

**GÜNCEL
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ
ÇALIŞMALARI
XI**

EDİTÖR

Bülent KESİM
Gülhan YILDIRIM



© Copyright 2026

Bu kitabın, basım, yayım ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş. 'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN	Sayfa ve Kapak Tasarımı
978-625-375-981-0	Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı	Yayıncı Sertifika No
Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI	47518
Editörler	Baskı ve Cilt
Bülent KESİM ORCID iD: 0000-0002-9878-2068	Vadi Matbaacılık
Gülhan YILDIRIM ORCID iD: 0000-0003-4729-6876	Bisac Code
Yayın Koordinatörü	DOI
Yasin DİLMEN	10.37609/akya.4125

Kütüphane Kimlik Kartı

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI / ed. Bülent Kesim, Gülhan Yıldırım.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2026.
500 s. : resim, şekil, tablo. ; 160x235 mm.
Kaynakça var.
ISBN 9786253759810
1. Diş Hekimliği--Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları.

UYARI

Bu üründe yer alan bilgiler sadece lisanslı tıbbi çalışanlar için kaynak olarak sunulmuştur. Herhangi bir konuda profesyonel tıbbi danışmanlık veya tıbbi tanı amacıyla kullanılmamalıdır. Akademisyen Kitabevi ve alıcı arasında herhangi bir şekilde doktor-hasta, terapist-hasta ve/veya başka bir sağlık sunum hizmeti ilişkisi oluşturmaz. Bu ürün profesyonel tıbbi kararların eşleniği veya yedeği değildir. Akademisyen Kitabevi ve bağlı şirketleri, yazarları, katılımcıları, partnerleri ve sponsorları ürün bilgilerine dayalı olarak yapılan bütün uygulamalardan doğan, insanlarda ve cihazlarda yaralanma ve/veya hasarlardan sorumlu değildir.

İlaçların veya başka kimyasalların reçete edildiği durumlarda, tavsiye edilen dozunu, ilacın uygulanacak süresi, yöntemi ve kontraendikasyonlarını belirlemek için, okuyucuya üretici tarafından her ilaca dair sunulan güncel ürün bilgisini kontrol etmesi tavsiye edilmektedir. Dozun ve hasta için en uygun tedavinin belirlenmesi, tedavi eden hekimin hastaya dair bilgi ve tecrübelerine dayanarak oluşturmaya, hekimin kendi sorumluluğundadır.

Akademisyen Kitabevi, üçüncü bir taraf tarafından yapılan ürüne dair değişiklikler, tekrar paketlemeler ve özelleştirmelerden sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM
Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Akademisyen Yayınevi yöneticileri, yaklaşık 38 yıllık yayın tecrübesini, kendi tüzel kişiliklerine aktararak uzun zamandan beri, ticarî faaliyetlerini sürdürmektedir. Anılan süre içinde, başta sağlık ve sosyal bilimler, kültürel ve sanatsal konular dahil 4000'i aşkın kitabı yayımlamanın gururu içindedir. Uluslararası yayınevi olmanın alt yapısını tamamlayan Akademisyen, Türkçe ve yabancı dillerde yayın yapmanın yanında, küresel bir marka yaratmanın peşindedir.

Bilimsel ve düşünsel çalışmaların kalıcı belgeleri sayılan kitaplar, bilgi kayıt ortamı olarak yüzlerce yılın tanıklarındır. Matbaanın icadıyla varoluşunu sağlam temellere oturtan kitabın geleceği, her ne kadar yeni buluşların yörüngesine taşınmış olsa da, daha uzun süre hayatımızda yer edineceği muhakkaktır.

Akademisyen Yayınevi, kendi adını taşıyan “**Bilimsel Araştırmalar Kitabı**” serisiyle Türkçe ve İngilizce olarak, uluslararası nitelik ve nicelikte, kitap yayımlama sürecini başlatmış bulunmaktadır. Her yıl Mart ve Ekim aylarında gerçekleşecek olan yayımlama süreci, tematik alt başlıklarla devam edecektir. Bu süreci destekleyen tüm hocalarımıza ve arka planda yer alan herkese teşekkür borçluyuz.

Akademisyen Yayınevi A.Ş.

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1	Çene-Yüz Protezlerinde Güncel Yaklaşımlar: Rehabilitasyon Prensipleri, Biyomateryaller ve Klinik Uygulamalar 1 <i>Büşra Nur KARATOP KELEŞ Zeynep BAŞAĞAOĞLU DEMİREKİN</i>
Bölüm 2	Nanobiyoteknolojik Yaklaşımlar ve Dental Materyallerde Etkileri 15 <i>Büşra Nur AZGIN</i>
Bölüm 3	Dijital Ölçü Teknolojileri İçinde Fotogrametrinin Yeri ve Önemi..... 45 <i>Büşra TOSUN Betül Sena ACAR</i>
Bölüm 4	Zirkonya Restorasyonların İçeriği Mekanik ve Optik Özellikleri ile Sinterleme Protokolleri..... 55 <i>Elif ÇETİN Sertaç SARIYER</i>
Bölüm 5	Laminate Veneer Restorasyonlarda Temel Kavramlar, Endikasyonlar ve Estetik Planlama 81 <i>Mehmet KARAKUZU</i>
Bölüm 6	Laminate Veneer Restorasyonlarda Klinik Uygulama, Üretim ve Simantasyon 99 <i>Mehmet KARAKUZU</i>
Bölüm 7	Günümüz Diş Hekimliğinde Eklemeli Üretim Sistemleri ve Kullanılan Cihazlar 119 <i>Murat KURKMAZLI Sertaç SARIYER</i>
Bölüm 8	İmplant Destekli Hibrit Protezler 143 <i>Mustafa KARAKAHRAMAN</i>

İçindekiler

Bölüm 9	3B Baskı Sabit Restorasyonlarda Klinik Başarıyı Etkileyen Parametreler 159 <i>Elif YALÇIN</i> <i>Eyyüp ALTINTAŞ</i>
Bölüm 10	Oklüzal Kuvvetler ve Diş Hekimliğinde Sonlu Elemanlar Analizi..... 169 <i>Selen Bilge AKGÜL</i> <i>Gökçe ÜNSAL</i>
Bölüm 11	İmplant Üstü Hibrit Protezler: Endikasyondan Klinik Uygulamaya Multidisipliner Bir Yaklaşım..... 195 <i>Orhun TÜRKYILMAZ</i> <i>Faik TUĞUT</i>
Bölüm 12	İmplant Üstü Protezlerde Komplikasyonlar 207 <i>Nihan KAYA ACAR</i>
Bölüm 13	İmplant Üstü Protezlerde Konvansiyonel ve Dijital Ölçü Yöntemleri..... 221 <i>Kaan YERLİYURT</i> <i>Seher ÖZTÜRK</i>
Bölüm 14	Adli Diş Hekimliğinde Protetik Diş Tedavisinin Rolü: Dental Kimliklendirmede Konvansiyonel ve Dijital Yaklaşımlar 239 <i>Çağla Nur KALAFAT</i> <i>Gizem YILMAZ</i>
Bölüm 15	Stres ve Parafonksiyonel Alışkanlıkların Yönetiminde Klinik Hipnoz: Bruksizm Örneği 251 <i>Gizem YILMAZ</i>
Bölüm 16	Protetik Diş Tedavisinde Mikro-Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT): Temel Prensipler ve Uygulamalar..... 263 <i>Rabia ÇİÇEK</i> <i>İpek ÇAĞLAR</i>
Bölüm 17	Protetik Diş Hekimliğinde Fotogrametrinin Kullanım Alanları 275 <i>Kaan YERLİYURT</i> <i>Yunus Emre BAŞARAN</i>

İçindekiler

Bölüm 18	Fotogrametrinin Temel Prensipleri ve Protetik Tedavide Klinik Uygulamaları.....	287
	<i>Dilaycan UĞURELİ</i> <i>Kübra DEĞİRMENCİ</i>	
Bölüm 19	Diş Hekimliğinde Renk Kavramı ve Güncel Renk Ölçüm Yöntemleri	299
	<i>Burak KIVIRCIK</i>	
Bölüm 20	Diş Hekimliğinde Eklemeli Üretim Yöntemleri.....	319
	<i>Oktay ÇATALTEPE</i> <i>Seçil ÖZKAN ATA</i>	
Bölüm 21	Tam Ark Rehabilitasyonunda Dijital Ölçü: Teknoloji, Doğruluk ve Klinik Sınırlamalar	335
	<i>Miraç Berke TOPCU ERSÖZ</i> <i>Fatıma OSMAN</i>	
Bölüm 22	Bruksizmi Olan Bireylerde Seramik Restorasyon Seçimi.....	349
	<i>Hatice Çiğdem ERAKMAN</i>	
Bölüm 23	Dental İmplant Dijital Ölçü Kayıt Tekniklerinde Güncel Yaklaşımlar	367
	<i>Taha Yaşar MANAV</i>	
Bölüm 24	Diş Hekimliğinde Cam Seramikler: Yapısı, Sınıflandırması ve Klinik Uygulamaları.....	385
	<i>Ali SİNCAR</i> <i>Ayşe RENÇBER KIZILKAYA</i> <i>Berçem BOZKURT ÖZMEN</i>	
Bölüm 25	Çene Yüz Protezlerinde Üç Boyutlu Tarama ve Üretim Sistemlerinin Kullanımı.....	405
	<i>Sena Özge KARABABA</i> <i>Gaye SAĞLAM</i> <i>Şükriye Ece DOĞAN</i>	

İçindekiler

- Bölüm 26 **Diş Hekimliğinde Dijital İş Akışı: Teknolojik Bileşenler ve Sanal Hasta Entegrasyonu..... 435**
Derya DOĞAN EVLİCE
Ahmet SABAK
Işıl KEÇİK BÜYÜKHATİPOĞLU
Fatih SARI
- Bölüm 27 **3 Boyutlu Baskı Teknolojisiyle Üretilen Daimi Protetik Restorasyonlara Genel Bakış 453**
Ahmet SABAK
Derya DOĞAN EVLİCE
Fatih SARI
Işıl Keçik BÜYÜKHATİPOĞLU
- Bölüm 28 **Dijital Diş Hekimliği: Biyobazlı Reçineler ve Ekolojik Üretim Yaklaşımları 459**
Ayşenur KULAÇ
Erhan DİLBER
- Bölüm 29 **Protetik Zirkonya Materyalinde Eklemeli Üretim Sistemi 469**
Buse YÜCEL
Ayşe RENÇBER KIZILKAYA

YAZARLAR

**Arş. Gör. Büşra Nur KARATOP
KELEŞ**

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş
Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi AD.

**Doç. Dr. Zeynep BAŞAĞAOĞLU
DEMİREKİN**

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş
Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi AD.

Dt. Büşra Nur AZGIN

Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Doç. Dr. Büşra TOSUN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Dt. Betül Sena ACAR

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Araş. Gör. Elif ÇETİN

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Dr. Öğr. Üyesi Sertaç SARIYER

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Dt. Mehmet KARAKUZU

Okan Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi

Araş. Gör. Murat KURKMAZLI

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Dr. Öğr. Üyesi Sertaç SARIYER

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Dt., Mustafa KARAKAHRAMAN

Şehitkamil ADASM

Dt. Elif YALÇIN

Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Doç. Dr. Eyyüp ALTINTAŞ

Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Yazarlar

Arş. Gör. Selen Bilge AKGÜL

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi AD.

Öğr. Gör. Gizem YILMAZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Doç. Dr. Gökçe ÜNSAL

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi AD.

Öğr. Gör. Gizem YILMAZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Araş. Gör. Orhun TÜRKYILMAZ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Diş
Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Arş. Gör. Rabia ÇİÇEK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Prof. Dr. Faik TUĞUT

Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Prof. Dr. İpek ÇAĞLAR

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Dr. Öğr. Üyesi Nihan KAYA ACAR

Ankara Medipol Üniversitesi, Diş
Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Doç. Dr. Kaan YERLİYURT

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi AD.

Doç. Dr. Kaan YERLİYURT

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi AD.

Arş. Gör. Yunus Emre BAŞARAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi AD.

Arş. Gör. Seher ÖZTÜRK

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi AD.

Arş. Gör. Dilaycan UĞURELİ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş
Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Arş. Gör. Çağla Nur KALAFAT

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Doç. Dr. Kübra DEĞİRMENCİ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş
Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Yazarlar

Araş. Gör. Burak KIVIRCIK
Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği
Fakóltesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Arş. Gör. Dt. Oktay ÇATALTEPE
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakóltesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Doç. Dr. Seçil ÖZKAN ATA
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakóltesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

**Dr. Öğr. Üyesi Miraç Berke TOPCU
ERSÖZ**
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakóltesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Arş. Gör. Fatıma OSMAN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakóltesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

**Dr. Öğr. Üyesi Hatice Çiğdem
ERAKMAN**
Ankara Medipol Üniversitesi, Diş
Hekimliği Fakóltesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Dr. Öğr. Üyesi Taha Yaşar MANAV
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakóltesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Arş. Gör. Dt. Ali SİNCAR
Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakóltesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

**Dr. Öğr. Üyesi Ayşe RENÇBER
KIZILKAYA**
Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakóltesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

**Arş. Gör. Dt. Berçem BOZKURT
ÖZMEN**
Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakóltesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Dt. Sena Özge KARABABA
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş
Tedavisi Doktora Programı

Doç. Dr. Gaye SAğLAM
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakóltesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Doç. Dr. şükriye Ece DOğAN
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakóltesi, Protetik Diş
Tedavisi AD.

Araş. Gör. Derya DOğAN EVLİCE
Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakóltesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Araş. Gör. Ahmet SABAK
Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakóltesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

**Dr. Öğr. Üyesi Işıl KEÇİK
BÜYÜKHATİPOğLU**
Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakóltesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Yazarlar

Doç. Dr. Fatih SARI
Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Araş. Gör. Ahmet SABAK
Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Araş. Gör. Derya DOĞAN EVLİCE
Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Doç. Dr. Fatih SARI
Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

**Dr. Öğr. Üyesi Işıl Keçik
BÜYÜKHATİPOĞLU**
Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

Arş. Gör. Ayşenur KULAÇ
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi AD.

Doç. Dr. Erhan DİLBER
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi AD.

Arş. Gör. Buse YÜCEL
Fırat Üniversitesi, Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

**Dr. Öğr. Üyesi Ayşe RENÇBER
KIZILKAYA**
Fırat Üniversitesi, Diş Hekimliği
Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.

BÖLÜM 1

ÇENE-YÜZ PROTEZLERİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR: REHABİLİTASYON PRENSİPLERİ, BİYOMATERYALLER VE KLİNİK UYGULAMALAR

Büşra Nur KARATOP KELEŞ¹
Zeynep BAŞAĞAOĞLU DEMİREKİN²

1. GİRİŞ

Çene-yüz protezleri, konjenital malformasyonlar, travmalar, onkolojik rezeksiyonlar veya enfeksiyonlar nedeniyle yüz bölgesinde ortaya çıkan doku kayıplarının fonksiyonel, estetik ve psikososyal rehabilitasyonunda önemli bir tedavi seçeneğidir. Rekonstrüktif cerrahi yöntemler bazı hastalarda anatomik, sistemik veya biyolojik kısıtlılıklar nedeniyle yetersiz kalabildiğinden, maksillofasial protezler hem tamamlayıcı hem de primer rehabilitasyon yaklaşımı olarak klinik uygulamalarda yaygın şekilde kullanılmaktadır [1].

Güncel literatür, modern yüz protezlerinin gelişim sürecinin konvansiyonel balmumu modellerden polimer esaslı silikon elastomerlerin kullanımına ve günümüzde dijital tasarım ile üç boyutlu üretim tekniklerine doğru evrildiğini göstermektedir [1]. Silikon temelli materyallerin renk stabilitesi, mekanik dayanımı ve biyoyumluluğu önemli avantajlar sunmakla birlikte; özellikle uzun dönem renk değişimi, yüzey yıpranması ve pigment stabilizasyonu hâlen çözüm bekleyen sorun alanları olarak rapor edilmektedir [2].

Dijital teknolojilerin yüz protezi üretim süreçlerine entegrasyonu, ölçü alma, tasarım ve üretim aşamalarında klinisyene daha yüksek hassasiyet ve daha öngörülebilir bir sonuç elde etme imkanı tanımıştır. Üç boyutlu yüz tarayıcıları, fotogrametri ve CAD-temelli üretim yöntemleri, konvansiyonel ölçü tekniklerinin neden olduğu doku deformasyonu, zaman kaybı ve operatör bağımlılığı gibi dezavantajları önemli ölçüde azaltmaktadır. Buna rağmen, üç boyutlu baskı mater-

¹ Arş. Gör., Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., busrakaratop@sdu.edu.tr, ORCID iD: 0009-0001-1549-7684

² Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., zeynepdemirekin@sdu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-6717-8370

KAYNAKLAR

1. Goiato MC, Pesqueira AA, Ramos G, Zuccolotti BC. Maxillofacial Prosthesis: A Comprehensive Review. *International Journal of Research Publication and Reviews*. 2024;5(1):1–12. Available from: <https://ijrpr.com/uploads/V5ISSUE1/IJRPR21913.pdf> [Accessed 12 Jan 2025].
2. Reddy N, Kumar P, Reddy S, et al. Retention in maxillofacial prosthetics: A review. *International Journal of Applied Dental Sciences*. 2021;7(2):516–521. Available from: <https://www.oraljournal.com/archives/2021/vol7issue2/PartI/7-2-116-361.pdf> [Accessed 12 Jan 2025].
3. Javaid M, Haleem A. 3D printing of maxillofacial prosthesis materials: Challenges and opportunities. *Materials Today: Proceedings*. 2023;62(Part 3):2253–2260. doi:10.1016/j.matpr.2022.10.532
4. Rumsey N, Harcourt D. Psychosocial impact and quality of life in facial prosthesis wearers. *Body Image*. 2021;36:215–223. doi:10.1016/j.bodyim.2020.11.008
5. Tavakolizadeh S, Hasani-Sadrabadi MM, Ghaffari M, et al. Recent advances in maxillofacial silicone elastomers. *Materials Science and Engineering C*. 2021;118:111544. doi:10.1016/j.msec.2020.111544
6. Kiat-Amnuay S, Gettleman L, Jacob RF. Color stability and mechanical performance of modern silicone prosthetic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2022;127(6):953–960. doi:10.1016/j.prosdent.2021.02.010
7. Ciocca L, Mazzoni S. Three-dimensional printing for maxillofacial prosthodontics. *The International Journal of Prosthodontics*. 2021;34(2):180–192. doi:10.11607/ijp.6664
8. Tran NH, Scarfe WC, Maniyar N, et al. Photogrammetry vs optical scanning for facial prosthesis fabrication. *The Journal of Prosthodontics*. 2021;30(3):235–242. doi:10.1111/jopr.13317
9. Hohne KH, Abdelrahman M, Przysieszny PE, et al. Digital workflows in facial prosthetics: Current concepts and future directions. *Clinical Oral Investigations*. 2023;27(2):489–501. doi:10.1007/s00784-022-04715-3
10. Goto M, Nagai H, Matsumura H, et al. Long-term outcomes of extraoral implants for facial prostheses: A retrospective study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2021;36(4):875–883. doi:10.11607/jomi.8912
11. Chrcanovic BR. Survival and complications of craniofacial implants: A systematic review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2020;48(9):911–922. doi:10.1016/j.jcms.2020.06.016
12. Ciocca L, Scotti R. Workflow optimization for orbital and nasal prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021;125(6):889–896. doi:10.1016/j.prosdent.2020.04.007
13. Alghazzawi TF. Clinical considerations and challenges in maxillofacial prosthetic rehabilitation. *Saudi Dental Journal*. 2022;34(4):185–193. doi:10.1016/j.sdentj.2022.02.003
14. Behroozian A, Ghaffari M, Mirhadi S, et al. Nanotechnology in improving maxillofacial prosthetic materials. *Nanomedicine*. 2021;16(12):957–972. doi:10.2217/nnm-2021-0052
15. Patel N, Singh P, Nair LS. Soft tissue engineering approaches for facial reconstruction: Emerging concepts and future directions. *Tissue Engineering Part B: Reviews*. 2023;29(3):423–438. doi:10.1089/ten.TEB.2022.0194
16. Lee JH, Kim YE, Park M, et al. Virtual and augmented reality applications in maxillofacial prosthodontics. *Journal of Prosthodontic Research*. 2022;66(2):247–256. doi:10.2186/jpr.JPOR_2021_160

BÖLÜM 2

NANOBİYOTEKNOLOJİK YAKLAŞIMLAR VE DENTAL MATERYALLERDE ETKİLERİ

Büşra Nur AZGIN¹

GİRİŞ

“Nano” terimi, Yunanca “cüce” anlamına gelen nannos kelimesinden türetilmiş olup metrenin milyarda birini ifade eden bir büyüklük birimidir (1). Nanoteknoloji, maddenin 1–100 nm aralığında ele alınması ve bu ölçekte kontrol edilmesiyle elde edilen fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin farklı teknolojik alanlarda kullanılmasını konu alan multidisipliner bilim alanıdır. Bu kavramın temelleri ilk kez 1959 yılında Richard P. Feynman tarafından ortaya konmuş olup, nanometre ölçeğindeki yaklaşımlar günümüzde çeşitli bilim dallarında araştırma konusu haline gelmiştir (2, 3).

Nanoteknolojinin diş hekimliğine uyarlanmasıyla birlikte, literatürde “nano diş hekimliği” kavramı yerini almış ve dental hastalıkların tanı, tedavi ve önlenmesine yönelik yaklaşımlar nano-ölçekli etkileşimler temelinde ele alınmaya başlanmıştır (4, 5). Nano-ölçekli materyaller; çürük tedavisi, beyazlatma ve remineralizasyon gibi uygulamalarda kullanılmakta olup, nanokompozit restoratif sistemlerin mekanik özellikleri ve klinik performansı ile ilişkilendirilmektedir (4, 5). Ortodonti alanında ise bu teknolojik gelişmeler, yüksek mekanik performans ve biyolojik uyumluluğa sahip tedavi materyallerinin geliştirilmesine olanak sağlamıştır (6, 7).

Nanoteknoloji ile biyoteknolojinin kesişiminde yer alan nanobiyoteknoloji, biyolojik sistemlerin nano-ölçekteki davranışlarını anlamaya ve bu bilgiler doğrultusunda akıllı ilaç iletim sistemleri ile biyosensörlerin tasarlanmasına odaklanmaktadır (8). Biyomalzemeler yüzey özelliklerine göre biyo-inert veya biyo-aktif olarak sınıflandırılrsa da atomik düzeyde yapılan değerlendirmeler tüm yüzeylerin potansiyel bir biyoarayüz oluşturduğunu göstermektedir (9, 10). Bu nedenle, yüzeyin fiziksel ve kimyasal özelliklerini optimize etmeye yönelik yüzey mühen-

¹ Dt., Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., busran-38@hotmail.com, ORCID iD: 0009-0004-6766-1097

DOI: 10.37609/akya.4125.c6540

SONUÇ

Nanobiyoteknoloji, diş hekimliğinde nano-ölçekli materyallerin biyolojik sistemlerle etkileşimini esas alarak hücrel ve moleküler yanıtların yönlendirilmesini hedefleyen bütüncül bir yaklaşımdır. Bu kapsamda geliştirilen nanomalzemeler, yüzey özellikleri ve biyolojik arayüz davranışları sayesinde tanı, tedavi ve rejenerasyon süreçlerinde daha kontrollü ve hedefe yönelik uygulamalara olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, biyoyumluluk, uzun dönem doku etkileşimleri ve biyogüvenlik konularındaki sınırlamalar ile çalışmaların büyük ölçüde deneysel düzeyde kalması, klinik uygulamalarda temkinli bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır. Bu nedenle nanobiyoteknoloji, diş hekimliğinde disiplinler arası araştırmalarla desteklenmesi gereken gelişmekte olan bir bilim alanı olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ozak ST, Ozkan P. Nanotechnology and dentistry. *Eur J Dent.* 2013;7(1):145-51.
2. Nagpal A, Kaur J, Sharma S, Bansal A, Sachdev P. Nanotechnology-the Era Of Molecular Dentistry. *Indian journal of dental sciences.* 2011;3(5).
3. Saravana KR, Vijayalakshmi R. Nanotechnology in dentistry. *Indian J Dent Res.* 2006;17(2):62-5.
4. Malik S, Waheed Y. Emerging Applications of Nanotechnology in Dentistry. *Dentistry Journal.* 2023;11(11):266.
5. Gajanan K, Tijare SN. Applications of nanomaterials. *Materials Today: Proceedings.* 2018;5(1, Part 1):1093-6.
6. Kandavalli SR, Wang Q, Ebrahimi M, Gode C, Djavanroodi F, Attarilar S, et al. A Brief Review on the Evolution of Metallic Dental Implants: History, Design, and Application. *Frontiers in Materials.* 2021;8.
7. Nicolae C-L, Pîrvulescu D-C, Niculescu A, Radulescu M, Grumezescu A, Croitoru G-A. An Overview of Nanotechnology in Dental Medicine. *Journal of Composites Science.* 2024;8:352.
8. Tawade PV, Wasewar KL. Chapter 4 - Nanotechnology in biological science and engineering. In: Singh P, Kumar V, Bakshi M, Hussain CM, Sillanpää M, editors. *Environmental Applications of Microbial Nanotechnology:* Elsevier; 2023. p. 43-64.
9. Hua K, Rocha I, Zhang P, Gustafsson S, Ning Y, Strømme M, et al. Transition from Bioinert to Bioactive Material by Tailoring the Biological Cell Response to Carboxylated Nanocellulose. *Biomacromolecules.* 2016;17(3):1224-33.
10. Pezzotti G, Rondinella A, Marin E, McEntire B, Bock R, Bal BS, et al. Bioceramics are Not Bioinert: The Role of Oxide and Non-Oxide Bioceramics on the Oxidation of UHMWPE Components in Artificial Joints. *Key Engineering Materials.* 2018;782:165-75.
11. Safavi MS, Bordbar-Khiabani A, Walsh FC, Mozafari M, Khalil-Allafi J. Surface modified NiTi smart biomaterials: Surface engineering and biological compatibility. *Current Opinion in Biomedical Engineering.* 2023;25:100429.
12. Aktas OC, Puchert K, Vurucu EE, Ersöz B, Veziroglu S, Sen S. A review on nanocomposite coatings in dentistry. *Journal of Materials Science.* 2024;59(38):17991-8008.
13. Marin E. History of dental biomaterials: biocompatibility, durability and still open challenges. *Heritage Science.* 2023;11(1).
14. Ateş G, Ankara F, Beyazıt Y, Diş Ü, Fakültesi H, Yıldırım A, et al. Diş Hekimliğinde Nanotek-

- noloji ve Nanobiyomateriyaller Nanotechnology and Nanobiomaterials in Dentistry. 2025. p. 78-85.
15. Sharma H, Verma S, Chevuri R. Nanotechnology in dentistry: Unleashing the hidden gems. *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2018;22(3):196-200.
 16. Sreenivasalu PKP, Dora CP, Swami R, Jasthi VC, Shiroorkar PN, Nagaraja S, et al. Nanomaterials in Dentistry: Current Applications and Future Scope. *Nanomaterials*. 2022;12(10):1676.
 17. Parameswari BD, Dhevishri S, Ranjith R, Annapoorni H. Nanoparticles in Prosthetic Materials: A Literature Review. *J Pharm Bioallied Sci*. 2021;13(Suppl 2):S917-s20.
 18. Inci I, Eksin E, Buyukoz M, Yilmaz M. A review of nanoparticles in bioinks. *Nanotechnology*. 2025;36(34):342002.
 19. Jandt KD, Watts DC. Nanotechnology in dentistry: Present and future perspectives on dental nanomaterials. *Dent Mater*. 2020;36(11):1365-78.
 20. Dağlıoğlu Y, Yavuz MC. Nanotechnology in dentistry and their applications. *Int Arch Dent Sci*. 2020;41(2):149-60.
 21. Besinis A, De Peralta T, Tredwin CJ, Handy RD. Review of Nanomaterials in Dentistry: Interactions with the Oral Microenvironment, Clinical Applications, Hazards, and Benefits. *ACS Nano*. 2015;9(3):2255-89.
 22. Zafar M, Alnazzawi A, Alrahabi M, Fareed M, Najeeb S, Sultan Z. Nanotechnology and nanomaterials in dentistry. 2019. p. 477-505.
 23. El Shahawi AM. Incorporation of zinc oxide nanoparticles and its antibacterial effect on toothpaste. *Bulletin of the National Research Centre*. 2023;47(1).
 24. Mallineni SK, Sakhamuri S, Kotha SL, Alasmari ARGM, Aljefri GH, Almotawah FN, et al. Silver Nanoparticles in Dental Applications: A Descriptive Review. *Bioengineering*. 2023;10(3):327.
 25. Agusnar H, Yunita F, Yuandani Y, Utami N. Synthesis and characterization of silver nanoparticle chitosan as toothpaste with antimicrobial activity2023. 030018 p.
 26. Bolenwar A, Reche A, Dhamdhare N, Rathi S. Applications of Silver Nanoparticles in Dentistry. *Cureus*. 2023;15(8):e44090.
 27. Hsu C-Y, Mahmoud ZH, Abdullaev S, Ali FK, Ali Naeem Y, Mzahim Mizher R, et al. Nano titanium oxide (nano-TiO₂): A review of synthesis methods, properties, and applications. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*. 2024;9:100626.
 28. Leynen N, Tytgat JS, Bijmens K, Jaenen V, Verleysen E, Artois T, et al. Assessing the in vivo toxicity of titanium dioxide nanoparticles in *Schmidtea mediterranea*: uptake pathways and (neuro)developmental outcomes. *Aquatic Toxicology*. 2024;270:106895.
 29. Abdulhameed EA, Al-Rawi NH, Omar M, Khalifa N, Samsudin ABR. Titanium dioxide dental implants surfaces related oxidative stress in bone remodeling: a systematic review. *PeerJ*. 2022;10:e12951.
 30. El-Khatib E, Ali N, Nassar S, Elshemy N. Functionalization of Natural Fibers Properties by using TiO₂ Nanoparticles to Improve its Antimicrobial Activity. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2022;12:4177-91.
 31. Florea DA, Mocanu A, Pop LC, Tomoaia G, Dobrota C-T, Varhelyi Jr C, et al. Remineralization of Tooth Enamel With Hydroxyapatite Nanoparticles: An in Vitro Study. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Chemia*. 2023;68(2):99-113.
 32. Balhuc S, Campian R, Labunet A, Negucioiu M, Buduru S, Kui A. Dental Applications of Systems Based on Hydroxyapatite Nanoparticles—An Evidence-Based Update. *Crystals*. 2021;11(6):674.
 33. Abifarin FB, Musa Z, Abifarin JK. Mechanical processing of hydroxyapatite through sintering and multi-objective optimization technique for biomedical application. *MRS Advances*. 2023;8(9):532-7.
 34. Akhtar K, Pervez C, Zubair N, Khalid H. Calcium hydroxyapatite nanoparticles as a reinforcement filler in dental resin nanocomposite. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2021;32(10).

35. Montoya C, Roldan L, Yu M, Valliani S, Ta C, Yang M, et al. Smart dental materials for antimicrobial applications. *Bioactive Materials*. 2023;24:1-19.
36. Yu Y, Li X. Current Application of Magnetic Materials in the Dental Field. *Magnetochemistry*. 2024;10(7):46.
37. Vakili-Ghartavol R, Momtazi-Borojeni AA, Vakili-Ghartavol Z, Aiyelabegan HT, Jaafari MR, Rezayat SM, et al. Toxicity assessment of superparamagnetic iron oxide nanoparticles in different tissues. *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*. 2020;48(1):443-51.
38. Yudaev P, Chuev V, Klyukin B, Kuskov A, Mezhuev Y, Chistyakov E. Polymeric Dental Nanomaterials: Antimicrobial Action. *Polymers*. 2022;14(5):864.
39. Toledano-Osorio M, Osorio R, Aguilera FS, Medina-Castillo AL, Toledano M, Osorio E, et al. Polymeric nanoparticles protect the resin-dentin bonded interface from cariogenic biofilm degradation. *Acta Biomaterialia*. 2020;111:316-26.
40. Higino T, França R. Drug-delivery nanoparticles for bone-tissue and dental applications. *Biomedical Physics & Engineering Express*. 2022;8(4):042001.
41. Prabha A, Dorothy R, Jancirani S, Rajendran S, Singh G, Kumaran S. Recent advances in the study of toxicity of polymer-based nanomaterials. 2020. p. 143-65.
42. Abedi M, Ghasemi Y, Nemati MM. Nanotechnology in toothpaste: Fundamentals, trends, and safety. *Heliyon*. 2024;10(3):e24949.
43. Rezaei T, Mehramouz B, Gholizadeh P, Yousefi L, Ganbarov K, Ghotaslou R, et al. Factors associated with *Streptococcus mutans* pathogenicity in the oral cavity. *Biointerface Res Appl Chem*. 2023;13(4):368.
44. Carrouel F, Viennot S, Ottolenghi L, Gaillard C, Bourgeois D. Nanoparticles as Anti-Microbial, Anti-Inflammatory, and Remineralizing Agents in Oral Care Cosmetics: A Review of the Current Situation. *Nanomaterials*. 2020;10(1):140.
45. Matsumoto-Nakano M. Role of *Streptococcus mutans* surface proteins for biofilm formation. *Japanese Dental Science Review*. 2018;54(1):22-9.
46. Saliminasab M, Jabbari H, Farahmand H, Asadi M, Soleimani M, Fathi A. Study of antibacterial performance of synthesized silver nanoparticles on *Streptococcus mutans* bacteria. *Nanomedicine Research Journal*. 2022;7(4):391-6.
47. Emad M, Salama K. A comparison of the Effects of Lemon Peel -Silver Nanoparticles Versus Brand Toothpastes and Mouthwashes on *Staphylococcus Spp.* Isolated From Teeth Caries. *Iraqi Journal of Science*. 2020:1894-901.
48. O'Hagan-Wong K, Enax J, Meyer F, Ganss B. The use of hydroxyapatite toothpaste to prevent dental caries. *Odontology*. 2022;110(2):223-30.
49. Shang R, Kaisarly D, Kunzelmann K-H. Tooth whitening with an experimental toothpaste containing hydroxyapatite nanoparticles. *BMC Oral Health*. 2022;22(1).
50. Shang R, Kunzelmann KH. Biomimetic tooth-whitening effect of hydroxyapatite-containing mouthrinses after long-term simulated oral rinsing. *Am J Dent*. 2021;34(6):307-12.
51. Barma MD, Kannan SD, Indiran MA, Rajeshkumar S, Kumar RP. Antibacterial Activity of Mouthwash Incorporated with Silica Nanoparticles against *S. aureus*, *S. mutans*, *E. faecalis*: An in-vitro Study. *J Pharm Res Int*. 2020;32(16):25-33.
52. Wang S, Fang L, Zhou H, Wang M, Zheng H, Wang Y, et al. Silica nanoparticles containing nano-silver and chlorhexidine respond to pH to suppress biofilm acids and modulate biofilms toward a non-cariogenic composition. *Dental Materials*. 2024;40(2):179-89.
53. Aspinall SR, Khutoryanskiy VV. Surface Modification of Silica Particles with Adhesive Functional Groups or Their Coating with Chitosan to Improve the Retention of Toothpastes in the Mouth. *Langmuir*. 2023;39(4):1677-85.
54. Lavenus S, Louarn G, Layrolle P. Nanotechnology and dental implants. *International Journal of Biomaterials*. 2010;2010:915327.
55. Rasouli R, Barhoum A, Uludag H. A review of nanostructured surfaces and materials for dental implants: surface coating, patterning and functionalization for improved performance. *Bioma-*

- terials science. 2018;6(6):1312-38.
56. Parnia F, Yazdani J, Javaherzadeh V, Maleki Dizaj S. Overview of Nanoparticle Coating of Dental Implants for Enhanced Osseointegration and Antimicrobial Purposes. *J Pharm Pharm Sci*. 2017;20(0):148-60.
 57. Li N, Liu Z, Liu G, Wang Z, Guo X, Guo C, et al. TiO₂ Nanocoatings with Controllable Crystal Type and Nanoscale Topography on Zirconia Implants to Accelerate Bone Formation. *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2022;2022(1):1-17.
 58. Tan AW, Pingguan-Murphy B, Ahmad R, Akbar SA. Review of titania nanotubes: Fabrication and cellular response. *Ceramics International*. 2012;38(6):4421-35.
 59. Yoon I-K, Hwang J-Y, Jang W-C, Kim H-W, Shin US. Natural bone-like biomimetic surface modification of titanium. *Applied Surface Science*. 2014;301:401-9.
 60. Silva RCS, Agrelli A, Andrade AN, Mendes-Marques CL, Arruda IRS, Santos LRL, et al. Titanium Dental Implants: An Overview of Applied Nanobiotechnology to Improve Biocompatibility and Prevent Infections. *Materials*. 2022;15(9):3150.
 61. Zhang Y, Gulati K, Li Z, Di P, Liu Y. Dental Implant Nano-Engineering: Advances, Limitations and Future Directions. *Nanomaterials*. 2021;11(10):2489.
 62. Pang K, Seo Y-K, Lee J-H. Effects of the combination of bone morphogenetic protein-2 and nano-hydroxyapatite on the osseointegration of dental implants. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2021;47(6):454-64.
 63. de Oliveira PGFP, de Melo Soares MS, Silveira e Souza AMM, Taba Jr M, Palioto DB, Messora MR, et al. Influence of nano-hydroxyapatite coating implants on gene expression of osteogenic markers and micro-CT parameters. An in vivo study in diabetic rats. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. 2021;109(5):682-94.
 64. Chen S, Guo Y, Liu R, Wu S, Fang J, Huang B, et al. Tuning surface properties of bone biomaterials to manipulate osteoblastic cell adhesion and the signaling pathways for the enhancement of early osseointegration. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2018;164:58-69.
 65. Besinis A, Hadi SD, Le HR, Tredwin C, Handy RD. Antibacterial activity and biofilm inhibition by surface modified titanium alloy medical implants following application of silver, titanium dioxide and hydroxyapatite nanocoatings. *Nanotoxicology*. 2017;11(3):327-38.
 66. Kunrath MF, Muradás TC, Penha N, Campos MM. Innovative surfaces and alloys for dental implants: What about biointerface-safety concerns? *Dental Materials*. 2021;37(10):1447-62.
 67. Rupp F, Liang L, Geis-Gerstorf J, Scheideler L, Hüttig F. Surface characteristics of dental implants: A review. *Dental Materials*. 2018;34(1):40-57.
 68. Zhang N, Khan T, Guo H, Shi S, Zhong W, Zhang W. Functionally Graded Materials: An Overview of Stability, Buckling, and Free Vibration Analysis. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2019;2019:1-18.
 69. Le Guéhennec L, Soueidan A, Layrolle P, Amouriq Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dental Materials*. 2007;23(7):844-54.
 70. Kurup A, Dhattrak P, Khasnis N. Surface modification techniques of titanium and titanium alloys for biomedical dental applications: A review. *Materials Today: Proceedings*. 2021;39:84-90.
 71. De Stefani A, Bruno G, Preo G, Gracco A. Application of Nanotechnology in Orthodontic Materials: A State-of-the-Art Review. *Dentistry Journal*. 2020;8(4):126.
 72. Lamkhao S, Phaya M, Jansakun C, Chandet N, Thongkorn K, Rujijanagul G, et al. Synthesis of Hydroxyapatite with Antibacterial Properties Using a Microwave-Assisted Combustion Method. *Scientific Reports*. 2019;9(1).
 73. Hammad SM, El-Wassefy NA, Shamaa MS, Fathy A. Evaluation of zinc-oxide nanocoating on the characteristics and antibacterial behavior of nickel-titanium alloy. *Dental Press J Orthod*. 2020;25(4):51-8.
 74. Ilić B, Petrović B, Marinković J, Miletić Vukajlović J, Stevanović M, Potočnik J, et al. Investigation of Ion Release and Antibacterial Properties of TiN-Cu-Nanocoated Nitinol Archwires. *Coatings*. 2023;13(9):1587.

75. Chen Y, Chen Z, Zheng Z, Xia Y. Bio-inspired nanocomposite coatings on orthodontic archwires with corrosion resistant and antibacterial properties. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2023;11:1272527.
76. Gracco A, Dandrea M, Deflorian F, Zanella C, De Stefani A, Bruno G, et al. Application of a Molybdenum and Tungsten Disulfide Coating to Improve Tribological Properties of Orthodontic Archwires. *Nanomaterials (Basel)*. 2019;9(5).
77. Selvaraj A, George AM, Rajeshkumar S. Efficacy of zirconium oxide nanoparticles coated on stainless steel and nickel titanium wires in orthodontic treatment. *Bioinformation*. 2021;17(8):760.
78. Golshah A, Feyli SA. Effect of zirconium oxide nano-coating on frictional resistance of orthodontic wires. *Journal of Orthodontic Science*. 2022;11(1):35.
79. Gad M, ArRejaie AS, Abdel-Halim MS, Rahoma A. The Reinforcement Effect of Nano-Zirconia on the Transverse Strength of Repaired Acrylic Denture Base. *Int J Dent*. 2016;2016:7094056.
80. Zidan S, Silikas N, Haider J, Yates J. Long-Term Sorption and Solubility of Zirconia-Impregnated PMMA Nanocomposite in Water and Artificial Saliva. *Materials*. 2020;13(17):3732.
81. Mahdi al-Sarraf AR, Ali Hussein Badr S. Influence of Bioactive and Bio Inert Ceramic Powders on Tribology Properties of PMMA Composite Denture Base. *Journal of Biomimetics Biomaterials and Biomedical Engineering*. 2023;57:1-8.
82. Giti R, Zomorodian K, Firouzmandi M, Zareshahrabadi Z, Rahmannasab S. Antimicrobial Activity of Thermocycled Polymethyl Methacrylate Resin Reinforced with Titanium Dioxide and Copper Oxide Nanoparticles. *International Journal of Dentistry*. 2021;2021:1-8.
83. Patnaik A, Aiyer P, Gali S, R D. Flexural strength and anti-fungal activity of copper nanoparticles on poly-methyl methacrylate denture base resins. *Materials Today: Proceedings*. 2021;46:8761-6.
84. Ansarifard E, Zahed M, Azarpira N, Jooyandeh S. Investigating the biocompatibility, flexural strength, and surface roughness of denture base resin containing copper oxide nanoparticles: An in vitro study. *Heliyon*. 2023;9(9):e19846.
85. Pantazi A, Totu E, Dorobantu D, Cristache C, Enachescu M. Poly(methyl metacrylate) Nanocomposites for Two-piece CAD/CAM Solution as an Alternative to Monolithic Removable Prosthesis. *Materiale Plastice*. 2018;55:634-9.
86. Tuan Rahim TNA, Mohamad D, Ismail A, Md Akil H. Synthesis of nanosilica fillers for experimental dental nanocomposites and their characterizations. *J Physical Sciences*. 2011;22:93-105.
87. Jiangkongkho P, Arksornnukit M, Takahashi H. The synthesis, modification, and application of nanosilica in polymethyl methacrylate denture base. *Dent Mater J*. 2018;37(4):582-91.
88. 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.
89. Karci M, Demir N, Yazman S. Evaluation of Flexural Strength of Different Denture Base Materials Reinforced with Different Nanoparticles. *Journal of Prosthodontics*. 2019;28(5):572-9.
90. Mohammed APMR. effect-of-silver-ag-nanoparticles-on-structural-and-mechanical-properties. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*. 2021;8:154-9.
91. Casemiro LA, Martins CHG, Pires-de-Souza Fde C, Panzeri H. Antimicrobial and mechanical properties of acrylic resins with incorporated silver-zinc zeolite - part I. *Gerodontology*. 2008;25(3):187-94.
92. Taha EY, Elmahdy MMB, Masry SMME, Elsayed ME. Effect of nanogold particles addition on dimensional stability of complete denture base material: an in - vitro study. *BMC Oral Health*. 2023;23(1).
93. Ivanovic V, Popovic D, Petrovic S, Rudolf R, Majerič P, Lazarevic M, et al. Unraveling the Antibiofilm Activity of a New Nanogold Resin for Dentures and Epithesis. *Pharmaceutics*. 2022;14(7):1513.
94. Lee H-L, Wang R-S, Hsu Y-C, Chuang C-C, Chan H-R, Chiu H-C, et al. Antifungal effect of tissue conditioners containing poly(acryloyloxyethyltrimethyl ammonium chloride)-grafted

- chitosan on *Candida albicans* growth in vitro. *Journal of Dental Sciences*. 2018;13(2):160-6.
95. Xie Y, He Y, Irwin PL, Jin T, Shi X. Antibacterial activity and mechanism of action of zinc oxide nanoparticles against *Campylobacter jejuni*. *Appl Environ Microbiol*. 2011;77(7):2325-31.
 96. Lipovsky A, Nitzan Y, Gedanken A, Lubart R. Antifungal activity of ZnO nanoparticles--the role of ROS mediated cell injury. *Nanotechnology*. 2011;22(10):105101.
 97. Kamonkhantikul K, Arksornnukit M, Takahashi H. Antifungal, optical, and mechanical properties of polymethylmethacrylate material incorporated with silanized zinc oxide nanoparticles. *Int J Nanomedicine*. 2017;12:2353-60.
 98. Homsiang W, Kamonkhantikul K, Arksornnukit M, Takahashi H. Effect of zinc oxide nanoparticles incorporated into tissue conditioner on antifungal, physical, and mechanical properties. *Dent Mater J*. 2021;40(2):481-6.
 99. 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.
 100. Fouly A, Ibrahim AMM, Sherif E-SM, Fathel-Bab AMR, Badran AH. Effect of Low Hydroxyapatite Loading Fraction on the Mechanical and Tribological Characteristics of Poly(Methyl Methacrylate) Nanocomposites for Dentures. *Polymers*. 2021;13(6):857.
 101. Jitaluk P, Ratanakupt K, Kiatsirirote K. Effect of surface prereacted glass ionomer nanofillers on fluoride release, flexural strength, and surface characteristics of polymethylmethacrylate resin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2022;34(8):1272-81.
 102. Joseph AM, Joseph S, Mathew N, Koshy AT, Jayalakshmi NL, Mathew V. Effect of Incorporation of Nanoclay on the Properties of Heat Cure Denture Base Material: An In vitro Study. *Contemp Clin Dent*. 2019;10(4):658-63.
 103. Idriss H, Elashnikov R, Rimpelová S, Vokatá B, Haušild P, Kolská Z, et al. Printable Resin Modified by Grafted Silver Nanoparticles for Preparation of Antifouling Microstructures with Antibacterial Effect. *Polymers*. 2021;13(21):3838.
 104. 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. *Journal of Prosthodontics*. 2022;31(9):784-90.
 105. Liao W, Zheng S, Chen S, Zhao L, Huang X, Huang L, et al. Surface silanization and grafting reaction of nano-silver loaded zirconium phosphate and properties strengthen in 3D-printable dental base composites. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2020;110:103864.
 106. Chen S, Yang J, Li K, Lu B, Ren L. Carboxylic acid-functionalized TiO₂ nanoparticle-loaded PMMA/PEEK copolymer matrix as a dental resin for 3D complete denture manufacturing by stereolithographic technique. *International Journal of Food Properties*. 2018;21:2557-65.
 107. Mousavi SA, Ghotaslou R, Khorramdel A, Akbarzadeh A, Aeinfar A. Antibacterial and antifungal impacts of combined silver, zinc oxide, and chitosan nanoparticles within tissue conditioners of complete dentures in vitro. *Irish Journal of Medical Science (1971 -)*. 2020;189(4):1343-50.
 108. Ataol AS, Ergun G, Cekic-Nagas I, Alas MO, Genc R. The effects of adding fluorescent carbon nanoparticles on various mechanical properties of denture liners. *Dental Materials Journal*. 2021;40(3):573-83.
 109. Ataol A, Ergun G, Genç R, Sarac N, Baygar T, Uğur A. Antibiofilm Activity, Glucose Absorption, and Surface Roughness of Two Denture Liners Incorporated with Carbon Nanoparticles. *ECS Journal of Solid State Science and Technology*. 2022;11.
 110. Rossi NR, De Menezes BRC, Sampaio ADG, Da Silva DM, Koga-Ito CY, Thim GP, et al. Silver-Coated Silica Nanoparticles Modified with MPS: Potential Antimicrobial Biomaterials Applied in Glaze and Soft Reliner. *Polymers*. 2022;14(20):4306.
 111. Çevik P. Evaluation of Shore A hardness of maxillofacial silicones: the effect of dark storage and nanoparticles. *Eur Oral Res*. 2018;52(2):99-104.
 112. Akash RN, Guttal SS. Effect of Incorporation of Nano-Oxides on Color Stability of Maxillofacial Silicone Elastomer Subjected to Outdoor Weathering. *J Prosthodont*. 2015;24(7):569-75.

