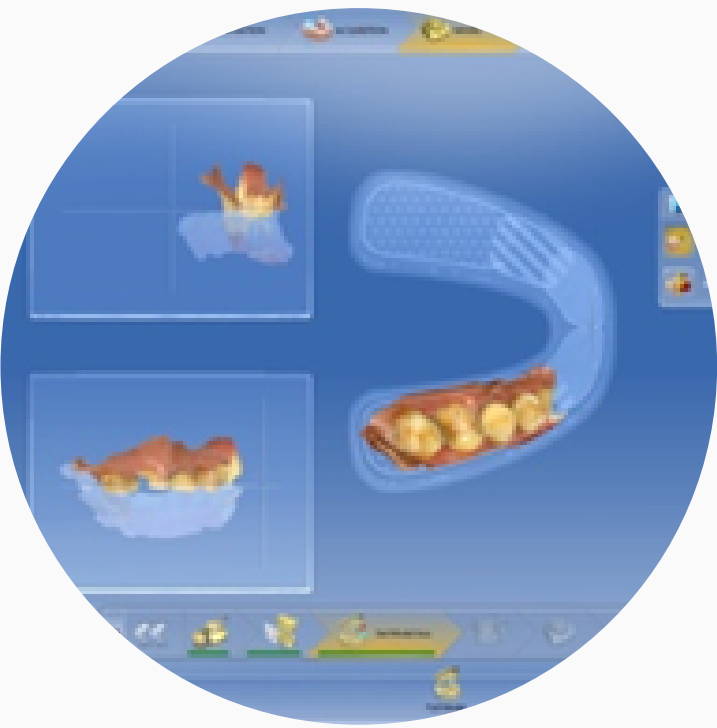




ULUSLARARASI DİŞ HEKİMLİĞİ BİLİMLERİ DERGİSİ

JOURNAL OF INTERNATIONAL DENTAL SCIENCES

2024 Aralık/ Cilt: 10/ Sayı: 3
2024 December/ Volume: 10/ Number: 3



İÇİNDEKİLER/ CONTENTS

Derleme / Review

Ağız İçi Tarayıcıların Tamamen Dişsiz Çenelerde Kullanımı: Derleme

117 Intraoral Scanners In Completely Edentulous Jaws: Review

Lale Gül AĞAÇDAN, Sema MURAT, Furkan AĞAÇDAN

3 Boyutlu Yazıcı ile Üretilen Akrilik Rezinler ve Nanopartikül İlavesi: Derleme

126 Three-Dimensionally Printed Acrylic Resins and Nanoparticle Addition: Review

Beşar İZZETAĞA, Gaye SAĞLAM, Ayşegül KÖROĞLU

Araştırma/ Research

Hareketli Protez Kullanan Klinik Öğrencilerinin Hastalarının Memnuniyet Durumu Değerlendirmesi

137 Evaluation Of Satisfaction Status Of Patients Of Clinical Students Using Removable Prosthesis

Işıl SARIKAYA, İlknur USTA KUTLU, Kaan YERLİYURT, Ozan Can ELMAS, Abdullah Sait DAĞLAR, Ahmet Doğan IŞIK

Endokron Diş Preparasyon Derinliğinin ve Kavite Duvarı Açılanmasının İntraoral Tarayıcı Doğruluğu Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi: İn Vitro Çalışma

146 Evaluation Of The Effect Of Endocrown Tooth Preparation Depth And Cavity Wall Angulation On Intraoral Scanner Accuracy: An In Vitro Study

Bahadır EZMEK

The Effect Of Some Traditional Beverages On The Colour Stability Of The Resin Nanoceramic Material

153 Bazı Geleneksel İçeceklerin Resin Nano Seramik Materyalinin Renk Stabilitesi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

Elif Nur KÖROĞLU, Şükriye Ece GEDUK

YouTube™ As An Education Platform for Dental Implants

159 Dental İmplantlar Hakkında Eğitim Platformu Olarak YouTube™

Egemen TAYAN, Ceren GÖKMENOĞLU, Süleyman Kutalmış BÜYÜK

Olgu Sunumu/ Case Report

Minimal İnvaziv Protetik Tedavilerde CAD-CAM Kullanımı: İki Olgu Sunumu

167 Using of CAD-CAM In Minimal Invasive Prosthetic Treatments: Two Case Reports

Aynur Beyza ÇAVUŞÇULU GÜDÜL, Şükriye Ece GEDUK, Gaye SAĞLAM

Mandibula Anterior Bölgedeki İzole Dişeti Çekilmesinin Pinhole Cerrahi Tekniği ve Lateral Tünel Tekniği Kombinasyonu ile Tedavisi: Olgu Sunumu

174 Treatment Of Isolated Gingival Recession In The Anterior Region Of The Mandible With A Combination Of Pinhole Surgical Technique and Lateral Tunnel Technique: A Case Report

Merve AKBUDAK, Nihal ÖZÇELİK, Resul ÇOLAK

Ağız İçi Tarayıcıların Tamamen Dişsiz Çenelerde Kullanımı: Derleme

Intraoral Scanners In Completely Edentulous Jaws: Review

ÖZ

Giriş: Son yıllarda ağız içi tarayıcılardaki gelişmelerle birlikte tamamen dişsiz hastaların da sert ve yumuşak dokularının dijital ölçüsünün hassas şekilde kaydedilmesi için yapılan çalışmalar artmaktadır. Bu derlemenin amacı; tamamen dişsiz ağızlarda ağız içi tarayıcı kullanımının geleneksel yöntemle göre avantajlarını ve zorluklarını karşılaştırmak ve konu ile ilgili yapılan çalışmalar hakkında bilgi vermektir. Son yıllarda kullanılan güncel ağız içi tarayıcılar hakkında detaylı bilgi verilmiş ve geleneksel ölçüyle karşılaştırmaları yapılmıştır. Ağız içi tarayıcılar genel olarak dişlerin ve implantların dijital ölçülerinin alınmasında ve sabit protezlerin yapımında ve son yapılan çalışmalarda tam protezlerin üretilmesinde dişsiz çenelerin dijitalize edilmesi için de kullanılabileceğini rapor etmektedir. Geleneksel yöntemle göre klinik sürenin azaltılması, hasta ve hekim konforu, verilerin depolanabilmesi gibi birçok avantajı bulunsa da kullanıcı deneyimi gerekmesi, yumuşak doku ve sulkusların kaydının zor olması ve kan tükürük gibi oral sıvılardan etkilenmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Sonuç: Tam protez üretimi sırasında dişsiz çenelerin doğru taranması çok önemli bir adımdır; ancak elde edilen dijital taramanın hassasiyeti hala tartışmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ağız İçi Tarayıcı, Tam Dişsizlik, Dijital İş Akışı.

ABSTRACT

Objective: In recent years, with the developments in intraoral scanners, studies on the precise recording of digital measurements of hard and soft tissues of completely edentulous patients have increased. The purpose of this review; The aim of this study is to compare the advantages and difficulties of using an intraoral scanner in completely edentulous mouths compared to the traditional method and to provide information about the studies on the subject. Detailed information is given about the current intraoral scanners used in recent years and their comparison with traditional impressions is made. Intraoral scanners generally report that they can be used to take digital measurements of teeth and implants and to digitalize edentulous jaws in the production of fixed dentures and, in recent studies, in the production of complete dentures. Although it has many advantages over the traditional method, such as reducing clinical time, patient and physician comfort, and ability to store data, it has disadvantages such as requiring user experience, being difficult to record soft tissues and sulcus, and being affected by oral fluids such as blood and saliva.

Conclusion: Correct scanning of edentulous jaws is a very important step during complete denture production; however, the sensitivity of the resulting digital scan is still controversial.

Key Words: Intraoral Scanner, Complete Edentulism, Digital Workflow.

Lale Gül AĞAÇDAN¹

ORCID: 0000-0003-2206-1413

Sema MURAT²

ORCID: 0000-0003-0632-5095

Furkan AĞAÇDAN³

ORCID: 0000-0003-3130-419X

¹Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye

³Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 28.05.2024

Kabul tarihi / Accepted: 02.09.2024

İletişim Adresi /Corresponding Adress:

Lale Gül AĞAÇDAN

Ankara Üniversitesi,

Sağlık Bilimleri Enstitüsü,

Ankara, Türkiye

E-posta/e-mail:lalegulkarasuluk93@gmail.com

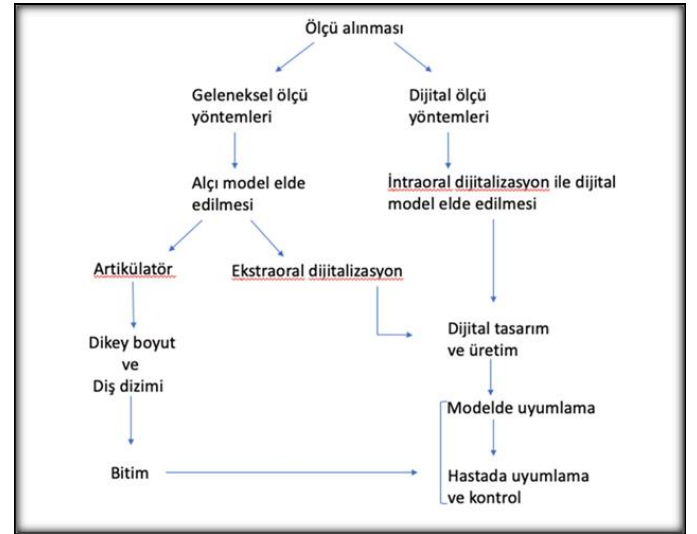
GİRİŞ

Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim sistemleri (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing, CAD/CAM) gelişmiş veri toplama ve üretim teknolojileri ile diş hekimliğinde; inleyler, onleyler, laminate veneerler, tam kronlar, sabit ve hareketli parsiyel protezler, implant üstü protezler, implant cerrahisinde kullanılan stentlerin üretilmesi, hareketli ve sabit implant destekli protezlerin alt yapılarının hazırlanması, maksillofasiyal protezler gibi oldukça geniş endikasyon alanına sahiptir (1-4). Son yıllarda, teknolojik gelişmelere bağlı olarak CAD/CAM sistemleri tam protezlerin üretilmesinde konvansiyonel yöntemlere alternatif olarak kullanılmakta ve bu sayede sadece iki klinik randevuda protezlerin hastaya teslim edilebilmesi mümkün olmaktadır (1, 5-7). Piyasaya sunuldukları dönemde dişsiz çenelerin dijital ölçüsünün alınması mevcut olan ağız içi tarayıcılar ile mümkün olmadığından tam protezlerin dijital olarak üretilmesi için konvansiyonel ölçülerin alınmasına ihtiyaç duyulmaktaydı. (5, 8, 9). Ağız içi tarayıcılar genel olarak dişlerin ve implantların dijital ölçülerinin alınmasında ve sabit protezlerin yapımında rutin olarak kullanılmaktaysa da, son yıllarda yapılan çalışmalar, ağız içi tarayıcıların tam protezlerin üretilmesinde dişsiz çenelerin dijitalize edilmesi için de kullanılabileceğini rapor etmektedir (9-14). Anatomik detayları ve profili oluşturmak için bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi bilgisayar destekli medikal görüntüleme yöntemleri ve lazer yüzey tarayıcıları ile optik sistemlerin kullanılması ile konturları ve doku adaptasyonu çok iyi düzeyde olan tam protezlerin hazırlanabilmesi üzerine çalışmalar sürdürülmektedir (1, 5, 6, 15, 16). Dişsiz çenelerin anatomik detaylarının konvansiyonel ölçüye gerek duyulmadan direkt olarak ağız içi tarayıcılar ile kaydedilmesi ve protezlerin sanal dizaynlarının yapıldıktan sonra hızlı prototipleme veya milleden yöntemleriyle üretilmesi ile konvansiyonel yöntemden kaynaklanabilecek hataların ve zorlukların elimine edilmesini hedefleyen dijital yaklaşım kavramı ön plana çıkmaktadır (17). Ek olarak, dijital tam protezlerin üretimi için ağız içi tarayıcılar ile maksillo-mandibular ilişkilerin de kaydedilebilmesi ve elde edilen görüntülerin yüz taramaları ile birleştirilmesi için tedavi protokolleri de geliştirilmektedir (7).

1. TAM PROTEZLERDE DİJİTAL ÖLÇÜ TEKNİKLERİ

CAD/CAM tekniklerindeki gelişmeler tam protezlerin dijital olarak tasarlanmasına ve üretilmesine de olanak tanımıştır. Tam protezlerin dijital olarak üretilmesine olanak sunan, AvaDent Digital Dental Solutions (Global

Dental Science), Ceramill Full Denture System (Amann Girschbach AG), Baltic Denture System (Merz Dental), DENTCA (Whole You), Pala Digital Dentures (Kulzer GmbH), Wieland Digital Denture (Ivoclar Vivadent AG), and Zirkonzahn Full Denture (Zirkonzahn) gibi çeşitli ticari firmalar mevcuttur (18, 19). Ticari olarak üretim yapan firmaların klinik ve laboratuvar protokolleri, manuel ve dijital uygulamaların kombine kullanılmasını içermekte ve CAD/CAM veya hızlı prototipleme teknolojisi ile sadece 2 klinik randevuda tam protezin hastaya teslim edilebilmesi mümkün olmaktadır. Aynı zamanda kaide materyali olarak mekanik ve yüzey özellikleri konvansiyonel akrilik rezinlerden daha gelişmiş olan malzemelerin kullanılmasının sağladığı avantajlarla birlikte doku adaptasyonu oldukça iyi olan protezlerin üretilmesi de hasta memnuniyetini arttırmaktadır (20, 21). Tam protezlerin dijital olarak hazırlanmasındaki ilk klinik aşama ölçü aşaması olup, aynı seansta maksillo-mandibular ilişkiler de kaydedilip, diş seçimi yapılmakta ve 2. klinik aşamada da protezler uyumlandırılarak hastaya teslim edilmektedir (18) (Şekil 1).



Şekil 1. Konvansiyonel ve dijital tam protezlerin üretim aşamaları

Tam protezlerin dijital olarak üretilmesi aşamasında uygulanan klinik protokolde, dişsiz çenelerin 3 boyutlu (3B) görüntülerinin dijital olarak kaydedilmesi ilk aşamadır. Dijitalleştirme farklı yollarla gerçekleştirilebilir:

1. Geleneksel ölçüden elde edilen model laboratuvar tarayıcısı ile taranabilir (Analog-dijital iş akışı).
2. Alternatif olarak, fiziksel ölçü bir laboratuvar tarayıcısı kullanılarak taranabilir ve sonrasında dijital modele dönüştürülebilir (Analog-dijital iş akışı).

3. Üçüncü bir seçenek, ağız içi tarayıcı ile dişsiz arkin direkt olarak dijital taramasının yapılmasıdır (Dijital iş akışı) (16).

Analog-dijital iş akışında protezlerin üretimi, konvansiyonel yöntemlerle ölçülerin alınması ile başlamakta ve protezlerin dijital olarak tasarlanıp, üretilmesiyle tamamlanmaktadır. Hızlı dijital iş akışı konseptinde ise; tamamen dişsiz çenelerin anatomik yapılarının 3B görüntüleri ağız içi tarayıcıları ile direkt kaydedilmekte ve protezlerin tasarımı dijital olarak yapıp üretim tamamlanmaktadır. Kullanılan yöntemler elde edilen dijital modellerin hassasiyeti açısından değerlendirildiğinde, dişsiz çenelerin direkt ağız içi tarayıcılar ile taranması konvansiyonel ölçü tekniğinden ve laboratuvar işlemlerden kaynaklı problemlerin elimine edilmesi açısından daha avantajlıdır. Analog-dijital iş akışı, konvansiyonel ölçü tekniğinden kaynaklı problemlerin dijital iş akışına aktarılması açısından dezavantaja sahip bir teknik olmasının yanında, şahsi kaşık ve kenar şekillendirilmesi yapılarak dokuların fonksiyonel şekilde kaydedilmesi avantajına sahiptir.

Konvansiyonel ölçünün dezavantajları;

1. Ölçü maddelerinin veya alçı modellerin genişlemesi, büzülmesi veya distorsiyonu,
2. Ölçüyü ağızdan çıkarırken ölçü materyalinin kaşıktan ayrılması
3. Ölçünün dezenfekte edilmesi ihtiyacı
4. Labaratuvara transfer etme gereksinimi
5. İstenmeyen tat ve koku
6. Bulantı refleksi uyandırması
7. Boyutsal stabilite düşüklüğü
8. Depolamadaki zorluklar (22-24).

Dijital iş akışında kullanılan ağız içi tarayıcı sistemlerle dişsiz çenelerin görüntülerinin kaydedilmesinde yaşanan mevcut zorluklar göz ardı edildiğinde, tarayıcıların klinik uygulamada hem hekim hem de hasta açısından birçok avantaja sahip olduğu görülmektedir (25-27).

Dijital ölçünün avantajları:

1. Fabrikasyon kolaylığı ve laboratuvar işlemlerinin daha az zaman alması,
2. Daha yüksek boyutsal doğruluk ve standartlaştırılmış üretim,

3. Öğürme refleksi ve anksiyetesi olan hastalar için rahatlık,

4. Azalmış klinik randevular,

5. Saklama ve taşıma maliyetlerinin düşmesi,

6. Verilerin dijital olarak depo edilebilmesi ve protezlerin kaybolması veya hasar görmesi durumunda yedek protezlerin kolayca imalatı,

7. Çapraz kontaminasyonların engellenmesi,

8. Dijital iş akışında, ağız içi tarayıcılarıyla elde edilen görüntüler konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KİBT) ve yüz taramaları gibi diğer dijital verilerle birleştirilebilmekte ve hastanın sanal modeli hazırlanabilmektedir (14).

2.GÜNCEL AĞIZ İÇİ TARAYICI SİSTEMLERİ

Ağız içi tarayıcılar gelişen teknoloji ile birlikte artık daha yüksek doğruluğa, daha kısa tarama süresine, hastanın ve hekimin konforunda artışa sebep olmasına rağmen temel prensiplerine bakıldığında farklılıklar taşımaktadırlar. Günümüzde ağız içi tarayıcılar, triangulason tekniği, aktif dalga örneklendirme, optik koherent tomografi ve konfokal tarama tekniği gibi gelişmiş tarama teknolojilerini kullanmaktadır. Çalışma prensibi olarak çoklu fotoğraf çekme veya video görüntüleme yapmaktadır. Tarama yüzeyinin görüntülenmesinde mavi ışık, beyaz ışık veya kırmızı lazer ışık kaynakları kullanılmaktadır (7, 28).

3. DİJİTAL ÖLÇÜLERİN HASSASİYETİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Ağız içi tarayıcıların performansı, Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (ISO), (1994)' na göre, doğruluk ve kesinliğin kombinasyonu olarak değerlendirilen taranan görüntünün hassasiyetine bağlıdır (ISO5725-1). Doğruluk ölçümdeki yanılma veya bir ölçümün referans değerle arasındaki sistematik hatayı tarif ederken, kesinlik ise tekrarlanan ölçümler arasında ölçümlerin birbirine ne kadar yakın olduğunu ifade etmektedir (29). Ağız içi tarayıcılar ile alınan dijital ölçülerin hassasiyeti; kullanan operatörün tecrübesine, taranan ortama, tarama prosedürüne, tarama sırasındaki kamera pozisyonuna, taranan objenin şekli ve boyutuna ayrıca dijital tarayıcının performansına bağlı olarak birçok faktörden etkilenmektedir (30).

3.1. Tarayıcı Başlığın Boyutu

Dişsiz çenelerin dijital ölçüsü alınırken, dar görüntüleme alanına sahip küçük tarayıcı başlığı kullanıldığında, daha fazla sayıda taranmış görüntüye ihtiyaç duyulduğu için, tarama sırasında kameranın hareket hatalarının taramayı olumsuz etkilediği, geniş tarayıcı başlıklarının kullanıldığı durumlarda ise, görüntüleme alanının büyümesine bağlı olarak tarayıcıların hassasiyetinin arttığı ancak klinik kullanım açısından büyük başlıkların manüplasyonunun daha zor olduğu rapor edilmiştir (29).

3.2. Operatör Tecrübesi

Operatör tecrübesi, ağız içi tarayıcısının uygulanma süresinin kısalmasında ve elde edilen görüntülerin daha yüksek hassasiyete sahip olmasında önem kazanmaktadır (31, 32).

3.3. Tarama Stratejisi/Protokolü

Ağız içi tarayıcıları üreten firmaların dişli çenelerde tam çene arkını içeren taramalar için belirlemiş olduğu ve tavsiye ettiği tarama stratejileri olmakla birlikte, parsiyel ya da tamamen dişsiz çenelerde uygulanması gereken protokolle ilgili genel bir tanımlama bulunmamaktadır (33). Yapılan çalışmalarda, taramanın başladığı kadranın ve izlenen tarama protokolünün ölçülerin hassasiyetinde etkili olduğu bildirilmektedir (2). Birçok araştırmacı (34, 35) tamamen dişsiz çenelerden yüzey verisi elde etmek için zig-zag tarama stratejisinin uygulanmasının en kullanışlı yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Bu yöntemle veri bütünlüğünü sağlamak için, elde edilen görüntülerin birbirine eklenmesi mümkün olmaktadır (41).

3.4. Taranan Objenin Şekli Ve Boyutu

Daha pürüzsüz düzgün yüzeylere sahip uzun dişsiz alanlarda anatomik referansların kısıtlı olmasından dolayı tarama sırasında elde edilen görüntülerin 3B şekilde birleştirilmesinde zorluklar olabilmektedir. Taranan dişsiz alanın uzunluğu arttıkça kaydedilen görüntünün kesinliğinin azaldığı rapor edilmiştir (36). Bazı araştırmacılar (10, 13, 37), dişsiz maksiller çenelerin taraması yapılırken damağa yerleştirilen referans işaretlerinin, görüntülerin birleştirilmesini kolaylaştırdığını ve taramaların hassasiyetini artırdığını rapor etmişlerdir (12).

3.5. Kontrast Toz Kullanımı

Taramadan önce kontrast oluşturmak ve ışık yansımalarını önlemek amacıyla toz kullanımına (partikül boyutu yaklaşık 20 µm) ihtiyaç duyan sistemlerde taranacak yumuşak doku yüzeylerinin belli kalınlıkta tozla kaplanması gerekmektedir. Ancak tükürük ve dil hareketi her taramadan sonra ve hatta tarama sırasında bile

tozun bir miktarını yüzeyden uzaklaştırmakta ve taramada zorluklar yaşanmaktadır. Uygulanan toz kalınlığının kontrol edilebilmesindeki güçlüklerle birlikte tozun görüntü hassasiyeti veya partikülleri solumanın sağlık üzerine etkisinin olup olmadığı tartışmalı bir konudur (9, 38).

3.6. Tarayıcı Teknolojisi

Ultra hızlı optik bölümleme ve konfokal mikroskop prensibiyle çalışan yeni jenerasyon ağız içi tarayıcı sistemler yumuşak ve sert dokuların gerçek şekillerini yansıtan 3B görüntülerinin hızlı şekilde kaydedilmesine imkan vermektedirler. Görüntü birleştirme methodu yerine video verilerinin alınması prensibiyle çalışmakta olan sistemlerin dişsiz alanların ölçüsünün alınmasında etkin olduğu yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (39). Teknik donanım ve yazılımlarındaki yeni gelişmeler ile dijital ölçülerin tamamen dişsiz çenelerde hassasiyetinin artırılması amaçlanmaktadır (37, 40).

3.7. Taranan Ortamın Şartları

Tarama sırasındaki ağız ortamının şartlarına ve hastanın hareketine bağlı olarak elde edilen görüntülerin hassasiyeti değişmektedir. Ağız içindeki ısı, nem, tükürük varlığı, yumuşak dokuların ve dilin hareketi, farklı ışık yansıtma özelliğindeki dokuların varlığı, klinik uygulamalarda görüntü kalitesi üzerinde oldukça etkili faktörlerdir (9, 34).

4. TAMAMEN DIŞSİZ ÇENELERİN ÖLÇÜLERİNİN ALINMASINDAKİ ZORLUKLAR

Direkt ağız içi tarayıcıların verilerine dayalı olarak tamamen ve parsiyel dişsiz hastalarda hareketli protezlerin üretimi için dijital iş akışları söz konusu olduğunda, ağız içi tarayıcıların klinik ve laboratuvar süreçleri azaltarak uygulamaları kolaylaştırması açısından konvansiyonel ölçü yöntemine alternatif olarak kullanımında yaşanabilecek zorluklar vardır (7, 12, 19, 20).

4.1. Kenar Şekillendirilmesi Yapılamaması

Tamamen dişsiz çenelerin dijital ölçüsünde ağız içi tarayıcıların kullanılmasının en önemli dezavantajı mukozanın fonksiyonel ölçüsünün kaydedilememesidir. Ağız içi tarayıcılar ile anatomik yapıların ve mukozanın ölçüsü pasif mukostatik koşullar altında kaydedilir. Hermetik kapanmayı sağlamak için kenar şekillendirmesi yapılamamakta ve de post-dam sahasından faydalanılmamaktadır

(5,7,10). Ağız içi tarayıcılar ile elde edilen kayıtlar mukostatik ölçüyle benzerdir, bu nedenle tam protezlerin retansiyonu esas olarak mukoza ile yakın temas eden protez yüzeyi arasındaki yüzey gerilimiyle oluşmakta ve periferel sızdırmazlığa ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu nedenle vestibüler derinliğin ve genişliğin kenar şekillendirmesi ile kaydedilmesi gerekli görülmektedir (7, 41).

4.2. Mukogingival Bölgeleri Kaydetmedeki Zorluklar

Dişsiz çenelerin pürüzsüz yüzey dokusu nedeniyle görüntü kaydında yaşanan zorluklarla ilgilidir. Pürüzsüz yüzey dokusu nedeniyle görüntüleri birleştirmek için referans noktalarının bulunmayışının oluşturduğu problemin önüne geçmek için günümüzde kompozit ya da dermal işaretleyiciler kullanılmaktadır. Ayrıca yumuşak dokunun hareketliliği, translüsentliği ve tükürük varlığı da dişsiz alanlarda tarayıcıların hassasiyetini etkilemektedir (46).

4.3. Sulkusun Fonksiyonel Derinliğini Ve Genişliğini Kayıt Etmedeki Zorluklar

Tarama esnasında dudakları, yanakları ve dili ekarte etmek için uygulanan işlemlerden dolayı vestibül sulkusun fonksiyonel derinliğinin ve frenilum bağlantılarının konumunun kaydedilmesinde hatalar oluşabilmektedir (12).

4.4. Hareketli Doku İçeren Bölgeleri Kayıt Etmedeki Zorluklar

Mevcut ağız içi tarayıcılar, sert dokuları ve hareketsiz alanları taramaya odaklanır, böylece yazılım algoritması otomatik olarak dil, vestibül, damağın hareketli alanlarının yanı sıra ağız aynaları ve parmak taramalarını otomatik olarak taramadan çıkarabilmektedir. Maksilla ve mandibulanın vestibül bölgesindeki hareketli doku alanları ve mandibuladaki dilaltı alanları gibi mobil doku içeren bölgelerin ağız içi tarayıcıları ile kaydedilmesinde zorluklar yaşanabilmektedir. Dinamik doku görüntüsü kaydedilmesi mevcut tarayıcılar ile mümkün olmasa da ilerleyen yıllarda tarayıcı teknolojilerinin geliştirilmesiyle kas hareketlerinin de kaydının mümkün olabileceği düşünülmektedir (9, 34).

4.5. Ağız Ortamına Bağlı Zorluklar

Hastanın hareketi, ağız içi aydınlatma, tükürükten kaynaklanan nem sonucu dijitalizasyon ünitesinde buğulanma olması gibi faktörlerin tarama sonuçlarının kesinliği üzerinde etkisi olduğu belirtilmiştir (45).

5.KONUUYLA İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Tamamen dişsiz çenelerin ağız içi tarayıcılarla alınan dijital ölçülerinin geleneksel ölçü tekniğine alternatif olarak kullanılabilirliğini araştıran ve tarayıcıların dişsiz alanlarda uygulama hassasiyetini ve klinik etkinliğini değerlendiren sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Palzelt ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, 4 farklı ağız içi tarayıcı (CEREC AC Bluecam, Lava C.O.S; Lava software 3.0, iTero; software version 4.0, Zfx IntraScan; software version 0.9 RC33 2.8) kullanarak tamamen dişsiz modellerden elde ettikleri dijital ölçülerin doğruluğunun 44 ile 591 µm arasında, kesinliğinin ise 21 ile 698 µm arasında olduğunu rapor etmişlerdir (9). Ayrıca Lava C.O.S ağız içi tarayıcısının anlamlı şekilde diğer tarayıcılardan daha yüksek hassasiyet gösterdiğini ancak klinik kullanımları açısından tarayıcıların dişsiz çenelerin ölçüsünde yeterli olamayacaklarını bildirilmişlerdir. Bilindiği gibi, tam veya parsiyel hareketli protezlerin üretimi için gerekli olan model hassasiyeti genellikle sabit protezlerinkinden daha düşük olmakla birlikte 300 µm' den (eşik değer) daha büyük sapmaların klinik olarak tolere edilemeyecek hatalara neden olacağı kabul edilmektedir (42). Daha sonraki yıllarda araştırmacılar, ağız içi tarayıcıların dişsiz çenelerin özellikle damak bölgesinde ortaya çıkan görüntüleme hatalarını azaltarak, görüntülerin kesinliğini artırmak amacıyla akıcı kompozit rezin, basınç gösterici patlar veya çinko oksit öjenol gibi farklı materyallerle damak bölgesinde pürüzlü yüzeylerin ve geometrik şekillerin oluşturulması gerektiğini savunmuşlardır (10, 13, 37). Son yıllarda yapılan in-vivo çalışmalarda, özellikle yeni nesil ağız içi tarayıcıların, bazı araştırmacılar tarafından önerilen referans işaretlerinin kullanılmasına da gerek olmadan, geleneksel ölçü tekniklerine alternatif olarak dişsiz çenelerin dijital ölçüsünün kaydedilmesinde oldukça etkili oldukları bildirilmiştir (13, 37). Goodacre ve arkadaşları 2018 yılında, dişsiz hastalarda ağız içi tarayıcı (TRIOS3; 3Shape A/S) ile elde edilen görüntüler üzerinden dijital tam protezlerin üretildiği ilk vaka raporunu sunmuştur(12). Bu raporda, dişsiz hastalar için üretilen maksiller tam protezlerin, tarama sırasında damakta kullanılan işaretleme yöntemlerinden etkilenmeyerek, fonksiyonel olarak yeterli memnuniyeti sağladığını ancak mandibular tam protezlerde ağız içi tarayıcıların özellikle hareketli doku alanı içeren dilaltı bölgelerinde protezlerin üretimi için yeterli olmayan sınırlı bir görüntüyü kaydettiğini rapor ederek, mandibular tam protezlerde konvansiyonel ölçüyü içeren modifiye ölçü tekniğinin kullanılmasının daha doğru olacağını önermişlerdir.

Chebib ve arkadaşları, 12 dişsiz hastanın maksillasında yaptıkları çalışmada 1 adet ağız içi tarayıcı (TRIOS; 3Shape) ve 3 farklı geleneksel teknikle aldıkları ölçülerden elde edilen verileri referans olarak kabul ettikleri ZOE ölçüsü ile karşılaştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda; dişsiz çenelerde geleneksel teknikle ve ağız içi tarayıcıyla alınan ölçülerin klinik olarak kabul edilebilir sonuçlar sağlayabildiğini bulmuşlardır. Geleneksel ölçü ve ağız içi tarayıcı ile alınan ölçü karşılaştırıldığında protezin tutuculuğu ve hasta konforu açısından bazı farklılıklar olduğunu bulmuşlardır. Hastaların tercihlerinin ise geleneksel ölçü yerine basitleştirilmiş ve dijitalleştirilmiş tekniğe yöneldiğini bildirmişlerdir (12). Lo Russo ve arkadaşları yaptıkları klinik çalışmada, dişsiz 10 hastanın maksilla ve mandibulasından ağız içi tarayıcı (TRIOS 3; 3Shape) ile aldıkları ölçüler ile geleneksel yöntemle aldıkları ölçüleri karşılaştırmış ve 2 yöntem arasında istatistiksel ve klinik olarak anlamlı farklılık olmadığını saptamışlardır(7). Bu sonucu ise; mukozanın yer değiştirme miktarının ölçülerin doğruluğu açısından klinik tolerans aralığı oluşturmaya dayandırmışlardır. Bilindiği gibi, ağız içi tarayıcılar mukozal anatomiye pasif durumda kaydederken, geleneksel yöntemle alınan ölçülerde ölçü materyallerinin uyguladığı basınçla mukozanın esnekliğine bağlı olarak belli oranda mukozanın yer değiştirmesi söz konusu olmaktadır (29, 43, 44). Tolerans aralığı olarak açıklanan bu durum ağız içi tarayıcılar ile dişsiz çenelerin dijitalleştirilmesini mümkün kılabilir. Farklı ağız içi tarayıcıların (True Definition Scanner, Planmeca Emerald, Omnicam, Dental Wings; TRIOS Model S1p ve Aadvia iOS 100) dişsiz çene modellerindeki görüntü keskinliklerinin kıyaslandığı güncel bir in-vitro çalışmada (42), Planmeca ve Dental Wings haricinde, bütün tarayıcıların tam protezlerin üretilmesi için saptanan klinik eşik değerden (< 300 µm) daha düşük seviyelerde sapma gösterdikleri ve tarama hassasiyetlerinin yüksek oldukları saptanmıştır. Schimmel ve arkadaşları, yeni jenerasyon ağız içi tarayıcılardan olan CEREC Primescan (Sirona, Bensheim, Germany)' in dişsiz çene modellerinde tarayıcı tecrübesine bağlı olarak görüntü hassasiyetini değerlendirdikleri in-vitro çalışmalarında, tarayıcının doğruluğunun (mandibula için: 21,5 - 27,4 µm; maksilla için: 35,0 - 29,5 µm) ve kesinliğinin (mandibula için: 15,9 - 15,1 µm; maksilla için: 16,2 - 20,7 µm) hekim tecrübesinden bağımsız olarak oldukça yüksek değerlerde olduğunu bildirmişlerdir (32). Cerrahi rezeksiyon sonucu obturator protezleri ile rehabilite edilecek maksiller defektli tamamen dişsiz hastalarda da ağız içi tarayıcıların kullanılmasına öncelik veren son yıllardaki çalışmalar da konuyla ilgili ümit verici bulgular ortaya koymaktadır.

