA/glutamin-glutamat dengesi korunmaya çalışılmalıdır. Mitokondriyal disfonksiyon sebebi olabilecek kofaktör eksiklikleri, anestezi sırasında kalp debisi düşmesi ve X-ray ışınlarının hastaları olumsuz yönde etkileyebileceği unutulmamalıdır.

Gerekli ise enflamasyon ve enfeksiyon riskini azaltmak için antibiyotik tedavisi uygulanmalıdır. Bu amaçla antibiyotiklerden seftiraksonun tercih edilmesi tavsiye edilmektedir. Tikhonova ve ark.⁷³ seftiraksonun nöroinflamasyon üzerine koruyucu etkisi olduğunu bildirmektedirler. Balık yağı da yine enflamasyon ve enfeksiyon riskini azaltmak amacı ile önerilen beslenme desteği arasında yer almaktadır.³⁷

Hastalar derlenme odasına alınırken sedatize edilmeli ve damar yolunu korunmalıdır. Sessiz bir ortamda bir yakını yanında bulundurulurken takip edilmelidir. Hastanın vital bulguları kontrol altında tutulmalı ve ancak Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği (TARD) taburcu kriterlerini sağladığında damar yolu çıkartılmalıdır.⁷⁴

KAYNAKLAR

1. Mangione F, Bdeoui F, Monnier-Da Costa A, Dursun E. Autistic patients: a retrospective study on their dental needs and the behavioural approach. *Clin Oral Investig* 2020; 24: 1677-1685.
2. Corridore D, Zumbo G, Corvino I, Guaragna M, Bossu M, et al. Prevalence of oral disease and treatment types proposed to children affected by Autistic Spectrum Disorder in Pediatric Dentistry: a Systematic Review. *Clin Ter* 2020; 171: 275-282.
3. Hallmayer J, Cleveland S, Torres A, Phillips J, Cohen B, et al. Genetic heritability and shared environmental factors among twin pairs with autism. *Arch Gen Psychiatry* 2011; 68: 1095-1102.
4. Maramara LA, He W, Ming X. Pre- and perinatal risk factors for autism spectrum disorder in a New Jersey cohort. *J Child Neurol* 2014; 29: 1645-1651.
5. Markram H, Rinaldi T, Markram K. The intense world syndrome--an alternative hypothesis for autism. *Front Neurosci* 2007; 1: 77-96.
6. Blomqvist M, Dahllöf G, Bejerot S. Experiences of dental care and dental anxiety in adults with autism spectrum disorder. *Autism Res Treat* 2014; 2014: 238764.
7. Limeres-Posse J, Castano-Novoa P, Abeleira-Pazos M, Ramos-Barbosa I. Behavioural aspects of patients with Autism Spectrum Disorders (ASD) that affect their dental management. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2014; 19: 467-472.
8. Parry JA, Brosnan S, Newton JT, Linehan C, Ryan C. Brief Report: Analysis of Dental Treatment Provided Under General Anaesthesia for Children and Young Adults with Autistic Spectrum Disorder and Identification of Challenges for Dental Services. *J Autism Dev Disord* 2021; 51: 4698-4703.
9. Arnold B, Elliott A, Laohamroonvorapongse D, Hanna J, Norvell D, et al. Autistic children and anesthesia: is their perioperative experience different? *Paediatr Anaesth* 2015; 25: 1103-1110.
10. Bulut M, Gönenç N. 1-12 Yaş Grubu Çocukların Genel Anestezi Altında Yapılan Dental Tedavilerinin İncelenmesi: Bir Retrospektif Çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences* 2022; 28: 79-85.
11. Messina A, Monda V, Sessa F, Valenzano A, Salerno M, et al. Sympathetic, metabolic adaptations, and oxidative stress in autism spectrum disorders: how far from physiology? *Front Physiol* 2018; 9: 261.
12. Tağcı S. Otizm spektrum bozukluğu olan çocuklarda oksidatif stresin değerlendirilmesi. [Uzmanlık Tezi]. Aydın: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi; 2019. 14.01.2023.
https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/253853/yokAcikBilim_10228660.pdf?sequence=-1&isAllowed=y
13. Popa-Wagner A, Mitran S, Sivanesan S, Chang E, Buga AM. ROS and brain diseases: the good, the bad, and the ugly. *Oxid Med Cell Longev* 2013; 2013: 963520.
14. Halliwell B. Role of free radicals in the neurodegenerative diseases: therapeutic implications for antioxidant treatment. *Drugs Aging* 2001; 18: 685-716.
15. Yumru M, Savas HA, Kalenderoglu A, Bulut M, Celik H, et al. Oxidative imbalance in bipolar disorder subtypes: a comparative study. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2009; 33: 1070-1074.
16. Kodydková J, Vávrová L, Zeman M, Jiráček R, Macásek J, et al. Antioxidative enzymes and increased oxidative stress in depressive women. *Clin Biochem* 2009; 42: 1368-1374.
17. Stadtman E, Levine R. Free radical-mediated oxidation of free amino acids and amino acid residues in proteins. *Amino Acids* 2003; 25: 207-218.
18. Wink DA, Mitchell JB. Chemical biology of nitric oxide: insights into regulatory, cytotoxic, and cytoprotective mechanisms of nitric oxide. *Free Rad Biol Med* 1998; 25: 434-456.
19. Yeniçeri M. Mitokondriyal Disfonksiyon ve Otizm. *Sakarya Tıp Dergisi* 2020; 10: 171-182.
20. Siddiqui MF, Elwell C, Johnson MH. Mitochondrial dysfunction in autism spectrum disorders. *Autism Open Access* 2016; 6: 1000190.
21. De Magistris L, Familiari V, Pascotto A, Sapone A, Frolli A, et al. Alterations of the intestinal barrier in patients with autism spectrum disorders and in their first-degree relatives. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2010; 51: 418-424.
22. White JF. Intestinal pathophysiology in autism. *Exp Biol Med (Maywood)* 2003; 228: 639-649.
23. Ashwood P, Krakowiak P, Hertz-Picciotto I, Hansen R, Pessah IN, et al. Altered T cell responses in children with autism. *Brain Behav Immun* 2011; 25: 840-849.
24. Misra UK, Singh SK, Kalita J, Kumar A. Astrocyte activation following nitrous oxide exposure is related to oxidative stress and glutamate excitotoxicity. *Brain Res* 2020; 1730: 146645.
25. Griffiths KK, Levy RJ. Evidence of mitochondrial dysfunction in autism: biochemical links, genetic-based associations, and non-energy-related mechanisms. *Oxid Med Cell Longev* 2017; 2017.
26. Goldenthal MJ, Damle S, Sheth S, Shah N, Melvin J, et al. Mitochondrial enzyme dysfunction in autism spectrum disorders: a novel biomarker revealed from buccal swab

analysis. *Biomark Med* 2015; 9: 957-965.

27. Gu F, Chauhan V, Chauhan A. Impaired synthesis and antioxidant defense of glutathione in the cerebellum of autistic subjects: alterations in the activities and protein expression of glutathione-related enzymes. *Free Rad Biol Med* 2013; 65: 488-496.

28. Billiau A. Interferon- γ : biology and role in pathogenesis. *Adv Immunol* 1996; 62: 61-130.

29. Nicoletti F, Bockaert J, Collingridge G, Conn P, Ferraguti F, et al. Metabotropic glutamate receptors: from the workbench to the bedside. *Neuropharmacology* 2011; 60: 1017-1041.

30. Tian L, Jiang T, Wang Y, Zang Y, He Y, et al. Altered resting-state functional connectivity patterns of anterior cingulate cortex in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Neurosci Lett* 2006; 400: 39-43.

31. Schwarting A, Wada T, Kinoshita K, Tesch G, Rubin Kelley V. IFN- γ receptor signaling is essential for the initiation, acceleration, and destruction of autoimmune kidney disease in MRL-Fas^{lpr} mice. *J Immunol* 1998; 161: 494-503.

32. Campbell BM, Charych E, Lee AW, Möller T. Kynurenes in CNS disease: regulation by inflammatory cytokines. *Front Neurosci* 2014; 8: 12.

33. Fujigaki H, Yamamoto Y, Saito K. L-Tryptophan-kynurenine pathway enzymes are therapeutic target for neuropsychiatric diseases: Focus on cell type differences. *Neuropharmacology* 2017; 112: 264-274.

34. Tavares RG, Tasca CI, Santos CE, Alves LcB, Porciúncula LO, et al. Quinolinic acid stimulates synaptosomal glutamate release and inhibits glutamate uptake into astrocytes. *Neurochem Int* 2002; 40: 621-627.

35. Guillemain GJ. Quinolinic acid, the inescapable neurotoxin. *FEBS J* 2012; 279: 1356-1365.

36. Battista N, Di Tommaso M, Bari M, Maccarrone M. The endocannabinoid system: an overview. *Front Behav Neurosci* 2012; 6.

37. Buckley CD, Gilroy DW, Serhan CN. Proresolving lipid mediators and mechanisms in the resolution of acute inflammation. *Immunity* 2014; 40: 315-327.

38. Bisogno T. Endogenous cannabinoids: structure and metabolism. *J Neuroendocrinol* 2008; 20: 1-9.

39. Guindon J, Hohmann AG. The endocannabinoid system and pain. *CNS Neurol Disord Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-CNS & Neurological Disorders)* 2009; 8: 403-421.

40. Greineisen WE, Turner H. Immunoactive effects of cannabinoids: considerations for the therapeutic use of cannabinoid receptor agonists and antagonists. *Int Immunopharmacol* 2010; 10: 547-555.

41. Sevim S, Ayaz A. B12 Vitamini Desteği Otizmli Çocukların Tedavisinde Etkili midir? Hacettepe Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi 2017; 4: 15-27.

42. Al-Farsi YM, Waly MI, Deth RC, Al-Sharbati MM, Al-Shafae M, et al. Low folate and vitamin B12 nourishment is common in Omani children with newly diagnosed autism. *Nutrition* 2013; 29: 537-541.

43. Puig-Alcaraz C, Fuentes-Alberro M, Calderón J, Garrote D, Cauli O. Increased homocysteine levels correlate with the communication deficit in children with autism spectrum disorder *Psychiatry Res* 2015; 229: 1031-1037.

44. Aksoy Y. Antioksidan mekanizmada glutatyonun rolü. *T Klin Tıp Bilimleri* 2002; 22: 442-448.

45. Shimmura C, Suda S, Tsuchiya KJ, Hashimoto K, Ohno K, et al. Alteration of plasma glutamate and glutamine levels in children with high-functioning autism. *PLoS One* 2011; 6: 25340.

46. James SJ, Cutler P, Melnyk S, Jernigan S, Janak L, et al. Metabolic biomarkers of increased oxidative stress and impaired methylation capacity in children with autism. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: 1611-1617.

47. Fidelus RK, Tsan MF. Glutathione and lymphocyte activation: a function of ageing and auto-immune disease. *Immunology* 1987; 61: 503-508.

48. Morgan Jr GE, Mikail MS. *Clinical anesthesiology*. Volume 5. McGraw Hill / Medical; 1996.

49. Karadağ MG, Aksoy M. Yeni keşif nöropeptitlerden: Oreksin. *Göztepe Tıp Dergisi* 2009; 24: 79-87.

50. Steininger TL, Kilduff TS, Behan M, Benca RM, Landry CF. Comparison of hypocretin/orexin and melanin-concentrating hormone neurons and axonal projections in the embryonic and postnatal rat brain. *J Chem Neuroanat* 2004; 27: 165-181.

51. Hungs M, Mignot E. Hypocretin/orexin, sleep and narcolepsy. *Bioessays* 2001; 23: 397-408.

52. Hill AP, Zuckerman KE, Fombonne E. Obesity and autism. *Pediatrics* 2015; 136: 1051-1061.

53. Corbett BA, Muscatello RA, Horrocks BK, Klemencic ME, Tanguturi Y. Differences in body mass index (BMI) in early adolescents with autism spectrum disorder compared to youth with typical development. *J Autism Dev Disord* 2021; 51: 2790-2799.

54. Hodgson LE, Murphy PB, Hart N. Respiratory management of the obese patient undergoing surgery. *J Thorac Dis* 2015; 7: 943.

55. Harris J, Malow B, Werkhaven J. Descriptive Epidemiology of Obstructive Sleep Apnea in Children with Autism Spectrum Disorder. *Sleep* 2018; 41: 292-293.

56. Stewart BA, Klar AJ. Can bronchoscopic airway anatomy be an indicator of autism? *J Autism Dev Disord* 2013; 43: 911-916.

57. Karaduran B, Solak SK, Koruyucu M. Çocuk Diş Hekimliğinde Genel Anestezi. *Selcuk Dental Journal* 2022; 9: 696-705

58. Oosterhuis WP, Niessen RW, Bossuyt PM, Sanders GT, Sturk A. Diagnostic value of the mean corpuscular vo-

lume in the detection of vitamin B12 deficiency. *Scand J Clin Lab Invest* 2000; 60: 9-18.

59. Ozdemir ZC, Duzenli Kar Y, Ersozlu Y, Caglar HB, Bor O. The efficacy of divalent iron preparations with and without zinc in the treatment of iron deficiency anemia. *Annals of Medical Research* 2021; 28: 511-515.

60. Einarsdottir O, Caughey W. Interactions of the anesthetic nitrous oxide with bovine heart cytochrome c oxidase. Effects on protein structure, oxidase activity, and other properties. *J Biol Chem* 1988; 263: 9199-9205.

61. Lingamchetty TN, Hosseini SA, Saadabadi A. Midazolam. In *StatPearls*; StatPearls Publishing: Treasure Island, FL, USA, 2021.

62. Xiang Y, Li L, Ma X, Li S, Xue Y, et al. Recreational Nitrous Oxide Abuse: Prevalence, Neurotoxicity, and Treatment. *Neurotox Res* 2021; 39: 975-985.

63. Xu X, Kim JA, Zuo Z. Isoflurane preconditioning reduces mouse microglial activation and injury induced by lipopolysaccharide and interferon- γ . *Neuroscience* 2008; 154: 1002-1008.

64. Silberbauer LR, Spurny B, Handschuh P, Klöbl M, Bednarik P, et al. Effect of ketamine on limbic GABA and glutamate: a human in vivo multivoxel magnetic resonance spectroscopy study. *Front Psychiatry* 2020; 11: 549903.

65. Tricklebank MD, Martins D. The metabolism of indoleamines. In: *The Serotonin System*. Elsevier, 2019; 1-22.

66. Caputi FF, Carboni L, Rullo L, Alessandrini I, Balzani E, et al. An Exploratory Pilot Study of Changes in Global DNA Methylation in Patients Undergoing Major Breast Surgery Under Opioid-Based General Anesthesia. *Front Pharmacol* 2021; 12: 733577.

67. Küçükoğlu K. Histonların asetilasyonu ve Histon deasetilaz inhibitörleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Pharmacy Sciences* 2013; 2: 55-73.

68. Zhu Y, Wang Y, Yao R, Hao T, Cao J, et al. Enhanced neuroinflammation mediated by DNA methylation of the glucocorticoid receptor triggers cognitive dysfunction after sevoflurane anesthesia in adult rats subjected to maternal separation during the neonatal period. *J Neuroinflammation* 2017; 14: 6.

69. Hijaz F, Killiny N. Exogenous GABA is quickly metabolized to succinic acid and fed into the plant TCA cycle. *Plant Signal Behav* 2019; 14: 1573096.

70. Andropoulos DB. Effect of Anesthesia on the Developing Brain: Infant and Fetus. *Fetal Diagn Ther* 2018; 43: 1-11.

71. Sprung J, Flick RP, Katusic SK, Colligan RC, Barbarese WJ, et al. Attention-deficit/hyperactivity disorder after early exposure to procedures requiring general anesthesia. *Mayo Clin Proc* 2012; 87: 120-129.

72. Shah S, Shah S, Apuya J, Gopalakrishnan S, Martin T. Combination of oral ketamine and midazolam as a premedication for a severely autistic and combative patient.

J Anesth 2009; 23: 126-128.

73. Tikhonova MA, Amstislavskaya TG, Ho YJ, Akopyan AA, Tenditnik MV, et al. Neuroprotective Effects of Ceftriaxone Involve the Reduction of Abeta Burden and Neuroinflammatory Response in a Mouse Model of Alzheimer's Disease. *Front Neurosci* 2021; 15: 736786.

74. Elo JA, Sun HH. Anesthesia and Sedation. In: *A Textbook of Advanced Oral and Maxillofacial Surgery Volume 3*. Intech Open, 2016.

Dijital Dental Fotoğrafçılık

Digital Dental Photography

Uzman Diş Hekimi Miray KAYA ACAR

Kocaeli Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D., Kocaeli

Orcid ID: 0000-0001-5250-740X

Doç. Dr. Ayşe KOÇAK BÜYÜKDERE

Kocaeli Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D., Kocaeli

Orcid ID: 0000-0003-1942-456X

Geliş tarihi: 31.10.2022

Kabul tarihi: 14.12.2023

doi: 10.5505/yeditepe.2024.76094

Yazışma adresi:

Araş. Gör. Miray Kaya ACAR

Adres: Kocaeli Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D.

Paşadağ Mh. Akçakesme Sk. No:7 41100 Kocaeli

Tel: 90 0262 344 22 22 (5137)

E-posta: mryacar@gmail.com

ÖZET

Tarihsel gelişimin başlarından itibaren tıbbi literatürde resim ve illüstrasyonlar kullanılmaktadır. Değişen teknoloji ile büyük, hantal fotoğraf makineleri ve karanlık oda işlemleri gibi uzun prosedürler ortadan kalkmış yerlerini küçük, hafif, hızlı digital makinelere bırakmıştır. Fotoğraf arşivi diş hekimliği için oldukça önemlidir. Aynı zamanda muayene, tanı ve tedavi planlaması da son dönemde diş hekimliği alanında büyük yer kazanmakta olan digital fotoğraflarla yapılabilmektedir. Yazılımlar ile görüntü üzerinde oynamalar yapılarak tedavi sonucu özellikle estetik işlemlerde önceden görülebilmektedir. Bu derleme temel fotoğrafçılık prensiplerine dair diş hekimlerini bilgilendirmeyi; fotoğraf teknik, ayar ve çekimi gibi konularda yol göstermeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dental fotoğrafçılık, digital fotoğrafçılık, estetik fotoğrafçılık.

ABSTRACT

Since the beginning of the historical development, pictures and illustrations were used in the medical literature. With the changing technology, big bulky cameras and long bath procedures left their places to smaller, faster cameras and digital images. Photographic archives are important in dentistry. Moreover, examination, diagnosis, and treatment planning can be done with photography and digital images, which have gained a great place in the field of dentistry recently. Image processing with computer software, the treatment process and the approximate result of the treatment can be shown provisionally, especially in aesthetic procedures. The aim of this review is to provide knowledge for dentists and clinicians about photography and explain the main principles of photography.

Keywords: Dental photography, digital photography, aesthetic photography.