113. Han Y, Kiat-amnuay S, Powers JM, Zhao Y. Effect of nano-oxide concentration on the mechanical properties of a maxillofacial silicone elastomer. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2008;100(6):465-73.
114. Cevik P, Eraslan O. Effects of the Addition of Titanium Dioxide and Silaned Silica Nanoparticles on the Mechanical Properties of Maxillofacial Silicones. *J Prosthodont*. 2017;26(7):611-5.
115. Wang L, Liu Q, Jing D, Zhou S, Shao L. Biomechanical properties of nano-TiO₂ addition to a medical silicone elastomer: the effect of artificial ageing. *J Dent*. 2014;42(4):475-83.
116. Nobrega AS, Andreotti AM, Moreno A, Sinhoreti MA, Dos Santos DM, Goiato MC. Influence of adding nanoparticles on the hardness, tear strength, and permanent deformation of facial silicone subjected to accelerated aging. *J Prosthet Dent*. 2016;116(4):623-9.e1.
117. Bishal AK, Wee AG, Barão Var, Yuan JC, Landers R, Sukotjo C, et al. Color stability of maxillofacial prosthetic silicone functionalized with oxide nanocoating. *J Prosthet Dent*. 2019;121(3):538-43.
118. Cevik P. Coloring Effects of Disinfectants on Pure or Nano-TiO₂-Incorporated Maxillofacial Silicone Prostheses. *Materials (Basel)*. 2023;16(16).
119. Meran Z, Besinis A, De Peralta T, Handy RD. Antifungal properties and biocompatibility of silver nanoparticle coatings on silicone maxillofacial prostheses in vitro. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2018;106(3):1038-51.
120. Sonnahalli NK, Chowdhary R. Effect of adding silver nanoparticle on physical and mechanical properties of maxillofacial silicone elastomer material-an in-vitro study. *J Prosthodont Res*. 2020;64(4):431-5.
121. Karthikeyan V, Chander NG, Reddy JR, Muthukumar B. Effects of incorporation of silver and titanium nanoparticles on feldspathic ceramic toughness. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2019;13(2):98-102.
122. Mohamed Hashem R, Mohsen C, Mohsen A, Rafie M, Hashem S. Effect Of Silver Nanoparticles And Silver Hydroxyapatite Nanoparticles On Color And Fracture Strenght Of Dental Ceramic. 2015.
123. Esparza-Vázquez SJ, Rocha-Rangel E, Rodríguez-García JA, Hernández-Bocanegra CA. Strengthening of Alumina-Based Ceramics with Titanium Nanoparticles. *Materials Sciences and Applications*. 2014;05(07):467-74.
124. Cevik P, Schimmel M, Yilmaz B. New generation CAD-CAM materials for implant-supported definitive frameworks fabricated by using subtractive technologies. *Biomed Res Int*. 2022;2022:3074182.
125. Bonfante EA, Suzuki M, Hirata R, Bonfante G, Fardin VP, Coelho PG. Resin composite repair for implant-supported crowns. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2017;105(6):1481-9.
126. Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N. Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *J Prosthet Dent*. 2015;113(6):534-40.
127. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2015;114(4):587-93.
128. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater*. 2011;27(1):29-38.
129. Lauvahutanon S, Takahashi H, Shiozawa M, Iwasaki N, Asakawa Y, Oki M, et al. Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dent Mater J*. 2014;33(5):705-10.
130. Turker I, Kursoglu P. Wear evaluation of CAD-CAM dental ceramic materials by chewing simulation. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. 2021;13(5):281.
131. Spitznagel FA, Scholz KJ, Strub JR, Vach K, Gierthmuehlen PC. Polymer-infiltrated ceramic CAD/CAM inlays and partial coverage restorations: 3-year results of a prospective clinical study over 5 years. *Clin Oral Investig*. 2018;22(5):1973-83.
132. Garoushi S, Säilynoja E, Vallittu PK, Lassila L. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dent Mater*. 2013;29(8):835-41.
133. Lohbauer U, Belli R, Ferracane JL. Factors involved in mechanical fatigue degradation of dental

- resin composites. *J Dent Res.* 2013;92(7):584-91.
134. Sideridou ID, Karabela MM. Effect of the amount of 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane coupling agent on physical properties of dental resin nanocomposites. *Dent Mater.* 2009;25(11):1315-24.
 135. Aminoroaya A, Neisiany RE, Khorasani SN, Panahi P, Das O, Madry H, et al. A review of dental composites: Challenges, chemistry aspects, filler influences, and future insights. *Composites Part B: Engineering.* 2021;216:108852.
 136. Gholampour S, Zoorazma G, Shakouri E. Evaluating the Effect of Dental Filling Material and Filling Depth on the Strength and Deformation of Filled Teeth. *Journal of Dental Materials & Techniques.* 2016;5(4).
 137. Priyadarsini S, Mukherjee S, Mishra M. Nanoparticles used in dentistry: A review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research.* 2018;8(1):58-67.
 138. Azmy E, Al-Kholy MRZ, Fattouh M, Kenawi LMM, Helal MA. Impact of Nanoparticles Additions on the Strength of Dental Composite Resin. *International Journal of Biomaterials.* 2022;2022:1-9.
 139. Saridou M, Nikolaidis AK, Koulaouzidou EA, Achilias DS. Synthesis and Characterization of Dental Nanocomposite Resins Reinforced with Dual Organomodified Silica/Clay Nanofiller Systems. *Journal of Functional Biomaterials.* 2023;14(8):405.
 140. Mandhalkar R, Paul P, Reche A. Application of Nanomaterials in Restorative Dentistry. *Cureus.* 2023.
 141. Nikolaidis AK, Koulaouzidou EA, Gogos C, Achilias DS. Synthesis of Novel Dental Nanocomposite Resins by Incorporating Polymerizable, Quaternary Ammonium Silane-Modified Silica Nanoparticles. *Polymers.* 2021;13(11):1682.
 142. Toledano M, Vallecillo-Rivas M, Aguilera FS, Osorio MT, Osorio E, Osorio R. Polymeric zinc-doped nanoparticles for high performance in restorative dentistry. *Journal of Dentistry.* 2021;107:103616.
 143. Alshamrani A, Alhotan A, Kelly E, Ellakwa A. Mechanical and Biocompatibility Properties of 3D-Printed Dental Resin Reinforced with Glass Silica and Zirconia Nanoparticles: In Vitro Study. *Polymers.* 2023;15(11):2523.
 144. Aati S, Chauhan A, Shrestha B, Rajan SM, Aati H, Fawzy A. Development of 3D printed dental resin nanocomposite with graphene nanoplatelets enhanced mechanical properties and induced drug-free antimicrobial activity. *Dental Materials.* 2022;38(12):1921-33.
 145. Rudolf R, Popović D, Tomić S, Bobovnik R, Lazić V, Majerić P, et al. Microstructure Characterisation and Identification of the Mechanical and Functional Properties of a New PMMA-ZnO Composite. *Materials.* 2020;13(12):2717.
 146. Ambrogi V, Pietrella D, Marmottini F, Riva F, Tiralti MC, Ricci M. Chlorhexidine-loaded functionalized mesoporous MCM-41 poly(methylmethacrylate) based composites with *Candida* antibiofilm activity. *RSC Advances.* 2015;5(103):84827-35.
 147. Ebrahim ML, Ahmed MA, Felemban NH. Effect of nanoparticles reinforced adhesive layers on microleakage of tooth restorations. 2016.
 148. Balhaddad AA, Garcia IM, Mokeem L, Alsahafi R, Collares FM, Sampaio De Melo MA. Metal Oxide Nanoparticles and Nanotubes: Ultrasmall Nanostructures to Engineer Antibacterial and Improved Dental Adhesives and Composites. *Bioengineering.* 2021;8(10):146.
 149. Xiao Z, Zhao Q, Niu Y, Zhao D. Adhesion advances: from nanomaterials to biomimetic adhesion and applications. *Soft Matter.* 2022;18(18):3447-64.
 150. Khan A, Alhamdan Y, Albrahim H, Almulhim K, Nawaz M, Ahmed S, et al. Analyses of Experimental Dental Adhesives Based on Zirconia/Silver Phosphate Nanoparticles. *Polymers.* 2023;15(12):2614.
 151. Melo MA, Cheng L, Zhang K, Weir MD, Rodrigues LK, Xu HH. Novel dental adhesives containing nanoparticles of silver and amorphous calcium phosphate. *Dent Mater.* 2013;29(2):199-210.

152. Rao AC, Kondas VV, Nandini V, Kirana R, Yadalam PK, Eswaramoorthy R. Evaluating the effect of poly (amidoamine) treated bioactive glass nanoparticle incorporated in universal adhesive on bonding to artificially induced caries affected dentin. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):810.
153. Kreutz M, Kreutz C, Kanzow P, Tauböck TT, Burrer P, Noll C, et al. Effect of Bioactive and Antimicrobial Nanoparticles on Properties and Applicability of Dental Adhesives. *Nanomaterials (Basel)*. 2022;12(21).
154. Mirhashemi A, Ahmad Akhondi MS, Sodagar A, Jalali YF, Jazi L. Effect of nano-zinc oxide and nano-chitosan particles on the shear bond strength of dental composites used as orthodontic adhesive. *J World Fed Orthod*. 2021;10(4):172-6.
155. Binhasan M, Al-Habeeb KM, Almuqbil AS, Alhaidary TA, Alfawaz YF, Farooq I, et al. Assessment of the Physical Properties of an Experimental Adhesive Dentin Bonding Agent with Carbon Nanoparticles. *Crystals*. 2022;12(10):1441.
156. Basualdo Allende J, Nascimento FD, Damasceno e Souza Chiari M, Aliaga-Galvez R, Nãupari-Villasante R, Miranda CB, et al. Evaluation of adhesive properties and enzymatic activity at the hybrid layer of a simplified adhesive loaded with 0.2 % Cu and 5 % ZnO nanoparticles: A Randomized Clinical Trial and ex vivo analysis. *Journal of Dentistry*. 2024;149:105283.
157. Roig-Soriano X, Souto EB, Elmsmari F, García ML, Espina M, Duran-Sindreu F, et al. Nanoparticles in Endodontics Disinfection: State of the Art. *Pharmaceutics*. 2022;14(7).
158. Capuano N, Amato A, Dell' Annunziata F, Giordano F, Folliero V, Di Spirito F, et al. Nanoparticles and Their Antibacterial Application in Endodontics. *Antibiotics*. 2023;12(12):1690.
159. Raura N, Garg A, Arora A, Roma M. Nanoparticle technology and its implications in endodontics: a review. *Biomater Res*. 2020;24(1):21.
160. Haseeb R, Lau M, Sheah M, Montagner F, Quiram G, Palmer K, et al. Synthesis and Characterization of New Chlorhexidine-Containing Nanoparticles for Root Canal Disinfection. *Materials (Basel)*. 2016;9(6).
161. Elmsmari F, Delgado LM, Duran-Sindreu F, Pérez RA, García ML, Teulé Trull M, et al. Novel strategies enhancing endodontic disinfection: Antibacterial biodegradable calcium hydroxide nanoparticles in an ex vivo model. *International Journal of Pharmaceutics*. 2023;648:123627.
162. Marín-Correa B, Guzmán Martínez N, Ramirez G, Pless R, Mundo J, García-Ramos JC, et al. Nanosilver gel as an endodontic alternative against *Enterococcus faecalis* in an in vitro root canal system in Mexican dental specimens. *The new microbiologica*. 2020;43.
163. Razumova S, Brago A, Serebrov D, Barakat H, Kozlova Y, Howijieh A, et al. The Application of Nano Silver Argitos as a Final Root Canal Irrigation for the Treatment of Pulpitis and Apical Periodontitis. In Vitro Study. *Nanomaterials*. 2022;12(2):248.
164. Gholami A, Ghezlbash K, Asheghi B, Abbaszadegan A, Amini A. An in vitro study on the antibacterial effects of chlorhexidine-loaded positively charged silver nanoparticles on *Enterococcus faecalis*. *Journal of Nanomaterials*. 2022;2022(1):6405772.
165. Tonini R, Giovarruscio M, Gorni F, Ionescu A, Brambilla E, Mikhailovna IM, et al. In Vitro Evaluation of Antibacterial Properties and Smear Layer Removal/Sealer Penetration of a Novel Silver-Citrate Root Canal Irrigant. *Materials*. 2020;13(1):194.
166. Parolia A, Kumar H, Ramamurthy S, Madheswaran T, Davamani F, Pichika MR, et al. Effect of Propolis Nanoparticles against *Enterococcus faecalis* Biofilm in the Root Canal. *Molecules*. 2021;26(3):715.
167. Ravi V, Kini S, Shenoy N, Somayaji K, Shenoy P. Comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, silver nanoparticles, and zinc nanoparticles against Candidal biofilm: An in vitro study. *Engineering Proceedings*. 2023;59(1):170.
168. Said HM, Bakar WZ, Farea M, Husein A. The effect of different sealer placement techniques on sealing Ability: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2012;15(3):257-60.
169. Marica A, Sipos L, Iurcov R, Stefanescu T, Gabriela C, Ioanalucan A. Current use of nanoparticles in endodontics: A systematic review. *Romanian J Oral Rehabil*. 2022;14(3).
170. Sharma D, Worlikar N, Shah K, Sharma Y. Recent advancements in root canal sealers-An over-

- view. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*. 2023;11(4):82-91.
171. Behnaz M, Kasraei S, Yadegari Z, Zare F, Nahvi G. Effects of Orthodontic Bonding Containing TiO₂ and ZnO Nanoparticles on Prevention of White Spot Lesions: an In Vitro Study. 2022;431-40.
 172. Droepenu EK, Wee BS, Chin SF, Kok KY, Maligan MF. Zinc oxide nanoparticles synthesis methods and its effect on morphology: A review. 2022.
 173. Collares FM, Garcia IM, Klein M, Parolo CF, Sánchez FAL, Takimi A, et al. Exploring Needle-Like Zinc Oxide Nanostructures for Improving Dental Resin Sealers: Design and Evaluation of Antibacterial, Physical and Chemical Properties. *Polymers*. 2020;12(4):789.
 174. Choi J-W, Yang S-Y. Effect of zinc oxide incorporation on the antibacterial, physicochemical, and mechanical properties of pit and fissure sealants. *Polymers*. 2023;15(3):529.
 175. Zubizarreta-Macho Á, Rico-Romano C, Fernández-Aceñero MJ, Mena-Álvarez J, Cabal B, Díaz LA, et al. Adding two antimicrobial glasses to an endodontic sealer to prevent bacterial root canal reinfection: an in vivo pilot study in dogs. *Antibiotics*. 2021;10(10):1183.
 176. Al-Sabawi NA, Al-Jubori SH. Preparation and characterization of novel nano-tricalcium silicate-58s bioactive glass-based root canal sealer. *Saudi Endodontic Journal*. 2024;14(1):90-9.
 177. Bertacci A, Moro D, Ulian G, Valdrè G. Development of A Nano-Apatite Based Composite Sealer for Endodontic Root Canal Filling. *Journal of Composites Science*. 2021;5(1):30.
 178. Ibrahim BH, Al-Huwaizi H. Evaluation of Antimicrobial Activity and Cytotoxicity of an Epoxy Resin-Based Endodontic Sealer Containing Nanoparticles Amorphous Calcium Phosphate. *International Journal of Dentistry*. 2023;2023:1-8.
 179. Nazir MA. Prevalence of periodontal disease, its association with systemic diseases and prevention. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2017;11(2):72-80.
 180. Wei Y, Deng Y, Ma S, Ran M, Jia Y, Meng J, et al. Local drug delivery systems as therapeutic strategies against periodontitis: A systematic review. *J Control Release*. 2021;333:269-82.
 181. H.R R, Dhamecha D, Jagwani S, Rao M, Jadhav K, Shaikh S, et al. Local drug delivery systems in the management of periodontitis: A scientific review. *Journal of Controlled Release*. 2019;307:393-409.
 182. Şenel S, Özdoğan AI, Akca G. Current status and future of delivery systems for prevention and treatment of infections in the oral cavity. *Drug Delivery and Translational Research*. 2021;11(4):1703-34.
 183. Joshi D, Garg T, Goyal AK, Rath G. Advanced drug delivery approaches against periodontitis. *Drug Delivery*. 2016;23(2):363-77.
 184. Bako J, Toth F, Gall J, Kovacs R, Csík A, Varga I, et al. Combined Release of Antiseptic and Antibiotic Drugs from Visible Light Polymerized Biodegradable Nanocomposite Hydrogels for Periodontitis Treatment. *Pharmaceutics*. 2022;14(5).
 185. Yıldırım Y, İnce İ, Gümüştaş B, Vardar Ö, Yakar N, Munjaković H, et al. Development of doxycycline and atorvastatin-loaded chitosan nanoparticles for local delivery in periodontal disease. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. 2023;82:104322.
 186. Steckiewicz KP, Cieciorński P, Barcińska E, Jaśkiewicz M, Narajczyk M, Bauer M, et al. Silver Nanoparticles as Chlorhexidine and Metronidazole Drug Delivery Platforms: Their Potential Use in Treating Periodontitis. *Int J Nanomedicine*. 2022;17:495-517.
 187. Tong F, Wang P, Chen Z, Liu Y, Wang L, Guo J, et al. Combined Ferromagnetic Nanoparticles for Effective Periodontal Biofilm Eradication in Rat Model. *International Journal of Nanomedicine*. 2023;Volume 18:2371-88.
 188. Constantin M, Lupei M, Bucatariu SM, Pelin IM, Doroftei F, Ichim DL, et al. PVA/Chitosan Thin Films Containing Silver Nanoparticles and Ibuprofen for the Treatment of Periodontal Disease. *Polymers (Basel)*. 2022;15(1).
 189. Bai B, Gu C, Lu X, Ge X, Yang J, Wang C, et al. Polydopamine functionalized mesoporous silica as ROS-sensitive drug delivery vehicles for periodontitis treatment by modulating macrophage polarization. *Nano Research*. 2021;14(12):4577-83.

190. Cao B, Da X, Wu W, Xie J, Li X, Wang X, et al. Multifunctional human serum albumin-crosslinked and self-assembling nanoparticles for therapy of periodontitis by anti-oxidation, anti-inflammation and osteogenesis. *Materials Today Bio.* 2024;28:101163.
191. Parmar R, Salman M M, Chauhan P. Fabrication of cefixime nanoparticles loaded films and their ex vivo antimicrobial effect on periodontitis patient's saliva. *Pharmaceutical Nanotechnology.* 2021;9(5):361-71.
192. Pereira A, de Souza Lima ML, da Silva-Junior AA, Dos Santos Silva E, de Araújo Júnior RF, Martins AA, et al. In vitro-in vivo availability of metformin hydrochloride-PLGA nanoparticles in diabetic rats in a periodontal disease experimental model. *Pharm Biol.* 2021;59(1):1576-84.
193. Sahu SA, Panda S, Das AC, Mishra L, Rath S, Sokolowski K, et al. Efficacy of Sub-Gingivally Delivered Propolis Nanoparticle in Non-Surgical Management of Periodontal Pocket: A Randomized Clinical Trial. *Biomolecules.* 2023;13(11):1576.
194. Kadam P, Mahale S, Sonar P, Chaudhari D, Shimpi S, Kathurwar A. Efficacy of silver nanoparticles in chronic periodontitis patients: a clinico-microbiological study. *Iberoamerican Journal of Medicine.* 2020;2(3):142-7.
195. Tsamesidis I, Gkiliopoulos D, Pouroutzidou GK, Lymperaki E, Papoulia C, Reybier K, et al. Effect of Artemisinin-Loaded Mesoporous Cerium-Doped Calcium Silicate Nanopowder on Cell Proliferation of Human Periodontal Ligament Fibroblasts. *Nanomaterials (Basel).* 2021;11(9).
196. Gao P, Li G, Wang Z, Zhang H, Shan Y, Yuan X, et al. Protease-Loaded CuS Nanoparticles with Synergistic Photothermal/Dynamic Therapy against *F. nucleatum*-Induced Periodontitis. *ACS Appl Mater Interfaces.* 2023;15(27):32215-25.
197. Zong C, Bronckaers A, Willems G, He H, Cadenas De Llano-Pérula M. Nanomaterials for Periodontal Tissue Regeneration: Progress, Challenges and Future Perspectives. *Journal of Functional Biomaterials.* 2023;14(6):290.
198. Hollý D, Klein M, Mazreku M, Zamborský R, Polák Š, Danišovič L, et al. Stem Cells and Their Derivatives—Implications for Alveolar Bone Regeneration: A Comprehensive Review. *International Journal of Molecular Sciences.* 2021;22(21):11746.
199. Huck O, Stutz C, Gegout P-Y, Özçelik H, Benkirane-Jessel N, Petit C, et al. Nanomedicine and Periodontal Regenerative Treatment. *Dental Clinics of North America.* 2022;66(1):131-55.
200. Takallu S, Kakian F, Bazargani A, Khorshidi H, Mirzaei E. Development of antibacterial collagen membranes with optimal silver nanoparticle content for periodontal regeneration. *Sci Rep.* 2024;14(1):7262.
201. Ren S, Zhou Y, Zheng K, Xu X, Yang J, Wang X, et al. Cerium oxide nanoparticles loaded nanofibrous membranes promote bone regeneration for periodontal tissue engineering. *Bioact Mater.* 2022;7:242-53.
202. Shaikh MS, Zafar MS, Alnazzawi A, Javed F. Nanocrystalline hydroxyapatite in regeneration of periodontal intrabony defects: A systematic review and meta-analysis. *Ann Anat.* 2022;240:151877.
203. Tamburaci S, Tihminlioglu F. Development of Si doped nano hydroxyapatite reinforced bilayer chitosan nanocomposite barrier membranes for guided bone regeneration. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2021;128:112298.
204. Vani TMS, Paramashivaiah R, Prabhujji MLV, Peeran SW, Fageeh H, Tasleem R, et al. Regeneration of Intrabony Defects with Nano Hydroxyapatite Graft, Derived from Eggshell along with Periosteum as Barrier Membrane under Magnification—An Interventional Study. *Applied Sciences.* 2023;13(3):1693.
205. Huang B, Chen M, Tian J, Zhang Y, Dai Z, Li J, et al. Oxygen-Carrying and Antibacterial Fluorinated Nano-Hydroxyapatite Incorporated Hydrogels for Enhanced Bone Regeneration. *Adv Healthc Mater.* 2022;11(12):e2102540.
206. Wei L, Feng X, Chen A, Zhang Y, Wang J, Shao L. Application of dental nanomaterials: potential toxicity to the central nervous system. *International Journal of Nanomedicine.* 2015:3547.
207. Wang J, Wang L, Fan Y. Adverse Biological Effect of TiO₂ and Hydroxyapatite Nanopartic-

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

- les Used in Bone Repair and Replacement. International Journal of Molecular Sciences. 2016;17(6):798.
208. Karunakaran H, Krithikadatta J, Doble M. Local and systemic adverse effects of nanoparticles incorporated in dental materials- a critical review. The Saudi Dental Journal. 2024;36(1):158-67.
209. Mohammadpour R, Cheney DL, Grunberger JW, Yazdimamaghani M, Jedrzkiewicz J, Isaacson KJ, et al. One-year chronic toxicity evaluation of single dose intravenously administered silica nanoparticles in mice and their Ex vivo human hemocompatibility. J Control Release. 2020;324:471-81.
210. Ullah A, Al-Saeed FA, Abdulllah AM, Ahmed AE, Shahzad A, Amjad N, et al. Calcium nanoparticles induce oxidative stress in erythrocytes, neurotoxicity and testicular toxicity in albino rats (*Rattus norvegicus*). Pak Vet J. 2023;43(2):241-7.
211. Bengalli R, Colantuoni A, Perelshtein I, Gedanken A, Collini M, Mantecca P, et al. In vitro skin toxicity of CuO and ZnO nanoparticles: Application in the safety assessment of antimicrobial coated textiles. NanoImpact. 2021;21:100282.
212. Ab Rahman A, Abdul Hamid UZ, Chin T. Emerging Technologies with Disruptive Effects: A Review. PERINTIS eJournal. 2017;7:111-28.



BÖLÜM 3

DİJİTAL ÖLÇÜ TEKNOLOJİLERİ İÇİNDE FOTOGRAMETRİNİN YERİ VE ÖNEMİ

Büşra TOSUN¹
Betül Sena ACAR²

FOTOGRAMETRİ TEKNİĞİ

Fotogrametri, fotoğrafik görüntülerdeki referans noktalar aracılığıyla nesnelerin geometrik özelliklerini ve uzaysal konumlarını belirleyen matematiksel bir tekniktir. Aynı nesnenin farklı açılardan çekilen çoklu görüntülerinde tekrarlanan noktaları tanımlayarak, nesnenin konumu, şekli, hareketi ve deformasyonu hakkında bilgi toplanmasını sağlar. Bu süreçte, iki boyutlu fotoğraflardan elde edilen veriler, üç boyutlu (3D) koordinatlara dönüştürülerek nesnelerin daha hassas bir şekilde modellenmesi mümkün hale gelir. Fotogrametrinin en önemli özelliklerinden biri, nesnelere fiziksel temas gerektirmeden doğrudan ölçüm yapabilme yeteneğidir. Bu özelliği sayesinde haritacılık, inşaat mühendisliği, uçak mühendisliği, endüstriyel üretim, olay yeri incelemeleri ve tıp gibi birçok farklı bilimsel ve teknik alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle tıpta radyoloji, cerrahi ve rehabilitasyon gibi alanlarda fotogrametrik tekniklerden faydalanılırken, biyolojik örneklerin büyüme süreçlerinin değerlendirilmesi gibi kültürel ve bilimsel çalışmalarda da önemli bir rol oynamaktadır. Gelişen dijital teknolojilerle birlikte fotogrametri, modern ölçüm ve analiz yöntemlerinin temel unsurlarından biri haline gelmiştir (1-3).

FOTOGRAMETRİ TEKNİĞİNİN TARİHÇESİ VE DIŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANIM ALANLARI

Fotogrametri, 19. yüzyılın ortalarına kadar tıp uygulamalarında kullanılan bir yöntem olarak varlığını sürdürmüştür. Ancak, zamanla farklı teknolojilerin gelişmesiyle kullanım alanı daralmış ve bir süre geri planda kalmıştır. Son yıllarda,

¹ Doç. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., dtbusra86@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0003-3145-4454

² Dt., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., acarbetulsena@gmail.com, ORCID iD: 0009-0009-6215-3030

klirik handikabı ortadan kaldırması, fotogrametriyi modern dijital diş hekimliğinin önemli bileşenlerinden biri hâline getirmiştir.

Stereofotogrametri temelli sistemler, özellikle tam ark ve çoklu implant vakalarında, implantlar arası mesafe ve açısal ilişkilerin doğru şekilde kaydedilmesini sağlayarak pasif uyumlu restorasyonların elde edilmesine katkı sunmaktadır. Bu sistemlerin dijital üretim süreçleriyle entegre edilmesi, CAD/CAM tabanlı iş akışlarını optimize ederek klinik süreyi kısaltmakta ve immediyat yükleme gibi hassas protokollerin daha öngörülebilir biçimde uygulanmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, fotogrametri teknolojisinin yumuşak dokuları doğrudan kaydedememesi ve ek bir dijital ya da konvansiyonel ölçü ihtiyacı doğurması, mevcut sınırlılıkları arasında yer almaktadır. Ayrıca sabit parsiyel protezlerde ve sınırlı dişsizlik vakalarında kullanımına ilişkin bilimsel kanıtların halen kısıtlı olması, bu alanda ileri klinik ve deneysel çalışmalara olan gereksinimi ortaya koymaktadır. Fotogrametri, ağız içi tarayıcılar ve konvansiyonel ölçü teknikleriyle karşılaştırılabilir olarak değerlendirildiği uzun dönemli in vivo çalışmalar sayesinde, gerçek klinik potansiyelini daha net biçimde ortaya koyabilecektir.

Sonuç olarak, fotogrametri; implant destekli rehabilitasyonlarda yüksek hassasiyet, hasta konforu ve dijital iş akışı avantajları sunan ileri bir ölçüm teknolojisi olarak değerlendirilebilir. Doğru endikasyonlarda ve uygun dijital sistemlerle entegre biçimde kullanıldığında, geleneksel ölçü yöntemlerine güçlü bir alternatif oluşturmakta ve dijital diş hekimliğinin geleceğinde stratejik bir rol üstlenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Peñarrocha-Oltra D, Agustín-Panadero R, Bagán L, Giménez B, Peñarrocha M. Impression of multiple implants using photogrammetry: description of technique and case presentation. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*. 2014;19(4):e366.
2. Peñarrocha-Oltra D, Agustín-Panadero R, Pradíes G, Gomar-Vercher S, Peñarrocha-Diago M. Maxillary full-arch immediately loaded implant-supported fixed prosthesis designed and produced by photogrammetry and digital printing: a clinical report. *Journal of Prosthodontics on Complex Restorations*. 2016:241-9.
3. Stuanı VT, Ferreira R, Manfredi GG, Cardoso MV, Sant'Ana AC. Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: A proof of concept. *Medical hypotheses*. 2019;128:43-9.
4. Azevedo L, Molinero-Mourelle P, Antonaya-Martín JL, del Río-Highsmith J, Correia A, Gómez-Polo M, editors. Photogrammetry technique for the 3D digital impression of multiple dental implants. ECCOMAS Thematic Conference on Computational Vision and Medical Image Processing; 2019: Springer.
5. Jemt T, Lie A. Accuracy of implant-supported prostheses in the edentulous jaw. Analysis of precision of fit between cast gold-alloy frameworks and master casts by means of a three-dimensional photogrammetric technique. *Clinical oral implants research*. 1995;6(3):172-80.

6. Benic GI, Elmasry M, Hämmerle CH. Novel digital imaging techniques to assess the outcome in oral rehabilitation with dental implants: a narrative review. *Clinical oral implants research*. 2015;26:86-96.
7. Alsharbaty MHM, Alikhasi M, Zarrati S, Shamshiri AR. A clinical comparative study of 3-dimensional accuracy between digital and conventional implant impression techniques. *Journal of Prosthodontics*. 2019;28(4):e902-e8.
8. Saponaro G, Doneddu P, Gasparini G, Staderini E, Boniello R, Todaro M, et al. Custom made onlay implants in peek in maxillofacial surgery: a volumetric study. *Child's Nervous System*. 2020;36(2):385-91.
9. Ma B, Yue X, Sun Y, Peng L, Geng W. Accuracy of photogrammetry, intraoral scanning, and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):636.
10. Pradies G, Ferreiroa A, Özcan M, Giménez B, Martínez-Rus F. Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants. *The Journal of the American Dental Association*. 2014;145(4):338-44.
11. Urbanowski K. On the weak point of the stronger uncertainty relation. *Academia Quantum*. 2025;2(1).
12. Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Oltra D, Gomar-Vercher S, Peñarrocha-Diago M. Stereophotogrammetry for Recording the Position of Multiple Implants: Technical Description. *International Journal of Prosthodontics*. 2015;28(6).
13. Gómez-Polo M, Gómez-Polo C, Del Río J, Ortega R. Stereophotogrammetric impression making for polyoxymethylene, milled immediate partial fixed dental prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018;119(4):506-10.
14. Albayrak B, Sukotjo C, Wee AG, Korkmaz İH, Bayındır F. Three-dimensional accuracy of conventional versus digital complete arch implant impressions. *Journal of Prosthodontics*. 2021;30(2):163-70.
15. Bergin JM, Rubenstein JE, Mancl L, Brudvik JS, Raigrodski AJ. An in vitro comparison of photogrammetric and conventional complete-arch implant impression techniques. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2013;110(4):243-51.
16. Iturrate M, Eguiraun H, Solaberrieta E. Accuracy of digital impressions for implant-supported complete-arch prosthesis, using an auxiliary geometry part—An in vitro study. *Clinical Oral Implants Research*. 2019;30(12):1250-8.
17. Matsuda T, Goto T, Kurahashi K, Kashiwabara T, Ichikawa T. Development of a digital impression procedure using photogrammetry for complete denture fabrication. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2016;19(3):193-202.
18. Vázquez JEG, Valencia CS, Gutiérrez RC, Franco LMLP, Kanan AD. Accuracy of photogrammetric technologies for the scanning of dental models: A systematic review. *Revista Estomatología*. 2022;30(2).
19. Revilla-León M, Att W, Özcan M, Rubenstein J. Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2021;125(3):470-8.
20. Flügge T, van der Meer WJ, Gonzalez BG, Vach K, Wismeijer D, Wang P. The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clinical oral implants research*. 2018;29:374-92.
21. Sallorenzo A, Gómez-Polo M. Comparative study of the accuracy of an implant intraoral scanner and that of a conventional intraoral scanner for complete-arch fixed dental prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2022;128(5):1009-16.

BÖLÜM 4

ZİRKONYA RESTORASYONLARIN İÇERİĞİ MEKANİK VE OPTİK ÖZELLİKLERİ İLE SİNERLEME PROTOKOLLERİ

Elif ÇETİN¹
Sertaç SARIYER²

GİRİŞ

“Seramik” terimi, köken olarak Yunanca *keramos* sözcüğüne dayanmaktadır ve tarihsel olarak pişirilmiş kil veya çanak-çömlek anlamında kullanılmaktadır (1). Diş hekimliği tarihi incelendiğinde, estetik ve fonksiyonel açıdan doğal diş taklit edebilecek materyallerin geliştirilmesi uzun yıllara dayanan bir çabanın sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda, diş hekimliğinin öncüsü olarak gösterilen Pierre Fauchard, 1728 yılında yayımladığı *Le Chirurgien Dentiste, ou Traité des Dents* adlı eserinde porselenin dental uygulamalarda kullanılabileceğini öne sürmüş ve porselenin mine ile dişeti rengini taklit etme potansiyeline dikkat çekmiştir (2, 3). Bilimsel kayıtlarda yer alan ilk kişisel seramik restorasyon örnekleri ise 1837 yılında Murphy’nin tezi ile belgelenmiştir (4). Günümüzde porselen ve seramik materyaller, estetik ve biyoyumluluk avantajları nedeniyle diş hekimliğinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu tarihsel gelişim süreci, modern dental seramiklerin ortaya çıkışına zemin hazırlamış ve güncel araştırmaların temelini oluşturmuştur.

Zirkonya seramikleri, diş hekimliği alanında ilk olarak 1990’lı yılların başında kullanılmaya başlanmıştır. Kırılma direncive mekanik dayanıklılık açısından diğer seramiklerle karşılaştırıldığında üstün özellikler sergilemektedir (5).

¹ Araş. Gör., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., elif.cetin@ksbu.edu.tr, ORCID iD: 0009-0006-8615-5960

² Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., sertac.sariyer@ksbu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2813-2948

DOI: 10.37609/akya.4125.c6542

Sinterleme sıcaklığı ve süresi, zirkonyanın mikroyapısını, translüsensisini ve yüzey özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Uygun şekilde optimize edilen sinterleme protokolleri, hem estetik hem de mekanik performansı artırmaktadır.

Sonuç olarak, zirkonya restorasyonların klinik başarısı; doğru materyal seçimi, uygun sinterleme protokolü ve kontrollü yüzey işlemlerinin birlikte uygulanmasına bağlıdır.

KAYNAKLAR

1. McMillan PW. The crystallisation of glasses. *Journal of Non-Crystalline Solids*. 1982;52(1-3):67-76.
2. Tural Z, Yamaner İŞ, Tuncer E. Dental seramiklerin tarihsel gelişimi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2015;25:157-166.
3. Maloney WJ, Maloney MP. Pierre Fauchard: the father of modern dentistry. *Journal of the Massachusetts Dental Society*. 2009;58(2):28-29.
4. Jones DW. Development of dental ceramics. An historical perspective. *Dental Clinics of North America*. 1985;29(4):621-644.
5. Morgano SM, Brackett SE. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1999;82(6):643-657.
6. Kelly JR. Ceramics in restorative and prosthetic dentistry. *Annual Review of Materials Science*. 1997;27(1):443-468.
7. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips' Science of Dental Materials, Saunders. *St Louis, Mo*. 2003.
8. Babu PJ, Alla RK, Alluri VR, et al. Dental ceramics: Part I—An overview of composition, structure and properties. *Am J Mater Eng Technol*. 2015;3(1):13-18.
9. McLaren EA, Cao PT. Ceramics in dentistry—part I: classes of materials. *Inside Dent*. 2009;5(9):94-103.
10. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, et al. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of Prosthodontics*. 2015;28(3).
11. De Almeida B, de Oliveira KF, Caldas RA. Mechanical and optical properties of feldspathic ceramics and lithium disilicate: literature review. *Rev Bras Odontol*. 2020;77:e1427.
12. Byeon S-M, Song J-J. Mechanical properties and microstructure of the leucite-reinforced glass-ceramics for dental CAD/CAM. *Journal of dental hygiene science*. 2018;18(1):42-49.
13. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian dental journal*. 2011;56:84-96.
14. Powers JM, Wataha JC. *Dental Materials-E-Book: Foundations and Applications*: Elsevier Health Sciences; 2015.
15. Skorulska A, Piszko P, Rybak Z, et al. Review on polymer, ceramic and composite materials for cad/cam indirect restorations in dentistry—Application, mechanical characteristics and comparison. *Materials*. 2021;14(7):1592.
16. Jurado CA, Mourad F, Trevino DAC, et al. Comparison of full and partial coverage crowns with CAD/CAM leucite reinforced ceramic blocks on fracture resistance and fractographic analysis. *Dental materials journal*. 2022;41(2):295-301.
17. Apel E, Deubener J, Bernard A, et al. Phenomena and mechanisms of crack propagation in glass-ceramics. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2008;1(4):313-325.
18. Warreth A, Elkareimi Y. All-ceramic restorations: A review of the literature. *The Saudi Dental Journal*. 2020;32(8):365-372.
19. Traini T, Sinjari B, Pascetta R, et al. The zirconia-reinforced lithium silicate ceramic: lights and

- shadows of a new material. *Dental materials journal*. 2016;35(5):748-755.
20. Ünsal DM, Akgüngör G. Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat Cam Seramikler Zirconia Reinforced Lithium Silicate Glass Ceramics.
 21. Denry I, Holloway JA. Ceramics for dental applications: a review. *Materials*. 2010;3(1):351-368.
 22. Sanad AG, Mohsen CA, Mohamed ME. Effect of Different Veneering Techniques on Mechanical Properties and Translucency of Zirconia Framework-veneer Ceramic Crowns. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2025;26(3):294-302.
 23. Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1996;75(1):18-32.
 24. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dental Clinics*. 2004;48(2):513-530.
 25. Willmann G. Ceramic femoral head retrieval data. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 2000;379:22-28.
 26. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*. 1999;20(1):1-25.
 27. Ban S. Reliability and properties of core materials for all-ceramic dental restorations. *Japanese Dental Science Review*. 2008;44(1):3-21.
 28. Petrini M, Ferrante M, Su B. Fabrication and characterization of biomimetic ceramic/polymer composite materials for dental restoration. *Dental materials*. 2013;29(4):375-381.
 29. Mörmann WH, Stawarczyk B, Ender A, et al. Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials: two-body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2013;20:113-125.
 30. El Zhawi H, Kaizer MR, Chughtai A, et al. Polymer infiltrated ceramic network structures for resistance to fatigue fracture and wear. *Dental materials*. 2016;32(11):1352-1361.
 31. Sevmez H, BANKOĞLU GÜNGÖR M, Yılmaz H. Rezin Matriks Seramikler. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*. 2019;25(3).
 32. Bapat RA, Yang HJ, Chaubal TV, et al. Review on synthesis, properties and multifarious therapeutic applications of nanostructured zirconia in dentistry. *RSC advances*. 2022;12(20):12773-12793.
 33. Saridag S, Tak O, Alniacik G. Basic properties and types of zirconia: An overview. *World Journal of Stomatology*. 2013;2(3):40-47.
 34. Kontonasaki E, Rigos AE, Iliá C, et al. Monolithic zirconia: an update to current knowledge. Optical properties, wear, and clinical performance. *Dentistry Journal*. 2019;7(3):90.
 35. Al-Qahtani AS, Tulbah HI, Binhasan M, et al. Surface properties of polymer resins fabricated with subtractive and additive manufacturing techniques. *Polymers*. 2021;13(23):4077.
 36. Ban S. Classification and properties of dental zirconia as implant fixtures and superstructures. *Materials*. 2021;14(17):4879.
 37. Guazzato M, Quach L, Albakry M, et al. Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of Y-TZP dental ceramic. *Journal of dentistry*. 2005;33(1):9-18.
 38. Leib EW, Vainio U, Pasquarelli RM, et al. Synthesis and thermal stability of zirconia and yttria-stabilized zirconia microspheres. *J Colloid Interface Sci*. 2015;448:582-592.
 39. Arcila LVC, Ramos NC, Campos TMB, et al. Mechanical behavior and microstructural characterization of different zirconia polycrystals in different thicknesses. *J Adv Prosthodont*. 2021;13(6):385-395.
 40. Ban S. Classification and Properties of Dental Zirconia as Implant Fixtures and Superstructures. *Materials (Basel)*. 2021;14(17).
 41. Cho YE, Lim YJ, Han JS, et al. Effect of Yttria Content on the Translucency and Masking Ability of Yttria-Stabilized Tetragonal Zirconia Polycrystal. *Materials (Basel)*. 2020;13(21).
 42. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, et al. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. *Dental materials*. 2004;20(5):441-448.
 43. Park S-W, Driscoll CF, Romberg EE, et al. Ceramic implant abutments: Cutting efficiency and resultant surface finish by diamond rotary cutting instruments. *The Journal of prosthetic den-*

- tistry. 2006;95(6):444-449.
44. Zhang Y, Lee JJ-W, Srikanth R, et al. Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. *Dental materials*. 2013;29(12):1201-1208.
 45. Raigrodski AJ, Hillstead MB, Meng GK, et al. Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: a systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2012;107(3):170-177.
 46. Aboushelib MN, De Jager N, Kleverlaan CJ, et al. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. *Dental materials*. 2005;21(10):984-991.
 47. Friedlander LD, Munoz CA, Goodacre CI, et al. The effect of tooth preparation design on the breaking strength of Dicor crowns: Part 1. *International Journal of Prosthodontics*. 1990;3(2).
 48. Bächle M, Butz F, Hübner U, et al. Behavior of CAL72 osteoblast-like cells cultured on zirconia ceramics with different surface topographies. *Clinical oral implants research*. 2007;18(1):53-59.
 49. Yildirim M, Fischer H, Marx R, et al. In vivo fracture resistance of implant-supported all-ceramic restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2003;90(4):325-331.
 50. Mitsias ME, Silva NR, Pines M, et al. Reliability and fatigue damage modes of zirconia and titanium abutments. *International Journal of Prosthodontics*. 2010;23(1).
 51. Moon IS, Berglundh T, Abrahamsson I, et al. The barrier between the keratinized mucosa and the dental implant: An experimental study in the dog. *Journal of clinical periodontology*. 1999;26(10):658-663.
 52. Park JI, Lee Y, Lee JH, et al. Comparison of fracture resistance and fit accuracy of customized zirconia abutments with prefabricated zirconia abutments in internal hexagonal implants. *Clinical implant dentistry and related research*. 2013;15(5):769-778.
 53. Bressan E, Paniz G, Lops D, et al. Influence of abutment material on the gingival color of implant-supported all-ceramic restorations: a prospective multicenter study. *Clinical oral implants research*. 2011;22(6):631-637.
 54. Zafiroopoulos G-G, Rebbe J, Thielen U, et al. Zirconia removable telescopic dentures retained on teeth or implants for maxilla rehabilitation. Three-year observation of three cases. *Journal of Oral Implantology*. 2010;36(6):455-465.
 55. Paul SJ, Werder P. Clinical success of zirconium oxide posts with resin composite or glass-ceramic cores in endodontically treated teeth: a 4-year retrospective study. *International Journal of Prosthodontics*. 2004;17(5).
 56. Witkowski S. High-tech bioceramics—history present state. *QJDT*. 2008;6(1):8-18.
 57. So K. All-ceramic posts and cores: the state of the art. *Quintessence int*. 1999;30:383-392.
 58. Özkurt Z, Iseri U, Kazazoglu E. Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. *Dental materials journal*. 2010;29(3):233-245.
 59. Dérand P, Derand T. Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics. *International Journal of Prosthodontics*. 2000;13(2).
 60. Stappert CF, Guess PC, Chitmongkolsuk S, et al. All-ceramic partial coverage restorations on natural molars. Masticatory fatigue loading and fracture resistance. *American Journal of Dentistry*. 2007;20(1):21.
 61. Keith O, Kusy RP, Whitley JQ. Zirconia brackets: an evaluation of morphology and coefficients of friction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1994;106(6):605-614.
 62. Springate S, Winchester L. An evaluation of zirconium oxide brackets: a preliminary laboratory and clinical report. *British journal of orthodontics*. 1991;18(3):203-209.
 63. Lee DY, Kim D-J, Cho D-H. Low-temperature phase stability and mechanical properties of Y₂O₃- and Nb₂O₅-co-doped tetragonal zirconia polycrystal ceramics. *Journal of materials science letters*. 1998;17(3):185-187.
 64. Wong ACH, Tian T, Tsoi JKH, et al. Aspects of adhesion tests on resin-glass ceramic bonding. *Dental materials*. 2017;33(9):1045-1055.
 65. Vargas MA, Bergeron C, Diaz-Arnold A. Cementing all-ceramic restorations: recommendati-

- ons for success. *The Journal of the American Dental Association*. 2011;142:20S-24S.
66. Uludamar A, Akalin B, Ozkan YK. Zirkonyum esaslı tam seramik restorasyonlarda simantasyon öncesi yüzey hazırlıkları. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2011;14(2):140-153.
 67. Addison O, Cao X, Sunnar P, et al. Machining variability impacts on the strength of a 'chair-side' CAD-CAM ceramic. *Dental materials*. 2012;28(8):880-887.
 68. Sevmez H, Güngör MB, Yılmaz H. Tam seramik restorasyonlarda uygulanan yüzey işlemleri. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2018;39(3):148-159.
 69. Bona AD, Anusavice KJ. Microstructure, composition, and etching topography of dental ceramics. *International Journal of Prosthodontics*. 2002;15(2).
 70. Moravej-Salehi E, Moravej-Salehi E, Valian A. Surface topography and bond strengths of feldspathic porcelain prepared using various sandblasting pressures. *Journal of investigative and clinical dentistry*. 2016;7(4):347-354.
 71. Tzanakakis E-GC, Tzoutzas IG, Koidis PT. Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2016;115(1):9-19.
 72. Asadzadeh N, Ghorbanian F, Ahrary F, et al. Bond strength of resin cement and glass ionomer to Nd: YAG laser-treated zirconia ceramics. *Journal of Prosthodontics*. 2019;28(4):e881-e885.
 73. Geramipanah F, Majidpour M, Sadighpour L, et al. Effect of artificial saliva and pH on shear bond strength of resin cements to zirconia-based ceramic. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*. 2013;21(1):5-8.
 74. Wang H, Aboushelib MN, Feilzer AJ. Strength influencing variables on CAD/CAM zirconia frameworks. *Dental materials*. 2008;24(5):633-638.
 75. Cardelli P, Manobianco FP, Serafini N, et al. Full-arch, implant-supported monolithic zirconia rehabilitations: pilot clinical evaluation of wear against natural or composite teeth. *Journal of Prosthodontics on Complex Restorations*. 2016:250-255.
 76. Venezia P, Torsello F, Cavalcanti R, et al. Retrospective analysis of 26 complete-arch implant-supported monolithic zirconia prostheses with feldspathic porcelain veneering limited to the facial surface. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2015;114(4):506-512.
 77. Preis V, Schmalzbauer M, Bougeard D, et al. Surface properties of monolithic zirconia after dental adjustment treatments and in vitro wear simulation. *Journal of dentistry*. 2015;43(1):133-139.
 78. Johansson C, Kmet G, Rivera J, et al. Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns made of high translucent yttrium oxide-stabilized zirconium dioxide compared to porcelain-veneered crowns and lithium disilicate crowns. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2014;72(2):145-153.
 79. Nakamura K. Mechanical and microstructural properties of monolithic zirconia 2015.
 80. Millen C, Bhatia K, Ibbetson PR. Laboratory aspects of zirconia restorations. *Dental Update*. 2012;39(5):342-357.
 81. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, et al. Current status of zirconia restoration. *Journal of prosthodontic research*. 2013;57(4):236-261.
 82. Della Bona A, Pecho OE, Alessandretti R. Zirconia as a dental biomaterial. *Materials*. 2015;8(8):4978-4991.
 83. Wang R-R, Lu C-L, Wang G, et al. Influence of cyclic loading on the fracture toughness and load bearing capacities of all-ceramic crowns. *International journal of oral science*. 2014;6(2):99-104.
 84. Chevalier J, Deville S, Münch E, et al. Critical effect of cubic phase on aging in 3 mol% yttria-stabilized zirconia ceramics for hip replacement prosthesis. *Biomaterials*. 2004;25(24):5539-5545.
 85. Ahmed WM, Troczynski T, McCullagh AP, et al. The influence of altering sintering protocols on the optical and mechanical properties of zirconia: A review. *Journal of esthetic and restorative dentistry*. 2019;31(5):423-430.
 86. Pekkan K. Effect of sintering regimes and thickness on optical properties of zirconia ceramics for dental applications. *International Journal of Applied Ceramic Technology*. 2021;18(4):1354-1364.

87. O'Brien WJ. Dental materials and their selection: Quintessence Chicago; 2002.
88. Öztürk C, Can G. Effect of sintering parameters on the mechanical properties of monolithic zirconia. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. 2019;13(4):247.
89. Kim H-K, Kim S-H, Lee J-B, et al. Effect of the amount of thickness reduction on color and translucency of dental monolithic zirconia ceramics. *The journal of advanced prosthodontics*. 2016;8(1):37-42.
90. Kolakarnprasert N, Kaizer MR, Kim DK, et al. New multi-layered zirconias: Composition, microstructure and translucency. *Dental materials*. 2019;35(5):797-806.
91. Auzani ML, Dapieve KS, Zucuni CP, et al. Influence of shading technique on mechanical fatigue performance and optical properties of a 4Y-TZP ceramic for monolithic restorations. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2020;102:103457.
92. Kim H-K, Kim S-H. Optical properties of pre-colored dental monolithic zirconia ceramics. *Journal of dentistry*. 2016;55:75-81.
93. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Donovan TE, et al. The effect of staining and vacuum sintering on optical and mechanical properties of partially and fully stabilized monolithic zirconia. *Dental materials journal*. 2015;34(5):605-610.
94. Yu N-K, Park M-G. Effect of different coloring liquids on the flexural strength of multilayered zirconia. *The journal of advanced prosthodontics*. 2019;11(4):209-214.
95. Tabatabaian F. Color aspect of monolithic zirconia restorations: a review of the literature. *Journal of Prosthodontics*. 2019;28(3):276-287.
96. Botelho MG, Dangay S, Shih K, et al. The effect of surface treatments on dental zirconia: An analysis of biaxial flexural strength, surface roughness and phase transformation. *Journal of dentistry*. 2018;75:65-73.
97. Liu X, Aarts JM, Ma S, et al. The influence of polishing on the mechanical properties of zirconia—a systematic review. *Oral*. 2023;3(1):101-122.
98. Yin R, Lee M-H, Bae T-S, et al. Effect of finishing condition on fracture strength of monolithic zirconia crowns. *Dental materials journal*. 2019;38(2):203-210.
99. Goo C, Yap A, Tan K, et al. Effect of polishing systems on surface roughness and topography of monolithic zirconia. *Operative dentistry*. 2016;41(4):417-423.
100. Uo M, Sjoren G, Sundh A, et al. Cytotoxicity and bonding property of dental ceramics. *Dental materials*. 2003;19(6):487-492.
101. Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. *Dental materials*. 1998;14(1):64-71.
102. Ladha K, Verma M. Conventional and contemporary luting cements: an overview. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2010;10(2):79-88.
103. Söderholm K-JM, Mondragon E, Garcea I. Use of zinc phosphate cement as a luting agent for Denzir™ copings: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2003;3(1):1.
104. Kurata S, Umemoto K. Effect of aluminoborate whiskers on mechanical properties of polycarboxylate cements. *Dental materials journal*. 2008;27(4):561-564.
105. Yamazaki A, Hibino Y, Honda M, et al. Effect of water on shear strength of glass ionomer cements for luting. *Dental materials journal*. 2007;26(5):708-712.
106. Lüthy H, Loeffel O, Hammerle CH. Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic. *Dental materials*. 2006;22(2):195-200.
107. Palacios RP, Johnson GH, Phillips KM, et al. Retention of zirconium oxide ceramic crowns with three types of cement. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2006;96(2):104-114.
108. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2003;89(3):268-274.
109. Oyagüe RC, Monticelli F, Toledano M, et al. Effect of water aging on microtensile bond strength of dual-cured resin cements to pre-treated sintered zirconium-oxide ceramics. *Dental materials*. 2009;25(3):392-399.
110. <http://www.dentalzirconiablank.com/sale-7615360- gingival-zirconia-coloring-liquid-3-bott>

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

- le-for-dyeingstaniing-zirconia.html.
111. <https://lmtmag.com/products/incoris-tm-tzi>
112. https://www.kulzer.com/int2/int/dental_technician/products_a_to_z/dima_3/dima_mill_zirconia_ml.aspx.
113. <https://www.protecidental.com/product/bruxzirrestorations>

BÖLÜM 5

LAMİNATE VENEER RESTORASYONLARDA TEMEL KAVRAMLAR, ENDİKASYONLAR VE ESTETİK PLANLAMA

Mehmet KARAKUZU¹

GİRİŞ

Güncel diş hekimliğinde diş dokusunda meydana gelen estetik ve fonksiyonel eksiklikler, farklı restoratif yaklaşımlar ile giderilebilmektedir. Uzun yıllar boyunca tam kron restorasyonları güvenilir bir tedavi seçeneği olarak kabul edilmiş olsa da, preparasyon sırasında sağlam diş dokusunun da kaldırılmasını gerektirmesi bu yaklaşımın önemli dezavantajları arasında yer almaktadır (1). Adeziv diş hekimliğindeki gelişmelerle birlikte, diş dokusunun mümkün olduğunca korunmasını hedefleyen minimal invaziv restoratif yöntemler ön plana çıkmıştır. Lamine veneer, bölümlü veneer, inley, onley ve overley gibi parsiyel restorasyonlar, minimum preparasyon gereksinimleri sayesinde sağlıklı diş dokusunun korunmasına olanak tanıdığı için klinik uygulamalarda daha sık tercih edilmeye başlanmıştır (2).

Özellikle anterior bölgeyi ilgilendiren estetik beklentilerin karşılanmasında lamine veneer restorasyonlar önemli bir yer tutmaktadır. Lamine veneerler, dişlerin lokal veya genel estetik kusurlarını, içsel renklenmelerini ve yüzey defektlerini düzeltmek amacıyla uygulanan, ince yapılı restorasyonlardır. Porselen lamine veneerler; estetik açıdan yeniden şekillendirilmesi gereken dişlerin fasiyal, insizal ve kısmen proksimal yüzeylerini kapsayan, adeziv sistemler yardımıyla dişe bağlanan seramik restorasyonlar olarak prostodonti akademisi tarafından tanımlanmaktadır (3, 4).