Elbashti ve arkadaşları yaptıkları in-vitro çalışmada, çeyrek ve yarım çeneyi kapsayan büyüklükte maksiller defektli dişsiz modellerin ölçüsünü ağız içi tarayıcı (3M True Definition, 3M ESPE) ile alarak, 3B modellerinin hassasiyetlerini KIBT verilerini referans olarak karşılaştırmışlardır(11). Bu çalışmada tarayıcıların ortalama 168 -170 µm arasında sapma değeri gösterdiğini ve ağız içi tarayıcıların maksiller defektlerde de etkin kullanılmalarının mümkün olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak, Elbashti ve arkadaşları, maksiller defektli dişsiz hastalarda kullandıkları ağız içi tarayıcısının (Trophy 3D, Yoshida Dental) klinik kullanımdaki performansını değerlendirdiklerinde, özellikle derin andırkatlı defektlerde, rezidüel dokuların tamamının ağız içi tarayıcı ile taranmasının protez üretimi için yeterli görüntü sağlamadığını bildirmişlerdir(11). Bu sonucun, kullanılan ağız içi tarayıcısının başlığının boyutuna, tarayıcı teknolojisine ve bağlı olabileceğini vurgulamışlardır. Bu noktada, güncel teknolojiler ve yazılımlar ile ağız içi tarayıcılardan elde edilen görüntülerin KIBT verileriyle birleştirilebilmesi sayesinde detaylı şekilde segmente edilen defekt anatomisinin ağız içindeki rezidüel sert ve yumuşak dokuların görüntüsüyle birleştirilmesi mümkün olmaktadır (14). Wang Y ve arkadaşları yaptıkları çalışmada tamamen dişsiz çenelerde ağız içi taramanın (IOS) doğruluğunu değerlendirmeyi amaçlamışlardır ve bu çalışmanın sonuçlarına göre, ağız içi tarayıcılar ile doğrudan dijital ölçülerin dişsiz çenelerde geleneksel ölçülerin yerini alamadığını, dişsiz bölgenin dijital ölçülerinde yumuşak damak, vestibüler sulkus ve dilaltı bölgesi gibi hareketli dokuların bulunduğu periferik alanlarda doğruluğun düşük olduğunu belirtmişlerdir (45). Janosi ve ark. yaptıkları çalışmada; hastalardan alınan ilk ölçüde geleneksel ve dijital ölçüyü karşılaştırarak verimliliği, hasta açısından konforu ve doğruluğu değerlendirmişlerdir. Geleneksel ve dijital teknik ile 28 hastadan ölçü almışlardır. Her iki ölçü tekniğinin verimliliğini ortalama çalışma süresini ölçerek değerlendirmişlerdir, toplam tedavi süresi geleneksel ölçü için 75,5 dakika ve dijital ölçü için 12 dakika olmuştur. Hastalar için konforu '1-10' değerlerini içeren bir anket ile ölçmüşler ve geleneksel tarama için ortalama 6.66, dijital tarama için ortalama 9.03 rahatsızlık değerlendirmesi bulmuşlardır. Doğruluk açısından ise anlamlı bir fark bulamamışlardır. Sonuç olarak dijital ölçünün geleneksel ölçüye göre hastalar tarafından daha rahat ve kabul edilebilir olduğunu ve daha kısa çalışma süresine sahip olduğunu belirtmişlerdir (46).

SONUÇ

Konuyla ilgili yayınlanmış olan sınırlı sayıdaki *in-vitro* ve *in-vivo* çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde;

1. CAD/CAM kullanımı ile ilgili çalışmaların kısa dönem sonuçları umut verici olsa da bu konu ile ilgili uzun dönem klinik çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır.
2. Dijital sistemlerdeki gelişmeler arttıkça konvansiyonel sistemler klinik kullanımda daha az tercih edilecek gibi gözükmemekte de olsa, uzun dönem başarılı tedavi sonuçları olan geleneksel teknikler bazı vakalarda daha öncelikli olarak tercih edilmelidir.
3. Dijital olarak üretilmiş protezlerin klinik olarak kabul edilebilir olduğunu ve sonuçlarının geleneksel protezlerle karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir
4. Görüntü kaydetme hızları yüksek olan video tabanlı sistemler, dişsiz çeneler gibi pürüzsüz yüzeylerin dijitalleştirilmesi için daha kullanışlı görünmektedir. Daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.
5. Gelecekteki çalışmalar, ağız içi tarayıcıların teknolojilerinin gelişmesi ile dokuların dinamik kaydının yapılabilmesine olanak sağlayacak sistemlere odaklanmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *J Prosthet Dent.* 2013;109(6):361-6.
2. Oh KC, Park JM, Moon HS. Effects of Scanning Strategy and Scanner Type on the Accuracy of Intraoral Scans: A New Approach for Assessing the Accuracy of Scanned Data. *J Prosthodont.* 2020;29(6):518-23.
3. Jeong ID, Lee JJ, Jeon JH, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2016;115(6):755-9.
4. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J.* 2009;28(1):44-56.
5. Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, Daher T, Marchack CB, Lowry J. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *J Prosthet Dent.* 2012;107(1):34-46.
6. Kawahata N, Ono H, Nishi Y, Hamano T, Nagaoka E. Trial of duplication procedure for complete dentures by CAD/CAM. *J Oral Rehabil.* 1997;24(7):540-8.
7. Lo Russo L, Salamini A, Troiano G, Guida L. Digital dentures: A protocol based on intraoral scans. *J Prosthet Dent.* 2021;125(4):597-602.
8. Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Nicolas E, Veyrune JL. A new digital denture procedure: a first practitioners appraisal. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):155.
9. Patzelt SB, Vonau S, Stampf S, Att W. Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. *J Am Dent Assoc.* 2013;144(8):914-20.
10. Chebib N, Kalberer N, Srinivasan M, Maniewicz S, Perneger T, Muller F. Edentulous jaw impression techniques: An in vivo comparison of trueness. *J Prosthet Dent.* 2019;121(4):623-30.
11. Zhang M, Hattori M, Elbashti ME, Sumita YI. Feasibility of Intraoral Scanning for Data Acquisition of Maxillectomy Defects. *Int J Prosthodont.* 2020;33(4):452-6.
12. Goodacre BJ, Goodacre CJ. Using Intraoral Scanning to Fabricate Complete Dentures: First Experiences. *Int J Prosthodont.* 2018;31(2):166-70.
13. Lee JH. Improved digital impressions of edentulous areas. *J Prosthet Dent.* 2017;117(3):448-9.
14. Murat S, Batak B. Fabrication of a 3-dimensionally printed definitive cast for an obturator prosthesis by merging intraoral scan image with cone beam computed tomography data: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2021;126(2):256 e1- e4.
15. Maeda Y, Minoura M, Tsutsumi S, Okada M, Nokubi T. A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures. *Int J Prosthodont.* 1994; 7(1):17-21.

- 16.** Zarone F, Ruggiero G, Ferrari M, Mangano F, Joda T, Sorrentino R. Accuracy of a chairside intraoral scanner compared with a laboratory scanner for the completely edentulous maxilla: An in vitro 3-dimensional comparative analysis. *J Prosthet Dent.* 2020;124(6):761.e1-.e7.
- 17.** Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkynen A. Recent advances in dental optics - Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering.* 2014;54:203-21.
- 18.** Arakawa I, Al-Haj Husain N, Srinivasan M, Maniewicz S, Abou-Ayash S, Schimmel M. Clinical outcomes and costs of conventional and digital complete dentures in a university clinic: A retrospective study. *J Prosthet Dent.* 2022;128(3):390-5.
- 19.** Srinivasan M, Kalberer N, Naharro M, Marchand L, Lee H, Muller F. CAD-CAM milled dentures: The Geneva protocols for digital dentures. *J Prosthet Dent.* 2020;123(1):27-37.
- 20.** Kattadiyil MT, Jekki R, Goodacre CJ, Baba NZ. Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting. *J Prosthet Dent.* 2015;114(6):818-25.
- 21.** Srinivasan M, Schimmel M, Naharro M, C ON, McKenna G, Müller F. CAD/CAM milled removable complete dentures: time and cost estimation study. *J Dent.* 2019;80:75-9.
- 22.** Calesini G, Zarone F, Sorrentino R, Micarelli C, Fabianelli A, Papacchini F, et al. Effect of 2 impression techniques on the dimensional accuracy of working implant prosthesis models: an in vitro study. *J Craniofac Surg.* 2014;25(3):822-7.
- 23.** Gujjarlapudi MC, Reddy SV, Madineni PK, Ealla KK, Nunna VN, Manne SD. Comparative evaluation of few physical properties of epoxy resin, resin-modified gypsum and conventional type IV gypsum die materials: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2012;13(1):48-54.
- 24.** Thota KK, Jasthi S, Ravuri R, Tella S. A comparative evaluation of the dimensional stability of three different elastomeric impression materials after autoclaving - an invitro study. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(10):Zc48-50.
- 25.** Endera A, Mehlab A. Full arch scans: conventional versus digital impressions—an in-vitro study Ganzkieferaufnahmen: konventionelle versus digitale Abformtechnik—eine In-vitro-Untersuchung. *International journal of computerized dentistry.* 2011;14:11-21.
- 26.** Güth J-F, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig.* 2013;17(4):1201-8.
- 27.** Keul C, Stawarczyk B, Erdelt K-J, Beuer F, Edelhoff D, Güth J-F. Fit of 4-unit FDPs made of zirconia and CoCr-alloy after chairside and labside digitalization—a laboratory study. *Dental Materials.* 2014;30(4):400-7.
- 28.** Mangano A, Beretta M, Luongo G, Mangano C, Mangano F. Suppl-1, M8: Conventional Vs Digital Impressions: Acceptability, Treatment Comfort and Stress Among Young Orthodontic Patients. *Open Dent J.* 2018;12:118.
- 29.** Hayama H, Fueki K, Wadachi J, Wakabayashi N. Trueness and precision of digital impressions obtained using an intraoral scanner with different head size in the partially edentulous mandible. *J Prosthodont Res* 2018;62(3):347-52.
- 30.** Bohner L, Hanisch M, De Luca Canto G, Mukai E, Sesma N, Neto PT. Accuracy of Casts Fabricated by Digital and Conventional Implant Impressions. *J Oral Implantol.* 2019;45(2):94-9.
- 31.** Resende CCD, Barbosa TAQ, Moura GF, Tavares LDN, Rizzante FAP, George FM, et al. Influence of operator experience, scanner type, and scan size on 3D scans. *J Prosthet Dent.* 2021;125(2):294-9.
- 32.** Schimmel M, Akino N, Srinivasan M, Wittneben JG, Yilmaz B, Abou-Ayash S. Accuracy of intraoral scanning in completely and partially edentulous maxillary and mandibular jaws: an in vitro analysis. *Clin Oral Investig.* 2021;25(4):1839-47.
- 33.** 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):11-9.
- 34.** Hack G, Liberman L, Vach K, Tchorz JP, Kohal RJ, Patzelt SBM. Computerized optical impression making of edentulous jaws - An in vivo feasibility study. *J Prosthodont Res.* 2020;64(4):444-53.
- 35.** Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig.* 2014;18(6):1687-94.

- 36.** Tasaka A, Uekubo Y, Mitsui T, Kasahara T, Takanashi T, Homma S, et al. Applying intraoral scanner to residual ridge in edentulous regions: in vitro evaluation of inter-operator validity to confirm trueness. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):264.
- 37.** Fang JH, An X, Jeong SM, Choi BH. Digital intraoral scanning technique for edentulous jaws. *J Prosthet Dent*. 2018;119(5):733-5.
- 38.** Prudente MS, Davi LR, Nabbout KO, Prado CJ, Pereira LM, Zancope K, et al. Influence of scanner, powder application, and adjustments on CAD-CAM crown misfit. *J Prosthet Dent*. 2018;119(3):377-83.
- 39.** Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont*. 2015;24(4):313-21.
- 40.** Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent*. 2014;111(3):186-94.
- 41.** Carlsson GE, Örtorp A, Omar R. What is the evidence base for the efficacies of different complete denture impression procedures? A critical review. *J Dent*. 2013;41(1):17-23.
- 42.** CA O, JH W, Venezia P, Ferrari M, AJ K. Full arch precision of six intraoral scanners in vitro. *Journal of prosthodontic research*. 2019;64(1):6-11.
- 43.** Benic GI, Sailer I, Zeltner M, Gutermann JN, Ozcan M, Muhlemann S. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part III: Marginal and internal fit. *J Prosthet Dent*. 2019;121(3):426-31.
- 44.** Muhlemann S, Benic GI, Fehmer V, Hammerle CHF, Sailer I. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic posterior fixed partial dentures. Part II: Time efficiency of CAD-CAM versus conventional laboratory procedures. *J Prosthet Dent*. 2019;121(2):252-7.
- 45.** Wang Y, Li Y, Liang S, Yuan F, Liu Y, Ye H, et al. The Accuracy of Intraoral Scan in Obtaining Digital Impressions of Edentulous Arches: A Systematic Review. *J Evid Based Dent Pract*. 2024;24(1):101933.
- 46.** Janosi KM, Cerghizan D, Martha KI, Elekes E, Szakacs B, Elekes Z, et al. Evaluation of Intraoral Full-Arch Scan versus Conventional Preliminary Impression. *J Clin Med*. 2023;12(17):5508.

3 Boyutlu Yazıcı ile Üretilen Akrilik Rezinler ve Nanopartikül İlavesi: Derleme

Three-Dimensionally Printed Acrylic Resins and Nanoparticle Addition: Review

ÖZ

Giriş: Sağlık alanındaki son gelişmelerin bir parçası olarak nanoteknoloji, atom ve moleküler seviyede malzemeler geliştirip üretmeyi amaçlamakta ve üstün özelliklere sahip biyomalzemeler sunmaktadır. Diş hekimliği uygulamalarında ve protez kaidelerinin üretiminde konvansiyonel olarak polimetilmetakrilat (PMMA) sıklıkla kullanılmakla birlikte, son yıllarda 3 boyutlu (3B) baskı teknolojisi ve rezinlerinin de kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu teknolojik ilerlemelerin, diş hekimliği alanında materyal biliminin gelişimine önemli ölçüde katkı sunacağı ve hastalara daha dayanıklı, estetik ve fonksiyonel restorasyon seçenekleri sunabileceği öngörülmektedir. Protetik diş hekimliğinde kullanılan akrilik bazlı materyaller ve 3B yazıcı rezinlere nanopartiküllerin ilavesi ile materyallerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi konusu son yıllarda literatürde sıklıkla araştırılmaktadır. Nanopartiküllerin, özellikle titanyum dioksit, gümüş ve zirkonyum gibi metal nanopartiküllerin mekanik avantajlar sağlayarak protetik diş hekimliğinde kullanılan materyallerin gelişimine katkıda bulunabileceği gözlenmektedir.

Sonuç: Bu derleme çalışmasında, nanoteknolojinin ve 3B baskı teknolojisinin diş hekimliği uygulamalarında kullanımları ile birlikte, titanyum dioksit, gümüş, çinko oksit, silikon oksit ve zirkonyum dioksit gibi nanopartiküller ve bu nanopartiküllerin 3B yazıcıda üretilen akrilik rezinlere ilavesinin materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerine olan etkisi anlatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nanopartikül, Nanoteknoloji, PMMA, 3-Boyutlu Yazıcı, 3-Boyutlu Yazıcı Rezinleri.

ABSTRACT

Objective: As part of the latest developments in the field of health, nanotechnology aims to develop and produce materials at the atomic and molecular level and offers biomaterials with superior properties. Although conventional polymethylmethacrylate (PMMA) is frequently used in dental applications and in the production of denture bases, the use of three-dimensional (3D) printing technology and resins has become more widespread in recent years. It is anticipated that these technological advances will significantly contribute to the development of material science in the field of dentistry and provide patients with more durable, aesthetic, and functional dental restoration options. The issue of improving the mechanical and physical properties by adding nanoparticles to acrylic-based materials and 3D printer resins used in prosthetic dentistry has been frequently researched in the literature in recent years. It is observed that nanoparticles, especially metal nanoparticles like titanium dioxide, silver, and zirconium, can contribute to the development of materials used in prosthetic dentistry by providing mechanical advantages.

Conclusion: In this review the use of nanotechnology and 3D printing technology in dental practices as well as the nanoparticles such as titanium dioxide, silver, zinc oxide, silicon oxide and zirconium dioxide and the effect of adding these nanoparticles to acrylic resins produced in 3D printer on the physical and mechanical properties of the materials are explained.

Key Words: Nanoparticle, Nanotechnology, PMMA, 3-Dimensional Printer, 3-Dimensional Printed Resins.

Beşar İZZETAĞA¹

ORCID: 0000-0001-7075-2265

Gaye SAĞLAM²

ORCID: 0000-0002-6102-4933

Ayşegül KÖROĞLU²

ORCID: 0000-0002-0288-6357

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Protetik Diş Tedavisi AD
Zonguldak, Türkiye

²Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi AD.
Zonguldak, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 28.05.2024
Kabul tarihi / Accepted: 08.10.2024

İletişim Adresi /Corresponding Address:

Beşar İZZETAĞA

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,

Sağlık Bilimleri Enstitüsü,

Protetik Diş Tedavisi AD

Zonguldak, Türkiye

E-posta/e-mail: bashar.e.a@hotmail.com

Polimetilmetakrilat (PMMA) bazlı akrilik rezinler, diş hekimliğinde yaklaşık 70 yıldır kullanılmaktadır. PMMA kullanılarak üretilen protez kaideleri, kolay üretim süreci ve biyouyumluluk gibi özellikleri nedeniyle total ve bölümlü hareketli protezlerde sıklıkla tercih edilmektedir. PMMA, yeterli dayanıklılık, düşük su emilimi, düşük çözünürlük ve düşük toksisiteye sahiptir (1). Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA) Şartnamesi No. 12' ye göre, protez kaide rezinleri çeşitli tiplere ve sınıflara ayrılmıştır. Bu şartname, ısı ile sertleşen akrilik (tip 1), otopolimerize olan akrilik (tip 2), ayrıca son yıllarda dental materyallerinin geliştirmek amacıyla yeni üretilen, ışıkla aktive edilen (tip 3) ve mikrodalga ile sertleşen (tip 4) akrilik rezinleri de içermektedir. Polimerizasyon reaksiyonunun aktivasyonuna dayanarak, protez kaide rezinleri: ısı ile, kimyasal yolla, ışık ile ve mikrodalga enerjisi ile sertleşen olmak üzere dört tipe ayrılmaktadır. Bunlar polimerizasyon reaksiyonları ve kompozisyonları açısından birbirinden farklılık göstermektedir (2).

Polimerizasyon Tipi ve Tekniğine Göre

1. Isı ile Polimerize Olan Akrilik Reziner

Konvansiyonel Teknik

Protez kaide materyallerinin üretimi için en yaygın tercih edilen yöntemdir. Bu yöntem, protez boşluğunun mufla içinde hazırlanması, ardından hazırlanan akrilik hamurunun bu boşluğa yerleştirilip basınç altında preslenmesi ve son olarak sıcak suda polimerizasyon işlemini içermektedir (3). Isı ile polimerize edilen PMMA, doldurucusuz ve farklı materyallerin ilavesiyle güçlendirilmiş olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır:

- Doldurucusuz PMMA akrilik rezinler
 - Çeşitli materyallerin ilavesiyle güçlendirilmiş akrilik rezinler
- Fiber sistemleri ile güçlendirilmiş akrilik rezinler
 - Metal tel ve partikülleri ile güçlendirilmiş akrilik rezinler

Akrilik rezinlerin güçlendirilmesi, yapı içine metaller, cam, karbon, aramid ve polietilen fiberler gibi katkı maddelerinin ilavesiyle gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, kimyasal yapının modifikasyonu için, içinde lastik bir faz oluşturularak hazırlanan lastik-PMMA kopolimerleri içeren akrilik rezinler, yüksek darbe dayanımına sahip rezinler olarak adlandırılmaktadır (4).

Enjeksiyon Tekniği

Bu yöntemde akrilik rezin, mufla içinde oluşturulan boşluğa basınçla iletilir. Bu sayede polimerizasyon büzülmesi bir miktar telafi edilebilir. Polimerizasyon işlemi sırasında akrilik rezin, özel mufla içindeki protez boşluğuna enjekte edilir ve polimerizasyon işlemi ısı altında tamamlanır. Enjeksiyon kalıplama tekniğinde, konvansiyonel yöntemlere göre polimerizasyon işleminden sonra kalan artık monomer daha azdır ve boyutsal stabilitesi daha iyi olan homojen bir protez kaidesi elde edilir. Tekniğin dezavantajları; özel muflalar gerektirmesi, enjeksiyon ekipmanları ve yüksek maliyettir (3,5).

2. Kimyasal Olarak Polimerize Olan Akrilik Reziner

Konvansiyonel Otopolimerizan Reziner

Kimyasal polimerizasyon sürecinde, akrilik rezinlerin polimerize olması için başlangıçta ısı yerine kimyasal bir katalizör kullanılmaktadır. Isı ile polimerize edilen akrilik rezinlere kıyasla bu yöntemde laboratuvar işlemleri daha kısa süreli ve basittir. Polimerizasyonun hızlı gerçekleşmesi nedeniyle artık monomer miktarı artar. Bu, moleküller arası bağların zayıflığına ve sonuç olarak malzemenin su emilim kapasitesinin artmasına ve boyutsal stabilitesinin azalmasına sebep olur (3).

Akışkan Akrilik Reziner

Dökülebilir rezinler, akışkanlık özelliği gösteren ve kimyasal etkileşimle aktive olabilen akrilik bazlı materyallerdir. Bu rezinler, yüksek molekül ağırlığına sahip polimerleri içerdikleri için karıştırma ve dökme işlemleri esnasında viskozitenin artmasını önleyerek işlemlerin daha sorunsuz gerçekleştirilmesini sağlar. Bu teknikte, mufla aşamasında modelin yumuşak dokuyula temas eden ölçü yüzeyi alçıya yerleştirilirken, akrilik dişler hidrokolloid bir materyal (agar) içinde kalacak şekilde hazırlanmaktadır (3,5).

Enjeksiyon Kalıplama Tekniği ile Polimerize Olan Reziner

Kimyasal yolla polimerize olan bazı akışkan rezinlerin şekillendirilmesi, enjeksiyon tekniğinin kalıplama yöntemiyle gerçekleştirilebilmektedir. Bu yöntem özel bir düzeneğin ve teknik ekipmanın kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (3).

3. Işık ile Polimerize Olan Akrilik Reziner

Işıkla polimerize olan akrilik rezinler, geleneksel ısı ile polimerize edilen rezinlerle kıyaslandığında, darbeye dayanıklılığı ve sertlik bakımından benzer özelliklere sahiptir. Ancak elastik modülleri belirgin

bir şekilde daha düşüktür. Bu durum, ışıkla polimerize rezinden üretilen protezlerin çigneme kuvvetleri altında ısı ile polimerize rezinlere göre daha fazla elastik deformasyona uğramasına yol açmaktadır. Yüksek molekül ağırlıklı oligomerlerin kullanılmasıyla, ışıkla polimerize olan akrilik rezinler geleneksel yöntemlerle üretilen rezinlere kıyasla daha az polimerizasyon büzülmesi sergilemektedir. Ayrıca ışıkla polimerize olan akrilik rezinlerin artık monomer içermemesi, metilmetakrilat alerjisi olan hastalar için önemli bir avantaj sağlamaktadır (5).

4. Mikrodalga Enerjisi ile Polimerize Olan Akrilik Reziner

Mikrodalga ısıtma, termal iletkenlik prensibine dayalı olarak çalışan bir yöntemdir. Mikrodalga enerjisi ile ısıtmanın, akrilik rezinler termal iletken bir madde olmadıklarından dolayı, etkili olduğu bilinmektedir. Mikrodalga ışınlarının direkt olarak akriliği ısıtması, polimerizasyon için gerekli ısının akrilik rezin kütlesinde daha etkin bir şekilde dağılmasını, bu da monomerlerin hızla polimerize olmasını sağlamaktadır. Mikrodalga içerisindeki elektromanyetik alan metilmetakrilat moleküllerinin hızlı hareket etmesine neden olmaktadır. Bu hareket sürtünme yaratarak ısı üretmekte ve bu ısı akrilik rezinin polimerizasyonunu tetiklemektedir (3).

Klinik uygulamalarda protez kaidelerinin üretiminde yaygın olarak kullanılan PMMA'ın uygulamasını sınırlayan bazı teknik zorluklar vardır. Bu zorluklardan biri, göreceli olarak zayıf mekanik özellikleri olmasıdır. Özellikle, ani düşmelerden kaynaklanan kaide kırıkları veya çigneme aktivitelerinden kaynaklanan gerilmeler nedeniyle oluşan yorulma ciddi problemlerdendir (6,7).

Ek olarak işlem sırasında boyutsal hatalara ve düşük elastik modülüne neden olan düşük termal iletkenlik ve yüksek termal genişleme katsayısı gibi özelliklerden dolayı gelişen düşük stresler bile, kaidelerin hızlı şekil değiştirmesine yol açabilmektedir. PMMA rezinlerinde karşılaşılan sorunların azaltılması ve üretim sürecinin hızlandırılmasında 3 boyutlu (3B) yazıcı sistemleri önemli bir rol oynamaktadır. Günümüzde, modern diş laboratuvarları ve girişimci diş hekimleri tarafından yaygın olarak benimsenen 3B yazıcı teknolojisi, eklemeli imalat olarak tanımlanmakta ve diş hekimliği alanında hızla yaygınlaşmaktadır. 3B yazıcı uygulamaları, özellikle protetik diş hekimliğinde geniş bir kullanım alanına sahiptir ve bu alanda kullanılabilecek çok çeşitli rezin mevcuttur. Bu uygulamalar arasında teşhis modelleri, geçici ve daimi kron köprüler, tam protez kaideleri, kişiye özel ölçü kaşıkları, hareketli bölümlü protezlerin metal iskeletleri ve kron-köprü metal kopingleri yer almaktadır (8). 3B yazıcı sistemleri, katman boyutlarının 20 mikrona (μm) kadar inebilmesi sayesinde, yüzey işlemi gerektirmeden karmaşık geometrilere sahip pürüzsüz parçalar üretme avantajı sunmaktadır (9).

Amerika Uluslararası Malzeme Test Topluluğu (ASTM), çeşitli malzemeler, ürünler, sistemler ve hizmetler için gönüllü fikir birliğine dayalı teknik standartlar oluşturmuştur. ASTM Komitesi, yedi eklemeli üretim kategorisi belirlemiştir. Bunlar Stereolitografi (SLA), malzeme püskürtme, malzeme ekstrüzyonu, bağlayıcı püskürtme, toz yataklı füzyon, tabaka laminasyonu ve yönlendirilmiş enerji biriktirmedir (8). Bu teknolojiler arasındaki temel farklılık, kullanılan malzemeler ve katmanların 3B objeyi oluşturmak için nasıl çalıştığı ile ilgilidir. Vat polimerizasyonu kategorisine ait olan SLA ve DLP gibi dental uygulamalarda en sık kullanılan başlıca 3B yazıcı teknolojileridir (10–12).

3B Yazıcı Üretim Teknikleri

Mevcut olan farklı 3B yazıcı sistemleri, istenilen amaçlarına ve işlevlerine uygun şekilde geliştirilmiştir. Günümüzde 3B yazıcı teknolojilerinin kullanımı, giderek artmaya başlamıştır (13).

Yukarıda belirtilen Amerikan Test ve Materyal Kurumu (American Society for Testing and Materials; ASTM) standardına göre sınıflandırması şu şekildedir:

- Stereolitografi (SLA)
- Malzeme Ekstrüzyonu (Material Extrusion (ME))
- Malzeme Püskürtme (Material Jetting (MJ))
- Bağlayıcı Püskürtme (Binder Jetting (BJT))
- Toz Yataklı Füzyon (Powder-Bed Fusion (PBF))
- Yönlendirilmiş Enerji Biriktirme (Directed energy deposition (DED))
- Tabaka Laminasyon (Sheet Lamination (SHL))

Stereolitografi Tekniği (SLA)

Diş hekimliği alanında eklemeli imalat teknikleri arasında Stereolitografi (SLA) bilinen en eski ve en yaygın kullanımlı hızlı prototipleme 3B baskı yöntemlerinden biridir. SLA yazıcı 3B sistemleri Charle Hull tarafından icat edilmiştir. Bu sistem, fotosensitif bir monomer rezinin UV ışığa maruz kalarak polimerleşme ve katılaşması prensibine dayanır. Bir stereolitografi makinesi, rezinli bir tankın içine monte edilen bir yapım platformu (alt tabaka) ve bir UV helyum-kadmiyum veya argon iyon lazeri içermektedir (14). Dijital ışık işleme (DLP) denilen 3B yazıcı sistemin, SLA ile benzer bir üretim sürecine ve yüksek çözünürlüklü parçalar üretebilme kapasitesine sahiptir. Her iki yöntemde de benzer materyaller kullanılmaktadır. Ancak SLA sisteminde bir lazer ışını kullanılırken, DLP yönteminde görünür

ışık kaynağı kullanılmaktadır. Bu teknikte üretim sürecini hızlandırmak adına, SLA'da kullanılan derin tankların aksine daha sığ bir hazne kullanılır. Bu durum, SLA yöntemine kıyasla daha az atık malzeme oluşmasına olanak sağlamaktadır (15). Teşhis modelleri, cerrahi kılavuzlar, kişiye özel kaşıklar, protez kaideleri, ortodontik şeffaf plaklar, geçici ve daimi restorasyonlar ile tüm seramik restorasyonların üretiminde kullanılabilen bir yöntemdir (16). Bu sistemin kullanımının kolay olması, diğer yöntemlere kıyasla yüzey pürüzlülüğünün görece daha az olması, ince detayların daha rahat verilebilmesi ve çözünürlüğünün daha yüksek olması, başlıca avantajları arasındadır. Ancak, bu yöntem seri üretime uygun değildir. Ayrıca, oluşturulan parçanın dayanıklılığının düşük olması, mekanik olarak zayıf yapılar ortaya çıkmasına neden olurken, cihazın lazer bileşeninin yüksek bakım maliyeti de bu yöntemi sınırlayan faktörlerdendir (17).

Malzeme Ekstrüzyonu (Material Extrusion (ME))

Malzeme püskürtme ile eklemeli üretim tekniği, inkjet 3 boyutlu yazıcılar aracılığıyla uygulanmaktadır. Bu yöntemde 3 boyutlu modeller, mürekkep püskürtmeli yazıcılarda kullanılan teknikle benzer bir şekilde üretilmektedir. Temel işleyişte piezoelektrik başlık, sıvı fotopolimer damlacıklarını püskürtür ve bunlar, UV lambaların etkisiyle hemen sertleşir. Piezoelektrik başlık, hareketli bir platformun üzerine konumlandırılmıştır. İlk katmanın tamamlanmasının ardından platform aşağıya iner ve sonraki katman oluşturulur. Bu süreç model tamamlanana kadar devam eder. Inkjet 3B yazıcılarında, özellikle MultiJet gibi modellerde, aynı anda birden fazla parçalı nesnelere üretmek için çeşitli rezinler kullanılabilir. Destek yapı ise, bu süreçte otomatik olarak oluşturulmaktadır (15). Bu teknik, seramik ve metal tozlarının çeşitli termoplastik malzemelerle karıştırılarak kullanılmasına olanak tanır. Böylece, farklı malzemelerin veya DLP gibi farklı yöntemlerin kombinasyonu ile daha çeşitli ve özelleştirilmiş parçalar üretmek mümkün hale gelir (18,19). Ayrıca ME sistemlerin dental modellerin yanı sıra cerrahi kılavuzlar ve şablonların üretiminde de kullanılabilir. Bu sistemin avantajları arasında, makul fiyatlı olması, üretilen nesnelere neme karşı dayanıklılığı ve birden fazla renk seçeneği sunabilmesi yer alır. Ancak, mekanik özelliklerin ve yüzey kalitesinin düşük olması ile kullanılacak termoplastik malzeme çeşitliliğinin sınırlı olması dezavantajları arasında sayılabilir. Ayrıca, SLA ve malzeme püskürtme (MJ) teknolojilerine kıyasla yüzey pürüzlülüğü daha fazladır, doğruluk oranları daha düşüktür ve üretim sonrası her katmanda oluşan çıkıntılar çizgiler oluşturabilir. Bu çizgileri gidermek için cilalama ve zımparalama gibi ek işlemler gerekebilir (20,21).

Malzeme Püskürtme (Material Jetting (MJ))

Malzeme püskürtme teknolojisi, sıvı şeklindeki rezin selektif olarak piezoelektrik başlıktan püskürtülüp UV ışığı ile polimerize edildiği polyjet baskı (PP) olarak da adlandırılabilir. MJ yazıcı sisteminde, UV ışığı kullanılarak polimerizasyon gerçekleştirilir. Platform, bir katman kalınlığı kadar aşağı hareket eder ve tüm cisim oluşana kadar bu işlem sırası tekrarlanır. Ayrıca farklı renk varyasyonları veya farklı özelliklere sahip yapı malzemeleri üretilebilir (8). Bu teknik, karmaşık malzemelerin daha kısa sürede ve daha düşük maliyetle üretilmesini mümkün kılmaktadır. Ancak, üretim sürecinin zorluğu, katmanlar arasındaki yapışmanın korunmasının güç, çözünürlüğün düşük, üretilebilecek objelerin boyutlarının sınırlı olması ve cihazın yüksek maliyeti gibi dezavantajları da bulunmaktadır (20). MJ diş hekimliğinde köprü restorasyonları ve cerrahi kılavuzların üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, model eldesi, ortodontik braketler, seramik alt yapılar, uyku apnesi tedavisinde kullanılan koruyucu plakların üretimi gibi farklı alanlarda da kullanılmaktadır (21,22).