GİRİŞ

Tarihsel gelişimin başlarında tıbbi literatürde resim ve illüstrasyonlar kullanılmaktayken; değişen teknoloji ile büyük, hantal fotoğraf makineleri ve karanlık oda işlemleri gibi uzun prosedürler ortadan kalkmış yerlerini küçük, hafif, hızlı, dijital makinelere ve görüntülere bırakmıştır.¹⁻⁴ Son zamanlarda diş hekimliği alanında büyük bir yer edinen fotoğrafçılık ve dijital görüntülerle muayene, tanı ve tedavi planlaması yapılabilir, tedavi süresince katedilen yol hastaya gösterilebilir, bilgisayar yazılımları kullanılarak görüntüler işlenebilir, ve özellikle estetik işlemlerde provizyonel olarak tedavinin yaklaşık sonucu gösterilebilir.⁴⁻⁶

Dental Fotoğrafçılıkta Kullanılan Temel Ekipmanlar

Kamera Gövdesi

Dental fotoğrafçılıkta kullanılan fotoğraf makineleri amatör,

yarı profesyonel ve profesyonel olmak üzere üç gruba ayrılırlar.^{4,7} Profesyonel "D/SLR [Digital/Single Lens Reflex(Dijital/Tek Objektif Yansımali)]" makineler objektifi değiştirilebilir makineler olarak da adlandırılırlar.³ Dijital fotoğraf makinelerinde işlemcilerin bulunduğu, görüntünün oluştuğu, birçok ayarın yapıldığı ana kısım 'gövde' olarak adlandırılır; farklı tipte objektifler ve flaş kaynakları gibi donanımlar bu kısma monte edilebilir.^{8,9} Fotoğraf makineleri ayrıca krop ve full-frame sensörlü olarak da ikiye ayrılmaktadır. Krop sensörlü makinelerde lenslerin odak uzaklığı 1,5 ile çarpılmaktadır, daha fazla yaklaşma imkânı sağlar, görüntüyü küçültürler. Full-frame sensörler ışık duyarlılığı yüksek olduğundan düşük ışık şartlarında avantajlıdır. Bu sensörlerin megapiksel değeri sabit bırakılıp boyutu arttırılmış; fazla ışık tutması dolayısıyla daha iyi ve grensiz görüntü elde edilmesi sağlanmıştır. Ancak hafiflik ve düşük maliyet açısından krop sensörlü makineler dental fotoğrafçılıkta tercih edilmektedir.^{3,7,8}

Dijital fotoğraf makinelerinde ışık kayıt ortamı sensörlerdir. Dünyada CCD [Yük bağlaşımlı aygıt (Charged Coupled Device)] ve CMOS [Bütünleyici Metal Oksit Yarı İletkeni (Complementary Metal Okside Semiconductor)] olarak iki ana foto sensör kullanılmaktadır. Günümüz teknolojisinde CCD daha kompakt ve yüksek görüntü kalitesine sahip olduğundan kullanımı daha verimlidir.^{2,10-12}

Aydınlatma

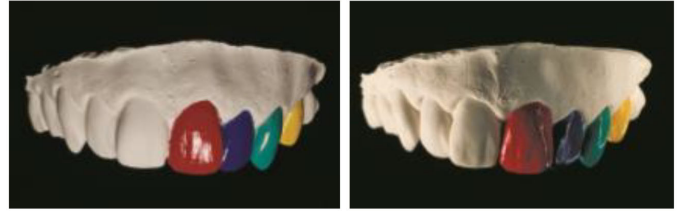
Görüntüde temel etken ışık; dış çekimlerde gün ışığı, dental fotoğrafçılıkta flaşlarla sağlanmaktadır. Makinelerin dâhili flaşları objektifin tek tarafından standart aydınlatma sağlar. Bu tip aydınlatmada detaylar az olur, objenin bir tarafı daha aydınlık, diğer tarafı daha karanlık ve gölgeli kalır. Fotoğraftaki derinlik hissi de kaybolur. Dental fotoğrafçılıkta temel prensip ise objenin homojen, gölgesiz ve tam olarak aydınlanmasıdır bunun için de harici flaşlar kullanılmaktadır.⁷

Dental fotoğrafçılıkta kullanılan makro flaşlar temelde ring (halka) ve twin (ikiz/dual) flaşlar olarak iki farklı tiptedir (Şekil 1). Ring flaşlar ağızın posterior bölgelerini aydınlatmada mükemmeldir ancak tekdüze ışık patlaması anterior dişler veya estetiğin önemli olduğu bölgelerde renk geçişlerindeki ince detay, yarı saydamlık görüntülerini yok ettiği için tavsiye edilmez. Ring flaşların en büyük dezavantajı gölgesiz ve cansız bir görüntü yaratan tek tip ışık çıkışıdır. Diş üzerinde oluşturdukları dairesel bir ışık yansıması fotoğraf çekiminde istenmemektedir; dişlerin pozisyonu, rengi ve yüzey özellikleri gibi estetik elementlerin normalden farklı algılanmasına neden olabilmektedir.^{2,9,11,13-15}



Şekil 1: Ring ve Twin flaşlar¹⁴

Twin flaşlar anterior dişlerin ve restorasyonların fotoğraf lanmasında birinci sırada tercih edilen flaş kaynaklarıdır. Posterior bölge çekimlerde twin flaşlardan bir tanesi genellikle ağız dışında kaldığı için, tek taraflı ve gölgeli çekimler yapılması, bu flaşların posteriorda tercih edilmeme nedenidir. Twin flaşlarda her iki yandaki ışığın uzaklığı, yüksekliği ve açısı manuel olarak ayarlanabilir. Bu sayede fotoğraflarda alan derinliği çok daha iyi olur (Şekil 2).^{2,9,13,16}



Şekil 2: Solda ring ve sağda twin flaşla çekilmiş iki görüntü¹³

Bazı durumlarda twin flaşlar objektife çok yakın konumlanmaktadır ve ring flaş efekti oluşturularak yüzeyde fazla ışık yansımalarına neden olmaktadır. Bu sorunu çözmek amacıyla, 'twin flaş braketleri' piyasaya sürülmüştür.⁵⁻⁷ Bu aparatlar sayesinde ışığın dişlere geliş açısı istenilen şekilde ayarlanmakta ve yansıma oluşumu da engellenmektedir.¹⁹

Fotoğraf makinesinin gövdesine direkt olarak bağlanmayıp bir tetikleyici yardımı ile kullanılan doğrudan elektrige bağlı güçlü bir diğer makro flaş 'paraflaş'tır. Dental fotoğrafçılıkta en az 300 watt gücünde olanları kullanılmalıdır. Işık, paraflaşların üzerine takılan farklı ebatlardaki 'softbox' olarak bilinen difüzörlerden daha yumuşak bir biçimde gelir. Bu durumda anatomik oluşumlar tamamen örtülerek, detaylar bir miktar gizlenmektedir. Bu tip fotoğraflar bilimsel yayın amaçlı çekilen dental fotoğraflarda tercih edilmemektedir. Ekstraoral çekimler ve artistik dental fotoğraf çekimleri amacıyla yaygın olarak kullanılan sistemlerdir.^{18,19}

Fotoğraf makinesine direkt olarak bağlanmayıp ana flaşa yardımcı olarak kullanılan 'optik slave' flaşlar da mevcuttur. Bu flaşlar fotoğraf çekimi sırasında ana flaşla aynı anda patlarlar. Ana flaşın aydınlatamadığı bölgelerin ve istenmeyen gölgelerin ortadan kaldırılması amacıyla kullanılırlar.⁵

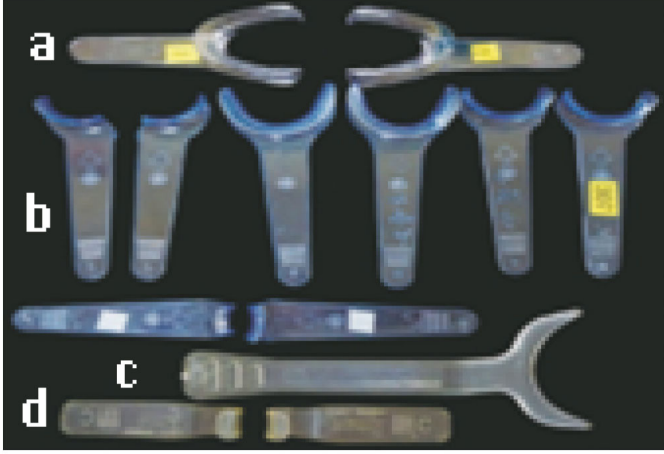
Objektifler

Dental fotoğrafçılıkta sıklıkla 55 mm, 60 mm, 85 mm, 90 mm, 100 mm ve 105 mm'lik makro objektifler kullanılmaktadır. 55 ve 60 mm'lik lensler ile objeye yaklaşılarak çekim yapılması gerekirken, 100 ve 105 mm'lik lensler kullanıldığında daha uzak mesafeden aynı netlikte çekim yapılabilir. Bu objektifler ile yapılan dental fotoğraf çekim-

leri arasında önemli bir fark bulunmamaktadır.^{5,20}

Dental Fotoğrafçılıkta Kullanılan Yardımcı Ekipmanlar Ekartörler

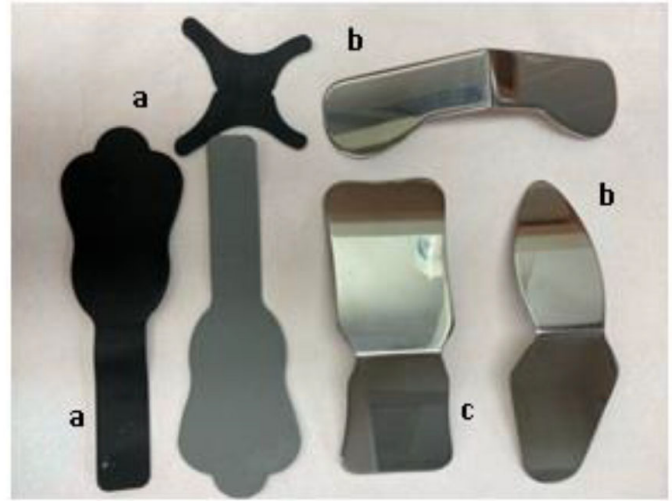
Ekartörler, dudak ve yanak yumuşak dokusunu çekerek oral kavitedeki sert ve yumuşak dokuyu ortaya çıkarmak için kullanılan aletlerdir. Ekartör tipleri arasında plastik ekartörler, ucuzluk ve bazılarının yüksek ısı ve basınçta dezenfekte edilebilme avantajlarından dolayı günlük klinik uygulamada sıkça tercih edilmektedir (Şekil 3).^{3,9,21,22}



Şekil 3: (a) Yanak ekartörleri (b) Oklüzal ekartör (c) Finger ekartörü²

Ağız Aynaları ve Kontrastörler

Ağız içi çekimlerde farklı boyutlarda tasarlanmış metal ya da rodyum kaplı aynalar kullanılmaktadır. Klinikte sıkça kullanılan üç tip ayna vardır. Arkların oklüzal görüntüsü için oklüzal aynalar, dişlerin lateral oklüzyon görüntüsü için bukkal aynalar ve lingual/palatinal yüzleri görüntülemek için ise bukkal ayna benzeri lingual/palatinal aynalar kullanılır. Metal-çelik aynalar ucuz, kolay tedarik edilebilir ve kırılmazdır ancak görüntünün çakışmaması ve kolayca çizilme gibi problemler gösterirler. Bu sorunları elimine ettiği için rodyum kaplı aynalar daha çok tavsiye edilmektedir, tek dezavantajı pahalı olmalarıdır. Aynaların ağız içinde buğulanmasının önlenmesi için öncesinde ılık suya konması sonra kurulanıp kullanılması tavsiye edilir.^{2,9,17,21} Kontrastörler özellikle anterior dişlerin fotoğraflarında, dişlerin arkasında siyah bir fon elde ederek sonsuzda göstermek için kullanılan siyah metal ya da silikon kauçuk kaplı plaklardır. Yüzeyleri ışığı absorbe etme özelliğine sahiptir.^{7,8} Son yıllarda üretilen üzeri silikon kauçuk kaplı plaklar, metal kontrastörlerde zamanla görülen rengin griye dönmesi problemini çözmüştür. Üstelik bu plaklar üzerinde yansıma olmaz, ters görüntü olgusu da ortadan kaldırılır (Şekil 4).²³



Şekil 4: (a) Farklı tip ve renkte kontrastörler (b) Lateral aynalar (c) Oklüzal ayna

Reflektör, Difüzörler ve Çapraz Polarize Filtreler

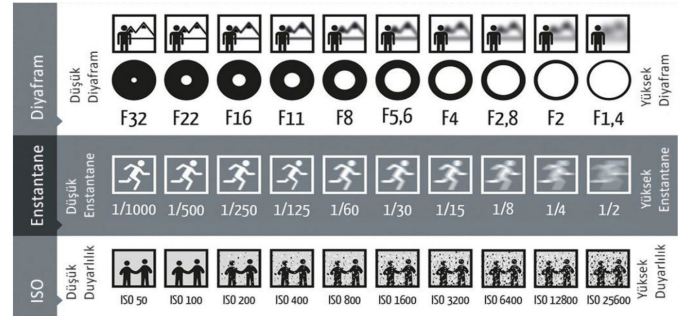
Flaşlardan çıkan ışık gücünü bir miktar azaltmak, doku yüzeyindeki yansımaların daha yumuşak olmasını sağlamak için flaş üzerine monte edilen plastik veya bez aparatlardır. Reflektörler flaştan çıkan ışığın objeye indirekt olarak ulaşmasını sağlarken, difüzörler ise ışığın objeye ulaşmadan önce daha geniş bir alana yayılmasını sağlar.²⁴

Dental fotoğrafçılıkta özellikle ön bölge görüntülenirken ışık ve rengi dengelemek için birbirini dik açı ile kesecek şekilde objektif ve flaş kaynağının önüne polarize filtreler yerleştirilerek çapraz-polarize filtreleme kullanılmaktadır. Böylece ışık iki defa filtrelenmektedir. Bu şekilde fotoğraf çekildiğinde diş ve çevreleyen yumuşak dokularda en ufak bir ışık yansıması olmayan ve ek işlem gerektirmeyen görüntüler elde edilebilmektedir.^{2,7,25,26}

Kamera Ayarları

Apertür (Diyafram)

Diyafram objektifin içinde insan gözbebeğine benzer şekilde açılıp kapanarak makine içine girecek ışık miktarını belirleyen bir mekanizmadır. "f" ile gösterilir. Küçük f değerleri açık; yüksek f değerleri kapalı diyaframı belirtir. Diyafram değeri ayarlanabilir, fotoğrafın aydınlığına ve alan derinliğine etki eder (Şekil 5).⁹



Şekil 5: Diyafram, enstantane, ISO çizelgesi

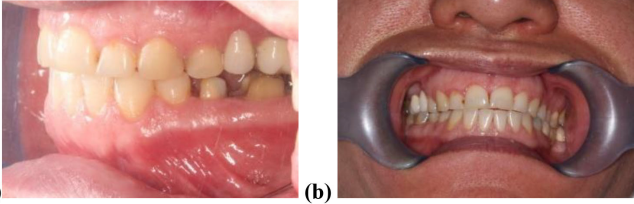
Dental fotoğrafçılıkta istenen alan derinliğinin en yüksek olması fotoğrafın odak noktasından köşelere doğru netliğin değişmemesi ve bulanık alanların olmaması demektir. Dental fotoğrafçılıkta yaygın olarak kullanılan diyafram değeri aralığı, f:18-f:32'dir. Ancak diyaframın fazla

kısılması (f:32) alan derinliğini yükseltse de fotoğrafın çok karanlık çıkmasına neden olacağından, ışık alımını arttıracak şekilde 'ISO' ve 'Enstantane' parametrelerinin de ayarlanması gerekmektedir.^{4,5,9,21} Portre çekimleri gibi obje ile ışık kaynağı arasında mesafe olan çekimlerde ise kamera ya daha çok ışık girmesi için diyafram f:5.6 gibi bir değere getirilerek açılmalıdır.²⁷

ISO ve Enstantane

Sensörün ışık hassasiyeti ISO olarak tanımlanır. Fotoğrafın aydınlığı ve gürültüsünde etkilidir. ISO yükseldikçe ışık hassasiyeti, fotoğrafın aydınlığı ve gürültüsü artar; düşükçe azalır. Düşük ışık koşullarında ISO artırılarak pozlamanın dengeli olması sağlanabilir. Dental fotoğrafçılıkta sıklıkla kullanılan ISO değerleri 100, 200 ve 400'dür. Diyafram değerini kompanse etmek için ISO değiştirilir (Şekil 6).^{7,9} Enstantane değeri, shutter speed, pozlama hızı, perde hızı ya da obtüratör, sensöre gelen ışığın süre aralığını ifade eder ve fotoğrafın aydınlığına etki eder.

(Şekil 7). Hız azaldığında perde daha uzun süre açık kalarak içeriye giren ışık miktarı artarak fotoğrafın daha aydınlık olmasına; arttığında ise perde daha kısa süre açık kalarak içeriye giren ışık miktarı azalarak fotoğrafın daha karanlık olmasına neden olur.



Şekil 6: (a) Aynada çizikler, hatalı açı (f:32 ISO:200 Enstantane:1/200) (b) f:22 ISO:100 Enstantane:1/200



Şekil 7: f:20 (Sol) Enstantane: 1/125 | f:20 (Sağ) Enstantane: 1/200

Dental fotoğrafçılıkta sıklıkla kullanılan enstantane değerleri 1/125 ve 1/250'dir. Enstantane değeri saniye üzerinden gösterilir. Fotoğrafın daha aydınlık olması istendiğinde 1/125, daha karanlık olması istendiğinde 1/250 ayarı kullanılabilir. Ağız dışı çekimler sırasında enstantane değeri 1/30 ve üzeri gibi bir değere yükseltilecek ise eldeki titremelerin görüntüye yansımaması için mutlaka tripod kullanılmalıdır (Şekil 8).^{7,26}



Şekil 8: Canon EOS 600D/f:20 ISO:100 Enstantane:48sn

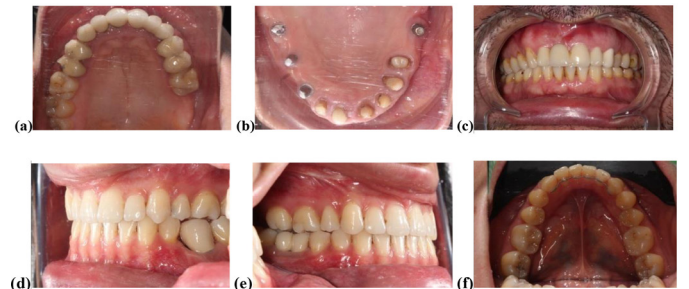
Beyaz Dengesi (White Balance)

Beyaz bir kartın farklı ışık kaynakları altında yine beyaz görünmesinin sebebi renk adaptasyonudur. Renk adaptasyonu beynin farklı aydınlatmaları telafi etme yeteneğidir. Fotoğraf makinelerinde bu işlem beyaz dengesi ayarlanarak gerçekleştirilir. Kameralardaki beyaz dengesi ayarında seçim yapabileceğimiz renk sıcaklıklarını gösteren semboller (ampül, bulut, güneş vb.) veya rakamsal değerler vardır. Bunlardan rakamsal olarak 5.500oK ya da gün ışığı ayarı seçilmelidir.^{17,26}

Beyaz dengesi ayarında yaygın olarak kullanılan bir uygulama da %18'lik gri karta göre kalibrasyondur. Ortamdaki aydınlatma kaynakları ve ışıktan bağımsız olarak fotoğraflarda doğru renkleri elde etmek için kullanılır. %18'lik gri kart, çok karanlık ile çok aydınlık skalasında tam ortada alana denk gelmektedir. Bu karttan yansıyan ışık miktarı kamera tarafından "normal" pozlama aralığında algılanır. Nötrali rengi temsil ettikleri için gri kartlar herhangi bir renk dağılımını algılamak ve fotoğraflardaki beyaz dengesini düzeltmek için bir referans olarak kullanılmaktadır.²⁸

Ekspozür (Pozlama) ve Alan Derinliği

Pozlama, fotoelektrik sensör (CCD/CMOS) tarafından alınan toplam ışık miktarını temsil eder. Uygun pozlama ile detaylar yeterli olarak imaja yansıtılabilir. En parlak yerden en karanlık alana, kademeli geçişle tüm detaylar görüntülenebilir.^{2,17} Dental fotoğrafçılıkta ideal çekim için tam manuel mod önerilmektedir. Ancak tam manuel mod; diyafram, deklanşör hızı (pozlama süresi), flaş ve diğer tüm koşulların manuel olarak ayarlanmasını gerektirmektedir (Şekil 9).^{2,29}



Şekil 9: (a) f:20 ISO:100 Enstantane:1/200 (b) f:25 ISO:200 Enstantane:1/200 (c) (d) (e) f:22 ISO:100 Enstantane:1/200 (f) f:29 ISO:100 Enstantane:1/200

Klinikte pozlama parametreleri ayarlanırken aşağıdaki prensipler uygulanmalıdır:

1. En iyi imaj kalitesine ulaşmak için, ISO genelde en düşük değere ayarlanır.
2. Yeterli alan derinliğinin oluşması için kısım diyafram açıklığı sağlanmalıdır.
3. Tripod kullanımı klinik için kısıtlayıcı olabilir. Ellerin titremesinden kaynaklı, imajlardaki bulanık görüntüyü önlemek için deklanşör hızı genelde 1/100'den hızlı olmamalıdır.
4. Uygun aydınlatma ile uygun pozlamaya ulaşılmalıdır.^{2,17}

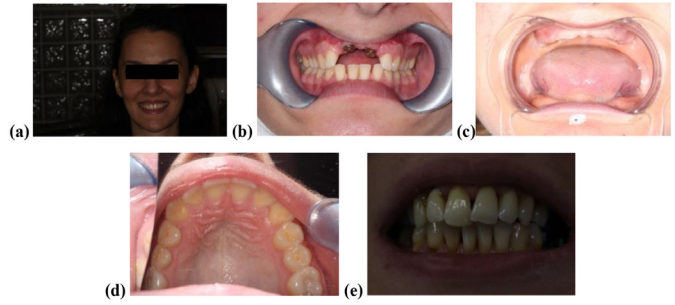
Herhangi bir pozlama parametresi değiştirildiğinde, diğer parametrelerin de uygun olarak ayarlanması gerekmektedir.²

Hasta Pozisyonlandırılması ve Çekim Teknikleri

Klinik görüntü alınmadan önce hastanın rahat olduğu, fotoğrafçı ve asistan için de elverişli olan bir pozisyon belirlenmelidir. Portre çekimlerinde hasta dik oturmalı; baş, sırt, omuzlar bir bütünlük içinde olmalıdır. Bu şekilde elde edilen görüntü estetik ile yatay düzlem arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde yansıtabilir ve hasta bu pozisyonu kolayca sürdürebilir.² Fotoğrafların daha doğal ve göze güzel görünmesi hastanın kişisel alanı ihlal edilmeden çekim yapıldığında sağlanır. Bu mesafe uzun odaklı portre lenslerinin (100 mm ve üzeri) kullanımı ile korunabilir.³⁰ Rutin fasiyal ve portre çekimlerinde dinlenme, hafif gülümseme ve abartılı gülümsemede karşıdan, 45 derece ve tam profil fotoğrafları alınmaktadır. Bunların yanında sadece ağız ve dişlerin görüldüğü dentofasiyal görüntüler de ekstraoral olarak alınmaktadır. Bu pozlarla; yüz formu, insizal düzlem interpupiller çizgi ilişkisi, dişeti görünürlüğü, keser inklinasyonları ve dudak pozisyonu incelenmektedir (Şekil 10,11).^{6,7,30,31}

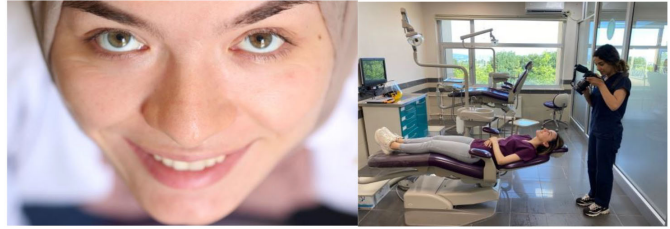


Şekil 10: (a) Dinlenme halinde karşıdan, 45 derece ve profil görüntüsü (b) Hafif gülümsemede karşıdan, 45 derece ve profil görüntüsü (c) Tam gülümsemede karşıdan, 45 derece ve profil görüntüsü (f:2.8 ISO:1000 Enstantane:1/125sn)



