



PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ALANINDA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR

Editör: Doç.Dr. Gülbahar ERDİNÇ AKYOL

yaz
yayınları

Protetik Diş Tedavisi Alanında Bilimsel Araştırmalar

Editör

Doç.Dr. Gülbahar ERDİNÇ AKYOL

yaz
yayınları

2026

Protetik Diş Tedavisi Alanında Bilimsel Araştırmalar

Editör: Doç.Dr. Gülbahar ERDİNÇ AKYOL

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8574-93-7

Mart 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Protetik Diş Tedavisinde Seramik Restorasyon Materyallerinin Evrimi ve Güncel Klinik Kullanım Yaklaşımları	1
<i>Melis Nişanuhi MILDANOĞLU</i>	
Porselen Lamina Veneerler: Güncel Klinik Yaklaşım ve Preparasyon Teknikleri.....	18
<i>Mazhar ÜNSAL</i>	
Diş Hekimliğinde Fotogrametri.....	38
<i>Ersan ÇELİK, Betül MARANGOZ</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİNDE SERAMİK RESTORASYON MATERYALLERİNİN EVRİMİ VE GÜNCEL KLİNİK KULLANIM YAKLAŞIMLARI

Melis Nişanuhi MILDANOĞLU¹

1. GİRİŞ

Seramik materyaller, estetik üstünlükleri, kimyasal stabilite ve biyoyumlulukları nedeniyle protetik diş tedavisinde uzun yıllardır kullanılan restoratif seçenekler arasında yer almaktadır (Kelly & Benetti, 2011; Denry & Kelly, 2008). Dental seramiklerin gelişimi, yalnızca materyal biliminin ilerlemesine değil, aynı zamanda klinik beklentilerin değişimine de paralel olarak şekillenmiştir (Kelly, Nishimura, & Campbell, 1996).

Başlangıçta feldspatik porselenlerin üstün estetik özellikleri ön plana çıkarken, zaman içerisinde mekanik dayanım gereksiniminin artması daha yüksek kristal içerikli sistemlerin geliştirilmesine yol açmıştır (Hondrum, 1992; Conrad, Seong, & Pesun, 2007). Özellikle posterior bölgede artan okluzal yükler, cam seramiklerin mekanik sınırlılıklarını ortaya koymuş ve oksit esaslı seramik sistemlerin klinik pratiğe girmesini hızlandırmıştır (Raigrodski et al., 2006; Sailer et al., 2007).

Zirkonya esaslı seramiklerin geliştirilmesi, dental seramiklerin mekanik performansında önemli bir dönüm noktası olmuştur. Yttrium ile stabilize edilmiş tetragonal zirkonya

¹ Doktor Öğretim Üyesi, İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Diş hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-3135-9644.

polikristal (Y-TZP) yapısı sayesinde faz dönüşüm mekanizması ile çatlak ilerlemesini sınırlandırabilen bu materyaller, yüksek eğilme dayanımı ve kırılma direnci ile özellikle çok üyeli sabit protezlerde güvenli bir alternatif sunmuştur (Chevalier, 2006; Denry & Kelly, 2008). Bununla birlikte, translusens gereksinimi ile dayanım arasındaki denge, modern seramik sistemlerin geliştirilmesinde belirleyici olmaya devam etmektedir (Zhang & Lawn, 2018; Rinke & Fischer, 2013).

Son yıllarda dijital diş hekimliği ve CAD/CAM teknolojilerinin yaygınlaşması, seramik restorasyonların üretim sürecini standardize etmiş ve restorasyonların iç ve kenar uyumunun iyileştirilmesine katkı sağlamıştır (Bindl & Mörmann, 2003; Abduo, Lyons, & Bennamoun, 2010). CAD/CAM sistemleri ile üretilen restorasyonların klinik uyumunun geleneksel yöntemlerle elde edilen restorasyonlarla karşılaştırılabilir, hatta bazı durumlarda daha üstün olduğu bildirilmiştir (Nakamura et al., 2003; Reich et al., 2005).

Bu bölümün amacı, dental seramik materyallerin tarihsel evrimini ve yapısal özelliklerini ele almanın ötesinde, güncel literatür ışığında bu materyallerin klinik kullanım alanlarını analitik bir perspektifle değerlendirmek ve materyal seçiminin hangi biyomekanik ve estetik kriterlere dayandığını ortaya koymaktır (Gracis et al., 2015; Guess et al., 2011).

2. DENTAL SERAMİKLERİN TARİHSEL EVRİMİ

Dental seramiklerin klinik kullanımı, başlangıçta üstün estetik özellikleri nedeniyle feldspatik porselen sistemleri ile sınırlı kalmıştır (Kelly & Benetti, 2011). Cam faz ağırlıklı bu materyaller, doğal diş dokusuna yakın translusens sağlamaları sayesinde özellikle anterior restorasyonlarda kabul görmüştür (Hondrum, 1992). Bununla birlikte, düşük eğilme dayanımları ve

kırılgan yapıları, posterior bölgede ve çok üyeli sabit protezlerde kullanımını sınırlandırmıştır (White et al., 1995; Conrad et al., 2007).

Metal-seramik restorasyonlar, estetik ile mekanik dayanım arasında bir denge kurma amacıyla geliştirilmiş ve uzun yıllar klinik başarı açısından “altın standart” olarak değerlendirilmiştir (Kelly, Nishimura, & Campbell, 1996). Ancak metal altyapının opaklığı, biyolojik ve estetik beklentilerin artması ile birlikte metal içermeyen alternatiflerin araştırılmasına neden olmuştur (Kelly & Benetti, 2011).

Bu arayış, yüksek kristal içerikli cam seramiklerin ve alümina esaslı sistemlerin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Kristal faz oranının artırılması, çatlak ilerlemesini sınırlandırarak materyalin mekanik dayanımını yükseltmiştir (Hondrum, 1992; Guess et al., 2011). Bununla birlikte, kristal oranının artması translusens üzerinde sınırlayıcı etki göstermiş ve estetik–dayanım dengesi klinik seçimde temel belirleyici hâline gelmiştir (Gracis et al., 2015).

Zirkonya esaslı seramiklerin dental uygulamalara girişi, seramik materyallerin mekanik performansında önemli bir kırılma noktası oluşturmuştur (Denry & Kelly, 2008). Y-TZP yapısının faz dönüşüm mekanizması sayesinde çatlak ucunda meydana gelen tetragonal-monoklinik dönüşüm, enerji absorbe ederek kırılma direncini artırmaktadır (Chevalier, 2006). Bu özellik, zirkonya sistemlerin posterior bölgede ve çok üyeli köprü restorasyonlarında kullanılmasını mümkün kılmıştır (Raigrodski et al., 2006; Sailer et al., 2007).

Ancak zirkonya altyapılar üzerine uygulanan veneer porselenlerde görülen kırık ve chipping komplikasyonları, materyal sisteminin uzun dönem klinik başarısına ilişkin yeni tartışmaları gündeme getirmiştir (Kim et al., 2007; Studart et al., 2007). Bu durum, monolitik zirkonya restorasyonların

geliştirilmesine yol açmış ve veneer tabakasının elimine edilmesiyle kırık riskinin azaltılması hedeflenmiştir (Rinke & Fischer, 2013; Zhang & Lawn, 2018).