Bağlayıcı Püskürtme (Binder Jetting (BJ))

Bağlayıcı püskürtme tekniğinde, toz materyal silindir ile serildikten sonra, mürekkep püskürten yazıcılara benzer bir şekilde, hareketli bir başlık aracılığıyla tozu birleştirmek için bağlayıcı uygulanır. Platform, katman oluştuğunda aşağı iner ve obje oluşana kadar bu döngü devam eder. Ayrıca bağlayıcıya çeşitli renkler eklemeye özelliği nedeniyle çok renkli objeler üretilebilir (15). BJ, düşük maliyetli 3B metal baskıdan renkli prototiplemeye ve büyük seramik döküm kalıplarının üretimine kadar birçok alanda kullanılan bir teknolojidir (23). BJ tekniğinin en büyük avantajı, baskı sırasında destek yapısına ihtiyaç duyulmamasıdır (24). Ancak, mevcut doğruluk seviyesi protez uygulamaları için sınırlıdır. Ek olarak, kullanılan toz malzemeleri, parça oryantasyonu, nominal boyutlar, geometrik özellikler ve baskı yatağındaki konum gibi çeşitli faktörler, BJ ile üretilen nesnelere sağlamlığını etkilemektedir (25). Diş hekimliğinde cerrahi kılavuzların üretiminde kullanılmaktadır (26).

Toz Yataklı Füzyon (Powder-Bed Fusion (PBF))

Toz yataklı füzyon tekniğinde lazer ışığı kullanılarak toz halindeki materyaller yüksek ısı ile katman katman eklenerek kaynaştırılır. Seçici lazer sinterleme (SLS- selective laser sintering) ve seçici lazer ergitme (SLM- selective laser melting) gibi lazer bazlı üretim sistemlerinde, istenilen objenin oluşturulması için toz halindeki materyal üzerine

aynalar aracılığıyla yönlendirilen lazerin kullanılması esastır. Bu kalıplama yöntemlerinde ince bir metal tozu tabakası 3 boyutlu verilere dayalı olarak bir lazer ışınıyla seçici olarak sinterlenir. SLS ve SLM yöntemlerinin en dikkat çekici özelliklerinden biri, üretim sonrasında ortaya çıkan artık materyalin geri dönüştürülebilir olmasıdır (27). PBF, diş hekimliğinde kron kopinglerinin yanı sıra, implantoloji alanında potansiyel faydalar sunan modellerin oluşturulmasında ve anatomik dental modellerin üretiminde kullanılabilir (28). Bu sistemin avantajları arasında, dayanımı yüksek malzemeler üretebilmesi, yüksek doğruluk oranı sunması ve karmaşık morfolojileri verimli bir şekilde üretebilme yeteneği bulunmaktadır. Ayrıca, üretim sırasında destek malzemesine ihtiyaç duyulmaması da önemli bir avantajdır. Dezavantajları ise, malzemeye bağlı olarak pörözite ve büzölmeye bağlı boyutsal bozulmaların gözlemlenebilmesi, malzeme yüzeylerinin pürüzlü olması ve katmanlar arası bağlantının sağlanabilmesi için siyanoakrilat gibi bağlayıcı ajanların kullanımının gerekebilmesidir (20).

Yönlendirilmiş Enerji Biriktirme (Directed Energy Deposition (DED))

DED yönteminde, yüksek enerji yoğunluğuna sahip bir ısı kaynağı (lazer, elektron ışını veya plazma) substrat üzerine odaklanır ve küçük bir erime havuzu oluştururken, aynı zamanda erime havuzuna toz veya tel formunda malzeme eş zamanlı olarak aktarılır ve eritilir. Isı kaynağı ilerledikçe, substrat üzerine biriktirilen metal katılaşır ve bir metal izi oluşturur. Bir katman tamamlandıktan sonra biriktirme başlığı ve besleme sistemi bir sonraki katmanı biriktirmek için küçük bir mesafe yukarı doğru hareket eder. Biriktirme işleminden önce, 3B dijital model, dilim kalınlığını, çapraz boşlukları ve her katmandaki biriktirme yolunu belirlemek için yazılım kullanılarak dilimlenir (29). DED tekniği, büyük yapıları hızlı bir şekilde inşa etme avantajına sahiptir. Ayrıca, kullanılan malzemenin bağımsız olarak karmaşık geometrilere sahip tam yoğunlukta 3B parçalar üretilmesi, bu tekniğin önemli bir avantajıdır. Bu özellikler sayesinde DED, mevcut üretim ve onarım yöntemlerine alternatif olarak çeşitli malzemelerle geliştirilmek üzere giderek daha fazla ilgi görmektedir. Metalik malzemeler, makul seviyede kaynaklanabilir oldukları için DED ile kolayca işlenebilmektedir (25). Ancak, DED tekniğinde seramiklerin işlenmesi daha zorlu bir süreçtir, çünkü yalnızca az sayıda seramik malzeme eriyik bir havuz oluşturacak kadar ısıtılabilir. Seramik malzemeler eritilebilse dahi, soğuma sırasında meydana gelen termal şoklar nedeniyle çatlaklar oluşma riski vardır. Bu nedenle, seramikler genellikle DED kullanılarak doğrudan işlenmez, bunun yerine metal matris kompozitlerinin bir parçası olarak endüstriyel sektörde işlenirler (30).

Tabaka Laminasyon (Sheet Lamination (SHL))

Tabakaların birleştirilmesiyle herhangi bir nesnenin tasarlandığı katkı maddesi üretim tekniğidir. Laminated Object Manufacturing (LOM) ve ultrasonik 3B baskı, bu yöntemin örnekleridir ve tam renkli baskılar için maliyet açısından oldukça etkilidir. Ultrasonic Additive Manufacturing (UAM), metal katmanların ultrason kullanılarak birleştirildiği yenilikçi bir yöntemdir. LOM, kesilmiş metal levhaları birleştirmek için yerel bir güç kaynağı kullanır ve ultrasonik dalgalar ile oda sıcaklığında metal levha yığınları üzerinde baskı uygulayarak erime yerine dağılma yoluyla katmanların birleştirilmesini sağlar (31). SHL sistemin, büyük boyutlu malzemeler üretebilmesi, hızlı, doğru ve yüksek dirençli üretim yapabilmesidir. Ancak, üretimin oldukça fazla deneyim ve zaman gerektirmesi nedeniyle karmaşık morfolojiler için önerilmemektedir. Ayrıca, üretilen malzemelerin yüzey kalitesinin ve boyutsal stabilitesinin düşük olması ile üretim sonrası fazla malzemenin uzaklaştırılmasının zorluğu da sistemin dezavantajları arasında yer almaktadır (32).

Protetik diş tedavisinde 3B yazıcı teknolojilerinin kullanım alanları oldukça çeşitlidir ve bunlar arasında metaller, seramikler, polimerler ve kompozit malzemeler yer almaktadır. Hareketli bölümlü protezlerin iskelet yapıları, metal-seramik restorasyonların altyapıları, implant destekli overdenture protezler için dental barların yapımı, bireysel abutment ve implantların üretimi gibi birçok uygulamada etkin bir şekilde 3B yazıcılar kullanılmaktadır (33). Protetik restorasyonlarda kullanılan materyaller arasında, ışıkla sertleşen rezin, ışığın etkisi altında (lazer, ultraviyole veya görünür ışık) sıvıdan katıya hızlı bir şekilde geçebilen önemli bir polimer malzemedir (34,35). 3B yazıcıların kaide üretimindeki kullanımı, konvansiyonel tekniklerdeki laboratuvar prosedürlerine ve teknisyene bağlı hataları ortadan kaldırarak hata olasılığı azalttığından, daha tercih edilir bir yöntemdir (36,37). Ayrıca doku adaptasyonunun iyileştirilmesi ve mevcut protezlerin kopyalanmasının kolaylığı açısından da avantajlar da sunmaktadır (38). PMMA, 3B baskı rezinlerinden daha düşük maliyetli olmasına rağmen, ikisi de yüksek estetik ve ağız dokularıyla biyolojik uyumluluk gibi bazı avantajları paylaşmaktadır. Bu doğrultuda, total protez kaidelerinin oluşturulmasında 3B yazıcının kullanılması, hem araştırmada hem de klinik uygulamalarda giderek daha popüler hale gelmiştir. Ancak 3B protez kaide rezinleri, geleneksel PMMA ile yapılan protez kaide materyalleri arasında en düşük bükülme dayanımı ve yüzey sertliğine sahiptir (39). Bu dezavantajlar, protez kaidesi üretimi

için 3B yazıcı teknolojisinin uygulanmasını engellemekte ve klinik uygulamalarını sınırlamaktadır (40). Buna ek olarak literatürdeki çalışmalar 3B baskıda, çift bağ dönüşümünün geleneksel akrilik rezinlere göre daha zayıf olduğunu göstermektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, nanopartiküller gibi çeşitli katkı maddelerinin eklenmesinin 3B rezin baskı malzemelerinin özelliklerini geliştirebileceğini göstermiştir (41,42).

Genellikle "nanoparçacıklar" olarak adlandırılan partiküllerin çapı tipik olarak 1 ila 100 nanometre (nm) arasında değişmektedir (43). Dental materyaller üzerine yapılan nanoteknoloji araştırmaları, temel olarak iki alana odaklanmıştır. Bunlar yeni inorganik nanopartiküllerin hazırlanması ve inorganik nano doldurucu maddeler ile yüzey modifikasyonudur (44). Nanopartiküllerin konsantrasyonu, boyut ve şekli, materyallerin dayanıklılığını ve kırılma direnci etkileyebilir (45). Uygun konsantrasyonda nanopartikül eklenmesinin materyallerin mekanik özelliklerini iyileştirebildiği bildirilmektedir (46). Nanoteknoloji sayesinde dental tedavilerde daha iyi özelliklere sahip yeni materyaller geliştirilebilir. SiO₂, TiO₂, Ag ve ZrO₂ gibi nanopartiküller, diş hekimliğinde özellikle rezin içeren protez kaide materyalleri, kompozitler, dental ölçü materyalleri, simanlar, doku düzenleyiciler, implantlar ve maksilofasiyal protezler gibi dental materyallerin bazı özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır (47).

3B Yazıcı Rezine Nanopartikül İlavesinin Fiziksel ve Mekanik Etkileri Titanyum Dioksit (TiO₂) Nanopartiküller

TiO₂ nanopartiküller, yüksek stabilitesi, katalitik etkisi, kolay elde edilebilirliği, beyaz rengi, verimliliği ve düşük maliyetinden dolayı son zamanlarda önem kazanmıştır (48,49). Ayrıca TiO₂ nanopartikülleri toksik değildir ve kimyasal olarak inerttir. Yüksek kırılma indeksine, korozyon direncine, yüksek sertliğe ve antibakteriyel aktiviteye sahiptir (50).

Sodagar ve ark. (51)'nin TiO₂ nanopartiküllerin akrilik protez kaidelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisini inceledikleri araştırmada, TiO₂ nanopartiküllerin düşük konsantrasyonlarda (%0.5, %1) eklenmesinin, protez kaidelerinin mikrosertlik ve darbe dayanımını önemli ölçüde arttırdığını gözlemlemiştir. Ancak, aynı çalışma, bu nanopartiküllerin eklenmesinin, bükülme dayanımı üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu da belirtmiştir. Alrahlah ve ark. (52) TiO₂ nanopartiküllerinin, %1, %2 ve %3 konsantrasyonlarında PMMA matrisine entegrasyonunun, malzemenin sertlik ve elastik modülünde önemli bir artış sağladığını bildirmişlerdir. Aktitiz ve ark. (53) ise, TiO₂ nanopartikülleri farklı konsantrasyonlarda (%0.25, %0.5, %1), SLA 3B yazıcı rezin içinde kullandıkları

çalışmalarında SEM, çekme ve darbe dayanımını test etmişlerdir. SEM görüntüleri incelediğinde, TiO₂ nanopartiküllerinin yüzey enerjilerinden dolayı, modifiye edilen rezinlerin yüzeylerinde topaklanma tespit edilmiştir. %1 oranında modifiye edilen rezinlerde, nanopartiküllerin lazer ışığına karşı geçirimsizliği nedeniyle tam kürlenememesi sonucu, saf rezinlere kıyasla mikroporozite gözlemlenmiştir. Bu mikroporozler, rezin yapıların mekanik özelliklerini olumsuz etkilemektedir (54). Ayrıca, çekme ve darbe testleri sonuçlarına göre, TiO₂ nanopartikülleri ile modifiye edilmiş grupların elastik modül değerleri, modifiye edilmemiş gruplara kıyasla daha yüksek rapor edilmiştir.

AlGhamdi ve ark. (55) farklı konsantrasyonlarda (%0, %1, %2) TiO₂ nanopartikül ilave edilmiş 3B yazıcı ile üretilen protez kaide rezinlerinin bükülme özellikleri üzerine kürlenme süresinin etkisini incelemiştir. TiO₂ nanopartiküllerinin etkisi, konsantrasyonlara bağlı olarak incelendiğinde, post-kürlenme süresi arttıkça, örneklerin yüzeyindeki keskin lamellerle düzensizlikler ve çatlaklar gözlemlendiği, ve bükülme dayanımı sonuçlarına bakıldığında en yüksek elastik modül değeri, %0 ve %2 iken 60 dakikada ve %1 iken 90 dakikada bulunmuştur.

Liu ve ark. (56) %1.5 oranında TiO₂ nanopartiküllerin SLA 3B yazıcı tekniği kullanılarak 3B rezine ilave edilmesiyle materyalin daha iyi mekanik özellikler gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çekme dayanımı (%51.1), darbe dayanımı (%43.8) ve kopma noktasında uzama oranının (%10.8) yükseldiği görülmüştür. Buna ek olarak çekme kesit morfolojisinde, %1.5 TiO₂ ilavesi ile kesit çatlaklarının daha düzenli olduğu ve belirgin şekilde konkav alanlar bulunduğu ve uygun miktarda TiO₂ eklenmesinin, rezin kırılmaya karşı direncini arttırabileceği, baskı doğruluğunu iyileştirebileceği ve materyalin sertliğine olumlu katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Gümüş (Ag) Nanopartikül

Gümüş (Ag) nanopartiküller, iyi mekanik, optik, elektriksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra güçlü inhibe edici ve antimikrobiyal etkilerinden dolayı, diğer metal bazlı nanopartiküllere kıyasla daha çok tercih edilmektedir ve Ag nanopartiküllerin rezin matrisine doldurucu olarak eklenmesiyle mekanik ve fiziksel özelliklerde iyileşme göstermesi beklenmektedir (57). Rad ve ark. (58) tarafından yapılan bir *in vitro* çalışmada, PMMA'ya ağırlıkça %5 gümüş nanopartikülü ilavesinin, materyalin baskı dayanımı ve termal iletkenliğini önemli ölçüde arttırdığı ve çekme dayanımını ise azalttığı ifade edilmiştir.

Aati ve ark. (59), 3B yazıcı rezinine farklı ağırlık

yüzdelerinde (%0, %0.1, % 0.5, %1.0, %2.0) Ag/MSN (Gümüş/Mezoporöz Silika Nanopartikülleri) eklenmesiyle üretilen modifiye nanobileşiklerin yüzey sertliği ve çatlak ilerlemesine karşı direncinin önemli ölçüde arttığı, bükülme dayanımının ise %1 den yüksek konsantrasyonlarda düşüş göstermekle birlikte, nanopartikül eklenmeyen kontrol grubu ile benzer olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada % 2.0 Ag/MSN li grup dışında, elastik modülünde konsantrasyon ile orantılı bir artış gözlenmiştir. Chen ve ark. (60), CNCs-Ag (Selüloz Nanokristaller-Gümüş) eklenmiş (ağırlıkça %0, %0.05, %0.1, %0.15, %0,2 ve %0,25) DLP 3B yazıcı resininin bükülme dayanımlarının (Özellikle % 0.05 ve %0.1 ağırlık oranında CNCs-Ag ile modifiye edilmiş olanların) anlamlı derecede arttığını bildirmiştir.

Zirkonyum Oksit (ZrO₂) Nanopartikül

Zirkonyum Oksit (ZrO₂) nanopartikülleri ilavesiyle yapılan çalışmalarda, PMMA yada 3B yazıcı resinlerde mekanik ve fiziksel açıdan anlamlı bir iyileşme gözlendiğini bildirilmiştir (61–63).

Alshaiikh ve ark. (64) 3B baskılı resinlere ilave edilen ZrO₂ nanopartiküllerin (% 0.5, % 1, % 3 ve % 5 ağırlık oranlarında) bükülme dayanımı, elastik modülüsü, darbe dayanımı, sertlik ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında ısı ile polimerize edilmiş akrilik rezine kıyasla, 3B baskılı resinlerin mekanik dayanıklılıkları ve yüzey özelliklerinin daha olumsuz olduğu tesbit edilmiştir. SEM analizi, modifiye olmayan ve ZrO₂ nanopartikülle modifiye edilmiş 3B baskılı resinler arasında karakteristik değişiklikler göstermiştir. Düşük konsantrasyonlarda, her iki materyal de resin matrisi içinde nanopartiküllerin homojen ve iyi bir dağılımını sergilemiştir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda, partiküllerin bazı kümeleri kırılmış yüzeylerde gözlemlenmiştir.

Çinko Oksit (ZnO) Nanopartikül

Çinko oksit (ZnO) nanopartiküller optik, biyokimyasal, elektriksel, biyolojik özellikleri, düşük maliyetleri, biyoyumlulukları ve toksik olmamalarından dolayı, çok yönlü bir inorganik nanopartikül olarak daha fazla ilgi çekmektedir. ZnO nanopartiküllerinin çeşitli konsantrasyonlarda eklenmesinin akrilik resinin bükülme dayanımını arttırdığı ve aynı zamanda protez kaidesi akriliklerinin bazı fiziksel ve mekanik yönlerini geliştirdiği bildirilmektedir. 3B baskı resinlerine ZnO partikülleri eklendiğinde eklemeli imalatla üretilen malzemenin geleneksele göre basma mukavemetinin daha fazla olduğu belirtilmiştir (65,66).

Priya ve ark. (65) ZnO nanopartiküller içermeyen % 5 ZnO nanopartiküller ile modifiye edilmiş 3B yazıcı resinini kıyasladıkları çalışmalarında, ZnO nanopartikülleri ile modifiye edilmiş 3B yazıcı resinin, yüksek basınç dayanımı değerine sahip olduğunu göstermişlerdir.

Silikon Oksit (SiO₂) Nanopartikül

Silikon oksit (SiO₂) nanopartiküllerin yüksek yüzey enerjileri, geniş yüzey alanları ve polimer ile güçlü bağları nedeniyle PMMA protez kaide resinlerine ilave edilmesi önerilmektedir. Bu nanopartiküllerin PMMA ile birlikte diğer dental materyallerin termal ve fiziksel özelliklerine olumlu katkı sağladığı bildirilmektedir (67). Ayrıca yapılan çalışmalarda, SiO₂ nanopartiküllerin düşük konsantrasyonlarda eklendiğinde materyalin bükülme mukavemetini artırdığı gösterilmiştir (67). PMMA resinlerine eklenen yüksek konsantrasyonlardaki (% 1 ve % 5) SiO₂ nanopartiküllerin, mekanik özellikleri azalttığı ve bu azalmanın konsantrasyona bağlı olduğu bildirilmiştir. PMMA'nın tamir malzemesi olarak kullanıldığında, en düşük SiO₂ konsantrasyonu (% 0.25) ile en yüksek bükülme dayanımının elde edildiği belirtilmiştir (68,69).

Gad ve ark. (70) 3B yazıcı resinine farklı konsantrasyonlarda (%0.25 ve %0.5) ilave edilen SiO₂ nanopartiküllerinin, materyalin bükülme ve darbe dayanımı, yüzey pürüzlülüğü ve sertlik gibi mekanik özelliklerini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Yine farklı bir çalışmada (56), PMMA ve 3B baskılı resinlere SiO₂ nanopartiküller ekledikten sonra, PMMA'nın yüzey sertliği ve pürüzlülüğü hariç çoğu mekanik özelliklerinin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.(56)

Özler ve ark. (71) 3B yazıcı resinine farklı konsantrasyonlarda (%0.5, %1, %1.5, %2, %5) SiO₂ nanopartikülleri ilave edilmesinin materyalin konversiyon oranında, bükülme dayanımında ve elastik modülüsünde anlamlı bir artışa yol açtığını bildirmişlerdir.

SONUÇ

Bu derlemede, diş hekimliği uygulamalarında kullanılan PMMA ve güncel 3B yazıcı resinlerine nanopartikül ilaveleri yapıldıktan sonra, bu materyallerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin nasıl etkilendiği incelenmiştir. Araştırmalar, çeşitli metal nanopartiküllerin eklenmesinin, 3B yazıcı resinlerinin bükülme dayanımı, elastik modülü ve kırılma dayanıklılığı gibi mekanik özelliklerinde belirgin iyileşmeler sağladığını göstermektedir. Bu çalışmalar, 3B baskı ve nanopartikül teknolojilerinin diş hekimliği materyalleri üzerindeki etkisini daha iyi anlamamıza yardımcı olmakta ve bu alanlarda daha ileri araştırmalar için bir temel oluşturmaktadır. Ancak, bu materyallerin uzun vadeli biyolojik etkileri ve klinik ortamda performansı üzerine daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Gelecekte bu teknolojilerin bir arada kullanılması, diş hekimliği

uygulamalarında standart hale gelerek, hastalara daha dayanıklı, estetik ve fonksiyonel tedavi seçenekleri sunma potansiyeline sahiptir.

KAYNAKLAR

1. Pourhajibagher M, Salehi Vaziri A, Takzaree N, Ghorbanzadeh R. Physico-mechanical and antimicrobial properties of an orthodontic adhesive containing cationic curcumin doped zinc oxide nanoparticles subjected to photodynamic therapy. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2019;25:239-46.
2. Zafar MS. Prosthodontic applications of polymethyl methacrylate PMMA. *Polymers (Basel)*. 2020;12(10):2299.
3. Ulusoy M, AK A. Diş hekimliğinde hareketli bölümlü protezler. 3. bs. C. 1. Ankara: Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayınları; 2003. 10-16.
4. Kantar K. Kopolimer yapıda hazırlanan akrilik rezinlerin termal ve reolojik özelliklerinin dinamik mekanik analiz (DMA) ile incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2005. 16.
5. O'Brien WJ. Denture Base Polymers. In: *Dental materials and their selection*. 3rd ed. O'Brien WJ. Editör. Quintessence Publication Comp. USA. 2002: 377-421.
6. Kim SH, Watts DC. The effect of reinforcement with woven E-glass fibers on the impact strength of complete dentures fabricated with high-impact acrylic resin. *J Prosthet Dent*. 2004;91(3):274-80.
7. Jagger DC, Harrison A. The effect of chopped poly(methyl methacrylate) fibers on some properties of acrylic resin denture base material. *Int J Prosthodont*. 1999;12(6):542-6.
8. Revilla-León M, Özcan M. Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. *J Prosthodont*. 2019;28(2):146-58.
9. Stansbury JW, Idacavage MJ. 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. *Dental Materials*. 2016;32(1):54-64.
10. Revilla-León M, Özcan M. Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. *J Prosthodont*. 2019;28(2):146-58.
11. Tian Y, Chen CX, Xu X, Wang J, Hou X, Li K, vd. A Review of 3D printing in dentistry: technologies, affecting factors, and applications. *Scanning*. 2021;2021:1-19.
12. Mubaraki MQ, Moaleem MM Al, Alzahrani AH, Shariff M, Alqahtani SM, Porwal A, vd. Assessment of Conventionally and Digitally Fabricated Complete Dentures: A Comprehensive Review. *Materials*. 2022;15(11):3868.
13. Alshamrani AA, Raju R, Ellakwa A. Effect of Printing Layer Thickness and Postprinting Conditions on the Flexural Strength and Hardness of a 3D-Printed Resin. *Biomed Res Int*. 2022;2022:1-9.
14. Schweiger J, Edelhoff D, Güth JF. 3D Printing in Digital Prosthetic Dentistry: An Overview of Recent Developments in Additive Manufacturing. *J Clin Med*. 2021;10(9):2010.
15. Nayar S, Bhuminathan S, Bhat W. Rapid prototyping and stereolithography in dentistry. *J Pharm Bioallied Sci*. 2015;7(5):216.
16. Yavuz E, Yılmaz S. Diş hekimliğinde Yeni ve Hızla İlerleyen Üretim Teknolojisi: 3 Boyutlu Yazıcılar. *Akdeniz Med J*. 2021;7(2):197-205.
17. Aral M, Keskin Y. Diş Hekimliğinde 3 Boyutlu - Eklemeli Üretim: Derleme. *Journal of International Dental Sciences*. 2024;10(1):1-11.
18. Methani MM, Revilla-León M, Zandinejad A. The potential of additive manufacturing technologies and their processing parameters for the fabrication of all-ceramic crowns: A review. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(2):182-92.
19. Lee D, Lee S, Kim H, Park C. A Hybrid Dental Model Concept Utilizing Fused Deposition Modeling and Digital Light Processing 3D Printing. *Int J Prosthodont*. 2020;33(2):229-31.
20. Pragana JPM, Sampaio RFV, Bragança IMF, Silva CMA, Martins PAF. Hybrid metal additive manufacturing: A state-of-the-art review. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*. 2021;2:100032.
21. Demiralp E, Doğru G, Yılmaz H. Additive Manufacturing (3D PRINTING) Methods and Applications in Dentistry. *Clinical and Experimental Health Sciences*. 2021;11(1):182-90.

22. Javaid M, Haleem A. Current status and applications of additive manufacturing in dentistry: A literature-based review. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2019;9(3):179-85.
23. Rezaie F, Farshbaf M, Dahri M, Masjedi M, Maleki R, Amini F, vd. 3D Printing of Dental Prostheses: Current and Emerging Applications. *J Compos Sci.* 2023;7(2):80.
24. Fiedor P, Ortyl J. A New Approach to Micromachining: High-Precision and Innovative Additive Manufacturing Solutions Based on Photopolymerization Technology. *Materials.* 2020;13(13):29-51.
25. Kessler A, Hickel R, Reymus M. 3D Printing in Dentistry-State of the Art. *Oper Dent.* 2020;45(1):30-40.
26. Gibson I, Rosen D, Stucker B, Khorasani M, Rosen D, Stucker B, vd. *Additive manufacturing technologies.* 3. bs. Switzerland: Springer; 2021.
27. Crafts TD, Ellsperman SE, Wannemuehler TJ, Bellicchi TD, Shipchandler TZ, Mantravadi A V. Three-Dimensional Printing and Its Applications in Otorhinolaryngology–Head and Neck Surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016;156(6):999-1010.
28. Harada Y, Ishida Y, Miura D, Watanabe S, Aoki H, Miyasaka T, vd. Mechanical Properties of Selective Laser Sintering Pure Titanium and Ti-6Al-4V, and Its Anisotropy. *Materials.* 2020;13(22):5081.
29. Mangano C, Mangano FG, Shibli JA, Roth LA, D'Addazio G, Piattelli A, vd. Immunohistochemical Evaluation of Peri-Implant Soft Tissues around Machined and Direct Metal Laser Sintered (DMLS) Healing Abutments in Humans. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(8):1611.
30. Svetlizky D, Das M, Zheng B, Vyatskikh AL, Bose S, Bandyopadhyay A, vd. Directed energy deposition (DED) additive manufacturing: Physical characteristics, defects, challenges and applications. *Materials Today.* 2021;49:271-95.
31. Abioye TE, Medrano-Tellez A, Farayibi PK, Oke PK. Laser metal deposition of multi-track walls of 308LSi stainless steel. *Materials and Manufacturing Processes.* 2017;32(14):1660-6.
32. Rajora A, Kumar R, Singh R, Sharma S, Kapoor S, Mishra A. 3D Printing: A Review On The Transformation Of Additive Manufacturing. *Mater Today Proc.* 2022;35-47.
33. Javaid M, Haleem A. Current status and applications of additive manufacturing in dentistry: A literature-based review. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2019;9(3):179-85.
34. Cooper LF. The Current and Future Treatment of Edentulism. *J Prosthodont.* 2009;18(2):116-22.
35. Al-Rafee M. The epidemiology of edentulism and the associated factors: A literature Review. *J Family Med Prim Care.* 2020;9(4):1841.
36. Lee DJ, Saponaro PC. Management of Edentulous Patients. *Dent Clin North Am.* 2019;63(2):249-61.
37. Quan H, Zhang T, Xu H, Luo S, Nie J, Zhu X. Photo-curing 3D printing technique and its challenges. *Bioact Mater.* 2020;5(1):110-5.
38. Wu L, Zhao L, Jian M, Mao Y, Yu M, Guo X. EHMP-DLP: multi-projector DLP with energy homogenization for large-size 3D printing. *Rapid Prototyp J.* 2018;24(9):1500-10.
39. Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ, Kattadiyil MT. Comparison of denture base adaptation between CAD-CAM and conventional fabrication techniques. *J Prosthet Dent.* 2016;116(2):249-56.
40. Prpić V, Schauerl Z, Čatić A, Dulčić N, Čimić S. Comparison of Mechanical Properties of 3D-Printed, CAD/CAM, and Conventional Denture Base Materials. *J Prosthodont.* 2020;29(6):524-8.
41. Totu EE, Nechifor AC, Nechifor G, Aboul-Enein HY, Cristache CM. Poly(methyl methacrylate) with TiO₂ nanoparticles inclusion for stereolithographic complete denture manufacturing – the future in dental care for elderly edentulous patients? *J Dent.* 2017;59:68-77.
42. Jieun L. Impact Strength of 3D Printed and Conventional Heat-Cured and Cold-Cured Denture Base Acrylics. *The University of Texas School of Dentistry at Houston;* 2020; 27999468.
43. Gad MM, Fouda SM, Abualsaud R, Alshahrani FA, Al-Thobity AM, Khan SQ, vd. Strength and Surface Properties of a 3D-Printed Denture Base Polymer. *J Prosthodont.* 2022;31(5):412-8.
44. Freitas RA. Nanodentistry. *J Am Dent Assoc.* 2000;131(11):1559-65.

45. Trapalis CC, Keivanidis P, Kordas G, Zaharescu M, Crisan M, Szatvanyi A, vd. TiO₂(Fe³⁺) nanostructured thin films with antibacterial properties. *Thin Solid Films*. 2003;433(1-2):186-90.
46. Sodagar A, Akhoundi MSA, Bahador A, Jalali YF, Behzadi Z, Elhaminejad F, vd. Effect of TiO₂ nanoparticles incorporation on antibacterial properties and shear bond strength of dental composite used in Orthodontics. *Dental Press J Orthod*. 2017;22(5):67-74.
47. Agnihotri R, Gaur S, Albin S. Nanometals in Dentistry: Applications and Toxicological Implications- A Systematic Review. *Biol Trace Elem Res*. 2020;197(1):70-88.
48. Priyadarsini S, Mukherjee S, Mishra M. Nanoparticles used in dentistry: A review. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2018;8(1):58-67.
49. Xu K, Li Y, Hu J, Li F, Tian J, Xue B, vd. Effect of titanium dioxide nanoparticles on Silkworm's innate immunity and resistance to *Bacillus bombysepticus*. *Sci Adv Mater*. 2016;8(8):1512-22.
50. Pant HR, Pandeya DR, Nam KT, Baek W il, Hong ST, Kim HY. Photocatalytic and antibacterial properties of a TiO₂/nylon-6 electrospun nanocomposite mat containing silver nanoparticles. *J Hazardous Materials*. 2011;189(1-2):465-71.
51. Reijnders L. The release of TiO₂ and SiO₂ nanoparticles from nanocomposites. *Polym Degrad Stab*. 2009;94(5):873-6.
52. Sodagar A, Bahador A, Khalil S, Saffar Shahroudi A, Zaman Kassae M. The effect of TiO₂ and SiO₂ nanoparticles on flexural strength of poly (methyl methacrylate) acrylic resins. *J Prosthodont Res*. 2013;57(1):15-9.
53. Alrahlah A, Fouad H, Hashem M, Niazy AA, AlBadah A. Titanium Oxide (TiO₂) /Polymethylmethacrylate (PMMA) Denture Base Nanocomposites: Mechanical, Viscoelastic and Antibacterial Behavior. *Materials*. 2018;11(7):1096.
54. Aktitiz İ, Aydın K, Topcu A. Characterization of TiO₂ nanoparticle-reinforced polymer nanocomposite materials printed by stereolithography method. *J Mater Eng Perform*. 2021;30(7):4975-80.
55. Aktitiz I, Varol R, Akkurt N, Saraç MF. In-situ synthesis of 3D printable mono- and Bi-metallic (Cu/Ag) nanoparticles embedded polymeric structures with enhanced electromechanical properties. *Polym Test*. 2020;90:106724.
56. Alghamdi MA, Fouda SM, Taymour N, Akhtar S, Khan SQ, Ali MS, vd. Comparative Evaluation of TiO₂ Nanoparticle Addition and Postcuring Time on the Flexural Properties and Hardness of Additively Fabricated Denture Base Resins. *Nanomaterials*. 2023;13(23):3061.
57. Liu Y, Chen J, Ning L, Sun J, Liu L, Zhao K. Preparation and properties of nano-TiO₂-modified photosensitive materials for 3D printing. *E-Polymers*. 2022;22(1):686-95.
58. Ju SP, Chen HY, Shih CW. Investigating mechanical properties of polymethylmethacrylate/silver nanoparticle composites by molecular dynamics simulation. *Journal of Nanoparticle Research*. 2018;20(1):1-17.
59. Hamed-Rad F, Ghaffari T, Rezaii F, Ramazani A. Effect of Nanosilver on Thermal and Mechanical Properties of Acrylic Base Complete Dentures. *J Dent (Tehran)*. 2014;11(5):495.
60. Aati S, Aneja S, Kassar M, Leung R, Nguyen A, Tran S, vd. Silver-loaded mesoporous silica nanoparticles enhanced the mechanical and antimicrobial properties of 3D printed denture base resin. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2022;134:105-421.
61. Chen S, Yang J, Jia YG, Lu B, Ren L. A Study of 3D-Printable Reinforced Composite Resin: PMMA Modified with Silver Nanoparticles Loaded Cellulose Nanocrystal. *Materials*. 2018;11(12):24-44.
62. Asopa V, Suresh S, Khandelwal M, Sharma V, Asopa SS, Kaira LS. A comparative evaluation of properties of zirconia reinforced high impact acrylic resin with that of high impact acrylic resin. *Saudi J Dent Res*. 2015;6(2):146-51.
63. Gad MM, Abualsaud R, Rahoma A, Al-Thobity AM, Al-Abidi KS, Akhtar S. Effect of zirconium oxide nanoparticles addition on the optical and tensile properties of polymethyl methacrylate denture base material. *Int J Nanomedicine*. 2018;13:283-92.
64. Gad MM, Fouda SM, Al-Harbi FA, Năpănkangas R, Raustia A. PMMA denture base material enhancement: a review of fiber, filler, and nanofiller addition. *Int J Nanomedicine*. 2017;12:3801.
65. Alshaikh AA, Khattar A, Almindil IA, Alsaif MH, Akhtar S, Khan SQ, vd. 3D-printed nanocomposite denture-base resins: effect of ZrO₂ nanoparticles on the mechanical and surface properties in vitro. *Nanomaterials*. 2022;12(14):24-51.