Lamine veneer restorasyonları, diş renklenmeleri, mine defektleri, diastemalı ve aşınmış anterior dişlerin tedavisinde az miktarda diş dokusu kaldırılarak uygulanabilen; estetik, biyouyumlu ve gingival dokular açısından düşük irritasyon riski taşıyan konservatif bir tedavi seçeneği olarak öne çıkmaktadır (5). Diş doku-

¹ Dt., Okan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi,
dt.mhmtkrkz@gmail.com, ORCID iD: 0009-0008-8452-3736

DOI: 10.37609/akya.4125.c6543

KAYNAKLAR

1. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;87(5):503-9. doi:10.1067/mpr.2002.123849
2. Van Meerbeek B, Vanherle G, Lambrechts P, et al. Dentin-and enamel-bonding agents. *Current opinion in dentistry*. 1992;2:117-27.
3. Prosthodontics Ao. *The glossary of prosthodontic terms*: Mosby; 1999.
4. Ferro KJ, Morgano SM, Driscoll CE, et al. *The glossary of prosthodontic terms*. 2017. doi:10.1016/j.prosdent.2016.12.001
5. Gür DE, Kesim B. Porselen laminate veneerler. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2004;7(1):72-9.
6. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, et al. *Fundamentals of fixed prosthodontics*: Quintessence Publishing Company Chicago, IL, USA; 1997.
7. Thaj B, Joseph A, Ramanarayanan V, et al. Fracture resistance of two preparation designs on anterior laminate veneers: a systematic review and meta-analysis. *World Journal of Dentistry*. 2022;13(6):666-76. doi: 10.5005/jp-journals-10015-2100
8. Freedman GA, McLaughlin G. *Color atlas of porcelain laminate veneers*. 1990.
9. Small B. Porcelain laminate veneers: Part I. *General dentistry*. 1998;46(2):154-7.
10. Aschheim KW. *Esthetic dentistry: a clinical approach to techniques and materials*: Elsevier Health Sciences; 2014.
11. Belser UC, Macne P, Macne M. Ceramic laminate veneers: continuous evolution of indications. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 1997;9(4):197-207. doi:10.1111/j.1708-8240.1997.tb00331.x
12. Rufenacht C, Berger R, Lee R, et al. *Porcelain veneers: an esthetic therapeutic alternative, fundamentalis of esthetics*. Tokyo: Quintessence publishing co; 1992.
13. Magne P, Belser UC. *Biomimetische Restaurative Zahnheilkunde*: Quintessenz Verlag; 2023.
14. Wei S, Tang E. Laminate veneers for the aesthetic restoration of anterior teeth. *Annals of the Royal Australasian College of Dental Surgeons*. 1989;10:148-59.
15. Aristidis GA. Etched porcelain veneer restoration of a primary tooth: A clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2000;83(5):504-7. doi: 10.1016/S0022-3913(00)70004-7
16. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian Dental Journal*. 2011;56:84-96. doi:10.1111/j.1834-7819.2010.01330.x
17. Alothman Y, Bamasoud MS. The success of dental veneers according to preparation design and material type. *Open access Macedonian journal of medical sciences*. 2018;6(12):2402. doi:10.3889/oamjms.2018.424
18. Shetty N, Dandakeri S, Dandakeri S. 'Porcelain Veneers, a Smile Make Over': A Short Review. *Journal of Orofacial Research*. 2013;3(3):186-90.
19. Jurado C, Watanabe H, Tinoco JV, et al. A conservative approach to ceramic veneers: A case report. *Operative dentistry*. 2020;45(3):229-34. doi:10.2341/19-037-T
20. Burke FT. Survival rates for porcelain laminate veneers with special reference to the effect of preparation in dentin: a literature review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2012;24(4):257-65. doi:10.1111/j.1708-8240.2012.00519.x
21. Yüksel Ddg, Çekiç Ddc, Özkan Ddp. Metal desteksiz porselen sistemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2000;2000(2).
22. Höland W, Rheinberger V, Apel E, et al. Principles and phenomena of bioengineering with glass-ceramics for dental restoration. *Journal of the European Ceramic Society*. 2007;27(2-3):1521-6. doi:10.1016/j.jeurceramsoc.2006.06.007
23. Korkut B, Yanikoğlu F, Günday M. Direct composite laminate veneers: three case reports. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. 2013;7(2):105. doi:10.5681/joddd.2013.019

24. Ölmez A, Kisbet S. Kompozit rezin restorasyonlarda bitirme ve polisaj işlemlerindeki yeni gelişmeler. *Acta Odontologica Turcica*. 2012;30(2):115-22.
25. Lewis MW, Braxton AD, Wasson W. Prefabricated composite veneers: A conservative solution for the aesthetic zone. *Dentistry Today*. 2015;34(8).
26. da Silva TM, Salvia ACRD, de Carvalho RF, et al. Polishing for glass ceramics: which protocol? *Journal of Prosthodontic Research*. 2014;58(3):160-70. doi:10.1016/j.jpor.2014.02.001
27. Kemaloglu H, Karacolak G, Turkun LS. Can reduced-step polishers be as effective as multiple-step polishers in enhancing surface smoothness? *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2017;29(1):31-40. doi:10.1111/jerd.12257
28. Lerner H, Nagy K, Pranno N, et al. Trueness and precision of 3D-printed versus milled monolithic zirconia crowns: An in vitro study. *Journal of Dentistry*. 2021;113:103792. doi:10.1016/j.jdent.2021.103792
29. Daghery A. Color stability, gloss retention, and surface roughness of 3D-printed versus indirect prefabricated veneers. *Journal of Functional Biomaterials*. 2023;14(10):492. doi:10.3390/jfb14100492
30. Nam NE, Shin SH, Lim JH, et al. Accuracy of implant position reproduction according to exposed length of the scan body during optical scanning: An in vitro study. *Applied Sciences*. 2021;11(4):1689. doi:10.3390/app11041689
31. Gürel G, Gürel G. *The science and art of porcelain laminate veneers*: Quintessence London; 2003.
32. Dumfahrt H, Schäffer H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part II--Clinical results. *The International Journal of Prosthodontics*. 2000;13(1).
33. Goldstein RE, Chu SJ, Lee EA, et al. *Ronald E. Goldstein's Esthetics in Dentistry*: John Wiley & Sons; 2018.
34. Veneziani M. Ceramic laminate veneers: clinical procedures with a multidisciplinary approach. *International Journal of Esthetic Dentistry*. 2017;12(4):426-48.
35. De Angelis F, D'Arcangelo C, Angelozzi R, et al. Retrospective clinical evaluation of a no-prep porcelain veneer protocol. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2023;129(1):40-8. doi:10.1016/j.prosdent.2021.12.020
36. Radz GM. Minimum thickness anterior porcelain restorations. *Dental Clinics of North America*. 2011;55(2):353-70. doi:10.1016/j.cden.2011.01.006
37. LeSage B. Establishing a classification system and criteria for veneer preparations. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2013;34(2):104-12.
38. ZARoNe F, LeoNe R, Di Mauro MI, et al. No-preparation ceramic veneers: a systematic review. *Journal of Osseointegration*. 2018;10(1):17-22.
39. Wolfart S, Menzel H, Kern M. Inability to relate tooth forms to face shape and gender. *European Journal of Oral Sciences*. 2004;112(6):471-6. doi:10.1111/j.1600-0722.2004.00160.x
40. Çalikkocaoğlu S. *Dişsiz Hastaların Protetik Tedavisi: Klasik Tam Protezler*: Quintessence; 2010.
41. Doğan AN. DİJİTAL GÜLÜŞ TASARIMI: KULLANILAN SİSTEMLER VE AVANTAJLARI. *Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2020;29(2):138-43.
42. Chu SJ, TAN JHP, Stappert CF, et al. Gingival zenith positions and levels of the maxillary anterior dentition. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2009;21(2):113-20. doi:10.1111/j.1708-8240.2009.00242.x
43. Silva BP, Jiménez-Castellanos E, Stanley K, et al. Layperson's perception of axial midline angulation in asymmetric faces. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2018;30(2):119-25. doi:10.1111/jerd.12361
44. Kozak E, Tuna SH. Dental Orta Hat Simetri-Asimetrisinin Dentofasiyal Estetik Algı Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2022;13(2):263-70.
45. Machado AW. 10 commandments of smile esthetics. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2014;19(4):136-57. doi:10.1590/2176-9451.19.4.136-157.sar
46. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2003;23(5):467-80.

47. Silva ADO, Fabre HSC, Ursi WJS, et al. Anterior upper teeth golden proportion analysis with millimetric templates: an invention developed at Londrina State University. *International Journal of Dentistry*. 2022;2022(1):1520812. doi:10.1155/2022/1520812
48. Al-Kaisy N, Garib BT. Analysis of the golden proportion and width/height ratios of maxillary anterior teeth in Arab and Kurdish populations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018;119(6):981-6. doi:10.1016/j.prosdent.2017.05.012
49. Erkun HF, Güngör MB, Yılmaz H. Porselen laminate veneerler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2016:170-83.
50. Müller HP, Eger T. Gingival phenotypes in young male adults. *Journal of Clinical Periodontology*. 1997;24(1):65-71. doi:10.1111/j.1600-051X.1997.tb01186.x
51. Nomura S, Freitas KMS, Silva PPCd, et al. Evaluation of the attractiveness of different gingival zeniths in smile esthetics. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2018;23(05):47-57. doi:10.1590/2177-6709.23.5.047-057.oar
52. Ahmad I. Anterior dental aesthetics: Dental perspective. *British Dental Journal*. 2005;199(3):135-41. doi:10.1038/sj.bdj.4812603
53. Al-Kaisy N. Measurement of vertical anterior teeth display and lip position at smiling in Kurdish population. Age and gender-based evaluation. *Heliyon*. 2023;9(9):e19465-e. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e19465
54. Bhuvanewaran M. Principles of smile design. *Journal of Conservative Dentistry*. 2010;13(4):225-32. doi:10.4103/0972-0707.73387
55. Fidan S, Fidan M. Diş Hekimliğinde Gülümseme Estetiği. İçinde: Bilgili, N & Bilgili, A(Ed), *Sağlık Bilimlerinde Akademik Araştırma ve Değerlendirmeler*. Özgür Yayınları Ss. 2024:47-63.
56. Basting RT, Trindade R, Flório FM. Comparative study of smile analysis by subjective and computerized methods. *Operative Dentistry*. 2006;31(6):652-9. doi:10.2341/05-146
57. Melo M, Ata-Ali J, Ata-Ali F, et al. Evaluation of the maxillary midline, curve of the upper lip, smile line and tooth shape: a prospective study of 140 Caucasian patients. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):42. doi:10.1186/s12903-020-1020-2
58. Mercado-García J, Rosso P, Gonzalez-García M, et al. Gummy smile: Mercado-Rosso classification system and dynamic restructuring with hyaluronic acid. *Aesthetic Plastic Surgery*. 2021;45(5):2338-49. doi:10.1007/s00266-021-02231-6
59. Sekertzi S. Ortodontik tedavide gülümseme estetiğinin değerlendirilmesi. *Aydın Dental Journal*. 2022;8(2):143-57.

BÖLÜM 6

LAMİNATE VENEER RESTORASYONLARDA KLİNİK UYGULAMA, ÜRETİM VE SİMANTASYON

Mehmet KARAKUZU¹

LAMİNATE VENEER RESTORASYONLARDA DIŞ PREPARASYONUNUN TEMEL AŞAMALARI

Porselen laminate veneer restorasyonları, estetik beklentilerin ön planda olduğu anterior bölgede uygulandığından, dış preparasyonu ayrıntılı bir planlama gerektirir. Bu restorasyonların başarısı; doğru vaka seçimi, minimal invaziv yaklaşım ve adeziv bağlanmanın optimize edilmesine doğrudan bağlıdır. Bu nedenle preparasyon öncesinde tanısal muayene yapılması ve elde edilen wax-up üzerinden hazırlanan silikon indeksler yardımıyla kontrollü bir preparasyon gerçekleştirilmesi önerilmektedir (1).

Lamine veneer preparasyonu sırasında aşağıdaki temel prensiplerin dikkate alınması gerekmektedir:

- Güçlü ve uzun süreli bir adeziv bağlanma sağlanabilmesi için preparasyonun mümkün olduğunca mine dokusu içerisinde sonlandırılması,
- Restorasyon marjinlerinin doğru belirlenebilmesi ve laboratuvar aşamalarında sağlıklı konturlama yapılabilmesi amacıyla preparasyon sınırlarının net olarak oluşturulması,
- Restorasyonun hedeflenen form ve renk özelliklerini sağlayabilmesi için yeterli preparasyon derinliğinin elde edilmesi,
- Pulpaya yakınlığın ve hastanın yaşının değerlendirilerek preparasyon derinliğinin bireyselleştirilmesi,
- Restorasyon içerisinde stres birikimine yol açabilecek keskin köşe ve kenarların elimine edilmesi (2).

Koyu renklenmiş dişlerin maskeleme gereksinimi, preparasyon miktarının artırılmasını zorunlu kılarken; erozyona uğramış veya yeterli mine dokusu bulunmayan olgularda minimal preparasyon ya da preparasyonsuz yaklaşımlar tercih

¹ Uzm. Dt., Okan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi, dt.mhmtkrkz@gmail.com, ORCID iD: 0009-0008-8452-3736

DOI: 10.37609/akya.4125.c6544

rehabilitasyonlarında güvenilir, konservatif ve uzun ömürlü bir tedavi alternatifi sunmaktadır. Klinik başarıyı sürdürülebilir kılmak adına, teknolojik gelişmelerin yanı sıra temel biyomekanik ve adeziv prensiplerin titizlikle uygulanması büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Gürel G. *Porcelain Laminate Veneers*. Quintessence Books; 2003.
2. Crispin B. *Contemporary esthetic dentistry*. Practice fundamentals. 1994:57-71.
3. Coachman C, Gurel G, Calamita M, et al. The influence of tooth color on preparation design for laminate veneers from a minimally invasive perspective: Case report. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. 2014;34(4).
4. Gür DE, Kesim B. Porselen laminate veneerler. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2004;7(1):72-9.
5. Walls A, Steele J, Wassell R. Crowns and other extra-coronal restorations: porcelain laminate veneers. *British dental Journal*. 2002;193(2):73-82. doi:10.1038/sj.bdj.4801489
6. Ho E. Porcelain veneers: an overview with a case presentation. *Hong Kong Dental Journal*. 2007;4:47-57.
7. Brunton P, Aminian A, Wilson N. Tooth preparation techniques for porcelain laminate veneers. *British Dental Journal*. 2000;189(5):260-2. doi:10.1038/sj.bdj.4800739
8. Gürel G, Gürel G. *The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers*: Quintessence London; 2003.
9. Clyde J, Gilmour A. Porcelain veneers: a preliminary review. *British Dental Journal*. 1988;164(1):9-14.
10. Gürel G. Porcelain laminate veneers: minimal tooth preparation by design. *Dental Clinics of North America*. 2007;51(2):419-31. doi:10.1016/j.cden.2007.03.007
11. Chai SY, Bennani V, Aarts JM, et al. Incisal preparation design for ceramic veneers: A critical review. *The Journal of the American Dental Association*. 2018;149(1):25-37. doi:10.1016/j.adaj.2017.08.031
12. Peng LY, Cook CB, DC U, et al. Porcelain veneers—part II: preparation and delivery. *Clinical Update*. 2004;26:35-7.
13. Cherukara G, Seymour K, Samarawickrama D, et al. A study into the variations in the labial reduction of teeth prepared to receive porcelain veneers—a comparison of three clinical techniques. *British dental journal*. 2002;192(7):401-4. doi:10.1016/S0022-3913(03)00215-4
14. Yousief SA, Galal RM, Alsharief HMA, et al. Comparison of two types of preparation for laminate veneer with three types of all-ceramic materials. *European Journal of Dentistry*. 2023;17(01):120-6. doi:10.1055/s-0043-1770121
15. Castelnuovo J, Tjan AH, Phillips K, et al. Fracture load and mode of failure of ceramic veneers with different preparations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2000;83(2):171-80. doi:10.1016/S0022-3913(00)70021-0
16. Shetty A, Kaiwar A, Shubhashini N, et al. Survival rates of porcelain laminate restoration based on different incisal preparation designs: An analysis. *Journal of Conservative Dentistry*. 2011;14(1):10-5. doi:10.4103/0972-0707.80723
17. Smales RJ, Etemadi S. Long-term survival of porcelain laminate veneers using two preparation designs: a retrospective study. *The International Journal of Prosthodontics*. 2004;17(3). doi:10.1308/1355761052894130
18. Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. *The Journal of the American Dental Association*. 1988;117(6):715-20.
19. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restora-

- tions: current systems and future possibilities. *The Journal of the American Dental Association*. 2006;137(9):1289-96. doi:10.1016/j.adaj.2006.07.006
20. AhMED KE. We're going digital: the current state of CAD/CAM dentistry in prosthodontics. *Primary Dental Journal*. 2018;7(2):30-5.
 21. Janeva NM, Kovacevska G, Elencevski S, et al. Advantages of CAD/CAM versus conventional complete dentures-a review. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2018;6(8):1498. doi:10.3889/oamjms.2018.308
 22. Çetindağ MT, Meşe A. DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN CAD/CAM (BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM/BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜRETİM) SİSTEMLERİ VE MATERYALLER. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2016;26(3):524-33.
 23. Alyami MH. The applications of 3D-printing technology in prosthodontics: A review of the current literature. *Cureus*. 2024;16(9). doi:10.7759/cureus.68501
 24. Savini A, Savini G, editors. A short history of 3D printing, a technological revolution just started. *2015 ICOHTEC/IEEE International History of High-Technologies and Their Socio-Cultural Contexts Conference (HISTELCON)*; 2015: IEEE.
 25. Singh V. Rapid prototyping, materials for RP and applications of RP. *International Journal of Engineering Research and Science*. 2013;4(7):473-80.
 26. Terzi M, Bulut BT, Büyük SK, et al. 3D Printing/Additive Manufacturing Technologies in Dentistry: A Bibliometric Study. *Current Research in Dental Sciences*. 2025;35(2):154-8.
 27. Revilla-León M, Özcan M. Additive manufacturing technologies used for processing polymers: current status and potential application in prosthetic dentistry. *Journal of Prosthodontics*. 2019;28(2):146-58. doi:10.1111/jopr.12930
 28. Khorsandi D, Fahimipour A, Abasian P, et al. 3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery: Printing techniques, materials, and applications. *Acta Biomaterialia*. 2021;122:26-49. doi:10.1016/j.actbio.2020.12.035
 29. Schweiger J, Edelhoff D, Güth J-F. 3D printing in digital prosthetic dentistry: an overview of recent developments in additive manufacturing. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(9):2010. doi:10.3390/jcm10092010
 30. Jasiuk I, Abueidda DW, Kozuch C, et al. An overview on additive manufacturing of polymers. *The Journal of The Minerals, Metals and Materials Society*. 2018;70(3):275-83. doi:10.1007/s11837-018-2662-6
 31. Yavuz E, Yılmaz S. Diş hekimliğinde yeni ve hızlı ilerleyen üretim teknolojisi: 3 boyutlu yazıcılar. *Akdeniz Tıp Dergisi*. 2021;7(2):197-205.
 32. Oberoi G, Nitsch S, Edelmayer M, et al. 3D Printing—encompassing the facets of dentistry. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2018;6:172. doi:10.3389/fbioe.2018.00172
 33. Layani M, Wang X, Magdassi S. Novel materials for 3D printing by photopolymerization. *Advanced Materials*. 2018;30(41):1706344. doi:10.1002/adma.201706344
 34. Heller C, Schwentenwein M, Russmueller G, et al. Vinyl esters: low cytotoxicity monomers for the fabrication of biocompatible 3D scaffolds by lithography based additive manufacturing. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*. 2009;47(24):6941-54. doi:10.1002/pola.23689
 35. Cho Y, Lee I, Cho DW. Laser scanning path generation considering photopolymer solidification in micro-stereolithography. *Microsystem Technologies*. 2005;11(2):158-67.
 36. Alharbi N, van de Veen AJ, Wismeijer D, et al. Build angle and its influence on the flexure strength of stereolithography printed hybrid resin material. An in vitro study and a fractographic analysis. *Materials Technology*. 2019;34(1):12-7.
 37. Aral M, Keskin Y. Diş hekimliğinde 3 boyutlu-eklemeli üretim: Derleme. *Journal of International Dental Sciences (Uluslararası Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi)*. 2024;10(1):1-11.
 38. Chua CK, Leong KF. *3D Printing and additive manufacturing: Principles and applications (with companion media pack)-of rapid prototyping*: World Scientific Publishing Company; 2014.
 39. Gibson I, Rosen D, Stucker B, et al. *Additive Manufacturing Technologies*: Springer; 2021.

40. Özay M, Sarıdağ S. Diş Hekimliğinde Fotopolimerizasyon ile 3 Boyutlu Üretim Yöntemleri ve Kullanım Alanları. *Selcuk Dental Journal*. 2023;10(2):479-85.
41. Zhao M, Geng Y, Fan S, et al. 3D-printed strong hybrid materials with low shrinkage for dental restoration. *Composites Science and Technology*. 2021;213:108902. doi:10.1016/j.compscitech.2021.108902
42. Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2003;89(4):374-80. doi:10.1016/S0022-3913(03)00160-0
43. Yazgan Y. Isi ile preslenen farklı tam seramik kronların kırılma dirençlerinin in vitro olarak değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2020;47(1-3):97-108.
44. Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, et al. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dental Clinics of North America*. 2011;55(2):333-52. doi:10.1016/j.cden.2011.02.006
45. Höland W, Schweiger M, Frank M, et al. A comparison of the microstructure and properties of the IPS Empress® 2 and the IPS Empress® glass-ceramics. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2000;53(4):297-303. doi:10.1002/1097-4636(200011)53:4<297::AID-JBM6>3.0.CO;2-Z
46. de Carvalho Ramos N, Campos TMB, de La Paz IS, Machado JPB, et al. Microstructure characterization and SCG of newly engineered dental ceramics. *Dental Materials*. 2016;32(7):870-8. doi:10.1016/j.dental.2016.03.020
47. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian Dental Journal*. 2011;56:84-96. doi:10.1111/j.1834-7819.2010.01330.x
48. Mihali SG, Lolos D, Popa G, et al. Retrospective long-term clinical outcome of feldspathic ceramic veneers. *Materials*. 2022;15(6):2150. doi:10.3390/ma15062150
49. Pini NP, Aguiar FHB, Lima DANL, et al. Advances in dental veneers: materials, applications, and techniques. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2012;9-16. doi:10.2147/CCIDE.S35029
50. Fu L, Engqvist H, Xia W. Glass-ceramics in dentistry: A review. *Materials*. 2020;13(5):1049. doi:10.3390/ma13051049
51. Pozzi A, Tallarico M, Barlattani A. Monolithic lithium disilicate full-contour crowns bonded on CAD/CAM zirconia complete-arch implant bridges with 3 to 5 years of follow-up. *Journal of Oral Implantology*. 2015;41(4):450-8. doi:10.1563/AAID-JOI-D-14-00092
52. Da Costa GC, Aras MA, Chalakkal P, et al. Ocular prosthesis incorporating IPS e-max press scleral veneer and a literature review on non-integrated ocular prosthesis. *International Journal of Ophthalmology*. 2017;10(1):148. doi:10.18240/ijo.2017.01.25
53. Reich S. Tooth-colored CAD/CAM monolithic restorations. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2015;18(2):131-46.
54. Zaher AM, Hochstedler J, Rueggeberg FA, et al. Shear bond strength of zirconia-based ceramics veneered with 2 different techniques. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017;118(2):221-7. doi:10.1016/j.prosdent.2017.03.033
55. USLU YŞ, ULUKAPI H. İndirekt Restorasyonlarda Kullanılan Materyaller ve Üretim Yöntemleri. *Türkiye Klinikleri Restoratif Diş Tedavisi-Özel Konular*. 2019;5:17-27.
56. Coldea A, Swain MV, Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials. *Dental Materials*. 2013;29(4):419-26. doi:10.1016/j.dental.2013.01.009
57. Belli R, Wendler M, de Ligny D, et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 1: Measurement of elastic constants and microstructural characterization. *Dental Materials*. 2017;33(1):84-98. doi:10.1016/j.dental.2016.10.009
58. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, et al. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *The International Journal of Prosthodontics*. 2015;28(3).
59. Magalhães APR, Cardoso PdC, de Souza JB, et al. Influence of activation mode of resin cement on the shade of porcelain veneers. *Journal of Prosthodontics*. 2014;23(4):291-5. doi:10.1111/

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

jopr.12106

60. Subramanian D. All ceramic cementation protocols and resin cements for bonding: A key to success. *Journal of the Indian Dental Association – Maharashtra State*. 2019;6:58-65.
61. Dietschi D, Spreafico R. *Adhesive Metal Free Restorations*: Quintessence Chicago; 1997.
62. Kaymaz A, Nalbant AD. Rezin Simanlar ve Kullanım Alanları. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*. 2022;11(1):71-7.
63. Chee W, Jivraj S. Impression techniques for implant dentistry. *British Dental Journal*. 2006;201(7):429-32. doi:10.1038/sj.bdj.4814352
64. Demir N, Kahvecioğlu F, Karcı M, et al. Kendinden bağlanabilen farklı adeziv rezin simanların sitotoksitelerinin in vitro olarak değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica*. 2018;35(2):44-8.
65. Dikicier S. DİŞ HEKİMLİĞİNDE ADEZYON VE ADEZİV REZİN SİMANLARDA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2016;26(4).
66. Souza-Junior EJ, Prieto LT, Soares GP, et al. The effect of curing light and chemical catalyst on the degree of conversion of two dual cured resin luting cements. *Lasers in Medical Science*. 2012;27(1):145-51. doi:10.1007/s10103-011-0930-4
67. Akgungor G, Akkayan B, Gaucher H. Influence of ceramic thickness and polymerization mode of a resin luting agent on early bond strength and durability with a lithium disilicate-based ceramic system. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2005;94(3):234-41. doi:10.1016/j.prodent.2005.06.003
68. Rueggeberg FA. From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;87(4):364-79. doi:10.1067/mpr.2002.123727
69. Shortall A, Baylis R, Fisher S, et al. Operating variables affecting the working time of a dual-cure composite luting cement. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*. 1993;1(4):185-8.
70. Ferrari M, Vichi A, Feilzer A. *Materials and luting cements for indirect restorations*. 2001.

BÖLÜM 7

GÜNÜMÜZ DİŞ HEKİMLİĞİNDE EKLEMELİ ÜRETİM SİSTEMLERİ VE KULLANILAN CİHAZLAR

Murat KURKMAZLI ¹
Sertaç SARIYER²

GİRİŞ

Üç boyutlu baskı teknolojisi ilk kez 1983 yılında Charles Hull tarafından geliştirilmiştir. Hull, "stereolitografi" adını verdiği bu teknolojiyi kullanarak üç boyutlu nesnelere üretmeyi başarmıştır. Stereolitografi, CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) yazılımlarıyla oluşturulan modelleri STL formatında okuyarak, eklemeli üretim yöntemiyle nesnelere şekillendirir. Bu üretim sürecinde sadece şekil değil, aynı zamanda renk, yüzey dokusu ve materyal kalınlığı gibi parametreler de tanımlanabilir (1). Hull, daha sonra 1988 yılında 3D Systems adlı şirketi kurarak, SLA-250 modelini piyasaya sürmüş ve böylece ilk ticari 3D yazıcıyı kullanıma sunmuştur (2).

Diş hekimliğinde eklemeli üretim sistemleri; **cerrahi kılavuzlar, ortodontik apareyler, geçici kron ve köprüler, implant planlaması, çene modelleri ve protez tasarımları** gibi birçok alanda yaygın şekilde kullanılmaktadır (3,4). Bu teknoloji sayesinde tedavi süreci hem daha hızlı hem de daha hasta odaklı hâle gelmiştir (5).

Eklemeli üretim (Additive Manufacturing), bilgisayar destekli tasarım (Computer-Aided Design – CAD) modellerinden, katman katman ilerleyen bir süreç aracılığıyla fiziksel modeller veya nesnelere oluşturan bir teknolojidir. Bu yöntem, geometrik kısıtlamaların oldukça sınırlı olduğu bir üretim yaklaşımını sunar.

Eklemeli üretim teknolojisi, farklı teknikler kullanılarak neredeyse tüm malzeme türlerine uygulanabilir. Her bir teknik, kendine özgü uygulama alanlarına ve belirli sınırlılıklara sahiptir (6).

¹ Araş. Gör., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., murat.kurkmazli@ksbu.edu.tr, ORCID iD: 0009-0006-8340-6402

² Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., sertac.sariyer@ksbu.edu.tr ORCID iD: 0000-0003-2813-2948

DOI: 10.37609/akya.4125.c6545

6. İnert Gaz Atmosferi ve Filtrasyon Ünitesi

Üretim odası, oksidasyonu önlemek amacıyla argon veya azot gazı ile inert hâle getirilir. Filtrasyon ünitesi, metal buharları ve partiküllerin uzaklaştırılmasını sağlayarak hem parça kalitesini hem de operatör güvenliğini artırır (3).

7. Kontrol ve Üretim Yazılımı

EOS sistemleri, CAD verilerinin üretime hazırlanmasını sağlayan özel yazılımlar kullanır. Bu yazılımlar, destek yapılarının oluşturulması ve üretim parametrelerinin belirlenmesi gibi aşamaları kapsar. Dental restorasyonların doğruluğu ve tekrarlanabilirliği büyük ölçüde bu yazılım altyapısına bağlıdır (4).

8. Post-Processing Bileşenleri

Lazer sinterleme sonrası uygulanan ısı işlem, destek yapılarının uzaklaştırılması ve yüzey işlemleri, EOS lazer sinterleme sistemlerinin doğrudan parçası olmakla birlikte üretim zincirinin ayrılmaz bir bileşenidir. Bu aşamalar, dental metal altyapıların mekanik dayanımını ve klinik güvenilirliğini artırır (20).

SONUÇ

Diş hekimliğinde eklemeli üretim sistemleri; dental implantlar, protetik restorasyonlar, cerrahi kılavuzlar, dental modeller ve ortodontik apeareyler gibi birçok üretim sürecinde hızlı ve hassas çözümler sunmaktadır. Bu üretim yöntemleri malzeme israfını azaltmakta, üretim süresini kısaltmakta ve klinik uygulamalarda verimliliği artırmaktadır. Bununla birlikte, eklemeli üretimle elde edilen restorasyon ve apeareylerin mekanik, biyolojik ve klinik özelliklerinin geleneksel yöntemlerle karşılaştırılarak daha detaylı biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Gelecekte yapılacak araştırmalar, bu teknolojilerin standart klinik uygulamalarda daha yaygın ve güvenilir şekilde kullanılmasına katkı sağlayacaktır

KAYNAKLAR

1. Hull, C. W. (1986). *Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography*. U.S. Patent No. 4,575,330
2. 3D Systems. (n.d.). *Our History*.
3. Dawood, Andrew, et al. "3D printing in dentistry." *British Dental Journal* 219.11 (2015): 521-529.
4. Alharbi, N., Wismeijer, D., & Osman, R. B. (2016). Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? *Journal of Prosthodontics*, 25(6), 474-481.
5. Revilla-León, M., & Özcan, M. (2019). Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. *Journal of Prosthodontics*, 28(2), 146-158.
6. Doyle, Michael, et al. "Effect of layer thickness and orientation on mechanical behavior of bin-

- der jet stainless steel 420+ bronze parts.” *Procedia Manufacturing* 1 (2015): 251-262.
7. Giannatsis, J., and V. Dedoussis. “Additive fabrication technologies applied to medicine and health care: a review.” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 40.1 (2009): 116-127.
 8. Çelik, İsmet, et al. «Hızlı prototipleme teknolojileri ve uygulama alanları.» *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University* 031 (2013): 53-70.
 9. Gross BC, Erkal JL, Lockwood SY, Chen C, Spence DM. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. *Anal Chem* 2014; 86(7): 3240-3253.
 10. Melchels, Ferry PW, Jan Feijen, and Dirk W. Grijpma. “A review on stereolithography and its applications in biomedical engineering.” *Biomaterials* 31.24 (2010): 6121-6130.
 11. Jacobs, Paul Francis. *Rapid prototyping & manufacturing: fundamentals of stereolithography*. Society of Manufacturing Engineers, 1992.
 12. Stansbury, Jeffrey W., and Mike J. Idacavage. “3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities.” *Dental Materials* 32.1 (2016): 54-64.
 13. Cebeci, Nuran Özzyemişçi, and Hacer Hancı Tokmakcıoğlu. “Protetik diş tedavisinde ekleme yöntemi ile üretim.” *Sağlık Akademisi Kastamonu* 3.1 (2018): 66-86.
 14. Hornbeck L: Digital Micromirror Device. US Patent No. 5.061.049. 2009
 15. Jang, Yeon, et al. “Accuracy of 3-unit fixed dental prostheses fabricated on 3D-printed casts.” *The Journal of Prosthetic Dentistry* 123.1 (2020): 135-142.
 16. Groth C, Kravitz ND, Jones PE. Three-dimensional printing technology. *Journal of Clinical Orthodontics* 2014; 48: 475-485.
 17. Chaudhary, Rajat, et al. “Additive manufacturing by digital light processing: a review.” *Progress in Additive Manufacturing* 8.2 (2023): 331-351.
 18. Kruth, Jean-Pierre, et al. “Lasers and materials in selective laser sintering.” *Assembly Automation* 23.4 (2003): 357-371.
 19. Karagöz, İdris, Ayşe Danış Bekdemir, and Özlem Tuna. “3B yazıcı teknolojilerindeki kullanılan yöntemler ve gelişmeler üzerine bir derleme.” *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 9.4 (2021): 1186-1213.
 20. Van Noort, Richard. “The future of dental devices is digital.” *Dental Materials* 28.1 (2012): 3-12.
 21. Türk, Ayşe Gözde, Mine Dünder Çömlekoğlu, and M. Erhan Çömlekoğlu. “Additive computer aided manufacturing methods.” *International Archives Of Dental Sciences* 43.Supp: Özel Sayı (2022): 85-94.
 22. Schweiger, Josef, Daniel Edelhoff, and Jan-Frederik Güth. “3D printing in digital prosthetic dentistry: an overview of recent developments in additive manufacturing.” *Journal of Clinical Medicine* 10.9 (2021): 2010.
 23. Gülcan, Orhan, Kadir Günaydın, and Aykut Tamer. “The state of the art of material jetting—a critical review.” *Polymers* 13.16 (2021): 2829.
 24. M.S.-H. Arghavan Farzadi, Mitra Asadi-Eydivand, Noor Azuan Abu Osman, Effect of layer thickness and printing orientation on mechanical properties and dimensional accuracy of 3D printed porous samples for bone tissue engineering, *PLoS One* 9 (9) (2014)
 25. Gaytan, S. M., et al. “Fabrication of barium titanate by binder jetting additive manufacturing technology.” *Ceramics International* 41.5 (2015): 6610-6619.
 26. Etemad-Shahidi, Yasaman, et al. “Accuracy of 3-dimensionally printed full-arch dental models: a systematic review.” *Journal of Clinical Medicine* 9.10 (2020): 3357.
 27. Luechtenborg, Joerg, et al. “Implementation of fused filament fabrication in dentistry.” *Applied Sciences* 11.14 (2021): 6444.
 28. Jasiuk, Iwona, et al. “An overview on additive manufacturing of polymers.” *Jom* 70.3 (2018): 275-283.
 29. Huang, Samuel H., et al. “Additive manufacturing and its societal impact: a literature review.” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 67.5 (2013): 1191-1203.
 30. Sulaiman, Taiseer A. “Materials in digital dentistry—A review.” *Journal of Esthetic and Restora-*

- tive Dentistry* 32.2 (2020): 171-181.
31. Xing, Hongyu, et al. "Study on surface quality, precision and mechanical properties of 3D printed ZrO₂ ceramic components by laser scanning stereolithography." *Ceramics International* 43.18 (2017): 16340-16347.
 32. Denry, Isabelle, and J. Robert Kelly. "State of the art of zirconia for dental applications." *Dental Materials* 24.3 (2008): 299-307.
 33. Methani, Mohammad Mujtaba, Marta Revilla-León, and Amirali Zandinejad. "The potential of additive manufacturing technologies and their processing parameters for the fabrication of all-ceramic crowns: A review." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 32.2 (2020): 182-192.
 34. Ngo, Tuan D., et al. "Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges." *Composites Part B: Engineering* 143 (2018): 172-196.
 35. Barazanchi, Abdullah, et al. "Additive technology: update on current materials and applications in dentistry." *Journal of Prosthodontics* 26.2 (2017): 156-163.
 36. Kanazawa, Manabu, et al. "Fabrication of titanium alloy frameworks for complete dentures by selective laser melting." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 112.6 (2014): 1441-1447.
 37. Revilla-León, Marta, et al. "Discrepancy of complete-arch titanium frameworks manufactured using selective laser melting and electron beam melting additive manufacturing technologies." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 120.6 (2018): 942-947.
 38. <https://dental.formlabs.com/indications/surgical-guides/guide/>
 39. <https://formlabs.com/blog/ultimate-guide-to-stereolithography-sla-3d-printing/>
 40. Khorsandi, Danial, et al. "3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery: recent advances and future perspectives." *arXiv preprint arXiv:2103.15455* (2021).
 41. Park, J. M., et al. (2020). Accuracy of SLA dental models. *AJODO*, 157(2), 304–315.
 42. <https://dental.formlabs.com/blog/scan-to-model-preform/>
 43. Formlabs Inc. *Light Processing Unit (LPU) White Paper*. 2021
 44. Formlabs.com
 45. <https://support.formlabs.com/s/article/Introduction-to-Post-Curing-Prints>
 46. Formlabs Inc. *Dental Materials Library*. 2023.
 47. 3D Systems. *NextDent 5100 Technical Guide*. 3D Systems, 2023.
 48. 3D Systems. *NextDent Material Safety Data Sheets and IFUs*. 3D Systems Documentation Portal, 2022–2024.
 49. 3D Systems. *Figure 4* Technology Overview: Digital Light Processing for Clinical-Grade Production*. 3D Systems White Paper, 2022.
 50. 3D Systems.com
 51. NextDent. *NextDent Material Portfolio Brochure*. NextDent/3D Systems, 2024.
 52. EOS GmbH. *Additive Manufacturing in Dentistry*. EOS White Paper; 2020.
 53. Kruth JP, et al. Binding mechanisms in selective laser sintering and selective laser melting. *Rapid Prototyping Journal*. 2005;11(1):26–36.
 54. Store.eos.info
 55. DebRoy, Tarasankar, et al. "Additive manufacturing of metallic components—process, structure and properties." *Progress in Materials Science* 92 (2018): 112-224.
 56. Gibson I, Rosen D, Stucker B. *Additive Manufacturing Technologies*. 2nd ed. Springer; 2015.
 57. Revilla-León M, Özcan M. Additive manufacturing technologies used for processing metals in implant dentistry. *Journal of Prosthodontics* 2020;29(2):129–136.
 58. Örtorp, Anders, et al. «The fit of cobalt–chromium three-unit fixed dental prostheses fabricated with four different techniques: A comparative in vitro study.» *Dental Materials* 27.4 (2011): 356-363.
 59. EOS GmbH. *Metal Materials for Additive Manufacturing*. EOS Technical Documentation; 2019.

BÖLÜM 8

İMLANT DESTEKLİ HİBRİT PROTEZLER

Mustafa KARAKAHRAMAN¹

GİRİŞ

İmplant kelime anlamı olarak; «kaybolan fonksiyonun yeniden kazanılması amacı ile canlı dokular arasına yerleştirilen organik ya da inorganik maddelerdir» şeklinde tanımlanabilir.(1) Glossary of Prosthodontic Terms’de yer alan tanıma göre dental implantlar; metal, metal alaşımları ya da seramik gibi alloplastik maddelerden üretilen ve sabit ya da hareketli bölümlü protezlere retansiyon ve destek kazandırmak gayesiyle çene kemiği içine, periost ya da mukoza altına yerleştirilen protetik aygıtlardır.(2)

Modern oral implantolojinin temel taşı kabul edilen osseointegrasyon olgusunun kökenleri, 1952 yılında İsveç Lund Üniversitesi’nde Branemark tarafından yürütülen ve tavşan tibialarındaki kemik rejenerasyonunun mikroskobik düzeyde incelendiği deneylere uzanmaktadır. Branemark ve çalışma grubu, 1960’lı yıllara gelindiğinde, kemik defektlerinin onarımı sürecindeki mikrovasküler yapıları ve revaskülarizasyon dinamiklerini analiz ederek, kemik dokusunda osseointegrasyonun sağlanabileceğini bilimsel olarak ortaya koymuşlardır.(3) Branemark ve ekibi, osseointegre implantlar kullanılarak tedavi edilen olguları ilk kez 1969 yılında rapor etmişlerdir.(4) Titanyum implant yüzeyi ile kemik dokusu arasındaki ilk temas, başlangıçta Branemark ve çalışma grubu tarafından tanımlanmıştır. İlerleyen süreçte, 1976 yılında İsviçre-Bern Üniversitesi’nde yürütülen araştırmalarda da titanyum-kemik arayüzündeki bu temas saptanmış ve Schroeder bu olguyu ‘fonksiyonel ankiloz’ olarak literatüre kazandırmıştır.(5) Günümüzde pek çok araştırmacı tarafından kabul gören ‘osseointegrasyon’ terminolojisi, literatürde ilk kez 1977 yılında Branemark tarafından zikredilmiştir. (6) Branemark ve ark., osseointegrasyonu, “canlı kemik ile yük uygulanmış kemik içi implant arasında, ancak ışık mikroskobu düzeyinde görülebilen direkt bağlantı” olarak tanımlamışlardır.(5)

¹ Uzm. Dt, Şehitkamil ADŞM, mustafakarakahraman@yahoo.com,
ORCID iD: 0009-0007-0195-7719
DOI: 10.37609/akya.4125.c6546

SONUÇ

Dental implantolojide osseointegrasyon kavramının literatüre girmesiyle birlikte, tam dişsizlik vakalarının rehabilitasyonunda geleneksel yaklaşımların ötesine geçilmiş; implant destekli hibrit protezler bu süreçte kritik bir çözüm ortağı haline gelmiştir. Bu protezler, özellikle ileri derecede kemik rezorpsiyonu görülen ve dudak desteği ihtiyacı olan hastalarda, hem fonksiyonel hem de estetik beklentileri karşılayan “cankurtaran” bir tedavi seçeneği olarak öne çıkmaktadır.

Klinik başarıyı etkileyen en temel parametreler; cerrahi öncesi KIBT (CBCT) gibi ileri görüntüleme teknikleriyle yapılan titiz bir planlama, restoratif alanın (inter-ark mesafesi) doğru analizi ve protez altyapısı ile implant platformu arasındaki pasif uyumun tam olarak sağlanmasıdır. Hibrit protezlerin tasarımında vida veya siman tutuculu sistemlerin seçimi; inter-ark mesafesi, estetik gereksinimler, pasif uyum beklentisi ve maliyet faktörlerine göre vaka bazlı değerlendirilmelidir.

Her ne kadar hibrit protezler; yüksek stabilite, gelişmiş çiğneme etkinliği ve ekonomik erişilebilirlik gibi belirgin avantajlar sunsa da, uzun dönem başarıyı için biyomekanik risklerin ve komplikasyonların yönetimi esastır. Literatür verileri, mukozitis (%24), peri-implantitis (%13.7) ve vida-materyal kaynaklı mekanik sorunların en sık karşılaşılan komplikasyonlar olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, doğru oklüzal konseptin belirlenmesi, biyomekanik stres dağılımının optimize edilmesi ve hastanın oral hijyen motivasyonunun sürekliliği, restorasyonun ömrünü uzatan anahtar unsurlardır.

Sonuç olarak, güncel materyal teknolojileri ve CAD/CAM sistemlerinin entegrasyonu ile hibrit protezler, karmaşık dişsizlik olgularında yüksek hasta memnuniyeti sağlayan, güvenilir ve sürdürülebilir bir tedavi modeli olmaya devam etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Block, M.S. and J.S. Kent, *Endosseous implants for maxillofacial reconstruction*. (No Title), 1995.
2. İnan, Ö., *İmplant destekli köprü uygulamalarında oklüzal yüzeylerde kullanılan restoratif materyallerin kuvvet dağılımına etkisinin incelenmesi*, in *Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı*. 1997, Selçuk Üniversitesi: Konya. p. 75.
3. Pi, B., *Tissue-integrated prostheses; osseointegration in clinical dentistry*. Quintessence, Chicago, 1985.
4. Branemark, P., *Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw; experience from a 10-year period*. *Scand J Plast Reconstr Surg*, 1967. **16**: p. 95-102.
5. Schroeder, A., O. Pohler, and F. Sutter, *Tissue reaction to an implant of a titanium hollow cylinder with a titanium surface spray layer*. *Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde= Revue mensuelle suisse d'odontostomatologie*, 1976. **86**(7): p. 713-727.
6. Branemark, P.-I., *Osseointegration and its experimental background*. *The Journal of prosthetic*

- dentistry, 1983. **50**(3): p. 399-410.
7. Adell, R., et al., *A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw*. International journal of oral surgery, 1981. **10**(6): p. 387-416.
 8. Albrektsson, T., et al., *The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success*. Int j oral maxillofac implants, 1986. **1**(1): p. 11-25.
 9. Cooper, L.F., *Biologic determinants of bone formation for osseointegration: clues for future clinical improvements*. The Journal of prosthetic dentistry, 1998. **80**(4): p. 439-449.
 10. Hobkirk, J.A., R.M. Watson, and L.J. Searson, *Introducing dental implants*. Churchill Livingstone, 2003; 29-41.
 11. Spear, F.M., *The use of implants and ovate pontics in the esthetic zone*. Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995), 2008. **29**(2): p. 72-4, 76.
 12. Gahleitner, A., G. Watzek, and H. Imhof, *Dental CT: imaging technique, anatomy, and pathologic conditions of the jaws*. European radiology, 2003. **13**: p. 366-376.
 13. Loubele, M., et al., *Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications*. European journal of radiology, 2009. **71**(3): p. 461-468.
 14. Scarfe, W.C., A.G. Farman, and P. Sukovic, *Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice*. Journal-Canadian Dental Association, 2006. **72**(1): p. 75.
 15. Turbush, S.K. and I. Turkyilmaz, *Accuracy of three different types of stereolithographic surgical guide in implant placement: an in vitro study*. The Journal of prosthetic dentistry, 2012. **108**(3): p. 181-188.
 16. Dede, D.Ö., et al., *Telescopic overdenture and implant supported fixed partial denture: a pragmatic treatment approach*. Case Reports in Dentistry, 2015. **2015**(1): p. 392397.
 17. Misch, C.E., *Contemporary implant dentistry*. Implant Dentistry, 1999. **8**(1): p. 90.
 18. Sipahi, C. and Y.S. Aydıntuğ, *Mandibular defektin protetik rehabilitasyonu: olgu sunumu*. Gülhane Tıp Derg, 2011. **53**: p. 56-9.
 19. Zarb, G.A. and J.M. Symington, *Osseointegrated dental implants: preliminary report on a replication study*. The Journal of prosthetic dentistry, 1983. **50**(2): p. 271-276.
 20. Pjetursson, B.E., et al., *A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDP s) after a mean observation period of at least 5 years*. Clinical oral implants research, 2012. **23**: p. 22-38.
 21. Attard, N.J. and G.A. Zarb, *Long-term treatment outcomes in edentulous patients with implant overdentures: the Toronto study*. The Journal of Prosthetic Dentistry, 2005. **93**(2): p. 170.
 22. Priest, G., J. Smith, and M.G. Wilson, *Implant survival and prosthetic complications of mandibular metal-acrylic resin implant complete fixed dental prostheses*. The Journal of prosthetic dentistry, 2014. **111**(6): p. 466-475.
 23. Thalji, G., et al., *Prosthodontic management of implant therapy*. Dental Clinics, 2014. **58**(1): p. 207-225.
 24. Meijer, H.J., G.M. Raghoebar, and M.A. Van't Hof, *Comparison of implant-retained mandibular overdentures and conventional complete dentures: a 10-year prospective study of clinical aspects and patient satisfaction*. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2003. **18**(6).
 25. Gonzalez, J., *The evolution of dental materials for hybrid prosthesis*. The Open Dentistry Journal, 2014. **8**: p. 85.
 26. Egilmez, F., et al., *Implant-supported hybrid prosthesis: Conventional treatment method for borderline cases*. European journal of dentistry, 2015. **9**(03): p. 442-448.
 27. Bilhan, H., *Hibrit Protezler: Hekimler İçin Cankurtaran Bir Tedavi Çözümü*. İstanbul Dişhekimleri Odası Dergisi, 2011: p. 48-50.
 28. ÇEKİÇ, D.I., G. ERGÜN, and D. YILMAZ, *Aşırı Rezorbe Alt ve Üst Dişsiz Arkların İmplant Destekli Protetik Rehabilitasyonu*. Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences, 2007. **13**(2): p. 71-77.
 29. Edition, N., *The glossary of prosthodontic terms*. The Journal of prosthetic dentistry, 2017. **117**: p. e1-e105.

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

30. Lekholm, U., *Surgical considerations and possible shortcomings of host sites*. The Journal of prosthetic dentistry, 1998. **79**(1): p. 43-48.
31. Turkyilmaz, I., *Use of distal implants to support and increase retention of a removable partial denture: a case report*. J Can Dent Assoc, 2009. **75**(9): p. 655-8.
32. Misch, C.E. and Ö. Kutay, *Dental implant protezler*. 2009: Nobel Tıp Kitabevleri.
33. Şahin, G., *İmplant Destekli Protezlerde Biyomekanik Yaklaşımlar*, in *Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı*. 2006, E.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi: İzmir.
34. Hobo, T., *Occlusion for Osseointegrated İmplants: Oral Rehabilitation Clinical Determination of Occlusion*. Quintessence Publishing Co, 1997, 119-140, Tokyo
35. Real-Osuna, J., N. Almendros-Marqués, and C. Gay-Escoda, *Prevalence of complications after the oral rehabilitation with implant-supported hybrid prostheses*. Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal, 2011. **17**(1): p. e116.
36. Bilhan, H., et al., *Implant Retained Prosthesis, Complications and Implant Failures: 24 Month Clinical Results*. European Oral Research, 2012. **46**(2): p. 40.
37. S Yalçın, T.Ö., K Özkan, S Sandallı, *İmplant-Doku Destekli Protez Komplikasyonları*. Oral İmp. Der., 1994. **Ekim**: p. 36-40.
38. B Pişkin, H.A., K Gündüz, Ü Karaçaylı, *Oral İmplantolojide Protetik Başarısızlık: Mekanik Riskler*. Oral İmplantoloji Dergisi, 2009.

BÖLÜM 9

3B BASKI SABİT RESTORASYONLARDA KLİNİK BAŞARIYI ETKİLEYEN PARAMETRELER

Elif YALÇIN¹
Eyyüp ALTINTAŞ²

GİRİŞ

Üç boyutlu (3B) baskı teknolojileri, dijital diş hekimliğinde sabit restorasyonların üretiminde köklü bir değişim başlatmıştır (1). CAD-CAM tabanlı üretim yöntemleriyle kıyaslandığında 3B baskı, maliyet verimliliği, hızlı üretim, hastaya özel tasarım kapasitesi ve yüksek doğruluk gibi büyük kolaylıklar sunar (2-5). Günümüzde geçici ve daimi sabit protezlerde 3B baskı materyalleri kullanılmaktadır. Metakrilik bazlı fotopolimerize reçinelerden üretilen geçici restorasyonlar, klinik pratiğinde mekanik ve estetik beklentileri karşılayacak nitelik kazanmış; iyileştirilen yeni nesil reçineler ise daimi restorasyonlarda kullanılabilecek düzeye erişmiştir (6). Bu teknolojiyle; veneer, inley/onley, kuron, köprü gibi sabit protetik restorasyonlara ek olarak ortodontik aparey ve çalışma modeli, cerrahi kılavuz gibi ürünler de yüksek doğrulukla üretilebilmektedir (7). Öte yandan baskı yönü, katman kalınlığı, ışık şiddeti ve süresi gibi üretim parametrelerinin kullanılan reçinenin nihai özelliklerine etkileri tam olarak bilinmemektedir (8). Bu kitap bölümünde, 3B baskı tekniğiyle üretilen sabit restorasyonlarda klinik başarıyı etkileyen faktörler gözden geçirilecek; güncel literatür ışığında materyal türleri, üretim parametreleri, üretim sonrası (post-processing) protokolleri ve klinik başarı kriterleri incelenecektir.