Son yıllarda geliştirilen yüksek translusent zirkonya varyantları, estetik gereksinimlerin arttığı anterior bölgede de zirkonya kullanımını mümkün kılmaya yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir (Rinke & Fischer, 2013). Bununla birlikte translusens artışının, kristal yapıda yapılan modifikasyonlar nedeniyle mekanik dayanım üzerinde belirli bir azalma oluşturabileceği literatürde vurgulanmaktadır (Zhang & Lawn, 2018).

Bu tarihsel süreç, dental seramiklerin yalnızca materyal bilimi perspektifinden değil, klinik gereksinimler doğrultusunda evrildiğini göstermektedir (Kelly & Benetti, 2011). Günümüzde materyal seçimi, estetik beklenti, fonksiyonel yük, restorasyon tipi ve üretim teknolojisi gibi çok boyutlu kriterlerin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir (Gracis et al., 2015; Conrad et al., 2007).

3. YAPISAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİN KLİNİK YANSIMALAR

Dental seramiklerin klinik performansı, temel olarak mikroyapısal özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Seramik materyaller, cam faz ve kristal faz oranlarına göre farklı mekanik ve optik davranışlar sergilemektedir (Gracis et al., 2015; Giordano & McLaren, 2010). Cam faz ağırlıklı sistemler yüksek translusens sağlarken, kristal faz oranının artması eğilme dayanımı ve kırılma direncini artırmaktadır (Hondrum, 1992; Guess et al., 2011).

Bu yapı-özellik ilişkisi klinik açıdan son derece önemlidir. Feldspatik porselenler gibi cam faz oranı yüksek

materyaller, doğal diş dokusuna benzer optik özellikler sunmalarına rağmen düşük eğilme dayanımları nedeniyle yüksek okluzal yük altında kırılmaya yatkındır (White et al., 1995; Conrad et al., 2007). Bu nedenle söz konusu materyaller genellikle laminate veneer ve anterior kuron restorasyonları ile sınırlandırılmaktadır (Gracis et al., 2015).

Kristal fazın artırılması ile çatlak ilerlemesinin sınırlandırılması, seramik materyallerin dayanıklılığını belirgin biçimde artırmaktadır (Hondrum, 1992). Özellikle lityum disilikat sistemlerde birbirine kenetlenmiş kristal yapının çatlak yönünü değiştirdiği ve enerji absorpsiyonunu artırdığı bildirilmiştir (Guess et al., 2011). Bu özellik, lityum disilikat restorasyonların hem anterior hem de posterior tek diş restorasyonlarında güvenli kullanımını mümkün kılmaktadır (Pieger, Salman, & Bidra, 2014).

Zirkonya esaslı seramiklerde ise dayanım artışı farklı bir mekanizma ile gerçekleşmektedir. Y-TZP yapısında meydana gelen tetragonal-monoklinik faz dönüşümü, çatlak ucunda hacim artışı oluşturarak ilerlemeyi mekanik olarak sınırlandırmaktadır (Chevalier, 2006; Denry & Kelly, 2008). Bu “transformation toughening” mekanizması, zirkonyanın cam seramiklere kıyasla belirgin biçimde daha yüksek eğilme dayanımı göstermesinin temel nedenidir (Chevalier, 2006; Zhang & Lawn, 2018). Klinik olarak bu durum, posterior bölgede yüksek okluzal yük taşıyan restorasyonlarda zirkonyanın tercih edilmesini açıklamaktadır (Raigrodski et al., 2006; Sailer et al., 2007).

Ancak artan kristal oranı ve yoğun yapı, ışık geçirgenliğini sınırlayabilmektedir (Gracis et al., 2015). Bu nedenle translusens gereksinimi ile mekanik dayanım arasında bir denge kurulması zorunludur. Özellikle yüksek translusent zirkonya varyantlarında estetik kazanım sağlanırken, kristal yapıdaki değişimlerin dayanım üzerinde belirli etkiler

oluşturabileceği bildirilmektedir (Rinke & Fischer, 2013; Zhang & Lawn, 2018). Bu durum, anterior bölgede zirkonya kullanımında dikkatli endikasyon belirlenmesini gerektirmektedir.

Seramiklerin kırılma yapısı, yüzey kusurlarına ve mikroçatlaklara duyarlılık ile ilişkilidir (Hondrum, 1992). Sıklık yük altında bu mikroçatlakların ilerlemesi, özellikle veneer porselen uygulamalarında chipping komplikasyonlarına yol açabilmektedir (Kim et al., 2007; Studart et al., 2007). Klinik olarak bu problem, zirkonya altyapı üzerine uygulanan tabakalama porselenlerde sıkça rapor edilmiş ve monolitik restorasyonların geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Rinke & Fischer, 2013).

Termal özellikler de klinik başarının önemli belirleyicilerindendir. Altyapı ve veneer materyaller arasındaki ısısal genleşme katsayısı uyumsuzluğu, artık gerilimlere ve uzun dönemde çatlak oluşumuna neden olabilmektedir (Conrad et al., 2007). Bu nedenle özellikle zirkonya altyapı sistemlerde uygun veneer seçimi ve üretim protokolü kritik öneme sahiptir (Guess et al., 2011).

Biyouyumluluk açısından değerlendirildiğinde, dental seramiklerin kimyasal inert yapıları ve düşük plak retansiyonu göstermeleri nedeniyle periodontal dokularla uyumlu olduğu bildirilmektedir (Kelly & Benetti, 2011; Denry & Kelly, 2008). Bu özellik, metal içermeyen restorasyonlara olan talebin artmasında etkili olmuştur (Kelly et al., 1996).

Sonuç olarak, dental seramiklerin klinik başarısı yalnızca dayanım değerleri ile değil, mikroyapısal özellikler, optik davranış, termal uyum ve üretim tekniği ile birlikte değerlendirilmelidir (Gracis et al., 2015; Guess et al., 2011). Materyal seçimi, bu çok boyutlu parametrelerin restorasyonun

lokalizasyonu ve fonksiyonel gereksinimleri ile uyumlu biçimde analiz edilmesini gerektirmektedir (Conrad et al., 2007).

4. DENTAL SERAMİKLERİN GÜNCEL SINIFLANDIRILMASI VE KLİNİK DEĞERLENDİRME

Dental seramik materyallerin sınıflandırılması, yalnızca kompozisyon temelli bir ayırım olmayıp, klinik performansı öngörebilmeyi amaçlayan yapısal bir yaklaşıma dayanmaktadır (Gracis et al., 2015). Güncel sınıflandırmalar, seramikleri mikroyapısal özelliklerine göre cam matriks ağırlıklı sistemler, kristal içerikli cam seramikler ve polikristalin seramikler şeklinde gruplandırmaktadır (Giordano & McLaren, 2010; Conrad et al., 2007). Bu ayırım, estetik–dayanım dengesi ve klinik endikasyon açısından yol göstericidir.

4.1. Cam Matriks Ağırlıklı Seramikler (Feldspatik Sistemler)

Cam faz oranı yüksek olan feldspatik porselenler, dental seramikler içerisinde en yüksek translusens değerine sahip materyaller arasında yer almaktadır (Kelly & Benetti, 2011). Işığın seramik içerisindeki geçirgenliği, doğal mine dokusuna benzer estetik sonuçlar elde edilmesini mümkün kılmaktadır (Gracis et al., 2015).