- 66.** Harie Priya M S P, Muthukumar B. 3D Printed denture resin reinforced with porosphere and zinc oxide nanoparticles. *IJCBS*. 2023;23(1):372-8.
- 67.** Vikram S, Chander NG. Effect of zinc oxide nanoparticles on the flexural strength of polymethylmethacrylate denture base resin. *Eur Oral Res*. 2020;54(1):31-5.
- 68.** Cevik P, Yildirim-Bicer AZ. The Effect of Silica and Prepolymer Nanoparticles on the Mechanical Properties of Denture Base Acrylic Resin. *J Prosthodont*. 2018;27(8):763-70.
- 69.** Gad MMA, Abualsaud R, Al-Thobity AM, Almaskin DF, Alzaher ZA, Abushowmi TH, vd. Effect of SiO₂ Nanoparticles Addition on the Flexural Strength of Repaired Acrylic Denture Base. *Eur J Dent*. 2020;14(1):19.
- 70.** Abushowmi TH, AlZaher ZA, Almaskin DF, Qaw MS, Abualsaud R, Akhtar S, vd. Comparative Effect of Glass Fiber and Nano-Filler Addition on Denture Repair Strength. *J Prosthodont*. 2020;29(3):261-8.
- 71.** Gad MM, Al-Harbi FA, Akhtar S, Fouda SM. 3D-Printable Denture Base Resin Containing SiO₂ Nanoparticles: An In Vitro Analysis of Mechanical and Surface Properties. *J Prosthodont*. 2022;31(9):784-90.
- 72.** Özler B. Investigation on the Enhanced Performance of Acrylate Resin Reinforced with SiO₂ Nanoparticles for Dental 3D Printing. *Res Sq*. 2023;1-22.

Hareketli Protez Kullanan Klinik Öğrencilerinin Hastalarının Memnuniyet Durumu Değerlendirmesi

Evaluation Of Satisfaction Status Of Patients Of Clinical Students Using Removable Prosthesis

ÖZ

Amaç: Diş hekimliği 5. Sınıf klinik öğrencilerinin hazırladıkları hareketli protezlerin kullanımı sonrası hastalarının memnuniyet düzeylerinin tespit edilmesi ve bu yolla alınacak geri bildirimler doğrultusunda protez klinik uygulama eğitimine katkı sağlanmasıdır.

Gereç ve Yöntemler: Çalışma; Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Protetik Diş Tedavisi Kliniğinde yürütülmüş, 20 klinik öğrencisinin tedavi ettikleri 47 hareketli protez hastası çalışmada yer almıştır. 6 aydır hareketli protez kullanan hastalardan OHIP-14 ağız sağlığı etki profiline uygun hazırlanan formlar ile geri bildirim alınmış ve klinik öğrencileri tarafından muayeneleri yapılarak protezlerinden memnuniyetleri değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde SPSS 27.0 paket programı kullanılarak ifadelerle verilen yanıtların her düzeydeki yüzdeleri (n %) belirlenmiştir. Nitel değişkenler arasında ilişki olup olmadığını değerlendirmek için çapraz tablolardan ve Pearson ki-kare testlerinden yararlanılmıştır. p değerleri 0.05'den küçük hesaplandığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular: Katılımcıların protezlerini kullanırken telaffuz (p = 0,002) ve tat almaları (p < 0,001) konusunda, ayrıca gerginlik hissetme durumları (p = 0,022) ve protezden beklentilerinin karşılanma durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Katılımcıların daha önce protez kullanıp kullanmamış olması ile yeni yapılan protezin beklentileri karşılaması değerlendirildiğinde 47 katılımcı arasında yüzdesel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (p = 0,887).

Sonuç: Hastaların beklentilerini karşılayacak düzeyde bir protez yapılarak hastaların hayat standartları iyileştirilerek stres ve gerginliği azaltılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diş Hekimliği Klinik Öğrencileri, Tam Protez, Hareketli Bölümlü Protez, Hasta Memnuniyeti.

ABSTRACT

Objective: This study aims to determine patients' satisfaction levels after using removable dentures prepared by 5th-year clinical students of Dentistry and to contribute to the clinical application training of prostheses in line with the feedback received in this way.

Materials and Method: The study was conducted at Tokat Gaziosmanpaşa University Prosthetic Dentistry Clinic, and 47 removable denture patients treated by 20 clinic students participated in the study. Feedback was received from patients who had been using dentures for 6 months using forms prepared by the OHIP-14 oral health impact profile, and their satisfaction with their dentures was evaluated by clinical students who examined them. The data analysis determined the percentages of the responses given to the statements at each level (n %) using the SPSS 27.0 package program. Cross-tables and Pearson chi-square tests were used to evaluate whether there was a relationship between qualitative variables. p values were considered statistically significant when calculated less than 0.05.

Results: Statistically significant differences were found between the participants' pronunciation (p = 0.002) and taste (p < 0.001) while using their prostheses, as well as their feelings of tension (p = 0.022) and the status of their expectations from the prosthesis being met. When the participants' previous use of prostheses and the new prosthesis were evaluated, no significant difference was found in percentage between the 47 participants (p = 0.887).

Conclusion: By making a prosthesis that meets the patient's expectations, their life standards can be improved and their stress and tension can be reduced.

Key Words: Dentistry Clinical Students, Complete Dentures, Removable Partial Dentures, Satisfaction Status of Patients.

Işıl SARIKAYA¹

ORCID: 0000-0002-2172-4724

İlknur USTA KUTLU¹

ORCID: 0000-0001-7532-7954

Kaan YERLİYURT¹

ORCID: 0000-0002-9236-2732

Ozan Can ELMAS¹

ORCID: 0009-0005-2281-953X

Abdullah Sait DAĞLAR¹

ORCID: 0009-0006-3496-9380

Ahmet Doğan IŞIK¹

ORCID: 0009-0003-7984-5179

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi AD,
Tokat, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 28.08.2024

Kabul/ Accepted: 07.10.2024

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Işıl SARIKAYA

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi,

Protetik Diş Tedavisi AD,

Tokat, Türkiye

E-mail: sarikayaisil@gmail.com

Tam Protezler çürük, travma, kemik rezorpsiyonu gibi sebeplerle tüm dişlerin kaybedildiği durumlarda alt veya üst çeneye kalan dokulardan destek alınarak hazırlanan hareketli protezlerdir. Eksik dişlerin yerine yerleştirilen ve bu dişlerin işlevini gören, metal ya da akrilikten yapılan, diş veya diş-doku destekli, ağıza takılıp çıkarılabilen protezlere ise hareketli bölümlü protezler adı verilir (1,2). Tam protez yapımında amaç, hastaya kaybedilen fonksiyonlarını iade etmek, estetik ve fonasyonu sağlamaktır. Protezin başarısı, retansiyon ve stabilitesiyle ilgilidir. Retansiyon, kuvvetlerle protezin mukoperiosteuma göre ilişkisinin değişmemesi, diğer bir ifadeyle fonksiyonel kuvvetler altında protezin bazal oturma sahasından ayrılmaya karşı gösterdiği dirençtir. Protezin stabilitesi ise, kuvvetlerle protezin altındaki kemiğe göre ilişkisinin değişmemesi durumudur. Protez stabilitesi arttıkça retansiyonu da artar (3). Kalan dişleri ve destek dokuları korumak, estetik ve konuşmayı düzeltmek, çiğneme fonksiyonunu arttırmak, hastanın sağlık, konfor ve yaşam kalitesini arttırmak, uzun dişsiz boşlukların varlığı veya serbest sonlanan kretlerin varlığında, aşırı alveol kret kaybında, destek dişlerde kemik desteği yetersizse, karşıt ark desteği gerekliliğinde, maliyet avantajı, hasta talebi ya da erken dönemde diş eksikliğinin telafisi durumları hareketli protezlerin endikasyonları arasındadır (1-3). Hastanın mevcut hareketli protezini ideal şekilde kullanabilmesi için protezin tutuculuğu ve stabilitesi iyi olmalı, çiğneme ve konuşma fonksiyonlarını yerine getirebilmeli, estetik görüntüsü iyi olmalı ve protez kullanımı sırasında ağrı/yanma vb durumlar olmamalıdır. Hastalara protezleri teslim edildikten sonra rutin kontrollere gelmeleri söylenmeli ve mutlaka takipleri yapılmalıdır (2). Ağız sağlığı etki profili olarak tanımlanan OHIP (Oral Health Impact Profile) ölçeği Dünya Sağlık Örgütü'nün de kabul edip kullandığı ağız sağlığının bireyin yaşam kalitesini ölçmekte kullanılan en kapsamlı ve subjektif bir ölçektir (4). Aslı 49 sorudan oluşan anket soruları; fonksiyonel sınırlama, fiziksel ağrı, psikolojik rahatsızlık, fiziksel yetersizlik, psikolojik yetersizlik, sosyal yetersizlik ve handicap varlığını belirlemeye yöneliktir. Klinik şartlarda cevaplanmasının uzun sürmesi ve yaşlıların yapmakta zorlanması sebebiyle genelde soru sayısı azaltılarak kullanılmaktadır (5). Çalışmamızda güvenilir ve geçerli olduğu kabul edilen OHIP-14 ölçeği baz alınarak hastalara sorulacak sorular hazırlanmış ve protezlerinden memnuniyet düzeyleri tespit edilmiştir. Yeterliliğe dayalı eğitim yaklaşımı Tıp ve Diş hekimliği eğitiminde yaparak öğrenmeye dayanan ve halen güncelliğini koruyan bir eğitim

yaklaşımıdır (6,7). Öğrenci merkezli bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda belirlenmiş bilgi düzeyinde artış ve becerilerde ustalaşma hedeflenmektedir. Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerine hakim olarak öğrenimi yönlendirmelerine olanak sağlar. Klinik uygulamalar aynı zamanda öğrencilerin bağımsız çalışabilmeleri ve yetkin olarak toplum ağız diş sağlığı koruyucusu olabilmeleri için gereklidir (8). Ülkemizdeki Diş Hekimliği Fakültelerinde yaygın olarak 4. ve 5. Sınıf öğrencileri Klinik Uygulama eğitiminde aktif olarak hasta tedavi hizmeti vermektedirler. Öğrencilerin Protetik Diş Tedavisi Kliniğinde çalıştıkları süre boyunca hazırlayıp teslim ettikleri protezlere ait hastalarından dönüt almaları önemlidir. Süre kısıtını göz ardı edecek olursak bu yaklaşım iletişim yeteneklerinin gelişimine ve kaliteli hizmet sunumu hedefine yaklaşmalarını sağlayacaktır.

Çalışmamızın amacı; kalan destek dokuların korunması, estetik ve konuşmanın düzeltilmesi, çiğneme fonksiyonunun artırılması yanında hastanın sağlığının biyolojik ve psikolojik açıdan iyileştirilmesi amaçları ile yapılan hareketli protezlerin kullanımı sonrası hastaların memnuniyet düzeylerinin tespit edilmesi ve bu yolla alınacak geri bildirimler doğrultusunda protez klinik uygulama eğitimine katkı sağlanmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma: Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Protetik Diş Tedavisi Kliniğinde yürütülmüş ve 2023-2024 eğitim ve öğretim yılında 5. Sınıf öğrencisi olan 20 klinik öğrencisi ile tedavi ettikleri 47 hareketli protez hastası çalışmada yer almıştır. Hareketli protezini 6 ay kullanmış hastalar kliniğe davet edilerek gönüllü olarak katılımları sağlanmıştır. Katılımcılardan alınan geri bildirimde öncelikle 8 sorudan oluşan bir form (Tablo 1) doldurmaları istenmiş ardından öğrenciler tarafından anamnezleri alınarak klinik muayeneleri yapılmıştır. Klinik muayene sırasında kullanılan protez tipi, protez materyali, ağız hijyeni, protezin retansiyonu, stabilitesi, renk uyumu, genel estetik durumu, oklüzyon, çiğneme durumu, konuşma ve ağrı parametreleri değerlendirilmiştir. Sonrasında katılımcılardan 14 soruluk bir anketi cevaplamaları istenmiştir (Tablo 2). OHIP-14 ağız sağlığı etki profiline uygun hazırlanan formlarda 3'lü likert skalasına göre hastaların memnuniyet seviyeleri araştırılmıştır. Sorulan sorularda hastaların protezden beklentileri, protezleri ile telaffuzları, tat alma hisleri, ağrı durumu ve protezlerinin sosyal ilişkilerine etkisi sorgulanmıştır. Çalışma gruplarının genel özellikleri hakkında bilgi vermek için tanımlayıcı analizler yapılmıştır. Kategorik değişkenlere ilişki verileri n (%) şeklinde verilmiştir.

Nitel değişkenler arasında ilişki olup olmadığını değerlendirmek için çapraz tablolardan ve Pearson ki-kare testlerinden yararlanılmıştır. p değerleri 0.05'den küçük hesaplandığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Verilerin analizinde SPSS 27.0 paket programı (IBM SPSS Statics for Windows, V27.0 Armonk, NY; IBM Corp.) kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıları değerlendirme soruları.

Cinsiyet	K E		
	Evnet	Hayır	Açıklama
Yaş			
Tanımlayıcı Sorular			
Daha önce protez kullanıldı mı?			
Eski protez kaç yıl kullanıldı?			
Daha önce ağız yüz ve çeneden herhangi bir cerrahi operasyon geçirildi mi? (Alveoloplasti, implant vb.)			
Mevcut protez ne kadar süredir kullanılıyor?			
Mevcut protezde onarım, tamir yapıldı mı?			
Protez yenilendiyse eski protezdeki memnuniyetsizlik sebebi neydi ve yeni protezde giderildi mi?			
Protezden beklentileriniz estetik ve fonksiyon olarak nedir, protezleriniz bu beklentileri karşılıyor mu?			
Protez yaptırmaya sebepleriniz nelerdir?			

Tablo 2. Memnuniyet değerlendirme anketi.

Sorular	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum
1. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile herhangi bir kelimeyi telaffuz etmekte sorununuz oldu mu?			
2. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile tat alma hissizinizi bozulduğunu hissediyor musunuz?			
3. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile ağızımızda ağrılı bir durum yaşadınız mı?			
4. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile yemek yemeyi rahatsız edici buldunuz mu?			
5. Daha önceden, dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimizle ilgili bilinç ve bilgiye sahip miydiniz?			
6. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile gerginlik hissettiniz mi?			
7. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile diyetinizin tatmin edici olmadığı oldu mu?			
8. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile yemeyi yarıda bırakmak zorunda kaldınız mı?			
9. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile protezin gevşemesi konusunda zorlandığınız oldu mu?			
10. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile utanmış bir durum oldu mu?			
11. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile diğer insanlara az da olsa asabi davrandığınız oldu mu?			
12. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile her zaman yaptığımız işinizi yapmada herhangi bir zorluk yaşadınız mı?			
13. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile genelde hayatın daha az tatmin edici olduğu hissine kapıldınız mı?			
14. Dişlerimiz, ağızımız veya protezlerimiz ile ilgili problemler nedeni ile fonksiyonlarınızı tümüyle yapamayacak duruma geldiniz mi?			

BULGULAR

Çalışmamızda 27'si kadın ve 20'si erkek 47 katılımcı yer almıştır. Yaş ortalaması 64,4 olarak tespit edilmiştir. Katılımcılar arasında cinsiyetleri açısından istatistiksel olarak farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir ($p = 0,955$). Tablo 3'de katılımcıların

protezlerinden beklentilerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi sunulmuştur. 47 katılımcının protezlerinden fonetik beklentileri değerlendirildiğinde 25 katılımcı estetik ve fonksiyon açısından iyi olduğunu, 3 katılımcı ise estetik ve fonksiyon açısından protezlerinin kötü olduğunu bildirmiştir (Tablo 4). "Protezleriniz ile herhangi bir kelimeyi telaffuz etmekte zorlandınız mı?" sorusuna verilen cevaplar ile "estetik ve fonksiyon beklentileri" arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p = 0,002$). 27 katılımcı protezleri ile tat almada sorun yaşamadığını bildirmiş olup, protezden beklentilerinin karşılanma durumu ile arasında yine istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p < 0,001$). Protez kaynaklı problemler nedeni ile tat almada bozukluk hissedenler için, estetik iyi fonksiyon iyi diyenlerle estetik iyi fonksiyon kötü diyenler arasında; ayrıca estetik kötü fonksiyon kötü diyenler arasında yüzdeler anlamlı şekilde farklıdır ($p < 0,001$). Benzer şekilde protez kaynaklı problemler nedeni ile tat almada bozukluk hissetmeyenler için, estetik iyi fonksiyon iyi diyenlerle estetik kötü fonksiyon kötü diyenler arasında yüzdeler anlamlı şekilde farklıdır ($p < 0,001$) (Tablo 5). Katılımcıların protezlerini kullanırken gerginlik hissetme durumları ve protezden beklentilerinin karşılanma durumu arasında yine istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p = 0,048$). 14 katılımcı protez kullanımı sırasında gerginlik hissettiğini bildirmiştir (Tablo 6). Katılımcıların protezleri ile ilgili problemlerden ötürü utanma hissetme durumları ve protezden beklentilerinin karşılanma durumu arasında yine istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p = 0,022$). 34 katılımcı protez kullanımı sırasında utanma hissetmediğini, 6 katılımcı ise sıklıkla utanma hissettiğini bildirmiştir (Tablo 7). Katılımcıların daha önce protez kullanıp kullanmamış olması ile yeni yapılan protezin beklentileri karşılaması değerlendirildiğinde 47 katılımcı arasında yüzdeler anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p = 0,887$) (Tablo 8). Katılımcıların protez kullanım geçmişi ile protezle ilgili bilinç ve bilgiye sahip olma durumu karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p = 0,219$). Benzer şekilde protezleri ile yemeği yarıda bırakmak zorunda kalma durumları incelendiğinde her iki parametre arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p = 0,779$). Daha önce çenelerinden ağız yüz ve çeneden herhangi bir cerrahi operasyon geçirip geçirmeme durumları ile protez beklentileri karşılaştırıldığında yine istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ($p = 0,706$). Katılımcıların daha önce protez kullanılıp kullanılmaması ile yeni yapılan protezi ile herhangi bir kelimeyi telaffuz edebilmesi açısından da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p = 0,914$).

Tablo 3. Katılımcıların protezlerinden beklentilerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.

		Cinsiyet				P değeri
		Kadın		Erkek		
		n	%	n	%	
Proteziniz beklentilerinizi karşıladı mı?	Estetik kötü, fonksiyon kötü	4	14,8	4	20	0,955
	Estetik iyi, fonksiyon kötü	5	18,5	3	15	
	Estetik kötü, fonksiyon iyi	1	3,7	1	5	
	Estetik iyi, fonksiyon iyi	17	63	12	60	

Tablo 4. Katılımcıların protezlerinden beklentilerinin fonetik olarak değerlendirmesi.

		Proteziniz beklentilerinizi karşıladı mı?								P
		Estetik kötü-fonksiyon kötü		Estetik iyi-fonksiyon kötü		Estetik kötü-fonksiyon iyi		Estetik iyi-fonksiyon iyi		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Protezleriniz ile ilgili problemler nedeniyle telaffuz sorunuz oldu mu?	Katılıyorum	3	37,5	0	0	2	100	20	69	0,002*
	Kararsızım	2	25	5	62,5	0	0	9	31	
	Katılmıyorum	3	37,5	3	37,5	0	0	0	0	

Tablo 5. Katılımcıların protezlerinden beklentilerinin tat alma konusunda değerlendirilmesi.

Proteziniz beklentilerinizi karşıladı mı?										
		Estetik kötü-fonksiyon kötü		Estetik iyi-fonksiyon kötü		Estetik kötü-fonksiyon iyi		Estetik iyi-fonksiyon iyi		<i>p</i>
		n	%	n	%	n	%	n	%	
		Protezlerinizle ilgili problemler nedeniyle tat alma hissiniz bozuldu mu?	Katılıyorum	0	0	2	25	1	50	
Kararsızım	6		75	6	75	0	0	5	17,2	
Katılmıyorum	2		25	0	0	1	50	0	0	

Tablo 6. Katılımcıların protezlerinden beklentilerinin protez kullanımına bağlı gerginlik hissetme durumlarının değerlendirilmesi değerlendirilmesi değerlendirilmesi.

Proteziniz beklentilerinizi karşıladı mı?										
		Estetik kötü-fonksiyon kötü		Estetik iyi-fonksiyon kötü		Estetik kötü-fonksiyon iyi		Estetik iyi-fonksiyon iyi		<i>p</i>
		n	%	n	%	n	%	n	%	
		Protezlerinizle ilgili problemler nedeniyle gerginlik hissettiniz mi?	Katılıyorum	1	12,5	3	37,5	1	50	
Kararsızım	1		12,5	2	25	0	0	7	24,1	
Katılmıyorum	6		75	3	37,5	1	50	4	13,8	

Tablo 7. Katılımcıların protezlerinden beklentilerinin protezlerinden utanma durumlarının değerlendirilmesi.

		Proteziniz beklentilerinizi karşıladı mı?								<i>p</i>
		Estetik kötü-fonksiyon kötü		Estetik iyi-fonksiyon kötü		Estetik kötü-fonksiyon iyi		Estetik iyi-fonksiyon iyi		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Protezlerinize ilgili problemler nedeniyle utandığımız bir durum oldu mu?	Katılıyorum	2	25	7	87,5	2	100	23	79,3	0,022*
	Kararsızım	2	25	1	12,5	0	0	4	13,8	
	Katılmıyorum	4	50	0	0	0	0	2	6,9	

Tablo 8. Katılımcıların protez kullanma geçmişine bağlı olarak protezlerinden beklentilerinin değerlendirilmesi.

		Protez				<i>p</i>
		kullanıldı		kullanılmadı		
		n	%	n	%	
Proteziniz beklentilerinizi karşıladı mı?	Estetik kötü, fonksiyon kötü	6	16,7	2	18,2	0,887
	Estetik iyi, fonksiyon kötü	6	16,7	2	18,2	
	Estetik kötü, fonksiyon iyi	2	5,6	0	0	
	Estetik iyi, fonksiyon iyi	22	61,1	7	63,6	

Çalışmamızda hareketli protezlerin kullanımı sonrası hastaların memnuniyet düzeylerinin tespit edilmesi ve bu yolla alınacak geri bildirimler doğrultusunda protez klinik uygulama eğitimine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Aynı zamanda beşinci sınıftaki klinik öğrencilerinin bitirme tezi olarak hazırlanan bu çalışma, ilgili öğrenciler tarafından gerçekleştirilen bir sözlü sunum ile Fakültemiz öğrencileri ve öğretim elemanları ile paylaşılmıştır. Sunum sonrası öğrenci ve öğretim elemanlarından sözel geri bildirimler alınmıştır. Alınan geri bildirimlerde kendileri de sürece dahil oldukları için klinik öğrencilere yönelik olumlu bir öğrenme ortamının oluştuğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan çeşitli çalışmalarının sonuçları değerlendirildiğinde; hastaların kullandıkları tam protezlerinden memnuniyetleri farklı bir çok etkene bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Estetik gereksinimlerin karşılanması, retansiyon, stabilite ve fonasyon, beklentiler, telaffuz sorunları gibi parametreler bu konuda ilk öne çıkan yakınmalardır (9). Protetik tedavide yapılan hasta memnuniyet çalışmalarında her araştırmacının kendi hazırladığı memnuniyet formlarını hastalara uygulaması, çalışmalar arasında ilişki kurmayı güçleştirmektedir. Diş kayıplarının fonksiyonel, sosyal ve psikolojik etkilerini bir arada bulunduran anketlerin her türlü protezin tedavi sonuçları konusunda önemli bilgi verebileceği bildirilmiştir (10).

OHIP ölçeği 7 temel başlık içermektedir. Bunlar: fonksiyonel sınırlama, fiziksel ağrı, psikolojik rahatsızlık, fiziksel sakatlık, psikolojik sakatlık, sosyal sakatlık ve handikaptır. OHIP-14'ün diş rehabilitasyonu gerektiren kısmi dişsiz ve tam dişsiz hastalar dahil olmak üzere Diş hekimliği koşullarında geçerliliği ve güvenilirliği önemli ölçüde kanıtlanmıştır (11, 12). Bizim sorularımızda da aynı başlıklar üzerinde durulmuş ve hastaların mevcut hareketli protezlerine ait memnuniyetlerini bildirmeleri istenmiştir.

Çalışmamızda hastaların protez kullanım memnuniyetlerinin sorgulandığı sorulara verdiği cevaplar arasında cinsiyete bağlı bir farklılık bulunamamıştır. Literatürdeki benzer çalışmalarda da cinsiyet ve protez kullanım memnuniyeti arasında bir ilişki bulunamamıştır (9, 13-16). Mumcu ve ark. (9) 50 tam dişsiz hasta ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında 6 ay süre ile kullanılan tam protezlerin hastaların yaşam kalitesi ve memnuniyetlerini değerlendirdikleri çalışmalarında olguların yaş, cinsiyet ve protez sayıları ile yaşam kaliteleri ve memnuniyet seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ayrıca yaşam kalitesi ölçümü yapılmamıştır. Özdemir (17) bir çalışmada hareketli protez kullanım memnuniyeti ile daha önce

protez kullanımının etkisi arasında bir ilişki olup olmadığını sorgulamış, bizim çalışmamıza benzer olarak sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre protezden beklentilerin karşılanması durumunu daha önce protez kullanımı olup olmaması konusundan etkilemediği görülmüştür. Bu da göstermektedir ki eski önyargılarını bir kenara bırakarak hastalar yeni protezlerine adapte olabilmektedir.

Kelime telaffuzunda sorun yaşamayan hastalarda estetik ve fonksiyonel beklentinin, sorun yaşayan hastalara oranla daha iyi olduğu çalışmamızda ortaya konulmuştur. Bu yüzden hem klinikte yapılan dişli prova aşaması hem de hastalara protezlerini teslim ederken fonetik kontrollerinin yapılması ve hastaların protezleriyle rahat konuşup konuşamadıklarına hastalarla birlikte karar verip bu aşamaya önem verilmesi hastaların beklentilerini karşılamak için gereklidir.

Çalışmamıza göre protez kullanan hastaların estetik ve fonksiyonları baz alındığında istatistiksel olarak; fonksiyonun iyi olduğu hastada tat almada bozukluk hissinin anlamlı derecede az, ancak fonksiyonun kötü olduğu hastalarda tat alma hissindeki bozukluğun anlamlı derecede fazla görüldüğü ortaya konmuştur. Böylelikle beklentileri karşılanan hastaların tat alma hislerinde olumlu bir etki görüldüğü anlaşılmıştır ki bu durumun psikolojik olması büyük olasılıktır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre hastaların hareketli protezlerinin beklentilerinin karşılanmasının beklentisi karşılanmayanlara oranla gerginliklerini anlamlı derecede azalttığı ortaya konulmuştur. Estetik ve fonksiyonun iyi olduğu hastalarda, estetik ve fonksiyonun iyi olmadığı hastalara oranla utanma duygusunun daha az yaşandığı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Buna göre diş hekimlerine ve protez uzmanlarına önerimiz hastanın estetik beklentilerinin de mümkününce karşılanmaya çalışılması şeklinde olacaktır.

Hastalar Diş hekimliği klinik eğitiminin önemli bir paydaşdır ve hekimlik eğitiminde emeği geçen önemli kişiler olarak kabul edilmelilerdir (18). Ayrıca Diş hekimliğinin diğer branşlarından farklı olarak diş eksikliği olan bireyler protetik tedavi imkanına, sosyal güvenlik kurumunun izin verdiği ölçüde ulaşabilmektedir. Toplumumuzun çoğunluk ihtiyacına yönelik bu çalışmanın fayda sağladığını düşünmekteyiz. Tedavi sonrası yapılacak rutin klinik değerlendirmeler hastalar için de farkındalık oluşturur. Bu sayede daha ekonomik ve ergonomik olarak protezlerini kullanmaları teşvik edilmiş olur.

Çalışmamızın sonuçlarına göre katılımcıların büyük bir çoğunluğu yapılan protezlerin estetik ve fonksiyon açısından iyi olduğunu bildirmişler yalnızca üç katılımcı estetik ve fonksiyon açısından protezlerinin kötü olduğunu bildirmiştir. Yeni bir hareketli proteze

alışmakta hastaya da büyük görevler düşmektedir. En başta hasta hekimine güven duymayı beklemektedir. Klinik öğrencileri belki de ilk kez yapacakları aşamalarda hastalarına güven vermeli; bir problemle karşılaştıklarında sakin kalmalı hastalarında korku ve endişe yaratmadan olayları çözümlenmeyi öğrenmelilerdir. Çalışmamızın konusuna ilave olarak hastanın gözünden klinik öğrencilerin yaklaşımlarını değerlendiren çalışmaların yapılması protetik tedavilerin başarı şansını artıracaktır.

Hareketli protez kullanımı daha çok ileri yaşlarda artar. Yaşlı insanların yeniliklere adaptasyonunun güçlüğü, unutkanlık, sistemik hastalıklar ya da yaşa bağlı olarak daha benmerkezcil düşünebilmeleri protez memnuniyeti değerlendirmelerinde objektiflikten uzaklaşmalarına neden olabilir. Bu durum çalışmamızın bir kısıtlaması olarak düşünülebilir. Yaş ortalaması 64,4 olan katılımcılarımızın sosyokültürel durumları çalışmaya dahil edilmemiştir. Yaşam kalitesi ölçümü için OHIP-14 skorlaması da çalışmamıza dahil edilmemiştir. Belki bu parametrenin eklenmesi ile sonuçlarda farklılık yaratabilir. Hastalara kontrol seansı öncesi OHIP-14 ölçeği ve protez kullanımının uzun dönem etkileri konularında eğitim verilmesi ilave kriterler olarak ileri çalışmalar için düşünülebilir.

SONUÇ

Hastaların beklentilerini karşılayacak düzeyde bir protez yaparak hastaların hayat standartlarını iyileştirerek stres ve gerginliğini azaltabildiğimiz farkına varabilmek çalışmamızdan çıkarılabilecek önemli bir sonuçtur. Protetik Diş Tedavisi klinik eğitimi süresinin az oluşu nedeniyle uzun süreli vaka takibi yapamayan öğrenciler için bu geri bildirim oldukça değerlidir. Çalışmamızın bir çıktısı olarak klinik öğrencilere uzun vadede karşılaşacakları hastalarının geçmiş tedavilerinin başarısı hakkında bilgi sahibi olmanın önemi ve ayrıca hangi parametreler ile değerlendirme yapmaları gerektiği yaptırılarak öğretilmiştir. Aynı zamanda bu çalışmanın hazırlanması ve sunumu ile ilgili de geri bildirim alınarak öğrencilerin kendi kendilerini değerlendirmesi yoluyla da klinik uygulama eğitimlerine hiç kuşkusuz katkı sağlanmıştır. Fakültelerde öğrencilerin aktif olarak yer aldığı bağımsız, takım çalışmasına elverişli öğrenim stillerinin benimsenmesi geleceğin diş hekimlerini başarıya götürecektir.

1. McGivney GP, Castleberry DJ. McCracken's Removable Partial Prosthodontics. 9th ed, St.Louis, Mosby; 1995.
2. Çalikkocaoğlu S. Tam Protezler. 3rd ed, İstanbul, Protez Akademisi ve Gantoloji Derneği; 1998.
3. Doğan A, Doğan M. Nötral bölge tespit edilerek tam protez yapımı. GÜ Diş Hek Fak Derg. 1986; 2 (3): 109-125.
4. John MT, Patrick DL, Slade GD. The German version of Oral Health Impact Profile: translation and psychometric properties. Eur J Oral Sci. 2002; 110 (6): 425-433.
5. Allen F, Locker D. A modified short version of the oral health impact profile for assessing health-related quality of life in edentulous adults. Int J Prosthodont. 2002; 15(5): 446-450.
6. Chuenjitwongsa S, Oliver RG, Bullock AD. Competence, competency-based education, and undergraduate dental education: a discussion paper. Eur J Dent Educ. 2016; 22: 1-8.
7. Akaltan F. Diş Hekimliği eğitiminde güncelleme: Eğitim ve öğrenim yöntemleri. Selçuk Dent J. 2019; 6 (5): 1-20.
8. Akaltan F, Öztürk İ. Öğrenci, eğitmen ve hastaların bakış açısı ile diş hekimliği klinik eğitimi. Selçuk Dent J. 2019; 6: 134-147.
9. Mumcu E, Geçkili O, Bilhan H. Tam dişsiz hastalarda yaş, cinsiyet ve protez tecrübesinin yaşam kalitesi ve hasta memnuniyeti üzerine etkisinin incelenmesi. İstanbul Üniv Diş Hek Fak Derg. 2011; 45(2): 57-63.
10. Heydecke G, Tedesco LA, Kowalski C, Inglehart MR. Complete dentures and oral health-related quality of life- do coping styles matter? Community Dent Oral Epidemiol. 2004; 32(4): 297-306.
11. Hegarty A, McGrath C, Hodgson T, Porter S. Patient-centered outcome measures in oral medicine: are they valid and reliable? Int J Oral Maxillofac Surg. 2002; 31(6): 670-674.