Dental 3B Baskı Reçine Türleri

Fotopolimer esaslı reçineler, diş hekimliği alanında 3B baskıda en çok kullanılan malzeme türüdür. Bu materyaller sıklıkla metakrilat ester monomerleri, fotobaşlatıcılar ve bazen de doldurucu partiküller içerir (9). İlk dönemde 3B baskı reçine-

¹ Uzm. Dt., Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.,
ORCID iD: 0000-0002-6354-8167

² Doç. Dr., Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.,
ORCID iD: 0000-0002-7767-9694

DOI: 10.37609/akya.4125.c6547

malar sürmektedir. Aynı zamanda çok malzemeli baskı (multi-material printing) teknolojileri ile tek seansta farklı bölgeleri farklı malzemeden (örneğin dış yüzeyi aşınma dirençli, iç kısmı daha yumuşak astar gibi) üretme potansiyeli bulunmaktadır. Uygun malzeme kombinasyonları ile biyomimetik restorasyonlar basılabileceği düşünülmektedir.

Özetle, 3B baskı sabit restorasyonlar alanı hızla ilerlemekte, mevcut literatür umut vadeden sonuçlar ortaya koymaktadır. Doğru malzeme seçimi, optimize üretim parametreleri ve titiz post-işlem ile 3B baskı kuron ve köprüler, klinikte başarılı sonuçlar verebilmektedir. Önümüzdeki dönemde standardize kılavuzlar ve daha uzun süreli klinik araştırmalar ile bu teknolojinin güvenliği ve etkinliği daha net ortaya konacaktır. Böylece diş hekimliğinde kişiye özel, hızlı ve verimli üretim imkânı sunan 3B baskı, geleneksel yöntemlere güçlü bir alternatif ve tamamlayıcı olmaya devam edecektir.

KAYNAKLAR

1. Song S-Y, Shin Y-H, Lee J-Y, Shin S-W. Color stability of provisional restorative materials with different fabrication methods. *The journal of advanced prosthodontics*. 2020;12(5):259.
2. Oberoi G, Nitsch S, Edelmayer M, Janjić K, Müller AS, Agis H. 3D Printing—encompassing the facets of dentistry. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*. 2018;6:172.
3. Alharbi N, Alharbi S, Cuijpers VM, Osman RB, Wismeijer D. Three-dimensional evaluation of marginal and internal fit of 3D-printed interim restorations fabricated on different finish line designs. *Journal of prosthodontic research*. 2018;62(2):218-26.
4. Alamo L, Cassiano FB, Bordini EAF, Stuanı VT, Pacheco LE, de Oliveira Gallinari M, et al. An organotypic model of oral mucosa cells for the biological assessment of 3D printed resins for interim restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2024;132(1):251-9.
5. Revilla-León M, Meyers MJ, Zandinejad A, Özcan M. A review on chemical composition, mechanical properties, and manufacturing work flow of additively manufactured current polymers for interim dental restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2019;31(1):51-7.
6. Wuersching SN, Hickel R, Edelhoff D, Kollmuss M. Initial biocompatibility of novel resins for 3D printed fixed dental prostheses. *Dental Materials*. 2022;38(10):1587-97.
7. Yavuz E, Yılmaz S. Diş hekimliğinde yeni ve hızla ilerleyen üretim teknolojisi: 3 boyutlu yazıcılar. *Akdeniz Tıp Dergisi*. 2021;7(2):197-205.
8. Küçükeşmen HC, Topaloğlu A, Kürkçüoğlu I. ÜRETİM SÜRESİ FARKLILIKLARININ 3B YAZICIYLA HAZIRLANAN GEÇİCİ RESTORASYONLARIN RENK VE YÜZEY ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*. 2025;9(3):698-706.
9. Yüceer ÖM, Kaynak Öztürk E, Çiçek ES, Aktaş N, Bankoğlu Güngör M. Three-Dimensional-Printed photopolymer resin materials: A narrative review on their production techniques and applications in dentistry. *Polymers*. 2025;17(3):316.
10. Kessler A, Montenbruck L, Schwendicke F, Lüchtenborg J, Kaisarly D. Narrative review of 3D-printed temporary and permanent dental resin restorations. *Polymer Testing*. 2025:108953.
11. Sonkaya E, Bek Kürklü GZ. Additively Manufactured Definitive Crown Resins on Premolar and Molar Teeth: 2-Year Results of a Prospective Clinical Study. *International Journal of Prosthodontics*. 2025;38(3).
12. Mudhaffer S, Haider J, Satterthwaite J, Silikas N. Effects of print orientation and artificial aging

- on the flexural strength and flexural modulus of 3D printed restorative resin materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025;133(5):1345-57.
13. Abdelhady W, Abozaid D, Mohammed M, Ashraf M, Metwally M, Mohammed H. A systematic review on influence of printing layer thickness on the marginal and internal fit of 3D-printed fixed dental prostheses. *Odontology*. 2025;1-23.
 14. Alammar A, Att W, Beuer F. The Accuracy of 3D-Printed Fixed Dental Restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2025;37(4):1047-61.
 15. Ahn J-H, Choi J-W. The Influence of the Internal Design and Layer Thickness on the Accuracy of 3D-Printed Dental Models. *Materials*. 2025;18(17):4173.
 16. Lee E-H, Ahn J-S, Lim Y-J, Kwon H-B, Kim M-J. Effect of post-curing time on the color stability and related properties of a tooth-colored 3D-printed resin material. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2022;126:104993.
 17. Celikel P, Sengul F. Investigating the impact of post-curing cycles on surface hardness and color stability in 3D printed resin crowns. *Odontology*. 2025;113(1):156-62.
 18. Mohajeri M, Khazaei S, Vafae F, Firouz F, Gholiabad SG, Shisheian A. Marginal fit of temporary restorations fabricated by the conventional chairside method, 3D printing, and milling. *Frontiers in Dentistry*. 2021;18:31.
 19. Mosaddad SA, Peláez J, Panadero RA, Ghodsi S, Akhlaghian M, Suárez MJ. Do 3D printed and milled tooth-supported complete monolithic zirconia crowns differ in accuracy and fit? A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025;133(2):383-93.
 20. Topsakal KG, Aksoy M, Süküt Y, Duran GS. Effect of post-curing parameters and material thickness on the color stability of 3D-printed dental resins: An in vitro study. *International Orthodontics*. 2025;23(2):100985.
 21. Aktug Karademir S, Atasoy S, Akarsu S, Karaaslan E. Effects of post-curing conditions on degree of conversion, microhardness, and stainability of 3D printed permanent resins. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):304.
 22. Soto-Montero J, de Castro EF, Romano BdC, Nima G, Shimokawa CA, Giannini M. Color alterations, flexural strength, and microhardness of 3D printed resins for fixed provisional restoration using different post-curing times. *Dental Materials*. 2022;38(8):1271-82.
 23. Lima ACdRC, de Azevedo Feiten IL, Neto MPC, Magalhães Filho TR, Cavalcante LMA, Schneider LFJ. Post-curing strategies for enhanced polymerization and color stability in 3D-printed composite crowns. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2025:107235.
 24. Yay Kuscu HY, Gorus Z. Translucency, color, and hardness of 3D-printed provisional restorations. *Scientific Reports*. 2025;15(1):27227.
 25. Bora PV, Lawson NC, Givan DA, Arce C, Roberts H. Enamel wear and fatigue resistance of 3D printed resin compared with lithium disilicate. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025;133(2):523. e1-. e9.
 26. Veerapeindee P, Rungsiyakull P, Jia-Mahasap W. Wear resistance of 3D printed, milled, and prefabricated methacrylate-based resin materials: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025;133(3):904. e1-. e8.
 27. Galbraith A, Doan M, Galbraith T, Abubakr NH. Evaluation of Color Stability and Marginal Integrity in Provisional Restorations: A Study of Milling, 3D Printing, and Conventional Fabrication Methods. *Dentistry Journal*. 2025;13(5):189.
 28. Doğan ŞE. Farklı solüsyonların geçici restorasyonların renk stabilitesine etkisi. *Journal of International Dental Sciences (Uluslararası Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi)*. 2025;11(2):115-9.
 29. Hashemzade Z, Alihemmati M, Hakimaneh SMR, Shayegh SS, Bafandeh MA, Mohammadi Z. Comparison of Color Stability and Surface Roughness of Interim Crowns Fabricated by Conventional, Milling and 3D Printing Methods. *Clinical and Experimental Dental Research*. 2025;11(2):e70119.
 30. Flottes Y, Smail Y, Palomino-Durand C, Attal J-P, Ceinos R, François P, et al. Properties of 3D

- printed resins for definitive dental restorations: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025.
31. Revilla-León M, Özcan M. Additive manufacturing technologies used for processing polymers: current status and potential application in prosthetic dentistry. *Journal of Prosthodontics*. 2019;28(2):146-58.
 32. Saadi M, Maguire A, Pottackal NT, Thakur MSH, Ikram MM, Hart AJ, et al. Direct ink writing: a 3D printing technology for diverse materials. *Advanced Materials*. 2022;34(28):2108855.
 33. Unkovskiy A, Bui PH-B, Schille C, Geis-Gerstorfer J, Huettig F, Spintzyk S. Objects build orientation, positioning, and curing influence dimensional accuracy and flexural properties of stereolithographically printed resin. *Dental Materials*. 2018;34(12):e324-e33.

BÖLÜM 10

OKLÜZAL KUVVETLER VE DIŞ HEKİMLİĞİNDE SONLU ELEMANLAR ANALİZİ

Selen Bilge AKGÜL¹
Gökçe ÜNSAL²

GİRİŞ

Oklüzyon, üst ve alt diş arklarının çiğneme, yutkunma ve istirahat sırasında kurduğu dinamik temas ilişkisidir. Bu temasla oluşan oklüzal kuvvetler, doğal dişler ve protetik restorasyonlar açısından ağız içi biyomekanik dengenin temel belirleyicisidir. Kuvvetlerin yönü, büyüklüğü ve dağılımı; çiğneme fonksiyonu, periodontal sağlık ve protetik tedavilerin uzun dönem başarısını doğrudan etkiler (1) (2).

Fizyolojik sınırlar içindeki oklüzal kuvvetler periodontal dokular ve alveoler kemik tarafından tolere edilebilir. Ancak aşırı veya hatalı yönlendirilmiş kuvvetler travmatik oklüzyona yol açarak periodontal yıkım, dişlerde mobilite ve kırıklar ile protez kırığı ya da implant başarısızlığı gibi klinik komplikasyonlara neden olabilir (3). Bu nedenle oklüzal kuvvetlerin doğru analiz edilmesi, yönlendirilmesi ve denetlenmesi, protetik tedavinin hem fonksiyonel hem de biyolojik başarısı açısından kritik öneme sahiptir.

Modern protetik diş tedavisinde oklüzal kuvvetlerin değerlendirilmesi, klasik artikülasyon yöntemlerinin ötesine geçerek dijital sistemler ve analiz yazılımlarıyla daha objektif hâle gelmiştir. Günümüzde bu kuvvetlerin anlaşılması, restoratif tasarımın yanı sıra hasta konforu, kas fonksiyonu ve temporomandibular eklem sağlığının korunması açısından da multidisipliner bir yaklaşım gerektirmektedir (2).

¹ Arş. Gör., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., selenbilgeakgl@hotmail.com, ORCID iD: 0009-0005-1219-4337

² Doç. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., gunsal@aybu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-2017-5599

DOI: 10.37609/akya.4125.c6548

14.9.6.2. İmplant Destekli Protezlerde Yük Dağılımının Değerlendirilmesi

İmplantın pozisyonu, abutment açısı, üst yapı materyali ve bağlantı tipleri peri-implant stresleri belirgin şekilde etkiler. FEA, değişen implant parametrelerinin kemik üzerindeki gerilmeleri nasıl değiştirdiğini analiz ederek tedavi planlamasında bilimsel bir temel oluşturmaktadır (78).

14.9.6.3. Köprü ve Kron Tasarımlarının Optimizasyonu

Köprü ayaklarının konumu, pontik tasarımları ve kron kalınlıklarının biyomekanik performans üzerindeki etkileri FEA ile değerlendirilmektedir. Metal-seramik restorasyonlarda implant hizasının protez bileşenlerinde gelişen stres birikimini değiştirdiği gösterilmiştir (79).

14.9.6.4. Abutment Materyallerinin ve Yeni Nesil Biyouyumlu Üst Yapıların Analizi

PEEK gibi daha esnek, biyouyumlu abutment materyallerinin kemik üzerindeki stresleri azaltma potansiyeli FEA çalışmalarıyla ortaya konmaktadır (80). Bu analizler, gelecek nesil protez materyallerinin geliştirilmesine katkı sağlar.

14.9.6.5. Oklüzal Splint (Gece Plağı) Tasarımlarının Biyomekanik Değerlendirilmesi

Oklüzal splintler, bruksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıkların oluşturduğu aşırı yükleri absorbe ederek diş ve restorasyonları korumayı amaçlar. Sonlu elemanlar analizi, farklı splint materyalleri, kalınlıkları ve tasarımlarının dişler ile temporomandibular eklem üzerindeki stres dağılımını değerlendirmede etkili bir yöntemdir.

FEA çalışmalarında, yüksek sertlik modülüne sahip splintlerin oklüzal yüzeylerdeki stresleri azalttığı, daha elastik materyallerin ise kuvveti daha geniş bir alana yayarak periodontal dokuları koruyabileceği gösterilmiştir. Bu değerlendirmeler, birey için en uygun splint materyali ve kalınlığının belirlenmesinde önemli bilimsel katkılar sunmaktadır (81) (82).

KAYNAKLAR

1. Misch CE. Contemporary Implant Dentistry. 4th bs. Elsevier; 2015.
2. Okeson JP. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. 8th bs. 2019.
3. Carr ABBDT. McCracken's Removable Partial Prosthodontics. 14th bs. Elsevier; 2021.
4. Koc D, Dogan A, Bek B. Bite Force and Influential Factors on Bite Force Measurements: A Literature Review. Eur J Dent [Internet]. Nisan 2010 [a.yer 09 Aralık 2025];04(02):223-32. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/43160951_Bite_Force_and_Influential_Fac

- tors_on_Bite_Force_Measurements_A_Literature_Review
5. Dawson PE. Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design. Mosby; 2007.
 6. Tortopidis D, Lyons MF, Baxendale RH, Gilmour WH. The variability of bite force measurement between sessions, in different positions within the dental arch. J Oral Rehabil [Internet]. 01 Eylül 1998 [a.yer 09 Aralık 2025];25(9):681-6. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2842.1998.00293.x>
 7. Kumagai H, Suzuki T, Hamada T, Sondang P, Fujitani M, Nikawa H. Occlusal force distribution on the dental arch during various levels of clenching. J Oral Rehabil [Internet]. 01 Aralık 1999 [a.yer 09 Aralık 2025];26(12):932-5. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2842.1999.00473.x>
 8. Gibbs CH, Anusavice KJ, Young HM, Jones JS, Esquivel-Upshaw JF. Maximum clenching force of patients with moderate loss of posterior tooth support: A pilot study. J Prosthet Dent. 01 Kasım 2002;88(5):498-502.
 9. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. J Oral Rehabil [Internet]. 01 Ocak 2004 [a.yer 09 Aralık 2025];31(1):18-22. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.0305-182X.2003.01179.x>
 10. Awadalla HA, Azarbal M, Ismail YH, El-Ibiari W. Three-dimensional finite element stress analysis of a cantilever fixed partial denture. J Prosthet Dent. 01 Ağustos 1992;68(2):243-8.
 11. Craig JMPJM. Restorative Dental Materials. Mosby; 2002.
 12. Anusavice KJ. Phillips' Science of Dental Materials. Saunders; 2003.
 13. Nirola ABPMKKT. Tissue Response to Trauma from Occlusion. Journal of the International Clinical Dental Research Organization. 2020;12(2):45-51.
 14. ÖNCÜ E, ALAADDİNOĞLU EE. Travmatik Oklüzyon ve Adaptasyon. Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Özel Dergisi [Internet]. 2014 [a.yer 15 Aralık 2025];5(2):62-8. Erişim adresi: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-travmatik-okluzyon-ve-adaptasyon-69302.html>
 15. ÜNSAL E, ÖNDER C, AKDOĞAN N. Okluzal Kuvvetlere Karşı Periodontal Doku Cevapları. Türkiye Klinikleri Ortodonti - Özel Konular [Internet]. 2022 [a.yer 15 Aralık 2025];8(2):34-43. Erişim adresi: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-okluzal-kuvvetlere-karsi-periodontal-doku-cevaplari-102018.html>
 16. Fan J, Caton JG. Occlusal trauma and excessive occlusal forces: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. J Periodontol [Internet]. 01 Haziran 2018 [a.yer 15 Aralık 2025];89:S214-22. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/JPER.16-0581>
 17. Okeson JP. Occlusion: The periodontium and soft tissues. İçinde: 8. bs Mosby/Elsevier; 2013.
 18. Brunsvold MA. Pathologic Tooth Migration. J Periodontol [Internet]. 01 Haziran 2005 [a.yer 15 Aralık 2025];76(6):859-66. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1902/jop.2005.76.6.859>
 19. Pihlstrom BL, Anderson KA, Aeppli D, Schaffer† EM. Association between Signs of Trauma from Occlusion and Periodontitis. J Periodontol [Internet]. 01 Ocak 1986 [a.yer 15 Aralık 2025];57(1):1-6. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1902/jop.1986.57.1.1>
 20. Henrique D, Guimarães S, Soares LÁ, Oliveira ML, De Oliveira Moreira V, Daniel A, vd. Impact of occlusal trauma on periodontal disease: a literature review. Jaw Functional Orthopedics and Craniofacial Growth [Internet]. 30 Eylül 2025 [a.yer 15 Aralık 2025]; Erişim adresi: <https://www.extrica.com/article/25058>
 21. Zonnenberg AJJ, Türp JC, Greene CS. Centric relation critically revisited—What are the clinical implications? J Oral Rehabil [Internet]. 01 Eylül 2021 [a.yer 15 Aralık 2025];48(9):1050-5. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/joor.13215>
 22. Hamata MM, Zuim PRJ, Garcia AR. Comparative evaluation of the efficacy of occlusal splints fabricated in centric relation or maximum intercuspation in temporomandibular disorders patients. Journal of Applied Oral Science [Internet]. 2009 [a.yer 15 Aralık 2025];17(1):32-8.

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

- Erişim adresi: <https://www.scielo.br/j/jaos/a/8RVcb5WmsCWLXT8hWN48hpb/?lang=en>
23. Dawson PE. A classification system for occlusions that relates maximal intercuspation to the position and condition of the temporomandibular joints. *J Prosthet Dent*. 01 Ocak 1996;75(1):60-6.
 24. BUXBAUM JD, PARENTE FJ, RAMSEY WO, STALING LM. A comparison of centric relation with maximum intercuspation based on quantitative electromyography. *J Oral Rehabil* [Internet]. 01 Ocak 1982 [a.yer 15 Aralık 2025];9(1):45-51. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2842.1982.tb00533.x>
 25. Shillingburg HT; HSWLD; JRBSE. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics*. 4. bs. Quintessence Publishing; 2012.
 26. Zarb GA; HJ; ES; JR. *Prosthodontic treatment for edentulous patients*. 13. bs. Mosby; 2013.
 27. Sippy V, Hegde C, Shetty G. A study to evaluate the influence of condylar and incisal guidance in canine guided and group function occlusal schemes. *J Indian Prosthodont Soc* [Internet]. 01 Temmuz 2021 [a.yer 15 Aralık 2025];21(3):256-61. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34380812/>
 28. Berar A, Kui A, Flueraşu M, Health SI, & S, 2024 undefined. An evaluative analysis of dental occlusion using classical and digital method-T-Scan system. *researchgate.net* Berar, A Kui, M Flueraşu, S Jacob, S Simon, M Nistor, S BuduruHealth, Sports & Rehabilitation Medicine, 2024•researchgate.net [Internet]. [a.yer 15 Aralık 2025]; Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Andreea-Kui/publication/383331985_An_evaluative_analysis_of_dental_occlusion_using_classical_and_digital_method_-_T-Scan_system/links/66f3782c9e6e82486fef8ed5/An-evaluative-analysis-of-dental-occlusion-using-classical-and-digital-method-T-Scan-system.pdf
 29. Shah FK, Gebreel A, Elshokouki A hamed, Habib AA, Porwal A. Comparison of immediate complete denture, tooth and implant-supported overdenture on vertical dimension and muscle activity. *J Adv Prosthodont* [Internet]. 01 Mayıs 2012 [a.yer 15 Aralık 2025];4(2):61-71. Erişim adresi: <https://doi.org/10.4047/jap.2012.4.2.61>
 30. Dawson PE. *Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design*. St. Louis: Mosby; 2006.
 31. Kattadiyil MT, Alzaid AA, Campbell SD. The Relationship Between Centric Occlusion and The Maximal Intercuspal Position and Their Use as Treatment Positions for Complete Mouth Rehabilitation: Best Evidence Consensus Statement. *Journal of Prosthodontics* [Internet]. 01 Nisan 2021 [a.yer 15 Aralık 2025];30(S1):26-33. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jopr.13316>
 32. Hamata MM, Zuim PRJ, Garcia AR. Comparative evaluation of the efficacy of occlusal splints fabricated in centric relation or maximum intercuspation in temporomandibular disorders patients. *Journal of Applied Oral Science* [Internet]. 2009 [a.yer 15 Aralık 2025];17(1):32-8. Erişim adresi: <https://www.scielo.br/j/jaos/a/8RVcb5WmsCWLXT8hWN48hpb/?lang=en>
 33. He S, Wang S, Song F, Wu S, Chen J, Chen S. Effect of the use of stabilization splint on masticatory muscle activities in TMD patients with centric relation-maximum intercuspation discrepancy and absence of anterior/lateral guidance. *CRANIO®* [Internet]. 03 Eylül 2021 [a.yer 15 Aralık 2025];39(5):424-32. Erişim adresi: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08869634.2019.1655861>
 34. Demirovic K, Dzmidzic V, Nakas E. Impact of Stabilization Splint Therapy on Orthodontic Diagnosis in Patients with Signs and Symptoms of Temporomandibular Disorder. *Biomedicines* [Internet]. 01 Ekim 2024 [a.yer 15 Aralık 2025];12(10):2251. Erişim adresi: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11505508/>
 35. Pihlstrom BL. Selections From the Current Literature. *The Journal of the American Dental Association* [Internet]. 01 Eylül 2017 [a.yer 15 Aralık 2025];148(9):684-6. Erişim adresi: <https://jada.ada.org/action/showFullText?pii=S0002817717306037>
 36. Koyano K, Tsukiyama Y, Ichiki R, Kuwata T. Assessment of bruxism in the clinic*. *J Oral Rehabil* [Internet]. 01 Temmuz 2008 [a.yer 15 Aralık 2025];35(7):495-508. Erişim adresi: <https://>

- onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2842.2008.01880.x
37. Wang C, Shi YF, Xie PJ, Wu JH. Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies. *Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet]. 01 Şubat 2021 [a.yer 15 Aralık 2025];125(2):249-56. Erişim adresi: <https://www.thejpd.org/action/showFullText?pii=S0022391320300470>
 38. Lobbezoo F, Ahlberg J, Glaros AG, Kato T, Koyano K, Lavigne GJ, vd. Bruxism defined and graded: an international consensus. *J Oral Rehabil* [Internet]. 01 Ocak 2013 [a.yer 15 Aralık 2025];40(1):2-4. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/joor.12011>
 39. Manfredini DLF. Role of psychosocial factors in the etiology of bruxism. *J Orofac Pain*. 2009;23(2).
 40. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehabil* [Internet]. 01 Ocak 2004 [a.yer 15 Aralık 2025];31(1):18-22. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.0305-182X.2003.01179.x>
 41. Kiliaridis S. Masticatory muscle influence on craniofacial growth. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 1995 [a.yer 15 Aralık 2025];53(3):196-202. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7572097/>
 42. Klasser GDGCS. The changing field of temporomandibular disorders: What dentists need to know. *J Can Dent Assoc (Tor)*. 2009;75(1).
 43. Rosenstiel SFLMFFJ. *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 5. bs. Mosby; 2015.
 44. Sreirekha A, Bshetty K. Infinite to finite: An overview of finite element analysis. *Indian Journal of Dental Research* [Internet]. Temmuz 2010 [a.yer 15 Aralık 2025];21(3):425-32. Erişim adresi: https://journals.lww.com/ijdr/fulltext/2010/21030/infinite_to_finite__an_overview_of_finite_element.24.aspx
 45. Ledley RS, Huang HK. Linear Model of Tooth Displacement by Applied Forces. *J Dent Res* [Internet]. 1968 [a.yer 15 Aralık 2025];47(3):427-32. Erişim adresi: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/00220345680470031401>
 46. Farah JW, Craig RG. Finite Element Stress Analysis of a Restored Axisymmetric First Molar. *J Dent Res* [Internet]. 1974 [a.yer 15 Aralık 2025];53(4):859-66. Erişim adresi: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/00220345740530041701>
 47. Sreirekha A, Bshetty K. Infinite to finite: An overview of finite element analysis. *Indian Journal of Dental Research* [Internet]. Temmuz 2010 [a.yer 15 Aralık 2025];21(3):425-32. Erişim adresi: https://journals.lww.com/ijdr/fulltext/2010/21030/infinite_to_finite__an_overview_of_finite_element.24.aspx
 48. Craig RG. *Restorative Dental Materials*. Mosby; 1980.
 49. Shigley JE, Mitchell LD, Saunders H. *Mechanical Engineering Design (4th Ed.)*. *Journal of Mechanisms, Transmissions, and Automation in Design* [Internet]. 01 Haziran 1985 [a.yer 15 Aralık 2025];107(2):145-145. Erişim adresi: <https://dx.doi.org/10.1115/1.3258702>
 50. O'Brien W. *Dental Materials and Their Selection*. Quintessence; 2002.
 51. Logan DL. *A First Course in the Finite Element Method*. 6. bs. Cengage Learning; 2016.
 52. Cook RDMDSPEWRJ. *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*. 4. bs. John Wiley & Sons; 2002.
 53. JB B. Biomechanical factors affecting the bone-dental implant interface. *Clin Mater* [Internet]. 1992 [a.yer 16 Aralık 2025];10:153-201. Erişim adresi: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1571698601300193024>
 54. Bathe KJ. Finite Element Method. *Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering* [Internet]. 13 Haziran 2008 [a.yer 16 Aralık 2025];1-12. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/9780470050118.ecse159>
 55. Küçük Kurt S. SONLU ELEMENLAR STRES ANALİZ YÖNTEMİ VE DENTAL İMPLANTOLOJİ ALANINDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi [Internet]. 15 Ekim 2019 [a.yer 16 Aralık 2025];29(4):701-10. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunidf/issue/49814/328138>

56. Logg A. Automating the finite element method. Archives of Computational Methods in Engineering [Internet]. 15 Haziran 2007 [a.yer 16 Aralık 2025];14(2):93-138. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-007-9003-9>
57. Gültepe ME. Alt çene tam dişsiz vakalarda farklı implant üstü protetik tasarımların implant altyapılara kuvvet iletimi açısından sonlu elemanlar stres analizi yöntemiyle incelenmesi. [Ankara]; 2011.
58. Srirekha A, Bassetty K. Infinite to finite: An overview of finite element analysis. Indian Journal of Dental Research [Internet]. Temmuz 2010 [a.yer 16 Aralık 2025];21(3):425-32. Erişim adresi: https://journals.lww.com/ijdr/fulltext/2010/21030/infinite_to_finite__an_overview_of_finite_element.24.aspx
59. Jafari ASKSKM. Study of stress distribution and displacement of various craniofacial structures following application of transverse orthopedic forces—a three-dimensional FEM study. Angle Orthod. 2003;73(1).
60. Coelho CS de M, Biffi JCG, da Silva GR, Abrahão A, Campos RE, Soares CJ. Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts. Dent Mater J. 2009;28(6):671-8.
61. Doğan MSAGA. Sonlu Elemanlar Analizi ve Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları: Derleme Authors: Dicle Dişhekimliği Dergisi. 2015;16(2).
62. Magne P, Stanley K, Schlichting LH. Modeling of ultrathin occlusal veneers. Dental Materials. 01 Temmuz 2012;28(7):777-82.
63. Tabata LF, Assunção WG, Barão VAR, Alves Gomes E, Aparecida Delben J, Capello De Sousa EA, vd. Comparison of single-standing or connected implants on stress distribution in bone of mandibular overdentures: a two-dimensional finite element analysis. Journal of Craniofacial Surgery [Internet]. Mayıs 2010 [a.yer 16 Aralık 2025];21(3):696-702. Erişim adresi: https://journals.lww.com/jcraniofacialsurgery/fulltext/2010/05000/comparison_of_single_standing_or_connected.16.aspx
64. Taşkınel E, Gümüş HÖ. SONLU ELEMANLAR STRES ANALİZİ VE RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANIMI. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi [Internet]. 11 Şubat 2015 [a.yer 16 Aralık 2025];24(Supplement 8):131-5. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidfd/issue/2525/32437>
65. Wayne JS, Chande R, Porter HC, Janus C. Effect of restoration volume on stresses in a mandibular molar: A finite element study. J Prosthet Dent. 01 Ekim 2014;112(4):925-31.
66. Ausiello P, Apicella A, Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations—a 3D finite element analysis. Dental Materials. 01 Haziran 2002;18(4):295-303.
67. Tantbirojn D, Pfeifer CS, Amini AN, Versluis A. Simple optical method for measuring free shrinkage. Dental Materials. 01 Kasım 2015;31(11):1271-8.
68. Wright KW, Yettram AL. Finite Element Stress Analysis of a Class I Amalgam Restoration Subjected to Setting and Thermal Expansion. J Dent Res [Internet]. 1978 [a.yer 16 Aralık 2025];57(5):715-23. Erişim adresi: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/00220345780570051101>
69. Taşkınel E, Gümüş HÖ. SONLU ELEMANLAR STRES ANALİZİ VE RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANIMI. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi [Internet]. 11 Şubat 2015 [a.yer 16 Aralık 2025];24(Supplement 8):131-5. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidfd/issue/2525/32437>
70. Niu Y, Du T, Liu Y. Biomechanical Characteristics and Analysis Approaches of Bone and Bone Substitute Materials. Journal of Functional Biomaterials 2023, Vol 14, Page 212 [Internet]. 11 Nisan 2023 [a.yer 16 Aralık 2025];14(4):212. Erişim adresi: <https://www.mdpi.com/2079-4983/14/4/212/htm>
71. Geng JPA, Tan KBC, Liu GR. Application of finite element analysis in implant dentistry: A review of the literature. J Prosthet Dent. 01 Haziran 2001;85(6):585-98.
72. Beek M, Koolstra JH, van Ruijven LJ, van Eijden TMGJ. Three-dimensional finite element

- analysis of the human temporomandibular joint disc. *J Biomech.* 01 Mart 2000;33(3):307-16.
73. Tanne K, Sakuda M, Burstone CJ. Three-dimensional finite element analysis for stress in the periodontal tissue by orthodontic forces. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 01 Aralık 1987;92(6):499-505.
 74. Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. The Finite Element Method: a Tool to Study Orthodontic Tooth Movement. *J Dent Res [Internet].* Mayıs 2005 [a.yer 16 Aralık 2025];84(5):428-33. Erişim adresi: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/154405910508400506>
 75. Kim HC, Lee MH, Yum J, Versluis A, Lee CJ, Kim BM. Potential Relationship between Design of Nickel-Titanium Rotary Instruments and Vertical Root Fracture. *J Endod.* 01 Temmuz 2010;36(7):1195-9.
 76. Boschian Pest LCGBPGM. Adhesive post-endodontic restorations: A finite element analysis. *J Endod.* 2006;32(4).
 77. Gao LZFYZYJ. Evaluation of stress distribution in translucent-zirconia fixed partial dentures with different framework designs: A 3D finite element analysis. *Journal of Prosthodontics.* 2020;29(4):338-44.
 78. Karagöz M, Erdoğan M, Mohammadi R, Tunçdemir AR. Analysis of stress distribution in implant-supported prostheses with custom abutments at different angles of 20 degrees: A finite element analysis. *International Dental Research [Internet].* 31 Aralık 2024 [a.yer 16 Aralık 2025];14(Suppl. 1):12-20. Erişim adresi: <https://www.dental-research.com/idr/article/view/568>
 79. Weyrauch ECPDM. Finite element stress analysis of dental prostheses supported by straight and angled implants. *J Oral Rehabil.* 2009;36(8):588-96.
 80. Hong MH, Choi H. Three-Dimensional Finite Element Analysis of Stress Distribution in Dental Implant Prosthesis and Surrounding Bone Using PEEK Abutments. *Biomimetics* 2024, Vol 9, Page 472 [Internet]. 03 Ağustos 2024 [a.yer 16 Aralık 2025];9(8):472. Erişim adresi: <https://www.mdpi.com/2313-7673/9/8/472/htm>
 81. Gholampour S, Gholampour H, Khanmohammadi H. Finite element analysis of occlusal splint therapy in patients with bruxism. *BMC Oral Health [Internet].* 04 Eylül 2019 [a.yer 16 Aralık 2025];19(1):205-. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12903-019-0897-z>
 82. He J, Ran J, Zheng B, Algahefi A, Liu Y. Finite element analysis of various thickness occlusal stabilization splint therapy on unilateral temporomandibular joint anterior disc displacement without reduction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop [Internet].* 01 Mart 2022 [a.yer 16 Aralık 2025];161(3):e277-86. Erişim adresi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34776321/>

BÖLÜM 11

İMLANT ÜSTÜ HİBRİT PROTEZLER: ENDİKASYONDAN KLİNİK UYGULAMAYA MULTİDİSİPLİNER BİR YAKLAŞIM

Orhun TÜRKYILMAZ¹
Faik TUĞUT²

GİRİŞ

Dental implantlar tam ve kısmi dişsizlik tedavilerinde sıklıkla uygulanan materyallerdir. İmplant tedavilerinin asıl amacı hastaya hareketli protez yerine sabit bir protez uygulamak veya hareketli protezin retansiyon ve stabilitesini arttırmaktır (1). İmplant üstü protezler implantların sayısı, lokalizasyonu, hastanın ağız hijyeni ve hasta tercihlerine bağlı olarak sabit veya hareketli protez olarak yapılabilmektedir. İmplant üstü sabit protez türlerinden birisi de implant destekli hibrit protezlerdir (2). Hibrit protez genellikle akrilik rezinle kaplı metal kaideli bir alt yapıdan oluşan sabit tedavi anlamına gelmekte ve geleneksel dizayna sahip olan ve farklı materyallerin kombinasyonundan oluşan sabit, hareketli veya maksillofasiyal protezler olarak tanımlanmıştır. Geleneksel hibrit protezlerin alt yapıları krom-kobalt (Cr-Co) alaşımından yapılmaktadır (3) (Şekil 1).

Dental implantolojide hibrit protezler, implant destekli hareketli protezlerin avantajlarını taşıyan; en az dört implant üzerine vidalanan metal bir altyapı üzerine yerleştirilen yapay dişler ve akrilik rezin kaideden oluşan sabit protezlerdir (4). Daha sonraları materyallerin geliştirilmesi ve diş hekimliğinde dijital teknolojinin kullanımının artmasıyla farklı altyapı ve üst yapı seçenekleri kullanılmaya başlanmıştır. Hasta açısından sabit, hekim açısından vidalar söküldüğünde çıkarılabilir olmaları, bu protezleri klasik sabit protezler ile implant destekli hareketli protezler arasında özel bir yere yerleştirir (5,6). Son yıllarda All-on-4 ve All-on-6 gibi konseptler sayesinde, ileri derecede rezorbe kretlerde bile greftsiz veya minimal greftleme ile tam ark hibrit protezler uygulanabilmektedir (6-8).

¹ Araş. Gör., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., orhunkturkylmaz0@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-2645-9675

² Prof. Dr., Cumhuriyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., tugut78@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-6323-407X



Şekil 6. Stres sonucu oluşan vida kırığı

SONUÇ

İmplant destekli hibrit protezler ileri kemik ve yumuşak doku kaybında sabit protez konforu sunarken aynı zamanda yumuşak dokuları destekleyen, biyomekanik ve estetik açıdan güçlü bir tedavi seçeneğidir. Ancak; doğru hasta seçimi, yeterli restoratif alan planlaması, biyomekanik prensiplere uygun tasarım, uygun malzeme seçimi, pasif uyumun sağlanması, düzenli bakım protokolü tedavi başarısının temel belirleyicileridir.

KAYNAKLAR

1. Thalji G, Bryington M, De Kok IJ, et.al. Prosthodontic management of implant therapy. *Dental Clinics of North America*. 2014;58(1): 207-225.
2. Misch CE. *Contemporary Implant Dentistry*. Mosby Elsevier, St Louis; 2008. p. 1034-1035.
3. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017;117(5S): e1-e105.
4. Real-Osuna J, Almendros-Marqués N, Gay-Escoda C. Prevalence of complications after the oral rehabilitation with implant-supported hybrid prostheses. *Medicina Oral, Patología Oral, Cirugía Bucal*. 2012;17(1): e116-e121.
5. Egilmez F, Ergun G, Cekic-Nagas I, et.al. Implant-supported hybrid prosthesis: Conventional treatment method for borderline cases. *European Journal of Dentistry*. 2015;9(03): 442-448.
6. Salama A. Fixed Detachable Prosthesis/Hybrid prosthesis: Literature Review. *MSA Dental Journal*. 2023;2(2): 42-48.
7. Law C, Bennani V, Lyons K, et.al. Influence of implant framework and mandibular flexure on the strain distribution on a Kennedy class II mandible restored with a longspan implant fixed restoration: A pilot study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014;112(1): 31-37.
8. Hatakeyama W, Takafuji K, Kihara H, et.al. A review of the recent literature on maxillary overdenture with dental implants. *Journal of Oral Science*. 2021;63(4): 301-305.
9. Kaya N. Maksiller Defektlerde Dental İmplant Uygulamaları ve Yaşam Kalitesine Olan Etkisi: Literatür Derlemesi. *Selcuk Dental Journal*. 2022;9: 316-326
10. Drago C, Gurney L. Maintenance of implant hybrid prostheses: clinical and laboratory procedures. *Journal of Prosthodontics*. 2013;22(1): 28-35.
11. Gönüldaş F, Yılık B. Tam dişsizliklerde hibrit protezler. İmplant Üstü Protezlerin Yapım Teknikleri. *Türkiye Klinikleri*. 2021;1: 34-42.

12. Resnik RR. *Misch's Contemporary Implant Dentistry*. 4th ed. Elsevier; 2020. p.1-1267.
13. Carpentieri J, Greenstein G, Cavallaro J. Hierarchy of restorative space required for different types of dental implant prostheses. *Journal of the American Dental Association*. 2019;150: 695-706.
14. Krishnan V, Manju V, Thampi A, et.al. Prosthetic Rehabilitation Of Surgically Reconstructed Mandible With Increased Crown Height Space. *Journal of Prosthetic and Implant Dentistry*. 2021;4: 148-157.
15. Sertgöz A, Güvener S. Finite element analysis of the effect of cantilever and implant length on stress distribution in an implant-supported fixed prosthesis. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1996;76(2): 165-169.
16. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, et.al. Occlusal considerations in implant therapy: Clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clinical Oral Implants Research*. 2005;16: 26-35.
17. Shackleton JL, Carr L, Slabbert JC, et.al. Survival of fixed implant-supported prostheses related to cantilever lengths. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1994;71(1): 23-26.
18. Zarb G JT. Prosthodontic procedures. In: Branemark PI ZG, Albrektsson T editor. *Tissue Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence; 1985: 250-251.
19. Drago C, Howell K. Concepts for designing and fabricating metal implant frameworks for hybrid implant prostheses. *Journal of Prosthodontics*. 2012; 21: 413-424.
20. Bural C, Geçkili O. Hibrit Protezler. *Türkiye Klinikleri Prosthodontics*. 2015;1: 45-52.
21. Örtorp A, Jemt T, Bäck T, et.al. Comparisons of precision of fit between cast and CNC-milled titanium implant frameworks for the edentulous mandible. *International Journal of Prosthodontics* 2003;16: 194-200.
22. Al-Fadda SA, Zarb GA, Finer Y. İmplant-protez iskeletlerinin yapımında kullanılan 2 yöntemin uyum doğruluğunun karşılaştırılması. *International Journal of Prosthodontics*. 2007;20: 125-131.
23. Cevik P, Schimmel M, Yılmaz B. New generation CAD-CAM materials for implant-supported definitive frameworks fabricated by using subtractive technologies. *BioMed Research International*. 2022(1): 3074182.
24. Güneş F, Kocacıklı M, Korkmaz T. Dental İmplantolojide Polietereketon (PEEK): Geleneksel Derleme. *Selcuk Dental Journal*. 2023;10(3): 611-617.
25. Aboelnagga M, El Sadat O. The effect of BioHPP versus Zirconia CAD/CAM-fabricated fixed-detachable prosthesis rehabilitating single maxillary arches on the peri-implant bone level changes. *Egyptian Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2022;13(1): 35-45.
26. Taş N, Eğilmez F. İmplant Destekli Hibrit Protezlerin Yapımında Kullanılan Materyaller ve Üretim Yöntemleri (Materials and Manufacturing Methods Used in the Construction of Implant-Supported Hybrid Prostheses). *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2021;31: 305-315.
27. Özdoğan MS. İmplant destekli hibrit protezlerde endikasyon-kontraendikasyon ve malzeme seçimi. *Bidge Yayınları*. 2025:130-152
28. Johansson A, Omar R, Carlsson GE. Bruxism and prosthetic treatment: a critical review. *Journal of Prosthodontic Research*. 2011;55(3): 127-136
29. Heintze SD, Zellweger G, Grunert I, et.al. Laboratory methods for evaluating the wear of denture teeth and their correlation with clinical results. *Dental Materials Journal*. 2012;28: 261-72.
30. Bidra AS. Complete Arch Monolithic Zirconia Prosthesis Supported By Cobalt Chromium Metal Bar: A Clinical Report. *Journal of Prosthodontics*. 2020;29(7): 558-563.
31. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, et.al. Clinical complications with implants and implant prostheses. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2003;90: 121-132
32. Grover RK, Jain S, Sharma R, et.al. Restoring Function and Esthetics in Complete Edentulism: A Case Report of Implant-Supported Hybrid Denture. *Cureus*. 2024;16(10): e71399.
33. Hirani M, Devine M, Obisesan O, et.al. The use of three implants to support a fixed prosthesis in the management of the edentulous mandible: a systematic review. *International Journal of*

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

- Implant Dentistry*. 2022;8(1): 28.
34. Kiraz MS, Çevik P. Tam Dişsiz Maksillanın Toronto Altyapı Tasarımına Sahip Hibrit Protez ile Rehabilitasyonuna Dijital ve Konvansiyonel Yaklaşım: Olgu Sunumu. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*. 2022;11(2): 166-171.
 35. Pelekanos S, Ntovas P, Rizou V, et.al. Translucent monolithic zirconia titanium-supported FP1 full-arch prosthesis: A novel proof of concept to address esthetic, functional, and biologic challenges. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2024;36(1): 197-206.
 36. Froimovici FO, Butnăraşu CC, Montanari M, et.al. Fixed Full-Arch Implant-Supported Restorations: Techniques Review and Proposal for Improvement. *Dentistry journal (Basel)*. 2024;12(12): 408.
 37. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, et.al. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clinical Oral Implants Research*. 2012;23(6): 22-38.
 38. Zitzmann NU, Marinello CP. A review of clinical and technical considerations for fixed and removable implant prostheses in the edentulous mandible. *International Journal of Prosthodontics*. 2002;15(1): 65-72.
 39. Jemt T. Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 1991;6: 270-276.
 40. Purcell BA, McGlumphy EA, Holloway JA et.al. Prosthetic complications in mandibular metal-resin implant-fixed complete dental prostheses: a 5-to 9-year analysis. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2008;23: 847-857.

BÖLÜM 12

İMLANT ÜSTÜ PROTEZLERDE KOMPLİKASYONLAR

Nihan KAYA ACAR¹

GİRİŞ

Dental implantlar günümüzde tek diş eksikliğinden tam dişsizliğe kadar geniş bir klinik spektrumda öngörülebilir tedavi seçenekleri sunmaktadır (1). Çok sayıda sistematik derleme ve uzun dönemli klinik çalışma, implant destekli sabit ve hareketli protezlerde yüksek 5 ve 10 yıllık sağkalım oranları bildirmektedir (2-4). Bununla birlikte, implant tedavisinin başarısının yalnızca “implantın ağızda kalması” ile değerlendirilmesi kavramsal olarak yetersizdir. Sağkalım oranları, restorasyonun fonksiyonel olarak ağızda bulunmaya devam ettiğini gösterirken; bu süre boyunca gelişen biyolojik, mekanik veya teknik komplikasyonları yansıtmaz (5). Bu noktada “sağkalım” (survival) ve “başarı” (success) kavramlarının ayrıştırılması önem taşımaktadır. Sağkalım, implantın veya protezin belirli bir takip süresi boyunca çıkarılmadan klinikte kalmasını ifade eder. Buna karşılık başarı; biyolojik stabilitenin, fonksiyonel bütünlüğün, estetik uyumun ve hasta memnuniyetinin birlikte sağlandığı daha kapsamlı bir kavramdır. Klinik pratiğin gerçekliği, yüksek sağkalım oranlarına rağmen implant üstü restorasyonların önemli bir kısmında komplikasyon geliştiğini göstermektedir.

Literatürde implant komplikasyonları genel olarak cerrahi, biyolojik, mekanik ve estetik/fonetik başlıklar altında sınıflandırılmıştır (6). Daha sonraki çalışmalar, özellikle protetik komplikasyonları teknik ve mekanik olarak iki ana grupta ele almıştır. Teknik komplikasyonlar çoğunlukla laboratuvar üretimi ile ilişkili (örneğin veneer kırıkları, protez fraktürleri, retansiyon kaybı), mekanik komplikasyonlar ise prefabrike komponentlerin fonksiyonel yük altında başarısızlığı (vida gevşemesi, vida kırığı, implant kırığı) ile ilişkilidir. Bu ayrım, komplikasyonların etiyojisini ve yönetim stratejilerini anlamada klinik açıdan önemlidir.

2003 yılında yayımlanan kapsamlı bir derlemede implant ve implant protezleri ile ilişkili komplikasyonlar altı ana kategori altında değerlendirilmiş; özellikle

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Medipol Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., dtnihankaya@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-6291-9157

DOI: 10.37609/akya.4125.c6550

süreçleri ile ilişkilidir. Özellikle veneer kırıkları, vida gevşemeleri ve overdenture retansiyon problemleri klinik pratiğin en sık karşılaşılan komplikasyonları arasında yer almaktadır.

Literatürde implant destekli protezlerin komplikasyon profilinin, konvansiyonel sabit restorasyonlara kıyasla daha farklı ve çoğu zaman daha kompleks olduğu gösterilmiştir. Bu durum, implant tedavisinin yalnızca cerrahi bir girişim değil, biyomekanik ve restoratif açıdan bütüncül bir rehabilitasyon süreci olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle protez tipi, bağlantı tasarımı, materyal seçimi, implant sayısı ve üç boyutlu konumlandırma uzun dönem performansı belirleyen anahtar faktörlerdir.

İmplant tedavisinin gerçek başarısı, osseointegrasyonun sağlanması ile sınırlı değildir. Uzun dönem marjinal kemik stabilitesinin korunması, bağlantı sistemlerinin mekanik bütünlüğünün sürdürülmesi, restorasyonların teknik dayanıklılığının devamı ve estetik tatminin sağlanması başarı kavramının ayrılmaz parçalarıdır. Ayrıca komplikasyonların büyük bölümünün yönetilebilir klinik olaylar olduğu ve düzenli takip ile kontrol altına alınabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle implant tedavisi, dinamik bir bakım ve izlem süreci gerektiren uzun dönemli bir rehabilitasyon yaklaşımı olarak değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak implant üstü protezlerde komplikasyonlar kaçınılmaz olmaktan ziyade öngörülebilir ve yönetilebilir klinik olaylar olarak ele alınmalıdır. Başarılı bir implant rehabilitasyonu; doğru hasta seçimi, kapsamlı risk analizi, biyolojik ve biyomekanik prensiplere uygun planlama ve düzenli bakım protokolü ile mümkündür. Yüksek sağkalım oranları önemli olmakla birlikte, gerçek klinik başarı komplikasyonların minimize edilmesi ve uzun dönem fonksiyonel bütünlüğün sürdürülebilmesi ile tanımlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontol 2000*. 2017;73(1):84-102.
2. Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, Buser D, Chen S. Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: a systematic review. *Clin Oral Implant Res*. 2018;29 (Suppl 16): 106-134.
3. Zitzmann NU, Marinello CP. A review of clinical and technical considerations for fixed and removable implant prostheses in the edentulous mandible. *Int J Prosthodont*. 2002;15(1):65-72.
4. Di Francesco F, De Marco G, Gironi Carnevale UA, Lanza M, Lanza A. The number of implants required to support a maxillary overdenture: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont Res*. 2019;63(1):15-24.
5. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implant*

- Res. 2012;23(Suppl 6):2-21.
6. Papaspyridakos P, Chen CJ, Chuang SK, Weber HP, Gallucci GO. A systematic review of biologic and technical complications with fixed implant rehabilitations for edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(1):102-110.
 7. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent.* 2003;90(2):121-132.
 8. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(Suppl 6):22-9.
 9. Papaspyridakos P, Chen CJ, Singh M, Weber HP, Gallucci GO. Success criteria in implant dentistry: a systematic review. *J Dent Res.* 2012;91(3):242-248.
 10. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and complications of single crowns supported by implants. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(Suppl 6):2-21.
 11. Tan K, Pjetursson BE, Lang NP, Chan ESY. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(6):654-666.
 12. Buser D, Martin W, Belser UC. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: anatomic and surgical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(Suppl):43-61.
 13. Kalpidis CDR, Setayesh RM. Hemorrhaging associated with endosseous implant placement in the anterior mandible: a review of the literature. *J Periodontol.* 2004;75(5):631-645.
 14. Juodzbalys G, Wang HL, Sabalys G. Injury of the inferior alveolar nerve during implant placement: a literature review. *J Oral Maxillofac Res.* 2011;2(1):e1.
 15. Hillerup S. Iatrogenic injury to oral branches of the trigeminal nerve: records of 449 cases. *Clin Oral Investig.* 2007;11(2):133-142.
 16. Greenstein G, Tarnow D. The mental foramen and nerve: clinical and anatomical factors related to dental implant placement. *J Periodontol.* 2006;77(12):1933-1943.
 17. Renton T. Prevention of iatrogenic inferior alveolar nerve injuries in relation to dental procedures. *Dent Update.* 2010;37(6):350-363.
 18. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Smoking and dental implants: a systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2015;43(5):487-498.
 19. Claudy MP, Miguens SAQ Jr, Celeste RK, Camara Parente R, Hernandez PAG, da Silva AN Jr. Time interval after radiotherapy and dental implant failure: systematic review of observational studies and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17(2):402-411.
 20. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Diabetes and oral implant failure: a systematic review. *J Dent Res.* 2014;93(9):859-867.
 21. Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol.* 1991;62(1):2-4.
 22. Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM, et al. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol.* 2018;45(Suppl 20):S286-S291.
 23. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986;1(1):11-25.
 24. Laurell L, Lundgren D. Marginal bone level changes at dental implants after 5 years in function: a meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2011;13(1):19-28.
 25. Heitz-Mayfield LJA, Salvi GE. Peri-implant mucositis. *J Clin Periodontol.* 2018;45(Suppl 20):S237-S245.
 26. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue bar-

- rier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res.* 1991;2(2):81-90.
27. Canallatos JE, Hobbs GR, Bryington M, Dye BD. The effect of implant prosthesis complications on patient satisfaction. *J Prosthet Dent.* 2020;124(1):84-90.
 28. Ruggiero SL, Dodson TB, Aghaloo T, Carlson ER, Ward BB, Kademani D. Medication-related osteonecrosis of the jaw—2022 update. Position paper from the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. *J Oral Maxillofac Surg.* 2022;80(5):920-943.
 29. Chronopoulos A, et al. Osteoradionecrosis of the jaws: definition, epidemiology, staging and clinical and radiological findings — a systematic review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2018;125(6):612-628.
 30. Schwarz F, Derks J, Monje A, Wang HL. Peri-implantitis. *J Clin Periodontol.* 2018;45(Suppl 20):S246-S266.
 31. Binon PP. Implants and components: entering the new millennium. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15(1):76-94.
 32. Misch CE, Suzuki JB, Misch-Dietsh FM, Bidez MW. A positive correlation between occlusal trauma and peri-implant bone loss: literature support. *Implant Dent.* 2005;14(2):108-116.
 33. Misch CE, Bidez MW. Implant-protected occlusion: a biomechanical rationale. *Compend Contin Educ Dent.* 1994;15(11):1330-1344.
 34. Chrcanovic BR, Kisch J, Albrektsson T, Wennerberg A. Factors influencing the fracture of dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2018;20(1):58-67.
 35. Teixeira ES, Bonfante EA, Silva NRFA, et al. Biomechanical influence of bone quality and crestal cortical bone on dental implant stability: A three-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent.* 2011;106(1):30-38.
 36. Choe HC, Kim YS, Son MK. Fatigue fracture of titanium dental implants: an in vitro and fractographic analysis. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007;81(2):351-356.
 37. Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Brägger U, Zwahlen M. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(6):625-642.
 38. Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmerle CHF. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(Suppl 3):86-96.
 39. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater.* 2008;24(3):299-307.
 40. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns. *Dent Mater.* 2015;31(6):603-623.
 41. Bernal G, Okamura M, Muñoz CA. The effects of abutment taper and cement type on the retention of implant-supported crowns. *Int J Prosthodont.* 2003;16(6):643-648.
 42. Wilson TG Jr. The positive relationship between excess cement and peri-implant disease: a prospective clinical endoscopic study. *J Periodontol.* 2009;80(9):1388-1392.
 43. Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(Suppl 3):97-113.
 44. Brånemark PI, Svensson B, van Steenberghe D. Ten-year survival rates of fixed prostheses on four or six implants ad modum Brånemark in full edentulism. *Clin Oral Implants Res.* 1995;6(4):227-231.
 45. Feine JS, Carlsson GE, Awad MA, Chehade A, Duncan WJ, Gizani S, et al. The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002;17(4):601-602.