Bununla birlikte düşük eğilme dayanımı ve kırılgan yapı, bu sistemlerin yüksek fonksiyonel yük altında kullanımını sınırlandırmaktadır (White et al., 1995; Hondrum, 1992). Klinik olarak feldspatik porselenler, genellikle laminate veneer ve anterior tek kuron restorasyonları ile sınırlandırılmaktadır (Conrad et al., 2007).

Posterior bölgede kullanımın sınırlı olmasının temel nedeni, siklik yük altında mikroçatlak ilerlemesine duyarlılık

göstermeleridir (White et al., 1995). Bu nedenle cam faz ağırlıklı sistemlerin seçimi, estetik beklentinin yüksek ancak okluzal yükün sınırlı olduğu vakalarla sınırlandırılmalıdır (Gracis et al., 2015).

4.2. Kristal İçerikli Cam Seramikler

Kristal içerikli cam seramikler, cam matriks içerisine ilave edilen kristal faz sayesinde mekanik dayanımı artırılmış sistemlerdir (Guess et al., 2011). Kristal faz oranının artması, çatlak ilerlemesini sınırlandırarak eğilme dayanımını yükseltmektedir (Hondrum, 1992).

4.2.1. Lityum Disilikat Sistemler

Lityum disilikat cam seramikler, estetik ve dayanımın birlikte sağlanabildiği materyaller arasında yer almaktadır (Guess et al., 2011). Mikroyapılarındaki iğnemsî kristaller, çatlak ilerleme yönünü değiştirerek kırılma direncini artırmaktadır (Guess et al., 2011).

Klinik çalışmalarda lityum disilikat tek diş restorasyonlarının yüksek sağkalım oranları gösterdiği bildirilmiştir (Pieger et al., 2014). Bu sistemler, anterior ve posterior tek kuron restorasyonlarında güvenle kullanılabilmektedir (Conrad et al., 2007).

Ancak çok üyeli uzun açıklıklı sabit protezlerde yeterli dayanım sağlamayabileceği belirtilmektedir (Guess et al., 2011). Bu nedenle endikasyon belirlenirken açıklık uzunluğu ve okluzal yük dikkatle değerlendirilmelidir (Gracis et al., 2015).

4.3. Polikristalin Seramikler (Zirkonya Sistemler)

Polikristalin seramikler, cam faz içermeyen ve tamamen kristal yapıdan oluşan sistemlerdir (Denry & Kelly, 2008). Bu yoğun kristal yapı, yüksek eğilme dayanımı ve kırılma direnci sağlamaktadır (Chevalier, 2006).

Zirkonya esaslı sistemler, özellikle Y-TZP formunda dental uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Denry & Kelly, 2008). Faz dönüşüm mekanizması sayesinde çatlak ilerlemesini sınırlayan bu materyaller, cam seramiklere kıyasla belirgin derecede daha yüksek mekanik performans göstermektedir (Chevalier, 2006; Zhang & Lawn, 2018).

Klinik çalışmalar, zirkonya altyapılı sabit protezlerin posterior bölgede başarılı sonuçlar verdiğini bildirmektedir (Raigrodski et al., 2006; Sailer et al., 2007). Bununla birlikte, veneer porselen uygulanan zirkonya restorasyonlarda chipping komplikasyonlarının görülebileceği rapor edilmiştir (Kim et al., 2007; Studart et al., 2007).

Bu komplikasyonların azaltılması amacıyla geliştirilen monolitik zirkonya restorasyonlar, veneer tabakasının elimine edilmesiyle kırılma riskini azaltmayı hedeflemektedir (Rinke & Fischer, 2013). Günümüzde posterior bölgede yüksek okluzal yük taşıyan restorasyonlarda monolitik zirkonya sistemler sıklıkla tercih edilmektedir (Zhang & Lawn, 2018).

Yüksek translusent zirkonya varyantları, estetik beklentilerin arttığı anterior bölgede alternatif oluşturmakla birlikte, translusens artışı ile mekanik özellikler arasında denge gerektirdiği vurgulanmaktadır (Rinke & Fischer, 2013; Zhang & Lawn, 2018).

4.4. Klinik Karar Verme Sürecinde Materyal Seçimi

Literatür verileri, tek bir seramik materyalin tüm klinik durumlar için ideal olmadığını göstermektedir (Gracis et al., 2015). Materyal seçimi; restorasyonun lokalizasyonu, okluzal yük düzeyi, estetik gereksinim, preparasyon tasarımı ve üretim tekniği gibi çok sayıda parametreye bağlıdır (Conrad et al., 2007; Guess et al., 2011).

Anterior bölgede yüksek estetik beklenti söz konusu olduğunda cam faz ağırlıklı veya lityum disilikat sistemler tercih edilirken, posterior bölgede yüksek fonksiyonel yük varlığında zirkonya esaslı sistemler ön plana çıkmaktadır (Pieger et al., 2014; Sailer et al., 2007). Bu yaklaşım, estetik-dayanım dengesinin klinik başarının temel belirleyicisi olduğunu göstermektedir (Gracis et al., 2015).

5. DİJİTAL ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ (CAD/CAM) VE KLİNİK UYUM

Dijital diş hekimliğinin gelişimi, seramik restorasyonların üretim sürecinde önemli bir paradigma değişimi oluşturmuştur. CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) sistemleri, restorasyonların dijital ortamda tasarlanıp frezeleme ya da blok işleme yöntemiyle üretilmesini mümkün kılmıştır (Bindl & Mörmann, 2003). Bu sistemler, üretim sürecini standardize ederek operatör bağımlılığını azaltmayı hedeflemektedir (Giordano & McLaren, 2010).

Geleneksel laboratuvar tekniklerinde görülebilen ölçü deformasyonu, model hataları ve tabakalama sırasında oluşan varyasyonlar, dijital sistemlerde belirli ölçüde minimize edilmektedir (Bindl & Mörmann, 2003). Özellikle tek seansta restorasyon üretimine olanak tanıyan klinik CAD/CAM sistemleri, tedavi süresini kısaltarak hasta konforunu artırmaktadır (Nakamura, Dei, Kojima, & Wakabayashi, 2003).

5.1. Kenar ve İç Uyum

Restorasyonların klinik başarısında kenar uyumu temel belirleyici faktörlerden biridir. Yetersiz kenar uyumu; plak retansiyonu, sekonder çürük, periodontal inflamasyon ve siman çözünmesi gibi komplikasyonlara zemin hazırlayabilmektedir (Conrad et al., 2007).

CAD/CAM sistemleri ile üretilen restorasyonların kenar uyumunun klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu bildirilmiştir (Bindl & Mörmann, 2003). Nakamura ve arkadaşları (2003), CAD/CAM ile üretilen all-seramik kuronların marjinal aralıklarının klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde farklı CAD/CAM sistemlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda da uyum değerlerinin geleneksel yöntemlerle karşılaştırılabilir olduğu rapor edilmiştir (Reich, Wichmann, Nkenke, & Proeschel, 2005).

Zirkonya esaslı sabit protezlerde yapılan sistematik değerlendirmeler, CAD/CAM üretim sürecinin klinik uyumu olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir (Abduo, Lyons, & Bennamoun, 2010). Bu durum, dijital üretimin yalnızca hız değil, kalite açısından da klinik avantaj sunduğunu düşündürmektedir.