- 12.** John MT, Slade GD, Szentpetery A, Setz JM. Oral health-related quality of life in patients treated with fixed, removable, and complete dentures 1 month and 6 to 12 months after treatment *Int J Prosthodont.* 2004; 17(5): 503-511.
- 13.** Özdemir AK, Turgut M, Polat N. Demografik faktörlerin hareketli protez memnuniyetine etkisi. *Cumhuriyet Dent J.* 2003; 6(2): 115-119.
- 14.** Akın H, Tuğut F, Güney Ü, Akar T, Özdemir AK. Yaş, cinsiyet, eğitim durumu ve gelir düzeyinin, diş kaybı ve protetik tedaviler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Dent J.* 2011; 14(3): 50-56.
- 15.** Wakabayashi N, Yatabe M, Ali M, Sato M, Nakamura K. The influence of some demographic and clinical variables on psychosomatic traits of patients requiring replacement removable partial dentures. *J Oral Rehabil.* 1998; 25(7): 507-512.
- 16.** Frank RP, Milgrom P, Leroux BG, Hawkins NR. Relationships between the standards of removable partial denture construction, clinical acceptability, and patient satisfaction. *J Prosthet Dent.* 1998; 80(1): 36-45.
- 17.** Özdemir AK. Hareketli protez memnuniyetine protez tipi ve kullanım süresinin etkisi. *Cumhuriyet Dent J.* 2002; 5(1): 57-63.
- 18.** Coelho C, Pooler J, Lloyd H. Using patients as educators for communication skills: Exploring dental students' and patients' views. *Eur J Dent Educ.* 2018; 22: 291-299.

Endokron Diş Preparasyon Derinliğinin ve Kavite Duvarı Açılanmasının İntraoral Tarayıcı Doğruluğu Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi: İn Vitro Çalışma

Evaluation Of The Effect Of Endocrown Tooth Preparation Depth And Cavity Wall Angulation On Intraoral Scanner Accuracy: An In Vitro Study

ÖZ

Amaç: Bu in-vitro çalışmada, farklı kavite derinliklerine (KD) ve kavite duvarı açılanmalarına (KDA) sahip endokron diş preparasyonlarının ağız içi tarayıcının doğruluğu üzerindeki etkisi değerlendirildi.

Gereç ve Yöntemler: 2, 3 ve 4 mm KD ve 8⁰, 10⁰ ve 12⁰ KDA sahip EDP'ler dijital olarak tasarlandı. Dokuz Dijital tasarım stereolitografi 3D yazıcıya (Form3B) aktarıldı ve model reçine (Model V3) kullanılarak modeller üretildi. Referans veriler, modellerin endüstriyel tarayıcı da (ATOS) taranması ile elde edildi. Her bir model ağız içi tarayıcı (Trios-4) ile 10 kere tarandı. Tarama dosyaları 3 boyutlu analiz yazılımı (Geomagic Control X) kullanılarak referans dosyaları ile karşılaştırıldı ve 3 boyutlu karşılaştırma yapıldı. Tüm veriler 2 yönlü ANOVA ve Tukey HSD testleri ile analiz edildi ($\alpha= .05$).

Bulgular: 4 mm KD'ye sahip endokronlardaki sapmanın (30,43± 3,18 µm); 3 mm KD'ye (27,47± 3,15 µm) ve 2 mm KD'ye (23,57± 1,27 µm) sahip endokronlardan istatistiksel olarak daha fazla olduğu görüldü (p<.001). Ayrıca, 80 KDA'ya sahip endokronlarda (28,4± 4,6 µm) 100 (26,64± 3,37 µm) (p=.021) ve 120 KDA'ya (26,43± 3,35 µm) (p=.008) sahip endokronlara göre daha fazla sapma belirlendi. KD (p<.001) ve KD-KDA ilişkisinin (p= 0.001); ağız içi tarayıcı hassasiyetini etkilediği belirlendi. KDA'nın tek başına ağız içi tarayıcının hassasiyeti üzerinde etkisi olmadığı görüldü (p= 0.862).

Sonuç: Daha düşük KDA ile daha yüksek KD'ler ağız içi tarayıcıların doğruluğunu olumsuz etkileyebilir.

Anahtar Kelimeler: Endokron, Ağız İçi Tarayıcı, Tarama Doğruluğu, Kavite Derinliği, Kavite Duvarı Açılanması.

ABSTRACT

Objective: This in vitro study evaluated the accuracy of an intraoral scanner (IOS) on endocrown preparations with different cavity depths (CD) and cavity wall angulations (CWA).

Materials and Method: Endocrown preparations with 2, 3, and 4mm CD and 8⁰, 10⁰, and 12⁰ CWA were digitally designed. Nine digital models were produced using an stereolithography 3D printer (Form3B) with model resin (Model V3). An industrial scanner (ATOS) was used as the reference scanner. 10 scans for each model were performed using an IOS (Trios-4). Standard Tessellation Language (STL) files were superimposed on the reference STLs and 3D comparison was performed using 3D analysis software (Geomagic Control X). All data were analyzed with 2-way ANOVA and Tukey HSD tests ($\alpha=.05$).

Results: Higher deviations were noted in endocrown preparations with 4 mm CD (30.43± 3.18 µm) than in endocrown preparations with 3 mm CD (27.47± 3.15 µm) and 2 mm CD (23.57± 1.27 µm) (p<.001). In addition, endocrown preparations with a CWA of 80 (28.4± 4.6 µm) had more distortion than endocrown preparations with a CWA of 10⁰ (26.64± 3.37 µm) (p=.021) and 12⁰ (26.43± 3.35 µm) (p=.008). CD (p<.001) and CD-CWA interaction (p=.001) were found to affect the precision of IOS. CWA alone had no effect on the precision of IOS (p=.862).

Conclusion: A deep pulpal chamber extension with steeper CWA could adversely affect scan accuracy.

Key Words: Endocrown, Intraoral Scanner, Scan Accuracy, Cavity Depth, Cavity Wall Angulation

Bahadır EZMEK¹

ORCID: 0000-0002-1651-3260

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi AD,
Ankara, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 19.08.2024

Kabul/ Accepted: 25.11.2024

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Bahadır BEZMEK

Sağlık Bilimleri Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi,

Protetik Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye

E-mail: bezmek@gmail.com

Endodontik olarak tedavi edilmiş ve ciddi koronal kayıpları olan posterior dişlerin protetik rehabilitasyonu diş hekimleri için zorlu bir süreçtir. Post-kor restorasyonlar, aşırı madde kaybı olan dişlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, post-kor restorasyonlarda kuvvetlerin tüm kök yüzeyine yayılması homojen yayılmaması nedeniyle katastrofik kök kırıklarına neden olabilmektedir (1–3). Dişlerin kök yapısını korumak ve kök yüzeyine yayılan streslerin azaltılarak katastrofik diş kırıklarının azaltılması amacıyla endokron adı verilen monoblok adeziv restorasyon tanımlanmıştır (4,5).

Bir endokron diş preparasyonu (EDP) genellikle dairesel bir diş eti seviyesi butt-joint marjin ve anatomik pulpa odasında 60 ila 80 kavite duvarı açılması (KDA) ile merkezi bir kavite şeklinde hazırlanır (6–8). Adeziv arayüzündeki gerilim büyüklüğünü dengelemek için kavite duvarları 12°'ye kadar açılabilir (9). KDA miktarı pulpa odası tabanı ve mine üzerindeki stres dağılımını etkilemez. Ancak aşırı KDA gereğin fazla diş dokusu kaybına yol açabilir ve dişin kuvvetin altında kırılma ihtimali artırabilir (6,10). 00 ila 120 KDA'ya sahip endokron restorasyonlarda restoratif materyalin kırılma direncini etkilemediği belirtilmiştir (6).

Endokronların kavite derinliği (KD) pulpa odasının anatomik yüksekliğine göre değişebilmektedir (11,12). Dentin dokusu ile restoratif materyal arasında yeterli adezyonun sağlanabilmesi için en az 2,5 mm KD olması gerektiği bildirilmiştir (7). KD'nin artmasının, daha iyi stres dağılımı sağladığı ve böylece mekanik performansı olumlu etkilediği belirtilmektedir (10). 2 mm KD'ye sahip EDP'lerde katastrofik diş kırıklarının daha yüksek oranda görüldüğü in-vitro çalışmada gösterilmiştir (12).

Ağız içi tarayıcılar (AİT) ile Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim (BDT/BDÜ) teknolojisi, endokron restorasyonlarının üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Intrakoronal restorasyonlarda AİT'in doğruluğu ve kavite geometrisinin klinik başarıyı etkilediği belirtilmektedir (13). AİT'in doğruluğu tarama teknolojisine ve tarayıcıların özelliklerine bağlıdır (13–18). AİT'in diş yüzeyine olan açısı da doğruluğu etkilemektedir. AİT diş yüzeyine dik olarak konumlandırıldığında, daha az sapma görülmektedir (14,19). Ayrıca, tarama mesafesinin de AİT doğruluğunu etkilediği bildirilmiştir (19,20). Intrakoronal kavitelere KD'nin artması AİT doğruluğunu olumsuz yönde etkilediği gösterilmiştir (13,18). Endokron restorasyonlarında, AİT'in doğruluğu sanal model doğruluğunu ve sanal model üzerinde yapılan tasarım doğrultusunda üretilen

restorasyonun uyumunu etkilemektedir (21). Yukarıda da belirtildiği üzere EDP'lerde KD arttıkça AİT doğruluğu azalmaktadır (18). Artan KD ve azalan KDA, görüntü alımını engelleyebilir ve intrakoronal preparasyonlarda pulpal hat açısı üzerindeki AİT'nin doğruluğunu azaltabilir (14). Sonlu elemanlar analizinde, endokron restorasyonlarında oklüzal streslerin önce pulpal hat açısında yoğunlaştığını ve daha sonra endokronlar üzerindeki komşu bölgelere transfer olduğu gösterilmiştir (6). Primer stres konsantrasyon bölgelerindeki sapmaların artması komplikasyon oranlarını artırabilir. Bu nedenle, bu çalışmada farklı KD ve KDA'ların EDP'lerde AİT'in doğruluğunu etkisinin belirlenmesi amaçlandı. Bu çalışmanın sıfır hipotezi "KD ve KDA miktarı AİT'in doğruluğunu ve kesinliğini etkilemeyecektir." şeklinde kuruldu.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Sağ mandibular 1. molar fantom diş mine-sement birleşiminin 2 mm yukarisından horizontal olarak kesildi ve mandibular fantom çenedeki yerine yerleştirildi. Mandibular fantom çene masa üstü tarayıcı (D2000, 3Shape, Kopenhag, Danimarka) kullanılarak dijitalize edildi. Tarama dosyası Standard Tessellation Language (STL) dosyası olarak kaydedildi ve 3 boyutlu tasarım programına (Rhino 6, Robert McNeel and Associates, Barselona, İspanya) aktarıldı. Mandibular 1. molar diş pulpa anatomisine uygun şekilde pulpa odası girişi dijital model üzerinde işaretlendi. Pulpa odası girişinin konumu ve ebatı her bir tasarım için aynı olacak şekilde; 2, 3 ve 4 mm KD'ye sahip ve her KD için 8°, 10° ve 12° KDA'lerde ETP'ler dijital olarak tasarlandı. Elde edilen tasarım dosyaları STL formatında kaydedildi. STL dosyaları 3 boyutlu yazıcıya (Form3B+, Formlabs, Somerville, Massachusetts, ABD) aktarıldı. Model reçinesi (Model V3, Formlabs) kullanılarak, 50 µm baskı katman kalınlığında modeller üretildi. Üretilen dokuz model KD ve KDA'ya göre isimlendirildi (2mmKD-8°KDA, 2mmKD-10°KDA, 2mmKD-12°KDA, 3mmKD-8°KDA, 3mmKD-10°KDA, 3mmKD-12°KDA, 4mmKD-8°KDA, 4mmKD-10°KDA ve 4mmKD-12°KDA) (Şekil 1).

Referans tarayıcı olarak 3 mikrometre doğruluk ve 2 mikrometre hassasiyete sahip endüstriyel yapılandırılmış mavi ışık 3D tarayıcısı (ATOS; GOM Technologies, Braunschweig, Almanya) seçilmiştir. Dokuz model tarandı ve STL dosyaları olarak kaydedildi. Böylece referans STL dosyaları elde edildi. Bu çalışmada, AİT olarak Trios-4 (3Shape, Kopenhag, Danimarka) kullanıldı. Taramadan önce, tarayıcı ucunun ön ısıtması üreticinin talimatlarına göre

gerçekleştirildi. Taramalar, 500 lüks ve 3900 K aydınlatma koşulları altında 24 ± 1^0 C ve $50\pm 5\%$ bağıl nemde 0 ila 5 mm tarama mesafesinde harici kuvvet uygulamadan yapıldı (22). Her model 10 kez tarandı. Elde edilen veriler STL dosyası olarak kaydedildi. Tarama doğruluğunu değerlendirmek için model başına tarama sayısı, bir pilot çalışmadan ($n=5$) elde edilen verilerin güç analizi yazılımında (G*Power 3.1.9.2, Düsseldorf, Almanya) istatistiksel değerlendirilmesi ile belirlendi. Her bir model için 10 taramanın gerekli olduğu bulundu (güç = $95,72\%$, $\alpha = 0,05$).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan farklı kavite derinliğindeki (KD) ve farklı kavite duvarı açılmasındaki (KDA) endokron kavite preparasyonları.

Tarama verileri ve her modelin referans verileri 3D analiz yazılımına (Geomagic Control X, Ver. 2018.1.0, 3D Systems, Kuzey Karolina, ABD) aktarıldı. Öncelikle STL modellerde, endokron kavitesi poligon ağları birleştirildi. Daha sonra her bir model için referans STL dosyası üzerine yapılan ilgili modelin tarama dosyaları analiz yazılımının en uygun hizalama algoritması (best-fit algorithm) kullanılarak çakıştırıldı. 3 boyutlu karşılaştırmada sadece endokron kavitesinde yapıldı. Referans dijital modeller ile AİT tarama verileri arasındaki göstermek için renk kodlu haritalar hazırlandı. Bu haritalar hazırlanırken, nominal sapma $10 \mu\text{m}$ ve kritik sapma değeri olarak $120 \mu\text{m}$ olarak belirlendi. 3 boyutlu karşılaştırma sonucu elde edilen kök ortalama kare (Root mean square) değerleri kaydedildi. AİT'in hassasiyeti, her bir model için 10'ar tarama STL dosyasının yukarıda açıklanan yöntem ile üst üste çakıştırılması ve 3 boyutlu karşılaştırma ile yapıldı. Her bir modelin AİT hassasiyeti 45 adet 3 boyutlu karşılaştırmada elde edilen kök ortalama kare değerleri ile belirlendi.

Tüm istatistiksel değerler SPSS yazılımı (IBM SPSS Statistics for Windows, Sürüm 22.0; IBM, Armonk, NY, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Gruplar arası normalliği test etmek için Shapiro-Wilk testi ve varyans homojenliğini test etmek için Levene testi kullanıldı ($\alpha= 0.05$). KD ve KDA'nın AİT'in doğruluğu ve hassasiyeti üzerindeki etkisini değerlendirmek için iki

yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Gruplar arası farklılığın belirlenebilmesi için Tukey testi uygulandı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi tüm istatistiksel yöntemler için de $p<.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Doğruluk ve hassasiyete ilişkin iki yönlü ANOVA sonuçları Tablo 1'de gösterildi. Doğruluk değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırmaları Tablo 2'de gösterildi. 4 mm KD'ye sahip EDP'lerde ortalama sapma değerleri ($30.43\pm 3.18 \mu\text{m}$) 2 mm KD'ye ($23.57\pm 1.27 \mu\text{m}$) ve 3 mm KD'ye ($27.47\pm 3.15 \mu\text{m}$) sahip EDP'lerden anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<.001$). 8^0 KDA'ya sahip EDP'lerde ($28.4\pm 4.6 \mu\text{m}$) 10^0 KDA'ya ($26.64\pm 3.37 \mu\text{m}$) ($p=.021$) ve 12^0 KDA'ya ($26.43\pm 3.35 \mu\text{m}$) ($p=.008$) EDP'lere göre daha düşük doğruluk değerleri belirlendi. 3 ve 4 mm KD'ye sahip EDP'lerde en yüksek sapma değerleri 8^0 KDA'ya sahip EDP'lerde belirlendi, ancak bu değerler ile 10^0 ve 12^0 KDA'ya sahip EDP'lerde elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Tarama verilerinin referans modellerine göre gösterdikleri sapmaları gösteren renk kodlu haritalar Şekil 2'de sunuldu. En yüksek hassasiyet değerleri 2 mm KD'ye sahip EDP'lerde ($13.28\pm 2.23 \mu\text{m}$) belirlendi ($p<.001$). Ayrıca 3 mm KD'ye sahip EDP'ler ($16.68\pm 3.28 \mu\text{m}$) ile 4 mm KD'ye sahip EDP'ler ($17.83\pm 3.28 \mu\text{m}$) arasında da anlamlı bir fark vardı ($p=.004$). 3 mm KD'ye sahip örnekler karşılaştırıldığında, 8^0 KDA'na sahip EDP modelde AİT'in hassasiyeti ($17.8\pm 4.28 \mu\text{m}$), 10^0 KDA'na sahip EDP modele ($15.87\pm 1.35 \mu\text{m}$) göre anlamlı şekilde daha düşük olduğu belirlendi ($p=.045$). Hassasiyet sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 3'te gösterilmiştir.

Tablo 1. Doğruluk ve hassasiyet için iki faktörlü varyans analizi tablosu.

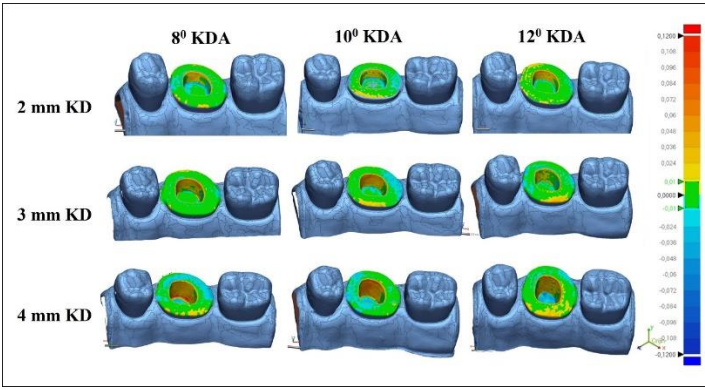
		Serbestlik derecesi	Ortalama kare	F	p
Doğruluk	KD	2	355.451	56.695	.000
	KDA	2	35.246	2.412	.005
	KD * KDA	4	13.122	2,093	.089
	Doğruluk	90			
Hassasiyet	KD	2	755.678	88.160	.000
	KDA	2	1.270	0.148	.862
	KD * KDA	4	41.278	4.816	.001
	Doğruluk	405			

* KD, kavite derinliği; KDA, kavite duvar açılması

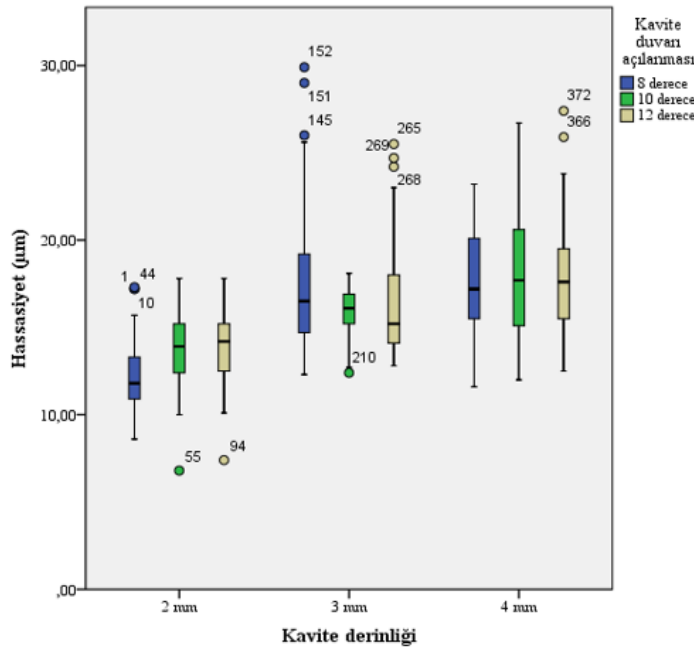
Tablo 1. Farklı kavite derinliği ve kavite duvar açılmasına sahip modellerde belirlenen ortalama sapma değerleri (\pm standart deviasyon) ile bu değerlerin karşılaştırma istatistikleri.

2-mm KD			3-mm KD			4-mm KD		
8°-KDA	10°-KDA	12°-KDA	8°-KDA	10°-KDA	12°-KDA	8°-KDA	10°-KDA	12°-KDA
23.36 \pm 1.46 ^a	23.71 \pm 0.91 ^a	23.65 \pm 1.476 ^a	29.38 \pm 3.31 ^{b,c}	26.34 \pm 1.51 ^{a,b}	26.7 \pm 3.56 ^{a,b}	32.47 \pm 2.71 ^c	29.89 \pm 03.48 ^{b,c}	28.94 \pm 2.39 ^{b,c}

*Farklı üst simge harfler anlamlı farkı göstermektedir (Tukey HSD) ($p > 0.05$).



Şekil 2. Tarama verilerinin referans modellerine göre gösterdikleri sapmaları gösteren renk kodlu haritalar (KD: kavite derinliği; KDA: kavite duvar açılması).



Şekil 3. Deney gruplarının hassasiyet (μm) sonuçlarının grafiksel gösterimi.

TARTIŞMA

Marjinal ve iç uyum, endokronların klinik başarısında önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (21). Tarama doğruluğu, endokronların marjinal ve iç uyumu için çok önemli bir faktördür (21,23). İntrakoronel preparasyonlarda kavite geometrisinin AİT doğruluğunu etkilediği daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir (14,24). Ancak, önceki çalışmalar (7,12,18,25–27) endokron restorasyonlarında sadece preparasyonun KD'sine odaklanmış ve KDA göz ardı edilmiştir. Bu çalışma, sadece KD'nin değil aynı zamanda KDA'nın da AİT doğruluğu üzerindeki etkisini değerlendiren ilk çalışmadır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, KD ($p < .001$) ve KDA ($p = .008$) doğruluğu etkilediği belirlendi. Bunun yanında hem KD'nin ($p < .001$) hem de KD-KDA etkileşiminin ($p = .001$) AİT hassasiyetini etkilediği belirlendi. Bu nedenle sıfır hipotezi reddedildi.

Bu çalışmada, doğruluk ve hassasiyeti değerlendirmek için 3 boyutlu analiz yöntemi kullanıldı. 3 boyutlu analizlerin kantitatif sonuçları ortalama sapma yerine kök ortalama kare olarak hesaplandı. Analizler sırasında, aynı taramada farklı alanlarda pozitif ve negatif sapmalar tespit edilebilir. Pozitif ve negatif sapmalar eşitse, sapma ortalaması sıfır olur ve bu durum sapma ortalamasının gerçek sapmalara kıyasla az olmasına neden olabilir. Bu nedenle, bu çalışmada, ortalama sapma yerine kök ortalama kare değerleri kullanılmıştır (28).

Önceki çalışmalarda (8,10), endokron restorasyonlarda KD'nin artmasının adeziv retansiyonunun artmasına, daha iyi stres dağılımı elde edilmesine ve restoratif materyalin kırılma direncinin artmasına katkıda bulunduğunu belirtilmiştir. Fakat KD'nin artması, endokron kavitesi ile restorasyon arasındaki

siman kalınlığının artmasına neden olabilmektedir (25,26). Yazarın bilgisi dahilinde, farklı KD'lerde endokron modelleri üzerinde AİT'in doğruluğunu değerlendiren literatürde sadece bir çalışma bulunmaktadır (18). AİT'in doğruluğunun değerlendirilmesinde, genellikle kırılma indisi dentin ve mineye benzer olan polimetilmetakrilat modellerin kullanımı tercih edilmektedir (18,29). Bu çalışmada yeni bir malzeme olan model reçine (Model V3, Formlabs) kullanımı tercih edildi. Model reçinenin kırılma indisi üreticiden veya önceki araştırmalardan öğrenilemedi. Ancak, bu çalışmanın sonuçları, Gürpınar ve Tak'ın (18) bulgularıyla (18.57 ile 23.81 µm arasında) tutarlı olarak KD arttıkça sapmaların arttığını gösterdi. Artan sapmalar, tarayıcının ucu ile taranan yüzey arasındaki mesafenin artmasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca, daha yüksek kavite duvarları da tarama açısını sınırlamış ve görüntü alımını engellemiş olabilir (19).

Bu çalışma ve Gürpınar ve Tak'ın (18) çalışmalarında elde edilen sapma değerleri, sabit protetik restorasyonların uyum sınırı olan 120 µm'nin altındadır (30). Ancak endokron restorasyonların simantasyon sonrası mikro bilgisayarlı tomografi yöntemiyle siman kalınlıklarının belirlendiği çalışmalar incelendiğinde, özellikle kavite duvarı ve pulpa odası tabanında siman kalınlıklarının daha fazla olduğu görülmektedir (25,26). Sunulan bu çalışmada EDP'lerin farklı bölgelerindeki kantitatif sapma değerleri belirlenmemiş olsa da, renk kodlu haritaları (Şekil 2) incelendiğinde, KD arttıkça pulpa odası tabanındaki negatif sapmaların arttığı görülmektedir. Negatif sapma artışı endokron restorasyonlarında pulpa odası tabanında siman kalınlığında artmaya neden olabilir. Bu çalışmadaki pulpa tabandaki negatif sapmaların KD'nin artması sonucu artışı, KD'nin artmasıyla tarama mesafesinin artması nedeniyle gerçekleşmiş olabilir (13,18–20). Ayrıca, EDP'lerde KD artışın sadece pulpa odası tabanındaki negatif sapmaların artışına değil aynı zamanda kavite duvarında pozitif artışa neden olduğu bu çalışmada sunulan renk kodlu haritalarda görülmektedir.

Sonlu eleman analizlerine göre; EDP, pulpa odasının anatomik formuna göre ve adeziv arayüzdeki stres büyüklüğünü dengelemek için 6⁰ ila 12⁰ arasında KDA ile hazırlanmalıdır (6,9). Jin-Young Kim ve ark. (14) intrakoronel preparasyonlarda azalmış KDA'nın AİT doğruluğu üzerindeki olumsuz etkisini göstermişlerdir. Sunulan bu çalışma sonuçlarına göre, 8⁰ KDA'sına sahip EDP'lerde AİT doğruluğunun diğer KDA'ya sahip EDP'lerden daha düşük olduğu belirlenmiştir (p<.05). Ayrıca sunulan renk kodlu haritalarda (Şekil 2) özellikle 4 mm KD'ye sahip modellerde KDA'nın azalmasının pulpal hat açısında doğruluk değerlerini azalttığı görülmektedir. İntrakoronel restorasyonlar için, komşu dişlerin proksimal konturlarının AİT distal

kavite kutusundaki pulpa hat açılarında görüntü almasını zorlaştırdığı belirtilmiştir (14). Ancak, ETP'lerde pulpal hat açısı üzerinde AİT ışığının konumunu engelleyen komşu diş konturları bulunmamaktadır. Azalan AİT doğruluğu, daha düşük KDA'ya sahip EDP'lerde, intraoral tarama sırasında daha fazla görüntünün kaydedilmesi ile açıklanabilir. Bu durumun, üst üste bindirilecek görüntü sayısını artırır ve sistematik yazılım hatalarını azaltan video kayıt yöntemi kullanılan bir AİT'te (Trios-4, 3Shape, Danimarka) bile özellikle hat açılarında sistematik yazılım hatalarına neden olabildiği bildirilmiştir (17). Bu çalışmada renk kodlu haritalarda (Şekil 2), artan KD ve düşük KDA'lar ile birlikte pulpa hat açısında ve kavite duvarında pozitif, pulpa odası tabanında ise negatif sapma artışları belirlendi. Zhu ve ark. (6) endokron restorasyonlarında oklüzal streslerin önce pulpal hat açısında yoğunlaştığını ve daha sonra bölgelere yayıldığını göstermişlerdir. Pulpa hat açısında ve kavite duvarındaki pozitif sapmalar ve pulpa odası tabanındaki negatif sapmalar endokron restorasyonlarında uyumun azalmasına neden olur. Bu çalışmada sadece farklı KD ve KDA'ya sahip EDP'lerde AİT doğruluğu değerlendirildi. AİT ve uygulama prosedürü yanında; tasarım yazılımı, frezeleme ve restoratif materyaldeki sinterleme veya kristalizasyon büzülmesi BDT/BDÜ restorasyonunun endokron uyumlarını etkilemektedir (26). Farklı KD ve KDA'lara sahip EDP ile restorasyonların uyumları ve oklüzal yükün simüle edildiği deney düzeneklerinde uygulanan dişte neden olabilecekleri kırık modelleri daha fazla in vitro çalışma ile değerlendirilmelidir.

Mevcut çalışmanın kısıtlamalarından biri, klinik koşulları tam olarak taklit edemeyen in-vitro tasarımıdır. Bu in-vitro tasarımda ağız içerisinde farklı ışık yansımalarına neden olabilecek restoratif materyaller, tükürük ve kan gibi etmenlerin AİT'in doğruluğu üzerindeki etkisi değerlendirilmedi. Ayrıca, AİT'in model rezinler ve doğal dişler üzerindeki doğruluk değerleri de farklılık gösterebilir. Bu çalışmanın bir diğer kısıtlaması da kullanılan tek bir AİT'in doğruluğunun sadece mandibular 1. molar dişi üzerinde hazırlanmış EDP'lerde incelenmesidir. Farklı dişlerde hazırlanan EDP'lerin KD ve KDA'larının restorasyonların uzun süreli başarısı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için daha fazla in-vitro ve in-vivo çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Sunulan bu çalışmanın kısıtlamaları dahilinde, artan kavite derinliği ve kavite duvarı açılanması Trios-4 (3Shape, Danimarka)'ün tarama doğruluğunu olumsuz etkilediği belirlendi. Ancak belirlenen sapma değerleri sabit protetik restorasyonlar için belirlenen en düşük

uyum değeri olan 120 µm'in altındadır. En yüksek tarama hassasiyeti 2 mm kavite derinliğine sahip modellerde elde edildi. 3 mm kavite derinliğine sahip modellerde kavite duvar açılmasının AİT hassasiyetini etkilemediği belirlendi.

KAYNAKLAR

1. Pereira JR, Lins Do Valle A, Shiratori FK, Ghizoni JS, Bonfante EA. The effect of post material on the characteristic strength of fatigued endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 2014;112(5):1225-30.
2. Zhou L, Wang Q. Comparison of fracture resistance between cast posts and fiber posts: A meta-analysis of literature. *J Endod.* 2013;39(1):11-15.
3. Figueiredo FED, Martins-Filho PRS, Faria-E-Silva AL. Do metal post-retained restorations result in more root fractures than fiber post-retained restorations? A systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2015;41(3):309-16.
4. Mattos CMA, Las Casas EB, Dutra IGR, Sousa HA, Guerra SMG. Numerical analysis of the biomechanical behaviour of a weakened root after adhesive reconstruction and post-core rehabilitation. *J Dent.* 2012;40(5):423-32.
5. Pissis P. Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique. *Pr Periodontics Aesthet Dent.* 1995;7(5):83-94.
6. Zhu J, Wang D, Rong Q, Qian J, Wang X. Effect of central retainer shape and abduction angle during preparation of teeth on dentin and cement layer stress distributions in endocrown-restored mandibular molars. *Dent Mater J.* 2020;39(3):464-70.
7. Pedrollo Lise D, Van Ende A, De Munck J, Umeda Suzuki TY, Cardoso Vieira LC, Van Meerbeek B. Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials. *J Dent.* 2017;59:54-61.
8. Haralur SB, Alamri AA, Alshehri SA, Alzahrani DS, Alfarsi M. Influence of occlusal thickness and radicular extension on the fracture resistance of premolar endocrowns from different all-ceramic materials. *Appl Sci.* 2020;10(8):2696.
9. Tribst JPM, Giudice R Lo, Dos Santos AFC, Borges ALS, Silva-Concilio LR, Amaral M, et al. Lithium disilicate ceramic endocrown biomechanical response according to different pulp chamber extension angles and filling materials. *Materials (Basel).* 2021;14(5):1307.
10. Dartora NR, de Conto Ferreira MB, Moris ICM, Brazão EH, Spazin AO, Sousa-Neto MD, et al. Effect of Intracoronary Depth of Teeth Restored with Endocrowns on Fracture Resistance: In Vitro and 3-dimensional Finite Element Analysis. *J Endod.* 2018;44(7):1179-85.
11. Aktas G, Yerlikaya H, Akca K. Mechanical Failure of Endocrowns Manufactured with Different Ceramic Materials: An In Vitro Biomechanical Study. *J Prosthodont.* 2018;27(4):340-46.
12. Hayes AJ, DuVall N, Wajdowicz M, Roberts H. Effect of Endocrown Pulp Chamber Extension Depth on Molar Fracture Resistance. *Oper Dent.* 2017;42(3):327-34.
13. Park JM, Kim RJY, Lee KW. Comparative reproducibility analysis of 6 intraoral scanners used on complex intracoronary preparations. *J Prosthet Dent.* 2020;123(1):113-20.
14. Jin-Young Kim R, Benic GI, Park JM. Trueness of intraoral scanners in digitizing specific locations at the margin and intaglio surfaces of intracoronary preparations. *J Prosthet Dent.* 2021;126(6):779-86.
15. Zimmermann M, Ender A, Mehl A. Local accuracy of actual intraoral scanning systems for single-tooth preparations in vitro. *J Am Dent Assoc.* 2020;151(2):127-35.
16. Nulty AB. A Comparison of Full Arch Trueness and Precision of Nine Intra-Oral Digital Scanners and Four Lab Digital Scanners. *Dent J.* 2021;9:75.
17. Patzelt SBM, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig.* 2014;18(6):1687-94.
18. Gurpinar B, Tak O. Effect of pulp chamber depth on the accuracy of endocrown scans made with different intraoral scanners versus an industrial scanner: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2022;127(3):430-37.