Şekil 11: (a) Hatalı arka plan ve konumlandırma (f:14 ISO:100 Enstantane:1/40) (b) Yetersiz ekartasyon (f:22 ISO:100 Enstantane:1/40) (c) Aşırı pozlama (f:13 ISO:100 Enstantane:1/125) (d) Yetersiz ekartasyon ve ortalanmamış ayna (f:20 ISO:100 Enstantane:1/200) (e) Düşük pozlama (f:18 ISO:100 Enstantane:1/60)

Digital Smile Design programında bu fotoğraflara ek olarak "saat 12 pozisyonu fotoğrafı" da vardır. Saat 12 pozisyonu yüzle bütünleşmiş iyi bir gülüş tasarımı için çok önemli bir açıdır. Bu noktada gözler, çene ve çene açısının fotoğrafta olduğundan emin olunmalı, hasta kameraya doğru bakmalı, görüntü burun dişleri kapatmadan alınabilecek en koronal pozisyonda alınmalıdır. Alt dişler neredeyse üst dudağa değecek şekilde gülümserken görüntü alınır. Bu fotoğraf iki şekilde alınabilir. Hasta koltukta en alt, yatay pozisyonda yüzünü hareket ettirmeden hekim arkasındayken kameraya doğru bakar ya da hekim ve hasta taburede otururken hasta öne eğilerek dirseklerini dizlerine dayar yüzü yere gözleri kameraya bakar şekilde fotoğrafların (Şekil 12).³²



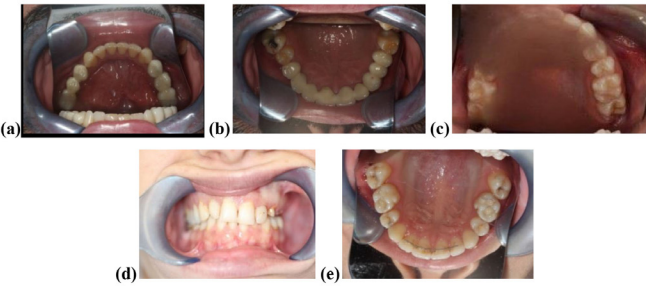
Şekil 12: Saat 12 pozisyonu fotoğrafı ve görüntü alınması

Ağız içi çekim yapılırken ise tüm ağız frontal oklüzyon, arkların oklüzalleri, sağ-sol lateral oklüzyon, alt çene protruziv ve laterotruziv oklüzyon görüntülenmektedir (Şekil 13). Bu çekimlerde tek tek ön ve arka dişlerin görüntüleri elde edilebilir. Bunlara ek olarak kuadrant oklüzal, lateral ve palatal (lingual) yüzeyler, ağız mukozası, minenin yüzey özellikleri de ağız için görüntülenebilirken restorasyonlar için renk seçimi de ağız içi çekimlerle yapılmaktadır (Şekil 14).^{6,7,31,33} Üst çene arkının oklüzali, ön bölge arkın insizali ya da renk-ton seçimi için görüntü alınırken ünit mümkün

olduğu kadar aşağı seviyeye ayarlanmalı, hasta neredeyse yere paralel olmalıdır.²



Şekil 13: Intraoral çekimler (f:29 ISO:100 Enstantane:1/200sn)



Şekil 14: (a) Hatalı konumlandırılmış ayna ve dişlerin çift imajları (f.29 ISO:100 Enstantane:1/200) (b) Yetersiz dudak ekartasyonu (f.29 ISO:100 Enstantane:1/200) (c) Buğulanmış ayna (f:22 ISO:100 Enstantane:1/200) (d) Hatalı odak noktası ve aşırı pozlama (f:2.8 ISO:200 Enstantane:1/40) (e) Ortalanmamış imaj (f:22 ISO:100 Enstantane:1/200)

Ekipmanların Temizliği ve Çekim Öncesi Hazırlık

Dental fotoğrafçılığın kullanım amacından bağımsız olarak herhangi bir fotoğraf çekimi öncesinde kişinin yazılı onamını almak ve fotoğrafta gizlilik sağlamak önemlidir.³⁴ Klinik fotoğrafçılığı anlamak ve en iyi klinik görüntüleri elde etmek için temel fotoğrafik kriterleri bilmek gerekmektedir. Çekim öncesi hasta rahat olmalı, çekim sırası ve alınacak görüntüler belirlenmelidir. Hasta, hekim ve yardımcı ellerin pozisyonları doğru olmalıdır. Kamera ayarları kontrol edilmeli, uygun lens ve aydınlatma sağlanmalı, yardımcı aksesuar ve cihazlar doğru konumlandırılmalıdır.^{35,36}

Dental fotoğrafçılık çapraz-enfeksiyon kurallarına sıkı bir uyum gerektirmektedir. Dental prosedürlerde uygulanan rutin çapraz-enfeksiyondan korunma yöntemleri dental fotoğrafçılık için de uygulanabilir. Fotoğrafik ekipman ve aksesuarlar için özel bir alan olması tavsiye edilmektedir. Tüm fotoğrafik ekipmanlar; kamera, lens, tripod ve kablo uzantıları tek kullanımlık kılıflarla sarılmalıdır. Üretim materyali ve üretici önerisine bağlı olarak rekraktör otoklavda steril edilebilir. Ağız içi aynalar orta düzeyde kuvvetli, %15-20 alkol, %10-55 etanol bazlı bir yüzey dezenfektanı ile silinmelidir. Fotoğraf çekiminden önce dişler temizlenmeli, polisaj ve diş ipi uygulaması yapılmalıdır. Retraktör yerleşimi öncesi hastanın dudaklarına vazelin sürülmeli, bu sayede dudakların çatlaması ve fazla gerilmesi önlenmektedir.³²

SONUÇ

Diş hekimliği alanında ağız içi ve profil görüntülerinin alınmasında sıklıkla makro çekim tekniği kullanılmaktadır. Bu çekimler sırasında çeşitli yapay ışık kaynaklarından faydalanılmaktadır. Ağız içi görüntülerde twin ya da ring flaşlar kullanılırken ağız dışı görüntülerde paraflaşlar daha idealdir. Dental fotoğraflar hasta takibi, estetik ve fonksiyonun elde edilmesi sırasında ekip çalışmasının sürdürülebilmesi, tedavi sürecinin hasta ile paylaşılması ve yasal konularda özellikle hekime fayda sağlamaktadır. Tüm bu verilere bakıldığında dijital dental fotoğrafçılık son dönemlerde revaçta olan ve giderek popülerleşen bir alandır.

KAYNAKLAR

1. Güler SA, Akça T. Tıbbi Fotoğrafçılık: Tarihsel Süreç ve Temel Kavramlar. Türk Dermatoloji Dergisi 2017; 11(3): 98.
2. Liu F. Dental Digital Photography. 3rd ed., Springer Nature Singapore Pte Ltd. and People's Medical Publishing House Co. Ltd., Singapore; 2019.
3. Manjunath SG, Ragavendra TR, Sowmya KS, Jayalakshmi K. Photography in clinical dentistry: A Review. Int J Dent Clin 2011; 3(2): 40-43.
4. Ertaş E. Diş Hekimliğinde Dijital Fotoğraf. Türkiye Klinikleri Journal of Restorative Dentistry-Special Topics. 2016; 2(2): 1-6.
5. Gehrman RE. Dental photography. Tulsa, Penn Well; 1982.
6. McLaren EA, Terry DA. Photography in dentistry. Journal of the California Dental Association. 2011; 29(10): 735-742.
7. Lazar D, Cimpian S, Stratul S. An introduction of dental photography. A guide on specific cameras and accessories. TMJ 2011; 61(1-2): 107-111.
8. Shagam J, Kleiman A. Technological updates in dental photography. Dent Clin North Am 2011; 55(3): 627-633.
9. Engin Ö. Dental Fotoğrafçılık. Quintessence Yayıncılık. 2011.
10. Mehta S, Patel A, Mehta J. CCD or CMOS Image sensor for photography, In Communications and Signal Processing (ICCSP). 2015 International Conference on (pp. 0291-0294). IEEE, April, 2015.
11. Sajjadi SH, Khosravanifard B, Moazzami F, Rakhshan V, Esmailpour M. Effects of Three Types of Digital Camera Sensors on Dental Specialists' Perception of Smile Esthetics: A Preliminary Double-Blind Clinical Trial. J Prosthodont 2016; 25: 675-681.
12. New York Institute. New York Institute of Photography. New York: New York Institute; 1999.
13. Ahmad I. Digital Dental Photography Part 5: Lighting. Br Dent J 2009; 207(1); 13-18.
14. Korkut B. Smile Make-Over with Direct Composite Ve-

neers: Two Years Follow-up Report. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2018; 12(2): 146-151.

15. Peck JJ, Rooft SB, Kawasaki DK. Camera and lens selection for the facial plastic surgeon. *Facial Plast Surg Clin North Am* 2010; 18(2): 223-230.

16. Patel A. Clinical digital dental photography. *Cosmetic* 2012; 2: 8-14.

17. Ahmad I. Digital dental photography Part 6: Camera settings. *Br Dent J* 2009; 207(2): 63-69.

18. Nayler JR. Clinical photography: a guide for the clinician. *J Postgrad Med* 2003; 49(3): 256.

19. Nayak. Clinical photography: A to Z. *APOS Trends in Orthodontics*. 2017; 7(1): 19.

20. Terry DA, Snow SR, McLaren EA. Contemporary dental photography: Selection and application. *Compend Contin Educ Dent* 2008; 29(8): 432-436.

21. Bayındır F, Albayrak B. Digital Dental Fotoğrafçılık-II. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Der* 2019; 29(1): 143-149.

22. Claman LF, Rashid R. Techniques for dental photography. *Biomedical photography*. Ed: Vetter JP. Boston: Butterworth-Heinemann, 1992.

23. Williams AR, Newuwhuis G. Clinical and operating room photography. *Biomedical photography*. Ed: Vetter JP. Boston: Butterworth-Heinemann, 1992.

24. Fahim R, Thakur R. Digital dental photography: The guidelines for a practical approach. *TMU J Dent* 2014; 1(106): 12.

25. Robertson J, Toumba KJ. Cross-polarized photography in the study of enamel defects in dental paediatrics. *J Audiov Media Med* 1999; 22(2): 63-70.

26. Hein S, Tapia J, Bazos P. eLABor_aid: a new approach to digital shade management. *Int J Esthet Dent* 2017; 12(2): 186-202.

27. Ratcliff S. *Digital Dental Photography A Clinician's Guide*. The L.D. Pankey Dental Foundation, Inc, 2004.

28. How to Use a Grey White Balance Card for Perfect Color <https://expertphotography.com/grey-card-white-balance/> Access Date: 10.07.2023

29. Lu R, Sun W. Application and prospects of medical photography. *J Pract Med Technol* 2003; 11: 108.

30. Ahmad I. Digital dental photography. Part 7: extra-oral set-ups. *Br Dent J* 2009; 207(3): 103-110.

31. Ward DH. The vision of Digital Dental Photography. *Dent Today*. 2007; 26(5): 100-105.

32. Coachman C, Yoshinaga L. DSD Video and Photo Protocol. <https://www.dsdplanningcenter.com/pdf/dsd-video-photo-protocol.pdf> Access Date: 16.08.2021.

33. Ahmad I. Digital dental photography. Part 8: intra-oral set-ups. *Br Dent J* 2009; 207(4): 151-157.

34. Ahmad I. Dental Photography Part 2: Purposes and uses. *Br Dent J* 2009; 206(9): 459-464

35. Ahmad I. Digital dental photography. Part 1: An overview. *Br Dent J* 2009; 206(8): 403-407.

36. Bazos P, Magne M. Demystifying the digital dental photography workflow. *J Cosmet Dent* 2013; 9(1): 82-88.

Mobil Dental Fotoğrafçılık

Mobile Dental Photography

Doç. Dr. Merve KÖSEOĞLU

Sakarya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Sakarya
Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Erzurum
Orcid ID: 0000-0001-9110-9586

Prof. Dr. Funda BAYINDIR

Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Erzurum
Orcid ID: 0000-0001-5699-2879

Geliş tarihi: 12.12.2023

Kabul tarihi: 27.02.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2024.37268

Yazışma adresi:

Merve Köseoğlu

Adres: Mithatpaşa Mahallesi Adnan Menderes Cad.

No:122/B, Sakarya, Türkiye

Tel: 0 264 295 40 57

E-posta: mervekoseoglu89@gmail.com

ÖZET

Diş hekimliğinde fotoğrafçılık; tedavi takibinde, adli diş hekimliğinde, hasta ile iletişimde, restorasyonların renk seçimi ve dijital gülümseme planlaması gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte pek çok özellik eklenen akıllı telefonların kullanımı günümüzde çok yaygındır. Pratik, kullanımı kolay ve nispeten ucuz olan akıllı telefonların hem gündelik hayatta hem de diş hekimliği pratiğinde fotoğraf çekiminde kullanımı yaygınlaşmaktadır. Diş hekimliğinde fotoğrafçılık terimlerini ve fotoğraf makinelerinin kullanımını anlatan pek çok makale yayınlanmıştır. Ancak, akıllı telefonların dental fotoğrafçılıkta kullanımı ile ilgili çok az sayıda makale mevcuttur. Bu derlemede, akıllı telefonların dental fotoğrafçılıkta kullanımının detaylı bir şekilde tartışılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fotoğraf, diş hekimliği, akıllı telefon.

ABSTRACT

Photography has been used in dentistry for several purposes, including treatment follow-up, forensic dentistry, communicating with patients, shade matching, and digital smile design. These days, dentists widely use smartphones because of the numerous additional features resulting from technological advancements. Functional, simple, and cost-effective smartphones are increasingly gaining popularity in both everyday photography and dental practice. Several studies gave information about the use of cameras and the definition of photographic terms in dentistry. There are surprisingly few articles that discuss the use of smartphones in dental photography. This review aims to provide a comprehensive analysis of the use of smartphones in dental photography.

Keywords: Photography, dentistry, smartphone.

GİRİŞ

Diş hekimliği pratiğinde görüntü elde edilmesinde geçmişten günümüze dek farklı cihazlar kullanılmıştır. Ağız içi kameralar ve bas çek fotoğraf makineleri, geçmişte diş hekimliği pratiğinde kullanılmıştır. Ancak ağız içi kameralarla elde edilen görüntüler dental fotoğrafçılık için minimum gereksinimleri karşılamamaktadır.¹ Bas çek fotoğraf makineleriyle ise yakın çekim fotoğraflarda distorsiyonlar oluşmaktadır. Bu nedenle, ağız içi kamera ve bas çek fotoğraf makinelerinin günümüz diş hekimliği pratiğinde kullanımı önerilmemektedir.² Dijital tek mercek yansız (DSLR, Digital Single Lens Reflex) fotoğraf makineleri ise, diş hekimliğinde geçmişten günümüze yüksek kalitede fotoğraflar çekmek için kullanılan en iyi kameralardan kabul edilir.³ Dental fotoğrafçılıkta kullanılabilen örnek fotoğraf makineleri Resim 1’de gösterilmiştir.^{4,5}



Resim 1. Dental fotoğrafçılıkta kullanılabilen farklı marka DSLR kameralar^{4,5}

Son yıllarda cep telefonu kullanımının yaygınlaşması ve akıllı telefon kameralarındaki teknolojik gelişmeler ile birlikte diş hekimliği fotoğrafçılığında mobil telefon kullanımı artmış ve "mobil dental fotoğrafçılık" terimi tanıtılmıştır.² Dijital dental fotoğrafçılıkta akıllı telefonların kullanımı, hafif ve kullanımı kolay olması, nispeten ucuz olması, ekstra ekipman zorunluluğunun olması gibi nedenlerle yaygınlaşmaktadır.⁶

Literatürde, diş hekimliğinde fotoğraf makinelerinin kullanımını detaylı olarak anlatan pek çok makale mevcuttur.⁷⁻¹⁰ Ancak, akıllı telefonların dental fotoğrafçılıkta kullanımı ile ilgili Türkçe yayınlanmış herhangi bir derlemeye rastlanmamıştır. Bu derlemede, diş hekimliği fotoğrafçılığında kullanılan akıllı telefon kameralarını, fotoğraf makineleriyle karşılaştırarak, "mobil dental fotoğrafçılık" teriminin avantaj ve dezavantajlarını açıklamak amaçlanmıştır.

Görüntü Kalitesi ve Etkileyen Faktörler

Gerek fotoğraf makineleriyle gerekse cep telefonları ile çekilen fotoğraflarda amaç, iyi görüntü kalitesi elde etmektir. Fotoğraflarda görüntü kalitesini etkileyen birçok faktör vardır.¹¹ Bunlardan keskinlik ve netlik birbiriyle karıştırılan, ancak gerçekte farklı olan iki kavramdır. İki kavram da fotoğrafta bulunan nesnelerin sınırlarının belirli olması olarak açıklanabilir de, netlik fotoğraftaki objelerden her birinde ayrı ayrı değerlendirilebilirken, keskinlik ise fotoğrafın genel özelliğidir.¹² Keskinlik, lensin tasarım ve üretim kalitesi, odak uzaklığı, diyafram ve görüntü merkezinden uzaklığından ve kamera gövdesindeki sensörden etkilenir¹¹ ve bilgisayar programları ile arttırılabilir.¹² Netlik ise objektifin odaklanmasından kaynaklı optik bir özelliktir ve çekim anında iyi sağlanmazsa sonradan değiştirilemez.¹²

Dijital bir fotoğraftaki gürültü ise, görüntüdeki istenmeyen noktacıklar ya da grenli yapı olarak karşımıza çıkar. Görüntüde artefakt, gerçekçi olmayan kenarlar, görünmeyen çizgiler, köşeler gibi istenmeyen etkiler oluşturur ve görüntü arka planını bozar.¹¹ Fotoğraf makinesinin sensörüne ulaşarak, belirli bir süre içerisinde görseli oluşturan ışığın miktarı pozlamadır. Aşırı pozlamada çok parlak ve detayların kaybolduğu bir görüntü; az pozlamada ise yeterli ışığın mevcut olmadığı ve çok karanlık görüntü elde edilecektir. Pozlamayı etkileyen faktörler; diyafram

açıklığı (f-stop), deklanşör hızı ve pozlama üçgeni olarak bilinen ISO ayarlarıdır.¹³

Objektifin içinde gözbebeği gibi açılan ve kısılan bir mekanizma olan diyafram, ortamın ışığına göre açılır veya kısılır. Diyafram ayarı f/1.4 ile f/32 arasında değişmektedir ve f/32 de iken içeriye en az ışık, f/1.4'te ise en çok ışık girmektedir.⁹ Diyafram açıklığı, alan derinliği için belirleyici faktördür. Alan derinliği, objektifin odaklandığı cisim etrafında (önünde veya arkasında) oluşan netlik sahasıdır. Diyafram ne kadar küçük olursa, alan derinliği o kadar büyük olur. Ağız içi fotoğraflarda dudaklardan başlayarak anterior ve posterior dişlerin net olarak görüntülenmesi için geniş bir alan derinliği sağlamak gereklidir. İdeal görüntü elde etmek için gerekli diyafram açıklığı, kullanılan fotoğraf makinesinin marka ve modeline göre değişiklik gösterse de,¹⁰ genel olarak portre çekiminde f/10- f/11, yakın çekimlerde f/20-f/25, ağız içi fotoğraf çekiminde f/29-f/32 arasında diyafram açıklığı önerilmektedir.^{14,15}

Eskiden sıklıkla kullanılan kamera filmlerinin modernize edilmiş versiyonu olan sensörler, kamera gövdesinin bir parçasıdır ve piksel adı verilen küçük karelerle doludur. Piksel, elektronik bir ekrandaki veya veri dosyasındaki en küçük görsel birimdir. Kamera sensöründeki her bir piksel, nesnenin yansıyan ışığını yakalar ve onu görüntü verisine dönüştürür. Pikseller, aynı yapboz parçaları gibi birleşir ve bir fotoğraftaki milyonlarca pikselin bir araya gelmesiyle megapiksel (MP) terimi oluşur. Bu terim, kamera çözünürlüğünün bir ölçüsüdür.² Bir fotoğraftaki MP sayısı ne kadar yüksek olursa, o fotoğraf daha çok detaya ve daha iyi çözünürlüğe sahip olur.¹⁶

Merceğin optik merkezinden dijital kamera sensörüne olan mesafesi olan odak uzaklığı, sistemin ışığı ne kadar güçlü odaklayabildiğinin bir ölçüsüdür.¹⁷ Makro lenslerin odak uzunlukları 15- 200 mm arasında değişmekle birlikte,¹⁸ diş hekimliğinde fotoğraf çekiminde, kullanılan makineye ve fotoğraf çekilen ortamın büyüklüğüne bağlı olarak,¹⁴ 85 mm ile 105 mm arasında odak uzunlukları olan makro lens kullanımı önerilmektedir.¹⁷ Ayrıca, ideal büyütme oranı 1:1 olmalıdır, yani sensördeki görüntünün boyutu, fotoğrafı çekilen nesnenin gerçek boyutuna eşit olmalıdır.¹⁸ Dental fotoğrafçılık için kullanılabilen makro lens örnekleri Resim 2'de gösterilmiştir.^{19,20}