5.2. Mekanik Performans ve Klinik Dayanıklılık

CAD/CAM sistemleri ile üretilen seramik restorasyonların mekanik performansı, kullanılan materyalin mikroyapısına bağlıdır (Guess et al., 2011). Özellikle monolitik zirkonya restorasyonlar, tabakalama porseleninin elimine edilmesi sayesinde chipping riskini azaltmaktadır (Rinke & Fischer, 2013).

Veneer porselen uygulanan zirkonya restorasyonlarda görülen kırık komplikasyonları, genellikle veneer–altyapı arasındaki gerilim dağılımı ile ilişkilendirilmektedir (Kim et al., 2007; Studart et al., 2007). Monolitik üretim yaklaşımı, bu ara yüzey problemini ortadan kaldırarak daha homojen bir stres dağılımı sağlamayı amaçlamaktadır (Zhang & Lawn, 2018).

Klinik çalışmalarda zirkonya esaslı sistemlerin posterior bölgede yüksek sağkalım oranları gösterdiği bildirilmiştir (Raigrodski et al., 2006; Sailer et al., 2007). Bu sonuçlar, dijital

üretim teknolojilerinin oksit seramiklerle birlikte kullanıldığında güvenilir klinik performans sunduğunu göstermektedir.

5.3. Estetik Performans

Dijital sistemlerle üretilen monolitik restorasyonların estetik performansı, kullanılan materyalin translusens özelliklerine bağlıdır (Gracis et al., 2015). Yüksek translusent zirkonya varyantları, anterior bölgede estetik gereksinimlerin karşılanmasına yönelik önemli bir gelişme olarak değerlendirilmektedir (Rinke & Fischer, 2013).

Bununla birlikte, translusens artışının mekanik özelliklerle dengelenmesi gerektiği literatürde vurgulanmaktadır (Zhang & Lawn, 2018). Bu nedenle anterior bölgede estetik beklenti yüksek olduğunda lityum disilikat gibi cam seramik sistemler alternatif olarak değerlendirilmektedir (Pieger et al., 2014).

5.4. Dijital Teknolojilerin Klinik Karar Sürecine Etkisi

CAD/CAM sistemlerinin yaygınlaşması, materyal seçimini doğrudan etkilemiştir. Özellikle prefabrike blok formunda sunulan lityum disilikat ve zirkonya materyaller, üretim sürecinin daha öngörülebilir olmasını sağlamaktadır (Giordano & McLaren, 2010).

Materyal seçimi artık yalnızca mikroyapı ve dayanım kriterlerine değil, aynı zamanda üretim tekniğine ve dijital iş akışına da bağlı hâle gelmiştir (Gracis et al., 2015). Klinik başarı, uygun endikasyon belirleme ile birlikte doğru üretim protokolünün uygulanmasına bağlıdır (Conrad et al., 2007).

6. SONUÇ VE KLİNİK PERSPEKTİF

Mevcut literatür, dental seramik materyaller arasında tek bir “ideal” sistemin bulunmadığını açıkça göstermektedir (Gracis et al., 2015). Materyal seçimi; estetik beklenti, fonksiyonel yük, restorasyonun lokalizasyonu ve üretim tekniğinin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir (Conrad et al., 2007; Guess et al., 2011).

Cam faz ağırlıklı sistemler estetik üstünlük sağlarken, kristal içerikli cam seramikler estetik ve dayanım arasında denge sunmaktadır (Hondrum, 1992; Pieger et al., 2014). Polikristalin zirkonya sistemler ise yüksek mekanik dayanımları sayesinde posterior bölgede ve çok üyeli sabit protezlerde güvenilir bir seçenek oluşturmaktadır (Chevalier, 2006; Sailer et al., 2007).

Dijital üretim teknolojilerinin entegrasyonu, seramik restorasyonların uyumunu ve üretim öngörülebilirliğini artırarak modern protetik diş hekimliğinin temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir (Bindl & Mörmann, 2003; Abduo et al., 2010).

Sonuç olarak, klinik başarı; materyalin mikroyapısal özellikleri ile estetik gereksinimler arasında dengeli bir karar verilmesine ve uygun dijital veya konvansiyonel üretim protokolünün uygulanmasına bağlıdır (Gracis et al., 2015).

KAYNAKÇA

- Abduo, J., Lyons, K., & Bennamoun, M. (2010). Fit of zirconia fixed partial denture: A systematic review. *Journal of Oral Rehabilitation*, 37, 866–876.
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2012). *Phillips' science of dental materials* (12th ed.). St. Louis, MO: Elsevier.
- Beuer, F., Edelhoff, D., Gernet, W., & Naumann, M. (2010). Prospective study of zirconia-based restorations: 3-year clinical results. *Quintessence International*, 41, 631–637.
- Bindl, A., & Mörmann, W. H. (2003). Clinical and SEM evaluation of all-ceramic chairside CAD/CAM crowns. *European Journal of Oral Sciences*, 111, 163–169.
- Chevalier, J. (2006). What future for zirconia as a biomaterial? *Biomaterials*, 27, 535–543.
- Chevalier, J., & Gremillard, L. (2009). Ceramics for medical applications: A picture for the next 20 years. *Journal of the European Ceramic Society*, 29, 1245–1255.
- Conrad, H. J., Seong, W. J., & Pesun, I. J. (2007). Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 98, 389–404.
- Denry, I., & Kelly, J. R. (2008). State of the art of zirconia for dental applications. *Dental Materials*, 24, 299–307.
- Giordano, R., & McLaren, E. A. (2010). Ceramics overview: Classification by microstructure and processing methods. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 31, 682–700.
- Gracis, S., Thompson, V. P., Ferencz, J. L., Silva, N. R., & Bonfante, E. A. (2015). A new classification system for

- all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of Prosthodontics*, 28, 227–235.
- Green, D. J., & Swain, M. V. (1989). Transformation toughening of ceramics. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Guess, P. C., Schultheis, S., Bonfante, E. A., Coelho, P. G., Ferencz, J. L., & Silva, N. R. (2011). All-ceramic systems: Laboratory and clinical performance. *Dental Clinics of North America*, 55, 333–352.
- Herrguth, M., Wichmann, M., & Reich, S. (2005). The aesthetics of all-ceramic veneered and monolithic CAD/CAM crowns. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32, 747–752.
- Hondrum, S. O. (1992). A review of the strength properties of dental ceramics. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 67, 859–865.
- Kelly, J. R., & Benetti, P. (2011). Ceramic materials in dentistry: Historical evolution and current practice. *Australian Dental Journal*, 56(Suppl 1), 84–96.
- Kelly, J. R., Nishimura, I., & Campbell, S. D. (1996). Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 75, 18–32.
- Kim, B., Zhang, Y., Pines, M., & Thompson, V. P. (2007). Fracture of porcelain-veneered structures in fatigue. *Journal of Dental Research*, 86, 142–146.
- McLean, J. W. (1979). The science and art of dental ceramics. Chicago, IL: Quintessence Publishing.
- Morimoto, S., Albanesi, R. B., Sesma, N., Agra, C. M., & Braga, M. M. (2016). Main clinical outcomes of feldspathic porcelain and glass-ceramic laminate veneers: A systematic review. *Journal of Prosthodontics*, 25, 568–576.