- 19.** Kurz M, Attin T, Mehl A. Influence of material surface on the scanning error of a powder-free 3D measuring system. *Zurich Open Repos Arch.* 2015;19(8):2035-43.
- 20.** Kim MK, Kim JM, Lee YM, Lim YJ, Lee SP. The effect of scanning distance on the accuracy of intra-oral scanners used in dentistry. *Clin Anat.* 2019;32(3):430-38.
- 21.** Govare N, Contrepolis M. Endocrowns: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2020;123(3):411-18.
- 22.** Arakida T, Kanazawa M, Iwaki M, Suzuki T. Evaluating the influence of ambient light on scanning trueness, precision, and time of intra oral scanner. *J Prosthodont Res.* 2018;62(3):324-29.
- 23.** Shin HS, Lee JS. Comparison of surface topography and roughness in different yttrium oxide compositions of dental zirconia after grinding and polishing. *J Adv Prosthodont.* 2021;13(4):258-67.
- 24.** Park JM, Kim RJY, Lee KW. Comparative reproducibility analysis of 6 intraoral scanners used on complex intracoronaral preparations. *J Prosthet Dent.* 2020;123(1):113-20.
- 25.** Shin Y, Park S, Park JW, Kim KM, Park YB, Roh BD. Evaluation of the marginal and internal discrepancies of CAD-CAM endocrowns with different cavity depths: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2017;117(1):109-15.
- 26.** Gaintantzopoulou MD, El-Damanhoury HM. Effect of preparation depth on the marginal and internal adaptation of computer-Aided design/computerassisted manufacture endocrowns. *Oper Dent.* 2016;41(6):607-16.
- 27.** Tha D, Spintzyk S, Schille C, Sabet A, Wahsh M, Salah T, et al. Fracture resistance and failure modes of polymer infiltrated ceramic endocrown restorations with variations in margin design and occlusal thickness. *J Prosthodont Res.* 2018;62(3):293-97.
- 28.** Emir F, Ayyıldız S. Evaluation of the trueness and precision of eight extraoral laboratory scanners with a complete-arch model: a three-dimensional analysis. *J Prosthodont Res.* 2019;63(4):434-39.
- 29.** Passos L, Meiga S, Brigagao V, Street A. Impact of different scanning strategies on the accuracy of two current intraoral scanning systems in complete-arch impressions: an in vitro study. *J Comput Dent.* 2019;22(4):307-39.
- 30.** McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J.* 1971;131:107-11.

The Effect Of Some Traditional Beverages On The Colour Stability Of The Resin Nanoceramic Material

Bazı Geleneksel İçeceklerin Resin Nano Seramik Materyalinin Renk Stabilitesi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to analyse the colouring effect of traditional Turkish beverages, which are frequently consumed in our society, on CAD/CAM resin nano ceramic block Material.

Materials and Method: A total of 20 samples were used resin nanoceramic CAD/CAM blocks (Cerasmart.GC Corporation, Tokyo, Japan) with dimensions of 12x10x2 mm³. The surfaces of all samples were polished with 800, 1000 and 1200 grit silicon carbide abrasives (3M, St. Paul, USA) and rinsed. The specimens were randomly divided into 4 groups (n=5). The initial color values and time dependent color changes of the samples on 1st, 3rd and 7th days were recorded using a dental spectrophotometer (VITA Easyshade Advance 4.0, Vita Zahnfabrik, Germany). Statistical data were analysed using with the R WRS2 package (Wilcox & Schönbrodt, 2015). Significance level was taken as p<0.050.

Results: The samples kept in all solutions did not exceed the clinically discolouration ($\Delta E^* < 3.3$) at the end of 72 hours. After 1 week, the most colour change in the samples was detected in tea ($\Delta E^* = 4,40$), while no significant difference was found between the other groups ($\Delta E^* = 2,08 - 1,02$). The colour changes in the samples were ranked as distilled water < turnip juice < Turkish coffee < tea.

Conclusion: After 1 week of immersion, the colour stability of Cerasmart resin nanoceramic block material was clinically affected by tea, while no noticeable colour change occurred in the other groups.

Key Words: CAD/CAM, Resin Nano Ceramics, Traditional Beverages.

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, toplumumuzda sıklıkla tüketilen geleneksel Türk içeceklerinin CAD/CAM rezin nano seramik blok materyali üzerindeki renklendirme etkisini analiz etmektir.

Gereç ve Yöntemler: Toplam 20 örnek, 12x10x2 mm³ boyutlarında rezin nanoseramik CAD/CAM bloklardan (Cerasmart.GC Corporation, Tokyo, Japonya) kesilerek elde edildi. Tüm örneklerin yüzeyleri 800, 1000 ve 1200 grit silikon karbid zımparalar (3M, St. Paul, ABD) ile cilalandı ve yıkandı. Örnekler rastgele 4 gruba ayrıldı (n=5). Örneklerin 1., 3. ve 7. günlerdeki başlangıç renk değerleri ve zamana bağlı renk değişimleri dental bir spektrofotometre (VITA Easyshade Advance 4.0, Vita Zahnfabrik, Almanya) kullanılarak kaydedildi. İstatistiksel veriler R WRS2 paketi kullanılarak analiz edildi (Wilcox & Schönbrodt, 2015). Anlamlılık düzeyi p<0.050 olarak alındı.

Bulgular: Tüm solüsyonlarda bekletilen örnekler 72 saatin sonunda klinik eşik değeri ($\Delta E^* < 3,3$) aşmamıştır. 1 hafta sonra, örneklerdeki en fazla renk değişimi çayda tespit edilirken ($\Delta E^* = 4,40$), diğer gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($\Delta E^* = 2,08 - 1,02$). Test edilen tüm içecekler için örneklerdeki renk değişimleri distile su < şalgam suyu < Türk kahvesi < çay şeklinde sıralanmıştır.

Sonuç: 1 haftalık daldırma sonrasında, Cerasmart rezin nanoseramik blok materyalinin renk stabilitesi çaydan klinik olarak etkilenirken, Türk kahvesi, şalgam suyu ve distile suya daldırılan örneklerde belirgin bir renk değişikliği meydana gelmemiştir.

Anahtar Kelimeler: CAD/CAM, Resin Nano Seramikler, Geleneksel İçecekler.

Elif Nur KÖROĞLU¹

ORCID: 0000-0001-7233-1077

Şükriye Ece GEDUK²

ORCID: 0000-0003-2569-8428

¹Bahcesehir University,
Faculty of Dentistry,
Department of Prosthodontics,
Istanbul, Turkey

²Zonguldak Bülent Ecevit University,
Faculty of Dentistry,
Department of Prosthodontics,
Zonguldak, Turkey



Geliş tarihi / Received: 01.07.2024

Kabul tarihi / Accepted: 04.09.2024

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Elif Nur KÖROĞLU,
Bahcesehir University
Faculty of Dentistry,
Department of Prosthodontics,
Istanbul, Turkey
E-posta/e-mail: elifnursungur@gmail.com

INTRODUCTION

Ceramics and composites are the most popular materials used in dentistry (1). Although both materials have advantages over each other, they also have some limitations in terms of restoration longevity (2). Ceramics have great features in terms of durability, hardness, superior aesthetics and biocompatibility; however, they are fragile, difficult to machine and can cause wear on the opposite natural teeth (3). On the other hand, composites have some advantages such as easy machinability, low abrasiveness and elastic modulus similar to dentin, but their color stability, wear resistance and mechanical properties are much lower than ceramics (4). In order to bring together the physical and mechanical benefits of these two materials, resin matrix ceramics (RMCs) produced by computer aided design-computer aided manufacturing (CAD-CAM) technology has been presented to the industry as an alternative to traditional ceramics and composites (5).

RMC is a new microstructure created by incorporating ceramic and composite materials under high temperature and pressure. It provides strong mechanical properties and low shrinkage, reducing the amount and size of defects in the microstructure (6). RMCs, which have a similar Young's modulus to dentin, can be milled, shaped and polished intraorally (7).

RMCs can be divided into three subgroups based on their inorganic filler content; glass ceramics (Vita Enamic), zirconia-silica ceramics (Paradigm MZ100, Shofu Block HC) and resin nano-ceramics (Lava Ultimate, Cerasmart) (8). Cerasmart (GC Corporation, Tokyo, Japan), used in this study, contains 71% inorganic filler silica particles and 29% composite. It has the advantages of excellent wear resistance and flexural strength, lower wear rate on the opposing tooth compared to glass ceramics and less laboratory procedures as it does not require a second firing. In addition, it is easy to mill, adaptable and repolishable, and has sufficient resistance to discoloration (9).

In clinical practice, the performance of a restorative material is associated with the intrinsic qualities of the material and the intraoral conditions. The consumption of various foods and beverages can modify the mechanical and esthetic properties of intraoral restorations (10). This can cause deterioration of translucency of the restorations and discoloration (11). There are many factors in the mouth that can cause discoloration. The causes of staining can be classified as internal or external depending on where the staining occurs. Internal staining is resulted from physico-chemical interactions in the deep layers of the restoration and can affect the entire structure. On the other hand, external staining can be caused by the

absorption of pigments derived from plaque accumulated on the surface of the restoration, smoking habits, foods and beverages (12).

Color measurements in dentistry can be performed either visual or instrumental methods. The assessment of discoloration can be evaluated clinically or by using particular devices that exclude the subjectivity in visual colour perception. Spectrophotometers are commonly in use colour measurement devices that provide objective, rapid and reproducible colour analysis (13). The aim of the study was to investigate the possible discoloration of a resin nanoceramic material with traditional Turkish beverages that are frequently consumed in our society. The null hypothesis of the study is that different solutions will not change the colour stability of Cerasmart blocks.

MATERIAL AND METHODS

Preparation of Resin Matrix Ceramic Samples

A total of 20 Cerasmart 270 CAD-CAM blocks A2HT (CS) were cut to a dimension of 12x10x2 mm³. The surfaces of all samples were polished with 800, 1000 and 1200 grit silicon carbide papers (3M, St. Paul, USA), cleaned for 10 min under water and air-dried. The prepared samples were pre-incubated in distilled water at 37°C for 24 hours. The final thickness of the samples was confirmed using a digital caliper (Alpha Tools, Mannheim, Germany). The samples were then randomised into four groups (n = 5).

Color Measurements

Black tea (Yellow Label Tea, Unilever, Istanbul, Türkiye), Turkish coffee (Kahve Dünyası Medium Roasted Turkish Coffee, Detay Kahve San. Ve Tic. A.Ş., Istanbul, Türkiye), turnip juice (Doğanay Acılı Şalgam Suyu, Adana, Türkiye) and distilled water for the control group were used to observe the colour change on the specimens. Only the liquid part of Turkish coffee was used. During the study period, all solutions freshly prepared and renewed after every 24 hours of immersion to prevent bacterial colonization. Before the colour measurements, the samples were rinsed with distilled water and dried.

Based on the studies in which a 24-hour coffee immersion period simulated 30 days of regular consumption (14,15), it was presumed that 7-day immersion of the samples in the beverages was equivalent to 7 months consumption.

On days 1, 3 and 7, the initial colour values and time-dependent colour changes of the samples were recorded with a dental spectrophotometer (VITA Easysshade Advance 4.0, Vita Zahnfabrik, Germany) on a standard

grey background under D65 lighting conditions. All measurements were taken three times by the same examiner on the central area of each specimen and averaged to avoid possible variations in colour values. The color change values (ΔE^*ab) were calculated according to CIE L*a*b* system using the following equation:

$$\Delta E^*ab = [(L1^* - L2^*)^2 + (a1^* - a2^*)^2 + (b1^* - b2^*)^2]^{1/2}$$

According to the literature, ΔE^* values greater 3.3 were considered as clinically unacceptable color change (16).

Statistical Analysis

The sample size was determined as 20 samples with 95% confidence ($1-\alpha$) and $f=4.427$ effect size by using G*Power V3.1.9.7 programme. Data were analyzed using with the R 4.1.0 (R Core Team, 2021) and the WRS 2 (V1.1-6; Mair, P. Wilcox, R., Patil, I., 2024) packages. Normal distribution of the data was analyzed using the Shapiro-Wilk Test. Robust Two-Way ANOVA method was used to compare non-normal distributed ΔE values according to beverage and time. Significance level was taken as $p < 0.05$.

RESULTS

As a result of the study, it was observed that the colour changes of the resin nanoceramic material showed statistically significant differences depending on time and colouring beverages (Table 1). Paired group comparisons between study groups were made and the results are presented in Table 2. The colour change at the end of the first 24 hours ranged between 0.54-1.57. The samples kept in all solutions did not exceed the clinical threshold of acceptable colour change ($\Delta E^* < 3.3$) and no statistically significant difference was found between the groups. After 72 hours, the samples kept in all solutions did not exceed the clinically acceptable colour change limit ($\Delta E^* < 3,3$) in parallel with the first 24 hours; however, a significant difference was found between tea with turnip juice and the control group. After seven days, the samples kept in tea showed the highest colour change ($\Delta E^* = 4.40$), whereas the colour changes for the samples kept in Turkish coffee, turnip juice and distilled water did not exceed the clinically acceptable colour change limit ($\Delta E^* = 2,08 - 1,02$). Findings of the study showed that the most significant discolouration was seen in tea at seven days, while the other groups did not demonstrate statistically significant differences between them. In all three time intervals, the highest colour change was seen in tea, followed by Turkish coffee and turnip, while the lowest colour change was found in distilled water.

Table 1. Comparison of ΔE values for beverage and time.

	Q	p
Beverage	37.127	<0.001
Time	15.36	<0.001
Beverage*Time	43.892	<0.001

* Q: Robust ANOVA Test Statistic

Table 2. Descriptive statistics and multiple comparison results of ΔE values by beverage and Median (minimum - maximum); a-c: No difference between main effects with the same letter; A-C: No difference between interactions with the same letter.

	Tea	Turkish Coffee	Turnip juice	Control	Time Effect
24 hours	1.57 (0.88 – 2.82) ^{ABC}	1.08 (0.57 – 2.49) ^{BC}	0.54 (0.46 – 0.83) ^{ABC}	0.55 (0.2 – 0.79) ^C	0.81 (0.2 – 2.82)
72 hours	3.22 (1.81 – 3.74) ^{AB}	1.34 (1.19 – 1.96) ^{ABC}	0.94 (0.71 – 1.75) ^C	0.46 (0.22 – 0.94) ^C	1.23 (0.22 – 3.74)
1 week	4.4 (3.16 – 4.97) ^A	2.08 (0.9 – 4.31) ^{ABC}	1.8 (1.01 – 2.81) ^{ABC}	1.02 (0.9 – 1.38) ^C	1.94 (0.9 – 4.97)
Beverage effect	3.16 (0.88 – 4.97) ^a	1.36 (0.57 – 4.31) ^b	0.94 (0.46 – 2.81) ^{bc}	0.79 (0.2 – 1.38) ^c	1.15 (0.2 – 4.97)

Clinically successful and long-lasting restorations are associated with their colour stability in addition to their aesthetic and mechanical properties. Conditions in the

DISCUSSION

mouth and staining beverages can cause deterioration in the translucency of restorations and patient dissatisfaction (11). Various beverages consumed in daily life expose dental restorations to staining. In our study, the staining effect of traditional beverages, which are frequently preferred in daily use in Turkish society, on the resin nano ceramic block material was investigated. The results of the study showed that the perceptible colour changes were observed after the 7th day, thereby the zero hypothesis of the study was rejected. After one week of immersion of Cerasmart block material in various traditional beverages, it was observed that clinically unacceptable ΔE values in black tea, whereas no clinically unacceptable discolouration observed in samples immersed in Turkish coffee, turnip juice and distilled water. There are several studies indicating that colorant beverages can cause discolouration in CAD-CAM materials (17,18). Alharbi et al. reported that Cerasmart samples exposed to coffee and tea solutions for 24 days showed higher discolouration in tea than coffee (19). Quek et al. also reported that CAD-CAM composites (Shofu Blok

and Vita Enamic) showed higher discolouration in tea than coffee after one week (20).

Ergücü et al. (21) reported that tannic acid was responsible for the colouring effect of tea. On the other hand, the yellow colouring pigments of coffee, which have different polarities and a strong affinity for polymers, reported to cause colouring in resin structures (22). Although both tea and coffee contain yellow colourants, their staining mechanisms are slightly different from each other. The adsorption of high polarity dyes on the surface of the material is responsible for the colouration caused by tea. The colouration induced by coffee, is caused by the adsorption of colouring agents with smaller molecular size and absorption into the organic matrix of the material (23,24).

Bisphenol A-glycidyl dimethacrylate (BIS-GMA) matrix, commonly found in composite materials, has been reported to show a remarkable water absorption rate. In contrast, urethane dimethacrylate (UDMA), which is widely used in hybrid composite resins, lack the hydroxyl side group. Therefore, the material is considered to consist of a less hydrophilic, more viscous matrix and the colour stability of the material is increased (25). Due to its low water absorption and solubility, UDMA has been shown to cause less staining than Bis-GMA (26). Therefore, the higher sensitivity of Cerasmart, which does not contain Bis-GMA but contains UDMA matrix, to the colouration in tea can be explained with adsorption of tea on the surface of the material, but the coffee does not diffuse into the matrix. In another study, ΔE values of Cerasmart 30 day coffee exposure exceed the clinical threshold ($\Delta E^* < 3.3$) (27). In this study, the samples were exposed to solutions at 37°C, while in our study, resin nano ceramic block samples prepared by considering the habit of hot tea and coffee consumption in daily life were exposed in black tea and Turkish coffee at an initial temperature of $60 \pm 5^\circ\text{C}$ and kept at room temperature. It has been reported that hot beverages are consumed at temperatures close to 60 °C in daily life and that beverages consumed at high temperatures affect the colour stability of the material (28,29). Therefore, this difference may be due to the difference between the temperatures of the solutions.

In this study, Turkish coffee did not cause clinically unacceptable discolouration after one week of exposure. While granular coffees, which were preferred in most of the literature studies, dissolved in water (30,31); traditional Turkish coffee does not dissolve directly in water, but some of it precipitates (32). For this reason, it is thought that the staining ability of Turkish coffee in our study may be lower than the other studies examined the staining caused by coffee.

In a study conducted on microhybrid composite resins, it has been reported that turnip juice caused the most

discolouration, while Turkish coffee caused clinically detectable discolouration after 1 week immersion (33). In another study of temporary restorations, Turkish coffee was found to cause the most discolouration and turnip juice the least. The colour change induced by turnip juice has been stated to be caused by natural colourants such as purple carrot and turnip radish (34). In our study, the resin nano ceramic material showed a high color stability against Turkish coffee and turnip juice as a result of the 7-day immersion period.

Limitations of our study include the inability to fully simulate the intraoral environment, the rinsing effect of saliva after intraoral surface contact with dyes, and the removal of dyes from the surface by brushing. In addition, dietary habits and oral hygiene may also effect the results of the study. Therefore, more comprehensive studies should be conducted to determine the color stability of the materials and the results should be supported by clinical evidence.

CONCLUSION

Within the limitations of this study, the color stability of resin nano-hybrid material immersed in different solutions was affected by the immersion time in the coloring solutions. At the end of 1 week in the solutions, the samples were discolored respectively in the solution of black tea, Turkish coffee, turnip juice, distilled water. While the color change in black tea was higher the clinically acceptable threshold value ($\Delta E^* > 3,3$), the discoloration of samples kept in Turkish coffee, turnip juice and distilled water did not exceed the color change limit ($\Delta E^* < 3,3$).

REFERENCES

1. Bona A, Corazza PH, Zhang Y. Characterization of a polymer-infiltrated ceramic-network material. *Dent Mater*. 2014;30(5):564-69.
2. Rohr N, Flury A, Fischer J. Efficacy of a universal adhesive in the bond strength of composite cements to polymer-infiltrated ceramic. *J Adhes Dent*. 2017;19(5):417-24.
3. Ruse ND, Sadoun MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *J Dent Res*. 2014;93(12):1232-34.
4. Wang LK, Liu YN, Hui H, Li PP. Color stability of computer aided design and computer aided manufacture composite ceramic/resin cements after accelerated ageing. *Chin J Stomatol*. 2019;54(11):765-69.
5. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2015;114(4):587-93.
6. Facenda JC, Borba M, Corazza PH. A literature review on the new polymer-infiltrated ceramic-network material (PICN). *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(4):781-86.
7. Furtado de Mendonca A, Shahmoradi M, Gouvêa CVD de, de Souza GM, Ellakwa A. Microstructural and mechanical characterization of CAD/CAM materials for monolithic dental restorations. *J Prosthodont*. 2019;28(2):e587-e594.
8. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NRFA, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont*. 2015;28(3):227-35.
9. Akarca EM, Şahin D, Cana RŞ. Rezin matriks seramikler-derleme. *Curr Res Dent Sci*. 2022;32(1):114-18.
10. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozel S. Surface hardness evaluation of different composite resin materials: influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period. *J Appl Oral Sci*. 2013;21(2):124-31.
11. Stawarczyk B, Sener B, Trottmann A, Roos M, Ozcan M, Hammerle CHF. Discoloration of manually fabricated resins and industrially fabricated CAD/CAM blocks versus glass-ceramic: effect of storage media, duration, and subsequent polishing. *Dent Mater J*. 2012;31(3):377-83.
12. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins—an in vitro study. *J Dent*. 2010;38(2):e137-e142.
13. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color. *J Prosthet Dent*. 2001;86(5):458-464.
14. Ertas E, Gueler AU, Yucel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*. 2006;25(2):371-76.
15. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2005;94(2):118-24.
16. Lim B, Kim C. Difference in polymerization color changes of dental resin composites by the measuring aperture size. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2003;66(1):373-78.
17. Gasparik C, Culic B, Varvara MA, Grecu A, Burde A, Ducea D. Effect of accelerated staining and bleaching on chairside CAD/CAM materials with high and low translucency. *Dent Mater J*. 2019;38(6):987-93.
18. Carlos NR, Pinto AVD, Do Amaral FLB, França FMG, Turssi CP, Basting RT. Influence of staining solutions on color change and enamel surface properties during at-home and in-office dental bleaching: an in situ study. *Oper Dent*. 2019;44(6):595-608.
19. Alharbi N, Alharbi A, Osman R. Stain susceptibility of 3D-printed nanohybrid composite restorative material and the efficacy of different stain removal techniques: an in vitro study. *Materials*. 2021;14(19):5621.
20. Quek SHQ, Yap AUJ, Rosa V, Tan KBC, Teoh KH. Effect of staining beverages on color and translucency of CAD/CAM composites. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(2):e9-e17.

- 21.** Ergücü Z, Türkün LS, Aladag A. Color stability of nanocomposites polished with one-step systems. *Oper Dent.* 2008;33(4):413-20.
- 22.** Ardu S, Braut V, Gutemberg D, Krejci I, Dietschi D, Feilzer AJ. A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence Int.* 2010;41(8):695-702.
- 23.** Lee YK. Changes in the translucency of porcelain and repairing resin composite by the illumination. *Dent Mater.* 2007;23(4):492-97.
- 24.** Um CM, Ruyter I. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int.* 1991;22(5):377-86.
- 25.** Kang YA, Lee HA, Chang J, Moon W, Chung SH, Lim BS. Color stability of dental reinforced CAD/CAM hybrid composite blocks compared to regular blocks. *Materials.* 2020;13(21):4722.
- 26.** Fontes ST, Fernández MR, Moura CM de, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(5):388-91.
- 27.** Aydın N, Karaoğlanoğlu S, Oktay EA, Kılıçarslan MA. Investigating the color changes on resin-based CAD/CAM Blocks. *J Esthet Restor Dent.* 2020;32(2):251-56.
- 28.** Tuncer D, Karaman E, Firat E. Does the temperature of beverages affect the surface roughness, hardness, and color stability of a composite resin? *Eur J Dent.* 2013;7(02):165-71.
- 29.** West NX, Maxwell A, Hughes JA, Parker DM, Newcombe RG, Addy M. A method to measure clinical erosion: the effect of orange juice consumption on erosion of enamel. *J Dent.* 1998;26(4):329-35.
- 30.** Caballero B, Trugo LC, Finglas PM. *Encyclopedia of food sciences and nutrition.* 2nd ed. Vol 1-10. Elsevier Science BV. pp. 1498-1506, 2003.
- 31.** Farah A. Coffee constituents. Coffee: Emerging health effects and disease prevention. Primera ed. Oxford, UK. John Wiley & Sons Inc. 1: pp. 21-58, 2012.
- 32.** Urgancı Y. Hurma ve Keçiboynuzu Çekirdeği Kullanılarak Türk Kahvesi Üretimi ve Üretilen Kahvelerin Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Gelişim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü; 2022.
- 33.** Barutçigil Ç, Harorlu Ot, Seven N. Bazı geleneksel içeceklerin mikrohibrit kompozit rezinde meydana getirdiği renk değişikliklerinin incelenmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2012;22(2):114-19.
- 34.** Atabay C, Tuñdemir MT. Comparison of color stability of laminate temporary restoration materials kept in traditional Turkish beverages. *Yeditepe Dent J.* 2019;15(2):166-70.

YouTube™ As An Education Platform for Dental Implants

Dental İmplantlar Hakkında Eğitim Platformu Olarak YouTube™

ABSTRACT

Objective: YouTube™, a video sharing platform, with its audiovisual content, can be an important education platform for dental students, practitioners and patients on all topics in the field of dentistry. The intention of this study is to analyze videos that are relevant to dental implants on YouTube™ videos in terms of popularity, uploading source, video purpose and usefulness.

Materials and Method: The keyword 'dental implants' was searched on YouTube. The top 100 results, sorted by relevance on YouTube™, were scanned for English language videos with comments. For all results, video features such as views, likes, duration (minutes), comments, viewing rate and usefulness score (between 0-2) were created. The first 80 videos that met the inclusion criteria were evaluated, ranked by relevance. Videos were categorized according to source and purpose and examined in terms of video features.

Results: The usefulness score was significantly higher for the healthcare professional source ($p=0.036$) compared to company, individual user and tv channel sources. Healthcare professionals informing their patients uploaded the majority of the videos (57%). Also, in another comparison in terms of video purpose, statistical data showed that videos with patient experience ($p=0.023$) videos received significantly more comments.

Conclusion: YouTube™ could be preferred as an education platform for dental students, practitioners and patient information about dental implants. It is obvious that if the videos uploaded by healthcare professionals are prepared to include patient experiences, they will inform society more accurately about dental implants.

Key Words: Dental Education, Dental İmplants, Patient Information, Social Media, Youtube.

ÖZ

Amacı: Video paylaşım platformu olan YouTube™, görsel ve işitsel içeriğiyle diş hekimliği öğrencileri, hekimler ve hastalar için diş hekimliği alanındaki tüm konularda önemli bir eğitim platformu olabilir. Bu çalışmanın amacı YouTube™ videolarında dental implantlarla ilgili videoları popülerlik, yükleme kaynağı, video amacı ve yararlılık açısından analiz etmektir.

Gereç ve Yöntemler: YouTube'da 'dental implantlar' anahtar kelimesi arandı. YouTube™'da alaka düzeyine göre sıralandığında listelenen ilk 100 sonuç, yorum alan İngilizce videolar açısından tarandı. Tüm sonuçlar için izlenme, beğeni, süre (dakika), yorum, izlenme oranı ve yararlılık puanı (0-2 arasında) gibi video özellikleri oluşturuldu. Dahil edilme kriterlerini karşılayan ve alaka düzeyine göre sıralanan ilk 80 video değerlendirildi. Videolar kaynağına ve amacına göre kategorize edilerek video özellikleri açısından incelendi.

Bulgular: Şirket, bireysel kullanıcı ve tv kanalı kaynaklarına göre sağlık profesyoneli kaynağında yararlılık puanı anlamlı derecede yüksekti ($p=0.036$). Videoların çoğunluğunu (% 56) hastalarını bilgilendiren sağlık çalışanları yüklemişti. Ayrıca video amacı açısından yapılan başka bir karşılaştırmada istatistiksel veriler, hasta deneyimi içeren videoların ($p=0.023$) anlamlı derecede daha fazla yorum aldığını gösterdi.

Sonuç: YouTube™, diş hekimliği öğrencileri, hekimler ve hastalar için dental implantlar hakkında bilgilendiren bir eğitim platformu olarak tercih edilebilir. Sağlık profesyonellerinin yüklediği videoların hasta deneyimlerini de içerecek şekilde hazırlanması durumunda toplumu dental implantlar hakkında daha doğru bilgilendireceği açıktır.

Anahtar Kelimeler: Dental Eğitim, Dental İmplantlar, Hasta Bilgilendirme, Sosyal Medya, Youtube.

Egemen TAYAN¹

ORCID: 0000-0002-3422-5326

Ceren GÖKMENOĞLU²

ORCID: 0000-0002-3803-7189

Süleyman Kutalmış BÜYÜK³

ORCID: 0000-0003-3269-8610

¹Tekirdağ Oral and Dental Health Center,
Tekirdağ, Turkey

²Ankara Medipol University,
Faculty of Dentistry,
Department of Periodontology,
Ankara, Turkey

³Ordu University,
Faculty of Dentistry,
Department of Ortodontics,
Ordu, Turkey



Geliş tarihi / Received: 21.03.2024

Kabul tarihi / Accepted: 02.09.2024

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Egemen TAYAN

Tekirdağ Oral and Dental Health Center,

Tekirdağ, Turkey

E-posta/e-mail: egemen.tayan@gmail.com

INTRODUCTION

Access to the Internet has increased significantly with the development and spread of technology. The easy accessibility of information about health on Internet platforms has contributed to their widespread use. The results of a European study with 7,934 participants showed that % 71 of the participants were Internet users and % 44 used the Internet for health-related information (1). Another study conducted in Europe demonstrated that the Internet was used to obtain health information, with approximately % 60 of adults searching for health-related information on the Internet (2). Participants who searched for health information on the Internet were not limited to patients. A cross-sectional study found that % 85 of general practitioners in France reported using the Internet to obtain information for their clinical practices (3).

Dentists have been found to increasingly utilize dental implants in the process of oral rehabilitation partially or completely edentulous patients (4). There are many treatment protocols, ranging from implant placement to the prosthetic loading process. Determining an appropriate protocol for a patient may vary depending on many factors. Therefore, many patients are curious about the treatment process, so they access the Internet to gather information before their medical appointments. One of the most popular platforms for research is YouTube™, a widely used global video-sharing website where users can share and watch videos. Since its inception in 2005, the website has expanded to include extensive video content related to health and various other field (5). The success and global reach of YouTube™ and its informative videos on health have had a significant effect on dentistry and medical practice (6).

Although YouTube™ is frequently used as an education platform because of its easy access by practitioners, dental students, and patients (7-9), its potential for misinformation is a significant concern. Because YouTube™ is not subject to peer review, it may contain wrong and misleading content. The health-related information available on YouTube™ is diverse and easily shared by everyone. Health-related videos may contain content uploaded by healthcare professionals for professional education, patient information, or advertising purposes. However, it is possible that those who access the website lack the knowledge needed to assess the trustworthiness and accuracy of medical information or relate it to their own situation. Only a few studies have investigated YouTube™ content regarding dental implants (10-12). Therefore, this study aimed to examine dental implant-related videos on YouTube™, focusing on their

features, usefulness, purpose, and source evaluations. The following null hypothesis was tested: There would be no differences in the usefulness scores of YouTube videos related to dental implants that were uploaded from different sources and purposes.

On July 12, 2024, a search for videos related to dental implants was conducted on YouTube™, an online video hosting website (<http://www.youtube.com>). The keywords “dental implants” were used to search YouTube™. Sorted by relevance, the top 100 results were scanned for English language videos that had received comments. Prior to the search, to prevent the results from being affected by cookies and advertising preferences, a search was conducted by opening an incognito window in the search engine to YouTube™ pages, and all video links were saved. Inclusion criteria were as follows: English language, relevance to dental implants, and acceptable audiovisual quality. The exclusion criteria were: non-English language, irrelevant to dental implants, repetitive, and poor audiovisual quality. After filtering by relevance, 80 videos that met the inclusion criteria were assessed. Because only publicly available data were used in this study, ethics committee approval was not required.

A previous report indicated that 95% of YouTube™ users who conducted searches limited their browsing to the first three pages of results (13). Given that the results obtained from an on-site search of the website are displayed as 20 results per page, it was assumed that a minimum of 60 videos were required to conduct a study that assessed a meaningful portion of the population.

MATERIAL AND METHODS

Video Assessment

The following general features were noted in the 80 videos that satisfied the inclusion criteria after they were watched from beginning to end: views, time (minutes), likes, comments, watching rate, and usefulness scores. The videos were categorized into four groups according to their sources: 1) company; 2) healthcare professional; 3) individual user; and 4) TV channel. The primary purpose of each video was thoroughly investigated and divided into two sections: 1) educational and 2) patient experience. The videos were independently evaluated by two experienced periodontists (E.T. and C.G.).

The usefulness scores of the videos were scored according to the criteria used in Hegarty et al. (14) Videos with excellent quality and flow were evaluated

with 2 points, and videos with moderate quality and flow were evaluated with 1 point. Videos with poor video quality and flow were evaluated with 0 points. Table 1 presents the results of the usefulness scores. In accordance with Hassona et al. (15), a viewing rate formula was calculated using the number of views and loading times to determine the viewing rates in our study. The audiovisual quality of the videos was rated on a three-point scale, with the categories good, fair, and poor, respectively, according to the model proposed by Sorensen et al. (16).

Table 1. Subjective Classification of Video Usefulness.

Excellent	Excellent quality and flow, most of the relevant information is included, very useful for patients
Moderate	Moderate quality, sub-optimal flow, some important information is adequately discussed but others poorly discussed, somewhat useful for patients
Poor	Poor quality, poor flow of the video, some information listed but most missing, not at all useful for patients

* Based on Hegarty et al.(14)

Statistical Analysis

The video data were collected using the Microsoft Excel software. The SPSS software (windows version 20.0; SPSS Inc., Chicago, Illinois) was used to conduct the statistical analysis. Descriptive statistics were created for the video features, including views, duration (minutes), likes, comments, viewing rate, and usefulness scores. The videos were classified into two categories: source and purpose. The normality assumption of the values of the video features of each category was examined using the Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk tests. Nonparametric tests were used due to not normal distribution of the values. The Mann–Whitney U test was used to compare two independent groups, while the Kruskal–Wallis test was used to compare more than two independent groups. Descriptive statistics were generated for each category variable. Inter-reviewer consistency between reviewers was evaluated using Cohen Kappa coefficient (k) (17). Statistical significance was determined as $p < 0.05$.

Table 2 shows the mean, standard deviations, minimum and maximum views, duration (minute), likes, comments, viewing rates, and usefulness scores. The videos that satisfied the inclusion criteria were classified as upload sources: company (% 20, n = 16), healthcare professionals (% 56.3, n = 45), individual users (% 11.2, n = 9), and TV channel (% 12.5, n = 10). Most of the videos reviewed (% 65) were uploaded from the United States, while the rest were uploaded from Spain, the United Kingdom, Australia, Canada, Turkey, Germany, South Korea, France, Mexico, and Singapore.