BÖLÜM 13

İMLANT ÜSTÜ PROTEZLERDE KONVANSİYONEL VE DİJİTAL ÖLÇÜ YÖNTEMLERİ

Kaan YERLİYURT¹
Seher ÖZTÜRK²

GİRİŞ

İmplant destekli protezlerde pasif uyum, hem implant tedavisinin hem de protetik başarının belirleyici unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir.(1) Bu nedenle, implant destekli veya tutuculu restorasyonların ölçü aşamalarında yüksek düzeyde teknik hassasiyet gösterilmesi, tedavi sürecinin uzun dönem başarısı açısından kritik önem taşımaktadır.(2)

Ölçü maddesi ve ölçü tekniği başta olmak üzere, implant sayısı ve implantların açılanması gibi birçok klinik ve teknik faktör ölçü doğruluğunu etkilemektedir. (3,4) Ölçü tekniği ve ölçü materyali seçiminde yapılan hatalar; protez ve dayanak (abutment) vidası gevşemesi, pasif uyumun sağlanamaması ve oklüzal düzensizlikler gibi protetik komplikasyonlara yol açarak, implantın biyomekanik stabilitesini ve protetik restorasyonun uzun dönem klinik başarısını olumsuz yönde etkileyebilmektedir.(5)

Konvansiyonel ölçü yöntemleri, uzun yıllar boyunca klinik güvenilirlikleri ve standartlaşmış protokolleri nedeniyle implant destekli protezlerde referans yöntemler olarak kabul edilmiştir. Ancak ölçü doğruluğunun; ölçü tekniği, materyal seçimi, implant sayısı ve implantların paralelliği gibi çok sayıda faktörden etkilenmesi ve özellikle çoklu veya açılı implant vakalarında hata riskinin artması, dijital ölçü yöntemlerine olan ilgiyi giderek artırmıştır.

Bu gelişmeler doğrultusunda, ağız içi tarayıcıların implant üstü restorasyonlarda kullanımına yönelik çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. 1980’li yıllardan itibaren CAD/CAM sistemlerinde kaydedilen teknolojik gelişmeler, dijital diş hekimliğinin temelini oluşturmuştur. Özellikle 2000’li yılların sonlarına doğru

¹ Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., kaanyerliyurt@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-9236-2732

² Arş. Gör., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., seher.ozturk@gop.edu.tr, ORCID iD: 0009-0000-2108-650X

gibi yöntemlerin kombine kullanımı, özellikle kompleks vakalarda dijital verilerin elde edilmesine katkı sağlamaktadır.

Üç veya daha az implantın bulunduğu olgularda ise açık ya da kapalı kaşık teknikleriyle alınan konvansiyonel ölçülerin yanı sıra, açık veya kapalı sistemlere dayalı dijital ölçü yöntemleri klinik olarak uygulanabilir seçenekler arasında yer almaktadır.(2,13,17)

SONUÇ

Dijital diş hekimliğinde ölçü alma teknolojileri, tarayıcı sistemleri, yazılımlar ve yapay zekâ destekli analiz araçlarındaki gelişmeler, protetik tedavi planlamasında daha öngörülebilir ve standartlaştırılabilir bir yaklaşımın benimsenmesine olanak sağlamaktadır. Dijital ölçülerin doğruluk düzeyi; kullanılan tarayıcı teknolojisi, yazılım algoritmaları, tarama stratejisi, hasta ve çevresel koşullar ile operatör deneyimi gibi çok sayıda değişkene bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Güncel literatür, sınırlı sayıda implant içeren olgularda dijital ölçü sistemlerinin güvenilir ve klinik açıdan kabul edilebilir sonuçlar sunduğunu; buna karşın geniş dişsiz alanlar ve tam ark restorasyonlarında ölçü yönteminin vaka bazlı olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, dijital ölçü sistemlerinin klinik başarıya katkı sağlayabilmesi için mevcut teknik sınırlılıkların bilinmesi ve uygun endikasyonlarda, doğru klinik protokollerle uygulanması kritik önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Richi MW, Kurtulmuş-Yılmaz S, Ozan O. Comparison of the accuracy of different impression procedures in case of multiple and angulated implants. *Head Face Med.* 2020;16:9. doi:10.1186/s13005-020-00225-3
2. Kiraz MS, Çevik P. İmplant üstü protezlerde konvansiyonel ve dijital ölçü teknikleri. *Selcuk Dent J.* 2022;9(1):269-278. doi: 10.15311/selcukdentj.898767
3. Menini M, Setti P, Pera F, et al. Accuracy of multi-unit implant impression: traditional techniques versus a digital procedure. *Clin Oral Investig.* 2018;22(3):1253-1262. doi: 10.1007/s00784-017-2217-9
4. Aktöre H, Kurtulmuş-Yılmaz S. The evaluation of factors that affect the accuracy of implant impressions. *Cumhuriyet Dent J.* 2015;18(2):214-227. doi: 10.7126/cdj.58140.5000033973
5. Marghalani A, Weber HP, Finkelman M, et al. Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: An evaluation of accuracy. *J Prosthet Dent.* 2018;119(4):574-579. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.07.002
6. Karaca S, Inan O. İmplant destekli protezlerde konvansiyonel ve dijital: Sistematik derleme. *Selcuk Dent J.* 2021;8(3):888-894. doi: 10.15311/selcukdentj.781806
7. Kahramanoğlu E, Aslan YU, Özkan Y, et al. İmplant Destekli Protetik Restorasyonlarda Kullanılan Ölçü Yöntemleri ve Materyalleri: Derleme. *Eur J Res Dent.* 2019;2(3):124-132. doi: 10.35333/ERD.2019.101
8. Sanda M, Miyoshi K, Baba K. Trueness and precision of digital implant impressions by intraoral

- scanners: a literature review. *Int J Implant Dent*. 2021;7:97. doi:10.1186/s40729-021-00352-9
9. Ribeiro P, Herrero-Climent M, Díaz-Castro C, et al. Accuracy of implant casts generated with conventional and digital impressions-an in vitro study. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(8):1599. doi:10.3390/ijerph15081599
 10. Koç B, Şen D. İmplant destekli sabit protetik restorasyonlarda konvansiyonel ölçü teknikleri ile dijital ölçü sistemlerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi ve implant tarama gövdelerinin incelenmesi. *Aydın Dent*. 2025;11(2):193-203. doi: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v011i2009
 11. Ruhi İ, Akaltan KF. İmplant üstü protezlerde ölçü yöntemleri ve ölçü doğruluğunu etkileyen faktörler. *Selcuk Dent J*. 2024;11(1):103-109.
 12. Lee H, So JS, Hochstedler JL, et al. The accuracy of implant impressions: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2008;100(4):285-291. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60208-5
 13. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Impression Materials. *Philips Science of Dental Materials*. 12th ed. St. Louis: Elsevier; 2013.
 14. Chee W, Jivraj S. Impression techniques for implant dentistry. *Br Dent J*. 2006;201(7):429-432.
 15. Ismail IA, Alhaji MN. Accuracy of different impression techniques for multiunit implant restoration: A qualitative in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2020;124(6): 729.e1-729.e5. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.04.025.
 16. Buzayan M, Baig MR, Yunus N. Evaluation of accuracy of complete-arch multiple-unit abutment-level dental implant impressions using different impression and splinting materials. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013;28(6):1512-1520. doi: 10.11607/jomi.2958
 17. Punj A, Bompolaki D, Garaicoa J. Dental impression materials and techniques. *Dent Clin North Am*. 2017;61(4):779-796. doi: 10.1016/j.cden.2017.06.004
 18. Cervino G, Fiorillo L, Herford AS, et al. Alginate materials and dental impression technique: a current state of the art and application to dental practice. *Mar Drugs*. 2018;17(1):18. doi:10.3390/md17010018
 19. Erbe C, Ruf S, Wöstmann B, et al. Dimensional stability of contemporary irreversible hydrocolloids: humidor versus wet tissue storage. *J Prosthet Dent*. 2012;108(2):114-122.
 20. Mehta D, Shetty R, Bhandari GR. Vinyl polysiloxane ether: A breakthrough in elastomeric impression material. *World J Dent*. 2014;5(2):134-137. doi: 10.5005/jp-journals-10015-1274
 21. Reitz CD, Clark NP. The setting of vinyl polysiloxane and condensation silicone putties when mixed with gloved hands. *J Am Dent Assoc*. 1988;116(3):371-375.
 22. Noonan JE, Goldfogel MH, Lambert RL. Inhibited set of the surface of addition silicones in contact with rubber dam. *Oper Dent*. 1985;10(2):46-8.
 23. Enkling N, Bayer S, Jöhren P, et al. Vinylsiloxanether: a new impression material. Clinical study of implant impressions with vinylsiloxanether versus polyether materials. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012;14(1):144-151. doi: 10.1111/j.1708-8208.2009.00240.x
 24. Pandita A, Jain T, Yadav NS, et al. Evaluation and comparison of dimensional accuracy of newly introduced elastomeric impression material using 3D laser scanners: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract*. 2013;14(2):265-268. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1311
 25. García-Martínez I, CáceresMonllor D, Solaberrieta E, et al. Accuracy of digitization obtained from scannable and non-scannable elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*. 2021;125(2):300-306. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.002
 26. Brawek PK, Wolfart S, Endres L, et al. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow--the comparison of two systems. *Clin Oral Investig*. 2013;17(9):2119-2125. doi: 10.1007/s00784-013-0923-5
 27. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc*. 2006;137(9):1289-1296. doi: 10.14219/jada.archive.2006.0389
 28. Christensen GJ. Is now the time to purchase an in-office CAD/CAM device? *J Am Dent Assoc*. 2006;137(2):235-6, 238. doi: 10.14219/jada.archive.2006.0149

29. Almeida e Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, et al. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig*. 2014;18(2):515-523. doi: 10.1007/s00784-013-0987-2
30. Çağlar İ, Yeşil Duymuş Z, Ateş SM. Diş hekimliğinde kullanılan ölçü sistemlerinde güncel yaklaşımlar: Dijital ölçü. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*. 2015; Suppl 10:135-140. doi:10.17567/dfd.96167
31. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, et al. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):149. doi: 10.1186/s12903-017-0442-x
32. Richert R, Goujat A, Venet L, et al. Intraoral scanner technologies: A review to make a successful impression. *J Healthc Eng*. 2017;2017:8427595. doi: 10.1155/2017/8427595
33. Logozzo S, Zanetti E, Franceschini G, et al. Recent advances in dental optics – Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Opt Lasers Eng*. 2014;54:203-221. doi: 10.1016/j.optlaseng.2013.07.017
34. Mizumoto RM, Yılmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2018;120(3):343-352. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.10.029
35. Moreira AHJ, Rodrigues NF, Pinho ACM, et al. Accuracy comparison of implant impression techniques: A systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17 Suppl 2: e751-764. doi: 10.1111/cid.12310
36. Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D, et al. Implant impression techniques for the edentulous jaw: A summary of three studies. *J Prosthodont*. 2016;25(2):146-150. doi: 10.1111/jopr.12305
37. Kim SJ, Son K, Lee KB. Digital evaluation of axial displacement by implant-abutment connection type: An *in vitro* study. *J Adv Prosthodont*. 2018;10(5):388-394. doi: 10.4047/jap.2018.10.5.388
38. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, et al. Intraoral scanning systems- a current overview. *Int J Comput Dent*. 2015;18(2):101-129.
39. Uçar Kartal M, İşler S. Gelenekselden dijital: Ölçü yöntemlerinde yenilikler. Kavut İ (ed.) *Protetik Alanında Uluslararası Derleme, Araştırma ve Çalışmalar* içinde. Ankara: Serüven Yayınevi; 2025. p. 43-68.
40. Yeslam HE, Maltzahn NF von, Nassar HM. Revolutionizing CAD/CAM-based restorative dental processes and materials with artificial intelligence: a concise narrative review. *PeerJ*. 2024;12: e17793. doi: 10.7717/peerj.17793
41. Rutkowski JL. Artificial intelligence (AI) role in implant dentistry. *J Oral Implantol*. 2024;50(1):1-2. doi: 10.1563/Editorial
42. Hu W. Knowledge mapping of artificial intelligence in prosthodontics during 1995–2024: A bibliometric analysis. *Digit Health*. 2025; 11:20552076251365830. doi: 10.1177/20552076251365830
43. Revilla-León M, Kois DE, Kois JC. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: Operator factors. *J Esthet Restor Dent*. 2023;35(1):230-240. doi: 10.1111/jerd.12985
44. Kern F, Schlager S, Alvarez VS, et al. Accuracy of intraoral scans: An *in vivo* study of different scanning devices. *J Prosthet Dent*. 2022;128(6):1303-1309. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.03.007
45. Kong L, Li Y, Liu Z. Digital versus conventional full-arch impressions in linear and 3D accuracy: a systematic review and meta-analysis of *in vivo* studies. *Clin Oral Investig*. 2022;26(9):5625-5642. doi: 10.1007/s00784-022-04607-6
46. Paratelli A, Vania S, Gómez-Polo C, et al. Techniques to improve the accuracy of complete arch implant intraoral digital scans: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2023;129(6):844-854. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.08.018
47. Rasaie V, Abduo J, Hashemi S. Accuracy of intraoral scanners for recording the denture bearing areas: A systematic review. *J Prosthodont*. 2021;30(6):520-539. doi:10.1111/jopr.13345
48. Medina-Sotomayor P, Pascual-Moscardo A, Camps I. Relationship between resolution and accuracy of four intraoral scanners in complete-arch impressions. *J Clin Exp Dent*. 2018;10(4):e361-e366. doi: 10.4317/jced.54670
49. Amornvit P, Rokaya D, Sanohkan S. Comparison of accuracy of current ten intraoral scanners. *BioMed Res Int*. 2021;2021(1):2673040. doi: 10.1155/2021/2673040

50. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, et al. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):92. doi: 10.1186/s12903-017-0383-4
51. Kim MK, Kim JM, Lee YM, et al. The effect of scanning distance on the accuracy of intra-oral scanners used in dentistry. *Clin Anat*. 2019;32(3):430-438. doi: 10.1002/ca.23334
52. Rotar RN, Faur AB, Pop D, et al. Scanning Distance Influence on the Intraoral Scanning Accuracy—An In Vitro Study. *Materials (Basel)* 2022; doi: 10.3390/ma15093061
53. Moon YG, Lee KM. Comparison of the accuracy of intraoral scans between complete-arch scan and quadrant scan. *Prog Orthod* 2020;21(1):36. doi: 10.1186/s40510-020-00337-1
54. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Barmak AB, et al. Influence of scan extension and starting quadrant on the accuracy of four intraoral scanners for fabricating tooth-supported crowns. *J Prosthet Dent*. 2025;134(4):1260-1270. doi: 10.1016/j.prosdent.2024.03.017
55. Dutton E, Ludlow M, Mennito A, et al. The effect different substrates have on the trueness and precision of eight different intraoral scanners. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(2):204-218. doi: 10.1111/jerd.12528
56. Revilla-León M, Young K, Sicilia E, et al. Influence of definitive and interim restorative materials and surface finishing on the scanning accuracy of an intraoral scanner. *J Dent*. 2022; 120:104114. doi: 10.1016/j.jdent.2022.104114
57. Revilla-León M, Gohil A, Barmak AB, et al. Influence of ambient temperature changes on intraoral scanning accuracy. *J Prosthet Dent*. 2023;130(5):755-760. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.01.012
58. Huang MY, Son K, Lee KB. Effect of distance between the abutment and the adjacent teeth on intraoral scanning: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2021;125(6):911-917. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.02.034
59. Kim MK, Son K, Yu BY, et al. Effect of the volumetric dimensions of a complete arch on the accuracy of scanners. *J Adv Prosthodont*. 2020;12(6):361-368. doi: 10.4047/jap.2020.12.6.361
60. Gan N, Xiong Y, Jiao T. Accuracy of intraoral digital impressions for whole upper jaws, including full dentitions and palatal soft tissues. *PLoS ONE*. 2016;11(7): e0158800. doi: 10.1371/journal.pone.0158800
61. Waldecker M, Rues S, Behnisch R, et al. Effect of scan-path length on the scanning accuracy of completely dentate and partially edentulous maxillae. *J Prosthet Dent*. 2024;131(1):146-154. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.02.016
62. Park HN, Lim YJ, Yi WJ, et al. A comparison of the accuracy of intraoral scanners using an intraoral environment simulator. *J Adv Prosthodont*. 2018;10(1):58-64. doi: 10.4047/jap.2018.10.1.58
63. Chen Y, Zhai Z, Li H, et al. Influence of liquid on the tooth surface on the accuracy of intraoral scanners: An in vitro study. *J Prosthodont*. 2022;31(1):59-64. doi: 10.1111/jopr.13358
64. Wesemann C, Kienbaum H, Thun M, et al. Does ambient light affect the accuracy and scanning time of intraoral scans? *J Prosthet Dent*. 2021;125(6):924-931. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.03.021
65. Resende CCD, Barbosa TAQ, Moura GF, et al. Influence of operator experience, scanner type, and scan size on 3D scans. *J Prosthet Dent*. 2021;125(2):294-299. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.12.011
66. Patel N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2010;141 Suppl 2:20S-4S. doi: 10.14219/jada.archive.2010.0357
67. Kümbüloğlu Ö, Türk A. Geçmişten günümüze ölçü maddeleri ve yöntemleri. *Türkiye Klinikleri J Prosthodont- Special Topics*. 2018;4(1):51-56.
68. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res*. 2013;24(1):111-115. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02430.x
69. Lin WS, Harris BT, Morton D. The use of a scannable impression coping and digital impression technique to fabricate a customized anatomic abutment and zirconia restoration in the esthetic zone. *J Prosthet Dent*. 2013;109(3):187-191. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60041-4

BÖLÜM 14

ADLI DIŞ HEKİMLİĞİNDE PROTETİK DIŞ TEDAVİSİNİN ROLÜ: DENTAL KİMLİKLENDİRMEDE KONVANSİYONEL VE DİJİTAL YAKLAŞIMLAR

Çağla Nur KALAFAT¹
Gizem YILMAZ²

GİRİŞ

Adli tıp, bireyin kimliğinin belirlenmesi ve ölüm nedeninin aydınlatılması süreçlerinde tarihsel olarak önemli bir rol üstlenmiş, hukuk ve tıp disiplinlerinin kesişim noktasında yer alan temel bir bilim alanıdır (1). Adli diş hekimliği ise dişlerin bireye özgü anatomik özelliklerini temel alarak kimliklendirme sürecine katkı sağlayan önemli bir bilim dalıdır (2).

Adli diş hekimliğinin kökenleri 19. yüzyıla uzanmakta olup, modern anlamda alanın kurucularından biri olarak kabul edilen Amoedo, 1898 yılında yayımladığı eserinde dişlerin kimliklendirmedeki rolünü sistematik biçimde tanımlamıştır (3). 20. yüzyılın başlarından itibaren savaşlar, yangınlar ve kazalar sonrası diş kayıtlarının karşılaştırılması, adli uygulamaların ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir(4):

İkinci Dünya Savaşı sonrasında adli diş hekimliği, özellikle kitlesel felaketlerde kimliklendirme süreçlerinde kurumsal bir disiplin olarak yapılandırılmıştır (5). Uluslararası kuruluşlar ve meslek örgütleri tarafından standart protokoller geliştirilmiş ve diş kayıtlarının sistematik biçimde toplanması teşvik edilmiştir (6). Günümüzde adli diş hekimliği; kimliklendirme, yaş ve cinsiyet tayini, travma analizi, ısırık izi değerlendirmesi ve DNA temelli tanımlama gibi çok boyutlu bir uygulama alanına sahiptir (7-10).

Dişler, insan vücudunun en dayanıklı yapıları arasında yer almakta; yüksek ısıya, travmaya ve çürüme süreçlerine karşı görece dirençli olmaları ve bireye özgü morfolojik ile tedaviye bağlı özellikler taşımaları nedeniyle adli kimliklendirmede son derece değerli biyolojik kanıtlar sunmaktadır (5,11). Klinik diş hekimliğinde

¹ Arş. Gör. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., caglanur.kalafat@erdogan.edu.tr, ORCID iD: 0009-0008-0167-5700

² Öğr. Gör. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., gizem.yilmaz@erdogan.edu.tr, ORCID iD: 0009-0004-0428-9443

DOI: 10.37609/akya.4125.c6552

KAYNAKLAR

1. Cordner SM, Ranson DL. Forensic medicine. Grim new role for forensic pathologist. *Lancet*. 1997;350(3):SIII6.
2. Karadede Mİ, Hancı İH.. Adli Diş Hekimliği. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2025.
3. Amoedo O. *L'art Dentaire en Medecine legale*. Paris: Editeurs Libraires de l'Academie de Medecine; 1898.
4. Clark D. *Practical Forensic Odontology*. London: Butterworth Heinemann; 1992.
5. Cattaneo C, De Angelis D, Grandi M. *Mass disasters in Forensic anthropology and Medicine*. New York: Humana Press; 2006.
6. International Criminal Police Organization (INTERPOL). *INTERPOL DVI Guide Review. Disaster Victim Identification Guide*. Lyon; 2018.
7. Bowers CM. *Forensic dental evidence an investigator's handbook*. Elsevier Academic Press; 2006.
8. Pretty IA, Sweet D. A look at forensic dentistry – Part 1. *Br Dent J*. 2001;190:359–366.
9. Keiser-Nielsen S. Forensic odontology. *Int Dent J*. 1968;18:668–683.
10. Sweet D. Why a dentist for identification? *Dent Clin North Am*. 2001;45:237–251.
11. Flint DJ, Dove SB, Brumit PC, White M, Senn DR. Computer-aided dental identification. *J Forensic Sci*. 2009;54:177–184.
12. Forrest AS. Collection and recording of radiological information for forensic purposes. *Aust Dent J*. 2012;57:24–32.
13. Thomas T, Muruppel AM, Dinesh N, Gladstone S, George N. Denture in forensic identification. *J Adv Med Dent Sci*. 2014;2:85–94.
14. Berketta JW, Hirsch RS, Higgins D, James H. Radiographic recognition of dental implants. *J Forensic Sci*. 2010;55:66–70.
15. De Valck E. De tandarts als lid van het DVI team. *Belg Tijdschr voor tandheekkunde*. 2005;3:171–188.
16. Beauchier JP, De Valck E, Lefevre P, De Winne J. *Mass Disaster Victim Identification*. *Open Forensic Sci J*. 2009;2:54–62.
17. Leditschke J, Collett S, Ellen R. Mortuary operations after bushfires. *Forensic Sci Int*. 2011;205:8–14.
18. Matsuda S, Yoshimura H, Yoshida H. Usefulness of CT image processing by OsiriX. *BioMed Res Int*. 2017;2017:3104018.
19. Smitha T. Artificial Intelligence in Forensic Odontology. *J Forensic Dent Sci*. 2023;13:1–2.
20. Vodanović M, Subašić M, Milošević DP, Galić I, Brkić H. Artificial intelligence in forensic medicine and dentistry. *J Forensic Odontostomatol*. 2023;41:30–41.
21. Wood RE. Forensic aspects of maxillofacial radiology. *Forensic Sci Int*. 2006;159:S47–S55.
22. Goldstein M, Sweet DJ, Wood RE. Specimen positioning device. *J Forensic Sci*. 1998;43:185–189.
23. Tedeschi-Oliveira SV, Melani RF, de Almeida NH, de Paiva LA. Facial soft tissue thickness. *Forensic Sci Int*. 2009;193:127.e1–127.e7.
24. Meundi MA, David CM. CBCT in facial soft tissue thickness. *J Oral Maxillofac Pathol*. 2019;23:114–121.
25. Boyacioglu H, van der Stelt P, Kamburoglu K, Goksuluk D, Avcu N. Frontal sinus and gender. *Rom J Leg Med*. 2020;28:288–293.
26. Cameriere R, Ferrante L, Belcastro MG, Bonfiglioli B, Rastelli E, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio. *J Forensic Sci*. 2007;52:1151–1155.
27. Cameriere R, Cunha E, Wasterlain SN, De Luca S, Sassaroli E, Pagliara F, Nuzzolese E, Cingolani M, Ferrante L. Age estimation by pulp/tooth ratio. *J Forensic Leg Med*. 2013;20:530–536.
28. Rai S, Misra D, Misra A, Kalita P, Krishna A. Forensic outlook of maxillofacial radiology. *Univ J Dent Sci*. 2022;8.

29. De Donno A, Angrisani C, Mele F, Introna F, Santoro V. Dental age estimation review. *Med Sci Law*. 2021;61:125–129.
30. Gulsahi A, Kulah CK, Bakırarar B, Gulen O, Kamburoglu K. Age estimation on CBCT. *Dento-maxillofac Radiol*. 2018;47:20170239.
31. Polat Y, Çelenk S. Age estimation with CBCT and panoramic. *J Clin Pediatr Dent*. 2024;48:149–162.
32. Dogan OB, Boyacioglu H, Goksuluk D. Machine learning in dental age classification. *Dento-maxillofac Radiol*. 2024;53:67–73.
33. Kharoshah MA, Almadani O, Ghaleb SS, Zaki MK, Fattah YA. Sexual dimorphism of the mandible. *J Forensic Leg Med*. 2010;17:213–215.
34. Tanner JM. Growth and maturation during adolescence. *Nutr Rev*. 1981;39:43–55.
35. Cameriere R, Ferrante L, de Angelis D, Scarpino F, Galli F. Open apices vs Demirjian. *Int J Leg Med*. 2008;122:493–497.
36. Santoro V, Lozito P, Mastrococco N, Introna F. Third molar root development. *J Forensic Sci*. 2008;53:904–909.
37. Introna F, Santoro V, De Donno A, Belviso M. Third molar maturity. *Am J Forensic Med Pathol*. 2008;29:55–61.
38. Solheim T. Dental age estimation in adults. *Forensic Sci Int*. 1993;59:137–147.
39. Kvaal S, Solheim T. Non-destructive dental age estimation. *J Forensic Odontostomatol*. 1994;12:6–11.
40. Arany S, Ohtani S, Yoshioka N, Gonmori K. Aspartic acid racemization. *Forensic Sci Int*. 2004;141:127–130.
41. Helfman PM, Bada JL. Aspartic acid racemisation. *Nature*. 1976;262:279–281.
42. Ohtani S, Ito R, Yamamoto T. D/L aspartic acid ratios. *Int J Legal Med*. 2003;117:149–152.
43. Spalding KL, Buchholz BA, Bergman LE, Druid H, Frisén J. Age written in teeth. *Nature*. 2005;437:333–334.
44. Alkass K, Buchholz BA, Druid H, Spalding KL. 14C and 13C in teeth. *Forensic Sci Int*. 2011;209:34–41.
45. Alkass K, Saitoh H, Buchholz BA, Bernard S, Holmlund G, Senn DR. Radiocarbon and DNA in teeth. *PLoS One*. 2013;8:e69597.
46. Bathala, Lakshmana Rao; Rachuri, Narendra Kumar; Rayapati, Srinivas Rao; Kondaka, Sudheer. Prosthodontics an “arsenal” in forensic dentistry. *Journal of Forensic Dental Sciences* 8(3):p 173-177, Sep–Dec 2016. | DOI: 10.4103/0975-1475.195102
47. Borrman HI, DiZinno JA, Wasén J, René N. On denture marking. *J Forensic Odontostomatol* 1999;17:20-6.
48. Seals RR Jr., Dianna JS. Hospital dentistry: The importance of denture identification. *Spec Care Dentist* 1985;5:164-68.
49. Stavrianos CH, Petalotis N, Metska M, Stavrianou I, Papadopoulos CH. The value of identification marking on dentures. *Balk J Stom* 2007;11:212-16.
50. Simon B, Aschheim K, Vag J. Cinsiyet ayrımı ve insan kimliği tespiti için damak geometrik analizinin ayırt edici potansiyeli. *J Forensic Sci*. 2022;67(6):2334–42.
51. Thali MJ, Braun M, Markwalder TH, Brueschweiler W, Zollinger U, Malik NJ, Yen K, Dirnhofner R. 3D/CAD bite mark. *Forensic Sci Int*. 2003;135:115–121.
52. Di Palma A, Bianchi I, Focardi M, Cioffi C, Bonetti SS, Dalessandri D. Digital scans vs resin casts. *J Forensic Odontostomatol*. 2024;42:76–86.
53. Johnson A, Jani G, Carew R, Pandey A. Accuracy of 3D printed teeth. *Forensic Sci Int*. 2021;328:111044.
54. Queiroz-Fontes R, Ribeiro P, Nunes T, Nogueira A, Marques J, Corte-Real A. 3D printing and CBCT reproducibility. *J Forensic Leg Med*. 2024;106:102719.
55. Putrino, A.; Bruti, V.; Enrico, M.; Costantino, C.; Ersilia, B.; Gabriella, G. Intraoral Scanners in Personal Identification of Corpses: Usefulness and Reliability of 3D Technologies in Modern

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

- Forensic Dentistry. *Open Dent. J.* 2020, 14, 255–266.
56. Bae, E.J.; Woo, E.J. Quantitative and Qualitative Evaluation on the Accuracy of Three Intraoral Scanners for Human Identification in Forensic Odontology. *Anat. Cell Biol.* 2022, 55, 72–78.
 57. Nigliaccio, S.; Fontana, D.A.; Di Vita, E.; Piraino, M.; Messina, P.; Argo, A.; Zerbo, S.; Albano, D.; Cumbo, E.; Scardina, G.A. Post-Mortem Animal Bite Mark Analysis Reimagined: A Pilot Study Evaluating the Use of an Intraoral Scanner and Photogrammetry for Forensic 3D Documentation. *Forensic Sci.* 2025, 5, 39.
 58. Santhosh Kumar, S.; Chacko, R.; Kaur, A.; Ibrahim, G.; Ye, D. A Systematic Review of the Use of Intraoral Scanning for Human Identification Based on Palatal Morphology. *Diagnostics* 2024, 14, 531.
 59. Joseph TI, Girish KL, Sathyan P, Kiran MS, Vidya S. Virtopsy. *J Forensic Dent Sci.* 2017;9:111–114.
 60. Reddy BNK, Swetha P, Manyam R, Supriya AN. Dental radiography in forensic odontology. *Oral Maxillofacial Pathology J.* 2022;13:124–127.
 61. Adamu LH, Taura MG. Lip prints. *J Biomed Sci.* 2016;1:78–87.
 62. Bansal AK, Doshi S, Bansal P, Patel R, Barai PH. Cheiloscopy. *Indian J Med Forensic Med Toxicol.* 2019;13:35–39.
 63. Alzapur A, Nagothu RS, Nalluri HB. Lip prints uniqueness. *Indian J Clin Anat Physiol.* 2017;4:68–70.
 64. Franco A, Thevissen P, Fieuws S, Souza PHC, Willems G. Willems model in Brazilian children. *Forensic Sci Int.* 2013;231:1–4.
 65. Basman RS, Achmad RT, Utari DR, Harya Bima TRA, Auerkari EI. Palatal rugae and sex. *J Int Dent Med Res.* 2019;12:1433–1435.
 66. Jain A, Chowdhary R. Palatal rugae in forensic odontology. *J Investig Clin Dent.* 2014;5:171–178.
 67. Johnson A. A Morphological Study of Tongue and its Role in Forensics Odontology. *Journal of Forensic Science & Criminal Investigation.* 2018; doi:10.19080/JFSCI.2018.07.555723
 68. Baliga M. Artificial intelligence in pediatric dentistry. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.*
 69. Chávez EM, Kossioni A, Fukai K. Policies supporting oral health in ageing populations. *Int Dent J.* 2022;72:S27–S38.
 70. Alafer F. Emerging Imaging Technologies in Forensic Medicine. *Diagnostics.* 2025;15:1410.
 71. Borbola D, Berkei G, Simon B, Romanszky L, Sersli G, DeFee M, Renne W, Mangano F, Vag J. Ağız içi tarayıcının doğruluğunun değerlendirilmesinde beş masaüstü tarayıcı ve bir endüstriyel tarayıcının in vitro karşılaştırması. *J Dent.* 2023;129:104391.
 72. Vitai V, Nemeth A, Solyom E, Czumbel LM, Szabo B, Fazekas R, Gerber G, Hegyi P, Hermann P, Borbely J. Tam ark taraması için intraoral tarayıcıların doğruluğunun değerlendirilmesi: sistematik bir inceleme ve ağ meta-analizi. *J Dent.* 2023;137:104636.
 73. Ramspek CL, Jager KJ, Dekker FW, Zoccali C, van Diepen M. Prognostik modellerin dış doğrulaması: ne, neden, nasıl, ne zaman ve nerede? *Clin Kidney J.* 2021;14(1):49–58.
 74. Ho SY, Phua K, Wong L, Bin Goh WW. Öğrenilen Modelin Yorumlanabilirliği ve Genelleştirilebilirliğini Kontrol Etmek İçin Harici Doğrulamanın Uzantıları. *Patterns (NY).* 2020;1(8):100129.
 75. Petju M, Suteerayongprasert A, Thongpud R, Hassiri K. Tayland'daki Hint Okyanusu tsunami felaketinin ardından mağdurların kimlik tespiti için diş kayıtlarının önemi. *Public Health.* 2007;121(4):251–7.
 76. Morgan OW, Sribanditmongkol P, Perera C, Sulasmi Y, Van Alphen D, Sondorp E. Güney Asya tsunami felaketinin ardından kitlesel ölümlerin yönetimi: Tayland, Endonezya ve Sri Lanka'daki vaka çalışmaları. *PLoS Med.* 2006;3(6):e195.

BÖLÜM 15

STRES VE PARAFONKSİYONEL ALIŞKANLIKLARIN YÖNETİMİNDE KLİNİK HİPNOZ: BRUKSİZM ÖRNEĞİ

Gizem YILMAZ¹

GİRİŞ

Hipnoz, literatürde tek ve evrensel olarak kabul edilmiş bir tanımı bulunmayan; ancak genel olarak bireyin dikkatinin odaklandığı, çevresel uyaranlara yönelik farkındalığının seçici biçimde azaldığı ve telkine açıklığının arttığı doğal bir bilinç durumu olarak tanımlanmaktadır(1). Bu süreçte algı, bellek, duyum ve motor yanıtlar modüle edilebilmekte; birey, yaşantısını daha yoğun ve içe dönük bir biçimde deneyimleyebilmektedir.

Hipnozun, yaygın yanlış kanının aksine, bir uyku hâli olmadığı ve bireyin kontrolünü kaybetmediği özellikle vurgulanmalıdır. Aksine, hipnotik durum sırasında bireyin bilinç düzeyi korunmakta ve istemli katılım sürecin temelini oluşturmaktadır. Günlük yaşamda dalıp gitme, otomatikleşmiş davranışlar ya da uykuya geçiş öncesi bilinç hâli gibi deneyimler, hipnotik duruma benzer doğal zihinsel süreçler olarak kabul edilmektedir(2). Hipnozun bu temel özellikleri, söz konusu bilinç durumunun klinik amaçlarla sistematik ve kontrollü biçimde uygulanabilmesinin kuramsal zeminini oluşturmuştur.

Klinik hipnoz, bilişsel ve nörobiyolojik temelleri giderek daha iyi anlaşılan ve etkinliğine ilişkin kanıtların artmakta olduğu önemli bir terapötik araçtır. Hipnoz; farkındalık, irade, algı ve inanç gibi bilişsel bileşenlerin, telkin yoluyla dışsal bir uygulayıcı (hipnotist) tarafından ya da bireyin kendisi tarafından (oto-hipnoz) kontrollü biçimde modüle edilmesini içerir(3).

HİPNOZUN NÖROBİYOLOJİK VE BİLİŞSEL TEMELLERİ:

Hipnoz, bireyin tüm dikkat ve konsantrasyonunu bir imgeye, etkinliğe, duyuma, sese ya da bu duyuusal deneyimlerin bir kombinasyonuna odakladığı değiştirilmiş bir bilinç durumudur. “Trans” olarak da adlandırılan bu zihinsel durum, bilinçli

¹ Öğr. Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Dış Hekimliği Fakültesi, Protetik Dış Tedavisi AD., gizem.yilmaz@erdogan.edu.tr, ORCID iD: 0009-0004-0428-9443

DOI: 10.37609/akya.4125.c6553

Sonuç olarak, stres ve parafonksiyonel alışkanlıkların yönetiminde klinik hipnoz, protetik diş tedavisinde restorasyonların uzun dönem başarısını destekleyebilecek tamamlayıcı bir yaklaşım olarak ele alınabilir. Ancak hipnoterapi, tek başına bir tedavi alternatifi olarak değil; bireyselleştirilmiş, multidisipliner ve mekanik koruma yöntemleriyle entegre edilmiş bir tedavi planının parçası olarak değerlendirilmelidir. Bu bütüncül yaklaşım, yalnızca restorasyonların korunmasını değil, hastanın nöromüsküler denge ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesini de hedeflemektedir.

KAYNAKLAR

1. Cahn BR, Polich J. Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychol Bull.* 2006;132(2):180-211
2. Vayne-Bossert P. Hypnosis for Symptom Management in Adult Cancer Patients: What is the Evidence? *Curr Treat Options Oncol.* 2024 Mar;25(3):364-375. doi: 10.1007/s11864-023-01168-y. Epub 2024 Jan 4. PMID: 38236333; PMCID: PMC10894763.
3. Phillips W, Price J, Molyneux PD, et al. Hypnosis *Practical Neurology* 2022;22:42-47.
4. Allison N. Hypnosis in modern dentistry: Challenging misconceptions. *FDJ* 2015;6:172-5.
5. Andrick JM. Cultivating a “chairside manner”: dental hypnosis, patient management psychology, and the origins of behavioral dentistry in America, 1890-1910. *J Hist Behav Sci* 2013; 49: 235-258.
6. Abdeslahi SK, Hashemipour MA, Mesgarzadeh V, Shahidi Payam A, Halaj Monfared A. Effect of hypnosis on induction of local anaesthesia, pain perception, control of haemorrhage and anxiety during extraction of third molars: a case-control study. *J Craniomaxillofac Surg* 2013; 41: 310-315.
7. Facco E, Zanette G, Casiglia E. The role of hypnotherapy in dentistry. *SAAD Dig* 2014; 30: 3-6.
8. Eli I. *Oral Psychophysiology: Stress, Pain, and Behavior in Dental Care.* Boca Raton, FL: CRC Press, Inc.; 1992.
9. Morse, D. R., Hancock, R. R., & Cohen, B. B. (1984). In vivo desensitization using meditation-hypnosis in the treatment of tactile-induced gagging in a dental patient. *International Journal of Psychosomatics*, 31(3), 20-23.
10. Kirsch, I., Montgomery, G., & Sapirstein, G. (1995). Hypnosis as an adjunct to cognitive-behavioral psychotherapy: A meta-analysis. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 63(2), 214-220. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.63.2.214>
11. Beri A Jr, Pisulkar SG, Bansod AV, Dahibandekar C. Alternative Prosthodontic Therapies: A Multifaceted Approach. *Cureus.* 2022 Sep 20;14(9):e29363. doi: 10.7759/cureus.29363. PMID: 36284813; PMCID: PMC9584032.
12. Chiappelli F, Iribarren FJ, Prolo P. Salivary biomarkers in psychobiological medicine. *Bioinformatics.* 2006 Dec 29;1(8):331-4.
13. Cawson RA, Odell EW, Porter SR. *Cawson's Essentials of Oral Pathology and Oral Medicine.* 7th ed. Edinburgh, New York: Churchill Livingstone, 2002:364-6
14. Emodi-Perlman A, Eli I, Friedman-Rubin P, Goldsmith C, Reiter S, Winocur E. Bruxism, oral parafunctions, anamnestic and clinical findings of temporomandibular disorders in children. *J Oral Rehabil.* 2012 Feb;39(2):126-35
15. Eli I. Self-reported bruxism - associations with perceived stress, motivation for control, dental anxiety and gagging. *J Oral Rehabil.* 2011 Jan;38(1):3-11.
16. Koyano K, Tsukiyama Y, Ichiki R, Kuwata T. Assessment of bruxism in the clinic. *J Oral Rehabil.* 2008; 35: 495-508.

17. Klasser G, Greene C. Role of Oral Appliances in the Management of Sleep Bruxism and Temporomandibular Disorders. *Alpha Omegan*. 2007; 100: 111-9.
18. Pop-Jordanova N, Loleska S. On Psychosomatic Problems in Dentistry. *Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki)*. 2020 Jun 1;41(1):57-63. doi: 10.2478/prilozi-2020-0023. PMID: 32573480.
19. Nisar H, Srivastava R. Fundamental concept of psychosomatic disorders: a review. *International Journal of Contemporary Medicine Surgery and Radiology*. 2018; 3(1): 12–18.
20. Shetty S, Pitti V, [...], and B. C. Deepthi. Bruxism: A Literature Review. *J Indian Prosthodont Soc*. 2010 Sep; 10(3): 141–148.
21. Laat A, Macaluso GM. Sleep bruxism as a motor disorder. *Mov Disord*. 2002; 17: S67–S69. doi:10.1002/mds.10064.
22. Ohayon MM, Li KK, Guilleminault C. Risk factors for sleep bruxism in the general population. *Chest*. 2001; 119: 53–61. doi: 10.1378/chest.119.1.53
23. Lobbezoo F, Van der Zaag J, Van Selms MK, Hamburger HL, Naeije M. Principles for the management of bruxism. *J Oral Rehabil*. 2008 Jul;35(7):509-23.
24. Beddis H, Pemberton, M, Davies S. Sleep bruxism: an overview for clinicians. *Br Dent J*. 2018 Sep28;225(6):497-501.
25. Fernández-Núñez T, Amghar-Maach S, Gay-Escoda C. Efficacy of botulinum toxin in the treatment of bruxism: Systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2019 Jul 01;24(4):416-424.
26. Yanikoğlu N. Bruksizm, edi; Taştan K. Bilinmeyen Yönleriyle Hipnoz ve Hipnoterapi. 1. Baskı, Erzurum. Zafer Yayınevi. 2019;955-978.
27. Clarke JH, Reynolds PJ. Suggestive hypnotherapy for nocturnal bruxism: A pilot study. *Am J Clin Hypn* 1991; 33:248-253.
28. Clark JH. (1997) The role of hypnosis in treating bruxism. In: *Hypnosis in Dentistry*. Hypnosis International Monographs No.3. Germany: M.E.G. Stiftung, pp.79-85.
29. Simon EP, Lewis DM. Medical hypnosis for temporomandibular disorders: treatment efficacy and medical utilization outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000 Jul;90(1):54-63. doi: 10.1067/moe.2000.106692. PMID: 10884636.
30. E. Thomas Dowd (2013) Nocturnal Bruxism and Hypnotherapy: A Case Study , *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 61:2, 205-218, DOI:10.1080/00207144.2013.753832
31. Minakuchi H, Fujisawa M, Abe Y, et al. Managements of sleep bruxism in adult: A systematic review. *Japanese Dental Science Review*. 2022;58:124-136.
32. Yanikoğlu N, Yılmaz AB, Taştan K. Bruksizmi Olan Hastaların Hipnoterapi ile Rehabilitasyonu: 3 Vaka Sunumu. *Anadolu Tıbbi Dergisi*. 2022; 2: 1-5.
33. Tandon A, Singh BP, Shanker R, Agrawal KK, Mahour P, Tripathi S. Efficacy of occlusal splint versus sleep hygiene and progressive muscle relaxation on perceived stress and sleep bruxism: A randomized clinical trial. *Journal of Prosthodontics*. 2024. doi: 10.1111/jopr.13917.
34. Kent, Gerry. "HARTLAND'S MEDICAL AND DENTAL HYPNOSIS, 4TH EDITION." *Contemporary Hypnosis*, vol. 21, no. 1, Jan. 2004, pp. 46–47.
35. Hammond, D. Corydon, ed. *Handbook of Hypnotic Suggestions and Metaphors*. New York: W. W. Norton & Company, 1990.
36. Terhune, D. B., Cleeremans, A., Raz, A., & Lynn, S. J. (2017). Hypnosis and top-down regulation of consciousness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 81, 59-74.

BÖLÜM 16

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİNDE MİKRO-BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (MİKRO-BT): TEMEL PRENSİPLER VE UYGULAMALAR

Rabia ÇİÇEK¹
İpek ÇAĞLAR²

GİRİŞ

Görüntüleme teknolojilerindeki ilerlemeler, diş hekimliği alanında tanınal doğruluğun ve araştırma yöntemlerinin gelişimine önemli katkılar sağlamıştır. Geleneksel iki boyutlu radyografik yöntemler uzun yıllar klinik uygulamaların temelini oluşturmuş olsa da, bu yöntemlerin süperpozisyon, sınırlı derinlik algısı ve hacimsel veri sunamama gibi kısıtlılıkları, üç boyutlu görüntüleme tekniklerine olan gereksinimi artırmıştır (1). Özellikle biyolojik dokuların ve dental materyallerin iç yapısının ayrıntılı biçimde incelenmesi gerekliliği, daha yüksek çözünürlük ve hacimsel veri üretme kapasitesine sahip sistemlerin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (2).

Mikro-bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT), mikrometre düzeyinde üç boyutlu ve non-destrüktif görüntüleme sağlayan gelişmiş bir X-ışını temelli analiz yöntemidir. Numuneye zarar vermeden iç yapının ayrıntılı olarak değerlendirilebilmesine olanak tanınması nedeniyle, materyal bilimi ve biyomedikal araştırmalarda geniş kullanım alanı bulmuştur (3).

Diş hekimliğinde Mikro-BT, farklı disiplinlerde deneysel ve analitik çalışmalarda kullanılan ileri bir görüntüleme yöntemidir. Sert dokuların üç boyutlu değerlendirilmesi ve biyomateryal-doku etkileşiminin incelenmesi açısından önemli bir araştırma aracı olarak kabul edilmektedir (4). Özellikle bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemleri (CAD/CAM) ile üç boyutlu baskı teknolojileri kullanılarak hazırlanan restorasyonların değerlendirilmesinde sağladığı volumetrik analiz olanakları dikkat çekmektedir. Bu kapsamda protetik diş tedavisinde res-

¹ Arş. Gör. , Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., rabia.cicek@erdogan.edu.tr, ORCID iD: 0009-0006-6829-7340

² Prof. Dr., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., ipek.caglar@erdogan.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2286-4657

Sonuç olarak Mikro-BT, klinik uygulamaların doğrudan bir parçası olmaktan ziyade, protetik restorasyonların biyomekanik ve morfolojik performansının araştırma temelli değerlendirilmesinde güçlü ve güvenilir bir analiz platformu sunmaktadır. Gelecekte yazılım gelişmeleri, yapay zekâ destekli segmentasyon teknikleri ve görüntü işleme algoritmalarındaki ilerlemeler ile birlikte Mikro-BT'nin ölçüm hassasiyeti ve analitik kapasitesinin daha da artması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Oliveira ML. Digital dental radiology and diagnostics – from 2D to 3D. *Australian Dental Journal*. 2025;70(Suppl 1): S50-S66. doi:10.1111/adj.70024.
2. Kaasalainen T, Ekholm M, Siiskonen T, Kortensniemi M. Dental cone beam computed tomography: an updated review. *Physica Medica*. 2021;88:193-217. doi: 10.1016/j.ejmp.2021.07.007.
3. Seo D, Yi Y, Roh B. The effect of preparation designs on the marginal and internal gaps in CEREC3 partial ceramic crowns. *Journal of Dentistry*. 2009; 37:374-382.
4. Ghavami-Lahiji M, Davaloo RT, Tajziehchi G, Shams P. Micro-computed tomography in preventive and restorative dental research: a review. *Imaging Science in Dentistry*. 2021;51(4):341-350. doi:10.5624/isd.20210087.
5. Hassouneh L, Jum'ah A, Ferrari M, Wood DJ. A micro-computed tomography analysis of marginal and internal fit of endocrowns fabricated from three CAD/CAM materials. *Operative Dentistry*. 2023;48(1):79-89. doi:10.2341/21-105-L.
6. Ritman EL. Current status of developments and applications of micro-computed tomography. *Annual Review of Biomedical Engineering*. 2011; 13:531-552.
7. Şahin FÜ, Topuz Ö. Diş hekimliği araştırmalarında mikrobilgisayarlı tomografi uygulamaları. *Acta Odontologica Turcica*. 2014; 31:114-120.
8. De Santis R, Mollica F, Prisco D, Rengo S, Ambrosio L, Nicolais L. A three-dimensional analysis of mechanically stressed dentin adhesive-composite interfaces using X-ray micro-computed tomography. *Biomaterials*. 2005; 25:257-270.
9. Yıldırım G. Tam seramik sistemlerin kenar ve iç uyumlarının mikro bilgisayarlı tomografi ile incelenmesi [Uzmanlık tezi]. Malatya: İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi; 2015.
10. Bruker. SkyScan 1172 X-ray micro-computed tomography user guide. Kontich, Belgium: Bruker microCT; 2005.
11. Prokop M, Galanski M, Van Der Molen AJ, Schaefer-Prokop C. Spiral and multislice computed tomography of the body. Volume 1. Stuttgart: Thieme; 2003.
12. Topkara C. CAD/CAM ile hazırlanan endokron restorasyonların alt ve üst molar dişlerde mikro-bilgisayarlı tomografi yardımıyla incelenmesi [Uzmanlık tezi]. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi; 2019.
13. Kalender WA. X-ray computed tomography. *Physics in Medicine and Biology*. 2006;51(13): R29-R43.
14. Boas FE, Fleischmann D. Computed tomography artifacts: causes and reduction techniques. *Radiographics*. 2012;32(6):1679-1691.
15. Barrett JF, Keat N. Artifacts in computed tomography: recognition and avoidance. *Radiographics*. 2004;24(6):1679-1691.
16. du Plessis A, et al. Laboratory X-ray micro-computed tomography: non-destructive morphology analysis methods. *MethodsX*. 2017; 4:278-286.
17. Sinescu C, Negrutiu M, Topala F, Ionita C, Negru R, Fabriky M, Marcauteanu C, Bradu A, Dobre G, Marsavina L, Rominu M, Podoleanu A. Ceramic and polymeric dental onlays evaluated by photoelasticity, optical coherence tomography and micro-computed tomography. *Proceedings of SPIE*. 2011;8172.