- Nakamura, T., Dei, N., Kojima, T., & Wakabayashi, K. (2003). Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns. *International Journal of Prosthodontics*, 16, 244–248.
- Pieger, S., Salman, A., & Bidra, A. S. (2014). Clinical outcomes of lithium disilicate single restorations: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 112, 122–128.
- Raigrodski, A. J., Chiche, G. J., Potiket, N., Hochstedler, J. L., Mohamed, S. E., Billiot, S., & Mercante, D. E. (2006). The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: A prospective clinical pilot study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 96, 237–244.
- Reich, S., Wichmann, M., Nkenke, E., & Proeschel, P. (2005). Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures generated with different CAD/CAM systems. *European Journal of Oral Sciences*, 113, 174–179.
- Rinke, S., & Fischer, C. (2013). Range of indications for translucent zirconia modifications: Clinical and technical aspects. *Quintessence International*, 44, 557–566.
- Sailer, I., Feher, A., Filser, F., Gauckler, L. J., Lüthy, H., & Hämmerle, C. H. F. (2007). Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *International Journal of Prosthodontics*, 20, 383–388.
- Studart, A. R., Filser, F., Kocher, P., Lüthy, H., & Gauckler, L. J. (2007). Cyclic fatigue in water of veneer-framework composites for all-ceramic dental bridges. *Dental Materials*, 23, 177–185.
- White, S. N., Zhao, X. Y., Yu, Z., & Li, Z. C. (1995). Cyclic mechanical fatigue of a feldspathic dental porcelain. *International Journal of Prosthodontics*, 8, 413–420.

Zhang, Y., & Lawn, B. R. (2018). Novel zirconia materials in dentistry. *Journal of Dental Research*, 97, 140–147.

PORSELEN LAMINA VENEERLER: GÜNCEL KLİNİK YAKLAŞIM VE PREPARASYON TEKNİKLERİ

Mazhar ÜNSAL¹

1. GİRİŞ

Porselen laminate veneerler, kırk yılı aşkın süredir klinik uygulamada yer alan ve doğru hasta seçimi ile uygun teknik protokole bağlı kalındığında uzun dönem değerlendirmelerde oldukça yüksek başarı oranları bildirilen restoratif seçenekler arasında bulunmaktadır. (Gurel, 2007) Minimal invaziv yaklaşımla uygulanmaları, diş dokusunun büyük ölçüde korunmasına olanak tanırken estetik açıdan tatmin edici ve öngörülebilir sonuçlar sunmaları bu restorasyonları öne çıkarmaktadır. Artan estetik beklentiler doğrultusunda hastalar tarafından daha sık talep edilen porselen lamina veneerler, hem konservatif yapıları hem de yüksek klinik başarı oranları sayesinde günümüzde tercih edilmektedir. (Edelhoff ve Sorensen 2002; Peumans ve ark. 2000)

Porselen lamina veneerler, dişlerin labial yüzeyine yapıştırılan, son derece ince (0,3-0,7 mm) seramik restorasyonlardır³. Bu restorasyonlar, diş dokusundan minimal madde kaybı gerektirmeleri, mükemmel estetik sonuçlar vermeleri ve uzun dönem klinik başarı oranlarının yüksek olması nedeniyle, özellikle ön bölge dişlerin estetik rehabilitasyonunda altın standart haline gelmiştir. (Gurel, 2003)

¹ Doktor Öğretim Üyesi, İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Diş hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-8003-5718.

Porselen lamina veneerlerin yapımı oldukça hassas ve uzmanlık gerektiren bir süreçtir. Bu restorasyon seçeneğini planlarken ve uygularken bilmemiz gereken bir çok estetik parametre vardır. Orta hat ve yatay referanslar, gülüş eğrisi, dişlerin genişlik ve uzunluk oranları ve bukkal koridor gibi detaylara hakim olmak ve bu konuları klinik olarak uygulayabilmek bu tip bir tedavi için çok kritik başarı parametrelerinden biridir.

2. PORSELEN LAMİNA VENEERLERİN TARİHÇESİ

Porselen lamina veneerlerin geçmişi 1928 yılına uzanmaktadır. Bu dönemde Dr. Charles Pincus, Hollywood oyuncularının film çekimleri sırasında diş estetiklerini geçici olarak iyileştirmek amacıyla porselenden hazırlanan ilk veneer uygulamalarını gerçekleştirmiştir. (Pincus 1938)

İnce porselen fasetlerin ilk kullanım amacı, Hollywood’da film çekimleri sırasında oyuncuların kısa süreli estetik ihtiyaçlarını karşılamaktır. Bu restorasyonlar geçici olarak uygulanıyor ve diş yüzeyine tutunmaları protez adezivleri aracılığıyla sağlanıyordu. Bu sayede, dişlerinde kalıcı bir değişiklik yapılmadan estetik bir görünüm elde edilmesi mümkün hale gelmişti.

Dayanıklılık ve retansiyon açısından sınırlı özelliklere sahip olmalarına rağmen, bu ince porselen restorasyonlar oyunculara hızlı ve etkili bir estetik dönüşüm sunarak “Hollywood gülüşü” olarak bilinen görünümün oluşmasına katkıda bulunmuştur. Böylece, o dönemde yaygın olarak uygulanan tam kuron restorasyonlarına kıyasla daha konservatif bir estetik alternatif ortaya çıkmıştır. (Peumans ve ark. 2000)

O dönemde bu restorasyonlar sadece geçici olarak kullanılabilirdi çünkü adezyonları çok zayıftı. Ancak 1980'li yıllarda dental adeziv sistemlerin gelişmesi ile birlikte, porselen lamina veneerler kalıcı bir restoratif seçenek haline gelmiştir. (Calamia 1983)

3. PORSELEN LAMİNA VENEERLERİN ENDİKASYONLARI VE KONTRENDİKASYONLARI

**Tablo 2. Lamina veneerlerin endikasyon ve kontrendikasyonları
(Düzyol ve ark. 2017)**

Endikasyonlar	Kontrendikasyonlar
Renklenmiş dişler	Yükselmiş çürük insidansı
Renklenmiş restorasyonlar	Parafonksiyonel alışkanlıklar
Koronal kırıklar	Yetersiz mine desteği
Rotasyonlu dişler	Class III maloklüzyon
Lingualize dişler	Aşırı çapraşıklık durumları ve rotasyona sahip dişler
Diastemalar	Sürmesini tamamlamamış dişler
Mine hipoplazisi	Süt dişleri
Kama defektleri	Aşırı fluorozisli dişler
Aşırı mine kaybı olmayan dişler	Darbelere açık sporlar yapanlar

4. ESTETİK VE ESTETİK DEĞERLENDİRMEYE DAİR ÖNEMLİ PARAMETRELER

4.1. Fasiyal Analiz

Hasta doğal istirahat pozisyonunda iken orta hat, dudakların konumu, dişlerin görünür uzunluğu ile yüzün simetri ve asimetri durumları değerlendirilir. Bu değerlendirmelerin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için fasiyal, yarı gülümseme ve saat 12 pozisyonunda tam gülümseme fotoğrafları alınmaktadır.

Buna ek olarak, komissura yüksekliği ve filtrum yüksekliği gibi parametreler de analiz edilmektedir. Estetik diş hekimliğinde ideal bir gülüşün değerlendirilmesi amacıyla çeşitli horizontal ve vertikal referans çizgilerinden yararlanılmaktadır.