Table 3 presents a descriptive analysis of the videos categorized according to upload sources.

Table 4 presents comparison of video features according to upload source. No statistically significant difference was found between the upload source and the following variables: views ($p = 0.215$), duration ($p = 0.092$), likes ($p = 0.416$), comments ($p = 0.098$), and viewing rates ($p = 0.187$). A comparison of the videos according to their upload sources revealed a significant difference in the usefulness scores ($p = 0.036$).

Consequently, videos uploaded by healthcare professionals were associated with higher usefulness scores. The usefulness scores for the videos ranged from 0 to 2, with an average of 1.24. In total, % 12.50 of the videos were of poor quality (10/80), % 60 were of moderate quality (48/80), and % 27.5 were of excellent quality (22/80). The interobserver agreement for the usefulness score was 0.82, according to Cohens' Kappa statistics.

The findings showed that the videos were primarily created according to three main topics: description (% 61.25, n = 49); advantage (% 25, n = 20); and price (% 13.75, n = 11). The videos were also categorized as either educational (% 78.75, n = 63) or patient experience (% 21.25, n = 17) according to upload purpose (Table 5).

No statistically significant difference was found between the usefulness score and loading purpose ($p > 0.05$). Nevertheless, a significant difference was found between the number of comments and upload purpose ($p = 0.023$), as shown in Table 6.

Consequently, the videos about patients' experiences were associated with more comments.

Table 2. Features of the YouTube Videos About the Dental Implants.

*Standart deviation

	N	Minimum	Maximum	Mean	S.D.*
View	80	2782.00	18934620.00	505287.118	1866024.702
Duration	80	1.19	14.50	4.952	3.728
Like	80	9.00	89000.00	2835.427	8853.754
Comment	80	1.00	16260.00	591.206	1778.156
Viewing rate	80	135.82	647853.84	42458.266	87436.387
Usefulness score	80	.00	2.00	1.235	.621
Valid N	80				

Table 3. Descriptive Data of the YouTube Videos by Source.

*Standart deviation

SOURCE		N	Minimum	Maximum	Mean	SD*
COMPANY	View	16	5800.00	18934620.00	1265288.500	5827601.150
	Duration	16	1.19	14.50	5.875	3.492
	Like	16	9.00	21000.00	2576.128	4135.488
	Comment	16	1.00	852.00	166.520	302.748
	Viewing rate	16	135.82	580213.28	62073.840	157716.442
	Usefulness score	16	.00	2.00	.952	.628
	N	16				
HEALTHCARE PROFESSIONAL	View	45	2782.00	1070874.00	142926.558	239367.170
	Duration	45	1.19	12.35	5.087	3.30860
	Like	45	24.00	9500.00	1482.524	2352.647
	Comment	45	1.00	2249.00	215.472	464.725
	Viewing rate	45	367.94	101164.20	16014.394	18736.340
	Usefulness score	45	.00	2.00	1.428	.513
	N	45				
INDIVIDUAL USER	View	9	9376.00	2038230.00	413903.724	483218.613
	Duration	9	1.26	13.25	7.756	3.79648
	Like	9	28.00	89000.00	9560.818	24325.489
	Comment	9	26.00	14736.00	1359.861	3744.556
	Viewing rate	9	675.84	378420.83	60816.628	105248.164
	Usefulness score	9	.00	2.00	.894	.649
	N	9				
TV CHANNEL	View	10	3710.00	797653.00	183014.375	262475.213
	Duration	10	3.53	12.05	6.622	2.837
	Like	10	73.00	21000.00	3197.250	7224.824
	Comment	10	5.00	5701.00	823.875	1979.362
	Viewing rate	10	2251.18	552862.84	76127.460	184058.885
	Usefulness score	10	.00	2.00	.945	.610
	N	10				

Table 4. Comparison of Video Features Between Video Sources.

	View	Duration	Like	Comment	Usefulness score	Viewing rate
Chi-Square	5.378	6.828	2.785	5.165	8.754	5.086
p* value	.215	.092	.416	.098	.036	.187

*Kruskal Wallis H test

Table 5. Descriptive Data of the YouTube Videos by Purpose.

Purpose		N	Minimum	Maximum	Mean	SD*
Educational	View	63	2782.00	18934620.00	461158.270	2305363.566
	Duration	63	1.19	14.50	5.9390	3.367
	Like	63	9.00	26000.00	1705.782	2715.768
	Comment	63	1.00	2571.00	171.755	411.769
	Viewing rate	63	135.82	611081.49	27410.488	74235.410
	Usefulness score	63	.00	2.00	1.194	.627
	Valid N	63				
Patient Experience	View	17	15845.00	184815.00	417556.741	521160.670
	Duration	17	1.50	13.25	5.825	4.306
	Like	17	60.00	89000.00	11385.000	27058.614
	Comment	17	9.00	16260.00	2079.412	3781.056
	Viewing rate	17	806.72	526791.49	71255.490	152277.562
	Usefulness score	17	.00	2.00	1.159	.588
	Valid N	17				

*Standart deviation

Table 6. Comparison of Video Features Between Video Purposes.

	View	Duration	Like	Comment	Usefulness score	Viewing rate
Mann-Whitney U	305.000	374.000	314.000	240.000	410.000	265.000
Wilcoxon W	2425.000	440.500	2711.000	2300.000	472.500	2608.000
Z score	-.947	-.023	-1.165	-2.781	-.061	-1.554
p** value	.364	.964	.317	.023	.898	.124

** Mann-Whitney U test

In recent years, dental implants have emerged as the dominant treatment option in the rehabilitation of edentulous jaws. The majority of patients express a preference for dental implant treatment instead of a removable prosthesis. Dental implant treatment has become a highly popular option, largely influenced by the impact of advertisements and social media, with millions of searches on YouTube™. Therefore, the aim of this study was to evaluate the features, usefulness, purpose, and sources of the dental implant videos on YouTube™. Despite the fact that YouTube™ is used for educational purposes, studies that have evaluated the quality of information provided on YouTube™ in the field of health have reported that the information quality is poor. In a study by Kurian et al. (18) examined 89 YouTube™ videos related to dental implants were analyzed. The findings indicated that the videos were generally low quality and contained incomplete and inaccurate patient information. Similarly, in a study about dental implants, Abukaraky et al. (10) determined that the videos were of limited quality. In our study, the usefulness score, which indicates the quality of the information presented, ranged from 0 to 2, with a mean usefulness score of 1.24. The results of the study showed that % 12.50 of 80 videos about dental implants had a low usability score. Additionally, % 60 of the videos were assigned a moderate usefulness score. The most significant reason for the contradictory findings in comparison to other studies was believed to be the high percentage of videos uploaded by healthcare professionals, which reached % 56.3. Additionally, changes in the ranking of search results on YouTube™ may contribute to this discrepancy.

Videos upload by professional healthcare organizations usually provide more reliable content, even if YouTube™ provides a forum for people who have had dental implant surgeries to express their thought and experiences. While YouTube™ offers a platform for patients who have undergone dental implant procedures to share their opinions and experiences, videos uploaded by healthcare professionals typically provide high quality content (19). Therefore, it is undeniable that videos about dental implants will provide more accurate information when uploaded by healthcare professionals. In our study, we revealed a significant relationship between usefulness score and the upload sources of the videos. We concluded that the healthcare professional source had higher usefulness score. This result is consistent with the study of Hassona et al. (15). Recent studies on YouTube have prioritized an investigation of viewers' reactions to videos. This has entailed an examination of various parameters,

including the number of comments on videos, the content of comments, and the utilization of established scales for the assessment of video quality. Ma et al. (12) aimed to investigate the society's curiosity about dental implants and their reaction to the treatment by evaluating the comments on YouTube videos. Therefore, as the most striking result of the study, it is important to analyze video comments in order to produce content on topics that respond to the current needs of the society and to disseminate accurate information. In another study where YouTube comments were examined in terms of quantity, Menziletoğlu et al. (11) reported that patient experience videos received more comments than educational videos. Similarly, in our study where we examined the effect of video comments on other parameters, we found that there is a relationship between the purpose of uploading the videos and the number of comments. Accordingly, when comparing patient experience videos with educational videos, it was seen that patient experience videos received statistically significantly more comments. Patient experience videos may have attracted more attention because patients found them to be more realistic and predictable. Therefore, we think that videos that are more popular may have received more interactions and comments. It is very important for public health that videos, especially those with higher interaction, contain accurate information. Moreover, considering that many dental students and dental practitioners use YouTube™ as an educational platform, we wanted to strongly emphasize this importance strongly.

YouTube™ should contain more comprehensive and accurate information, regardless of the users. Healthcare professionals have a great responsibility in improving videos. For this purpose, we think that the preparation of videos by periodontist or oral surgeons, and including patient experiences in the videos, will ensure that the videos receive more interaction and that accurate information reaches a wider population.

There are some limitations to our study. We conducted a search using the keyword 'dental implants', which is a very common keyword that most people use on YouTube™. However, if some users use an alternative keyword, different results may occur. The fact that YouTube™ videos are constantly uploaded and removed makes the content dynamic. Therefore, different results may vary depending on the search time. The 'snapshot' data collection method is absent from our study, as it is from others. In addition, videos about dental implants do not cover the subject in its entirety. While the results generally consisted of videos about description, benefits, price or surgery, we found almost no results regarding maintenance of peri-implant health, peri-implant diseases or failures. This should be considered as another limitation of the study.

CONCLUSION

As a result of our study, we have reached the following conclusions:

1. Videos uploaded by healthcare professionals were associated with higher usefulness scores; This not only proves our null hypothesis wrong, but also shows that viewers should consider the video source. While the YouTube platform offers practical resources about dental implants, the reliability of the information presented remains unclear. Therefore, we urge healthcare professionals to develop high-quality videos that provide accurate information to a large audience.
2. Although the majority of videos about dental implants exhibit a moderate level of usefulness score, it is reasonable to conclude that YouTube™ cannot be considered a wholly reliable source of information about dental implants.
3. Our study revealed that there was no relationship between the purpose of the videos and the usefulness score, confirming the null hypothesis. However, it was observed that videos that included patient experiences received more comments, which is critical for content to reach a wide audience. Including patient experiences in videos may allow for greater coverage and access to a wider audience.
4. YouTube™ is a popular platform for dental students and dentists seeking information about dental implants. While it may not be the most reliable educational source, it offers a sufficient level of general information.

REFERENCES

1. Andreassen HK, Bujnowska-Fedak MM, Chronaki CE, Dumitru RC, Pudule I, Santana S, et al. European citizens' use of E-health services: a study of seven countries. *BMC Public Health*. 2007;7:53.
2. European Commission B. European Citizens' Digital Health Literacy. Flash Eurobarometer 404 (European Citizens' Digital Health Literacy) GESIS Data Archive; Brussels 2015.
3. Bernard E, Arnould M, Saint-Lary O, Duhot D, Hebbrecht G. Internet use for information seeking in clinical practice: a cross-sectional survey among French general practitioners. *Int J Med Inform*. 2012;81(7):493-99.
4. Giannobile WV, Lang NP. Are Dental Implants a Panacea or Should We Better Strive to Save Teeth? *J Dent Res*. 2016;95(1):5-6.
5. <https://www.businessinsider.com/>. YouTube is 15 years old. Here's a timeline of how YouTube was founded, its rise to video behemoth, and its biggest controversies along way <https://www.businessinsider.in/tech/news/youtube-is-15-years-old-hereaposs-a-timeline-of-how-youtube-was-founded-its-rise-to-video-behemoth-and-its-biggest-controversies-along-way/slidelist/76111673.cms2020> (erişim tarihi: 11.01.2024)
6. Smyth RSD, Amlani M, Fulton A, Sharif MO. The availability and characteristics of patient-focused YouTube videos related to oral hygiene instruction. *Br Dent J*. 2020;228(10):773-81.
7. Burns LE, Abbassi, E, Qian X, Mecham, A, Simeteys P. YouTube use among dental students for learning clinical procedures: A multi-institutional study. *J Dent Educ*. 2020 Oct;84(10):1151-58.
8. Knösel M, Jung K, Bleckmann A. YouTube, dentistry, and dental education. *Journal of dental education*. 2011;75(12):1558-68.
9. Gross RT, Ghaltakhchyan N, Nanney EM, Jackson TH, Wiesen CA, Mihas P, et al. Evaluating video-based lectures on YouTube for dental education. *Orthod Craniofac Res*. 2023;26 Suppl 1(Suppl 1):210-20.
10. Abukaraky A, Hamdan AA, Ameera MN, Nasief M, Hassona Y. Quality of YouTube™ videos on dental implants. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2018 Jul 1;23(4):e463-e468.
11. Menziletoglu D, Guler AY, Isik BK. Are YouTube videos related to dental implant useful for patient education? *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2020;121(6):661-64.
12. Ma S, Bai C, Chen C, Bai J, Yu M, Zhou Y. Public sense of dental implants on social media: A cross-sectional study based on text analysis of comments. *J Dent*. 2023;137:104671.
13. Desai T, Shariff A, Dhingra V, Minhas D, Eure M, Kats M. Is content really king? An objective analysis of the public's response to medical videos on YouTube. *PLoS One*. 2013;8(12):e82469.

- 14.** Hegarty E, Campbell C, Grammatopoulos E, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT. YouTube™ as an information resource for orthognathic. *J Orthod.* 2017;44(2):90-96.
- 15.** Hassona Y, Taimeh D, Marahleh A, Scully C. YouTube as a source of information on mouth (oral) cancer. *Oral Dis.* 2016;22(3):202-8.
- 16.** Sorensen JA, Pusz MD, Brietzke SE. YouTube as an information source for pediatric adenotonsillectomy and ear tube surgery. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014;78(1):65-70.
- 17.** Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33:159-74.
- 18.** Kurian N, Varghese KG, Daniel S, Varghese VS, Kaur T, &Verma R. Are YouTube videos on complete arch fixed implant-supported prostheses useful for patient education? *J Prosthet Dent.* 2024;131(4):684-88.
- 19.** Çardakçı Bahar Ş, Koca O. YouTube™ Videos as a Source of Information on Necrotizing Gingivitis: A Content-Quality Analysis. *Cureus.* 2024;16(6):e61485.

Minimal İnvaziv Protetik Tedavilerde CAD-CAM Kullanımı: İki Olgu Sunumu

Using of CAD-CAM In Minimal Invasive Prosthetic Treatments: Two Case Reports

ÖZ

Sert dokularda meydana gelen çürük, aşınma, kırık gibi koronal kayıpların amalgam ya da kompozit rezinler ile direkt restoratif tedavisi her zaman mümkün olmayabilir. Kök kanal tedavisi sonrası madde kaybı fazla olan dişlerin protetik rehabilitasyonunda indirekt restoratif tedavi seçenekleri uygulanabilir. Bu gibi durumlarda inley, onley, overlay ya da endokron gibi indirekt tedavi yaklaşımları kaybedilen dokunun yerine konması ile birlikte kalan diş dokusunun korunmasında da başarılı bir yaklaşım olarak gösterilir. Endokronlar, pulpa odasından tutuculuk sağlayarak (makroretansiyon), adeziv simantasyon ile yeterli stabiliteyi elde eden (mikroretansiyon) monoblok restorasyonlardır. Overlayler ise desteksiz aksiyel duvarlara sahip ve her iki marjinal kenarın bulunmadığı büyük boyutlardaki sınıf II kavitelere endike olan, tüm diş kasplarını içeren restorasyonlardır. Bu olgu raporunda molar dişinde aşırı madde kaybı bulunan iki farklı hastanın adeziv olarak simante edilen ve kalan diş yapısını koruyan yaklaşımlardan endokron ve overlay restorasyonlar ile tedavisi anlatılmaktadır. Bu restorasyonlar Bilgisayar destekli tasarım-bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) sistemi ile üretilmiştir. CAD-CAM teknolojisinin kullanımı ile konvansiyonel tekniklerde oluşabilecek hatalara bağlı uyumsuzlukların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Restorasyonlar CAD-CAM tekniği ile monolitik olarak üretilmiştir.

Sonuç: Bu restorasyonlar, kolay düzenlenebilme, yeniden cilalanabilme, yüksek aşınma direnci ve cam seramiklere kıyasla antagonist dişte daha az aşınmaya neden olma gibi avantajlara sahip olan nanohibrit bir seramik malzeme kullanılarak yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Adeziv Simantasyon, CAD-CAM, Endokron, Overlay.

ABSTRACT

The restorative treatment of coronal losses occurring in hard tissues such as decay, wear, and fractures may not always be feasible with direct restorative methods using amalgam or composite resins. In the prosthetic rehabilitation of teeth with extensive substance loss following root canal treatment, indirect restorative treatment options can be applied. In such cases, approaches such as inlays, onlays, overlays, or endocrowns, which are successful in preserving the remaining tooth structure while replacing lost tissue, are considered effective. Endocrowns are monoblock restorations that provide retention from the pulp chamber (macroretention) and achieve sufficient stability through adhesive cementation (microretention). Overlays, on the other hand, are restorations indicated for large-sized Class II cavities with unsupported axial walls and lacking both marginal edges, encompassing all cusps of the tooth. This case report describes the treatment of excessive substance loss in molars of two different patients using adhesive cemented approaches of endocrown and overlay restorations to preserve the remaining tooth structure. These restorations were manufactured using the Computer-Aided Design-Computer-Aided Manufacturing (CAD-CAM) system. The use of CAD-CAM technology aims to prevent discrepancies due to errors that may occur with conventional techniques.

Conclusion: The restorations were produced monolithically using CAD-CAM technique. These restorations were made using a nanohybrid ceramic material, which offers advantages such as ease of adjustment, re-polishing, high wear resistance, and causing less wear on the antagonist tooth compared to glass ceramics.

Key Words: Adhesive Cementation, CAD-CAM, Endocrown, Overlay.

Aynur Beyza ÇAVUŞÇULU GÜDÜL¹

ORCID: 0009-0007-4937-1143

Şükriye Ece GEDUK¹

ORCID: 0000-0003-2569-8428

Gaye SAĞLAM¹

ORCID: 0000-0002-6102-4933

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Protetik Diş Tedavisi AD,
Zonguldak, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 14.05.2024

Kabul tarihi / Accepted: 05.11.2024

İletişim Adresi /Corresponding Address:

Aynur Beyza ÇAVUŞÇULU GÜDÜL
Zonguldak Bülent Ecevit University,
Faculty of Dentistry,
Department of Prosthodontics

Zonguldak, Turkey

E-posta/email:beyza.cavusculu@beun.edu.tr

Dental tedavilerde dişlerin yapısal bütünlüğünün korunması ve çevre dokulara zarar vermeden fonksiyonun idamesi, konservatif yaklaşım kurallarının başında gelir. Güncel gelişmelerle birlikte sabit protetik diş tedavileri geleneksel yaklaşımlardan, daha az madde kaybına neden olan minimal invaziv yaklaşımlara doğru ilerleme göstermiş ve çeşitli restorasyonlar önerilmiştir (1). Minimal invaziv yaklaşım mümkün olduğu kadar az girişimsel işlemlerle hastanın mevcut diş dokularının korunması prensibine dayanarak koruyucu ve önleyici tedavilerin uygulandığı bir tedavi şeklidir (2).

Adeziv simantasyon tekniklerindeki ilerlemeler ve minimal invaziv diş hekimliğine artan ilgi ile birlikte pulpa odasına ve kavite kenarlarına sabitlenen monolitik bir restorasyon olan endokron da dahil olmak üzere yeni restoratif yaklaşımlar geliştirilmiştir. Endokron restorasyonlarında pulpa odasından makroretansiyon; adeziv simantasyon ile mikroretansiyon elde edilir (3-5). Pissis (6) endokronları "monoblok porselen tekniği", Bindle ve Mörmann (7) "adeziv endodontik kronlar" olarak tanımlamıştır. Endokronlar endodontik olarak tedavi edilmiş, sert doku kaybının fazla olduğu, interproksimal alanın kısıtlı olduğu, oklüzal dikey boyutu azalmış, seramik kalınlığının yetersiz olması nedeniyle post ve krunla geleneksel rehabilitasyonun mümkün olmadığı, yeterli diş dokusuna sahip dişlerde tercih edilen bir tedavi yöntemidir (8,9). Bu restorasyonların düşük maliyet, kısa hazırlık ve seans süresi, uygulama kolaylığı ve başarılı estetik sonuçlar gibi avantajları bulunmaktadır (10). Endokron restorasyonlar kısa klinik kronu bulunan, koronal diş yapısında aşırı tahribat olan, kavisli, kalsifiye, kısa veya dar kök kanallarına sahip dişlerde uygulanabilirken mine-sement birleşiminin altında harabiyet gösteren, uygun adezyonun sağlanamadığı veya pulpa odasının sığ olduğu durumlarda kontrendikedir (11). Endokronların geleneksel restorasyonlarla karşılaştırıldığında yeterli stabilite ve yüksek kırılma direnci sağladığı, klinik başarı oranının %94 ile %100 arasında olduğu bildirilmektedir (4,12). İndirekt posterior restorasyon tipleri diş yüzeyinde kapsadığı alana göre, kaspları içermeyen inley, en az bir kaspı içeren onley veya tüm kaspları içeren overlay restorasyonlar olarak sınıflandırılabilir. Kaspal örtücülük indirekt posterior restorasyonların mekanik dayanımını arttırarak ömrünü uzatır (5). İnley/onley restorasyonlar, tam kronlara göre daha konservatif bir yaklaşımı temsil eder ve simantasyon prosedürlerindeki gelişmeler sayesinde preperasyonda daha az retansiyon formu hazırlamayı gerektirir (12).

Overlayler, desteksiz aksiyel duvarlara sahip ve her iki marjinal kenarın bulunmadığı büyük boyutlardaki sınıf II kavitelerde endike olan, tüm diş kasplarını içeren restorasyonlardır. Mine ve dentinde çatlakların varlığı (vital dişlerde), endodontik olarak tedavi edilen dişlerde marjinal kenarın eksik olması ve rezidüel duvarların yeterli kalınlıkta olmaması durumunda uygulanan restorasyonun tüm kaspları içermesi gerekir (13).

Nano teknoloji kullanımı ve gelişimiyle, kompozit ve seramiklerin elverişli özelliklerini birleştiren yeni restoratif materyaller dikkate değer bir gelişim göstermektedir (14). Rezin nanoseramikler ağırlıkça yaklaşık %80 oranında nanoseramik parçacıklardan oluşan, oldukça sert rezin matriks dizisinden oluşmaktadır. Rezin nanoseramikler, cam seramiklerden daha az kırılma yapıda olmakla birlikte dentine yakın elastikiyet modülü gösterir. Ayrıca kolay düzenlenebilme, yeniden cilalanabilme, iyi aşınma direnci, yüksek eğilme dayanımı, cam seramiklere kıyasla antagonist dişte daha az aşınmaya sebep olması, kısa laboratuvar prosedürü gerektirmesi gibi avantajları vardır. Rezin nanoseramikler CAD-CAM tekniği ile monolitik olarak üretilir (13).

Bu olgu sunumunda aşırı madde kaybı bulunan büyük azı dişlerinin, rezin nanoseramik bir CAD-CAM bloğu kullanılarak hazırlanan endokron ve overlay restorasyonlar ile tedavisi anlatılmaktadır.

OLGU SUNUMU

Olgu 1

16 yaşındaki erkek hasta 36 numaralı dişin kök-kanal tedavisi sonrası koronal restorasyonu için Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Kliniği'ne başvurdu. Klinik ve radyografik incelemenin sonucunda ilgili dişin tüm duvarlarında geniş sert doku kaybı olduğu görüldü (Şekil 1). Endokron tedavisi planlanan hastadan "bilgilendirilmiş onam formu" alındı. Kavitenin pulpa odasındaki andırkatlar giderildi. Diş dokusundaki desteksiz mine kenarları kaldırıldı, pulpa tabanı düz şekilde bitirilerek 2 mm derinlikte endokron kavitesi oluşturuldu (Şekil 2). Preparasyon sonrasında, diş etinin altında yer alan dişin lingual kenarını görünür hale getirmek için diod lazer (iLase, Biolase, California, ABD) ile gingivektomi işlemi gerçekleştirildi. Diş etinin iyileşmesi bir hafta beklendikten sonra optik ölçü kamerası (CEREC Omnicam, Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) ile hazırlanan kavitenin dijital ölçüsünü alındı. Sonrasında, CEREC yazılımı ile (CEREC Software 4.3 Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) ile restorasyonun tüm kenarları belirlendi. Restorasyon tipi "Kron"; tasarım şekli "Biogeneric Individual"; materyal kısmı "Cerasmart

Blocs” olarak seçildi. “Design” sekmesinde restorasyon form ve şekil olarak tasarlandıktan sonra üretime geçildi. Blok (Cerasmart, GC, Amerika) frezeleme ünitesine yerleştirilerek üretim aşaması tamamlandı. Endokronun bitim ve polisajında üretici firmanın talimatlarına göre Al₂O₃ kaplı esnek bitim ve cila diskleri (Sof-Lex Spiral, 3M ESPE, St Paul, ABD) ve seramik cila seti (EVE Diapol, Almanya) kullanıldı. Endokron, kavite üzerine yerleştirilerek oklüzal ve aproksimal uyumlamaları yapıldı. Endokronun bağlanma yüzeyi %5’lik hidroflorik asit (IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar Vivadent Schaan, Lihtenştayn) ile 60 sn pürüzlendirildikten sonra su ile yıkanarak kurutuldu. Ardından 60 sn silan (Nexus Silane Primer, Kerr) uygulandı ve kuruması beklendi. Kavite üzerindeki mine dokusu 30 sn, dentin yüzeyleri 15 sn süreyle %37’lik fosforik asit (Panora 200 etching jel, Türkiye) ile pürüzlendirilerek su ile yıkanıp kurutuldu. Daha sonra kavite iç yüzeyine bağlayıcı ajan (Renew universal, Hindistan) uygulandı ve hava ile inceltildi. Restorasyon dual polimerize adeziv rezin siman sistemi (NX3 Nexus, Kerr) ile simante edildi. Adeziv rezin siman restorasyon iç yüzeyi ve kaviteye uygulandı. Restorasyon kaviteye yerleştirilerek 5 sn süreyle ışık uygulandı ve taşan siman artıkları temizlendi. Tüm yüzeylere 40 sn ışık (Castellini, İtaly) uygulanarak polimerizasyon tamamlandı. Restorasyon sınırlarına lastik diskler (Sof-Lex System Kit, 3M ESPE, St. Paul, Minnesota, ABD) ile final polisaj işlemleri yapıldı. İşlem sonrası kapanış ve interproksimal ilişkiler kontrol edildi (Şekil 3).



Şekil 1.a. Hastanın panoramik radyografisi.



Şekil 1.b. Hastanın preparasyon öncesi ağız içi fotoğrafları.



Şekil 2. Preperasyon sonrası hastanın ağız içi fotoğrafı.



Şekil 3. Restorasyonun uyumlanması sonrası ağız içi fotoğrafı.

Olgu 2

45 yaşında kadın hasta, üst çene sol birinci büyük azı dişindeki amalgam dolgunun düşmesi sebebiyle Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Kliniği’ne başvurdu. Klinik ve radyolojik muayene sonrası ilgili dişin, palatinal ve distal duvarında yaygın doku harabiyeti olduğu görüldü ve uygulanabilecek tedavi alternatifleri değerlendirilerek overlay uygulanmasına karar verildi (Şekil 4). Hastanın bilgilendirilmesi yapılarak onam formu alındı. Amalgam dolgu kaldırıldıktan sonra restorasyon altında bulunan sekonder çürük temizlendi. Kalan koronal diş yapısı korunarak desteksiz sert dokular kaldırıldı. Mekanik dayanımı sağlamak amacıyla dişin aksiyel duvarlarına restorasyonun marjinal bitim hattı hazırlandı (Şekil 5). Hazırlanan kavitenin, karşıt arkın dijital ölçüsü ve kapanış ilişkisi intraoral tarayıcı (CEREC Omnicam, Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) ile dijital ortama aktarıldı. Restorasyonun marjinal sınırları, kontakları ve temas noktaları yazılım programında (CEREC Software 4.3 Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) ayarlandı. Blok (Cerasmart, GC, Amerika) frezeleme ünitesine yerleştirilerek üretim aşaması tamamlandı. (Şekil 6). Overlay kavite üzerinde kontrol edilerek oklüzal ve aproksimal uyumlamaları yapıldı. Restorasyonun bitim ve polisajında Al₂O₃ kaplı esnek bitim ve cila diskleri (Sof-Lex Spiral, 3M ESPE, St Paul, ABD) ve seramik cila seti (EVE Diapol, Almanya) kullanıldı (Şekil 7). Bir önceki olgu ile benzer aşamalar

tekrar edilerek simante edildi. Hastanın ağız içi fotoğrafları çekilerek işlem tamamlandı (Şekil 8).



Şekil 4. Hastanın panoramik radyografisi.



Şekil 5.a.-5.b. Hastanın preperasyon aşamasındaki ağız içi fotoğrafları.



Şekil 6. Hastanın preperasyon sonrası ağız içi fotoğrafları.

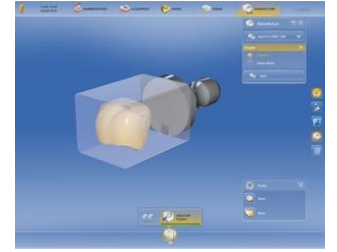


Şekil 7.a. Hastaya ait yeni dosya oluşturulması ve restorasyon tipinin ve tasarım şeklinin seçilmesi.

Şekil 7.b. Kavitenin optik kamera ile taranarak elde edilen dijital görüntüsü.



Şekil 7.c. Alt ve üst çene arasındaki kapanışın dijital görüntüsü.
Şekil 7.d. Dijital model elde edilmesi.



Şekil 7.e. Restorasyonun kavite içinde konumlandırılması ve mezial, distal ve okluzal kontak noktalarının belirlenmesi.
Şekil 7.f. Restorasyonun Cerasmart blok içindeki konumunun belirlenmesi ve üretimine başlanması.



Şekil 8. Final restorasyon.

TARTIŞMA

Diş hekimliğinde, minimal invaziv yaklaşımlara doğru bir eğilim gözlenmekte ve kalan diş yapısının miktarına bağlı olarak inley, onley ve endokron restorasyonları ön plana çıkmaktadır (16). Bu olgu sunumunda adeziv olarak simante edilen ve kalan diş yapısını koruyan yaklaşımlardan endokron ve overlay restorasyonlar anlatılmaktadır.

Corsentino ve ark. (17) koronal dentin yüzeyi miktarı ile kırılma dayanımı arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmekte, mezial ve distal marjinal sırt kaybı olan dişlerde uzun dönem fonksiyonel ve estetik başarının sağlanabilmesi için indirekt restorasyonların uygulanması gerektiğini ifade etmektedir. Marcia ve ark.'nın (18) çalışmasında üç farklı materyal (lityum-

disilikat cam-seramik, direkt kompozit ve CAD-CAM kompozit blokları) ile restore edilmiş endokron vakalarını değerlendirmiş, geniş koronal doku kaybı, bruksizm ve olumsuz oklüzal ilişkiler gibi risk faktörleri varlığında bile molar ve premolar dişlerin restorasyonunda endokronların güvenilir bir yaklaşım oluşturduğu ortaya konmuştur. Overlayler, desteksiz aksiyel duvarlara sahip ve her iki marjinal kenarın bulunmadığı büyük boyutlardaki sınıf II kavitelere endike olan, tüm diş kaslarını içeren restorasyonlardır (13). Overlayler koronal diş yapısının korunmasını sağlamakta ve adeziv simantasyon sayesinde kök kanalının kontaminasyonunu önlemektedir (19). Magne ve Besler (20) aşırı hasar görmüş posterior dişlerin tedavisinde onley ve overlay restorasyonların en etkili seçimler olduğunu rapor etmiştir.

Seramik restorasyonlar yüksek biyouyumluluk, dayanıklılık ve iyi estetik gibi özelliklere sahip olmasına rağmen karşıt dişin mine yüzeyini aşındırıcı etkisi vardır. CAD-CAM kompozit rezin materyallerin aşınma direnci, seramiklere oranla çok daha düşüktür (21). CAD-CAM hibrit bloklar, rezin içeriği sayesinde seramik bloklara göre daha esnektir ve daha kolay işlenmektedir. Resin matrikse seramik partiküllerinin eklenmesi ile CAD-CAM kompozit rezinlere göre daha estetik ve daha sağlam bir yapıya sahiptirler. Bu blokların üretimi ve tamirleri CAD-CAM seramik bloklara göre daha kolaydır (22). İki olguda da restorasyonlar CAD-CAM sistemi ile tasarlandı ve üretildi. İnley/onley/overlayler indirekt laboratuvar teknikleri kullanılarak kompozit rezin malzemelerden de üretilebilmektedir. Ancak kompozit inley, onley ve overlayler, seramik malzemelere kıyasla 5 yıl ve 10 yıl boyunca düşük sağkalım oranları gösterdiği literatürde bildirilmektedir (23,24). Taha ve ark. (25) Cerasmart, Celtra Duo, IPS e.max CAD ve Vita Enamic endokronların kırılma direncini inceledikleri çalışmalarında, Cerasmart ve IPS e.max CAD endokronların diğer gruplara göre yüksek kırılma direnci gösterdiğini bildirmişlerdir. Lin ve ark. (26) tüberküleri içeren bir restorasyon için düşük elastik modüle sahip materyallerin kullanımı ile, kalan diş yapısına iletilen stres yoğunluğunu azaltarak daha uygun biyomekanik performans elde edilebileceğini belirtmiştir. Damanhoury ve ark. (27) çalışmalarında üç farklı CAD-CAM materyalinin (feldspatik seramik, lityum disilikat ile güçlendirilmiş seramik, rezin nano seramik) kırılma dayanımlarını karşılaştırmış, rezin nanoseramik materyalinin daha yüksek kırılma direnci ve daha olumlu başarısızlık özellikleri gösterdiği gözlemlenmiştir. Diş yapısında ciddi kayıplar olan endodontik olarak tedavi edilmiş dişlerin endokron ile restorasyonunda rezin nanoseramik bloklarının kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. Endokron restorasyonların marjinal aralık ve kırılma direnci açısından değerlendirildiği bir

çalışmada; Cerasmart ile hazırlanan endokron restorasyonların marjinal aralık ve kırılma direnci açısından umut verici olduğu belirtilmiştir (28). Alassar ve ark. (29) CAD-CAM ile restore edilen azı dişlerinin kırılma direnci ve başarısızlık paterni üzerine kavite tasarımı ve malzeme tipinin etkisini araştırmışlardır. CAD-CAM sistemleri ile üretilen onleyler ile restore edilen dişlerin kırılma direnci ve başarısızlık şeklinin, kavite tasarımı ve malzeme türünden büyük ölçüde etkilendiğini belirtmişlerdir. Bukkal tüberküleri içeren Cerasmart onleylerin tümünün sağlam dişlerle karşılaştırılabilir düzeyde kırılma direncine sahip olduğunu ve onleylerin içerdiği tüberkül sayısı ile orantılı olarak kırılma direncinin daha yüksek olacağını ifade etmişlerdir.