Resim 2. Dental fotoğrafçılıkta kullanılabilen farklı makrolensler^{19,20}

Deklanşör hızı, deklanşörün açık kaldığı süredir ve pozlama süresi ile direkt ilişkilidir. Deklanşör hızı ne kadar fazla olursa, ışığa o kadar kısa süre maruz kalınacak ve hareket donmuş görünecektir. Deklanşör hızı ne kadar az olursa

tam tersi şekilde, o kadar uzun süre ışığa maruz kalınacak ve hareket bulanık görünecektir.¹³

ISO, sensörün ışığa hassasiyetidir. ISO sayılarla ölçülür ve 24 ile 128000 arasında değişebilir.²¹ Daha düşük ISO değerleri, daha az hassasiyet anlamına gelir. ISO değeri düştükçe fotoğraftaki gürültü azalır.¹ Dental fotoğrafçılıkta ISO değerleri 100'e ayarlanmalıdır.⁸

DSLR fotoğraf makinelerinde, keskin, gürültüsüz bir görüntüye ve uygun alan derinliğine sahip olmak için sırasıyla, deklanşör hızı, ISO ve açıklık çapı azaltılabilir. Bu sayede, sensöre daha az ışık vurabilecek ve görüntü az pozlanmış olacaktır. Aydınlatma yoğunluğunun artırılması için tek pratik çözüm flaş kullanılmasıdır. Diş hekimliği fotoğrafçılığında yaygın olarak kullanılan üç çeşit flaş vardır. Halka flaş, lensi çevreleyerek her tarafından ışık yayılmasını sağlar ve gölgeleri ortadan kaldırır. Uniform bir patlama oluşturur, posterior dişlerin ve zor erişilen alanların fotoğraflarını çekmek için kullanışlıdır. Ancak, halka flaştaki bu tek düze ışık patlaması dişlerdeki ince detay, saydamlık ve renk geçişlerini yok edeceğinden, bu flaş türünün özellikle estetiğin çok önemli olduğu anterior bölgenin fotoğraflanmasında kullanımı önerilmez. Halka flaşların en büyük dezavantajı, tekdüze ışık çıkışının, gölgelerin net anlaşılmadığı, cansız bir görüntüye sebep olmasıdır.¹⁸ Bir diğer flaş türü olan ikiz flaş, halka flaştan daha pahalıdır ve kullanımı daha çok deneyim gerektirmektedir. İkiz flaş, estetiğin önemli olduğu anterior bölgede dişlerin fotoğraflanması esnasında karakterizasyon, renk, yüzey dokusu özellikleri ve yarı saydamlık gibi nüansların kaydedilmesi için kullanılır. Posterior dişlerin ve oklüzal yüzeylerin çekiminde ikiz flaşların kullanımı tavsiye edilmez.¹⁸ Stüdyo flaşları ise, yüksek kaliteli fotoğraflar için ideal, öngörülebilir sonuçlar verebilir ve yaygın olarak kullanılabilir. Bu flaşlar, homojen aydınlatma sağlar, dişlerin yüzey detaylarının, renk geçişlerinin ve yarı saydamlıklarının daha iyi kaydedilmesine yardımcı olur. Ancak stüdyo flaşları ile fotoğraf çekimi için, daha fazla deneyim, daha fazla alan, daha yüksek bütçe ve maliyeti yüksek özel aksesuarlar gerekmektedir.¹⁸

DSLR Fotoğraf Makinelerinin ve Akıllı Telefonlarının Karşılaştırılması

DSLR, direkt ışığı lensten vizöre doğrultmak için aynalar kullanan bir dijital fotoğraf makinesidir. DSLR fotoğraf makinelerinin avantajı; fotoğrafçının gereksinimlerine ve fotoğraf türüne göre seçilebilen, farklı odak uzunluklarına sahip değiştirilebilir lenslerin varlığıdır.³ Ancak, bir DSLR fotoğraf makinesiyle birlikte lens, flaş ünitesi, polarize filtre, makro flaş ve bazı diğer aksesuarlarının satın alınması gerekliliği bu cihazların bazı diş hekimleri ve özellikle öğrenciler tarafından finansal olarak ulaşılmaması zor olmasına neden olabilir. Ayrıca herkes, bu karmaşık ekipmanları doğru şekilde kullanmada yetkin olmayabilir.²⁶ Akıllı te-

lefonların kameraları, piyasada bulunan diğer kameralar gibi, bir sensör ve lens olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır.²

DSLR fotoğraf makinesi ve akıllı telefon kameraları ile elde edilen görüntülerin kalitesini karşılaştırırken, sensör ilk olarak ele alınacak komponentlerden biridir. Her ne kadar pazarlama stratejileri, pek çok insanı bir akıllı telefon kamerası ne kadar çok piksele sahip olursa o kadar iyi kalitede fotoğraflar çekilebileceğine inandırsa da MP bir kameranın kalitesini etkileyen en önemli faktör değildir. Fotoğraf kalitesini sadece içindeki piksel sayısı değil, sensör büyüklüğü de etkiler.² Büyük sensöre sahip olan bir kamera, ışığa daha fazla maruz kalan yüzey alanına sahiptir ve bu da daha kaliteli fotoğraflar elde edilmesiyle sonuçlanacaktır.²² DSLR fotoğraf makinesi ile cep telefonu aynı çözünürlüğe sahip olduğunda bile, DSLR kameralarda daha büyük boyuttaki bir sensörü doldurmak, cep telefonlarındaki çok daha küçük bir sensörü dolduraktan daha büyük pikseller gerektirmektedir ve daha büyük pikseller ise çok daha düşük gürültü sağlayarak görüntü kalitesinin artmasını sağlar. Örneğin, 18 MP çözünürlüğe sahip bir DSLR fotoğraf makinesi, 21 MP çözünürlüğe sahip cep telefonu sensöründen çok daha iyi bir görüntü verebilmektedir.²

Nihai görüntünün netliği, keskinliği ve genel kalitesi gibi bazı yönleri büyük ölçüde lensin kalitesinden etkilenir.²³ İdeal lenslerle, fiçı yaklaşımı bozulması veya varil distorsiyonu olarak da adlandırılan görüntüdeki bozulmayı en aza indiren, yüksek optik kalite ve çözünürlüğe sahip olan fotoğraflar elde edilmelidir.³ Cihazları karşılaştırırken, lens terimi ile birlikte, diyafram açıklığı ve odak uzunluğundan da bahsedilmelidir. DSLR fotoğraf makinelerinde diyafram açıklığı ve deklanşör hızı ayarlanabilirken, pek çok akıllı telefonda sabit diyafram açıklığının ve deklanşör hızının mevcut olması mobil dental fotoğrafçılık için bir dezavantajdır. Ayrıca, DSLR fotoğraf makinelerinde ISO değerleri ayarlanabilmekte, akıllı telefonlarda ise bu değer, bazı eski modellerde ayarlanamazken, bazı yeni modellerde ise ayarlanabilmektedir.²

DSLR fotoğraf makinelerinin en büyük avantajı, değiştirilebilir lenslere sahip olmasıdır. Bu sayede fotoğrafı çeken kişi, ihtiyaca göre farklı odak uzunluklarına sahip çeşitli lensler kullanabilir. Cep telefonları ise 24-32 mm arası değişebilen kısa odak uzunluğuna sahip geniş açı lenslere sahiptir.² Teorik olarak, geniş açı lensler, yaklaştırma efekti uygulanmışçasına nesnelerin merkeze doğru yaklaştıkça büyüdüğü, kenarlara doğru küçüldüğü fiçı yaklaşımı bozulması veya varil distorsiyonu olarak adlandırılan duruma sebep olabilir.^{2,24}

Son yıllarda, teknolojideki hızlı gelişmelerle birlikte, bazı yeni akıllı telefon kameralarında, daha önce DSLR fotoğraf makineleriyle sınırlı olan özelliklere erişmelerine izin veren, ikili, üçlü, hatta dördü kamera kurulumları bulunur.

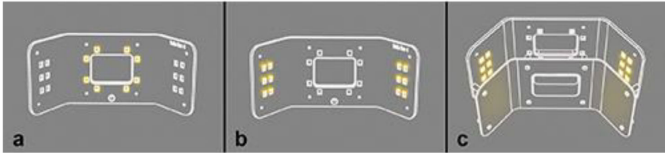
Genellikle iki arka kamera bulunduğunda, birincil kamera tipik görüntü yakalama işini yaparken ikincil kamera belirli özellikler ekler ve bazen alan derinliğini yakalamaya odaklanır.¹⁶

2017 yılında, cep telefonları ile çekilen fotoğrafların kalitesini arttırmak amacıyla yeni bir cihaz tasarlanmıştır.^{6,25} Cihaz, aksesuar olarak difüzörler, polarizör ve arkasında herhangi bir akıllı telefon modeline bağlanabilen, 55-85 mm genişliğe sahip evrensel bir adaptöre sahiptir.

(Resim 3).²⁶ Bu cihaz, üç farklı ışık yayan diyot (LED) grubu ile donatılmıştır. Üç LED grubundan merkezdekiler açık olduğunda halka flaşa benzer etki (Resim 4a), yandakiler açık olduğunda ikiz flaşa benzer etki (Resim 4b), merkezdeki ışıklar kapalı yandaki difüzörler açık olduğunda, diş ve diş etinin yüzey dokusunun net görüntülenmesini sağlayan bir gölge efekti oluştuğu belirtilmektedir (Resim 4c).²⁷ Mobil dental fotoğrafçılık için geliştirilen bu aparat, DSLR fotoğraf makinelerinin flaş ünitelerinden daha ucuzdur ve özel bir deneyim gerektirmez.^{2,6}



Resim 3. Mobil dental fotoğrafçılık için kullanılan Smile Lite MDP 2 cihazının farklı açılardan görünümü²⁶



Resim 4. Smile Lite MDP 2 cihazında a. Merkezdeki ışıklar açık olduğunda, b. Yandaki ışıklar açık olduğunda, c. Difüzörler açık olduğunda²⁷

Dental Fotoğrafçılığın Kullanım Alanları

Hem cep telefonları ile hem fotoğraf makineleri ile alınan ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar, diş hekimliğinde pek çok alanda kullanılmaktadır. Anamnez, klinik muayene, radyografiler, çalışma modellerine ek olarak, ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar, doğru tanı konmasına ve etkili bir tedavi planlamasına yardımcı olur. Bazen klinik muayene esnasında gözden kaçan küçük detaylar fotoğraflarda görülebilir.²² Alınan fotoğrafların özellikle büyük ekranda büyütme yapılarak detaylı analiz edilmesiyle, diş hekiminin ayrıntılı olarak neyi doğru neyi yanlış yaptığını görerek öz değerlendirme yapmasına ve mesleki olarak kendini geliştirmesine olanak sağlar.² Hastanın başka bir diş hekimine sevk edilmesi gereken durumlarda, radyografiler ve yazılı raporlara ek olarak alınan fotoğraflar da, özellikle hastanın fiziksel mevcudiyetinin olmadığı durumlarda, tanı ve tedavi planmasında konsültan hekime yardımcı olur.²²

Diş hekimliğinde özellikle estetik restorasyonlarda

başarıyı yakalamak için, diş hekimi ile diş teknisyeni arasındaki iletişim ideal olmalıdır. Hastadan alınan fotoğraflarla laboratuvara, dişin şekli, konumu, boyutu, diş etinin rengi konusunda detaylı ve net bilgi aktararak restorasyonun final renginin, şeklinin ve boyutunun mevcut dişlerle uyumlu olmasını sağlar.²²

Dijital gülümseme tasarımında hastalardan alınan ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar kullanılarak, hastanın yüz yapıları ile uyumlu, kişiye özel gülümseme dizaynı yapılabilir. Hastadan alınan fotoğraflar üzerinde dijital gülümseme tasarımı yapılırken diş hekimi, diş teknisyeni ve hasta arasında etkili iletişim sağlanabilmekte, hastaların beklentileri karşılanabilmektedir.²⁸ Gülümseme tasarımı esnasında, hastalardan alınan teşhis modelleri fotoğraflanarak diş boyutlarının ölçülmesi gereken durumlarda, DSLR fotoğraf makineleri ve cep telefonları karşılaştırılabilir ve güvenilir doğrusal ölçümler vermektedir.²⁹ Diş hekimliğinde renk seçimi, direkt klinikte ortamında ya da farklı flaş türleri ve filtrelerle kullanılan DSLR fotoğraf makineleri ve farklı marka ve modellerdeki cep telefonları ile alınan fotoğraflar üzerinde indirekt olarak gerçekleştirilebilmektedir.³⁰ Yapılan bir çalışmada cep telefonu ile alınan fotoğraflar üzerinden yapılan renk ölçümünün doğruluğunun ve güvenilirliğinin, hasta başında yapılan konvansiyonel ölçümden daha iyi olduğu belirlenmiştir.³¹

Diş hekimliğinde pek çok hazır görsel ve animasyonlar kolaylık temin edilebilir ve kullanılabilir olmasına rağmen, hekimin kendi tedavi ettiği hastaların öncesi ve sonrası fotoğraflarını çekerek kendi portfolyosunu oluşturması, tedavi için başvuran diğer hastaların motivasyonunu ve hekime olan güvenini arttırmaktadır. Ayrıca özellikle periodontitis gibi hastalıkların tedavi sürecinde alınan fotoğraflar hastaların ağız hijyeni motivasyonlarının ve tedaviye olan inançlarının artmasına neden olmaktadır.²² Diş hekimliğinde tedavi sürecinde hem hekim ve hem hastalar dişlerin ilk durumunun nasıl olduğunu unutmaya eğilimindedirler. Bu durumda oluşabilecek hukuki ihtilafları önlemek, diş hekimine ve hastaya ilk halini hatırlatmak amacıyla, hastanın ilk ziyaretinde fotoğraflarının çekilmesi önemlidir. Bu fotoğraflar, var olan herhangi bir patolojiyi, travmayı veya başka bir diş hekimi tarafından yapılmış olan tedavileri gösterir.³² Vakanın uygun fotoğrafların alınması, hem diş hekimini hem de hastayı yasal olarak koruyarak, malpraktis davalarından veya daha sonra oluşabilecek mali zararların önüne geçer.²²

Fotoğrafçılık akademik yaşamın önemli bir parçasıdır. Diş hekimliğinde akademisyenler, kongre, sempozyum ve derslerdeki sunumlarında, yayınladıkları makale ve kitaplarda dental fotoğrafları kullanırlar. Özellikle birçok diş hekimliği dergisi, yayının kabulü için fotoğraflarının yüksek çözünürlük ve görüntü kalitesine sahip olmasını ve pamuk rulo, tükürük emici, yanak ekartörleri gibi öğelerin

kaldırılmasını zorunlu tutmaktadır.³³

SONUÇ

Günümüzde, akıllı telefon kameraları düşük sensör boyutu, geniş açılı lens, kısa odak uzaklığı, sabit diyafram ve sabit deklanşör hızı gibi dezavantajlarına rağmen, hafif ve kullanımı kolay olması, nispeten ucuz olması, ekstra ekipman zorunluluğunun olması gibi nedenlerden dolayı diş hekimliği klinik pratiğinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Sandler J, Murray A. Digital photography in orthodontics. *J Orthod* 2001; 28(3): 197-201.
2. Antar F, Zebouni E. Comparative review of DSLR cameras and smartphones in dental photography: Indications and limitations. *Int Arab J Dent* 2018; 9(3): 107-115.
3. Ahmad I. Digital dental photography. Part 4: choosing a camera. *Br Dent J* 2009; 206(11): 575-581.
4. Canon EOS DSLR Fotoğraf Makineleri 2023. <https://www.canon.com.tr/cameras/eos-90d/>. Access Date: 02.07.2023.
5. Nikon DSLR Fotoğraf Makineleri 2023. https://www.nikon.com.tr/tr_TR/products/cameras/dslr. Access Date: 02.07.2023.
6. Hardan L. Mobile dental photography (MDP): A new era in dental documentation. *Int Arab J Dent* 2017; 8(3): 115-118.
7. Heravi F, Nagaş IÇ. Dijital Dental Fotoğrafçılık I. *Selcuk Dent J* 2022; 9(3): 934-942.
8. Heravi F, Nagaş IÇ. Dijital Dental Fotoğrafçılık II. *Selcuk Dent J* 2022; 9(3): 943-951.
9. Bayındır F. Dijital Dental Fotoğrafçılık-I. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2016; 25(3): 434-440.
10. Bayındır F, Albayrak B. Dijital Dental Fotoğrafçılık-II. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2019; 29: 143-149.
11. Boyat AK, Joshi BK. A review paper: noise models in digital image processing. *Signal Image Process Int J* 2015; 6(2): 63-75.
12. Akdeniz SB, Ural C. Diş Hekimleri İçin Temel Fotoğrafçılık. 1. Baskı. İstanbul, Quintessence Publishing Türkiye; 2020.
13. Sreevatsan R, Philip K, Peter E, Singh K, Gahlot MS. Digital Photography in General and Clinical Dentistry-Technical Aspects and Accessories. *Int Dent J Stud Res* 2015; 3(1): 17-24.
14. Wagner DJ. A beginning guide for dental photography: A simplified introduction for esthetic dentistry. *Dent Clin N Am* 2020; 64(4): 669-696.
15. Erden Kayalidere E, Erdemir U. Estetik Diş Hekimliğinde Dental Fotoğrafçılık. *Dent Med J R* 2021; 3(1): 39-54.
16. Hardan LS, Moussa C. Mobile dental photography: a simple technique for documentation and communica-

tion. *Quintessence Int* 2020; 51(6): 510-518.

17. Ahmad I. Digital dental photography. Part 1: an overview. *Br Dent J* 2009; 206(8): 403-407.
18. Ahmad I. Digital dental photography. Part 3: principles of digital photography. *Br Dent J* 2009; 206(10): 517-523.
19. Canon Lensler 2023. <https://www.canon.com.tr/lenses/ef-100mm-f-2-8l-macro-is-usm-lens/>. Access Date: 02.07.2023.
20. Nikon Kamera Lensleri 2023. <https://www.nikonusa.com/en/nikon-products/product-archive/camera-lenses/af-s-vr-micro-nikkor-105mm-f%252f2.8g-if-ed.html>. Access Date: 02.07.2023.
21. Brauers J, Aach T. Geometric calibration of lens and filter distortions for multispectral filter-wheel cameras. *IEEE Trans Image Process* 2010; 20(2): 496-505.
22. Casaglia A, De Dominicis P, Arcuri L, Gargari M, Ottria L. Dental photography today. Part 1: basic concepts. *Oral Implantol* 2015; 8(4): 122.
23. Terry DA, Snow SR, McLaren EA. CE 1-contemporary dental photography: selection and application. *Compend* 2008; 29(8): 432.
24. Chen PY, Huang CC, Shiau YH, Chen YT. A VLSI implementation of barrel distortion correction for wide-angle camera images. *EEE Trans Circuits Syst* 2009; 56(1): 51-55.
25. Mackenzie L, Sharland M. Technique Tips: Mobile Dental Photography (MDP). *Dent Update* 2020; 47(10): 884-885.
26. SmileLine Clinical Products, Smile Lite MDP2 2017. <https://www.smileline.ch/en/products/smile-lite>. Access Date: 02.07.2023.
27. SmileLine Lightings 2017. <https://www.smilelitemdp.com/lightings/>. Access Date: 02.07.2023.
28. McLaren EA, Garber DA, Figueira J. The Photoshop Smile Design technique (part 1): digital dental photography. *Compend Contin Educ Dent* 2013; 34(10): 772-774.
29. Moussa C, Hardan L, Kassis C, Bourgi R, Devoto W, et al. Accuracy of Dental Photography: Professional vs. Smartphone's Camera. *Biomed Res Int* 2021; 2021: 3910291.
30. Sirintawat N, Leelaratrungruang T, Poovarodom P, Kiattavorncharoen S, Amornsettachai P. The accuracy and reliability of tooth shade selection using different instrumental techniques: An in vitro study. *Sensors* 2021; 21(22): 7490.
31. Tew IM, Pow EHN, Suhaimi SEB, Tan PSW, Shaharudin NB, et al. Accuracy and Reliability of Smartphone Virtual Shade-Matching Technique: An In Vitro Study. *Int J Prosthodont* 2022; 36(3): 331-337.
32. Manjunath S, Ragavendra TR, Setty SK, Jayalakshmi K. Photography in clinical dentistry--a review. *Int J Dent Clin* 2011; 3(2): 40-44.

33. Ahmad I. Digital dental photography. Part 10: printing, publishing and presentations. Br Dent J 2009; 207(6): 261-265.

Ağız İçi Tarayıcıların İmplant Ölçülerinde Kullanımı ve Dijital Ölçüyü Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi

Evaluation of the Use of Intraoral Scanners in Implant Impressions and Factors Affecting Digital Impressions

Öğr. Gör. Dr. Hale ARIKAN

Başkent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D., Ankara
Orcid ID: 0000-0001-8336-2151

Öğr. Gör. Dr. Yunus Emre ÖZDEN

Yeditepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D., İstanbul
Orcid ID: 0000-0002-4080-7744

Prof. Dr. Barış GÜNCÜ

Hacettepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D., Ankara
Orcid ID: 0000-0001-6109-2218

Geliş tarihi: 15.12.2023

Kabul tarihi: 07.03.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2024.34635

Yazışma adresi:

Öğr. Gör. Dr. Hale Arıkan

Adres: Başkent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D.