Bu analizlerde; interpupiller çizgi, interpupiller çizginin saptanamadığı durumlarda hayali kesici kenar düzlemi, komissuralardan geçen komissüral çizgi ve fasiyal orta hattın belirlenmesi amacıyla nazion ile filtrumun merkezinde yer alan *Cupids bow* arasına çizilen hayali çizgi gibi referans çizgileri kullanılmaktadır. (Erdemir ve Yıldız 2015; Muhamad ve Azzaldeen 2021)

4.1.1. Orta Hat Belirlenmesi ve Horizontal Referanslar

Orta hat, üst santral kesici dişlerin arasından geçen çizgi olarak tanımlanır ve olguların yaklaşık %70’inde yüzün orta hattı ile uyum göstermektedir. Fasiyal ve dental orta hatların birbiriyle uyumlu olması, hem yüz estetiğinin korunması hem de tedavi sonucunun estetik açıdan başarılı olması bakımından önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir.

Bu uyum; maksimum interküspitasyonun ve fonksiyonun sağlanması, tedavi sonu stabilitenin artırılması, temporomandibular eklem rahatsızlıklarında potansiyel bir azalmanın sağlanması ve ideal bir oklüzyonun elde edilmesine katkıda bulunmaktadır. (Cokakoglu ve Nalcacı 2011; Rebellato 1998)

Dental ve yüz orta hattı arasında 2–3 mm’lik bir sapmanın çoğu zaman fark edilmediği ve bu durumun gülümseme perspektifi ile sınırlı olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte, tüm yüz görüntülerinin analiz edildiği bazı durumlarda 1 mm gibi küçük dental orta hat kaymalarının dahi, kayma yönüne bağlı olarak burun ve çene yapılarının etkisiyle daha belirgin algılanabildiği belirtilmiştir. (Horn 1983)

4.2. Dentofasiyal Analiz

Dentofasiyal analiz; üst çene gülüş hattı, dişlerin alt ve üst dudaklarla olan ilişkisi, kesici kenarların alt dudakla uyumu, tam gülüş esnasında görünen diş sayısı ve yarım gülümseme gibi kriterler değerlendirilerek yapılmaktadır. (Kaur ve ark. 2021)

4.2.1. Gülüş Eğrisi

Gülüş eğrisi, gülümseme esnasında üst kesici dişlerin insizal kenarlarının oluşturduğu eğrinin alt dudak hattının kurvatürü ile olan uyumunu tanımlayan bir kavramdır. Bu analiz yapılırken üst dudak, üst kesici dişlerin görünümü, bukkal koridorlar ve yanak dokularının birbiriyle olan ilişkisi birlikte değerlendirilir. (Şeşen ve Aykor 2020)

Üst kesici dişlerin insizal kenarları, alt dudak kurvatürü ile uyumlu olacak şekilde dışbükey bir form göstermeli, alt dudak hattına hafif paralel seyretmeli ve bu hattın biraz üzerinde konumlanmalıdır. Lateral kesici dişler genellikle alt dudaktan yaklaşık 0.5–1.5 mm uzaklıkta yer alırken, santral kesiciler ve kaninler alt dudak eğrisine daha yakın bir konumda bulunur. Bu özellikleri taşıyan paralel gülüş hattı estetik açıdan ideal olarak kabul edilir; ancak erkek bireylerde daha düz bir gülüş hattı da kabul edilebilir bir varyasyon olarak değerlendirilmektedir. (Ozdemir ve Bayindir 2016; Sharma Pk ve Sharma P. 2012; Basaran ve Yamanel 2015)

4.3. Dental Analiz

Dental analiz kapsamında; insizal kenarların pozisyonu, dişeti kenarlarının konumu, dişlerin zenith noktaları, aksiyal eğimler, kesici dişlerin en-boy oranları, dişlerin meziodistal genişlikleri, anterior dişlerin önden görünüm oranları, papil-embraşür ilişkileri ve kontur yükseklikleri değerlendirilmektedir. (Erdemir ve Yildiz 2015)

4.3.1. Zenith Noktaları

Zenith noktası, servikal diş marjini boyunca dişetin en belirgin kurvatürü gösterdiği bölgedeki en apikal noktayı ifade eder ve kuron konturunun en üst seviyesini belirleyen referans noktası olarak kabul edilir.

Bu noktaların yerleşimi; kök morfolojisi, mine-sement birleşiminin konumu ve gingivanın en fazla içbükeylik gösterdiği osseöz kret ile yakından ilişkilidir. Zenith noktaları çoğunlukla ön dişlerin orta aksı boyunca dikey olarak çizilen hattın hafif distalinde konumlanır. Ancak lateral kesici dişlerde zenith noktalarının daha merkezi, yani dişin orta hattına daha yakın yerleşmesi nedeniyle bu genel kuraldan farklılık görülebilmektedir. (Giordano ve McLaren 2010; Goldestein 1998)

Zenith noktalarının konumları;

- Bütünsel hareket illüzyonunun sağlanması,
- Diastemaların kapatılması,
- Abartılı üçgen formların azaltılması,
- Diş açılanmalarının düzeltilmesi
açısından büyük önem taşımaktadır. (Basaran ve Yamanel 2015)

4.3.2. Bukkal Koridor

Bukkal koridor, gülümseme sırasında arka dişlerin bukkal yüzeyleri ile dudak köşeleri arasında oluşan boşluk olarak tanımlanır ve gülümsemeye derinlik ile doğallık kazandırır. (Basaran ve Yamanel 2015)

Bu alanın koyu görünmesine neden olan faktörler şunlardır:

- Maksillanın özellikle premolar bölgede dar olması,

- Ağız köşeleri arasındaki mesafenin aşırı dinamik olması (normalde erkeklerde 55 ± 3 mm, kadınlarda 50 ± 3 mm olup, bazı bireylerde gülme sırasında bu mesafenin %130 oranında arttığı gösterilmiştir),
- Maksillanın retrognatik pozisyonda bulunması,
- Subnasale–Menton mesafesinin fazla olması (yanak koridorunun daha derin ve geniş görünmesine neden olur).

4.3.3. İnterdental Temas Alanları ve Noktaları

Temas noktaları genelde kesici dişler arasında koronal yerleşimli olup, posterior tarafa doğru ilerledikçe apikale doğru kayma eğilimi göstermektedir. İnterdental temas alanları için anterior dişler arasında ‘50-40-30 kuralı’ olarak da bilinen bir estetik ilişki bulunmaktadır.

Bu kurala göre; maksiller santral kesiciler arasındaki optimum temas alanı, santral kesici dişin uzunluğunun yarısı kadardır. Maksiller lateral kesiciler ile santral kesiciler arasındaki optimal temas alanı santral kesici uzunluğunun %40’ı kadar ve maksiller kanin ile lateral kesici arasındaki ideal temas alanı ise santral kesici diş uzunluğunun neredeyse %30’u olarak tanımlanmaktadır. (Giordano ve McLaren 2010; Goldestein 1998)

4.3.4. İnterdental Embraşür

Kontakt alanı ile dişeti arasındaki interproksimal üçgenden oral kavite karanlığının görünmesi estetiği olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle interdental papilla, gingival embraşür bölgesini kontakt alanına kadar tamamen doldurmalıdır. Bununla birlikte köklerin diverjans göstermesi, ileri düzey periodontal hastalıklar veya üçgen formdaki diş morfolojisi gibi durumlarda bu dolgunluk her zaman sağlanamayabilir.