CAD-CAM sistemi; maliyetleri minimize indirirken, hasta konforunu arttırmakla birlikte son derece estetik ve güvenilir restorasyonların üretilmesine imkan tanımaktadır (30). CAD-CAM ile üretilen monolitik restorasyonlarda alçı model elde etme, artikülatöre alma gibi laboratuvar aşamaları ortadan kaldırılır (31,32). CAD-CAM sisteminde bulunan tasarım ve üretim kısımları sayesinde teknisyenin tecrübe ve bilgi eksikliğine bağlı oluşabilecek hatalar ortadan kaldırılmış olur (33). Bu olgu sunumunda da CAD-CAM kullanılarak üretilen bir endokron ve overlay restorasyon anlatılmaktadır.

Endokron preparasyonu yapılırken seramik restorasyon için yeterli kalınlığın sağlanması amacıyla oklüzal yüksekliğin 2 mm indirilmesi istenmektedir. Tüm servikal marjinler mümkün olduğunca supragingival olarak yerleştirilmelidir ve 5-7°'lik bir oklüzal açılma sağlanmalıdır (3). Kavite iç duvarları kenar açıları 90° butt marjin olacak şekilde hazırlanmalıdır (7). Endokron ile restore ettiğimiz vakada preparasyon kurallarına uygun bir tasarımla endokron kavitesi hazırlanmıştır. Ayrıca lingual marjinal kenar gingivektomi ile supragingival hale getirilmiştir.

Aşırı madde kaybına uğramış dişlerde tutuculuk büyük ölçüde adeziv bağlanma ile sağlanmaktadır ve restorasyona adeziv bağlanma için gerekli olan yüzey alanı azalmaktadır. Kullanılan siman ile simantasyon tekniği indirekt restorasyonların başarısını etkilemektedir. Adeziv simantasyon sayesinde bağlanma dayanımının artmakta ve mikrosızıntı azalmaktadır (34,35). Gregor ve ark. (36), yaptıkları çalışmalarında 7,5 mm kalınlığındaki kompozit rezin ve seramik endokronların dual cure rezin siman kullanımı ile yeterli polimerizasyon sağlandığını ifade etmişlerdir. Bu da dual cure rezin simanların indirekt restorasyonlarda güvenle kullanılabilirliğini göstermektedir. İki vakada da restorasyonlar dual cure adeziv siman ile simante edildi. Bir başka çalışmada araştırmacılar, dual cure rezin simanının endokron restorasyonlarda polimerizasyon davranışını, farklı kalınlıklardaki CAD-CAM materyalleri (e. max CAD,

Cerasmart ve Enamic) ile ışınlama sonrası dönüşüm derecesi ve Vickers sertliğini değerlendirmişler ve dual cure rezin simanının polimerizasyonunun, CAD-CAM materyal kalınlığı arttıkça azaldığını bildirmişlerdir. 1,5 mm kalınlığa sahip örnekler (geleneksel kuronlar) ile 5,5 mm veya daha fazla kalınlığa sahip örnekler (endokronlar) arasında polimerizasyonda önemli farklılıklar gözlemlenmiştir (37). Güncel gelişmelerle birlikte kron harabiyeti fazla olan dişlerin restorasyonunda, geleneksel yaklaşımlara göre dişten daha az madde kaybına neden olan minimal invaziv yaklaşımlar tercih edilmeye başlanmıştır. Vakalarımızda kullandığımız endokron ve overlay restorasyonlar minimal invaziv restoratif tedavi yaklaşımlarındandır. Bu restorasyonlar, dişin hasar görmüş veya zayıflamış bölgelerini destekler ve güçlendirir. Aynı zamanda, iyi bir estetik bir görünüm sağlar. Konvansiyonel tedavilere kıyasla daha kısa zamanda tamamlanabilmesi, maliyetinin düşük olması, yüksek mekanik performans göstermesi bu tedavilerin diğer avantajlarıdır. Aşırı kron harabiyeti olan dişlerin tedavisinde CAD-CAM ile üretilen restorasyonlar, minimal invaziv çözümler sağlaması ve öngörülebilir estetik sonuçlar sunması açısından önemlidir. Endokron ve overlay ile tedavi edilen restorasyonlar klinik olarak değerlendirildiğinde, 12 ay takip sonrası dişlerde sekonder çürük, kırılma, restorasyonlarda renk değişimi, estetik bozulma ve yapısal bütünlüğün kaybı gibi komplikasyonlar gözlenmedi. Ayrıca, restorasyonlar stabilite ve çevre dişeti dokusunun korunması bakımından tatmin edici sonuçlar vermektedir.

KAYNAKLAR

1. Eskimez Ş, İzgi AD. Adeziv Köprüler ve Klinik Uygulamaları. İstanbul: Quintessence; 2008. pp. 9–10
2. Gül Aygün E, Aktaş Ç. Minimal İnvaziv Yaklaşım ile Hareketli Bölümlü Protezler. Türkiye Klinikleri. 2019;1:32–41.
3. Tzimas K, Tsiapitsa M, Gerasimou P, Tsi trou E. Endocrown restorations for extensively damaged posterior teeth: clinical performance of three cases. Restor Dent Endod. 2018;43(4).
4. Zheng Z, He Y, Ruan W, Ling Z, Zheng C, Gai Y, et al. Biomechanical behavior of endocrown restorations with different CAD-CAM materials: A 3D finite element and in vitro analysis. J Prosthet Dent. 2021;125(6):890–9.
5. Kassis C, Khoury P, Mehanna CZ, Baba NZ, Bou Chebel F, Daou M, et al. Effect of Inlays, Onlays and Endocrown Cavity Design Preparation on Fracture Resistance and Fracture Mode of Endodontically Treated Teeth: An In Vitro Study. J Prosthodontol. 2021;30(7):625–31.
6. Pissis P. Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique. Pract Periodontics Aesthet Dent. 1995;7(5):83–94.
7. Bindl A, Mörmann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endocrowns after 2 years-preliminary results. J Adhes Dent. 1999;1(3):255–65.
8. Chang CY, Kuo JS, Lin YS, Chang YH. Fracture resistance and failure modes of CEREC endo-crowns and conventional post and core-supported CEREC crowns. J Dent Sci. 2009;4(3):110–7.
9. Veselinovic V, Todorovic A, Lisjak D, Lazic V. Restoring endodontically treated teeth with all-ceramic endo-crowns: Case report. Stomatol Glas Srb. 2008;55(1):54–64.
10. Sevimli G, Cengiz S, Oruç S. Endocrowns: Review. J Istanbul Univ Fac Dent. 2015;49(2):57.
11. AlDabeeb DS, Alakeel NS, Al Jfshar RM, Alkhalid TK. Endocrowns: Indications, Preparation Techniques, and Material Selection. Cureus. 2023;15(12):e49947.
12. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, et al. Marginal and internal fit of CAD-CAM inlay/onlay restorations: A systematic review of in vitro studies [Internet]. Available from: <https://www.crd.york.ac.uk/> (erişim tarihi:14.02.2024)
13. Veneziani M. Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. Int J Esthet Dent. 2017;12(2):204–30.
14. Ceren N, Turp V, Emir F, Akgüngör G, Ayyıldız S, Şen D. Nanoceramics And Hybrid Materials Used In Cad/Cam Systems. Aydın Dental Journal. 2016;2(3):55–61.
15. Shetty R, Shenoy K, Dandekeri S, Suhaim KS, Ragher M, Francis J. Resin-matrix ceramics: an overview. Int J Rec Sci Res. 2015;6(11):7414-17.
16. Mously HA, Finkelman M, Zandparsa R, Hirayama H. Marginal and internal adaptation of ceramic crown restorations fabricated with CAD-CAM technology and the heat-press technique. J Prosthet Dent. 2014; 112(2):249-56.

17. Corsentino G, Pedullà E, Castelli L, Liguori M, Spicciarelli V, Martignoni M, Ferrari M, Grandini S. Influence of Access Cavity Preparation and Remaining Tooth Substance on Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. *J Endod.* 2018;44(9):1416-21.
18. Belleflamine MM, Geeis SO, Louwette MM, Grenade CF, Vanheusden AJ, Mainjot AK. No post-no core approach to restore severely damaged posterior 106 teeth: An up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases. *J Dent.* 2017;63:1-7.
19. Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 2002;87:256-63.
20. Magne P, Besler UC. Porcelain versus composite inlays/onlays: effects of mechanical loads on stress distribution, adhesion, and crown flexure. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23:543- 55.
21. Zhi L, Bortolotto T, Krejci I. Comparative in vitro wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials. *J Prosthet Dent.* 2016;115:199-202.
22. Nguyen J, Ruse D, Phan A, Sadoun M. High-temperature-pressure polymerized resin-infiltrated ceramic networks. *J Dent Res.* 2014;93(1):62-7.
23. Chabouis HF, Faugeron VS, Attal JP. Clinical efficacy of composite versus ceramic inlays and onlays: A systematic review. *Dent Mater.* 2013;29:1209-18.
24. Morimoto S, Vieira GF, Agra CM, Sesma N, Gil C. Fracture strength of teeth restored with ceramic inlays and overlays. *Braz Dent J.* 2009;20(2):143- 48.
25. Taha D, Spintzyk S, Sabet A, Wahsh M, Salah T. Assessment of marginal adaptation and fracture resistance of endocrown restorations utilizing different machinable blocks subjected to thermomechanical aging. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(4):319-28.
26. Lin CL, Chang YH, Liu PR. Multi-factorial analysis of a cusp-replacing adhesive premolar restoration: A finite element study. *J Dent.* 2008;36(3):194-203.
27. El-Damanhoury HM, Haj-Ali RN, Platt JA. Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks. *Oper Dent.* 2015;40(2):201-10.
28. Kassem IA, Farrag IE, Zidan SM, ElGuindy JF, Elbasty RS. Marginal gap and fracture resistance of CAD/CAM ceramill COMP and cerasmart endocrowns for restoring endodontically treated molars bonded with two adhesive protocols: an in vitro study. *Biomater Investig Dent.* 2020;7(1):50-60.
29. Alassar RM, Samy AM, Abdel-Rahman FM. Effect of cavity design and material type on fracture resistance and failure pattern of molars restored by computer-aided design/computer-aided manufacturing inlays/onlays. *Dent Res J (Isfahan).* 2021;18:14.
30. Sannino G, Germano F, Arcuri L, Bigelli E, Arcuri C, Barlattani A. CEREC CAD/CAM Chairside System. *Oral Implantol.* 2014;7(3):57-70.
31. Mehl A, Hickel R. Current state of development and perspectives of machine-based production methods for dental restorations. *Int J Comput Dent.* 1999;2:9-35.
32. Mörmann W, Bindle A. All-ceramic chair- side computer-aided design/computer-aided machining restorations *Dent Clin North Am.* 2002;46:405-26.
33. Litzenburger AP, Hickel R, Richter MJ, Mehl AC, Probst FA. Fully automatic CAD design of the occlusal morphology of partial crowns compared to dental technicians' design. *Clin Oral Investig.* 2013;17:491-96.
34. El Ghou W, Özcan M, Silwadi M, Salameh Z. Fracture resistance and failure modes of endocrowns manufactured with different CAD/CAM materials under axial and lateral loading. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(4):378-87.
35. Deutsch AS, Musikant BL. Morphological measurements of anatomic landmarks in human maxillary and mandibular molar pulp chambers. *J Endod.* 2004;30(6):388-90.
36. Gregor L, Bouillaguet S, Onisor I, Ardu S, Krejci I, Rocca GT. Microhardness of light- and dual-polymerizable luting resins polymerized through 7.5-mm-thick endocrowns. *J Prosthet Dent.* 2014;112(4):942-8.
37. Ikemoto S, Komagata Y, Yoshii S, Masaki C, Hosokawa R, Ikeda H. Impact of CAD/CAM Material Thickness and Translucency on the Polymerization of Dual-Cure Resin Cement in Endocrowns. *Polymers (Basel).* 2024;16(5):661.

GİRİŞ

Diş eti çekilmesi, dişin gingival kenarının mine-sement sınırının apikalinde konumlanması sonucu kök yüzeyinin ağız ortamına açılması olarak tanımlanır (1). Diş eti çekilmesinin etiyojisi belirsiz olmakla beraber periodontal hastalık, enflamasyon, agresif diş fırçalama ve diş ipi kullanımı, hatalı oklüzal ilişkiler, ortodontik tedavi yaygın nedenlerindedir (2). Ayrıca ince diş eti fenotipi, kas ataçmanları varlığı gibi anatomik faktörler de diş eti çekilmesi sıklığını artırmaktadır (3). İnce diş eti fenotipine sahip hastalar, diş eti çekilmelerinin gelişimi açısından daha büyük bir risk altındadır (4). İnce diş eti fenotipi, diş eti çekilmelerinin tedavisinde daha hassas cerrahi müdahaleler gerektirebilir ve daha az öngörülebilir bir iyileşme gösterebilir (5). Kök yüzeyinin ekspoze kök çürükleri, hipersensitivite ve oral hijyen yetersizliğine neden olabileceği gibi estetik olarak da hem hasta hem hekim için problemler oluşturabilmektedir. Günümüzde diş eti çekilmesinin tedavisi için birçok prosedür uygulanmaktadır. Bunlar; serbest diş eti grefti (6), bağ dokusu grefti (7), koronale pozisyone flepler, pedikül flepleri (8), yönlendirilmiş doku rejenerasyonu (9), asellüler dermal matriks (10) veya bunların kombinasyonlarıdır. Hastaların estetik beklentilerinin artması, klinisyenlerin daha az travmatik ve bu sayede daha iyi bir iyileşme sağlama çabaları minimal invaziv tekniklerin kullanımını zorunlu kılmıştır. Allen ve ark.'larının 1994'te (11) geliştirdiği Tünel Tekniği(TUN); vertikal serbestleştirici insizyonlar olmadan, papiller bütünlük bozulmadan flep kaldırılan ve bu sayede kanlanmanın bozulmayarak komplikasyonsuz yara iyileşmesine katkıda bulunduğu varsayılan minimal invaziv bir teknik olarak kabul edilmiştir. Geleneksel TUN tekniğinde flebin sınırlı hareket ettirilebilmesi ve bu yüzden flebin koronale yeterince ilerlemesine izin vermemesi derin izole diş eti çekilmelerinin tedavisinde kontrendikasyon oluşturmaktadır. Çünkü yeterince koronale pozisyonlandırılmayan flep büyük miktarda grefti açıkta bırakarak nekroz oluşma ihtimalini artırmaktadır. Bu sebeple klinik olarak, derinliği 3 mm'yi aşan derin izole dişeti çekilmesi varlığında tünel tekniğinin uygun olmadığı ve vertikal serbestleştirici insizyon içeren bir tekniğin kullanılması gerektiği belirtilmiştir (12). Chao ve ark. tarafından 2012 yılında tanıtılan Pinhole Cerrahi Tekniği (PCT) minimal invaziv yaklaşımlara yeni bir bakış açısı getirmiştir (13). Tüm çekilme alanına tek bir vertikal insizyonla ulaşılan bu teknikte sulkuler epitele ve estetik bölgeye zarar vermeden supraperiosteal olarak kas ve fibröz ataçmanlar kaldırılıp interdental papilin altındaki dokudan

sıyrılması sağlanır. Kesilmeyen kan desteği ve interdental papillanın devamlılığının bozulmaması iyileşme döneminde öngörülebilir sonuçlar için önemli bir rol oynar (14). 2018 yılında Sculean ve ark. (15) tarafından tanıtılan Lateral Tünel Tekniği (LTT) anterior bölgede yer alan derin izole mandibular diş eti çekilmelerinin tedavisi için önerilmiştir. LTT'de, ekspoze kök yüzeyini kapatmak veya büyük bir kısmını örtmek için mezial ve distal olarak gerilmeden basit süturlarla yaklaştırma yapılmaktadır. Bu vaka raporunda ortodonti tedavisi sonucunda mandibula anterior bölgede derin ve izole diş eti çekilmesi şikayetiyle periodontoloji kliniğine başvuran hastaya PCT ve LTT kombine edilerek bağ dokusu grefti ile uygulanan cerrahi yaklaşım anlatılmaktadır.

OLGU SUNUMU

23 yaşında kadın hasta ortodonti tedavisi sonrası mandibula anterior bölgede ağrı, hassasiyet ve diş eti çekilmesi şikayetiyle Bülent Ecevit Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Periodontoloji Kliniğine başvurdu. Hastanın sistemik herhangi bir hastalığı bulunmamakla birlikte sigara kullanmadığı öğrenildi. Hastaya operasyondan 3 hafta önce faz 1 tedavi yapıp, oral hijyen eğitimi verildi. Hastaya tedavi planı anlatılıp, hastadan onam formu alındı. Cerrahi prosedür aseptik koşullar altında gerçekleştirildi. Hastanın klinik muayenesinde 31 numaralı dişinde Miller Sınıf II, Cairo sınıf 1 5 mm derinliğinde diş eti çekilmesi tespit edildi. Diğer klinik ölçümler; klinik ataçman kaybı bukkal bölgede 8 mm, sondlama derinliği 3 mm, diş eti çekilmesi genişliği 3 mm, bukkalde 1 mm keratinize diş eti miktarı olarak ölçüldü. Hastada interdental kemik kaybı bulunmuyordu (Şekil 1).



Şekil 1. Operasyon öncesi hastanın panoramik radyografisi.

Hastanın 42 numaralı diş bölgesinden başlanarak 32 numaralı diş bölgesine dahil olacak şekilde lokal infiltratif anestezi (1:100.000 epinefrin ile kombine lidokain (%2)) yapıldı. 41 numaralı dişin vestibül tabanında, çekilmenin hemen apikalinde, 15C bistüri ile

yaklaşık 2-3 mm'lik iğne deliği şeklinde vertikal insizyon oluşturuldu. Sulkuler insizyon hem mesial hem distal bölgede interdental papilla bölgesinin devamlılığını bozmadan yapıldı. Oluşturulan vertikal insizyondan tünel bıçakları (Stoma Module Plastic Esthetic Surgery Kit, Almanya) (Şekil 2) yerleştirilerek flebin koronal ve horizontal olarak serbestleştirilmesiyle interdental papillaların elevasyonu sağlandı. Mukozal olarak kaldırılan flebin interproksimal uzantısı, mukogingival kompleksin çekilme bölgesindeki mine-sement birleşiminin koronale pozisyonlandırılmasına olanak sağladı. (Şekil 3) Kök yüzeyi düzleştirilmesi yapıp serum fizyolojik ile irrigasyon yapıldı. Herhangi bir kimyasal kök yüzeyi biyomodifikasyonu yapılmadı.



Şekil 2. Stoma Germany Tünel Seti.



Şekil 3. Vertikal iğne deliği insizyondan tünel oluşturulması.

23 numaralı bölgeden 27 numaralı diş bölgesinde kadar lokal infiltratif anestezi (1:100.000 epinefrin ile kombine lidokain (%2)) uygulandı. Oluşturulan tünelle uyumlu genişlikte ve uzunlukta de-epitelize serbest diş eti grefti palatinalden alınarak yara bölgesi 4.0 ipek suturela (Sterisilk®, siyah, steril, örgülü, kılcal olmayan, silikonize, absorbe olmayan) dikildi. Donör bölgeye Surgispon® absorbe edilebilir jelatin sünger yerleştirilerek sekonder iyileşmeye bırakıldı (Şekil 4).



Şekil 4. Donör saha bölgesi.

Alınan de-epitelize serbest diş eti grefti alıcı bölgeye yerleştirilmeden önce adaptasyonu kontrol edildi (Şekil 5). Bağ dokusu greftinin bir ucundan rehber suture tekniği ve (Doğsan®, Polipropilen sentetik, rezorbe olmayan, monofilaman suture, Türkiye) tünel aletleri yardımıyla 41 numaralı dişin distal bölgesinden 32 numaralı dişin distaline kadar açılan tünel içerisine yerleştirildi.



Şekil 5. Greftin tünel bölgesine uyumunun kontrolü.

Greft 42-32 numaralı diş bölgesinde sabitlenip çift askı suturelarla stabilizasyonu sağlandı. Ardından 31 numaralı diş bölgesindeki çekilme alanı laterale pozisyona olarak kesikli suturelarla kapatıldı. İlk yapılan vertikal insizyona 4.0 ipek suturela (Sterisilk®, siyah, steril, örgülü, kılcal olmayan, silikonize, absorbe olmayan) basit dikiş atıldı. Son olarak greftin tam koronale pozisyonunu sağlamak ve mukogingival stresi azaltmak için apikalde vestibül alanda periosttan ankras alınarak horizontal dikiş atıldı (Şekil 6). Bölge serum fizyolojik ile irrigate edildi.



Şekil 6. Vestibüler alana uygulanan horizontal suture ve operasyon bitimi.

Post-operatif bakım için hastaya % 0,2'lik klorheksidin diğlukonat (Klorhex Gargara, Drogan A.Ş., Ankara, Türkiye) gargara reçete edildi. Ameliyat sonra 3. Günden itibaren 2 hafta boyunca günde 2 kez kullanması gerektiği anlatıldı. Ayrıca 1 hafta boyunca, günde 2 defa kullanılmak üzere antibiyotik (Amoksisiklin + klavulanik asit 1000 mg film tablet) (Augmentin BID, Abdi İbrahim İlaç Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul Türkiye) ,analjezik (Flurbiprofen 100 mg film tablet) reçete edildi. 2 hafta boyunca hastadan fırçalama yapmaması istendi ve sert çiğnemekten kaçınması konusunda uyarıldı. Hasta post-operatif düzenli kontrollere çağrılarak iyileşme süreci takip edildi. 3.gün kontrolünde vestibül bölgedeki horizontal sütür doku içerisine gömülmesinin engelleme amacıyla gevşetildi. 7.gün kontrolünde ipek süturlar alındı (Şekil 7). Hastanın 12. günde tüm süturları alındı. Hastaya modifiye Stillman yöntemi anlatılarak yumuşak bir fırça ile dişlerini fırçalaması söylendi.



Şekil 7. Post op. 7. gün.



Şekil 8. Post op. 1. ay.

Minimal invaziv iki tekniğin kombinasyonu sayesinde greftin optimal beslenmesi sağlanarak sorunsuz bir yara iyileşmesi görüldü. Hastanın 1. ay kontrolünde yapılan ölçümde kökün %75 oranında kapandığı tespit edildi (Şekil 8). Hasta düzenli kontrole çağrıldı fakat şehir değişikliği nedeniyle kontrollere gelemedi. 18. ayda kontrole gelebilen hastanın diş eti çekilmesinin %90 oranında kapandığı görüldü (Şekil 9). Tablo 1'de 31 numaralı dişin başlangıç ve post operatif 18. ayda ölçülen klinik parametreleri verilmiştir.



Şekil 9. Post op 18. ay.

Tablo 1. 31 numaralı dişin başlangıç ve post operatif 18. ay klinik parametrelerinin değerleri.

Klinik parametreler	Başlangıç	Post-op 18. ay
Diş eti çekilme derinliği	5 mm	0,5 mm
Diş eti çekilme genişliği	3 mm	1 mm
Sondalama derinliği	3 mm	2 mm
Klinik ataşman seviyesi	8 mm	2,5 mm
Keratinize diş eti genişliği	1 mm	6 mm
Diş eti fenotipi	İnce	Kalın

TARTIŞMA

Günümüzde diş eti çekilmesinin tedavisinde; serbest diş eti grefti (6), bağ dokusu grefti (7), koronale pozisyone flepler, pedikül flepleri (8), yönlendirilmiş doku rejenerasyonu (9), asellüler dermal matriks (10) veya bunların kombinasyonları gibi birçok teknik uygulanmaktadır.

Diş eti çekilmeleri tedavisinde, hasta morbiditesinin düşük olması ve uyumlu sonuçları nedeniyle büyük önem kazanan minimal invaziv teknikler (TUN tekniği, modifiye TUN tekniği, LTT gibi) özellikle Miller sınıf I ve II diş eti çekilmelerinde başarılı sonuçlar vermektedir (16). Bu yeni cerrahi yöntemlerin kullanımları, minimal invaziv yaklaşımlar olmaları, interdental papillalara zarar vermeden yumuşak dokuların manipülasyona olanak sağlayarak beslenmeyi olumlu etkilemeleri sebebiyle artmaktadır. Aynı zamanda kanama, ağrı, hematoma gibi postoperatif komplikasyonların azalması sayesinde daha iyi bir iyileşme sunarlar. Minimal invaziv tekniklerin uygulanmasında mikrocerrahi ve operasyon mikroskoplarının cerrahi periodontolojiye yeni bir bakış açısı kazandırmıştır (17). Riccardo ve ark.'nın yaptığı meta analizde mikrocerrahinin, büyütme olmaksızın geleneksel aletlerle uygulanan aynı cerrahi protokollerle kıyaslandığında, ortalama kök kapanması, tam kapanma olasılığı, estetik ve hasta konforu açısından anlamlı derecede daha iyi sonuçlar

sağladığı görülmüştür (18). Bu olgu sunumunda da minimal invaziv teknikler kullanılsa da makrocerrahi aletlerin kullanımı %100 kök kapanmasının sağlanamamasının nedeni olabilir.

Mandibula anterior bölgede Miller Sınıf I diş eti çekilmelerinin tedavi edildiği bir çalışmada tünel tekniği modifikasyonlarının ortalama kök kapama oranının % 93,87 olduğu ve keratinize doku miktarını arttırmada da başarılı bulunduğu bildirilmiştir (19).

Chao tarafından yapılan 18 aylık retrospektif çalışma (2012), PCT'nin, Miller Sınıf I ve II diş eti çekilmeleri tedavisinde çok etkili bir cerrahi teknik olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada tedavi edilen 121 diş eti çekilme bölgesinde %94 oranında tam kök kapama elde edilmiştir. Çalışma ayrıca estetik açıdan hastaların yüksek düzeyde memnuniyet gösterdiğini ve hastaların %95'inin son derece memnun olduğunu ortaya koymuştur (13). Bu vakada da 18 aylık takip sonucunda ortalama kök kapamanın %90 olduğu görüldü.

Chambrone ve Chambrone (2006) 28 hastada Miller Sınıf I ve II defektleri içeren birden fazla diş eti çekilmesinin tedavisinde koronale pozisyone flep ve bağ dokusu grefti kullanmışlardır. Bu 6 aylık vaka serisi sonucunda ortalama kök kapama oranı %96 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar PCT ile karşılaştırıldığında ortalama kök kapama oranında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir (20). Stähli ve ark. (2021) (21) çoklu diş eti çekilmelerinin tedavisinde LTT ile Modifiye Koronale Pozisyonel Tünel Tekniğini kombine ettikleri bir çalışmada 12 ayda, tüm hastalarda istatistiksel olarak anlamlı kök kapama elde etmiştir. Toplam 21 diş eti çekilmesi olan 5 hastada tam kök kapama elde edilirken, ortalama kök kapama %92.9 (yani 3.75 mm) olarak ölçülmüştür. 7 hastada (%63.6), kök kapama oranı %93'ün üzerinde gerçekleşmiş ve hasta başına minimum kök kapama %83.76 olarak ölçülmüştür (21).

Mandibula anterior bölgede yer alan çekilmelerde LTT ile beraber bağ dokusu grefti kullanımını değerlendiren çalışmalarda ortalama kök kapama yüzdeleri %96.11 ve %96.09; tam kök kapama oranları ise %70.83 ve %50.38 olarak bildirilmiştir. Sculean ve ark.(2018) (15) ortalama keratinize diş eti genişliğin başlangıçta 1.41 ± 1.00 mm'den 12 ayda 4.14 ± 1.67 mm'ye yükseldiğini ve 2.75 ± 1.52 'lik bir keratinize diş eti genişliği kazancı sağladıklarını bildirmişlerdir. 2018 yılında Sculean ve Allen (15) LTT'nin izole diş eti çekilmelerinde umut verici olduğunu ve tam kök kapama başarısının %70 ile %75 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmaya uyumlu olarak mevcut olgu sunumunda 1 ay gibi kısa bir iyileşme döneminde %75 oranında kök kapanması sağlanmıştır. Literatürde mandibula anterior bölgede diş eti çekilmelerinin tedavisinde minimal invaziv yaklaşımların tercih edildiği ve takiplerinin yapıldığı

yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu vaka raporunda PCT ve LTT kombinasyonu kullanılarak mandibula anterior bölgede tatmin edici bir kök kapanması sağlanmıştır. Postoperatif 18. Ayda yapılan muayenede 31 numaralı dişte ortalama 0.5 mm diş eti çekilmesi (%90 kök yüzeyi örtülmesi) görüldü. Ayrıca ilgili bölgede fenotipte kalınlaşma ve keratinize diş eti artışı gözlemlendi. Bu vakanın en önemli limitasyonu hastanın şehir değişikliği nedeniyle kontrol randevularına düzenli gelememesidir.

İnce fenotipe sahip diş eti çekilmelerinde konvansiyonel yöntemlere minimal invaziv teknikler iyi bir alternatif olabilir. Mevcut vaka sunumunda PCT ile kombine LTT ince fenotipe sahip mandibular anterior bölgedeki diş eti çekilmesinde tatmin edici sonuçlar sunmaktadır. Minimal invaziv tekniklerin konvansiyonel tekniklerle karşılaştırıldığı kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Zucchelli G, Mounssif I. Periodontal plastic surgery. *Periodontol* 2000. 2015;68(1):333-68.
2. Tugnait A, Clerehugh V. Gingival recession—its significance and management. *J Dent*. 2001;29(6):381-94.
3. Koppolu P, Al Arabi AA, Al Khayri MJ, Alfaraj FA, Alsafwani WM, Alhozaimi SF, Alrashidi YJ. Correlation between Gingival Thickness and Occurrence of Gingival Recession. *J Pharm Bioallied Sci*. 2023;15(Suppl 1):S495-S501.
4. Cortellini P, Bissada NF. Mucogingival conditions in the natural dentition: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *J Periodontol*. 2018;89:S204-S13.
5. Fischer KR, Büchel J, Testori T, Rasperini G, Attin T, Schmidlin P. Gingival phenotype assessment methods and classifications revisited: a preclinical study. *Clin Oral Investig*. 2021;25:5513-8.
6. Sullivan H. Free autogenous gingival grafts. III. Utilization of grafts in the treatment of gingival recession. *Periodontics*. 1968;6:152.
7. Nelson SW. The subpedicle connective tissue graft: A bilaminar reconstructive procedure for the coverage of denuded root surfaces. *J Periodontol*. 1987;58(2):95-102.
8. Zucchelli G, Cesari C, Amore C, Montebugnoli L, De Sanctis M. Laterally moved, coronally advanced flap: A modified surgical approach for isolated recession-type defects. *J Periodontol*. 2004;75(12):1734-41.

- 9.** Prato GP, Tinti C, Vincenzi G, Magnani C, Cortellini P, Clauser C. Guided tissue regeneration versus mucogingival surgery in the treatment of human buccal gingival recession. *J Periodontol.* 1992;63(11):919-28.
- 10.** Novaes Jr AB, Grisi DC, Molina GO, Souza SL, Taba Jr M, Grisi MF. Comparative 6-month clinical study of a subepithelial connective tissue graft and acellular dermal matrix graft for the treatment of gingival recession. *J Periodontol.* 2001;72(11):1477-84.
- 11.** Allen AL. Use of the supraperiosteal envelope in soft tissue grafting for root coverage. I. Rationale and technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1994;14(3).
- 12.** Zuhr O, Rebele SF, Cheung SL, Hürzeler MB, Biology RGoOST, Healing W. Surgery without papilla incision: tunneling flap procedures in plastic periodontal and implant surgery. *Periodontol* 2000. 2018;77(1):123-49.
- 13.** Chao JC. A novel approach to root coverage: the pinhole surgical technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2012;32(5).
- 14.** Anuroopa P, Ambadi S, Naidu P, Savita S. Treatment of gingival recession by a novel pinhole technique-a report of page 3 of 5 two cases. *J Dent Oral Disord Ther.* 2018;6:1-5.
- 15.** Sculean A, Allen EP. The Laterally Closed Tunnel for the Treatment of Deep Isolated Mandibular Recessions: Surgical Technique and a Report of 24 Cases. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2018;38(4):479-87.
- 16.** Thalmair T, Fickl S, Wachtel H. Coverage of multiple mandibular gingival recessions using tunnel technique with connective tissue graft: a prospective case series. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2016;36(6):859-67.
- 17.** Chambrone L, Pini Prato GP. Clinical insights about the evolution of root coverage procedures: The flap, the graft, and the surgery. *J Periodontol.* 2019;90(1):9-15.
- 18.** Di Gianfilippo R, Wang I-C, Steigmann L, Velasquez D, Wang H-L, Chan H-L. Efficacy of microsurgery and comparison to macrosurgery for gingival recession treatment: a systematic review with meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2021;25(7):4269-80.
- 19.** Clauser C, Nieri M, Franceschi D, Pagliaro U, Pini-Prato G. Evidence-based mucogingival therapy. Part 2: Ordinary and individual patient data meta-analyses of surgical treatment of recession using complete root coverage as the outcome variable. *J Periodontol.* 2003;74(5):741-56.
- 20.** Chambrone LA, Chambrone L. Subepithelial connective tissue grafts in the treatment of multiple recession-type defects. *J Periodontol.* 2006;77(5):909-16.
- 21.** Stähli A, Dent M, Miron RJ, Deppe H, Dent DM, Cosgarea R, Dent PDM. The combined laterally closed, coronally advanced tunnel for the treatment of mandibular multiple adjacent gingival recessions: surgical technique and a report of 11 cases. *Quint Int.* 2021;52(7):576.