Yukarı Bahçelievler Mh. 82. Sk. No:26 06490 Ankara

Tel: 0 506 499 01 32

E-posta: halearikan@baskent.edu.tr

ÖZET

Protetik diş tedavilerinde restorasyonların üretimi için kullanılan materyal çeşitliliği günden güne artmakta ve yapım aşamaları sürekli olarak gelişmektedir. Buna bağlı olarak, restorasyon yapım aşamalarının ilk basamağı olan ölçü işleminde de birçok yenilik ve gelişme ortaya çıkmaktadır. Diş hekimliğinde son yıllarda yaşanan en önemli değişiklik dijital diş hekimliğinin gelişmesiyle birlikte ağız içi tarayıcıların artan sıklıkta kullanılmaya başlanmasıdır. Firmalar tarafından daha iyi yazılım ve donanımına sahip, tarama doğruluğu ve hasta konforunun daha yüksek olduğu olduğu iddia edilen tarayıcılar piyasaya sürülmektedir. Bununla birlikte fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek yeni monolitik restoratif materyaller de tanıtılmaktadır. Ağız içi tarayıcılar, implant destekli restorasyonların yapımında günümüzde sıklıkla tercih edilmektedir. Bu derlemenin amacı; implant restorasyonlarının yapımında ağız içi tarayıcılarla elde edilen dijital ölçüleri etkileyen faktörlerin, farklı klinik senaryolarda ağız içi tarayıcıların kullanımının ve bazı monolitik restorasyonların dijital iş akışı ile üretiminin değerlendirilmesidir.

Anahtar Kelimeler: Ağız içi tarayıcı, dijital ölçü, implant.

ABSTRACT

The variety of materials used in the production of restorations in prosthetic dental treatments is increasing day by day, and the manufacturing processes are continuously evolving. Consequently, many innovations and developments are emerging in the first step of the restoration production process, which is the impression process. One of the most significant changes in dentistry in recent years is the increasing use of intraoral scanners with the development of digital dentistry. Scanners claimed to have better software and hardware, with higher scanning accuracy and patient comfort, are being introduced to the market by companies. Additionally, new monolithic restorative materials with high physical and mechanical properties are also being introduced. Intraoral scanners are frequently preferred in the fabrication of implant-supported restorations today. The purpose of this review is to clinically evaluate the factors influencing digital impressions obtained with intraoral scanners in the fabrication of implant restorations, the use of intraoral scanners in different clinical scenarios, and the production of some monolithic restorations with a digital workflow.

Keywords: Intraoral scanner, digital impression, implant.

GİRİŞ

İmplant destekli protezlerin üretiminde ölçü alınırken amaç implantların birbirine göre konumunu ve ağız içi dokularla olan ilişkisini doğru bir şekilde aktarmaktır. Günümüzde implant destekli protezler geleneksel veya dijital ölçü yöntemleri kullanılarak üretilmektedir. Bu iki yöntemin birbirine göre

avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bilgisayar destekli üretim ve tasarım prosedürlerinin protetik diş tedavisi alanına girmesi ile birlikte dijital iş akışı terimi gündeme gelmiştir. Dijital iş akışının birinci basamağı dijital veri toplanmasıdır. Verilerin toplanması direkt olarak ağızdan yapılabildiği gibi (direkt dijitalizasyon); ölçü ve model üzerinden de yapılabilir (indirekt dijitalizasyon). Güncel literatür verilerine göre dijital yöntemin avantajları arasında daha az hasta rahatsızlığı, zamanın verimli kullanımı, kolaylaştırılmış klinik prosedürler, teknisyenle ve hastalarla daha iyi iletişim sağlanması, klinik durumun eş zamanlı olarak değerlendirilmesi gösterilebilir.^{1,2} 2018 yılında ağız içi tarayıcı kullanılarak yapılan bir çalışmada dijital ve geleneksel yöntemle alınan ölçüler karşılaştırılmış ve dijital ölçü yöntemi; ölçülerin doğruluğu, zaman verimliliği ve hasta konforu açısından daha iyi sonuçlar vermiştir.³ Dijital yöntemin dezavantajları arasında ise prepare edilen dişin derin marjinal sınırlarının tespit edilmesinde zorluk, dijital sistemleri kullanabilmek için bir öğrenme eğrisinin bulunması ve maliyet gösterilebilir.¹ İmplant üstü protezler için dijital ölçü yöntemlerinin doğruluğunu ve öngörülebilirliğini araştıran çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir.

İmplant Üstü Restorasyonların Direkt

Dijitalizasyonunda Hassasiyeti Etkileyen Faktörler

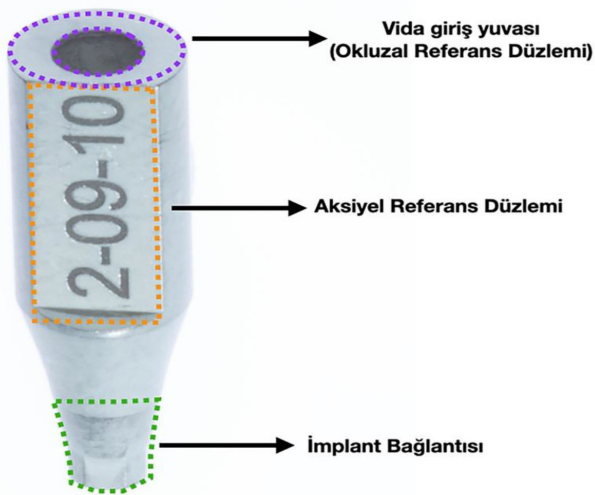
Güncel teknolojilerle birlikte implant destekli protezlerin üretiminde dijital ölçü yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, farklı tarayıcılar doğruluk değerlendirmesi için referans olarak laboratuvar tipi tarayıcılar ile karşılaştırılmaktadır. Çalışmalar, tarayıcı tipi ve jenerasyonunun tarama doğruluğunu etkileyebileceğini göstermektedir. Elde edilen veriler, yeni nesil tarayıcıların çoğunun klinik kabul edilebilir maksimum yüz elli mikron eşliğinden daha düşük tam ark doğruluk değerleri ürettiğini göstermektedir.⁴ Literatürde tam ark dijital ölçülerde operatör deneyimi tarama doğruluğunu etkileyen faktörlerden biri olarak gösterilmiştir. Kullanılan tarayıcıya ait donanımsal ve yazılımsal bilgi birikimi, tarama stratejisi ve dijital ölçüyü etkileyen faktörlere dair klinisyenin tecrübe sahibi olmasının dijital ölçüyü etkileyebileceği düşünülmektedir, ancak kritik deneyim düzeyi henüz belirlenmemiştir. Ağız içi tarama doğruluğunu etkileyen faktörlerden biri tarama stratejisidir. Tarama stratejisi, ağız içi tarayıcının belirli bir hareket yolu ve doğrultuyu izlemesi anlamına gelmektedir.⁵ Tarama stratejileri, her tarayıcı farklı teknolojiye sahip olduğu için sisteme özeldir. Bazı üretici firmalar, taranan objeye olan mesafenin sağlanabilmesi ve çevre dokuların tarama alanından uzak tutulabilmesi için tarama yoluyla ilgili kılavuzlar önermektedir. Ender ve ark.⁶ yaptıkları bir çalışmada altı farklı tarama protokolünü üç ayrı ağız içi tarayıcı kullanarak incelemiştir. Çalışmanın sonucunda tarama yönteminin tam ark dijital

ölçü netliğinde önemli bir etken olduğu rapor edilmiştir. Taramanın yapıldığı bölge de ağız içi tarayıcı doğruluğunu etkilemektedir. Taranan ark elde edilen ilk görüntüden uzaklık veya yakınlığına göre bölge (kadran) olarak ayrılır. Birinci bölge, arkın ilk taranan kısmıdır. Son taranan ark kısımları ise ikinci bölge olarak adlandırılır. İkinci bölge ilk görüntünün elde edildiği bölgeden daha uzaktaki görüntüleri tanımlamak için kullanılır. Yapılan bir çalışmada, ikinci bölgenin görüntülerinde daha fazla distorsiyon olduğu bildirilmiştir.⁷ Yapılan bir başka çalışmada oluşturulan farklı grupların tamamında posterior segmentlerde anterior segmentten daha yüksek doğruluk bildirilmiştir.⁸ Anterior bölgelerde daha yüksek sapmalar olduğu rapor edilmiştir. Bu durum, posterior bölgedeki dişlerin daha geniş yüzey alanına ve ilk görüntünün yakalanabilmesi için daha fazla referans noktaya sahip olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu sebeple taranan alan olarak öncelikle posterior bölgeler tercih edilmektedir. Tarayıcı başlıklarının gingival ve interproksimal bölgelere ulaşımı kısıtlıdır ve bu alanlarda uygun açılarda görüntü alınamamaktadır. Bu durumun sonucunda bu bölgelerden daha az veri elde edilmesi söz konusu olmaktadır ve distorsiyon daha fazla görülmektedir.⁹ Tarama tamamlandıktan sonra elde edilen veriler, tarayıcı sistemine ait yazılımın düzeltme (meshing) algoritması ile düzenlenir. Bazen bu algoritma orijinal objenin yüzeyinde değişiklik yapabilir ve bu durum ölçü doğruluğunu etkileyebilir.¹⁰ Bu nedenle daha doğru ölçüler elde edilebilmesi için tarayıcı kalibrasyonunun düzenli olarak yapılması gerekir. Aynı zamanda bazı tarayıcıların yüksek çözünürlük modu bulunmaktadır. Bu mod kullanılarak gerçekleştirilen taramaların daha yüksek doğruluk sunacağı düşünülmektedir. Fakat yüksek çözünürlükte tarama bazı dezavantajlara sahiptir. Bunlar; tarama süresinin uzaması ve veri kapasitesinin yüksek olması dolayısıyla sistem belleğinde görüntülerin daha fazla yer kaplamasıdır. Ağız içi tarayıcı kullanılarak yapılan bir çalışmada yüksek çözünürlük ve var sayılan çözünürlük kron bitiş çizgisi değerlendirilerek karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda ikisi arasında doğruluk açısından anlamlı bir fark görülmediği bildirilmiştir. Dijital ölçülerin doğruluğunu etkileyen hastalara bağlı biyolojik faktörler de bulunmaktadır. Ağız açma kısıtlılığı, ölçü alma sırasındaki baş ve çene hareketleri, tükürük ve kan varlığı, ağız içerisinde ışığı yansıtabilecek parlak metal yüzeylerin (amalgam restorasyon, metal kron gibi) bulunması ölçü kalitesini etkileyebilmektedir. Ortam aydınlatması dijital ölçü kalitesini etkileyebilen çevresel bir faktördür. Kullanılan tarayıcıya ve tarama prosedürüne göre farklı aydınlatma koşullarının tercih edilmesi gerekebilir.¹¹ Wese-mann ve ark.¹² yaptıkları in vitro çalışmada 6 farklı tarayıcı kullanarak 4 üniteli bölge ve tam ark taramaları yapmış, ortam aydınlatmasının tarama süresine ve doğruluğuna etkisini incelemiştirlerdir. Çalışmanın sonucunda ortam ay-

dınlatmasının tarama süresini ve doğruluğunu etkilediği, ayrıca bu sonuçların tarayıcıya bağlı değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. 4 üniteli taramalarda ortam aydınlatması etkisi klinik olarak anlamlı bulunmamıştır ancak tam ark taramalarda doğruluk değerlerinin ve tarama süresinin uygun aydınlatma koşulları altında iyileştirilebileceği bildirilmiştir. Arakida ve ark.¹³ yaptıkları bir çalışmada ortam ışığının tarama doğruluğu ve tarama süresi üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, 500 lux ve 3900K test grubunun en yüksek doğruluk değerlerini gösterdiği rapor edilmiştir. Renk sıcaklığından bağımsız olarak da 2500 lux aydınlatma koşulunun tarama süresini uzattığı tespit edilmiştir. (Belirtilen 500 lux klinikteki oda ışığının tipik aydınlatmasını temsil ederken 2500 lux ise ünit reflektör ışığı aydınlatmasını temsil eder.)¹⁴ Bu bulgular, ortam aydınlatma koşullarının ölçü doğruluğunu ve tarama süresini etkilediğini ortaya koymuştur.

Tarama Gövdelerinin İmplant Üstü Restorasyonların Direkt Dijitalizasyonunda Hassasiyete Etkisi

Tarama gövdeleri, dijital implant ölçülerinde anahtar rolünde olup ölçü hassasiyetini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Tarama gövdeleri, tarama bölgesi (üst kısım), gövde (orta kısım) ve taban (apikal kısım) olmak üzere üç bölgeden oluşur. Tarama bölgesi, dijital taramanın doğruluğunu artıracak bir veya birden fazla tarama alanı içerebilir. Bu kısım genellikle gövde ile aynı materyalden yapılır, ancak farklı bir geometriye sahip olabilir. Gövde, tarama bölgesinden tabana kadar uzanır ve polietere-terketon (PEEK), titanyum alaşımı, alüminyum alaşımı ve çeşitli reçineler dâhil olmak üzere çeşitli materyallerden yapılabilir. Taban, implant ve tarama gövdesi arasındaki kilitleme yüzeyinin oluşmasından sorumludur, gövde ile aynı materyalden olabilir veya farklı bir materyalden üretilir (Resim 1).



Resim 1. Tarama gövdesi

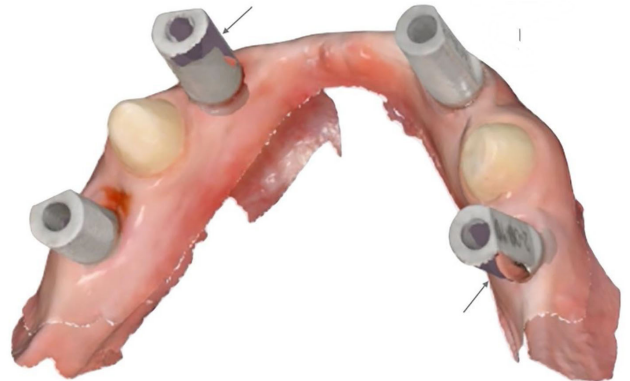
Tarama gövdeleri uzunluk, çap ve yüzey özellikleri, üretilen materyal açısından farklılıklar göstermektedir

(Resim 2). İmplant firmaları tarafından; PEEK, titanyum alaşımı, alüminyum alaşımı ve çeşitli reçineler gibi farklı materyallerden tarama gövdeleri üretilmektedir.¹⁵



Resim 2. Farklı materyallerden üretilmiş tarama gövdeleri

Tarama gövdeleri implantlara vidalanarak veya klipslenerek oturtulur. Dijital verilerin doğru bir şekilde oluşturulabilmesi için tarama gövdelerinin implant ve analoglara doğru bir şekilde oturtulması büyük önem taşır.^{16,17} Tarama gövdesinin implanta fazla torklanmasının taban bölgesinde deformasyona sebep olabileceği ve bu durumun dikey yönde yer değiştirmeye sebep olabileceği bildirilmiştir.¹⁸ Chia ve ark.¹⁹ tarafından yapılan çalışmada PEEK implant tarama gövdesinin sıkıştırılması sırasında uygulanan 15 N/cm'lik torkun, tarama gövdesi malzemesinin sıkışması nedeniyle implantın konumunu apikal yönde $11 \pm 4,9 \mu\text{m}$ kadar değiştirdiği gösterilmiştir. PEEK tarama gövdesinin dikey yönde yer değiştirmesinin önüne geçmek için, elle sıkma torku yerine 5 Ncm'lik bir sıkma torku önerilmektedir.²⁰ Tarama gövdesi tasarım özellikleri hem tam ark hem de parsiyel ark dijital implant ölçülerinde test edilmiştir. Bazı çalışmalarda Tamamı PEEK tarama gövdelerinin, ışığı geçirme ve yansıtma indeksi sebebiyle tam ark taramalarda daha başarılı olabileceği bildirilmiştir.^{21,22} Buna ek olarak tarama gövdesinin görünür kısmının ağız içi tarayıcı görüntü kaydı için yeterli olduğu, bu nedenle tarama gövdesi derinliğinin tam ark taramalarda olumsuz bir rol oynamadığı da bildirilmiştir.²³ Ancak optimum tarama doğruluğu için yeterli uzunlukta tarama gövdesi kullanılması gerektiği belirtilmektedir.²⁴ Bununla birlikte, tarama gövdesinin eksik taranması da ölçünün hatalı olmasına sebebiyet verebilir (Resim 3).²⁵



Resim 3. Eksik taranan tarama gövdeleri

Daha pürüzsüz yüzeylere sahip silindirik tarama gövdelerinin, düzensiz şekle sahip tarama gövdelerine kıyasla daha az gürültü üreterek ağız içi tarayıcı sayısallaştır-

masını kolaylaştırdığı da bildirilmiştir.²⁶ Mangano ve ark.²⁷ farklı ağız içi tarayıcılar kullanılarak tarama yapıldığında, tarayıcı ağ dosyası ile tarama gövdelerinin Cad (Computer aided design) kitaplık dosyası arasındaki uyumundan bahsetmiştir. Bazı tarayıcılar, tarama gövdesi şeklini gerçek Cad kitaplık dosyasına daha benzer şekilde sayısallaştırmaktadır. Tarama gövdesinin yeniden kullanılabilirliği de dikkate alınması gereken parametrelerden biridir. Tamamı PEEK tarama gövdeleriyle ilgili sınırlı sayıda kanıt, art arda on defaya kadar kullanılmasının aktarım doğruluğunu etkilemediğini göstermektedir.²⁸ Tamamı PEEK tarama gövdelerinin kullanıldığı tam ve parsiyel ark taramalarında tarama gövdesi açılanmasının taramayı olumsuz etkilemediği bildirilmiştir. Bununla birlikte, Arcuri ve ark.²² yaptıkları çalışmada tam ark taramalarda tarama gövdesi açılanmasının ölçü doğruluğunu etkilediğini, ancak bu bulgunun tarama gövdesi materyalinden kaynaklanmış olabileceğini bildirmiştir. Çalışmada kullanılan PEEK-titanyum tarama gövdelerinin iki parça arasındaki bağlantı sebebiyle karşılaştırdıkları tamamı PEEK ya da titanyum tarama gövdelerinden daha düşük doğruluk değerleri sunduğu sonucuna varılmıştır.

İmplant Destekli Restorasyonların Dijital Ölçüsü Tek İmplant Bölgelerinde Dijital Ölçü

Tek implantlı dişsiz bölgelerde ağız içi tarayıcı doğruluğunu inceleyen in vivo ve in vitro çalışmalar bulunmaktadır. Ağız içi tarayıcıların doğruluğu ana modelin dijital üretimi ile bağlantılı olarak incelenmiştir. Bu amaçla modeller yarı dijital bir yaklaşımla (ağız içi taramadan sonra ana modelin frezelenmesi veya 3 boyutlu basılması) ya da tam dijital iş akışıyla (fiziksel model üretimi olmaksızın) elde edilebilir. Elde edilen verilere göre, bu yaklaşımlardaki nihai implant konumu geleneksel ölçüden elde edilen alçı modeldeki analog implant konumuna göre istatistiksel olarak önemli ölçüde farklıdır.^{21,29,30} Joda ve ark.³¹ tarafından yapılan bir klinik çalışmada implant destekli tek üye restorasyonlarda dijital ve geleneksel yöntemlerle alınan ölçülerin zaman ve maliyet verimliliği karşılaştırılmıştır. Çalışmaya yirmi hasta dâhil edilmiş, premolar veya molar bölgede dişsiz boşluk implant ile rehabilite edilmiştir. Dijital iş akışında Cad/Cam (Computer aided design/ computer aided manufacturing) sistemi ile kişisel dayanak ve zirkonyum restorasyonlar üretilmiş geleneksel iş akışında ise standart dayanaklar kullanılmış ve metal destekli porselen restorasyonlar üretilmiştir. Sonuçlara göre her iki iş akışı da başarılı sonuçlar vermesine rağmen dijital iş akışı için maliyet ve harcanan süre önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur. Yapılan bazı in vitro çalışmalarda, Cad/Cam ile üretilen kronların doğruluk değerlerinin, geleneksel yöntemle üretilen restorasyonlara eşdeğer ve hatta daha üstün olduğu gösterilmiştir. Bazı çalışmalarda ise implant pozisyonunun transferi için ge-

leneksel ölçü alma yöntemi ağız içi tarayıcı teknolojisi ile karşılaştırılmıştır. Bu araştırmaların sonucunda farklı ağız içi tarayıcılar için farklı doğruluk ve kesinlik değerleri bildirilmiştir. Bu durum, elde edilen sonuçların kullanılan ağız içi tarayıcıya önemli ölçüde bağlı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte sonuçlar analog yöntemle benzer kesinlik değerleri göstermiştir.³² Pan ve ark.³³ yaptıkları bir klinik çalışmada, 40 hastaya posterior tek dişsizlikte implant tedavisi uygulamış ve implant yerleşimini takiben tam dijital iş akışına uygun olarak üretilen restorasyonları test grubu olarak belirlemiştir. Aynı hastalara implant osseointegrasyonunu takiben yarı dijital iş akışı ile üretilen restorasyonlar ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Bu iki iş akışı restorasyon kalitesi ve zaman verimliliği açısından değerlendirilmiş, tam dijital iş akışının zaman verimliliği daha iyi bulunmuştur. Restorasyon kalitesi açısından ise her iki iş akışı ile üretilen restorasyonlar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Joda ve ark.³⁴ tarafından yapılan bir vaka serisi incelemesinde, tam dijital iş akışı ile üretilen monolitik rezin nano seramik kronların başarılı bir şekilde uygulanabildiği bildirilmiştir. Oliviera ve ark.³⁵ tarafından yayınlanan bir sistematik derlemede tek implant kronlarında geleneksel ve dijital iş akışı karşılaştırılmıştır. Derlemeye sadece klinik çalışmalar dâhil edilmiş ve hasta tercihi, uyumlama süresi, zaman verimliliği gibi bazı kriterler karşılaştırılmıştır. Bu derlemenin sonuçlarına göre, dijital iş akışı; ölçü alma süresi, hasta tercihi ve zaman verimliliği açısından daha iyi klinik etkinlik göstermiştir. Restorasyon üretim ve klinikte uyumlama süresi de dijital iş akışı lehine sonuç göstermiştir. Chew ve ark.³⁶ tarafından kullanılan tarayıcıya ve implant platform derinliğine bağlı olarak tek implantın (sanal) final vertikal konumunda 7-37 µm'lik sapmalar olduğu rapor edilmiştir. Tarama gövdesi ve implant platformu arasındaki yüzey eşleştirme tutarsızlıklarının da 9-11 µm arasında olduğu bildirilmiştir. Bu durum, toplam dijital ölçü tutarsızlıklarına katkıda bulunur. Bahsedilen faktörler, nihai implant kronunun fazla oklüzalde yer almasına yol açabilir, bu durum hasta başında büyük ayarlamalar yapılmasına ve hatta ek laboratuvar prosedürü gereksinimine sebep olabilir.