Estetik bir gülüşte, serbest dişeti marjini ile interdental papilla ucu arasındaki dişeti yüksekliğinin, üst santral kesici diş uzunluğunun yaklaşık %40–50'si kadar olması ve gingival embraşür alanını tamamen doldurması beklenir.(Ozdemir ve Bayindir 2016; Giordano ve McLaren 2010)

4.3.5. Maksiller Kesicilerin Fasiyal Konturu

Dişin gingivaya komşu fasiyal yüzeyi, gingival dokunun yüzey konturu ile uyumlu olacak şekilde süreklilik ve paralellik göstermelidir. Buna karşılık insizal bölgeye yakın fasiyal yüzey, konuşma ve yutkunma fonksiyonlarının daha rahat gerçekleşebilmesi için hafifçe palatine doğru eğimli bir form sergilemelidir.

Gingival bölgede oluşan fasiyal overkontür gingival enflamasyona yol açabilirken, insizal bölgede oluşan overkontür dişin linguale itilmesine ve dudak kapanışı sırasında fonksiyonel problemlere neden olabilmektedir. (Croll 1989; Summitt ve ark. 2006)

4.4. Yaş, Cinsiyet ve Kişilik–Diş Şekli İlişkisi

Genç ve feminen bir gülüşün karakteristik özellikleri arasında yuvarlatılmış insizal kenarlar, daha yumuşak geçişli fasiyal çizgi açıları ve belirgin, açık insizal embraşürler yer almaktadır.

Klinik bazı araştırmalara göre pürüzsüz yüzeyler ile yuvarlak ve yumuşak hatlar kadınsılığı ön plana çıkarırken; kübik ve sert hatlara sahip diş formları erkeksi bir görünüm oluşturmaktadır. (Croll 1989; Summitt ve ark. 2006)

Kişilik özellikleri açısından değerlendirildiğinde, sivri uçlu kasp formuna sahip maksiller kaninler agresif bir izlenim yaratırken; körelmiş, yuvarlak ve kısa kasp formuna sahip kaninler daha pasif bir intiba oluşturmaktadır. (Erdemir ve Yildiz 2015)

Genç bireylerde dişler ışık altında genellikle griye ya da mavimsi beyaza yakın tonlarda algılanmakta ve yüzey morfolojileri daha düzensiz bir yapı göstermektedir. Yüksek translusens özellik göstermeleri ve insizal kenarların henüz aşınmamış olması, dişlerin daha koyu bir tonla algılanmasına neden olabilmektedir. Mine dokusu sert ve parlak bir yapıdadır; ayrıca mine-sement birleşimi bölgesinde gingival embraşürler daha küçük, dişeti kenarları ise daha dar bir form göstermektedir. (Renner 1985)

Yaşın ilerlemesiyle birlikte mine yüzeyinde fonksiyonel, parafonksiyonel ve oklüzal aşınmalara bağlı farklılıklar oluşabilmektedir. Aşınmalar sonucu saydam mine tabakası kaybolabilmekte, azalan mine kalınlığı ve görünür hale gelen dentin tabakası nedeniyle diş yüzeyinde pigmentasyonlar oluşabilmektedir. Ayrıca yaş ilerledikçe kas tonusu azalmakta; maksiller kesicilerin görünürlüğü azalırken mandibular kesicilerin görünürlüğü artmaktadır. (Nurlu 2019)

Estetik parametrelerin belirlenmesini takiben, restorasyonun laboratuvar aşamalarına doğru şekilde aktarılabilmesi için ölçü alma işlemleri gerçekleştirilir.

5. DİŞ PREPARASYONU VE PREPARASYON TİPLERİ

5.1. Labial Yüzey Preparasyonu

Labial yüzey preparasyonu, estetik restorasyonun yerleştirilmesini kolaylaştıracak ve restorasyonun ideal konturda hazırlanmasına olanak sağlayacak miktarda doku uzaklaştırılmasını içermelidir. İdeal olarak, yerleştirilecek restorasyon materyalinin kalınlığı kadar diş dokusu kaldırılmalıdır.

Dişin ark içindeki konumu preparasyon miktarını doğrudan etkiler. Labial konumlanmış veya rotasyonlu dişlerde, labial konturların uygun şekilde azaltılması gerekmektedir. (Karagozolu 2015)

5.2. Gingival Preparasyon

Labial yüzey preparasyonu tamamlandıktan sonra gingival preparasyon aşamasına geçilir. Bu aşamada temel amaç, restorasyon sınırlarının hastanın ağız hijyeni ile kolayca temizleyebileceği ve klinisyen tarafından da düzgün şekilde sonlandırılabilir bir konumda hazırlanmasıdır.

Restorasyon sınır alanları, mezial ve distal proksimal bölgelere doğru diş eti konturunu mümkün olduğu kadar izleyecek şekilde düzenlenmelidir.

Preparasyon sınırlarının supragingival olarak hazırlanması tercih edilmelidir. Bu yaklaşım, diş eti travması riskini azaltmasının yanı sıra servikal bölgelerde dentinin açığa çıkmasını engeller. Ayrıca sınırların net bir şekilde görülebilmesi sayesinde ölçü alımı ve simantasyon işlemleri kolaylaşır. (Karagozolu 2015)

5.3. Arayüz (Proksimal) Preparasyon

Proksimal preparasyon planlanırken temel amaç; lamina kenarlarını görünür alanın dışına konumlandırmak ve komşu dişlerle olan kontakları korumaktır.

Ara yüz preparasyonunda temel kural, dişe direkt önden ya da aproksimalden bakıldığında restorasyon ile diş arasındaki birleşim çizgisinin görülmemesidir. Bu nedenle restorasyon embraşür alanı içerisinde sonlandırılmalı ve mümkün olduğunca bu bölgede gizlenmelidir.

Diastema bulunan vakalarda doğal temas alanı kaybolmuş olduğundan, proksimal temas daha lingual konuma taşınmalıdır.

Proksimal preparasyon sırasında özellikle gingivoproksimal bölgeye özen gösterilmelidir.

Proksimal preparasyonun amaçları;

- Retansiyonu artırmak,
- Porselenin kalınlığını artırarak kırılma riskini azaltmak,
- Simantasyon sırasında restorasyonun doğru konumlanabilmesi için rehber düzlem oluşturmak,

Diş dokusu ile restorasyonun arasında renk farkı bulunan durumlarda birleşim çizgisini gizlemektir. (Walls ve ark. 2000; Gürel 2004)

5.4. İnsizal Preparasyon

Porselen lamina preparasyonlarında insizal kenarın preparasyona dahil edilip edilmemesi günümüzde hâlen tartışmalı bir konudur. Bununla birlikte, porselenin daha dayanıklı hale gelmesi ve simantasyon sırasında uygun bir destek zemini oluşturması nedeniyle insizal kenarın preparasyona dahil edilmesi gerektiğini savunan görüşler bulunmaktadır.