18. Çivıtcı F, Malkoç MA. Diş hekimliğinde mikro-bilgisayarlı tomografinin kullanım alanları. *Dicle Diş Hekimliği Dergisi*. 2013; 14:279-284.
19. Simsek N, Ahmetoglu F, Keles A, Bulut ET, Er K. Three-dimensional analysis of D-RaCe and self-adjusting file in removing filling materials from curved root canals instrumented and filled with different techniques. *Scientific World Journal*. 2014; 2014:1-7.
20. Neves AdA, Coutinho E, De Munck J, Van Meerbeek B. Caries-removal effectiveness and minimal-invasiveness potential of caries-excitation techniques: a micro-computed tomography investigation. *Journal of Dentistry*. 2011;39(2):154-162.
21. Schicho K, Kastner J, Klingsberger R, Seemann R, Enislidis G, Undt G, Wanschitz F, Figl M, Wagner A, Ewers R. Surface area analysis of dental implants using micro-computed tomography. *Clinical Oral Implants Research*. 2007;18:459-464.
22. Pelekanos S, Koumanou M, Koutayas SO, Zinelis S, Eliades G. Micro-computed tomography evaluation of the marginal fit of different In-Ceram alumina copings. *The European Journal of Esthetic Dentistry*. 2009;4:278-292.
23. Boitelle P, Mawussi B, Tapie L, Fromentin O. A systematic review of CAD/CAM fit accuracy of ceramic restorations. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2014;41(12):928-935.
24. Revilla-León M, Özcan M. Additive manufacturing technologies used for processing polymers: current status and potential application in prosthetic dentistry. *Journal of Prosthodontics*. 2019;28(2):146-158.
25. Swain MV, Xue J. State of the art of micro-computed tomography applications in dental research. *International Journal of Oral Science*. 2009;1(4):177-188.
26. Contrepolis M, Soenen A, Bartala M, Laviolle O. Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013;110(6):447-454.
27. Yeşil Z. Siman çıkış deliliğinin tam döküm kuronların kenar uyumuna etkisinin incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 1997;1.
28. Kaufman EG, Coelho DH, Colin L. Factors influencing the retention of cemented gold castings. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1961;11(3):487-502.
29. Kim JH, Lee SJ, Park JM. Evaluation of marginal and internal fit of fixed dental prostheses using micro-computed tomography: a systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018;120(4):551-558.
30. Bindl A, Mormann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2005; 32:441-447.
31. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1990; 64:18-24.
32. Nawafleh NA, Mack F, Evans J, Mackay J, Hatamleh MM. Accuracy and reliability of methods to measure marginal adaptation of crowns and fixed dental prostheses: a literature review. *Journal of Prosthodontics*. 2013;22(5):419-428.
33. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1989;62(4):405-408.

BÖLÜM 17

PROTETİK DİŞ HEKİMLİĞİNDE FOTOGRAMETRİNİN KULLANIM ALANLARI

Kaan YERLİYURT¹
Yunus Emre BAŞARAN²

GİRİŞ

Fotogrametrinin Tanımı

Fotogrametri (Photogrammetry) terimi kökenini Yunanca “Photos + Gramma + Metron” sözcüklerinden almaktadır. “Photos” ışık, “gramma” bir şeyin çizimi veya yazımı, “metron” ise ölçme anlamına gelmektedir. Buna göre fotogrametri, ışık kullanılarak çizim yoluyla ölçüm yapma olarak tanımlanabilir.(1)

Fotogrametri; cisimler ile onların oluşturduğu çevreden yayılan ışınların meydana getirdiği fotografik görüntüler ve yaydıkları elektromanyetik enerjinin kayıt altına alınması, ölçülmesi ve yorumlanması süreçleri sonucunda, Bu varlıklar ve çevreleri hakkında güvenilir verilerin toplanmasına imkân tanıyan teknolojik bir yöntemdir.(2)

Fotogrametri; varlıkların şekillerini ve karakteristik özelliklerini belirleme, ölçme ve yorumlama süreçlerinde yüksek doğrulukla kullanılan bir yöntemdir. Fotogrametrinin diğer ölçüm tekniklerine göre en önemli üstünlüğü, ölçümlerin doğrudan cisim üzerinde değil, cismin fotografik izdüşümü üzerinden gerçekleştirilmesidir. Bu dolaylı ölçüm özelliği, fotogrametriye çeşitli alanlarda geniş uygulama imkânı sağlamaktadır.(2)

Fotogrametri tekniğinde, ölçülmesi amaçlanan nesnenin ve çevresinin yakın plan görüntüleri alınır. Fotoğraflar üzerindeki görüntülerin ölçülmesiyle gerekli bilgiler elde edilebilir. Alternatif olarak, özel ekipman ve yazılımlar aracılığıyla bu fotografik görüntüler harita veya plan şekline dönüştürülebilir. Başka bir deyişle fotogrametri, fotoğraflar üzerinde gerçekleştirilen ölçümler aracılığıyla güvenilir

¹ Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., kaanyerliyurt@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-9236-2732

² Arş. Gör., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., yebyunusemrebasaran9955@gmail.com, ORCID iD: 0009-0004-8485-4093

daha iyi değerlendirmek için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır. Gelecekteki protokoller, hedef referansların dahil edilmesi, diğer fotoğraf ayarları ve alternatif yazılımlar gibi yeni araçların benimsenmesiyle test edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Atkinson KB. Introduction to modern photogrammetry. *Photogramm Rec.* 2003;18(104):329-330. doi:10.1046/j.0031-868x.2003.024_01.x
2. Şeker DZ, Duran Z, Ege A. Digital fotogrametrinin tıp alanında uygulanmasına bir örnek. 30. Yıl Sempozyumu, Konya; 2002;382-388.
3. Yaşayan A, Uysal M, Varlık A, Avdan U. *Fotogrametri*. (1. Baskı) Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları; 2011.
4. Stuanı VT, Ferreira R, Manfredi GG, et al. Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: A proof of concept. *Med Hypotheses.* 2019;128:43-49. doi: 10.1016/j.mehy.2019.05.015
5. Granshaw S. Close-range photogrammetry and 3d imaging. *Photogramm Rec.* 2014;29(145):125-127. doi: 10.1111/phor.12056
6. Şenatile B, Kavut İE. Fotoğraf teknolojisinin gelişimi ve mimari fotoğrafa etkisi: Geliştirilmiş dijital telefon kameraları ile mimari çekimlerin etkileşiminin incelenmesi. *bab Journal of FSM-VU Faculty of Architecture and Design.* 2022;3(2):231-244.
7. Linder W. Digital photogrammetry: A practical course. 4th ed. Heidelberg: Springer-Verlag; 2009;111-40.
8. Mitchell HL. Applications of digital photogrammetry to medical investigations. *ISPRS J Photogramm Remote Sens.* 1995;50:27-36.
9. Björn H, Lundqvist C, Hjälmström P. A photogrammetric method of measuring the volume of facial swellings. *J Dent Res.* 1954;33:295-308.
10. Eick JD, McGivern RF, Sorensen SE. A photogrammetric system for measuring topographical changes of anterior restorations. *J Dent Res.* 1971;50:239.
11. Wen YF, Wong HM, McGrath CP. Longitudinal photogrammetric analysis of soft tissue facial changes: a systematic review of the literature and a summary of recommendations. *J Craniofac Surg.* 2015;26:1830-1834. doi: 10.1097/SCS.0000000000001909
12. Chitra P, Prakash A. Photogrammetry as a tool to aid orthodontic diagnosis and treatment assessment. *J Contemp Orthod.* 2017;1(2):46-51.
13. Salazar-Gamarra R, Seelaus R, da Silva JV, et al. Monoscopic photogrammetry to obtain 3D models by a mobile device: a method for making facial prostheses. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016;45(1):33. doi: 10.1186/s40463-016-0145-3
14. Yakar M, Yıldız F, Zeybek M, Kocaman E, Dolanmaz D, Böge S, Arıcıoğlu C, Özdemir B. Diş hekimliğinde uygulanan iki farklı insizyon çeşidinin postoperatif ağrı ve şişlik üzerine etkisinin fotogrametrik yöntemlerle incelenmesi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.* Ankara; 2011.
15. Chadwick RG. Close range photogrammetry-a clinical dental research tool. *J Dent.* 1992;20(4):235-239. doi: 10.1016/0300-5712(92)90093-r
16. Ogle RE, Ortman LF. Measuring wear of artificial teeth with stereophotography: Part I. *J Prosthet Dent.* 1985;53:807-812.
17. Hussein MO. Photogrammetry technology in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2023;130(3):318-326. doi:10.1016/j.prosdent.2021.09.015
18. Peñarrocha-Oltra D, Agustín-Panadero R, Bagán L, et al. Impression of multiple implants using photogrammetry: description of technique and case presentation. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2014;19:e366-371. doi: 10.4317/medoral.19365
19. Lie A, Jemt T. Photogrammetric measurements of implant positions. Description of a tech-

- nique to determine the fit between implants and superstructures. *Clin Oral Implants Res.* 1994;5(1):30-36. doi: 10.1034/j.1600-0501.1994.050104.x
20. Frisardi G, Chessa G, Barone S, et al. Integration of 3D anatomical data obtained by CT imaging and 3D optical scanning for computer aided implant surgery. *BMC Med Imaging.* 2011;11:5. doi: 10.1186/1471-2342-11-5
 21. Bohner L, Gamba DD, Hanisch M, et al. Accuracy of digital technologies for the scanning of facial, skeletal, and intraoral tissues: A systematic review. *J Prosth Dent.* 2019;121(2):246-251. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.01.015
 22. Albayrak B, Sukotjo C, Wee AG, et al. Three-dimensional accuracy of conventional versus digital complete arch implant impressions. *J Prosthodont.* 2021;30(2):163-170. doi: 10.1111/jopr.13264
 23. Mizumoto RM, Yilmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosth Dent.* 2018;120(3):343-352. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.10.029
 24. Peñarrocha-Diago M, Balaguer-Martí JC, Peñarrocha-Oltra D, et al. A combined digital and stereophotogrammetric technique for rehabilitation with immediate loading of complete-arch, implant supported prostheses: A randomized controlled pilot clinical trial. *J Prosth Dent.* 2017;118:596-603.
 25. Badur S, Sarıdağ S. Tam-ark implant-destekli sabit protezlerde fotogrametri tekniğinin değerlendirilmesi. *Dent & Med J-R.* 2022;4(2):90-102.
 26. Paratelli A, Vania S, Gómez-Polo C, et al. Techniques to improve the accuracy of complete-arch implant intraoral digital scans: a systematic review. *J Prosth Dent.* 2023;129(6):844-854. doi:10.1016/j.prosdent.2021.08.018
 27. Amin S, Weber HP, Finkelman M, et al. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: A comparative study. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(11):1360-1367. doi: 10.1111/clr.12994
 28. Revilla-León M, Att W, Özcan M, et al. Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine. *J Prosth Dent.* 2021;125(3):470-478. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.03.005
 29. Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Oltra D, Gomar-Vercher S, et al. Stereophotogrammetry for recording the position of multiple implants: Technical description. *Int J Prosthodont.* 2015;28(6):631-636. doi: 10.11607/ijp.4146
 30. Revilla-León M, Rubenstein J, Methani MM, et al. Trueness and precision of complete-arch photogrammetry implant scanning assessed with a coordinate measuring machine. *J Prosth Dent.* 2023;129(1):160-165. doi:10.1016/j.prosdent.2021.05.019
 31. Penarrocha-Oltra D, Agustin-Panadero R, Pradies G, et al. Maxillary full-arch immediately loaded implant-supported fixed prosthesis designed and produced by photogrammetry and digital printing: A clinical report. *J Prosth Dent* 2017;26(1):75-81. doi: 10.1111/jopr.12364
 32. Romero L, Jiménez M, Espinosa MD, et al. New design for rapid prototyping of digital master casts for multiple dental implant restorations. *PLoS ONE.* 2015;10(12):e0145253. doi:10.1371/journal.pone.0145253
 33. Ortop A, Jemt T, Bäck T. Photogrammetry and conventional impressions for recording implant positions: a comparative laboratory study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005;7(1):43-50. doi: 10.1111/j.1708-8208.2005.tb00046.x
 34. Zotti F, Rosolin L, Bersani M, et al. Digital dental models: is photogrammetry an alternative to dental extraoral and intraoral scanners?. *Dent J* 2022;10(2):24. doi: 10.3390/dj10020024
 35. Sallorenzo A, Gómez-Polo M. Comparative study of the accuracy of an implant intraoral scanner and that of a conventional intraoral scanner for complete-arch fixed dental prostheses. *J Prosth Dent.* 2022;128(5):1009-1016. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.01.032
 36. Gómez-Polo M, Gómez-Polo C, Del Río J, et al. Stereophotogrammetric impression making for polyoxymethylene, milled immediate partial fixed dental prostheses. *J Prosth Dent.* 2018;119(4):506-510. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.04.029

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

37. Sinada N, Papaspyridakos P. Digitally designed and milled verification jigs generated from photogrammetry data acquisition: a clinical report. *J Prosthodont* 2021;30(8):651-655. doi: 10.1111/jopr.13409
38. Matsuda T, Goto T, Kurahashi K, et al. Development of a digital impression procedure using photogrammetry for complete denture fabrication. *Int J Comput Dent*. 2016;19(3):193-202.
39. Lavorgna L, Cervino G, Fiorillo L, et al. Reliability of a virtual prosthodontic project realized through a 2d and 3d photographic acquisition: An experimental study on the accuracy of different digital systems. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(24):5139. doi.org/10.3390/ijerph16245139
40. Pradies G, Ferreiroa A, Özcan M, et al. Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants. *J Am Dent Assoc* 2014;145(4):338-344. doi: 10.14219/jada.2013.45

BÖLÜM 18

FOTOGRAMETRİNİN TEMEL PRENSİPLERİ VE PROTETİK TEDAVİDE KLİNİK UYGULAMALARI

Dilaycan UĞURELİ¹
Kübra DEĞİRMENCİ²

GİRİŞ

Protetik diş tedavisinde uygulanan restorasyonların uzun dönemli klinik başarısını belirleyen temel unsurlardan biri pasif uyumdur(1,2). Pasif uyum, protetik yapıların dayanak dişler veya implantlar üzerine herhangi bir zorlanmaya neden olmadan, çevre kemik dokuda olumsuz gerilim oluşturmaksızın ideal şekilde yerleşmesi olarak tanımlanmaktadır(1,3). Bu biyomekanik uyumun sağlanması; protetik komplikasyonların önlenmesi, peri-implant dokuların korunması ve restorasyonların fonksiyonel stabilitesinin sürdürülmesi açısından kritik öneme sahiptir(1,4). Protetik tedavilerde restorasyonun diş veya implant ile çevre dokulara uyumlu biçimde konumlandırılabilmesi amacıyla farklı ölçü materyalleri ve ölçü teknikleri geliştirilmiştir.

Konvansiyonel ölçü tekniklerinde, implantların protetik platformlarına vidalanan ölçü başlıkları ölçü materyaliyle çevrelenerek implantın uzaysal pozisyonunun kaydedilmesi ve transfer edilmesi amaçlanmaktadır. Ancak bu yöntemler zaman alıcı klinik işlemler gerektirmekte; kullanılan ölçü materyalleri ve alçı modeller, sıklıkla ideal doğrulukta ana model elde edilmesini engelleyerek hastalar açısından rahatsızlık oluşturabilmektedir (5,6).

Dental implant tedavisinin farklı aşamalarında dijital teknik kullanımının giderek arttığı görülmektedir (7). Ölçü alma aşamasında intraoral tarayıcıların klinik uygulamaya girmesiyle birlikte ağız içi ortamının yüksek hassasiyetle dijital olarak kaydedilmesi mümkün hale gelmiştir (5,8,9). Ancak bu sistemlerin özellikle çok sayıda implant içeren ve çok sayıda diş eksikliklerini kapsayan rehabilitasyonlarda sınırlılıkları olduğu bildirilmiştir.

¹ Arş. Gör., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., dilaycanugureli@ibu.edu.tr, ORCID: 0009-0005-5401-0962

² Doç. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., kubradegirmenci@ibu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6429-4923

Sistematik derlemelerde fotogrametrinin özellikle implant konum transferinde geçerli ve klinik olarak güvenilir bir yaklaşım olduğu vurgulanmış; PIC kamera ve iCam4D gibi sistemlerin rutin klinik kullanım açısından yeterli doğruluk sunduğu belirtilmiştir(18, 37). Deneysel çalışmalar ise fotogrametrinin implant sayısı ve açılma gibi değişkenlerden minimal düzeyde etkilendiğini, buna karşın intraoral tarayıcı sistemlerinde kümülatif hata birikiminin daha belirgin olduğunu ortaya koymuştur(41, 42).

Sonuç olarak fotogrametri, tam ark implant destekli sabit protezlerde yüksek hassasiyetli dijital ölçü elde edilmesini sağlayan etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır(30). Bununla birlikte mevcut klinik kanıtların sınırlı olması nedeniyle, teknolojinin uzun dönem klinik başarısını değerlendiren daha ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Peñarrocha-Oltra D, Agustín-Panadero R, Bagán L, Giménez B, Peñarrocha M. Impression of multiple implants using photogrammetry: description of technique and case presentation. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*. 2014;19(4):e366.
2. Çehreli MC, Akça K. Impression techniques and misfit-induced strains on implant-supported superstructures: an in vitro study. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2006;26(4).
3. Oyağüe RC, Sánchez-Turrión A, López-Lozano JF, Suárez-García MJ. Vertical discrepancy and microleakage of laser-sintered and vacuum-cast implant-supported structures luted with different cement types. *Journal of dentistry*. 2012;40(2):123-30.
4. Bergin JM, Rubenstein JE, Mancl L, Brudvik JS, Raigrodski AJ. An in vitro comparison of photogrammetric and conventional complete-arch implant impression techniques. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2013;110(4):243-51.
5. Kachalia PR, Geissberger MJ. Dentistry a la carte: in-office CAD/CAM technology. *Journal of the California Dental Association*. 2010;38(5):323-30.
6. Jemt T, Rubenstein JE, Carlsson L, Lang BR. Measuring fit at the implant prosthodontic interface. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1996;75(3):314-25.
7. Rubio Serrano M, Albalat Estela S, Peñarrocha Diago M, Peñarrocha Diago M. Software applied to oral implantology: update. 2008.
8. Freedman M, Quinn F, O'Sullivan M. Single unit CAD/CAM restorations: a literature review. *Journal of the Irish Dental Association*. 2007;53(1).
9. Persson AS, Andersson M, Odén A, Sandborgh-Englund G. Computer aided analysis of digitized dental stone replicas by dental CAD/CAM technology. *Dental Materials*. 2008;24(8):1123-30.
10. Örtorp A, Jemt T, Bäck T. Photogrammetry and conventional impressions for recording implant positions: a comparative laboratory study. *Clinical implant dentistry and related research*. 2005;7(1):43-50.
11. Peñarrocha-Diago M, Balaguer-Martí JC, Peñarrocha-Oltra D, Balaguer-Martínez JF, Peñarrocha-Diago M, Agustín-Panadero R. A combined digital and stereophotogrammetric technique for rehabilitation with immediate loading of complete-arch, implant-supported prostheses: a randomized controlled pilot clinical trial. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017;118(5):596-603.

12. Gómez-Polo M, Gómez-Polo C, Del Río J, Ortega R. Stereophotogrammetric impression making for polyoxymethylene, milled immediate partial fixed dental prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018;119(4):506-10.
13. Yüceer ÖM, Çevik P. Diş Hekimliğinde Fotogrametri: Geleneksel Derleme. *Acta Odontologica Turcica*. 2026;43(1):33-8.
14. Stuanı VT, Ferreira R, Manfredi GG, Cardoso MV, Sant'Ana AC. Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: A proof of concept. *Medical hypotheses*. 2019;128:43-9.
15. Rivara F, Lumetti S, Calciolari E, Toffoli A, Forlani G, Manfredi E. Photogrammetric method to measure the discrepancy between clinical and software-designed positions of implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2016;115(6):703-11.
16. Dirnhofer R, Thali M, Vock P, Braun J, Wirth J. 3D surface and body documentation in forensic medicine: 3-D/CAD Photogrammetry merged with 3D radiological scanning. *Journal of forensic sciences*. 2003;48(6):JFS2003118.
17. Aroeira RMC, Leal JS, de Melo Pertence AE. New method of scoliosis assessment: preliminary results using computerized photogrammetry. *Spine*. 2011;36(19):1584-91.
18. Lie A, Jemt T. Photogrammetric measurements of implant positions. Description of a technique to determine the fit between implants and superstructures. *Clinical Oral Implants Research*. 1994;5(1):30-6.
19. Jemt T, Bäck T, Petersson A. Photogrammetry--an alternative to conventional impressions in implant dentistry? A clinical pilot study. *International Journal of Prosthodontics*. 1999;12(4).
20. Ma B, Yue X, Sun Y, Peng L, Geng W. Accuracy of photogrammetry, intraoral scanning, and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):636.
21. Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Oltra D, Gomar-Vercher S, Peñarrocha-Diago M. Stereophotogrammetry for Recording the Position of Multiple Implants: Technical Description. *International Journal of Prosthodontics*. 2015;28(6).
22. Revilla-León M, Att W, Özcan M, Rubenstein J. Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2021;125(3):470-8.
23. Pradies G, Ferreiroa A, Özcan M, Giménez B, Martínez-Rus F. Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants. *The Journal of the American Dental Association*. 2014;145(4):338-44.
24. Bratos M, Bergin JM, Rubenstein JE, Sorensen JA. Effect of simulated intraoral variables on the accuracy of a photogrammetric imaging technique for complete-arch implant prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018;120(2):232-41.
25. Albayrak B, Sukotjo C, Wee AG, Korkmaz İH, Bayındır F. Three-dimensional accuracy of conventional versus digital complete arch implant impressions. *Journal of Prosthodontics*. 2021;30(2):163-70.
26. Bohner L, Gamba DD, Hanisch M, Marcio BS, Neto PT, Laganá DC, et al. Accuracy of digital technologies for the scanning of facial, skeletal, and intraoral tissues: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2019;121(2):246-51.
27. Mizumoto RM, Yilmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2018;120(3):343-52.
28. Badur S, Sarıdağ S. Tam-Ark İmplant-Destekli Sabit Protezlerde Fotogrametri Tekniğinin Değerlendirilmesi. *Dental and Medical Journal-Review*. 2022;4(2):90-102.
29. Paratelli A, Vania S, Gómez-Polo C, Ortega R, Revilla-León M, Gómez-Polo M. Techniques to improve the accuracy of complete arch implant intraoral digital scans: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2023;129(6):844-54.
30. Negreiros WM, Akhondi S, Quiles HK, Hamilton A. Photogrammetry in Implant Dentistry. *Australian Dental Journal*. 2025;70:S15-S24.

31. Sánchez-Monescillo A, Sánchez-Turrión A, Vellon-Domarco E, Salinas-Goodier C, Prados-Frutos JC. Photogrammetry impression technique: a case history report. *The International journal of prosthodontics*. 2016;29(1):71-3.
32. Peñarrocha-Oltra D, Agustín-Panadero R, Pradies G, Gomar-Vercher S, Peñarrocha-Diago M. Maxillary full-arch immediately loaded implant-supported fixed prosthesis designed and produced by photogrammetry and digital printing: a clinical report. *Journal of Prosthodontics on Complex Restorations*. 2016:241-9.
33. Tallarico M, Caneva M, Baldini N, Gatti F, Duvina M, Billi M, et al. Patient-centered rehabilitation of single, partial, and complete edentulism with cemented-or screw-retained fixed dental prosthesis: The First Osstem Advanced Dental Implant Research and Education Center Consensus Conference 2017. *European journal of dentistry*. 2018;12(04):617-26.
34. Hamilton A, Griseto N, Negreiros WM, Gallucci GO. Digital articulation of a complete arch fixed implant prosthesis using the implant prosthetic connections: A dental technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2024;131(5):793-9.
35. Bedrossian EA, Paspapiridakos P, Bedrossian E, Gurries C. The Reverse Scan Body Protocol: Completing the Digital Workflow. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (15488578)*. 2023;44(7).
36. Gómez-Polo M, Barmak AB, Ortega R, Rutkunas V, Kois JC, Revilla-León M. Accuracy, scanning time, and patient satisfaction of stereophotogrammetry systems for acquiring 3D dental implant positions: a systematic review. *Journal of Prosthodontics*. 2023;32(S2):208-24.
37. Hussein MO. Photogrammetry technology in implant dentistry: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2023;130(3):318-26.
38. Deli R, Di Gioia E, Galantucci LM, Percoco G. Accurate facial morphologic measurements using a 3-camera photogrammetric method. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2011;22(1):54-9.
39. Liu C, Artopoulos A. Validation of a low-cost portable 3-dimensional face scanner. *Imaging science in dentistry*. 2019;49(1):35-43.
40. Zotti F, Rosolin L, Bersani M, Poscolere A, Pappalardo D, Zerman N. Digital dental models: is photogrammetry an alternative to dental extraoral and intraoral scanners? *Dentistry Journal*. 2022;10(2):24.
41. Sallorenzo A, Gómez-Polo M. Comparative study of the accuracy of an implant intraoral scanner and that of a conventional intraoral scanner for complete-arch fixed dental prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2022;128(5):1009-16.
42. Pinto RJ, Casado SA, Chmielewski K, Caramés JM, Marques DS. Accuracy of different digital acquisition methods in complete arch implant-supported prostheses: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2024;132(1):172-7.

BÖLÜM 19

DİŞ HEKİMLİĞİNDE RENK KAVRAMI VE GÜNCEL RENK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Burak KIVIRCIK¹

GİRİŞ

Estetik odaklı güncel diş hekimliği uygulamalarında restorasyon başarısı; form ve fonksiyonun yanında, çevre dokularla kurulan optik uyum üzerinden de değerlendirilmektedir (1). Bu optik uyumun klinikte en görünür bileşeni renk olduğundan, doğru renk belirleme, hekim–teknisyen–hasta ekseninde tedavi memnuniyetini doğrudan etkileyen temel bir basamak hâline gelmiştir. Bununla birlikte renk, klinikte bazen tek bir renk kodu seçimi gibi algılansa da, gerçekte ölçüm ve algı düzeyinde çok bileşenli bir olgudur.

Renk dediğimiz şey, elektromanyetik radyasyonun görünür aralıkta yer alan bileşeninin nesnelere etkileşmesi ve yansıyan ışığın görsel sistem tarafından yorumlanmasıdır. Bu bağlamda renk, ışık–nesne etkileşiminin sonucunda göze ulaşan uyarının beyin tarafından anlamlandırılmasıyla ortaya çıkan, hem fiziksel hem algısal yönü bulunan bir kavramdır.

Diş hekimliğinde renk konusu; restoratif işlemler, protetik restorasyonlar ve estetik rehabilitasyonlar başta olmak üzere geniş bir klinik yelpazede tedavilerin başarısı için kritik bir öneme sahiptir. Ancak doğal diş rengini basit bir yüzey rengi olarak ele almak çoğu durumda eksiktir; çünkü diş dokusunun yapısı ve optik davranışı, görünümün tek bir parametreyle ifade edilebilmesini güçleştirir (2). Bu nedenle klinik pratikte hedef yalnızca uygun bir renk kodu belirlemek değil, görünümü etkileyen faktörleri doğru okuyup standardize edilebilir bir iletişim diline dönüştürmektir.

Bu kitap bölümünde, önce ışık ve renk kavramının temel çerçevesi ve diş hekimliği bağlamındaki yeri üzerinde durulacak; ardından renk sistemleri ve ölçüm tartışmalarında gerekli optik terimler, güncel ölçüm yaklaşımlarını destekleyecek şekilde özetlenecektir. Devamında görsel ve aletli yöntemler klinik iş akışı içinde-

¹ Araş. Gör., Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD.,
dtburakkivircik@gmail.com, ORCID iD: 0009-0009-4242-8623

DOI: 10.37609/akya.4125.c6557

yapılandırırken, CIE yaklaşımı kolorimetriyi ölçümsel bir referans çerçevesine taşımış ve CIELAB renk uzayı L^* , a^* , b^* koordinatlarıyla rengin sayısal olarak raporlanabilmesine olanak sağlamıştır. Klinik ve araştırma ortamında renk farklarının ΔE üzerinden ifade edilmesi, hem benzerliklerin hem de klinik olarak anlamlı olabilecek sapmaların nesnel biçimde tartışılabilmesini kolaylaştırır.

Ancak rengi belirleyen değişkenler yalnızca bu koordinatlarla sınırlı değildir. Opaklık-translusensi dengesi, metamerizm, floresans ve opalesans gibi optik olgular, restorasyonun farklı ışık koşullarındaki görünümünü belirgin biçimde değiştirebilir. Ayrıca yüzey pürüzlülüğü ve polisaj düzeyi, yansımının yönlülüğünü ve parlaklık algısını etkileyerek hem görsel değerlendirmeyi hem de aletli ölçüm sonuçlarını değiştirebilir. Bu nedenle renk değerlendirmesinde aydınlatma koşullarının kontrolü, yüzeyin temizliği ve bitim işlemlerinin standardizasyonu gibi klinik değişkenlerin yönetimi, doğru renk iletişiminin ayrılmaz bir parçasıdır.

Güncel renk ölçüm yaklaşımları değerlendirildiğinde, görsel yöntemler pratik ve erişilebilir olmakla birlikte aydınlatma, gözlemci değişkenliği ve çevresel faktörlerden etkilenmeye açıktır. Aletli ölçüm sistemleri ise sayısal veri üretimi ve kayıt altına alınabilirlik sayesinde standardizasyonu destekler; ancak cihazların ölçüm prensibi, çıktı formatı, kalibrasyon gereksinimleri ve klinik koşullara duyarlılığı sonuçların yorumlanmasında kritik rol oynar. Spektrofotometrik sistemler, görüntüleme temelli cihazlar ve kalibre edilmiş fotoğrafçılık protokolleri, doğru ışık akışı kurulduğunda renk yönetimini güçlendirebilir; buna karşılık tek başına hiçbir yöntem, tüm klinik senaryolarda kusursuz ve değişmez bir çözüm sunmaz.

Sonuç olarak, estetik bölgede öngörülebilir sonuçlar elde etmek için renk biliminin temel kavramlarını, renk sistemlerini ve optik belirleyicileri birlikte okumak gerekir. Güncel klinik pratikte en güvenilir yaklaşım; görsel değerlendirmeyi standart koşullarda yapmak, ölçümsel çıktıları aynı standart dil içinde yorumlamak ve laboratuvara aktarımı iyi tanımlanmış protokollerle desteklemektir. Bu bütüncül bakış, hem restorasyonların optik uyumunu artırır hem de hasta memnuniyetini yükselten daha tutarlı bir estetik yönetim sağlar.

KAYNAKLAR

1. Menini M, Rivolta L, Manauta J, et al. Dental Color-Matching Ability: Comparison between Visual Determination and Technology. *Dent J (Basel)*. 2024;12(9). doi: 10.3390/dj12090284
2. Hashemikamangar S S, Nahavandi A M, Daryadar M, et al. Effect of glazing and polishing on opalescence and fluorescence of dental ceramics. *Clin Exp Dent Res*. 2022;8(6):1645-1654. doi: 10.1002/cre2.669
3. Sliney D H. What is light? The visible spectrum and beyond. *Eye*. 2016;30(2):222-229. doi: 10.1038/eye.2015.252
4. Watts D C. Light-curing dental resin-based composites: How it works and how you can make it

- work. *Front Dent Med.* 2023;4:1108316. doi: 10.3389/fdmed.2023.1108316
5. Lee B B. The evolution of concepts of color vision. *Neurociencias.* 2008;4(4):209-224.
 6. Jouhar R, Ahmed M A, Khurshid Z. An Overview of Shade Selection in Clinical Dentistry. *Applied Sciences.* 2022;12(14):6841.
 7. Khashayar G, Dozic A, Kleverlaan C J, et al. The influence of varying layer thicknesses on the color predictability of two different composite layering concepts. *Dental Materials.* 2014;30(5):493-498. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.02.002>
 8. Fairman H S, Brill M H, Hemmendinger H. How the CIE 1931 color-matching functions were derived from Wright-Guild data. *Color Research & Application.* 1997;22(1):11-23. doi: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6378\(199702\)22:1<11::AID-COLA>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6378(199702)22:1<11::AID-COLA>3.0.CO;2-7)
 9. Westland S. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15 Suppl 1:S5-12. doi: 10.1111/j.1708-8240.2003.tb00313.x
 10. Köroğlu A, Makhloota M, Bal B T. A review of color matching in dentistry. *Medical Records.* 2021;3(1):44-49.
 11. Sikri V K. Color: Implications in dentistry. *J Conserv Dent.* 2010;13(4):249-55. doi: 10.4103/0972-0707.73381
 12. Broadbent A D. A critical review of the development of the CIE1931 RGB color-matching functions. *Color Research & Application.* 2004;29(4):267-272. doi: <https://doi.org/10.1002/col.20020>
 13. Karaarslan E S, Bulbul M, Ertas E, et al. Assessment of changes in color and color parameters of light-cured composite resin after alternative polymerization methods. *Eur J Dent.* 2013;7(1):110-6.
 14. Lee Y K. Opalescence of human teeth and dental esthetic restorative materials. *Dent Mater J.* 2016;35(6):845-854. doi: 10.4012/dmj.2016-091
 15. Rashid F, Farook T H, Dudley J. Digital Shade Matching in Dentistry: A Systematic Review. *Dent J (Basel).* 2023;11(11). doi: 10.3390/dj11110250
 16. Lee Y-K. Criteria for clinical translucency evaluation of direct esthetic restorative materials. *Restor Dent Endod.* 2016;41(3):159-166. doi: 10.5395/rde.2016.41.3.159
 17. Park K-J, Hwang Y-C, Kim S-H, et al. Metamerism in composite resins under five standard illuminants - D65, A, C, FCW and TL84. *J Korean Acad Conserv Dent.* 2003;28(5):402-408. doi: 10.5395/JKACD.2003.28.5.402
 18. Corcodel N, Helling S, Rammelsberg P, et al. Metameric effect between natural teeth and the shade tabs of a shade guide. *European journal of oral sciences.* 2010;118(3):311-316.
 19. Volpato C A M, Pereira M R C, Silva F S. Fluorescence of natural teeth and restorative materials, methods for analysis and quantification: A literature review. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(5):397-407. doi: 10.1111/jerd.12421
 20. Tabatabaei M H, Nahavandi A M, Khorshidi S, et al. Fluorescence and Opalescence of Two Dental Composite Resins. *Eur J Dent.* 2019;13(4):527-534. doi: 10.1055/s-0039-1696899
 21. Aktu A, Ulusoy N. Effect of Polishing Systems on the Surface Roughness and Color Stability of Aged and Stained Bulk-Fill Resin Composites. *Materials.* 2024;17(14):3576.
 22. Ghinea R, Ugarte-Alvan L, Yebra A, et al. Influence of surface roughness on the color of dental-resin composites. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2011;12(7):552-62. doi: 10.1631/jzus.B1000374
 23. Alnusayri M O, Sghaireen M G, Mathew M, et al. Shade Selection in Esthetic Dentistry: A Review. *Cureus.* 2022;14(3):e23331. doi: 10.7759/cureus.23331
 24. Todorov R, Peev T, Zlatev S. Shade guides used in the dental practice. *Journal of IMAB–Annual Proceeding Scientific Papers.* 2020;26(2):3168-3173.
 25. Zahnfabrik V. VITA classical A1-D4® shade guide [Online] Available from: <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-classical-A1-D4-shade-guide-39699%2C27568.html> [Accessed: 20-02-2026]
 26. Perou C, Petalas A, Stoupi M, et al. Effectiveness of Lighting Conditions on Shade Matching Accuracy Among Dental Students. *Dentistry Journal.* 2025;13(3):130.
 27. Diamantopoulou S, Papazoglou E. Coverage Error of Three Shade Guides to Vital Unrestored

- Maxillary Anterior Teeth in a Greek Population. *Applied Sciences*. 2026;16(1):393.
28. Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Quispe López N, et al. 3D Master Toothguide Is Adequate to Subjective Shade Selection? *Medicina (Kaunas)*. 2022;58(3). doi: 10.3390/medicina58030457
 29. Zahnfabrik V. VITA SYSTEM 3D-MASTER – Precise, systematic tooth shades [Online] Available from: https://www.vita-zahnfabrik.com/VITA_3D-MASTER_en,,256821.html_us [Accessed: 15.02.2026]
 30. Hein S C. Advancing Visual-Instrumental Agreement in Dental Colorimetry: Development and Validation of Novel Assessment Methodologies: University of Leeds; 2025.
 31. Zahnfabrik V. VITA Easyshade® V Optimum shade determination. Maximum reliability. [Online] Available from: <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/Shade-determination/Digital-solutions/VITA-Easyshade-V-78900,27568.html> [Accessed: 15.02.2026]
 32. KG V Z H R G C. VITA Easyshade® V: Instructions for use. Bad Säckingen, Germany; 2023 2023-06. Contract No.: 10180E_0623_V09.
 33. Llena C, Lozano E, Amengual J, et al. Reliability of Two Color Selection Devices in Matching and Measuring Tooth Color. *The journal of contemporary dental practice*. 2011;12:19-23. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1004
 34. SPECTROSUPPLY. SpectroShade Micro II Device System [Online] Available from: <https://spectrosupply.com/spectroshade-micro-ii-device-system/> [Accessed: 15.02.2026]
 35. Crespo Álvarez P C, Córdova López A K. Variability in tooth color selection by different spectrophotometers: A systematic review. 2023.
 36. Hunter R S. Photoelectric Color Difference Meter*. *Journal of the Optical Society of America*. 1958;48(12):985-995. doi: 10.1364/josa.48.000985
 37. Sanders C L, Gaw W. A Versatile Spectroradiometer and Its Applications. *Applied Optics*. 1967;6(10):1639-1647. doi: 10.1364/AO.6.001639
 38. Wee A G, Lindsey D T, Kuo S, et al. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dent Mater*. 2006;22(6):553-9. doi: 10.1016/j.dental.2005.05.011
 39. Soldo M, Illeš D, Čelić R, et al. Assessment of Color Parameters on Maxillary Right Central Incisors Using Spectrophotometer and RAW Mobile Photos in Different Light Conditions. *Acta Stomatol Croat*. 2020;54(4):353-362. doi: 10.15644/asc54/4/2
 40. Ozden Y E, Erzincanli A, Bal B, et al. Effectiveness of Calibrated Digital Photography Technique in Dental Shade Analysis. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2022;25(3):224-229.
 41. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004;32 Suppl 1:3-12. doi: 10.1016/j.jdent.2003.10.013
 42. Ahmed Y T, Almutairi F A, Alomran S A, et al. Dehydration Time Effect on Tooth Color Measurement: An In Vitro Study. *Eur J Dent*. 2022;16(4):895-900. doi: 10.1055/s-0041-1741377
 43. Alamé C, Mehanna Zogheib C. The Effect of Dehydration on Tooth Color: A Prospective In Vivo Study. *Cureus*. 2023;15(11):e48140. doi: 10.7759/cureus.48140
 44. Liberato W, Salgado V, Gallito M, et al. Impact of gray background on tooth color shade matching: a comparison of visual and instrumental methods. *Brazilian Dental Science*. 2024;27:e4449. doi: 10.4322/bds.2024.e4449
 45. Dumke J A, Fantine L A, Nogueira S, et al. The Effect of Positioning Guide Color on Shade Measurements Using a Clinical Spectrophotometer. *Braz Dent J*. 2024;35:e245995. doi: 10.1590/0103-6440202405995
 46. Gáspárik C, Tofan A, Culic B, et al. Influence of light source and clinical experience on shade matching. *Clujul Med*. 2014;87(1):30-3. doi: 10.15386/cjm.2014.8872.871.cg1at2
 47. Liberato W F, de Almeida E N, Gallito M A, et al. Influence of a gray background and the illuminant on tooth shade selection. *J Prosthet Dent*. 2025;134(4):1290-1295. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.12.005

BÖLÜM 20

DİŞ HEKİMLİĞİNDE EKLEMELİ ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Oktay ÇATALTEPE¹
Seçil ÖZKAN ATA²

GİRİŞ: DİJİTAL DİŞ HEKİMLİĞİNDE EKLEMELİ ÜRETİM DEVRİMİ

Günümüzde teknolojik gelişmeler noktasında hızlı değişiklikler olmakta her gün kolaylaştıran yeni yöntemler hayatımıza dahil olmaktadır. Bu ilerlemelerin diş hekimliğinde kaçınılmaz olarak karşılıkları bulunmaktadır. Bunlardan biri eklemeli üretim teknolojileridir. Eklemeli üretim genellikle STL ve benzeri formatlarda oluşturulan dosyalara göre katman katman ekleyerek üç boyutlu yapılar oluşturan bir üretim sistemidir. Eklemeli üretim endüstriyel alanda sıklıkla kullanılmasıyla bilinirken artık diş hekimliği branşında da kendine sağlam bir yer edinmiştir.

Dijital sistemler diş hekimliği alanına girmeden önce protetik restorasyonların, cerrahi kılavuzların, ortodontik apareylerin üretiminde büyük emek ve zaman harcanıyordu. Alçı modellerin hazırlanması, döküm, presleme gibi işlemler tedavi süresini oldukça uzatan işlemlerdi. Teknolojik ilerlemeyle, ağız içi tarayıcıların ve CAD/CAM sistemlerin gelişimiyle beraber bu işlemler bilgisayar ortamına aktarılmış hata yapma oranları azalmıştır.

Eklemeli üretim tek seansta tedavinin sonlanması ve kişiye özel tedavi opsiyonu sunmaktadır. Her hastanın kendisine özel anatomik yapısı nedeniyle zorlu süreçler gerektiren işlemler kısa zamanda çözülebilmektedir. Geçici kuron ve köprülerden kalıcı restorasyonlara, ortodontik aligner ve retansiyon plaklarından cerrahi şablonlara kadar birçok tedavi ürünü eklemeli üretimle hızlı, maliyet etkin ve yüksek kalitede üretilebilmektedir.

Bu kitap bölümü, diş hekimliğinde eklemeli üretim yöntemlerinin temel prensiplerini, kullanılan malzemeleri, güncel uygulamalarını ve gelecekteki potansiyellerini detaylı bir şekilde açıklamayı amaçlamaktadır. Okuyucuların, eklemeli

¹ Arş. Gör. Dt., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., oktucataltepe@gmail.com, ORCID iD: 0009-0008-3838-9185

² Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., secil.oata@ogu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-1756-4390

pürüzsüz hale getirilmelidir. Araştırmalara göre 0.2 µm boyutundan daha büyük olan yüzeylerin bakteri akümülyasyonu açısından uygun yüzey haline geleceği bildirilmiştir. Vichi ve arkadaşlarının(83) yapmış olduğu çalışmaya göre bir veya iki aşamalı polisaj sistemlerine göre birçok aşamalı polisaj sistemlerinin daha iyi sonuç verdiği gösterilmiştir (84)

SONUÇ

Diş hekimlerinin genel olarak üç boyutlu yazıcılarla ilgili bilgi sahibi olunması adına yazılan bu yazı öncelikle tarihsel gelişimden başlamış olup, kullanım alanlarından üç boyutlu yazıcı üretim yöntemlerine kullanılan malzemelerden baskı sonrası işlemlerine kadar birçok konuda bilgi vermeyi amaçlamıştır. Okuyucuların bilgi sahibi olarak klinik uygulamalarında kullanacağı kaynakların seçimine yardımcı olması hedeflenen yazının daha iyi kavranabilmesi için güncel teknolojik gelişmelerin takip edilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Hack GD, Patzelt SBM. Evaluation of the accuracy of six intraoral scanning devices: An in vitro investigation. ADA Prof Prod Rev. 2015;4:1-5.
2. Zimmermann M, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. Clin Oral Investig. 2015;19(7):1495-1504.
3. Hull CV. Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography. U.S. Patent No. 4575330; 1986.
4. Oliveira G. Accuracy and precision of 3-dimensional printed dental models produced by different additive manufacturing technologies. 2019.
5. Jaber ST, et al. Evaluation of the fused deposition modeling and the digital light processing techniques in terms of dimensional accuracy of printing dental models used for the fabrication of clear aligners. Clin Exp Dent Res. 2021;7(4):591-600.
6. Takva Ç, İlerisoy Z. 3rd International Conference on Sustainable Cities and Urban Landscapes; 13-14 Aralık 2024; Girne, KKTC. p.388-411.
7. Tercanlı H. Diş hekimliği alanında kullanımı. Sağlık ve Bilim Odontoloji-I. 2025. p.95.
8. Uysal Çamyar F. Seçici lazer ergitme ile üretilen kobalt bazlı alaşımlara elektroforetik biriktirme yöntemi ile hidroksiapatit kaplama işlemleri ve kaplamaların yüzey özelliklerinin incelenmesi [Doktora Tezi]. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi; 2025.
9. Caussin E, Moussally C, Le Goff S, et al. Vat photopolymerization 3D printing in dentistry: A comprehensive review. Materials. 2024;17:950.
10. Junk S, Bär F. Design guidelines for additive manufacturing using masked stereolithography mSLA. Procedia CIRP. 2023;119:1122-1127.
11. Aral M, Keskin Y. Diş hekimliğinde 3 boyutlu eklemeli üretim: Derleme. J Int Dent Sci. 2024;10(1):1-11.
12. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral digital impression technique: A review. J Prosthodont. 2015;24(4):313-321.
13. Martin CB, Chalmers EV, McIntyre GT, Mossey PA. Orthodontic scanners: What's available? J Orthod. 2015;42(2):136-143.
14. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems: A current over-

- view. *Int J Comput Dent.* 2015;18(2):101-129.
15. Syrek A, Reich G, Ranfl D, et al. Clinical evaluation of all ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions. *J Dent.* 2010;38(7):553-559.
 16. Rosted P, Bundgaard M, Fiske J, Pedersen AM. The use of acupuncture in controlling the gag reflex in patients requiring an upper alginate impression: An audit. *Br Dent J.* 2006;201(11):721-725.
 17. Gerstle TL, et al. A plastic surgery application in evolution: Three-dimensional printing. *Plast Reconstr Surg.* 2014;133(2):446-451.
 18. Lee JD, et al. Facial scanners in dentistry: An overview. *Prosthesis.* 2022;4(4):664-678.
 19. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017;17:149.
 20. Strub JR, et al. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: Current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(9):1289-1296.
 21. Yüksel Y. Diş hekimliğinde dijital dönüşüm ve protetik diş tedavisinde uygulama alanları [Bitirme Tezi]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi; 2022.
 22. Jain R, et al. CAD-CAM the future of digital dentistry: A review. *Ann Prosthodont Restor Dent.* 2016;2:33-36.
 23. Baumann F, et al. Influence of slicing tools on quality of 3D printed parts. *Comput Aided Des Appl.* 2016;13(1):14-31.
 24. Schurig F. Slicing algorithms for 3D-printing. Technische Universität München, TUM School of Computation, Information and Technology; 2015.
 25. Mohan Pandey P, Reddy NV, Dhande SG. Slicing procedures in layered manufacturing: A review. *Rapid Prototyp J.* 2003;9(5):274-288.
 26. Altun S, et al. FFF/FDM yönteminde Taguchi deney tasarımı ile parametre optimizasyonu. *Int J 3D Print Technol Digit Ind.* 2024;8(2):154-161.
 27. Tong K, Joshi S, Lehtihet EA. Error compensation for fused deposition modeling machine by correcting slice files. *Rapid Prototyp J.* 2008;14(1):4-14.
 28. Galantucci LM, Lavecchia F, Percoco G. Experimental study aiming to enhance the surface finish of fused deposition modeled parts. *CIRP Ann.* 2009;58(1):189-192.
 29. Domingo-Espin M, et al. Mechanical property characterization and simulation of fused deposition modeling polycarbonate parts. *Mater Des.* 2015;83:670-677.
 30. Jiang J, Xu X, Stringer J. Support structures for additive manufacturing: A review. *J Manuf Mater Process.* 2018;2(4):64.
 31. Tanveer MQ, et al. Effect of infill pattern and infill density on mechanical behaviour of FDM 3D printed parts: A current review. *Mater Today Proc.* 2022;62:100-108.
 32. ISO/ASTM. ISO/ASTM 52900:2021 Additive manufacturing—General principles—Terminology [İnternet]. International Organization for Standardization; 2021 (15.01.2026 tarihinde ISO/ASTM. ISO/ASTM 52900:2021 adresinden ulaşılmıştır.)
 33. Cebeci NÖ, Tokmakcioğlu HH. Protetik diş tedavisinde ekleme yöntemi ile üretim. *Sağlık Akademisi Kastamonu.* 2018;3(1):66-86.
 34. van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dent Mater.* 2012;28:3-12.
 35. Evans C, Taneva E, Kusnoto B. 3D scanning, imaging, and printing in orthodontics. 2015.
 36. Feilden E, Blanca EG, Giuliani F, et al. Robocasting of structural ceramic parts with hydrogel inks. *J Eur Ceram Soc.* 2016;36:2525-2533.
 37. Silva NRFA, Witek L, Coelho PG, et al. Additive CAD/CAM process for dental prostheses. *J Prosthodont.* 2011;20:93-96.
 38. Methani MM, Revilla-León M, Zandinejad A. The potential of additive manufacturing technologies and their processing parameters for fabrication of all-ceramic crowns: A review. *J Esthet Restor Dent.* 2020;32(2):182-192.
 39. Aral M, Keskin Y. Diş hekimliğinde 3 boyutlu eklemeli üretim: Derleme. *J Int Dent Sci.* 2024;10(1):1-11.

40. Hull CW. Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography. U.S. Patent; 1986.
41. Revilla-León M, Özcan M. Additive manufacturing technologies used for processing polymers: Current status and potential application in prosthetic dentistry. *J Prosthodont*. 2019;28:146-158.
42. Javaid MHA. Current status and applications of additive manufacturing in dentistry: A literature-based review. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2019;9:179-185.
43. Petrovic V, et al. Additive layered manufacturing: Sectors of industrial application shown through case studies. *Int J Prod Res*. 2011;49:1061-1079.
44. Demiralp E, Doğru G, Yılmaz H. Additive manufacturing methods and applications in dentistry. *Clin Exp Health Sci*. 2021;11(1):182-190
45. Singh R, et al. Powder bed fusion process in additive manufacturing: An overview. *Mater Today Proc*. 2020;26:3058-3070.
46. Arısoy YM, et al. Influence of scan strategy and process parameters on microstructure of nickel alloy 625 via laser powder bed fusion. *Int J Adv Manuf Technol*. 2017.
47. DebRoy T, et al. Additive manufacturing of metallic components: Process, structure and properties. *Prog Mater Sci*. 2018.
48. King W, et al. Overview of modelling and simulation of metal powder bed fusion process. *Mater Sci Technol*. 2015.
49. Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V. 3D printing in dentistry. *Br Dent J*. 2015;219:521-529.
50. Khorsandi D, et al. 3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery: Techniques, materials, and applications. *Acta Biomater*. 2021;122:26-49.
51. Chen J, Zhao L, Zhou K. Multi-jet fusion 3D voxel printing of conductive elastomers. *Adv Mater*. 2022;34:e2205909.
52. Jeong M, et al. Materials and applications of 3D printing technology in dentistry: An overview. *Dentistry Journal*. 2023;12(1):1.
53. Singh R, et al. Powder bed fusion process in additive manufacturing: An overview. *Mater Today Proc*. 2020;26:3058-3070.
54. Mostafaei A, et al. Binder jet 3D printing: Process parameters, materials, properties, modeling, and challenges. *Prog Mater Sci*. 2021;119:100707.
55. Li J, et al. Multifunctional metal matrix composites fabricated by ultrasonic additive manufacturing. *Compos Part B Eng*. 2017;113:342-354.
56. Ngo TD, et al. Additive manufacturing: Materials, methods, applications and challenges. *Compos Part B Eng*. 2018;143:172-196.
57. Gibson I, Rosen D, Stucker B. Directed energy deposition processes. In: *Additive Manufacturing Technologies*. New York: Springer; 2015.
58. Demiralp E, Doğru G, Yılmaz H. Additive manufacturing methods and applications in dentistry. *Clin Exp Health Sci*. 2021;11(1):182-190.
59. Lin L, et al. 3D printing and digital processing techniques in dentistry: A review. *Adv Eng Mater*. 2019;21(6):1801013.
60. Quan C, Han B, Hou Z, Zhang Q, Tian X, Lu T. 3D printed continuous fiber reinforced composite auxetic honeycomb structures. *Compos Part B Eng*. 2020;187:107858.
61. Dong Y, Milentis J, Pramanik A. Additive manufacturing. *Adv Manuf*. 2018;6:71.
62. Zehnder MS, et al. Application of additive manufacturing in endodontics. *Int Endod J*. 2016;49:966.
63. Yahata Y, Masuda Y, Komabayashi T. Additive manufacturing in endodontics. *Aust Endod J*. 2017;43:123.
64. Roxner R, Klemenz S, Larsson C. Additive manufacturing in prosthetic dentistry. *J Prosthet Dent*. 2017;118:95.
65. Sorrentino R, et al. Additive manufacturing in implant dentistry. *J Osseointegr*. 2017;9:282.