Kısa Dişsiz Alanlarda Dijital İmplant Ölçüsü

Yapılan bazı çalışmalarda implantlarla rehabilite edilmiş kısa dişsiz arklarda farklı ağız içi tarayıcıların dijital ölçü doğruluğu geleneksel yöntemlerle kıyaslanmıştır. Aynı kadranda yer alan 2-4 adet implantın dijital ölçüsü, kişisel ölçü kaşıklarıyla A tipi silikon ölçü materyali kullanılarak tek ya da çift karıştırma ölçü tekniğiyle ya da polieter ölçü materyali kullanılarak monofaz tekniğiyle alınan ölçülerle kıyaslanmıştır. Geleneksel yöntem kullanılarak alınan ölçülerde implant ölçü postları splintlenmemiştir. Çalışmalarda daha yüksek oranda geleneksel yöntem üstünlüğü rapor edilmiştir; ancak ağız içi tarayıcıların

doğruluk sapması tarayıcıya bağlı olarak 27 ila 66 µm arasında değişirken, geleneksel yöntem için sapma 26 ile 49 µm arasında değişmektedir.^{4,19,36,37} Bu istatistiksel farkın ise ne ölçüde klinik anlamlılığa dönüştüğü bilinmemektedir. Alsharbaty ve ark.³⁸ tarafından yakın zamanda yapılan bir in vivo çalışmada, araştırmacılar 2 bitişik implant ile kısmen dişsiz bölgelerin geleneksel ve dijital ölçüsü arasındaki doğrulukta istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bildirmişlerdir, ancak klinik anlamlılık sonucuna varılamamıştır. Aswani ve ark.³⁹ tarafından yapılan bir derlemenin sonuçlarına göre, geleneksel ölçü yöntemiyle karşılaştırıldığında, ağız içi tarayıcıların teşhis amacıyla ve kısa mesafeli dişsiz alanlarda güvenilir şekilde kullanılabilirliği bildirilmiştir. Su ve ark.⁴⁰ yaptıkları in vitro çalışmada taranan alanın artmasıyla dijital ölçünün hassasiyetinin azaldığını bildirmiştir. Taranan alan, yarım arktan daha kısa olduğunda hassasiyet klinik olarak kabul edilebilir bulunmuştur ancak taranan alan ne kadar büyük ve karmaşıksa doğruluğun o kadar düşük olacağı bildirilmiştir.⁴¹ Yapılan bazı çalışmalar, tek üniteli ve kısa aralıklı protezlerin (3 veya 4 üniteli) ağız içi tarayıcı kullanılarak üretilmesinin geleneksel yöntemlerle üretilen protezlere benzer doğruluk sergilediğini göstermiştir. Elde edilen verilerin ışığında tek üye ve kısa aralıklı implant bölgelerinde, ağız içi tarayıcıların doğruluğunun yüksek ve sanal implant pozisyonundaki sapmaların kabul edilebilir klinik sınırlar içinde olduğu söylenebilir. Yarı dijital bir iş akışı tercih edildiğinde ise ana modelin üç boyutlu olarak elde edilme sürecindeki tutarsızlıklar nedeniyle implant platform konumunda daha yüksek sapma gözlemlenebilir.

Birden Fazla İmplant İçeren Tam Dişsiz Arklarda Dijital Ölçü

Tam ark ve çoklu implantların dijital ölçü doğruluğu, son beş yılda üzerinde oldukça fazla çalışılan konulardan biridir. Çoklu implant ölçülerinde elastomerik ölçü malzemeleri ve splintleme sonrası alınan geleneksel ölçü yöntemi, çeşitli tarayıcıların doğruluğu test edilirken altın standart olarak kabul edilmektedir. Elde edilen verilere göre, bir tekniğin diğerinden daha üstün olduğuna ilişkin kanıtlar yeterli değildir. Beş veya altı implantlı tam dişsiz arkların dijital ölçüsünün splintli açık kaşık yöntemiyle alınan geleneksel ölçüye eşit veya istatistiksel olarak anlamlı derecede daha doğru olduğunu öne süren bazı araştırmalar mevcuttur.⁴²⁻⁴⁴ Söz konusu çalışmalarda konfokal mikroskopi ve aktif üçgenleme gibi farklı tarayıcı teknolojileri test edildiğinden, bu bulgu kullanılan tarayıcıdan bağımsızdır. Ayrıca hem polieter hem de polivinilsiloksan gibi yüksek hassasiyetli elastomerik ölçü malzemeleri kullanıldığı için bu sonuçlar ölçü malzemesi tipinden de bağımsızdır. Tam ark implant rehabilitasyonu için, splintli açık kaşık ve elastomerik ölçü materyali ile alınan ölçülerin dijital yöneme göre istatistiksel açıdan daha üstün old-

uğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur.⁴⁵⁻⁴⁷ Bu bulgular da kullanılan ağız içi tarayıcılardan ve ölçü materyalinden bağımsızdır. İstatistiksel anlamlılığın ise klinik anlamlılığa dönüşüp dönüşmediği açık değildir.⁴ Mevcut literatürde, tam ark ölçüleri için; dijital yöntemle alınan ölçülerin, açık veya kapalı kaşık kullanılan, splintlenmemiş ve elastomerik ölçü materyali ile alınan ölçülerden daha üstün olduğuna ilişkin bazı kanıtlar mevcuttur.^{48,49} Rech-Ortega ve ark.⁴⁹ dijital taramanın geleneksel yöntemden daha yüksek doğruluk gösterdiğini, ancak tarama alanında dörtten fazla implant olması durumunda her iki yöntemin de bozulma sergilediğini bildirmiştir. Alikhasi ve ark.⁴⁸ ise, dijital ölçü tekniğinin hem açık kaşık hem de kapalı kaşık elastomerik ölçü yönteminden daha yüksek doğruluk gösterdiğini bildirmiştir. Birden fazla implant içeren dişsiz arklar için, geleneksel ve tam dijital iş akışının yanı sıra, ağız içi tarayıcı ile alınan ölçüden 3B baskı veya frezeleterek model üretimi ve bunun ana model olarak kullanılması seçeneği de vardır. Papaspyridakos ve ark.⁵⁰ tarafından ağız içi tarayıcı ile elde edilen ölçülerden üretilen SLA (Stereolitografi) modellerinde, 4 implant analogunun pozisyon doğruluğu üzerine yapılan in vitro çalışmada, modellerin ortalama sapmasının 59 ± 16 µm olduğu sonucuna varılmıştır. İmplant analoglarının 3 boyutlu sapması istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklı bulunmuştur. Ancak araştırmacılara göre klinik olarak kabul edilebilir aralık içindedir. Bir başka in vitro çalışmada, Revilla-Leon ve ark.⁵¹ yedi implantlı tam dişsiz bir üst çene modelinin üretimi için, farklı 3B baskı teknolojilerini test etmişlerdir. Tüm üretim yöntemlerinin doğruluk açısından geleneksel alçı ana model ile benzer sonuçlara yol açmadığı bildirilmiştir. Belirli 3B yazıcılarla birlikte dijital ışık işleme (DLP) ve Polyjet 3B baskı teknolojileri, alçı modellerle karşılaştırılabilir doğruluk göstermiştir.

Elde edilen veriler ışığında tarama aralığının ve implantlar arası mesafenin artmasının tarama doğruluğunu etkileyebileceği söylenebilir. Tarama gövdelerinin şekil ve boyutlarının bozulmayacak şekilde birbirine bağlanması ya da doğru dijital kayıt için yardımcı geometrik parçaların kullanılması ise umut verici sonuçlar göstermektedir.^{52,53}

Monolitik Tek ve Çok Üyeli İmplant Restorasyonlarının Direkt Dijital İş Akışı ile Üretimi

Tam dijital iş akışının uygulanmasıyla ilgili literatürde sıklıkla ağız içi ölçü aşamasını takiben molar bölge tek implant rehabilitasyonu değerlendirilmiştir. Monolitik zirkonya kronlar ve monolitik lityum disilikat kronlar başarı ve sağ kalım açısından ayrı ayrı incelenmiş ve birbiriyle ve metal-seramik restorasyonlarla karşılaştırılmıştır. Monolitik zirkonya kronlarla ilgili mevcut literatürde 1-3 yıllık takipte başarı %92 ile %100 arasında değişmektedir.⁵⁴⁻⁵⁷ İnfraclüzyon, desimantasyon, prefabrik abutment üzerine iyi oturmayan kron, tüberkül kırığı gibi bazı teknik

komplikasyonlar bildirilmiştir. Biyolojik komplikasyonlar ise minimal düzeydedir. Monolitik lityum disilikat Cad/Cam kronlar için mevcut literatür sonuçları ümit vericidir. Kısa dönem in vivo çalışmalarda başarı oranı %89-100 aralığında, sağ kalım oranı ise 2-3 yıllık takip çalışmalarında %100 oranında gösterilmiştir. Teknik komplikasyonlar arasında ise minör chipping gözlenmiştir. Biyolojik komplikasyon oranı ise yine minimal düzeydedir.^{54,57} Joda ve ark. ağız içi tarayıcı ile ölçü alınmasını ve dijital model üretim sürecini takiben tek implant üzeri porselen katmanlı zirkonya kronlar ile rehabilite edilen hasta çalışmasında, 3 yıllık takipte başarı ve sağ kalım oranını %100 olarak bildirmiştir. Hastalar ise yüksek düzeyde memnuniyet bildirmiştir.^{58,59} Ancak 5 yıllık işlevin ardından 1 implant kaybedilmiş ve %95'lik bir başarı ve sağ kalım oranı elde edilmiştir.⁵⁸ Yakın zamanlarda yapılan bir in vivo çalışmada, tam dijital iş akışı ile üretilen 2 implant üzeri 2,3 ve 4 üyeli sabit bölümlü zirkonya protezlerin uyumu rapor edilmiştir. Yazarlar, geleneksel yöntem ile kıyaslandığında, implantlar arası açılanmanın 10 dereceden fazla olduğu durumlarda restorasyonların pasif uyumunun olumsuz etkilebileceğini iddia etmiştir. Bununla birlikte her iki grupta da implantlar arası mesafenin pasif uyumu etkilemediği sonucuna varılmıştır.⁶⁰ Dijital iş akışının zaman verimliliği ile ilgili olarak çeşitli çalışmalar tek implant rehabilitasyonu için yarı dijital veya geleneksel iş akışıyla karşılaştırıldığında, tam dijital iş akışı için klinik ve laboratuvar çalışma sürelerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede daha kısa olduğunu bildirmiştir.^{55,61-63} Hasta memnuniyeti açısından ise elastomerik ölçü materyali kullanılarak elde edilen geleneksel ölçü ile karşılaştırıldığında, ağız içi tarayıcı ile dijital iş akışının konfor ve kolaylık açısından önemli ölçüde üstün olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak tam dijital iş akışında, tek implant vakaları için monolitik restorasyonlar kısa ve orta takip süreleri (3-5 yıl) boyunca küçük teknik komplikasyonlarla birlikte yüksek başarı ve sağ kalım oranları göstermiştir. Hasta kabulünün ve klinik ve laboratuvar zaman verimliliğinin de tam dijital iş akışında yüksek olduğu rapor edilmiştir. Çok üyeli implantlar için dijital iş akışı henüz klinik kullanım için yeterince rapor edilmemiştir. Klinik sonuçlar elde edilebilmesi için hasta kabulü, zaman verimliliği ve çok üyeli implant destekli protezlerin mekanik ve biyolojik komplikasyonları gibi ölçütler üzerine daha fazla çalışma yapılmalıdır.

SONUÇ

Bu derlemeden elde edilen bilgilere dayanarak şu sonuçlara varılabilir;

1. Tanımlanan çalışmaların çoğunluğu in vitro'dur ve bunların klinik önemi sınırlıdır. Tarama doğruluğu, protez uyumu ve bunların teknik ya da biyolojik komplikasyonları gibi önemli klinik faktörler yalnızca uzun dönem klinik

çalışmalarla etkin bir şekilde değerlendirilebilir.

2. Çoklu implantların bulunduğu dijital tam ark ölçüleri geleneksel, splintsiz açık veya kapalı kaşık ölçülerinden daha yüksek doğruluk göstermektedir. Geleneksel splintli açık kaşık ölçü prosedürünün ise dijital ölçüye kıyasla üstünlüğü konusunda fikir birliği yoktur ancak ana modelin 3 boyutlu baskısı, kullanılan teknolojiye ve malzemelere bağlı olarak daha fazla tutarsızlığa neden olabilir.

3. Tamamı PEEK, tek parça, silindirik şekilli, pürüzsüz yüzeyli ve yeterli uzunluğa sahip tarama gövdeleri tercih edilmektedir. Belirtilen özelliklere sahip tarama gövdeleri kullanıldığı zaman, implant açılanması ölçü doğruluğunu etkilememektedir.

KAYNAKLAR

1. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health* 2017; 17(1): 149.
2. Asutay HC, Turkyilmaz I, Benli M, Martinez JL. Transforming smiles using an intraoral scanner and face scan application on smartphone. *J Dent Sci* 2022; 17(3): 1413-1414.
3. Sfondrini MF, Gandini P, Malfatto M, Di Corato F, Trovati F, et al. Computerized Casts for Orthodontic Purpose Using Powder-Free Intraoral Scanners: Accuracy, Execution Time, and Patient Feedback. *Biomed Res Int* 2018; 2018: 4103232.
4. Michelinakis G, Apostolakis D, Kamposiora P, Papavasiliou G, Özcan M. The direct digital workflow in fixed implant prosthodontics: a narrative review. *BMC Oral Health* 2021; 21(1): 37.
5. Mizumoto RM, Yılmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2018; 120(3): 343-352.
6. Ender A, Mehl A. Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *Int J Comput Dent* 2013; 16(1): 11-21.
7. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a Digital Impression System Based on Active Triangulation Technology With Blue Light for Implants: Effect of Clinically Relevant Parameters. *Implant Dent* 2015; 24(5): 498-504.
8. Ender A, Zimmermann M, Mehl A. Accuracy of complete- and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro. *Int J Comput Dent* 2019; 22(1): 11-19.
9. Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clin Oral Investig* 2016; 20(7): 1495-1504.
10. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering

operator experience, implant angulation, and depth. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17(Suppl 1): e54-e64.

11. Revilla-León M, Subramanian SG, Özcan M, Krishnamurthy VR. Clinical Study of the Influence of Ambient Light Scanning Conditions on the Accuracy (Trueness and Precision) of an Intraoral Scanner. *J Prosthodont* 2020; 29(2): 107-113.

12. Wesemann C, Kienbaum H, Thun M, Spies BC, Beuer F, et al. Does ambient light affect the accuracy and scanning time of intraoral scans? *J Prosthet Dent* 2021; 125(6): 924-931.

13. Arakida T, Kanazawa M, Iwaki M, Suzuki T, Minakuchi S. Evaluating the influence of ambient light on scanning trueness, precision, and time of intra oral scanner. *J Prosthodont Res* 2018; 62(3): 324-329.

14. Viohl J. Dental operating lights and illumination of the dental surgery. *Int Dent J* 1979; 29(2): 148-163.

15. Mizumoto RM, Yilmaz B, McGlumphy EA Jr, Seidt J, Johnston WM. Accuracy of different digital scanning techniques and scan bodies for complete-arch implant-supported prostheses. *J Prosthet Dent* 2020; 123(1): 96-104.

16. Moreira AH, Rodrigues NF, Pinho AC, Fonseca JC, Vilaça JL. Accuracy Comparison of Implant Impression Techniques: A Systematic Review. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17(Suppl 2): e751-e764.

17. Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D, Güth JF. Implant Impression Techniques for the Edentulous Jaw: A Summary of Three Studies. *J Prosthodont* 2016; 25(2): 146-150.

18. Kim SJ, Son K, Lee KB. Digital evaluation of axial displacement by implant-abutment connection type: An in vitro study. *J Adv Prosthodont* 2018; 10(5): 388-394.

19. Chia VA, Esguerra RJ, Teoh KH, Teo JW, Wong KM, et al. In Vitro Three-Dimensional Accuracy of Digital Implant Impressions: The Effect of Implant Angulation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017; 32(2): 313-321.

20. Kim J, Son K, Lee KB. Displacement of scan body during screw tightening: A comparative in vitro study. *J Adv Prosthodont* 2020; 12(5): 307-315.

21. Mangano FG, Veronesi G, Hauschild U, Mijiritsky E, Mangano C. Trueness and Precision of Four Intraoral Scanners in Oral Implantology: A Comparative in Vitro Study. *PLoS One* 2016; 11(9): e0163107.

22. Arcuri L, Pozzi A, Lio F, Rompen E, Zechner W, et al. Influence of implant scanbody material, position and operator on the accuracy of digital impression for complete-arch: A randomized in vitro trial. *J Prosthodont Res* 2020; 64(2): 128-136.

23. Gimenez-Gonzalez B, Hassan B, Özcan M, Pradies G. An In Vitro Study of Factors Influencing the Performance of Digital Intraoral Impressions Operating on Active Wavefront Sampling Technology with Multiple Implants in the Edentulous Maxilla. *J Prosthodont* 2017; 26(8): 650-655.

24. Rutkūnas V, Gečiauskaitė A, Jegelevičius D, Vaitiekūnas M. Accuracy of digital implant impressions with intraoral scanners. A systematic review. *Eur J Oral Implantol* 2017; 10(Suppl 1): 101-120.

25. Uzel SM, Guncu MB, Aktas G, Arıkan H, Reiss N, et al. Influence of the implant scan body modifications on trueness of digital impressions. *J Dent Sci* 2023; 18(4): 1771-1777.

26. Motel C, Kirchner E, Adler W, Wichmann M, Matta RE. Impact of Different Scan Bodies and Scan Strategies on the Accuracy of Digital Implant Impressions Assessed with an Intraoral Scanner: An In Vitro Study. *J Prosthodont* 2020; 29(4): 309-314.

27. Mangano F, Lerner H, Margiani B, Solop I, Latuta N, et al. Congruence between Meshes and Library Files of Implant Scanbodies: An In Vitro Study Comparing Five Intraoral Scanners. *J Clin Med* 2020; 9(7): 2174.

28. Sawyers J, Baig MR, El-Masoud B. Effect of Multiple Use of Impression Copings and Scanbodies on Implant Cast Accuracy. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34(4): 891-898.

29. Basaki K, Alkumru H, De Souza G, Finer Y. Accuracy of Digital vs Conventional Implant Impression Approach: A Three-Dimensional Comparative In Vitro Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017; 32(4): 792-799.

30. Mühlemann S, Greter EA, Park JM, Hämmerle CHF, Thoma DS. Precision of digital implant models compared to conventional implant models for posterior single implant crowns: A within-subject comparison. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29(9): 931-936.

31. Joda T, Brägger U. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26(12): 1430-1435.

32. Joda T, Katsoulis J, Brägger U. Clinical Fitting and Adjustment Time for Implant-Supported Crowns Comparing Digital and Conventional Workflows. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016; 18(5): 946-954.

33. Pan S, Guo D, Zhou Y, Jung RE, Hämmerle CHF, et al. Time efficiency and quality of outcomes in a model-free digital workflow using digital impression immediately after implant placement: A double-blind self-controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2019; 30(7): 617-626.

34. Joda T, Brägger U. Complete digital workflow for the production of implant-supported single-unit monolithic crowns. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25(11): 1304-1306.

35. de Oliveira NRC, Pigozzo MN, Sesma N, Laganá DC. Clinical efficiency and patient preference of digital and conventional workflow for single implant crowns using immediate and regular digital impression: A meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2020; 31(8): 669-686.

36. Chew AA, Esguerra RJ, Teoh KH, Wong KM, Ng SD, et al. Three-Dimensional Accuracy of Digital Implant Impressions: Effects of Different Scanners and Implant Lev-

el. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017; 32(1): 70-80.

37. Marghalani A, Weber HP, Finkelman M, Kudara Y, El Rafie K, et al. Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: An evaluation of accuracy. *J Prosthet Dent* 2018; 119(4): 574-579.

38. Alsharbaty MHM, Alikhasi M, Zarrati S, Shamshiri AR. A Clinical Comparative Study of 3-Dimensional Accuracy between Digital and Conventional Implant Impression Techniques. *J Prosthodont* 2019; 28(4): e902-e908.

39. Aswani K, Wankhade S, Khalikar A, Deogade S. Accuracy of an intraoral digital impression: A review. *J Indian Prosthodont Soc* 2020; 20(1): 27-37.

40. Su TS, Sun J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. *J Prosthodont Res* 2015; 59(4): 236-242.

41. Ozden YE, Ozkurt-Kayahan Z, Kazazoglu E. Effect of intraoral scanning distance on the marginal discrepancy of milled interim crowns. *J Prosthodont* 2024; 33(1): 41-45.

42. Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, et al. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2016; 27(4): 465-472.

43. Amin S, Weber HP, Finkelman M, El Rafie K, Kudara Y, et al. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study. *Clin Oral Implants Res* 2017; 28(11): 1360-1367.

44. Miyoshi K, Tanaka S, Yokoyama S, Sanda M, Baba K. Effects of different types of intraoral scanners and scanning ranges on the precision of digital implant impressions in edentulous maxilla: An in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 2020; 31(1): 74-83.

45. Kim KR, Seo KY, Kim S. Conventional open-tray impression versus intraoral digital scan for implant-level complete-arch impression. *J Prosthet Dent* 2019; 122(6): 543-549.

46. Tan MY, Yee SHX, Wong KM, Tan YH, Tan KBC. Comparison of Three-Dimensional Accuracy of Digital and Conventional Implant Impressions: Effect of Interimplant Distance in an Edentulous Arch. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34(2): 366-380.

47. Huang R, Liu Y, Huang B, Zhang C, Chen Z, et al. Improved scanning accuracy with newly designed scan bodies: An in vitro study comparing digital versus conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation. *Clin Oral Implants Res* 2020; 31(7): 625-633.

48. Alikhasi M, Siadat H, Nasirpour A, Hasanzade M. Three-Dimensional Accuracy of Digital Impression versus Conventional Method: Effect of Implant Angulation and Connection Type. *Int J Dent* 2018; 2018: 3761750.

49. Rech-Ortega C, Fernández-Estevan L, Solá-Ruiz MF, Agustín-Panadero R, Labaig-Rueda C. Comparative in

vitro study of the accuracy of impression techniques for dental implants: Direct technique with an elastomeric impression material versus intraoral scanner. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2019; 24(1): e89-e95.

50. Papaspyridakos P, Chen YW, Alshawaf B, Kang K, Finkelman M, et al. Digital workflow: In vitro accuracy of 3D printed casts generated from complete-arch digital implant scans. *J Prosthet Dent* 2020; 124(5): 589-593.

51. Revilla-León M, Gonzalez-Martin Ó, Pérez López J, Sánchez-Rubio JL, Özcan M. Position Accuracy of Implant Analogs on 3D Printed Polymer versus Conventional Dental Stone Casts Measured Using a Coordinate Measuring Machine. *J Prosthodont* 2018; 27(6): 560-567.

52. Jo SH, Kim KI, Seo JM, Song KY, Park JM, et al. Effect of impression coping and implant angulation on the accuracy of implant impressions: an in vitro study. *J Adv Prosthodont* 2010; 2(4): 128-133.

53. Arikan H, Muhtarogullari M, Uzel SM, Guncu MB, Aktas G, et al. Accuracy of digital impressions for implant-supported complete-arch prosthesis when using an auxiliary geometry device. *J Dent Sci* 2023; 18(2): 808-813.

54. Delize V, Bouhy A, Lambert F, Lamy M. Intrasubject comparison of digital vs. conventional workflow for screw-retained single-implant crowns: Prosthodontic and patient-centered outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2019; 30(9): 892-902.

55. Mangano F, Veronesi G. Digital versus Analog Procedures for the Prosthetic Restoration of Single Implants: A Randomized Controlled Trial with 1 Year of Follow-Up. *Biomed Res Int* 2018; 2018: 5325032.

56. Mangano F, Margiani B, Admakin O. A Novel Full-Digital Protocol (SCAN-PLAN-MAKE-DONE[®]) for the Design and Fabrication of Implant-Supported Monolithic Translucent Zirconia Crowns Cemented on Customized Hybrid Abutments: A Retrospective Clinical Study on 25 Patients. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16(3): 317.

57. De Angelis P, Passarelli PC, Gasparini G, Boniello R, D'Amato G, et al. Monolithic CAD-CAM lithium disilicate versus monolithic CAD-CAM zirconia for single implant-supported posterior crowns using a digital workflow: A 3-year cross-sectional retrospective study. *J Prosthet Dent* 2020; 123(2): 252-256.

58. Joda T, Bragger U, Zitzmann NU. CAD/CAM implant crowns in a digital workflow: Five-year follow-up of a prospective clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019; 21(1): 169-174.

59. Joda T, Ferrari M, Bragger U. A prospective clinical cohort study analyzing single-unit implant crowns after three years of loading: introduction of a novel Functional Implant Prosthodontic Score (FIPS). *Clin Oral Implants Res* 2017; 28(10): 1291-1295.

60. Rutkunas V, Larsson C, Vult von Steyern P, Mangano F, Gedrimiene A. Clinical and laboratory passive fit

assessment of implant-supported zirconia restorations fabricated using conventional and digital workflow. Clin Implant Dent Relat Res 2020; 22(2): 237-245.

61. Joda T, Brägger U. Time-Efficiency Analysis Comparing Digital and Conventional Workflows for Implant Crowns: A Prospective Clinical Crossover Trial. Int J Oral Maxillofac Implants 2015; 30(5): 1047-1053.

62. Joda T, Brägger U. Time-efficiency analysis of the treatment with monolithic implant crowns in a digital workflow: a randomized controlled trial. Clin Oral Implants Res 2016; 27(11): 1401-1406.

63. Joda T, Lenherr P, Dedem P, Kovaltschuk I, Bragger U, et al. Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions: a randomized controlled trial. Clin Oral Implants Res 2017; 28(10): 1318-1323.

Postoperatif Duyarlılığın Giderilmesi ve Duyarlılık Giderici Ajanlar

Postoperative Desensitization and Desensitizing Agents

Dt. Merve KARAKAYA

Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D., İzmir
Orcid ID: 0009-0000-4585-9714

Dt. İrem Nur YÜCEL

Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D., İzmir
Orcid ID: 0000-0002-8983-2449

Prof. Dr. H. Serdar ÇÖTERT

Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D., İzmir
Orcid ID: 0000-0003-1343-8928

Geliş tarihi: 22.12.2023

Kabul tarihi: 08.03.2024

doi: 10.5505/yeditepe.2024.70037

Yazışma adresi:

Dt. Merve KARAKAYA

Adres: Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi A.D., İzmir
Erzene, Ege Üniversitesi Kampüsü, 35040
Bornova/İzmir
Tel: 0 530 074 38 82
E-posta: dtmervekarakaya@gmail.com

ÖZET

Dentin duyarlılığı; açık dentin yüzeyinin, mekanik veya kimyasal başta olmak üzere çeşitli uyaranlara maruz kalması ile meydana gelen, ani ve keskin ağrıya yol açabilen bir durumdur. Yüzeydeki uyarı iletimleri sebebiyle olduğu için uyarının ortadan kalkması ile kaybolabilir. Dentinin ağız ortamına açılmasını gerektiren bu durum, mine dokusu hasarı ve/veya kök yüzeyinin açığa çıkması gibi nedenlerden dolayı oluşabildiği gibi dişlere uygulanan operatif işlemler de mine dokusunun kaybına sebep olarak dentin dokusunu ağız içine ekspoz eder ve duyarlılığa sebep olur. Sabit protetik tedavi için dayanak dişlerin preparasyonu sonrasında da duyarlılık görülebilir ve duyarlılık gidericilerin uygulanması gerekebilir. Bu çalışmanın amacı, postoperatif dentin duyarlılığı ve bu duyarlılığın giderilmesini konu alan güncel literatürün derlenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Postoperatif duyarlılık, duyarlılık giderici ajanlar, dentin duyarlılığı.

ABSTRACT

Dentin hypersensitivity is a condition that occurs when the exposed dentin surface is affected by various stimuli, especially mechanical or chemical, and can cause sudden and sharp pain. Since it is caused by the conduction of stimuli on the exposed dentin surface, the removal of the stimulus can disappear. This situation, which requires the dentin to be exposed to the oral environment, may occur due to reasons such as enamel tissue damage and/or exposure of the root surface, and operative procedures applied to the teeth may also cause loss of enamel tissue and cause sensitivity by exposing the dentin tissue into the mouth. Sensitivity may also occur after the preparation of the abutment teeth for fixed prosthetic treatment and desensitizers may need to be applied. The aim of this study is to compile the current literature on postoperative dentin sensitivity and the elimination of this sensitivity.

Keywords: Postoperative sensitivity, desensitizing agents, dentin sensitivity.

GİRİŞ

Dentin duyarlılığı; kimyasal, ısasal, mekanik, ve ozmotik uyaranlara karşı dentinde oluşan, uyarının ortadan kalkması ile kaybolabilen, herhangi bir diş patolojisi ile açıklanamayan ani, keskin ve lokalize bir ağrı olarak tanımlanmaktadır.^{1,2} Dentin duyarlılığı gerçek bir hastalıktan daha çok, açıktaki dentin yüzeyinde uyarı iletimi sonucunda oluşan bir semptom kompleksidir.³ Dentin duyarlılığının sebepleri multifaktoriyel olup, herhangi bir şekilde dentinin ağız ortamına açılmasını gerektirir. Bu ekspozisyon, mine dokusu hasarı ve/veya kök yüzeyinin açığa çıkması gibi nedenlerden dolayı oluşmaktadır. Örneğin erozyon, abfraksiyon, travma ve oklüzyon bo-

zuklukları gibi hastayla ilişkili nedenlerden dolayı oluşan mine kayıpları, dentinde duyarlılık oluşturabilir. Bunların yanısıra dişlerde yapılan operatif işlemler de mine dokusunun kaybına sebep olarak dentin dokusunu ağız içine açık hale getirir ve hassasiyete sebep olabilir. Sabit protetik tedavi için dayanak dişlerin preparasyonu da bu işlemlerden biridir. İnvaziv bir operasyon olan dayanak diş preparasyonu sonrasında ortaya çıkan duyarlılığı azaltmak için, açığa çıkan dentin yüzeylerine duyarlılık gidericilerin uygulanması gerekebilir.⁴ Diş preparasyonu gibi invaziv operasyonlardan sonra birçok hastada postoperatif duyarlılık geliştiği bilinmektedir.⁵ Dentin dokusunun dönen aletlerle prepare edilmesinin odontoblastlara zararlı olduğu ve postoperatif ağrı gelişme sıklığının %14 ila %19 arasında değiştiği bildirilmiştir.^{6,7} Pulpa ve dentin, preparasyon işlemi sırasındaki ısı, vibrasyon ve basınçtan ve sonrasında kullanılan materyallerden etkilenmektedir. Bu faktörler de post operatif duyarlılığı etkilemektedir.

1. Postoperatif Duyarlılık

Postoperatif duyarlılığın varlığı ve şiddeti kişiye, dişe ve yapılan aşındırmanın derinliğine göre değişmektedir. Kimi hastalarda geçici restorasyonlarla şikâyetler engellenirken, çoğu hastada provalar esnasında veya simantasyon sırasında dişin kurutulması gerektiğinde zorluklar yaşanmaktadır. Simantasyondan sonra bile simanların çeşitli komponentlerinden dolayı da postoperatif duyarlılık gözlenebilmektedir. Pulpa-dentin kompleksinde postoperatif duyarlılık oluşmasını etkileyen birçok faktör bildirilmiştir.⁸

1.1. Operatif Etkiler: Tüm kavite ve kron preparasyonları dentin tübülileri içindeki odontoblastların protoplazma ve nükleusları ile dentin lenfine zarar verir. Eğer kesim yüzeysel olarak ve su ile uygun şekilde soğutulmuş yapıldıysa hasar en az düzeyde kalır. Kesim derinleştikçe odontoblast harabiyetinin artmasına bağlı olarak hasar ve ağrı reaksiyonu artar. Kesim sırasında kötü soğutma odontoblastların nükleuslarının dentin kanalcıkları içine çekilmesine neden olur. Oluşan ağrı ve duyarlılık, odontoblast çekirdeği 2-3 gün içerisinde normal yerine ulaşana kadar devam eder. Gerçekleşen olaylar tersinir olabileceği gibi pulpanın ileri derece inflamasyonuna ve hatta nekroza da yol açabilir. Sığ ve su soğutmalı kesimde pulpa reaksiyonu en az düzeydedir. Odontoblast tabakası normaldir. Kesim derinliğinin fazla olduğu operasyonlarda yeterli su soğutması sağlandığında dentinde önemli bir reaksiyon oluşmaz. Yeterli soğutma uygulanmadığında kesim derinliği az bile olsa pulpada orta derecede reaksiyon ortaya çıkar. Dentinde geniş sahalarda yanık reaksiyonu görülür. Tübüli geçirgenliği artar. Vakuoller ve hemarajiler görünür. Pulpanın büyük damarlarında genişleme vardır. Derin ve kuru kesimlerde ise pulpa yanıtı şiddetlidir. Dentinde yanık lezyonu görülebilir.

1.2. Simantasyon Etkileri: Kron-köprü restorasyonlarının simantasyonunda sıklıkla kullanılan çinko fosfat, polikarboksilat ve cam iyonomer simanların düşük pH'ları ve rezin kompozit simanların dişe tutunması için gereken asitleme işlemi, dentin tübülilerinin açılmış uçlarını tıkayan smear tabakasını ortadan kaldırarak dentin sıvısının dışarı doğru akmasına ve duyarlılığa neden olur. Özellikle tübüliler içine rezin uzantılar yaparak adezyon sağlayan rezin simanların postoperatif duyarlılığa neden olabileceği rapor edilmiştir.¹⁰

Dentin duyarlılığının tedavisinde amaç, tübülileri örterek veya duyu sinirlerinin ağrı eşikliğini arttırarak ağrı oluşumunu engellemektir. Bu amaçla kullanılan çeşitli duyarlılık giderici ajanlar bulunmaktadır.¹¹ Dentin duyarlılığının tedavisinde en sık başvurulan ajanlar protein çöktürücüler, tübül tıkaçıcılar, vernikler ve lazer uygulamalarıdır.¹²

2. Dentin Duyarlılığı Tedavisinde Kullanılan Ajanlar

2.1. Potasyum Nitrat ve Potasyum Sitrata: Diş macunu ve gargaraların kompozisyonlarına ilave edilerek kullanılmaktadır. Potasyum iyonu potasyum nitratın etkin olan kısmıdır.¹³ Potasyumun etki mekanizması kesin olmamakla birlikte, pulpa innervasyonunun blokajı ve odontoblast çevresinin depolarizasyonu şeklindedir.¹⁴

2.2. Florür Bileşikleri: Sodyum florür (Nupro, Dentsply, Kent, ABD), potasyum florür (Viva Sens, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), sodyum monofluorofosfat (Duraphat, Colgate- Palmolive, Singapur, Singapur) ve kalay florür gibi florürlü bileşikler çok bilinen çürük önleyici etkilerine ek olarak duyarlılığın giderilmesi amacıyla da kullanılmaktadır.¹⁵ Topikal florür kullanımı, dentin tübülilerinin içinde kalsiyum florürün (CaF_2) çökmesiyle bariyer oluşumunu sağlar. Böylece dentin tübülü geçirgenliği ve hassasiyet azalır.¹⁶ %5 sodyum florürün dentin tübülilerini mekanik şekilde tıkadığı böylece ağrılı uyarana sebep olan dentin lenfi iletimini durdurduğu gösterilmiştir.¹⁷ Sodyum monofluorofosfatın antikaryojenik etkinliği ispatlanmış olsa da dentin duyarlılığına etkisi ile ilgili bilgiler çelişkilidir.¹⁸ Dentin yüzeylerine farklı konsantrasyonlarda (%1-10) kalay florür (SnF_2) uygulamasından sonra yapılan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntülerinde dentin yüzeylerinde kalay ve florür içeren globüler partiküller bulunmuştur. Başarılı bir sonuç için %0,4'lük SnF_2 uygulamasının en az 4 hafta süreyle yapılması önerilmiştir.¹⁹

2.3. Okzalat Bileşikleri: Okzalat bileşikleri (Biflorid, Voco, Cuxhaven, Almanya), kalsiyum iyonlarıyla tepkimeye girerek fazla miktarda, çözünmezlik özelliğine sahip kalsiyum oksalat kristalleri oluştururlar. Potasyum oksalat ($\text{C}_2\text{H}_2\text{K}_2\text{O}_9$) (Butler Protect, J.O. Butler, Chicago, ABD) solüsyonundaki potasyum iyonları pulpanın sinirlerini

direkt olarak etkileyerek ek bir duyarlılık giderme etkisi olmaktadır.²⁰ Dentin üzerine uygulanan ferrik okzal'ın da dentin geçirgenliğini büyük oranda azalttığı gösterilmiştir.²¹ Ferrik okzal'ın (Sensodyne Sealant, GMDT Co, Waterford, İrlanda) etki mekanizmasının smear tabakasının çözülmesi ve kalsiyum okzal ve ferrik fosfat tuzları meydana getirerek dentin tübülilerinin tıkanması olabileceği bildirilmiştir.²²

2.4. Kalsiyum Bileşikleri: Kalsiyum fosfat $Ca_3(PO_4)_2$ mineralleri dentin yapısının ana inorganik komponentleridir.²³ Bu molekülün ekspozite dentin yüzeyine uygulanması, kesilmiş tübüli ağızlarının tıkanmasını sağlar. Kalsiyum fosfat bileşiklerinden amorf kalsiyum fosfat (ACP)'in da hızlıca hidroksiapatit kristallerine dönüştüğü ve bu şekilde açık dentin tübülilerini tıkayabildiği bildirilmiştir.²⁴ ²⁵ (Teethmate Desensitizer, Kuraray, Okayama, Japonya) (Clinpro White Varnish 3M-ESPE, St.Paul, MN, ABD) Kalsiyum hidroksit $Ca(OH)_2$ ise ekspozite dentin tabakasına uygulandığında dentin duyarlılığında azalmaya neden olur.²⁶ Bu sebeple $Ca(OH)_2$ açık veya kapalı pulpa örtülme uygulamalarında ve invaziv olmayan periodontal tedaviler sonrasında oluşan dentin duyarlılığının tedavisinde kullanılmaktadır.²⁷

Temel komponenti silika (SiO_2) olup, kalsiyum ve fosfatın çökmesi için çekirdek görevi yapan bioaktif camların (Novamin, Novamin Technology Inc., FL, ABD) SEM çalışmaları dentin kanallarını kapayan apatit bir katman olarak gözlemlendiği bildirilmiştir.²⁸ DP-biyocam materyali (Na_2O %8,4 SiO_2 %39,6 P_2O_5 %12, CaO %40) ise, %30'luk fosforik asitle birlikte elde edilen bağdaşık bir pat şeklinde kullanılmaktadır. Patın CO_2 lazer yardımı ile dentin yüzeylerinde eritilmesiyle, dentin tübülülerinde 60 μm derinliğinde aktif ve bağdaşık bir tıkanma oluştuğu gösterilmiştir.²⁹ Nanobiocam, mikrobeyutlu biyocam ile sentezlendiğinde ise dentine kuvvetlice bağlanan bir apatit tabakası oluştuğu bildirilmiştir.³⁰

Portland çimento'nun deneysel bir türevi olan kalsiyum silikat, tübülileri tıkararak dentin geçirgenliğini azaltmaktadır. Patın dentin yüzeyine uygulanması sonucu elde edilen tübüli tıkaçlarının 1-2 μm derinliğinde olduğu ve asit ataklara karşı dayanıklı olduğu SEM incelemeleri ile gösterilmiştir.³¹ Nano boyuttaki kalsiyum oksit partiküllerinin %30'luk fosforik asit ile karıştırılması sonucu elde edilen mezoporoz silika ise, yüksek oranda kalsiyum ve fosfat iyonları içerir. Bu patın dentin tabakasına uygulanmasıyla iyonların tübülilere çökmesi gerçekleşir. Tübülülerde meydana gelen tıkaçlar pulpa basıncına dayanıklıdır.³²

2.5. Stronsiyum Tuzları: %10'luk stronsiyum klorid, dentin duyarlılığı tedavisi amacıyla diş macunlarının içeriğine katılan ilk katkılardan biridir. Stronsiyumun dentin duyar-

lılığı tedavisindeki etkisi henüz tam olarak açıklanamamakta aynı zamanda diş dokularına bağlanarak dentin tübülülerini tıkadığı ve bu sayede reperatif dentin formasyonunu indüklediği, ek olarak da duyuşal sinir aktivitesini azalttığı düşünülmektedir.³³ (Hyposen Desensitizer, Lege Artis Pharma GmbH, Dettenhausen, Almanya)

2.6. Kazein fosfopeptid (CPP): Kazeinden üretilen aynı zamanda kalsiyum fosfatı amorf kalsiyum fosfat (ACP) biçiminde taşıyabilen bir peptiddir.^{34,35} Reynolds ve ark.³⁵ kazein fosfopeptid- amorf kalsiyum fosfatın (CPP-ACP) diş yüzeyine adapte olarak diş çevresinde ACP yoğunluğunu arttırdığını bildirmiştir. Yazarlar, asidik şartlarda CPP-ACP'nin serbest kalsiyum ve fosfat iyonlarını tamponlayarak plakta kalsiyum fosfat seviyesini arttırdığını, mine demineralizasyonunu engellediğini ve remineralizasyonu arttırdığından bahsetmişlerdir.^{35,36}

2.7. Arjinin: Lupin (acı bakla) bitkisinin ekstresinden izole edilerek bikarbonat ve kalsiyum karbonatla birlikte kullanılmaktadır. Kleinberg ve ark.³⁷'nin, tükürüğün doğal duyarlılık giderici etki mekanizmasından ön görerek geliştirdikleri bu ajanın temel bileşenleri %8 arjinin, bikarbonat ve kalsiyum karbonattır (Pro-Relief, Colgate-Palmolive, Singapur, Singapur). Pro-Arjin yumuşak dokuyla uyumludur ve ağrı oluşturmaz. Düşük devirde yavaş rotasyon yapan periodontal lastikle ya da pamuk uçlu aplikatörlerle mine-sement birleşimi de dâhil, açık dentin yüzeylerine uygulanır. Mikroskobik çalışmalar, pro-arjininin dentin tübülülerini etkili bir şekilde bloke ettiğini ve aside dirençli bir yapı oluşturduğunu göstermiştir.^{38,39}

2.8. Shellac F: Laccifer Lacca Kerr (lak böceği) adlı böcekten türetilen doğal bir polimerdir. Suda çözünmediği ve yüzeyel bir koruyucu film tabakası oluşturabildiği için ilaç endüstrisinde tabletlerin kaplanmasında kullanılmaktadır. Bazı çalışmalar, duyarlılık giderilmesinde ve çürük profilaksisinde de etkisi olabileceğini göstermiştir.⁴⁰

2.9. Kavite Verniği: Amalgam restorasyonların altında rutin olarak kullanılmaktadır.⁴¹ Copalite vernik, (HJ Bosworth Co, Skokie, IL, ABD) duyarlılık giderici ajan olarak bilinmektedir.⁴² Copalite vernik; en çok tanınan kavite verniğidir. Eter, alkol ve asetona ek olarak %10'luk copal rezin içerir. Copalite vernik 70 seneden fazla zamandır açık dentin tübülülerini tıkamak için kullanılmıştır ama kısa süreli etkinliği olduğu bildirilmiştir.⁴³ Yapılan bir çalışmada dentin duyarlılık giderici ajanların tam seramik restorasyonların yapıştırılmasına etkisinin in vitro çalışma koşullarında incelendiğinde, bağlantı direncini azalttığı için, rezin siman uygulandığında, dentin üzerinde Copalite vernik uygulanmaması tavsiye edilmiştir.⁴⁴

2.10. Protein Çökelticiler: Gluteraldehit (Gluma Desensitizer %35 HEMA %5 Gluteraldehit), Heraus Kulzer GmbH, Hanau, Almanya) periferel tübüler sıvıdaki proteinleri bir araya toplar. Böylece tübüler sıvı akışını engelleyerek dentin hassasiyeti tedavisinde önemli rol oynar.⁴⁵ Gluteraldehit içeren solüsyonların topikal olarak uygulandığında hassasiyet giderici etkisi 6 ay kadar sürmektedir.⁴⁶ Formaldehitin ise, yalnız veya tükürük ile ekspozite dentin yüzeylerine uygulandığında tıkaçıcı olarak etkinlik göstermediği belirtilmiştir.⁴⁷

Gümüş nitrat, protein çökeltme yeteneği sayesinde dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılmıştır. Odontoblast uzantılarını koagüle ederek işlev görmektedir. Koagülasyon sonrasında odontoblast uzantıları gümüş albüminat formuna dönüşür. Bu bileşik diş yüzeyinde siyah renklenmeye neden olabilir. Bu sebeple kullanımı sınırlıdır.⁴⁸ Ayrıca dentin boyunca pulpaya infiltre olarak düşük düzeyde inflamasyona sebep olur.