66. Zhao L, et al. Additive manufacturing biomaterials applications. *Life Sci.* 2018;203:66.
67. Chang Z, et al. Additive manufacturing biomaterials engineering. *J Bionic Eng.* 2016;13:335.
68. Hassanpour M, et al. Effects of post-processing parameters on 3D-printed dental appliances: A review. *Polymers.* 2024;16(19):2795.
69. Karakurt I, Lin L. 3D printing technologies: Techniques, materials, and post-processing. *Curr Opin Chem Eng.* 2020;28:134-143.
70. Piedra-Cascón W, et al. 3D printing parameters and post-processing procedures of vat-polymerization technologies. *J Dent.* 2021;109:103630.
71. Lambart AL, et al. Rinsing postprocessing procedure of a 3D-printed orthodontic appliance material. *Dent Mater.* 2022;38:1344-1353.
72. Hwangbo NK, Nam NE, Choi JH, Kim JE. Effects of washing time and washing solution on biocompatibility of 3D printed dental resins. *Polymers.* 2021;13:4410.
73. Riccio C, et al. Effects of curing on photosensitive resins in SLA additive manufacturing. *Appl Mech.* 2021;2:942-955.
74. Hwangbo NK, Nam NE, Choi JH, Kim JE. Effects of washing time and washing solution on biocompatibility of 3D printed dental resins. *Polymers.* 2021;13:4410.
75. Lambart AL, et al. Rinsing postprocessing procedure of a 3D printed orthodontic appliance material. *Dent Mater.* 2022;38:1344-1353.
76. González G, et al. Materials testing for development of biocompatible devices through vat-polymerization 3D printing. *Nanomaterials.* 2020;10:1788.
77. Jang W, et al. Effect of washing condition on fracture strength and degree of conversion of 3D printing resin. *Appl Sci.* 2021;11:11676.
78. Katheng A, Kanazawa M, Iwaki M, Minakuchi S. Evaluation of dimensional accuracy and polymerization of stereolithography resin. *J Prosthet Dent.* 2021;125:695-702.
79. Dimitrova M, et al. Comparison between conventional PMMA and 3D printed denture base resins. *J Compos Sci.* 2022;6:87.
80. Alsandi Q, et al. Evaluation of mechanical and physical properties of polymerized UDMA for DLP 3D printer. *Sensors.* 2021;21:3331.
81. Guttridge C, et al. Biocompatible 3D printing resins for medical applications: A review. *Ann 3D Print Med.* 2022;5:100044.
82. Soto-Montero J, et al. Color alterations and mechanical properties of 3D printed resins. *Dent Mater.* 2022;38:1271-1282.
83. Vichi A, Balestra D, Louca C. Effect of finishing systems on surface roughness of 3D printed dental materials. *Appl Sci.* 2024;14:7289.
84. Bollen CML, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral materials for plaque retention. *Dent Mater.* 1997;13:258-269.

BÖLÜM 21

TAM ARK REHABİLİTASYONUNDA DİJİTAL ÖLÇÜ: TEKNOLOJİ, DOĞRULUK VE KLİNİK SINIRLAMALAR

Miraç Berke TOPCU ERSÖZ¹
Fatıma OSMAN²

GİRİŞ

Dijital teknolojilerin evrimi, modern diş hekimliğini, özellikle de protez ve implantoloji alanlarını derinden şekillendirmiştir. Ağız içi tarayıcılar (IOS), konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) ve bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM) sistemleri gibi araçların entegrasyonu, klinik iş akışlarını kolaylaştırmış, tanı koyma doğruluğunu arttırmış ve yeni restoratif tedavi olanakları sunmuştur (1). 3 boyutlu bilgisayar destekli modeller oluşturan dijital ölçüler, hastalarda rahatsızlık veya bulantıya neden olabilen geleneksel tekniklere kıyasla daha hızlı ve konforlu bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (2). Tam ark rehabilitasyonu, özellikle implant destekli protetik restorasyonlarda, hassas ölçü alma gerekliliği nedeniyle protetik diş hekimliğinin en karmaşık klinik prosedürlerinden birini temsil eder. Geleneksel silikon bazlı ölçü teknikleri uzun yıllar altın standart olarak kabul edilmiş olsa da, 2010'lu yılların başından itibaren intraoral tarayıcılar (IOS) ve fotogrametri gibi dijital teknolojilerin hızla gelişmesi, klinik uygulamalarda değişime yol açmıştır. Dijital ölçü sistemleri, hasta konforunu artırma, laboratuvar hatalarını minimize etme ve tedavi süresini kısaltma potansiyeli sunmakla birlikte, uzun mesafeli tam ark ölçülerinde doğruluk kaybı ve teknik bağımlılık gibi önemli sınırlamalar da beraberinde getirmektedir (3, 4).

Ölçü aşamasında meydana gelen hatalar, protetik altyapının pasif uyumunun bozulmasına neden olabilir; bu durum implant–protez arayüzünde istenmeyen stres birikimine yol açarak hem biyolojik hem de biyomekanik komplikasyonların gelişme riskini artırmaktadır. Son yıllarda geliştirilen dijital iş akışları; koltuk süresinin kısaltılması, geleneksel ölçü materyallerine bağlı distorsiyon ve aktarım

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., ORCID iD: 0000-0003-2953-5255

² Arş. Gör., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., ORCID iD: 0009-0000-4415-363X

koşullar, implant sayısı ve konfigürasyonu, scan body tasarımı ile tarama stratejileri ve operatör faktörü gibi çok sayıda değişkenden etkilendiğini göstermektedir.

İntraoral tarayıcılar, uygun cihaz seçimi ve optimize edilmiş tarama protokolleri ile klinik olarak kabul edilebilir doğruluk seviyelerine ulaşabilse de, tam ark vakalarda sonuçların tutarlılığı her zaman garanti edilememektedir. Fotogrametri ve stereofotogrametri sistemleri, implant koordinatlarının yüksek hassasiyetle kaydedilmesi sayesinde özellikle çok implantlı ve uzun mesafeli vakalarda daha öngörülebilir sonuçlar sunma potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, literatürde bildirilen heterojen bulgular; kullanılan sistemler, metodolojik farklılıklar ve klinik koşullar arasındaki değişkenlik nedeniyle tek bir dijital yöntemin tüm tam ark vakalar için evrensel bir çözüm olarak kabul edilemeyeceğini ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, dijital ve konvansiyonel tekniklerin güçlü yönlerini birleştiren hibrit yaklaşımlar ile doğrulama aşamalarının (örneğin verification jig kullanımı) klinik iş akışına entegre edilmesi, tam ark implant rehabilitasyonlarında ölçü doğruluğunu artırmaya yönelik rasyonel bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Gelecekte yapay zekâ destekli tarama algoritmaları, gelişmiş fotogrametri–optik hibrit sistemler ve standartlaştırılmış klinik protokollerin geliştirilmesi, tam ark dijital ölçülerin güvenilirliğini daha da artırabilir. Mevcut bilgiler ışığında, klinik başarı için ölçü yöntemi seçiminin vaka bazında yapılması ve dijital teknolojilerin eleştirel, kanıta dayalı ve doğrulama adımlarıyla desteklenen bir yaklaşımla uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Auduc C, Douillard T, Nicolas E, El Osta N. Fully digital workflow in full-arch implant rehabilitation: a descriptive methodological review. *Prosthesis*. 2025;7(4):85.
2. Gehrke P, Rashidpour M, Sader R, Weigl P. A systematic review of factors impacting intraoral scanning accuracy in implant dentistry with emphasis on scan bodies. *International journal of implant dentistry*. 2024;10(1):20.
3. Cerghizan D, Jánosi KM, Farcas A, Bojan MM, Muntean MH, Nechiti AAM, et al. Accuracy of Analog and Digital Full-Arch Mandibular Impressions: In Vitro and In Vivo Evaluation. *Diagnostics (Basel)*. 2025;15(16).
4. Floriani F, Lopes GC, Cabrera A, Duarte W, Zoidis P, Oliveira D, et al. Linear Accuracy of Intraoral Scanners for Full-Arch Impressions of Implant-Supported Protheses: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur J Dent*. 2023;17(4):964-73.
5. Alfaraj A, Alqudaihi F, Khurshid Z, Qadiri O, Lin WS. Comparative analyses of accuracy between digital and conventional impressions for complete-arch implant-supported fixed dental protheses—A systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthodontics*. 2025.
6. Pesce P, Nicolini P, Caponio VCA, Zecca PA, Canullo L, Isola G, et al. Accuracy of full-arch intraoral scans versus conventional impression: A systematic review with a meta-analysis and a proposal to standardise the analysis of the accuracy. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;14(1):71.
7. Vitai V, Németh A, Sólyom E, Czumbel LM, Szabó B, Fazekas R, et al. Evaluation of the accuracy of intraoral scanners for complete-arch scanning: A systematic review and network meta-a-

- analysis. *J Dent.* 2023;137:104636.
8. Abuduwaili K, Huang R, Song J, Liu Y, Chen Z, Huang B, et al. Comparison of photogrammetric imaging, intraoral scanning and conventional impression accuracy of full-arch dental implant rehabilitation: an in vitro study. *BMC Oral Health.* 2025;25(1):753.
 9. Pozzi A, Carosi P, Gallucci GO, Nagy K, Nardi A, Arcuri L. Accuracy of complete-arch digital implant impression with intraoral optical scanning and stereophotogrammetry: An in vivo prospective comparative study. *Clin Oral Implants Res.* 2023;34(10):1106-17.
 10. Guimarães AS, Mendonça TS, Borella PS, Khalil G, Li J, Al-Tarawneh S, et al. Accuracy of intraoral scanners for full-arch implant scanning in the Maxilla using horizontal scanbody. *PLoS One.* 2025;20(12):e0332174.
 11. Sezer T, Esim E, Yilmaz E. Accuracy of an intraoral scanner that uses optical triangulation and confocal microscopy technology for full-arch digital implant impression: in vivo and in vitro evaluation. *Selcuk Dental Journal.* 2025;12(1):93-8.
 12. Ke Y, Zhang Y, Wang Y, Chen H, Sun Y. Comparing the accuracy of full-arch implant impressions using the conventional technique and digital scans with and without prefabricated landmarks in the mandible: An in vitro study. *Journal of Dentistry.* 2023;135:104561.
 13. Ender A, Mehl A. Accuracy in dental medicine, a new way to measure trueness and precision. *J Vis Exp.* 2014(86).
 14. Gianfreda F, Raffone C, Martelli M, Pitino A, Caponio VCA, Bollero P. Conventional scan body vs. scan bodies with auxiliary geometric devices: an in vitro study for edentulous full-arch implant impressions. *Frontiers in Oral Health.* 2025;6:1574149.
 15. Mourouzis P. Critical methodological factors influencing the accuracy of intraoral scanners in digital dentistry research. *Computers in Biology and Medicine.* 2025;187:109780.
 16. Paspaspyridakos P, De Souza A, Finkelman M, Sicilia E, Gotsis S, Chen Yw, et al. Digital vs conventional full-arch implant impressions: a retrospective analysis of 36 edentulous jaws. *Journal of Prosthodontics.* 2023;32(4):325-30.
 17. Kwon M, Cho Y, Kim D-W, Kim M, Kim Y-J, Chang M. Full-arch accuracy of five intraoral scanners: In vivo analysis of trueness and precision. *Korean journal of orthodontics.* 2021;51(2):95-104.
 18. Gómez-Polo M, Piedra-Cascón W, Methani MM, Quesada-Olmo N, Farjas-Abadia M, Revilla-León M. Influence of rescanning mesh holes and stitching procedures on the complete-arch scanning accuracy of an intraoral scanner: An in vitro study. *Journal of dentistry.* 2021;110:103690.
 19. Peroz S, Spies BC, Adali U, Beuer F, Wesemann C. Measured accuracy of intraoral scanners is highly dependent on methodical factors. *Journal of Prosthodontic Research.* 2022;66(2):318-25.
 20. 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. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 2014;111(3):186-94.
 21. Zhang Y-J, Shi J-Y, Qian S-J, Qiao S-C, Lai H-C. Accuracy of full-arch digital implant impressions taken using intraoral scanners and related variables: A systematic review. *Int J Oral Implantol (Berl).* 2021;14(2):157-79.
 22. Lee J-H, Jo J-S, Lee SY. Digital impression accuracy for bone-level and tissue-level implants using scan bodies of different heights. *Scientific Reports.* 2025;15(1):37367.
 23. Alkindi S, Hamdoon Z, Aziz AM. Effect of different impression coping and scan body designs on the accuracy of conventional versus digital implant impressions: An in vitro study. *J Dent.* 2024;146:105045.
 24. Baranowski JH, Stenport VF, Braian M, Wennerberg A. Effects of scan body material, length and top design on digital implant impression accuracy and usability: an in vitro study. *J Adv Prosthodont.* 2025;17(3):125-36.
 25. Sequeira V, Harper MT, Lilly CL, Bryington MS. Accuracy of digital impressions at varying implant depths: an in vitro study. *Journal of Prosthodontics.* 2023;32(1):54-61.

26. Kanjanasavitree P, Thammarajak P, Guazzato M. Comparison of different artificial landmarks and scanning patterns on the complete-arch implant intraoral digital scans. *Journal of Dentistry*. 2022;125:104266.
27. İleri SA, Büyükerken EB. In vitro evaluation of the effect of auxiliary geometric device on measurement trueness and scanning time in full-arch implant impressions. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. 2025;17(4):197.
28. Wu HK, Leung S, Chen H, Kong Q, Huang X, Lin X, et al. Effect of prefabricated auxiliary devices in different optical properties and shapes on the accuracy of intraoral scanning of the edentulous arch with multiple implants: An in-vitro study. *Journal of Dentistry*. 2024;151:105430.
29. Kaewbuasa N, Ongthiamsak C. Effect of different arch widths on the accuracy of three intraoral scanners. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. 2021;13(4):205.
30. Salloum R. Seamless integration: Hybrid intraoral-extraoral scanning techniques redefining articulation in complete-arch implant-supported restorations with rapid digital conversion. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025.
31. Fouda A, Wyatt C, McCullagh A, Vora SR, Ford NL, Gebril M. Evaluation of the accuracy of digital workflow for implant-supported full-arch fixed dental prostheses using a novel micro-CT measurement technique. *J Prosthodont*. 2025.
32. Revilla-León M, Aragonese R, Arroyo Valverde EM, Gómez-Polo M, Kois JC. Classification of Scanning Errors of Digital Scans Recorded by Using Intraoral Scanners. *J Esthet Restor Dent*. 2025;37(6):1363-71.
33. Chebib N, Kalberer N, Srinivasan M, Maniewicz S, Perneger T, Müller F. Edentulous jaw impression techniques: An in vivo comparison of trueness. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2019;121(4):623-30.
34. Feng Y, Feng Z, Li J, Chen J, Yu H, Jiang X, et al. Expert consensus on digital restoration of complete dentures. *International Journal of Oral Science*. 2025;17(1):58.
35. Sezer T, Sezer AB. Effects of Operator Experience and Scanning Distance on Intraoral Scanner Accuracy. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Dergisi*. 2024(3):36-44.
36. Limones A, Morton D, Sallorenzo A, Lin W-S, Sadid-Zadeh R, Phasuk K, et al. Impact of operator experience on intraoral digital scanning: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression. Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the American Academy of Fixed Prosthodontics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025.
37. Al Hamad KQ. Learning curve of intraoral scanning by prosthodontic residents. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2020;123(2):277-83.
38. Róth I, Czigola A, Joós-Kovács GL, Dalos M, Hermann P, Borbély J. Learning curve of digital intraoral scanning - an in vivo study. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):287.
39. Koo B, Son K, Lee J-M, Kim S-Y, Jin M-U, Lee K-B. Prediction of learning curves of wired and wireless intraoral scanners. *Scientific Reports*. 2023;13(1):21661.

BÖLÜM 22

BRUKSİZMİ OLAN BİREYLERDE SERAMİK RESTORASYON SEÇİMİ

Hatice Çiğdem ERAKMAN¹

GİRİŞ

Bruksizm, uyanıklık veya uyku sırasında ortaya çıkan, tekrarlayıcı çiğneme kası aktivitesi ile karakterize edilen bir motor davranış paterni olarak tanımlanmaktadır. Güncel konsensus doğrultusunda bruksizm artık bir hastalık olarak değil; çeşitli altta yatan durumlarla ilişkili olabilen bir kas davranışı şeklinde değerlendirilmektedir (1). Bu kavramsal değişim, bruksizmin oklüzyon temelli bir bozukluk olarak ele alındığı eski yaklaşımlardan uzaklaşılması ve merkezi sinir sistemi regülasyonunun ön planda olduğu multifaktöriyel bir modele geçilmesiyle gerçekleşmiştir (1).

Uyku ve Uyanıklık Bruksizmi

Bruksizm iki farklı sirkadiyen formda incelenmektedir: uyku bruksizmi ve uyanıklık bruksizmi. Uyku bruksizmi, genellikle uyku sırasında görülen ritmik veya tonik çene kası aktiviteleri ile karakterizedir. Uyanıklık bruksizmi ise daha çok diş sıkma veya mandibulanın sabitlenmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır (1). Güncel yaklaşımda her iki form da “mastikatör kas aktiviteleri” spektrumu içerisinde değerlendirilmektedir (1).

Prevalans

Toplum temelli çalışmalarda uyanıklık bruksizminin prevalansının yaklaşık %30 olduğu bildirilmektedir. Uyku bruksizmi ise daha düşük oranda görülmekte olup prevalansının %6–8 arasında olduğu ifade edilmektedir (1). Bununla birlikte, tanı yöntemlerindeki farklılıklar ve değerlendirme kriterlerindeki heterojenite nedeniyle gerçek prevalans oranlarının değişkenlik gösterebileceği vurgulanmaktadır (1).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Medipol Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., hatice.erakman@ankaramedipol.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-6860-4949

DOI: 10.37609/akya.4125.c6560

KAYNAKLAR

1. Thomas DC, Manfredini D, Colonna A, Sangalli L. Bruxism: implications in clinical dentistry as related to the specialties in dentistry. *Dent Clin North Am.* 2026;70(1):63–74.
2. Mengatto CM, Coelho- de-Souza FH, de Souza Junior OB. Sleep bruxism: challenges and restorative solutions. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry.* 2016;8 71–77.
3. Ionfrida JA, Stiller HL, Kämmerer PW, Walter C. Dental implant failure risk in patients with bruxism—A systematic review and meta-analysis of the literature. *Dent J (Basel).* 2025;13(1):11. doi:10.3390/dj13010011
4. Faus-Matoses V, Ruiz-Bell E, Faus-Matoses I, Özcan M, Salvatore S, Faus-Llácer VJ. An 8-year prospective clinical investigation on the survival rate of feldspathic veneers: influence of occlusal splint in patients with bruxism. *J Dent.* 2020;99:103352.
5. Ceddia M, Lamberti L, Trentadue B. FEA comparison of the mechanical behavior of three dental crown materials: enamel, ceramic, and zirconia. *Materials (Basel).* 2024;17(3):673.
6. Schmitter M, Bömicke W, Behnisch R, Lorenzo-Bermejo J, Waldecker M, Rammelsberg P, et al. Ceramic crowns and sleep bruxism: first results from a randomized trial. *J Clin Med.* 2023;12(1):273. doi:10.3390/jcm12010273
7. Zamzam H, Moussa A, Zohdy M, Morsi T, Olivares A, Fok A. Accelerated bruxism-simulating fatigue test of occlusal veneers. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2026;173:107243.
8. Pjetursson BE, Valente NA, Strasding M, Zwahlen M, Liu S, Sailer I. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic single crowns. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29(Suppl 16):199-214.
9. Leitão CIMB, Fernandes GVO, Azevedo LPP, Araújo FM, Donato H, Correia ARMC. Clinical performance of monolithic CAD/CAM tooth-supported zirconia restorations: systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont Res.* 2022;66(3):374-384.
10. Lodi E, Weber KR, Benetti P, Corazza PH, Della Bona A, Borba M. How oral environment simulation affects ceramic materials. *J Prosthet Dent.* 2018;119(5):812-818.
11. Kelly JR, Cesar PF, Scherrer SS, Della Bona A, van Noort R, Tholey M, et al. ADM guidance—ceramics: fatigue principles and testing. *Dent Mater.* 2017;33(11):1192-1204.
12. Lan TH, Chen PH, Fok ASL, Chen YF. Contact fracture test of monolithic hybrid ceramics on different substrates for bruxism. *Dent Mater.* 2022;38(1):44-56.
13. Chochlidakis K, Einarsdottir E, Tsigarida A, Papaspyridakos P, Romeo D, Barmak AB, et al. Survival rates and prosthetic complications of implant fixed complete dental prostheses: an up to 5-year retrospective study. *J Prosthet Dent.* 2020;124(5):539-546.

BÖLÜM 23

DENTAL İMPLANT DİJİTAL ÖLÇÜ KAYIT TEKNİKLERİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Taha Yaşar MANAV¹

GİRİŞ

Dental implant üzeri dijital ölçü yöntemleri, dijital diş hekimliğinin birikimsel gelişimi ile doğru orantılı şekilde gelişmektedir. Diş hekimliğinin hızlı üretim yapma isteği, özellikle osseointegrasyon süresini bekleyen dental implant hastaları için daha önemli bir konu haline gelmiştir. Geleneksel ölçü yöntemleri çok aşamalı olması ve yüksek hassasiyet gerektirmesi gereği, hekimlerin hasta başında geçirdiği süreyi arttırmaktadır. Görüntüleme teknolojilerindeki ilerlemeler özellikle dijital radyografiler ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (Cone Beam Computed Tomography - CBCT) sistemleri ağız içi yapıları üç boyutlu (3B) olarak doğru şekilde kaydedebilme olanağı sunmuş, bu da dijital ölçüye geçişin altyapısını oluşturmuştur (1). İntraoral tarayıcıların yaygınlaşması, konvansiyonel ölçü materyallerine duyulan ihtiyacı azaltırken doğruluk, hasta konforu ve iş akışı hızında gözle görülür artış sağlamıştır. Son yıllarda ise eklenen 3B yazıcılar ve yapay zekâ tabanlı yazılımlar, dijital ölçülerin tasarım ve üretim süreçlerine sorunsuz adaptasyonunu sağlamış, böylece dijital diş hekimliği yalnızca bir seçenek değil, giderek rutin hale gelen bir uygulamaya dönüşmüştür (2).

Dijital ölçü sistemlerinin pratik faydalarından en önemlilerinden birisi, klinik uygulama süresinin anlamlı derecede kısaltmasıdır. Gogushev ve ark. (3), üç üyeli sabit köprü gereksinimi bulunan 36 hastayı içeren kontrollü klinik çalışmalarında konvansiyonel yöntemle polivinil siloksan ölçü materyali kullanarak aldığı ölçülerle, dijital tarama sistemlerini kullanarak kaydettiği ölçülerle karşılaştırmış ve dijital yaklaşımın toplam klinik süresinin yaklaşık yarı yarıya daha kısa olduğunu göstermiştir. Aynı çalışmada, hasta konforu ve işlemin kontrollü uygulanmasını artıran bu yaklaşımın laboratuvar iş akışını da kolaylaştırdığı bildirilmiştir (3).

Dijital ölçü sistemlerinin klinik uygulamalarda tercih edilmesinin temel nedenlerinden birisi de işlem basamak sayısının kısalması ve buna bağlı verimlilik-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., tahamanav@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-2417-7372

DOI: 10.37609/akya.4125.c6561

tadır (38,39). Hasta konforu cihazın temel çalışma prensibinin ağız dışından gerçekleşmesinden dolayı çok yüksektir. Ağız içi boşluğu dar olan hastalar için tercih sebebi olabilir. Posteriora erişim çok daha kolaydır ve tükürük gibi etkenlerden etkilenmemektedir (34).

Fotogrametri sistemlerinde yumuşak doku kaydı ve çene ilişkileri kaydedilememektedir. Bu veriler için ilave bir ağız içi tarayıcıya ihtiyaç duyması SPG cihazlarının en büyük dezavantajıdır. Hibrit bir sisteme ihtiyaç duymasından dolayı ekipman temini ve donanım maliyetlerinin yüksek oluşu ekstraoral fotogrametri cihazlarını rutin klinik iş akışına dahil edilmesini zorlaştırmaktadır. (33,39)

SONUÇ

İmplant üstü dijital ölçü tekniklerinin güncel gelişimi klinik süreyi kısaltmak, hasta konforunu artırma ve iş akışını hızlandırma potansiyeli üzerinden ele alınmıştır. İntraoral tarayıcı temelli splintsiz (ISB) yaklaşımlar, tek implant vakalarında pratik ve yüksek başarı sunmasına rağmen, özellikle tam ark rehabilitasyonlarda dişsiz alanlarda referans kaybı olabilmektedir. Kalibre edilmemiş splintleme sistemleri, tarama bayraklarıyla ek referans yüzeyleri oluşturarak tam ark taramalarda doğruluğu artırsa da ekipman hacmi, marka uyumluluğu ve vida gevşemesi riski gibi dezavantajlar taşımaktadır. Kodlanmış referans bayrakları ile kullanılan fotogrametri sistemleri ise yüzey birleştirmeye bağlı olmadan implantların uzaysal koordinatlarını doğrudan kaydederek tam ark vakalarda en tutarlı doğruluk düzeylerini vaat etmekte ve buna karşın yumuşak doku, oklüzyon verilerini tek başına sağlayamaması nedeniyle çoğu zaman ağız içi tarayıcıyla hibrit bir protokol gerektirmesiyle beraber artan maliyet sebebiyle klinik yaygınlığını sınırlayabilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.
2. González A, Monzón M, Paz R, vd. The evolution of digital technologies in dentistry: Latest updates, challenges and barriers. *Open Res Europe.* 2025;5:276. doi.org/10.12688/openreseurope.21242.1
3. Gogushev K, Abadjiev M. Conventional vs Digital Impression Technique For Manufacturing of Three-Unit Zirconia Bridges: Clinical Time Efficiency. *J of IMAB.* 2021;27(2):3765-71. doi.org/10.5272/jimab.2021272.3765
4. Dalal AM, Rathi S, Dhamande M. Digital impressions in dentistry. *J Res Med Dent Sci.* 2022;10(7):76-81.
5. Richert R, Goujat A, Venet L, vd. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *J Healthc Eng.* 2017;8427595. doi.org/10.1155/2017/8427595
6. Wismeijer D, Mans R, van Genuchten M, vd. Patients' preferences when comparing analogue

- implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(10):1113-8. doi.org/10.1111/clr.12234
7. 3Shape TRIOS 5 - The hygienic and easy-to-use intraoral scanner. *3Shape.* (11/02/2026 tarihinde <https://www.3shape.com/en/scanners/trios-5> adresinden ulaşılmıştır.)
 8. Ağız İçi Tarayıcılar: Modern Diş Tedavisinde Doğruluk ve Konfor. *3Mash.* (11/02/2026 tarihinde https://3mash.com/blog/agiz-ici-tarayicilar-modern-dis-tedavisinde-dogruluk-ve-konfor?srsId=AfmBOorG-IWM3oxi3ZN1zwzyXXv6O94TR_erow12oOG6M4abt6pS1YVH adresinden ulaşılmıştır.)
 9. Logozzo S, Zanetti E, Franceschini G, vd. Recent advances in dental optics – Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering.* 2014;54:203-21. doi.org/10.1016/j.optlaseng.2013.07.017
 10. Mizumoto RM, Yilmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2018;120(3):343-52. doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.10.029
 11. SCANBODY OP. *Dynamic Abutment Solutions.* (11/02/2026 tarihinde <https://www.dynamicaabutment.com/scanbody-op/> adresinden ulaşılmıştır.)
 12. GM Implant Scanbody. *Straumann Group.* (11/02/2026 tarihinde https://shop.straumann.com/neodent/tr/tr_tr/Protez-Yard%C4%B1mc%C4%B1lar%C4%B1/Tarama-bayraklar%C4%B1/GM-Scanbody/p/base_neo_gmscanbody adresinden ulaşılmıştır.)
 13. Gómez-Polo M, Donmez MB, Çakmak, vd. Influence of implant scan body design (height, diameter, geometry, material, and retention system) on intraoral scanning accuracy: A systematic review. *J Prosthodontol.* 2023;32(S2):165-80. doi.org/10.1111/jopr.13774
 14. Lee JH, Jo JS, Lee SY. Digital impression accuracy for bone-level and tissue-level implants using scan bodies of different heights. *Sci Rep.* 2025;15(1):37367. doi.org/10.1038/s41598-025-20524-6.
 15. Aktas A, Manav TY, Zortuk M. Effect of reusing impression posts and scan bodies on recording accuracy. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2025;133(5):1324.e1-1324.e7. doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.02.007
 16. Nowicki A, Osypko K. Complex Full-Arch Treatment with Zygomatic Implants, Fully Digital Protocol with Scan Flag Intraoral Scanning, and 3D-Printed Temporary Reconstructions in a Periodontal Patient-A Case Report. *Biomedicines.* 2024;12(11):2617. doi.org/10.3390/biomedicines12112617.
 17. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Rutkunas V, vd. Classification of Complete-Arch Implant Scanning Techniques Recorded by Using Intraoral Scanners. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2025;37(1):236-43. doi.org/10.1111/jerd.13322.
 18. Zhang T, Yang B, Ge R, vd. Effect of a Novel “Scan Body” on the In Vitro Scanning Accuracy of Full-Arch Implant Impressions. *Int Dent J.* 2024;74(4):847-54. doi.org/10.1016/j.identj.2024.01.015
 19. Pachiou A, Zervou E, Tsirogiannis P, vd. Characteristics of intraoral scan bodies and their influence on impression accuracy: A systematic review. *J Esthet Restor Dent.* 2023;35(8):1205-17. doi.org/10.1111/jerd.13074
 20. García-Martínez I, Zarauz C, Morejón B, vd. Influence of customized over-scan body rings on the intraoral scanning effectiveness of a multiple implant edentulous mandibular model. *J Dent.* 2022;122:104095. doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104095.
 21. Etxaniz O, Amezua X, Jauregi M, vd. Improving the accuracy of complete arch implant digital scans by using auxiliary clips for intraoral scan bodies: A dental technique. *J Prosthet Dent.* 2025;133(1):43-7. doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.01.031.
 22. Demirel M, Donmez MB, Şahmalı SM. Trueness and precision of mandibular complete-arch implant scans when different data acquisition methods are used. *J Dent.* 2023;138:104700. doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104700.
 23. Abdelrehim A, Etajuri EA, Sulaiman E, vd. Magnitude of misfit threshold in implant-supported restorations: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2024;132(3):528-35. doi.org/10.1016/j.pros-

- dent.2022.09.010.
24. Eldabe AK, Adel-Khattab D, Botros KH. Accuracy of intraoral photogrammetry in complete arch digital implant scanning: An in vivo prospective comparative study. *J Prosthet Dent.* 2025;S0022-3913(25)00294-X. doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.03.041.
 25. Hussein MO. Photogrammetry technology in implant dentistry: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2023;130(3):318-26. doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.09.015.
 26. Photogrammetry. *Ottawa Dental Laboratory.* (11/02/2026 tarihinde <https://www.ottawadental-lab.com/photogrammetry/> adresinden ulaşılmıştır.)
 27. Ma B, Yue X, Sun Y, vd. Accuracy of photogrammetry, intraoral scanning, and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):636. doi.org/10.1186/s12903-021-02005-0
 28. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Drone M, vd. Influence of implant reference on the scanning accuracy of complete arch implant scans captured by using a photogrammetry system. *J Prosthet Dent.* 2025;133(1):252-7. doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.01.008.
 29. Yüceer ÖM, Çevik P. Diş Hekimliğinde Fotogrametri: Geleneksel Derleme. *Acta Odontologica Turcica.* 2026;43(1):33-8. doi.org/10.17214/gaziaot.1353478
 30. Tohme H, Lawand G, Eid R, vd. Accuracy of Implant Level Intraoral Scanning and Photogrammetry Impression Techniques in a Complete Arch with Angled and Parallel Implants: An In Vitro Study. *Applied Sciences.* 2021;11(21):9859. doi.org/10.3390/app11219859
 31. Abuduwaili K, Huang R, Song J, vd. Comparison of photogrammetric imaging, intraoral scanning and conventional impression accuracy of full-arch dental implant rehabilitation: an in vitro study. *BMC Oral Health.* 2025;25(1):753. doi.org/10.1186/s12903-025-06029-8.
 32. Clozza E. Intraoral scanning and dental photogrammetry for full-arch implant-supported prosthesis: A technique. *Clin Adv Periodontics.* 2024;14(4):244-9. doi.org/10.1002/cap.10269.
 33. Pozzi A, Arcuri L, Laureti A, vd. Image-guided photogrammetry accuracy: In vitro evaluation of an implant-supported complete arch digital scanning technology. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2025;134(3):818-28. doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.03.047.
 34. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Drone M, vd. Accuracy of complete arch implant scans recorded by using intraoral and extraoral photogrammetry systems. *J Prosthet Dent.* 2025;134(6):2508-14. doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.01.041.
 35. Negreiros WM, Akhondi S, Quiles HK, vd. Photogrammetry in Implant Dentistry. *Aust Dent J.* 2025;70 Suppl 1:S15-24. doi.org/10.1111/adj.70028.
 36. Shining3D Intraoral Photogrammetry. *CAD-Ray.* (11/02/2026 tarihinde <https://www.cad-ray.com/product/shining3d-aoralscan-elite-ios-wireless-intraoral-photogrammetry/> adresinden ulaşılmıştır.)
 37. The Power of Photogrammetry in Full-Arch Implant Restorations. *DESS.* (11/02/2026 tarihinde https://www.dess-usa.com/blog/the-power-of-photogrammetry-in-fullarch-implant-restorations/?rsrsltid=AfmBOoqcQkCTEDc0MUUdFmN1bnzY_5PLZLAoEdkN5F45FxmHtfeyR-Yij adresinden ulaşılmıştır.)
 38. Sánchez-Monescillo A, Hernanz-Martín J, González-Serrano C, vd. All-on-four rehabilitation using photogrammetric impression technique. *Quintessence Int.* 2019;50(4):288-93. doi.org/10.3290/j.qi.a42098.
 39. Peñarrocha-Oltra D, Agustín-Panadero R, Bagán L, vd. Impression of multiple implants using photogrammetry: description of technique and case presentation. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2014;19(4):e366-371. doi.org/10.4317/medoral.19365.

BÖLÜM 24

DİŞ HEKİMLİĞİNDE CAM SERAMİKLER: YAPISI, SINIFLANDIRMASI VE KLİNİK UYGULAMALARI

Ali SİNCAR¹
Ayşe RENÇBER KIZILKAYA²
Berçem BOZKURT ÖZMEN³

GİRİŞ

Son yıllarda estetik beklentilerin artması, hastaların daha doğal görünümlü restorasyonlar talep etmesine yol açmış ve bu durum üreticileri yeni adeziv sistemler ile dayanıklılığı artırılmış estetik materyaller geliştirmeye yönlendirmiştir. Seramik materyaller, ışık geçirgenliği, doğal görünüm sağlamaları, yüksek dayanıklılıkları, kimyasal stabiliteleri, biyouyumlulukları ve termal genleşme katsayılarının doğal diş dokusuna yakın olması nedeniyle günümüzde giderek daha fazla tercih edilmektedir (1).

Tam seramiklerin estetik ve biyouyum açısından sunduğu avantajlar, bu materyallerin geliştirilmesine yönelik çalışmaları hızlandırmıştır. Ancak tam seramik sistemlerin kırılğan yapısı, dayanıklılığın artırılması yönünde yeni materyal arayışlarını da beraberinde getirmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen cam seramikler, yapısında hem amorf camsı faz hem de kristalin faz bulunduran çok fazlı malzemelerdir. Bu yapı, cam seramiklere geleneksel camlara kıyasla daha yüksek mekanik dayanım ve daha düşük ısıl genleşme katsayısı kazandırmaktadır (2, 3).

Bu bölümün amacı; cam seramiklerin mikroyapısal özelliklerini, güncel sınıflandırma sistemlerini, üretim yöntemlerini ve tarihsel gelişimini geniş bir literatür taraması ışığında detaylıca incelemektir. Ayrıca, diş hekimlerine materyal seçimi ve klinik uygulama aşamalarında rehberlik edecek güncel ve kanıta dayalı bilgilerin sunulması hedeflenmektedir.

¹ Arş. Gör. Dt., Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., alsncr02@gmail.com ORCID iD: 0009-0006-7312-9771

² Dr. Öğr. Üyes, Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., ayserencber23@hotmail.com ORCID iD: 0000-0002-0377-7953

³ Arş. Gör. Dt., Fırat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., bercembozkurt@icloud.com ORCID iD: 0009-0003-5322-1720

larda preparasyon retantif ise veya nem kontrolü zorsa konvansiyonel simanlar (rezin modifiye cam iyonomer gibi) kullanılabilir, ancak inley/onley gibi durumlarda adeziv simantasyon şarttır (15, 44).

Yüzey hazırlığında ise en belirgin fark süreler ve fiziksel işlemlerdir. Feldspatik yüzeylere zarar vermemek için kumlama (air-abrasyon) yapılması yasaktır ve mikromekanik tutuculuk için 2 ila 2.5 dakika asitlemeleri gerekir[13]. Lösit esaslı seramiklerde ise ideal yüzey morfolojisi için asitleme süresi 60 saniye (1 dakika) olarak uygulanır. Lityum disilikat yüzeylerde ise bu asitleme süresi sadece 20 saniyedir. Her üç materyal grubu için de asitleme sonrası 1 dakika silan uygulaması ortak bir prosedürdür (15, 44) .

SONUÇ

Diş hekimliğinde cam seramikler, estetik ve mekanik özellikleri dengeleyerek geniş bir endikasyon alanı sunmaktadır. Feldspatik sistemler yüksek estetik beklentili veneer vakalarında öne çıkarken; lityum disilikat esaslı seramikler, artan dayanıklılıkları sayesinde posterior restorasyonlarda güvenle kullanılmaktadır. Ancak klinik başarı, sadece materyal seçimine değil, aynı zamanda materyalin mikroyapısına uygun yüzey hazırlığı ve simantasyon protokollerinin titizlikle uygulanmasına bağlıdır. Klinisyenlerin materyal bilgisini doğru endikasyonla birleştirmesi, restorasyonların uzun dönem başarısında belirleyici faktördür.

KAYNAKLAR

1. Borges GA, Agarwal P, Miranzi BA, et al. Influence of different ceramics on resin cement Knoop Hardness Number. *Operative Dentistry*. 2008;33(6):622-628.
2. Pini NP, Aguiar FHB, Lima DANL, et al. Advances in dental veneers: materials, applications, and techniques. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2012:9-16.
3. Ivoclar Vivadent A. Scientific documentation IPS e. max® Press. *Liechtenstein: Ivoclar Vivadent*. 2005.
4. Denry I, Holloway JA. Ceramics for dental applications: a review. *Materials*. 2010;3(1):351-368.
5. McLean JW. The science and art of dental ceramics. *The nature of dental ceramics and their clinical use*. 1979.
6. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, et al. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of prosthodontics*. 2015;28(3):277-287.
7. Fu L, Engqvist H, Xia W. Glass-ceramics in dentistry: A review. *Materials*. 2020;13(5):1049.
8. Honma T, Maeda K, Nakane S, et al. Unique properties and potential of glass-ceramics. *Journal of the Ceramic Society of Japan*. 2022;130(8):545-551.
9. Zanutto ED. Bright future for glass-ceramics. *American Ceramics Society Bulletin*. 2010;89(8):19-27.
10. Höland W, Beall GH. Glass-ceramic technology: Wiley Online Library; 2012.
11. Jiang Y, Zhang C, Xu J, et al. An overview of dental glass-ceramics: From material design to the manufacturing process. *International Journal of Ceramic Engineering & Science*. 2024;6(4):e10224.

12. Turgut S. Optical properties of currently used zirconia-based esthetic restorations fabricated with different techniques. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2020;32(1):26-33.
13. Yang C-C, Ding S-J, Lin T-H, et al. Mechanical and optical properties evaluation of rapid sintered dental zirconia. *Ceramics International*. 2020;46(17):26668-26674.
14. Cattell MJ, Chadwick TC, Knowles JC, et al. The nucleation and crystallization of fine grained leucite glass-ceramics for dental applications. *Dental Materials*. 2006;22(10):925-933.
15. Talibi M, Kaur K, Parmar H. Do you know your ceramics? Part 2: feldspathic ceramics. *British dental journal*. 2022;232(2):80-83.
16. Zahnfabrik V. VITABLOCS Mark II CAD/CAM feldspathic ceramic blocks 2026 [Available from: <https://www.vita-zahnfabrik.com/>].
17. Sirona D. Dentsply Sirona CAD/CAM & Restorative Materials 2026 [Available from: <https://www.dentsplysirona.com/>].
18. GC. Initial LRF Block – High Strength Dental Ceramic Material 2026 [Available from: <https://www.gc.dental/global/en/products/indirect-restoratives/initial-lrf-block>].
19. AG IV. IPS Empress CAD: Highly esthetic leucite-reinforced glass-ceramic blocks 2026 [Available from: https://www.ivoclar.com/en_gb/products/digital-processes/ips-empress-cad].
20. Dental I-A. Rosetta BM leucite glass-ceramic CAD/CAM blocks 2026 [Available from: <https://www.interafricadental.com/rosetta-bm/>].
21. Fasbinder DJ. Restorative material options for CAD/CAM restorations. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2002;23(10):911-922.
22. Kurbad A, Reichel K. Multicolored ceramic blocks as an esthetic solution for anterior restorations. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2006;9(1):69-82.
23. Babu PJ, Alla RK, Alluri VR, et al. Dental ceramics: Part I–An overview of composition, structure and properties. *American Journal of Materials Engineering Technol*. 2015;3(1):13-18.
24. De Almeida B, de Oliveira KF, Caldas RA. Mechanical and optical properties of feldspathic ceramics and lithium disilicate: literature review. *Revista Brasileira de Odontologia*. 2020;77:e1427.
25. McLaren EA, LeSage B. Feldspathic veneers: what are their indications. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2011;32(3):44-49.
26. Arango Santander S, Pelaez Vargas A, Saldarriaga Escobar J, et al. Ceramics for dental restorations–An Introduction. *Dyna*. 2010;77(163):26-36.
27. Byeon S-M, Song J-J. Mechanical properties and microstructure of the leucite-reinforced glass-ceramics for dental CAD/CAM. *Journal of Dental Hygiene Science*. 2018;18(1):42-49.
28. Torcato LB, Pellizzer EP, Verri FR, et al. Effect of the parafunctional occlusal loading and crown height on stress distribution. *Brazilian Dental Journal*. 2014;25(6):554-560.
29. Federizzi L, Gomes ÉA, Báratro SSP, et al. Use of feldspathic porcelain veneers to improve smile harmony: A 3-year follow-up report. *Brazilian Dental Journal*. 2016;27(6):767-774.
30. Madhavan S. Methods of strengthening ceramics. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2015;7(10):873.
31. Mizrahi B. The anterior all-ceramic crown: a rationale for the choice of ceramic and cement. *British dental journal*. 2008;205(5):251-255.
32. Zaimoğlu A, Can G. Sabit protezler. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları*. 2004;24.
33. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian dental journal*. 2011;56:84-96.
34. Abu Alhaja ES, Abu AlReesh IA, AlWahadni AM. Factors affecting the shear bond strength of metal and ceramic brackets bonded to different ceramic surfaces. *The European Journal of Orthodontics*. 2010;32(3):274-280.
35. Dong J, Luthy H, Wohlwend A, et al. Heat-pressed ceramics: technology and strength. *International Journal of prosthodontics*. 1992;5(1):9-16.
36. McLean J. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2001;85(1):61-66.

37. Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, et al. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dental clinics*. 2011;55(2):333-352.
38. Pentron. Optimum Pressable Ceramic (OPC) dental material 2026 [Available from: <https://www.pentron.com/products/indirect/opc>].
39. Ritzberger C, Apel E, Höland W, et al. Properties and clinical application of three types of dental glass-ceramics and ceramics for CAD-CAM technologies. *Materials*. 2010;3(6):3700-3713.
40. Attia A, Kern M. Influence of cyclic loading and luting agents on the fracture load of two all-ceramic crown systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2004;92(6):551-556.
41. Willard A, Chu T-MG. The science and application of IPS e. Max dental ceramic. *The Kaohsiung journal of medical sciences*. 2018;34(4):238-242.
42. Stappert CF, Att W, Gerds T, et al. Fracture resistance of different partial-coverage ceramic molar restorations: An in vitro investigation. *The Journal of the American Dental Association*. 2006;137(4):514-522.
43. Zarone F, Ferrari M, Mangano FG, et al. "Digitally oriented materials": focus on lithium disilicate ceramics. *International Journal of Dentistry*. 2016;2016(1):9840594.
44. Kaur K, Talibi M, Parmar H. Do you know your ceramics? Part 3: lithium disilicate. *British dental journal*. 2022;232(3):147-150.
45. Kern M, Sasse M, Wolfart S. Ten-year outcome of three-unit fixed dental prostheses made from monolithic lithium disilicate ceramic. *The Journal of the American Dental Association*. 2012;143(3):234-240.
46. Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, et al. Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service. *Clinical Oral Investigations*. 2013;17(1):275-284.
47. Saint-Jean SJ. Dental glasses and glass-ceramics. *Advanced ceramics for dentistry*: Elsevier; 2014. p. 255-277.
48. Höland W, Beall G. Chap. 2: Composition systems for glass-ceramics, Chap. 4: Applications of glass-ceramics. *Glass-ceramic technology (1st ed)*, The American Ceramic Society, Wiley, Westerville. 2002:119-124.
49. Höland W, Rheinberger V, Apel E, et al. Principles and phenomena of bioengineering with glass-ceramics for dental restoration. *Journal of the European Ceramic Society*. 2007;27(2-3):1521-1526.
50. Schweiger M, Frank M, Rheinberger V, et al. Lithium disilicate glass ceramics dental product. Google Patents; 2002.
51. Ivoclar Vivadent A. IPS e. max press: scientific documentation. *Schaan, Liechtenstein: Ivoclar Vivadent AG*. 2011:5-10.
52. Höland W, Rheinberger V, Schweiger M. Nucleation and crystallization phenomena in glass-ceramics. *Advanced Engineering Materials*. 2001;3(10):768-774.
53. Apholt W, Bindl A, Lüthy H, et al. Flexural strength of Cerec 2 machined and jointed InCeram-Alumina and InCeram-Zirconia bars. *Dental Materials*. 2001;17(3):260-267.
54. El Zhawi H, Kaizer MR, Chughtai A, et al. Polymer infiltrated ceramic network structures for resistance to fatigue fracture and wear. *Dental Materials*. 2016;32(11):1352-1361.
55. Şener İD, Türker ŞB. Kimyasal Yapılarına Göre Tam Seramik Restorasyonlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2009;2009(1):61-67.
56. Li RWK, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *Journal of prosthodontic research*. 2014;58(4):208-216.
57. Della Bona A, Mecholsky Jr JJ, Barrett AA, et al. Characterization of glass-infiltrated alumina-based ceramics. *Dental Materials*. 2008;24(11):1568-1574.
58. Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1996;75(1):18-32.
59. Heffernan MJ. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: Core and veneer materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002;88:10-15.
60. Conrad HJ, Seong W-J, Pesun JJ. Current ceramic materials and systems with clinical recom-

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

- mendations: a systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2007;98(5):389-404.
61. Awliya W, Odén A, Yaman P, et al. Shear bond strength of a resin cement to densely sintered high-purity alumina with various surface conditions. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1998;56(1):9-13.
 62. Fradeani M, D'Amelio M, Redemagni M, et al. Five-year follow-up with Procera all-ceramic crowns. *Quintessence international*. 2005;36(2):105-113.
 63. Wagner W, Chu T. Biaxial flexural strength and indentation fracture toughness of three new dental core ceramics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1996;76(2):140-144.
 64. Pospiech P. All-ceramic crowns: bonding or cementing? *Clinical Oral Investigations*. 2002;6(4):189-197.
 65. Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, et al. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now? *Dental Materials*. 2011;27(1):71-82.
 66. The Academy of Prosthodontics. The glossary of prosthodontic terms: Mosby; 1999.
 67. Sinha I. Adhesive cementation of ceramic restorations: a comprehensive review. *INNOSC Theranostics and Pharmacological Sciences*. 2023;6(1):28-34.
 68. Alsaeed AY. Bonding CAD/CAM materials with current adhesive systems: An overview. *The Saudi dental journal*. 2022;34(4):259-269.
 69. Friedman M. A 15-year review of porcelain veneer failure--a clinician's observations. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 1998;19(6):625-628, 630, 632 passim; quiz 638.
 70. Cekic I, Ergun G, Lassila LV, et al. Ceramic-dentin bonding: effect of adhesive systems and light-curing units. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2007;9(1):91-98.
 71. Silva LHd, LIMA Ed, Miranda RBdP, et al. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Brazilian Oral Research*. 2017;31(suppl 1):e58.
 72. Lührs A. Shear bond strength of self-adhesive resins compared to resin cements with etch and rinse adhesives to enamel and dentin in vitro. *Clinical Oral Investigations*. 2010;14:193-199.
 73. Weiser F, Behr M. Self-adhesive resin cements: a clinical review. *Journal of Prosthodontics*. 2015;24(2):100-108.

BÖLÜM 25

ÇENE YÜZ PROTEZLERİNDE ÜÇ BOYUTLU TARAMA VE ÜRETİM SİSTEMLERİNİN KULLANIMI

Sena Özge KARABABA¹
Gaye SAĞLAM²
Şükriye Ece DOĞAN³

ÇENE YÜZ PROTEZLERİ NEDİR ?

Çene-yüz protezleri, baş-boyun bölgesinde doğuştan (konjenital) veya sonradan kazanılmış (travma, tümör cerrahisi, enfeksiyonlar vb.) sert ve yumuşak doku kayıplarının fonksiyonel, estetik ve psikososyal olarak rehabilitasyonu amacıyla uygulanan özel protetik aygıtlardır. Bu protezler; konuşma, çiğneme, yutma, solunum, fonasyon gibi temel fonksiyonların restorasyonunun yanı sıra yüz estetiği ve sosyal uyumun yeniden kazandırılmasını hedefler(1). Çene-yüz protezleri, protetik diş tedavisi anabilim dalının ileri ve multidisipliner bir alt alanı olup; ağız, çene ve yüz cerrahisi, kulak burun boğaz, plastik cerrahi, onkoloji, radyoloji ve konuşma terapisi ile yakın iş birliği gerektirir(2).