Diamin gümüş florür, dentin hassasiyeti tedavisinde, çürük önleyici tedavide kullanılmıştır.⁴⁹ Gümüş nitratta olduğu gibi pulpal dokularda inflamasyona sebep olmadığı bildirilmiştir ama diş yüzeylerinde gümüş çökmesine sebep olarak koyu renklenmelere yol açar. Bu dezavantajlar sebebiyle kullanımı sınırlıdır. Ayrıca, diamin gümüş florür uygulanmış dentin disklerinden alınan SEM görüntülerinde dentin tübülü yüzeyleri üzerindeki örtücü etkisinin sınırlı olduğu gösterilmiştir.⁵⁰

Amonyum hekzafluorosilikat ise açık dentin tübülülerini silikat-kalsiyum fosfat çöktürmeleriyle bloke eden bir bileşiktir.⁴⁹ Gümüş yerine silika içerdiğinden diş renginde değişikliğe neden olmaz. SEM çalışmaları, amonyum hekzafluorosilikat uygulamasından sonra 7 gün yapay tükürükte saklanan dentin örneklerinde tübülülerin tamamen tıkanıldığını göstermiştir. Buna ek olarak dentin yüzeylerinde kalsiyum fosfat çöktürmeleri gözlenmiştir.⁴⁹ Amonyum hekzafluorosilikat uygulamasının dentin geçirgenliğini ortalama %10,3 oranında azalttığı gösterilmiştir.⁵⁰

Fitokompleksler olarak tanınan Rhubarb Rhabaricum (ravent) ve Spinacia Oleracea (İspanak), dentin içindeki kalsiyum ile reaksiyona girerek kalsiyum oksalat kristalleri oluşturan, oksalik asit ve oksalat tuzları içerir. Kalsiyum oksalat kristalleri ise dentinal proteinlere tutunarak tübülülerin tıkanmasını sağlar.³²

2.11. İyonofrez: İyonofrez, iyonların veya iyonize ilaçların dokulara iletilmesi için düşük amperli akımların kullanılmasına olanak tanır. Bu, ilacın lokal bölgede belirli bir konsantrasyona ulaşmasını sağlar.

İyonofrezin dentin duyarlılığı üzerindeki etkisi tam olarak açıklanamamakla birlikte farklı hipotezler mevcuttur.⁵¹ Bunlardan biri dentine elektrik akımı uygulanarak tamir dentin oluşumunun sağlanmasıdır. İyonofrez yoluyla %2 sodyum florürün uygulanmasının, topikal uygulama-

ya kıyasla dentin yüzeyinde iki kat daha fazla florür konsantrasyonu ürettiği gösterilmiştir.

2.12. Adeziv Materyaller: Rezin içeren duyarlılık giderici ajanların ve dental adezivlerin duyarlılık giderici olarak uygulanmalarındaki esas amaç, dentin tübülülerinin ağızlarını örterek uyarıların pulpaya iletilmelerini engellemektir.^{52,53} Admira Protect Desensitizer; aseton, HEMA, BIS-GMA ve florür salımı yapan üretilen dimetakrilat içermektedir.⁵⁴ (Admira Protect Desensitizer, Voco, Cuxhaven, Almanya) (Adper™ Single Bond, 3M-ESPE, St Paul, MN, ABD)

2.13. Lazerler: Son yıllarda dentin duyarlılığını gidermek amacıyla lazer uygulaması yaygınlaşmaktadır. Bu amaç doğrultusunda; helyum-neon (He-Ne), galyum-alüminyum-arsenid (GaAlAs), Neodimium-Yttrium-Alüminyum-Garnet (Nd:YAG), Erbium-Yttrium-Alüminyum-Garnet (Er:YAG) ve karbondioksit (CO₂) lazerler kullanılmaktadır.⁵⁵ Dentin duyarlılığını önlenmeye yönelik lazer uygulamasının etki mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır ancak her lazerin farklı etki mekanizmasına sahip olduğu tahmin edilmektedir. Nd:YAG ve CO₂ lazerlerin dentini çözerek dentin kanallarının tıkanmasını neden olduğu, dolayısıyla geçirgenliği ve hassasiyeti azalttığı bildirilmiştir.⁵⁶ Er:YAG lazerin ise, dentin sıvısının yüzey tabakalarını buharlaştırarak sıvı hareketliliğini azalttığı ve bu sayede duyarlılığın azalmasını sağladığı rapor edilmiştir.⁵⁷ Düşük güçteki lazerlerin (He-Ne, Ga-Al-As) düşük enerjili dalga boylarını 0,1°C düşük ısı artışları ile sağladıklarına, bu dalga boylarının hücrel aktiviteyi uyarak antienflamatuvar, vasküler ve analjezik çeşitli etkiler oluşturmak suretiyle doku iyileşmesine yardımcı olduğu düşünülmektedir.⁵⁸ Duyarlılık giderici ajanların dentin ve self adeziv siman bağlantısının makaslama bağ dayanımı incelenmiştir.⁵⁹ Bu çalışmada, duyarlılık giderici ajanların dentin-self adeziv siman-zirkonya bağlantısının dayanımını olumsuz etkilemediği, kullanılan tüm hassasiyet gidericilerin self adeziv bir siman ile birlikte kullanılabilirliği gösterilmiş; rezin, gluteraldehit ve HEMA içerikli duyarlılık gidericilerin makaslama bağ dayanımını arttırdığı; florid, oksalat ve hidroksiapatit gibi ajanların ise makaslama bağ dayanımını etkilemediği gösterilmiştir.⁵⁹

SONUÇ

Postoperatif dentin duyarlılığı genellikle protetik tedaviler sırasında meydana gelmekte ve hastaların konforunu ciddi düzeyde etkilemektedir. Hekim, gerek diş preparasyonunda gerekli önlemleri alarak gerek simantasyon aşamasında doğru seçimler yaparak duyarlılığın şiddetini azaltabilir. Bunlara rağmen oluşumu kesin olarak engellenemeyen postoperatif duyarlılık için birçok tedavi seçeneği mevcuttur. Bu seçenekler içinde yer alan duyarlılık

giderici ajanlar, hastanın mevcut tedavisinin akışına uygun olarak seçilmeli ve kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Addy M. Dentin hypersensitivity: Definition, prevalence, distribution aetiology. In: Addy M, Embery G, Edgar WM, Orchardson R, editors. *Tooth wear and Sensitivity Clinical Advances in Restorative Dentistry*. 1st ed. London, Martin Dunitz; 2000. p.239-248.
2. Dowell P, Addy M. Dentine hypersensitivity-a review. Aetiology, symptoms and theories of pain production. *J Clin Periodontol* 1983; 10: 341-350.
3. Bartold PM. Dentinal hypersensitivity: a review. *Aust Dent J* 2006; 51: 212-218.
4. Christensen GJ. Preventing postoperative tooth sensitivity in class I, II and V restorations. *JADA* 2002; 133: 229-331.
5. Suzuki S. Clinical evaluation of a new resin composite crown system to eliminate postoperative sensitivity. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000; 20: 498-509.
6. Costa CA, Oliveira MF, Giro EM, Hebling J. Biocompatibility of resin-based materials used as pulp capping agents. *Int Endod J* 2003; 36: 831-839.
7. Browning WD, Johnson WW, Gregory PN. Reduction of postoperative pain: a double-blind, randomized clinical trial. *JADA* 1997; 128: 1661-1667.
8. Davari A, Ataei E, Assarzadeh H. Dentin hypersensitivity: etiology, diagnosis and treatment; a literature review. *J Dent* 2013; 14(3): 136.
9. Mjor IA, Odont D. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 2: initial reactions to preparation of teeth for restorative procedures. *Quintessence Int* 2001; 32: 537-551.
10. Sheikh H, Heymann HO, Swift EJ Jr, Ziemicki TL, Ritter AV. Effect of saliva contamination and cleansing solutions on the bond strengths of self-etch adhesives to dentin. *J Esthet Restor Dent* 2010; 22(6): 402-410.
11. Al-Sabbagh M, Harrison E, Thomas MV. Patient-applied treatment of dentinal hypersensitivity. *Dent Clin N Am* 2009; 53(1): 61-70.
12. Ling TY, Gilliam DG. The effectiveness of desensitizing agents for the treatment of cervical dentine hypersensitivity (CDS)-a review. *J West Soc Periodontol Periodontol Abstr* 1996; 44: 5-12.
13. Wichgers TG, Emert RL. Dentin hypersensitivity. *Oral Health* 1997; 87(3): 51-53.
14. Pashley DH, O'Meara JA, Kepler EE, Galloway SE, Thompson SM, et al. Dentin permeability. Effects of desensitizing dentifrices in vitro. *J Periodontol* 1984; 55(9): 522-525.
15. Autio-Gold JT, Barrett AA. Effect of fluoride varnishes on color stability of esthetic restorative materials. *Oper Dent* 2004; 29(6): 636-641.
16. Gangarosa LP. Current strategies for dentist-applied treatment in the management of hypersensitive dentine. *Arch Oral Biol* 1994; 39: 101-106.
17. Ritter AV, Dias W, Miguez P, Caplan DJ, Swift EJ. Re-ating cervical dentin hypersensitivity with fluoride varnish: a randomized clinical study. *J Am Dent Assoc* 2006; 137(7): 1013-1020.
18. Kanouse MC, Ash MMJ. The effectiveness of a sodium monofluorophosphate dentifrice dental hypersensitivity. *J Periodontol* 1969; 40: 38-40.
19. Blong MA, Volding B, Thrblong WJ, Jones DL. Effects of a gel containing 0.4 percent stannous fluoride on dentinal hypersensitivity. *J Dent Hyg* 1985; 59(11): 489-492.
20. Markowitz K, Bilotto G, Kim S. Decreasing intradental nerve activity in the cat with potassium and divalent cations. *Arch Oral Biol* 1991; 36(1): 1-7.
21. Pashley DH, Andringa HJ, Eichmiller F. Effects of ferric and aluminum oxalates on dentin permeability. *Am J Dent* 1991; 4(3): 123-126.
22. Wang HL, Yeh CT, Smith F, Burgett FG, Richards P, et al. Evaluation of ferric oxalate as an agent for use during surgery to prevent post-operative root hypersensitivity. *J Periodontol* 1993; 64(11): 1040-1044.
23. Frank RM. Dentinal sclerosis and ultrastructural basis of dentinal sensitivity. *Annual Meeting - American Institute of Oral Biology* 1968; 25: 21-24.
24. Tung MS, Bowen HJ, Derkson GD, Pashley, DH. Effects of calcium phosphate solutions on dentin permeability. *J Endod* 1993; 19(8): 383-387.
25. Ishihata H. Effect of two desensitizing agents on dentin permeability in vitro. *J Appl Oral Sci* 2017; 251: 34-41
26. Levin MP, Yearwood LL, Carpenter WN. The desensitizing effect of calcium hydroxide and magnesium hydroxide on hypersensitive dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 1973; 35(5): 741-746.
27. Trowbridge H, Edwall L, Panopoulos P. Effect of zinc oxide-eugenol and calcium hydroxide on intradental nerve activity. *J Endod* 1982; 8(9): 403-406.
28. Forsback AP, Areva S, Salonen JI. Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 in vitro. *Acta Odontol Scand* 2004; 62: 14-20.
29. McBride MA, Gilpatrick RO, Fowler WL. The effectiveness of sodium fluoride iontophoresis in patients with sensitive teeth. *Quintessence Int* 1991; 22(8): 637-640.
30. Pashley DH, Livingston MJ, Reeder OW, Horner J. Effects of the degree of tubule occlusion on the permeability of human dentine in vitro. *Arch Oral Biol* 1978; 23(12): 1127-1133.
31. Trowbridge HO, Silver DR. A review of current approaches and in-office management of tooth hypersensitivity. *Dent Clin North Am* 1990; 34: 561-581.
32. Sauro S, Gandolfi MG, Prati C, Mongiorgi R. Oxalate-containing phytocomplexes as dentine desensitizers:

an in vitro study. Arch Oral Biol 2006; 51(8): 655-664.

33. Markowitz K, Kim S. Hypersensitive teeth. Experimental studies of dentinal desensitizing agents. Dent Clin N Am 1990; 34(3): 491-501.

34. Reynolds EC. Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. Spec Care Dentist 1998; 18(1): 8-16.

35. Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. J Dent Res 1997; 76(9): 1587-1595.

36. Geiger S, Matalon S, Blasbalg J, Tung M, Eichmiller FC. The clinical effect of amorphous calcium phosphate (ACP) on root surface hypersensitivity. Oper Dent 2003; 28(5): 496-500.

37. Kleinberg I. A new saliva-based composition for simple and effective treatment of dentinal sensitivity pain. Dent Today 2002; 21(12): 42-47.

38. Cummins D. Dentin hypersensitivity: from diagnosis to a breakthrough therapy for everyday sensitivity relief. J Clin Dent 2009; 20: 1-9.

39. Petrou I, Heu R, Stranick M, Lavender S, Zaidel L, et al. A breakthrough therapy for dentin hypersensitivity: How dental products containing 8% arginine and calcium carbonate work to deliver effective relief of sensitive teeth. J Clin Dent 2009; 20: 23-31.

40. Hoang-Dao BT, Hoang-Tu H, Tran-Hung L, Camps J, Koubi G, et al. Evaluation of a natural resin-based new material (Shellac F) as a potential desensitizing agent. Dent Mater 2008; 24(7): 1001-1007.

41. Al-Omar QD, Al-Omari WM, Omar R. Factors associated with postoperative sensitivity of amalgam restorations. J Ir Dent Assoc 2009; 55(2): 87-91.

42. Hack GD, Thompson VP. Occlusion of dentinal tubules with cavity varnishes. Arch Oral Biol 1994; 39: 149.

43. Ferrari M, Cagidiaco MC, Kugel G, Davidson CL. Clinical evaluation of a one-bottle bonding system for desensitizing exposed roots. Am J Dent 1999; 12: 243-249.

44. Ersu B, Arifağaoğlu Ö, Yüzügüllü B, Canay Ş. Effect of dentin desensitizers on cementation of full ceramic restorations. Yeditepe J Dent 2016; 12(2): 5-10.

45. Dondi G, Lone A, Finger WJ. Clinical evaluation of the role of glutardialdehyde in a one-bottle adhesive. Am J Dent 2002; 15(5): 330-334.

46. Dondi G, Malferrari S. Desensitizing effects of Gluma and Gluma 2000 on hypersensitive dentin. Am J Dent 1993; 6(6): 283-286.

47. Addy M, Mustafa P. Dentine hypersensitivity. I. Effects produced by the uptake in vitro of metal ions, fluoride and formaldehyde onto dentine. J Oral Rehabil 1988; 15(6): 575-585.

48. Porto IC, Andrade AK, Montes MA. Diagnosis and treatment of dentinal hypersensitivity. J Oral Sci 2009; 51(3): 323-332.

49. Suge T, Kawasaki A, Ishikawa K, Matsuo T, Ebisu S. Ammonium hexafluorosilicate elicits calcium phosphate precipitation and shows continuous dentin tubule occlusion. Dent Mater J 2008; 24(2): 192-198.

50. Suge T, Kawasaki A, Ishikawa K, Matsuo T, Ebisu S. Effect of ammonium hexafluorosilicate on dentin tubule occlusion for the treatment of dentin hypersensitivity. Am J Dent 2006; 19(4): 248-252.

51. McBride MA, Gilpatrick RO, Fowler WL. The effectiveness of sodium fluoride iontophoresis in patients with sensitive teeth. Quintessence Int 1991; 22(8): 637-640.

52. Trowbridge HO, Silver DR. A review of current approaches and in-office management of tooth hypersensitivity. Dent Clin North Am 1990; 34: 561-581.

53. Pashley DH, Livingston MJ, Reeder OW, Horner J. Effects of the degree of tubule occlusion on the permeability of human dentine in vitro. Arch Oral Biol 1978; 23(12): 1127-1133.

54. Bozok Y. Dentin Hassasiyeti Tedavisinde Diş Hekimi Tarafından Uygulanan Desensitize Edici Ajanlar. Klinik Bilimler Dergisi 2011; 2: 867-874.

55. Kadiroglu EL, Dag A. Dentin hipersensitivitesi ve lazerlerin etkisi. CDJ 2004; 7(1): 58-63.

56. Zhang C, Matsumoto K, Kimura Y, Harashima T, Takeda FH, et al. Effects of CO2 laser in treatment of cervical dentinal hypersensitivity. J Endod 1998; 24: 595-597.

57. Schwarz F, Arweiler N, Georg T, Reich E. Desensitizing effects of an Er:YAG laser on hypersensitive dentine. J Clin Periodontol 2002; 29: 211-215.

58. Gerschman JA, Ruben J, Gebart-Eaglemont J. Low level laser therapy for dentinal tooth hypersensitivity. Aust Dent J 1994; 39: 353-357.

59. Aytuğ M. Farklı Duyarlılık Giderici Ajanların Dentin Self Adeziv Rezin Siman Zirkonya Sistemlerinin Makaslama Bağ Dayanımına Etkisinin İncelenmesi, Uzmanlık Tezi Ege Üniversitesi, 2017.

DERLEME ÖZEL SAYISI

DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN YARDIMCI CİHAZLAR VE YÖNTEMLER

Külahcı D, Yılmaz A.

Geçmişten Günümüze Elektronik Apeks Bulucular
Electronic Apex Locators from Past to Present

Uğurgelen B, Evren B.

Dijital Oklüzal Analiz Yöntemleri
Digital Occlusal Analysis Methods

Tokuç M, Yazan Şükür E, Noyan A, Ulukapı I, Aykaç B.

Otizmlı Çocuklarda Görülen Patofizyolojik Değişiklikler ve Genel Anestezi Uygulamaları
Pathophysiological Changes in Children with Autism and General Anesthesia

Kaya Acar M, Koçak Büyükdere A.

Dijital Dental Fotoğrafçılık
Digital Dental Photography

Köseoğlu M, Bayındır F.

Mobil Dental Fotoğrafçılık
Mobile Dental Photography

Arkan H, Özden YE, Güncü MB.

Ağız İçi Tarayıcıların İmplant Ölçülerinde Kullanımı ve Dijital Ölçüyü Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi
The Use of Intraoral Scanners in Implant Impressions and the Assessment of Factors Influencing Digital Impressions

Karakaya M, Yücel İN, Çöttert HS.

Postoperatif Duyarlılığın Giderilmesi ve Duyarlılık Giderici Ajanlar
Postoperative Desensitization and Desensitizing Agents



YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Bağdat Caddesi No: 238 34728 Kadıköy-İstanbul
Tel: 0216 363 60 44 - Faks: 0216 363 62 11

www.7tepedis.com
www.yeditepedishastanesi.com