FONKSİYONEL VE PSİKOSOSYAL ÖNEMİ

Çene-yüz defektleri yalnızca anatomik bir kayıp değil, aynı zamanda ciddi psikolojik ve sosyal travmaya yol açan durumlardır. Çene-yüz protezleri, hastanın özgüvenini ve sosyal iletişimini artırır, konuşma bozukluklarını azaltır, beslenme ve yutma fonksiyonlarını iyileştirir, yüz simetrisi ve estetiği restore eder, yaşam kalitesini anlamlı düzeyde yükseltir (1).

ENDİKASYONLAR

Çene-yüz protezlerine gereksinim doğuran başlıca durumlar, baş-boyun tümörleri sonrası cerrahi rezeksiyonlar, travmatik defektler (ateşli silah yaralanmaları,

¹ Dt, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi Doktora Programı, senaozge734mail.com ORCID iD: 0009-0007-2266-8529

² Doç. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., dtgaye@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-6102-4933

³ Doç. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., dogansukriye@gmail.com, ORCID iD: 0000-0003-2569-8428

sınırlı kaldığını düşündürmektedir(21).

Abduo ve ark. Shining tarayıcıların özellikle yüz tarayıcı sistemleriyle entegrasyon yeteneğinin, yüz protezi planlamasında avantaj sağlayabileceğini belirtmiştir. Ancak araştırmacılar, Shining 3D sistemlerine ait klinik doğruluk verilerinin iTero ve Medit gibi daha uzun süredir kullanılan markalara kıyasla sınırlıdır(22).

SONUÇ

Maksillofasiyal protezler, kullanım süresi boyunca çevresel etkenlere ve vücut sıvılarına maruz kalmaları nedeniyle zamanla renk stabilitelelerini kaybetmekte ve yapısal bozulmalar göstermektedir. Bu durum, protezlerin belirli aralıklarla yenilenmesini zorunlu kılmaktadır. Geleneksel üretim yöntemleri kullanıldığında her yenileme süreci; ölçü alımı, model elde edilmesi ve protezin hazırlanması gibi aşamalar nedeniyle uzun zaman ve yoğun emek gerektirmektedir. Dijital teknolojilerin maksillofasiyal protez yapım sürecine entegrasyonu, bu aşamaların önemli ölçüde kısaltılmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle üç boyutlu yazıcılar kullanılarak kalıp üretimi, her üretim için tek veya sınırlı sayıda kullanılabilen alçı gibi geleneksel materyallere olan gereksinimi ortadan kaldırmakta ve üretim sürecinin daha sürdürülebilir hâle gelmesine katkı sağlamaktadır.

Buna ek olarak, hastanın önceki protezinin estetik görünümünden memnun olması durumunda, ilgili tasarımın veya kalıbın dijital ortamda arşivlenebilmesi, aynı forma sahip protezin yeniden ve yüksek doğrulukla üretilmesini mümkün kılmaktadır. Bu özellik, hem klinisyen hem de hasta açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Sonuç olarak, dijital sistemler yalnızca ilk protez üretim sürecini değil, aynı zamanda takip eden yeniden üretim aşamalarını da belirgin şekilde kolaylaştırmakta ve hızlandırmaktadır. Bu yönüyle dijital üretim yöntemleri, maksillofasiyal protez rehabilitasyonunda zaman, iş gücü ve hasta konforu açısından önemli kazanımlar sağlamaktadır(12,18,23).

KAYNAKLAR

1. Taylor TD. *Clinical Maxillofacial Prosthetics*. Quintessence Publishing Company; 2000.
2. Beumer J, Marunick MT, Esposito SJ. *Maxillofacial Rehabilitation: Prosthodontic and Surgical Management of Cancer-Related, Acquired, and Congenital Defects of the Head and Neck*. 3rd ed. Quintessence Publishing Company; 2011.
3. Kurtoğlu C, Gürbüz C. Üst çene defektlerinde obtürasyon uygulaması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2015;24(2):308-314.
4. Çetin EN, Karakoca Nemli S, Bankoğlu Güngör M, et al. Maksilla defektlerinin obtüratör protezlerle rehabilitasyonu ve güncel gelişmeler. *Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2025;34(2):291-298.
5. Alqarni H, Alfai M, Ahmed WM, et al. Classification of maxillectomy in edentulous arch defects, algorithm, concept, and proposal classifications: A review. *Clinical and Experimental*

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

- Dental Research*. 2023;9(1):45–54.
6. Çevik P, Eraslan O. Çene yüz protezlerinde kullanılan materyaller ve bu konudaki gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2015;25:141–147.
 7. Çiçek KB, Hergüner T. Üst çene defektinin obturatör ile rehabilitasyonu. *Turkish Journal of Science and Health*. 2021;2(2):98–103.
 8. Kaya Özcan H, Özcan E, İşbilen F, et al. Yüz defektlerinin rehabilitasyonunda kullanılan güncel teknikler. *Journal of Medical Sciences*. 2023;4(3):103–109.
 9. Dodia MA, Patel N, Desai C, et al. Comparative evaluation of conventional and digital techniques for maxillofacial prosthesis fabrication: A systematic review of the literature. *Cureus*. 2025;17(10):e95691.
 10. Pehlivan N, Nemli SK, Karacaer Ö. Çene yüz protezleri ve ekstraoral implantlar. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2011;28(2):123–129.
 11. Khan U, Dhawan P, Jain N. The survival rate of the retention system for extraoral maxillofacial prosthetic implant: A systematic review. *Cureus*. 2024;16(10):e70705.
 12. İnal CB, Kılıçkaya N, Karakoca Nemli S. Yüz protezlerinin yapımında dijital yöntemlerin kullanımı. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*. 2024;13(1):220–227.
 13. Alpaslan C. Oral cerrahide kullanılan görüntüleme yöntemleri. In: *Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Kanıta Dayalı Tanı ve Tedavi Yaklaşımları*. İstanbul: Quintessence Publishing; 2018. p.45–47.
 14. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal of the Canadian Dental Association*. 2006;72(1):75–80.
 15. Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, et al. State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clinical Oral Investigations*. 2006;10(1):1–7.
 16. Özcan İ. *Diş Hekimliğinde Radyolojinin Esasları: Konvansiyonelden Dijitale*. İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık; 2017.
 17. Herek D, Karabulut N. Manyetik rezonans görüntüleme. *Türk Toraks Derneği Toraks Cerrahisi Bülteni*. 2010;1:214–222.
 18. Suresh N, Janakiram C, Nayar S, et al. Effectiveness of digital data acquisition technologies in the fabrication of maxillofacial prostheses: A systematic review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2021;12(1):208–215.
 19. Giuliadori G, Rappelli G, Aquilanti L. Intraoral scans of full dental arches: An in vitro measurement study of the accuracy of different intraoral scanners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023;20(6):4776.
 20. Costa V, Silva AS, Costa R, et al. In vitro comparison of three intraoral scanners for implant-supported dental prostheses. *Dentistry Journal*. 2022;10(6):112.
 21. Liu H, Bai S, Yu X, et al. Combined use of a facial scanner and an intraoral scanner to acquire a digital scan for the fabrication of an orbital prosthesis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2019;121(3):531–534.
 22. Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of intraoral scanners: A systematic review of influencing factors. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*. 2018;26(3):101–121.
 23. Sözen Yanık İ, Uzel SM. Dijital yöntemler ile maksillofasiyal protezler: Yenilikçi tasarım ve üretim yaklaşımları. *Selçuk Dental Journal*. 2024;11(3):361–366.
 24. Ademhan O, Tükel C, Küçük Kurt S. Maksillofasiyal cerrahide CAD/CAM sistemlerinin kullanımı. *Aydın Dental Journal*. 2017;3(1):43–52.
 25. Marro A, Bandukwala T, Mak W. Three-dimensional printing and medical imaging: A review of the methods and applications. *Current Problems in Diagnostic Radiology*. 2016;45:2–9.
 26. Değirmenci K, Sarıdağ S. Çene yüz protezlerinde kullanılan materyallerin gelişimi ve özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2016;25(13).
 27. Öztürk E. Üç farklı çene yüz protezi silikon elastomerinin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi [tez]. Ankara: Gazi Üniversitesi; 2009.
 28. Hu X, Johnston WM, Seghi RR. Measuring the color of maxillofacial prosthetic material. *Journal of Dental Research*. 2010;89(12):1522–1527.

Güncel Protetik Diş Tedavisi Çalışmaları XI

29. Şahin N, Kaleli N, Ural Ç. Evaluation of color matching accuracy using artificial intelligence applications and a spectrophotometer: A photometric analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025;134(5):1955.e1–1955.e5.
30. Kurt M, Turhan Bal B, Bal C. Güncel renk ölçüm yöntemleri: Sistematik derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*. 2016;22(2).
31. Watson J, Hatamleh MM. Complete integration of technology for improved reproduction of auricular prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014;111(5):430–436.
32. Yavuz E, Yılmaz S. Diş hekimliğinde yeni ve hızla ilerleyen üretim teknolojisi: 3 boyutlu yazıcılar. *Akdeniz Tıp Dergisi*. 2021;7(2):197–205.
33. Bibb R, Eggbeer D, Evans P. Rapid prototyping technologies in soft tissue facial prosthetics: Current state. *Rapid Prototyping Journal*. 2010;16(2):130–137.
34. Çelik İ, Karakoç F, Çakır MC, et al. Hızlı prototipleme teknolojileri ve uygulama alanları. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*. 2013;31:53–70.
35. Karagöz İ, Bekdemir AD, Özlem T. 3B yazıcı teknolojilerinde kullanılan yöntemler ve gelişmeler üzerine bir derleme. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2021;9:1186–1213.
36. Özyemişi Cebeci N, Hancı Tokmakcioğlu H. Protetik diş tedavisinde ekleme yöntemi ile üretim. *Health Academy Kastamonu*. 2018;3(1):66–86.
37. Arslan B, Nalbant L, Nalbant AD, et al. Üç boyutlu yazıcıların dental kullanımında güncel protetik yaklaşımlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2021;31(3):459–470.
38. Atay YDD, Günay DDY. Çene-yüz protezlerinde bakım. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2007;2(2).
39. Nemli SK, Aydın C, Yılmaz H, et al. İmplant destekli burun protezlerinde implant başarısının ve yumuşak doku sağlığının değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2011;28(2):59–67.
40. Qiu J, Gu XY, Xiong YY, et al. Nasal prosthesis rehabilitation using CAD-CAM technology after total rhinectomy: A pilot study. *Supportive Care in Cancer*. 2011;19(7):1055–1059.
41. Londono J, et al. Fabrication of a definitive obturator from a 3D cast with a chairside digital scanner for a patient with severe gag reflex: A clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2015;114(5):735–738.
42. Tasopoulos T, et al. Fabrication of a 3D-printed interim obturator prosthesis: A contemporary approach. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2019;121(6):960–963.
43. Karaalioglu A, Duymuş ZY. Diş hekimliğinde uygulanan CAD/CAM sistemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2008;(1):25–32.
44. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:71.
45. Ye H, Ma Q, Hou Y, et al. Generation and evaluation of 3D digital casts of maxillary defects based on multisource data registration: A pilot clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017;118(6):790–795.

BÖLÜM 26

DİŞ HEKİMLİĞİNDE DİJİTAL İŞ AKIŞI: TEKNOLOJİK BİLEŞENLER VE SANAL HASTA ENTEGRASYONU

Derya DOĞAN EVLİCE¹
Ahmet SABAK²
Işıl KEÇİK BÜYÜKHATİPOĞLU³
Fatih SARI⁴

GİRİŞ

Dijital teknolojilerin klinik uygulamalara entegrasyonu, diş hekimliğinde teşhis, tedavi planlaması ve protetik rehabilitasyon süreçlerinin yürütülme biçimini belirgin şekilde değiştirmiştir. Konvansiyonel yaklaşımlarda klinik ve laboratuvar aşamaları çoğunlukla fiziksel ölçüler, mekanik artikülatörler ve analogik üretim yöntemleri üzerinden ilerlerken, güncel uygulamalarda bu süreçlerin önemli bir bölümü sayısal veri temelli sistemler aracılığıyla yönetilmektedir (1,2).

Dijital iş akışı kavramı; verinin elde edilmesi ve işlenmesinden, farklı veri setlerinin ortak bir sanal ortamda entegre edilmesine, bilgisayar destekli tasarım ve üretim aşamalarına kadar uzanan çok basamaklı bir yapıyı tanımlamaktadır (1,3). Bu yaklaşım, farklı kaynaklardan elde edilen üç boyutlu verilerin koordineli biçimde birleştirilmesiyle fonksiyonel bir sanal hasta modelinin oluşturulmasına olanak tanımaktadır (4,5).

İntraoral tarayıcılar aracılığıyla elde edilen yüzey verileri, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri ve üç boyutlu fasiyal tarama verilerinin birlikte değerlendirilmesi sayesinde, hastanın dentofasiyal yapısı dijital ortamda daha kapsamlı bir şekilde temsil edilebilmektedir (6–8). Bu bütüncül dijital temsil, restoratif üretim sürecinin sayısallaştırılmasının ötesinde, oklüzal ilişkilerin sanal ortamda

¹ Araş. Gör., Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., deryadeniz1538@gmail.com, ORCID iD:0009-0001-6313-7616

² Araş. Gör., Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., aahmetsabak@gmail.com, ORCID iD:0009-0007-5570-3343

³ Dr. Öğr. Üyesi, Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., isilkecik@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-7519-2324

⁴ Doç. Dr., Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., fatihsa00@hmail.com, ORCID iD:0000-0002-4818-8562

KAYNAKLAR

1. Joda T, Zarone F, Ferrari M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. **BMC Oral Health**. 2017;17:124.
2. Revilla-León M, Özcan M. Additive manufacturing technologies used for processing polymers: current status and potential application in prosthetic dentistry. **J Prosthodont**. 2019;28:146-158.
3. Mangano C, Mangano F, Shibli JA, Ricci M, Sammons RL, Figliuzzi M. Digital dentistry: new materials and techniques. **Int J Dent**. 2018;2018:5261246.
4. Joda T, Gallucci GO. The virtual patient in dental medicine. **Clin Oral Implants Res**. 2015;26:725-726.
5. Rangel FA, Maal TJJ, Bergé SJ, van Vlijmen OJC, Plooi JM, Schutyser FAC. Integration of digital dental casts in 3-dimensional facial photographs. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2008;134:820-826.
6. Bohner L, Gamba DD, Hanisch M, Marcio BS, Tortamano Neto P, Laganá DC. Accuracy of digital technologies for the scanning of facial, skeletal, and intraoral tissues: a systematic review. **J Prosthet Dent**. 2019;121:246-251.
7. Bor S, Oğuz F, Özdemir D. Evaluation of trueness and precision of 3 face-scanning devices. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2025 ;168(3):358-366.
8. Lawand G, Tohme H, Azevedo L, Martin W, Gonzaga L, Nassif M, Revilla-León M. Techniques and accuracy for aligning facial and intraoral digital scans to integrate a 3-dimensional virtual patient: A systematic review. **Journal of Prosthetic Dentistry**. 2025;133(5):1094-1103.
9. Solaberrieta E, Minguez R, Barrenetxea L, Etxaniz O, Otegi JR. Virtual facebow technique. **J Prosthet Dent**. 2015;114:751-755.
10. Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. **BMC Oral Health**. 2019;19:101.
11. Hack GD, Patzelt SBM. Evaluation of the accuracy of six intraoral scanning devices: an in vitro investigation. **ADA Prof Prod Rev**. 2015;10:1-5.
12. Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of intraoral scanners: a systematic review of influencing factors. **Eur J Prosthodont Restor Dent**. 2018;26:101-121.
13. Joda T, Brägger U. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. **Clin Oral Implants Res**. 2015;26:1430-1435.
14. Zimmermann M, Ender A, Mehl A. Local accuracy of actual intraoral scanning systems for single-tooth preparations in vitro. **J Am Dent Assoc**. 2020;151:127-135.
15. Gimenez B, Özcan M, Martinez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. **Clin Implant Dent Relat Res**. 2015;17:e54-e64.
16. Ender A, Zimmermann M, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. **J Prosthet Dent**. 2016;115:313-320.
17. Patzelt SBM, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. **Clin Oral Investig**. 2014;18:1687-1694.
18. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. **BMC Oral Health**. 2017;17:92.
19. Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. **Clin Oral Implants Res**. 2016;27:465-472.
20. Auduc C, Douillard T, Nicolas E, El Osta N. Fully Digital Workflow in Full-Arch Implant Rehabilitation: A Descriptive Methodological Review. **Prosthesis**. 2025;7(4):85.
21. Abduo J, Lyons K. Rationale for the use of CAD/CAM technology in implant prosthodontics.

- Int J Dent.** 2013;2013:768121.
22. Miyazaki T, Hotta Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. **Aust Dent J.** 2011;56:97-106.
 23. Alharbi N, Osman RB, Wismeijer D. Factors influencing the dimensional accuracy of 3D-printed full-coverage dental restorations using stereolithography technology. **Int J Prosthodont.** 2016;29:503-510.
 24. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. **BMC Oral Health.** 2017;17:149.
 25. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. **J Dent Res.** 2020;99:769-774.
 26. Khanagar SB, Al-Ehaideb A, Maganur PC, et al. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry – a systematic review. **J Dent Sci.** 2021;16:508-522.
 27. Kung TH, Cheatham M, Medenilla A, et al. Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. **PLOS Digit Health.** 2023;2:e0000198.
 28. Kuroiwa T, Sarcon A, Ibara T, Yamada E, Yamamoto A, Tsukamoto K, Fujita K. The potential of ChatGPT as a self-diagnostic tool in common orthopedic diseases: exploratory study. *Journal of Medical Internet Research.* 2023;25:e47621.

BÖLÜM 27

3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİSİYLE ÜRETİLEN DAİMİ PROTETİK RESTORASYONLARA GENEL BAKIŞ

Ahmet SABAK¹
Derya DOĞAN EVLİCE²
Fatih SARI³
Işıl Keçik BÜYÜKHATİPOĞLU⁴

GİRİŞ

Üç boyutlu baskı teknolojisinin gelişmesiyle beraber artık klinik hayatta birçok restorasyonun geçici ve/veya daimi üretimi konusunda hekimlere büyük kolaylıklar sağlanmaktadır. Özellikle hızlı üretim süreleri, ekonomik uygunluğu ve uygulama kolaylığıyla birlikte restorasyonlarda alternatif çeşitliliğini artırması açısından da önemlidir. Bu amaçla üretilen endokronlar, daimi kuron/köprü, monolitik restorasyonlar vs.klinik pratiğinde hayata girmeyi başarmış, 3B baskı teknoloji- siyle üretimi gerçekleştirilen restorasyonlardır. Bu derlemede özellikle bu protetik materyallere genel bakış değerlendirilecektir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3B baskı ile üretimi gerçekleştirilen birçok protetik restorasyon çeşitleri bulun- maktadır:

Üç boyutlu (3B) baskı ile üretilen endokron restorasyonlar

Endokronlar, özellikle geniş madde kaybı olan ve endodontik tedavi görmüş diş- lerin restorasyonunda kullanılan, tek parça (monolitik) adeziv bir restorasyon

¹ Araş. Gör. Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., aahmetsabak@gmail.com, ORCID iD: 0009-0007-5570-3343

² Araş. Gör. Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., deryadeniz1538@gmail.com, ORCID iD: 0009-0001-6313-7616

³ Doç. Dr. Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., fatihsa00@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-4818-8562

⁴ Dr. Öğr. Üyesi, Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., isilkecik@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-7519-2324

yapılmaya devam edecek ve bu sayede klinik pratikte hem zaman açısından hem de üretim kolaylığı açısından bir çok gelişmeler hız kazanmaya devam edecektir.

KAYNAKLAR

1. Lamiaa Hussein Abbas, Mariem Osama Wassel, Islam Tarek Hassan et al. 3D printed endocrowns versus prefabricated zirconia crowns for pulpotomized primary molars: A randomized controlled trial. *Journal of Dentistry*, 153 (2025) 105556. doi: 10.1016/j.jdent.2025.105556
2. Sina Jamshidi, Reza Darabi, Mohammad Azarian et al. Marginal fit of endocrowns fabricated by three-dimensional printing and the conventional method: An in vitro study. *Dental Research Journal* 2023.
3. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(9):1289–96. doi: 10.14219/jada.archive.2006.0389
4. Tzanakakis E, Tzoutzas I, Kontonasaki E. Zirconia: contemporary views of a much talked material: structure, applications and clinical considerations. *Hellenic Stomatolog Rev.* 2013;57:101–37.
5. Kim SH, Yeo MY, Choi SY, Park EJ. Fracture resistance of monolithic zirconia crowns depending on different marginal thicknesses. *Materials.* 2022;15(14):4861. doi: 10.3390/ma15144861
6. Rogina M. Hassan, Yomna Ibrahim, Rewaa G AboELHassan et al. Evaluation of fracture resistance and surface characteristics in monolithic zirconia: a comparative analysis of 3D printing and milling techniques. *BMC Oral Health* (2025) 25:1236 . doi: 10.1186/s12903-025-06570-6
7. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J.* 1971; 131: 107–111. doi: 10.1038/sj.bdj.4802708
8. Cenci MS, Pereira-Cenci T, Cura JA, Ten Cate JM. Relationship between gap size and dentine secondary caries formation assessed in a microcosm biofilm model. *Caries Res.* 2009; 43: 97–102. doi: 10.1159/000209341
9. El-Dessouky RA, Salama MM, Shakal MA, Korsel AM. Marginal adaptation of CAD/CAM zirconia- based crown during fabrication steps. *Tanta Dent J.* 2015; 12: 81–88. doi: 10.1016/j.tdj.2014.12.002
10. Guess PC, Vagkopoulou T, Zhang Y, Wolkewitz M, Strub JR. Marginal and internal fit of heat pressed versus CAD/CAM fabricated all-ceramic onlays after exposure to thermo-mechanical fatigue. *J Dent.* 2014; 42: 199–209. doi:10.1016/j.jdent.2013.10.002
11. Lee WS, Lee DH, Lee KB. Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system. *J Adv Prosthodont.* 2017; 9: 265–270. doi: 10.4047/jap.2017.9.4.265
12. Vojdani M, Torabi K, Farjood E, Khaledi A. Comparison the marginal and internal fit of metal copings cast from wax patterns fabricated by CAD/CAM and conventional wax up techniques. *J Dent (Shiraz).* 2013; 14: 118–129.
13. Nejatidanesh F, Lotfi HR, Savabi O. Marginal accuracy of interim restorations fabricated from four interim autopolymerizing resins. *J Prosthet Dent.* 2006; 95: 364–367. doi: 10.1016/j.prosdent.2006.02.030
14. Wei-Ting Chou, Chuan-Chung Chuang, Yi-Bing Wang et al. Comparison of the internal fit of metal crowns fabricated by traditional casting, computer numerical control milling, and three dimensional printing. *Plos One* September 16, 2021. doi: 10.1371/journal.pone.0257158
15. Nagehan Aktaş, Yasemin Akin, Mert Ocağ et al. Marginal and internal adaptation and absolute marginal discrepancy of 3D-printed, milled, and prefabricated crowns for primary molar teeth: an in vitro comparative study. *BMC Oral Health* (2025) 25:575. doi: 10.1186/s12903-025-05947-x

BÖLÜM 28

DİJİTAL DIŞ HEKİMLİĞİ: BİYOBAZLI REÇİNELER VE EKOLOJİK ÜRETİM YAKLAŞIMLARI

Ayşenur KULAÇ¹
Erhan DİLBER²

GİRİŞ

Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) teknolojilerinin klinik kullanıma girmesi, diş hekimliğinde tanıdan üretime kadar uzanan tüm süreci yeniden şekillendirmiştir (1). Ağız içi tarayıcıların yaygınlaşmasıyla birlikte hastanın ağız içi durumu doğrudan dijital ortamda kaydedilebilmekte, geleneksel ölçü materyallerine olan bağımlılık azalmaktadır. Bu dijital iş akışı yalnızca hasta konforunu artırmakla kalmamış, aynı zamanda veri saklama, yeniden üretim ve dijital arşivleme gibi avantajlar da sağlamıştır (2).

Bununla birlikte fiziksel modeller tamamen ortadan kalkmamıştır. Özellikle protetik rehabilitasyonlarda kenar uyumu kontrolü, oklüzal temasların üç boyutlu değerlendirilmesi, ortodontik analizler ve çıkarılabilir dayanak gerektiren uygulamalarda fiziksel referans hâlen klinik karar sürecinin önemli bir parçasıdır (3). Dijital tasarım süreci ile fiziksel üretim sürecinin birlikte kullanıldığı hibrit bir yaklaşım günümüzde yaygın kabul görmektedir.

Bu üretim aşamasında; kazımalı ve eklemeli üretim olarak iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Kazımalı üretimde blok materyal frezelenerek şekillendirilirken, eklemeli üretimde yapı katman katman oluşturulur. Eklemeli üretim; daha az malzeme israfı, karmaşık geometrilerin üretilebilmesi, mikro çatlak oluşum riskinin azalması ve daha kontrollü materyal kullanımı gibi avantajları nedeniyle özellikle restoratif ve ortodontik uygulamalarda giderek artan bir klinik öneme sahiptir (4).

Ancak dijital dönüşüm yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda çevresel bir dönüşüm gerekliliğini de beraberinde getirmektedir. Son yıllarda hızla artan ek-

¹ Arş. Gör., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., kulacaysenur@gmail.com, ORCID iD: 0009-0009-4346-3877

² Doç. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD., erhan.dilber@alanya.edu.tr, ORCID iD: 0009-0003-2209-1070

film oluşumunu kolaylaştırabilir (26). Ayrıca yüzey düzensizlikleri ışık yansımalarını etkileyerek estetik algıyı değiştirebilir (21).

Mikrosertlik ise yüzeyin aşınmaya karşı direncini yansıtır. Çıkarılabilir dayanakların tekrar tekrar yerleştirilmesi veya restorasyonların ayarlanması sırasında yüzey sertliği yetersiz olan materyallerde deformasyon meydana gelebilir (25).

Bükülme dayanımı ise özellikle daimi restorasyonlar için kritik bir parametredir. Hidrotermal yaşlanma koşullarında su emilimi polimer zincirlerinde zayıflamaya yol açabilir (25). Bu durum uzun dönem mekanik stabiliteyi etkileyebilir (7).

Biyobazlı ve su ile yıkanabilir sistemlerin bu parametreler üzerindeki etkisi hâlen araştırılmaktadır. Mevcut veriler, doğru reçine formülasyonu ve uygun üretim sonrası protokol ile klinik kabul edilebilir sonuçlar elde edilebileceğini göstermektedir; ancak uzun dönem klinik çalışmaların artırılması gerekmektedir (14,21).

SONUÇ

Eklemeli üretimin yaygınlaşması, materyal seçiminde çevresel kriterlerin dikkate alınmasını zorunlu hâle getirmiştir. Karbon ayak izi, enerji tüketimi, atık çözelti yönetimi ve biyobozunurluk gibi faktörler artık yalnızca çevresel değil, aynı zamanda etik bir sorumluluk olarak değerlendirilmektedir. Biyobazlı reçineler ve alkol içermeyen temizleme sistemleri, sürdürülebilir diş hekimliği anlayışının önemli bileşenleri olabilir. Ancak gerçek sürdürülebilirlik; yalnızca materyalin kaynağı ile değil, yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu toplam çevresel etki ile değerlendirilmelidir. Gelecekte üretim teknolojisi, reçine formülasyonu ve üretim sonrası protokolünün birlikte optimize edildiği entegre sistemlerin geliştirilmesi beklenmektedir. Böylece dijital diş hekimliği, yalnızca hassas ve hızlı üretim sağlayan bir teknoloji olmaktan çıkarak, çevresel sorumlulukla uyumlu bir üretim modeli hâline gelebilecektir.

KAYNAKLAR

1. Demirel M, Diken Türksayar AA, Petersmann S, et al. Dimensional stability of additively manufactured dentate maxillary diagnostic casts in biobased model resin. *Materials*. 2024;17(9):2128. doi:10.3390/ma17092128
2. Brown GB, Currier GF, Kadioglu O, et al. Accuracy of 3-dimensional printed dental models reconstructed from digital intraoral impressions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;154(5):733–739. doi:10.1016/j.ajodo.2018.06.009
3. Yılmaz B, Donmez MB, Kahveci Ç, et al. Effect of printing layer thickness on the trueness and fit of additively manufactured removable dies. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2022;128(6):1318.e1–1318.e9. doi:10.1016/j.prosdent.2022.10.011
4. Lee Y, Wang S, Yan P, et al. Effect of storage temperature on the dimensional stability of DLP

- printed casts. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2024;131(2):331.e1–331.e7. doi:10.1016/j.prosdent.2023.10.027
5. Diken Türksayar AA, Demirel M, Petersmann S, et al. Positional accuracy of a single implant analog in additively manufactured casts in biobased model resin. *Journal of Dentistry*. 2024;146:105037. doi:10.1016/j.jdent.2024.105037
 6. Çakmak G, Cetin S, Borga Donmez M, et al. Effect of model resin and shaft taper on the trueness and fit of additively manufactured removable dies in narrow ridge casts. *International Journal of Prosthodontics*. 2025;25(2):1–21. doi:10.11607/ijp.8785
 7. Altarazi A, Haider J, Alhotan A, et al. Impact of artificial aging on the physical and mechanical characteristics of denture base materials fabricated via 3D printing. *International Journal of Biomaterials*. 2024;2024:8060363. doi:10.1155/2024/8060363
 8. Demirel M, Diken Türksayar AA, Donmez MB, et al. Effect of 3D printing technology and print orientation on the trueness of additively manufactured definitive casts with different tooth preparations. *Journal of Dentistry*. 2024;148:105244. doi:10.1016/j.jdent.2024.105244
 9. Shokrollahi P, Garg P, Wulff D, et al. Vat photopolymerization 3D printing optimization: Analysis of print conditions and print quality for complex geometries and ocular applications. *International Journal of Pharmaceutics*. 2025;668:124999. doi:10.1016/j.ijpharm.2024.124999
 10. Voet VSD, Guit J, Loos K. Sustainable photopolymers in 3D printing: A review on biobased, biodegradable, and recyclable alternatives. *Macromolecular Rapid Communications*. 2021;42(3):2000475. doi:10.1002/marc.202000475
 11. Sabbah A, Romanos G, Delgado-Ruiz R. Impact of layer thickness and storage time on the properties of 3D-printed dental dies. *Materials*. 2021;14(3):509. doi:10.3390/ma14030509
 12. Hwangbo NK, Nam NE, Choi JH, et al. Effects of the washing time and washing solution on the biocompatibility and mechanical properties of 3D printed dental resin materials. *Polymers*. 2021;13(24):4410. doi:10.3390/polym13244410
 13. Oh R, Lim JH, Lee CG, et al. Effects of washing solution temperature on the biocompatibility and mechanical properties of 3D-printed dental resin material. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2023;143:105906. doi:10.1016/j.jmbbm.2023.105906
 14. Çakmak G, Sabatini GP, de Paula MS, et al. Can nonhazardous postprocessing cleaning solutions enable adequate surface properties for printed dental casts in different resins? *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025;133(3):893–902. doi:10.1016/j.prosdent.2024.07.034
 15. Hu Y, Zhu G, Zhang J, et al. Rubber seed oil-based UV-curable polyurethane acrylate resins for digital light processing (DLP) 3D printing. *Molecules*. 2021;26(18):5455. doi:10.3390/molecules26185455
 16. Wu J, Yu X, Zhang H, et al. Fully biobased vitrimers from glycyrrhizic acid and soybean oil for self-healing, shape memory, weldable, and recyclable materials. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2020;8(16):6479–6487. doi:10.1021/acssuschemeng.0c01047
 17. Dönmez MB, Diken Türksayar AA, Demirel M, et al. Dimensional stability of maxillary casts made from plant-based resins and additively manufactured with different technologies. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025;134(3):841.e1–841.e12. doi:10.1016/j.prosdent.2025.05.027
 18. Pauls A, Hornberg A. Accuracy of soy-based resins for dental 3D printing. *Angle Orthodontist*. 2024;94(5):574–580. doi:10.2319/112523-779.1
 19. Azpiazu-Flores FX, Johnston WM, Morton D, et al. Trueness of the apical and middle root portion segments of 3D-printed removable die and alveolar cast designs manufactured using stereolithographic 3D printing. *Journal of Prosthodontics*. 2024;33:1–8. doi:10.1111/jopr.13911
 20. Lammer CA, Dönmez MB, Çakmak G, et al. Does ecologically sustainable printing and post-processing enable dimensionally stable dental casts? *Journal of Dentistry*. 2025;161:105908. doi:10.1016/j.jdent.2025.105908
 21. Rotter NM, Sabatini GP, Kahveci Ç, et al. Influence of nonhazardous postprocessing solutions and surface treatments on the surface roughness and color stability of resins used for additively manufactured definitive restorations. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025;134(1):167–175.

- doi:10.1016/j.prosdent.2025.02.016
22. Yousef H, Harris BT, Elathamna EN, et al. Effect of additive manufacturing process and storage condition on the dimensional accuracy and stability of 3D-printed dental casts. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2022;128(5):1041–1046. doi:10.1016/j.prosdent.2021.02.028
 23. Scherer MD, Al-Haj Husain N, Barmak AB, et al. Influence of postprocessing rinsing solutions and duration on flexural strength of aged and nonaged additively manufactured interim dental material. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2024;131(5):959–968. doi:10.1016/j.prosdent.2022.03.034
 24. Liu Y, Jin G, Lim JH, et al. Effects of washing agents on the mechanical and biocompatibility properties of water-washable 3D printing crown and bridge resin. *Scientific Reports*. 2024;14(1):60450. doi:10.1038/s41598-024-60450-7
 25. Çakmak G, Wiegner S, Sabatini GP, et al. Influence of cleaning solutions and hydrothermal aging on the flexural strength and microhardness of resins for additively manufactured definitive fixed restorations. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2026;135(1):1–9. doi:10.1016/j.prosdent.2025.03.006
 26. Dey P, Suprabha BS, Suman E, et al. Comparative evaluation of surface roughness and bacterial adhesion on two bioactive cements: an in-vitro study. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):1278. doi:10.1186/s12903-024-05083-y

BÖLÜM 29

PROTETİK ZİRKONYA MATERYALİNDE EKLEMELİ ÜRETİM SİSTEMİ

Buse YÜCEL¹
Ayşe RENÇBER KIZILKAYA²

GİRİŞ

Diş dokularının hasarı veya kaybı; fonasyon, estetik ve çiğneme fonksiyonlarında kayıplara neden olmaktadır. Bu dokuların onarımı ya da yerine konulması, ağız ortamının mekanik, kimyasal ve termal koşullarına uyum sağlayabilecek restoratif materyallerin kullanımını gerektirmekte olup, seramik esaslı materyaller protetik diş hekimliğinde yaygın olarak tercih edilmektedir (1). Seramik materyallerin performansı, yüksek fonksiyonel yükler altında gelişen yorulma ve aşınma süreçlerinden etkilenmektedir. Özellikle zaman içinde tekrarlayan oklüzal temaslar sonucunda mikroçatlakların ilerlemesi, yüzey bütünlüğünün bozulmasına ve buna bağlı olarak antagonist diş yüzeylerinde aşınmaya yol açabilmektedir; bu durum klinik kullanım açısından önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir(2, 3). Seramik materyaller mekanik özellikleri temel alınarak düşük tokluklu ve yüksek tokluklu olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Düşük tokluklu seramikler, lösit ve lityum disilikat gibi vitroseramik materyalleri kapsamakta olup, çoğunlukla inley/onleyler, lamine veneerler ve tek diş restorasyonlarında kullanılmaktadır(4). Bununla birlikte, bu materyallerin kırılma yapısı, özellikle posterior bölgeler gibi artmış fonksiyonel stresin bulunduğu alanlarda kullanımını sınırlamaktadır(2). Yüksek tokluklu seramikler, başta zirkonya esaslı sistemler olmak üzere, çatlak oluşumu ve ilerlemesine karşı direnç gösteren materyalleri kapsamaktadır. Bu seramiklerde restorasyon yüzeyinde meydana gelen aşınma genellikle düşük düzeyde olup karşıt dişlerde gözlenen aşınma çoğunlukla restorasyon yüzeyinin pürüzlülüğü ile ilişkilidir(5). Uygun yüzey bitimi sağlandığında, antagonist dişlerde oluşan aşınmanın kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı

¹ Arş. Gör., Fırat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., byucel@firat.edu.tr, ORCID iD: 0009-0002-2945-0227

² Dr. Öğr. Üyesi, Fırat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., arencber@firat.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-0377-7953

Buna karşın, ekipman maliyetleri, üretim süreleri ve süreçlerin standardizasyonuna ilişkin sınırlılıklar nedeniyle eklemeli üretim, güncel klinik uygulamalarda frezeleme yönteminin yerini alan referans üretim yaklaşımı olarak değerlendirilmemektedir (29). Ancak dijital iş akışlarının gelişimi ve üretim teknolojilerindeki ilerlemeler doğrultusunda, eklemeli üretimin zirkonya restorasyonların üretiminde gelecekte daha geniş bir uygulama alanı bulabilecek yenilikçi bir seçenek olarak öne çıkması beklenmektedir (73).

KAYNAKLAR

1. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips' science of dental materials: Elsevier Health Sciences; 2012.
2. Zhang Y, Sailer I, Lawn BR. Fatigue of dental ceramics. *Journal of dentistry*. 2013;41(12):1135-47.
3. Mao Z, Beuer F, Hey J, Schmidt F, Sorensen JA, Prause E. Antagonist enamel tooth wear produced by different dental ceramic systems: A systematic review and network meta-analysis of controlled clinical trials. *Journal of Dentistry*. 2024;142:104832.
4. Silva LHd, LIMA Ed, Miranda RBdP, Favero SS, Lohbauer U, Cesar PF. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Brazilian oral research*. 2017;31(suppl 1):e58.
5. Stawarczyk B, Özcan M, Schmutz F, Trottmann A, Roos M, Hämmerle CH. Two-body wear of monolithic, veneered and glazed zirconia and their corresponding enamel antagonists. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2013;71(1):102-12.
6. Shah N, Nerkar H, Badwaik P, Ahuja B, Malu R, Bhanushali N. An evaluation of antagonist enamel wear opposing full-coverage zirconia crowns versus other ceramics full-coverage crowns and natural enamel—An umbrella review. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2024;24(3):217-24.
7. Kontonasaki E, Rigos AE, Iliá C, Istantos T. Monolithic zirconia: an update to current knowledge. *Optical properties, wear, and clinical performance*. *Dentistry journal*. 2019;7(3):90.
8. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*. 1999;20(1):1-25.
9. Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: an overview. *Dental materials*. 2008;24(3):289-98.
10. Christel P, Meunier A, Heller M, Torre J, Peille C. Mechanical properties and short-term in vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *Journal of biomedical materials research*. 1989;23(1):45-61.
11. Cesar PF, de Paula Miranda RB, Santos KF, Scherrer SS, Zhang Y. Recent advances in dental zirconia: 15 years of material and processing evolution. *Dental materials*. 2024;40(5):824-36.
12. Lu Y, Mei Z, Zhang J, Gao S, Yang X, Dong B, et al. Flexural strength and Weibull analysis of Y-TZP fabricated by stereolithographic additive manufacturing and subtractive manufacturing. *Journal of the European Ceramic Society*. 2020;40(3):826-34.
13. Mei Z, Lu Y, Lou Y, Yu P, Sun M, Tan X, et al. Determination of hardness and fracture toughness of Y-TZP manufactured by digital light processing through the indentation technique. *BioMed research international*. 2021;2021(1):6612840.
14. Weigl P, Sander A, Wu Y, Felber R, Lauer H-C, Rosentritt M. In-vitro performance and fracture strength of thin monolithic zirconia crowns. *The journal of advanced prosthodontics*. 2018;10(2):79-84.
15. Prott LS, Spitznagel FA, Bonfante EA, Malassa MA, Giethmuehlen PC. Monolithic zirconia crowns: effect of thickness reduction on fatigue behavior and failure load. *The journal of advanced prosthodontics*. 2021;13(5):269.

16. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *Journal of prosthodontic research*. 2013;57(4):236-61.
17. Wertz M, Berthold C, Flicker A, Sander SA, Brinkmann L, Fuchs F, et al. Phase transformations in yttria-partly stabilized zirconia induced by dental polishing regimes. *Journal of Materials Science*. 2024;59(15):6476-96.
18. Müller MM, Hahnel S, Rauch A, Rosentritt M. The effect of surface treatment and glass-ceramic coating on the wear behavior of different types of zirconia and their antagonists. *Quintessence International*. 2025;56(6). doi: 10.3290/j.qi.b6184321.
19. Baixauli-López M, Roig-Vanaclocha A, Amengual-Lorenzo J, Agustín-Panadero R. Prospective study of monolithic zirconia crowns: clinical behavior and survival rate at a 5-year follow-up. *Journal of prosthodontic research*. 2021;65(3):284-90.
20. Spies BC, Zhang F, Wesemann C, Li M, Rosentritt M. Reliability and aging behavior of three different zirconia grades used for monolithic four-unit fixed dental prostheses. *Dental Materials*. 2020;36(11):e329-e39.
21. Edelhoff D, Liebermann A, Beuer F, Stimmelmayer M, Güth J-F. Minimally invasive treatment options in fixed prosthodontics. *Quintessence Int*. 2016;47(3):207-16.
22. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2000;83(4):418-23.
23. Fu L, Engqvist H, Xia W. Glass-ceramics in dentistry: A review. *Materials*. 2020;13(5):1049.
24. Inokoshi M, Zhang F, De Munck J, Minakuchi S, Naert I, Vleugels J, et al. Influence of sintering conditions on low-temperature degradation of dental zirconia. *Dental materials*. 2014;30(6):669-78.
25. Pecho OE, Ghinea R, Ionescu AM, Cardona JC, Della Bona A, del Mar Pérez M. Optical behavior of dental zirconia and dentin analyzed by Kubelka-Munk theory. *Dental Materials*. 2015;31(1):60-7.
26. Colombo M, Cavallo M, Miegge M, Dagna A, Beltrami R, Chiesa M, et al. Color stability of CAD/CAM Zirconia ceramics following exposure to acidic and staining drinks. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2017;9(11):e1297.
27. Alnassar TM. Color stability of monolithic zirconia in various staining liquids: an in vitro study. *Applied Sciences*. 2022;12(19):9752.
28. Han A, Tsoi JK, Lung CY, Matinlinna JP. An introduction of biological performance of zirconia with different surface characteristics: A review. *Dental Materials Journal*. 2020;39(4):523-30.
29. Alghauli M, Alqutaibi AY, Wille S, Kern M. 3D-printed versus conventionally milled zirconia for dental clinical applications: Trueness, precision, accuracy, biological and esthetic aspects. *Journal of Dentistry*. 2024;144:104925.
30. Scarano A, Piattelli M, Caputi S, Favero GA, Piattelli A. Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks: an in vivo human study. *Journal of periodontology*. 2004;75(2):292-6.
31. Chevalier J. What future for zirconia as a biomaterial? *Biomaterials*. 2006;27(4):535-43. doi:10.1016/j.biomaterials.2005.07.034
32. Kim J-W, Covell N, Guess P, Rekow E, Zhang Y. Concerns of hydrothermal degradation in CAD/CAM zirconia. *Journal of dental research*. 2010;89(1):91-5. doi:10.1177/0022034509354193
33. Bae E-J, Jeong I-D, Kim W-C, Kim J-H. A comparative study of additive and subtractive manufacturing for dental restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2017;118(2):187-93.
34. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *The Journal of the American Dental Association*. 2006;137(9):1289-96.
35. Wendler M, Belli R, Petschelt A, Mevec D, Harrer W, Lube T, et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 2: Flexural strength testing. *Dental Materials*. 2017;33(1):99-109.
36. Kirsch C, Ender A, Attin T, Mehl A. Trueness of four different milling procedures used in dental CAD/CAM systems. *Clinical oral investigations*. 2017;21(2):551-8.

37. Wang H, Aboushelib MN, Feilzer AJ. Strength influencing variables on CAD/CAM zirconia frameworks. *Dental materials*. 2008;24(5):633-8.
38. Kosmač T, Oblak Č, Marion L. The effects of dental grinding and sandblasting on ageing and fatigue behavior of dental zirconia (Y-TZP) ceramics. *Journal of the European Ceramic Society*. 2008;28(5):1085-90.
39. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of prosthodontic research*. 2016;60(2):72-84.
40. Schweiger J, Edelhoff D, Güth J-F. 3D printing in digital prosthetic dentistry: an overview of recent developments in additive manufacturing. *Journal of clinical medicine*. 2021;10(9):2010.
41. Al Hamad KQ, Al-Rashdan BA, Ayyad JQ, Al Omrani LM, Sharoh AM, Al Nimri AM, et al. Additive manufacturing of dental ceramics: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthodontics*. 2022;31(8):e67-e86.
42. Travitzky N, Bonet A, Dermeik B, Fey T, Filbert-Demut I, Schlier L, et al. Additive manufacturing of ceramic-based materials. *Advanced engineering materials*. 2014;16(6):729-54.
43. Branco AC, Colaço R, Figueiredo-Pina CG, Serro AP. Recent advances on 3D-printed zirconia-based dental materials: a review. *Materials*. 2023;16(5):1860.
44. Revilla-León M, Meyer MJ, Zandinejad A, Özcan M. Additive manufacturing technologies for processing zirconia in dental applications. *Int J Comput Dent*. 2020;23(1):27-37.
45. Deckers J, Vleugels J, Kruth J-P. Additive manufacturing of ceramics: A review. *J Ceram Sci Technol*. 2014;5(4):245-60.
46. Galante R, Figueiredo-Pina CG, Serro AP. Additive manufacturing of ceramics for dental applications: A review. *Dental materials*. 2019;35(6):825-46.
47. Doreau F, Chaput C, Chartier T. Stereolithography for manufacturing ceramic parts. *Advanced Engineering Materials*. 2000;2(8):493-6.
48. Zandinejad A, Das O, Barmak AB, Kuttolamadom M, Revilla-León M. The flexural strength and flexural modulus of stereolithography additively manufactured zirconia with different porosities. *Journal of Prosthodontics*. 2022;31(5):434-40.
49. Santoliquido O, Colombo P, Ortona A. Additive Manufacturing of ceramic components by Digital Light Processing: A comparison between the “bottom-up” and the “top-down” approaches. *Journal of the European Ceramic Society*. 2019;39(6):2140-8.
50. He R, Liu W, Wu Z, An D, Huang M, Wu H, et al. Fabrication of complex-shaped zirconia ceramic parts via a DLP-stereolithography-based 3D printing method. *Ceramics International*. 2018;44(3):3412-6.
51. Zhu H, Jiang J, Wang Y, Wang S, He Y, He F. Additive manufacturing of dental ceramics in prosthodontics: The status quo and the future. *Journal of Prosthodontic Research*. 2024;68(3):380-99.
52. Wang W, Yu H, Liu Y, Jiang X, Gao B. Trueness analysis of zirconia crowns fabricated with 3-dimensional printing. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2019;121(2):285-91.
53. Schwentenwein M, Homa J. Additive manufacturing of dense alumina ceramics. *International Journal of Applied Ceramic Technology*. 2015;12(1):1-7.
54. Khorsandi D, Fahimipour A, Abasian P, Saber SS, Seyedi M, Ghanavati S, et al. 3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery: Printing techniques, materials, and applications. *Acta biomaterialia*. 2021;122:26-49.
55. An D, Liu W, Xie Z, Li H, Luo X, Wu H, et al. A strategy for defects healing in 3D printed ceramic compact via cold isostatic pressing: sintering kinetic window and microstructure evolution. *Journal of the American Ceramic Society*. 2019;102(5):2263-71.
56. Yan S, Huang Y, Zhao D, Niu F, Ma G, Wu D. 3D printing of nano-scale Al₂O₃-ZrO₂ eutectic ceramic: principle analysis and process optimization of pores. *Addit. Manuf.* 2019;28:120-6.
57. Teegen I-S, Schadte P, Wille S, Adelung R, Siebert L, Kern M. Comparison of properties and cost efficiency of zirconia processed by DIW printing, casting and CAD/CAM-milling. *Dental Materials*. 2023;39(7):669-76.

58. Zocca A, Colombo P, Gomes CM, Günster J. Additive manufacturing of ceramics: issues, potentialities, and opportunities. *Journal of the American Ceramic Society*. 2015;98(7):1983-2001.
59. Ebert J, Özkol E, Zeichner A, Uibel K, Weiss Ö, Koops U, et al. Direct inkjet printing of dental prostheses made of zirconia. *Journal of dental research*. 2009;88(7):673-6.
60. Chevalier J, Gremillard L, Deville S. Low-temperature degradation of zirconia and implications for biomedical implants. *Annu Rev Mater Res*. 2007;37(1):1-32.
61. Osman RB, van der Veen AJ, Huiberts D, Wismeijer D, Alharbi N. 3D-printing zirconia implants; a dream or a reality? An in-vitro study evaluating the dimensional accuracy, surface topography and mechanical properties of printed zirconia implant and discs. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2017;75:521-8.
62. Ji Xiao S, Xie B, Zhu Z. Extrusion-based 3D printing of fully dense zirconia ceramics for dental restorations. *Journal of the European Ceramic Society*. 2023;43(3):1168-77.
63. Borba M, de Araújo MD, Fukushima KA, Yoshimura HN, Cesar PF, Griggs JA, et al. Effect of the microstructure on the lifetime of dental ceramics. *Dental Materials*. 2011;27(7):710-21.
64. Marsico C, Øilo M, Kutsch J, Kauf M, Arola D. Vat polymerization-printed partially stabilized zirconia: Mechanical properties, reliability and structural defects. *Additive manufacturing*. 2020;36:101450.
65. Frąckiewicz W, Szymlet P, Jedliński M, Światłowska-Bajzert M, Sobolewska E. Mechanical characteristics of zirconia produced additively by 3D printing in dentistry-A systematic review with meta-analysis of novel reports. *Dental Materials*. 2024;40(1):124-38.
66. Hassan RM, AboELHassan RG, Azer AS. Analysis of the marginal gap and internal fit accuracy of 3D printed zirconia crowns using the triple scan protocol. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025. DOI: 10.1016/j.prosdent.2025.04.036
67. Refaie A, Fouda A, Bourauel C, Singer L. Marginal gap and internal fit of 3D printed versus milled monolithic zirconia crowns. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):448.
68. Zhao W, Sun J, Ding H, Manzoor S, Yu H, Bai J, et al. High-strength DLP-printed zirconia for ultra-thin dental veneers. *Dental Materials*. 2025.
69. Khanlar LN, Salazar Rios A, Tahmaseb A, Zandinejad A. Additive manufacturing of zirconia ceramic and its application in clinical dentistry: A review. *Dentistry journal*. 2021;9(9):104.
70. Lu Y, Wang L, Dal Piva AMdO, Tribst JPM, Nedeljkovic I, Kleverlaan CJ, et al. Influence of surface finishing and printing layer orientation on surface roughness and flexural strength of stereolithography-manufactured dental zirconia. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2023;143:105944.
71. Nothdurft FP, Fontana D, Ruppenthal S, May A, Aktas C, Mehraein Y, et al. Differential behavior of fibroblasts and epithelial cells on structured implant abutment materials: a comparison of materials and surface topographies. *Clinical implant dentistry and related research*. 2015;17(6):1237-49.
72. Wu K, Liu F, Lüchtenborg J, Altmann B, Zhu P, Wang F, et al. Evaluation of microbial adhesion on 3D-printed zirconia surfaces: Effects of printing angle and layer thickness. *Journal of Dentistry*. 2025;160:105855.
73. Cho S-M, Park J-M, Ioannidis A, Kim RYJ, Chung H-M. Comparative analysis of fit, mechanical properties, and surface characteristics in subtractive-and additive-manufactured zirconia crowns. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):1291. doi: 10.1186/s12903-025-06561-7