Bu tip preparasyonlar sayesinde porselen lamina restorasyonların estetik özellikleri teknisyen tarafından daha rahat hazırlanabilir ve kontrol edilebilirliği vardır. Fakat preparasyonun palatinele uzatılması, lamina üzerinde biriken maksimum gerilme kuvvetlerini artırarak koheziv kırılma riskini yükseltebilmektedir. (Karagozoglu 2015)

Günümüzde dört çeşit insizal kenar preparasyon tipi kabul görmektedir:

1. Mine İç Pencere (Window) Tipi Preparasyon
2. Knife-edge (Feather-Edge) Tipi Preparasyon
3. İnsizal Bevel Tip Preparasyon

4. İnsizal Overlap Tip Preparasyon (Nurlu 2019 ; Gürel 2004)

6. PREPARASYONSUZ LAMİNATE VENEERLER

Diş hekimliğinde teknoloji ve materyal bilimindeki ilerlemeler, tedavi yaklaşımlarının daha minimal invaziv yöntemlere yönelmesine olanak sağlamıştır. Son yıllarda gerçekleştirilen araştırmalar, estetik gülüş tasarımında daha konservatif yaklaşımlara ve hatta preparasyon gerektirmeden uygulanabilen restorasyonlara olan ilginin artmasına katkıda bulunmuştur.

Preparasyonsuz porselen lamina uygulamalarına uygun vakalar şunlardır:

- Mikrodonti bulunan, dişin ark içinde kaldığı veya genel olarak küçük boyutlu dişler,
- Atrizyon, abrazyon , erozyon ya da bu faktörlerin kombinasyonu sonucu formunu kaybetmiş, kısa ve aşınmış dişler,
- Anterior dişlerin aşırı lingualize olduğu ve ark formunun dar olduğu bilateral çekimli ortodontik vakalar,
- Aşırı büyük dudakların dişlerle orantısızlık oluşturduğu durumlar,
- Diastemalı dişler. (Karagozolu, 2015)

Preparasyon aşamasının ardından, restorasyonun doğal dişlerle uyumunun sağlanabilmesi için renk seçimi ve estetik kriterlerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

7. PORSELEN LAMİNATE VENEERLERDE BAŞARI VE BAŞARISIZLIK

1980’li yıllarda porselen laminate veneerler ilk kez geliştirildiğinde, kullanılan materyallerin ve adeziv sistemlerin fiziksel özelliklerinin yeterli düzeyde olmaması, ayrıca yapıştırıcı rezin ile porselen arasındaki arayüzde henüz tam olarak açıklanamayan bazı faktörler, restorasyonların başarısızlık riskini artırmaktaydı. Ancak bağlanma dayanımına ilişkin sorunların büyük ölçüde çözülmesiyle birlikte, kırıklara yol açabilen oklüzal problemler, kısa ve uzun dönem klinik başarıyı etkileyen periodontal durumlar ve diş-porselen arayüzünde meydana gelen mikrosızıntıya bağlı marjinal renklemeler gibi faktörler daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. (Linden ve ark. 1991; Gürel 2004)

Laminate restorasyonlarda başarılı klinik sonuçlar elde edebilmek için vakanın doğru planlanması, diş preparasyonunun mümkün olduğunca konservatif şekilde yapılması, uygun seramik materyal ve simantasyon yönteminin seçilmesi, bitirme ile polisaj işlemlerinin dikkatle gerçekleştirilmesi ve tedavi sonrasında hastanın ağız hijyenine özen göstermesi büyük önem taşımaktadır.(Santos ve ark. 2009 ; Altıncı 2010)

Klinik çalışmalarda, yenileme gerektiren başarısızlık oranının %7 veya daha az olduğu bildirilirken, yenileme gerektirmeksizin yalnızca tamir ihtiyacı duyulan restorasyonların oranının 10 yıl sonunda %36’ya ulaştığı belirtilmiştir. (Dumfahrt ve Schaeffer 2000)

Araştırmalara göre restorasyonların klinik başarısızlığına yol açan başlıca nedenler; çürük gelişimi, endodontik tedavi gereksinimi, periodontal hastalıklar, retansiyon kaybı, estetik açıdan yetersiz sonuçlar, diş kırıkları ve restorasyon kırıklarıdır. Bunun yanı sıra, restorasyonun yenilenmesini gerektirebilen ağrı, hassasiyet, diş mobilitesi, kök rezorpsiyonu, temporomandibular

eklem sorunları, alerjik reaksiyonlar ve fonetik bozukluklar gibi çeşitli klinik durumlar da ortaya çıkabilmektedir.

Başarının üstünde etkili olan en büyük faktörlerden biri, porselen ile diş dokusu arasındaki bağlantının sağlamlığıdır. Bu bağlantının dayanıklılığını etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- Restorasyonun diş dokusuna olan uyumu,
- Porselen yüzey pürüzlendirme işlemlerinin doğru ve uygun şekilde uygulanması,
- İdeal özelliklere sahip bir rezin simanın seçilmesi ve simantasyon işleminin dikkatli ve titiz biçimde gerçekleştirilmesi (başarısız bir simantasyon; dentin ile siman arasında mikrosızıntı oluşumuna, sekonder çürük gelişimine, marjinal bölgede renklenmelere ve restorasyonda kırıklara neden olabilir),
- Klinik işlemler sırasında tüm detaylara özen gösterilmesi.

Tüm bu faktörlere dikkat edilmesine rağmen, porselen lamina restorasyonlarında kırılma, mikrosızıntı ve debonding gibi önemli komplikasyonlarla karşılaşılabilir.

Restorasyonlarda kırık görülmesinin başlıca nedenleri şunlardır:

- Dentin yüzeyine adezyonun yetersiz olması,
- Geniş kompozit rezin restorasyonların varlığı,
- Geniş defektlere sahip endodontik tedavili dişler,
- Travma,
- Ağır fonksiyonel ya da parafonksiyonel yükler. (Erisik 2021)

Fradeani ve çalışma arkadaşları tarafından yürütülen klinik araştırmada porselen laminate veneer restorasyonlar; renk uyumu, porselen yüzeyinin durumu, marjinal renklenme ve marjinal bütünlük gibi kriterler açısından değerlendirilmiştir. On iki yıllık takip sürecinin sonunda restorasyonların %94,4 oranında klinik başarı gösterdiği rapor edilmiştir. (Fradeani 2005)

Porselen laminate veneerlerde görülen başlıca başarısızlık nedenleri; fraktür, mikrosızıntı, bağlantı kaybı ve renklenme olarak tanımlanmaktadır.

Klinik başarının yalnızca fonksiyonel değil, aynı zamanda estetik stabilite açısından da değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, simantasyon sonrası ortaya çıkabilen renk değişiklikleri önemli bir değerlendirme kriteri olarak ele alınmaktadır.

KAYNAKÇA

- Altıncı P, C.G. Tam seramik restorasyonlarda klinik başarı. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*. 2010;4:477-481.
- Basaran S, Yamanel K. Gülümseme tasarımı. *A.Ü. Diş Hek Fak Dergisi*. 2015;42(2):123-134.
- Belser UC, Magne P, Magne M. Ceramic laminate veneers: continuous evolution of indications. *J Esthet Dent*. 1997;9(4):197-207.
- Calamia JR. Etched porcelain facial veneers: a new treatment modality based on scientific and clinical evidence. *N Y J Dent*. 1983;53(6):255-259.
- Chalifoux PR. Porcelain laminate veneers: treatment planning considerations for the indirect restorative technique. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1998;10(2):143-149.
- Cokakoglu S, Nalcacı R. Midline asymmetries and treatment choices. *Cumhuriyet Dent J*. 2013.
- Croll BM. Emergence profiles in natural tooth contour. Part 1: photographic observations. *J Prosthet Dent*. 1989;62:4-10.
- Dumfahrt H, Schäffer H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part II clinical results. *Int J Prosthodont*. 2000;13:9-18.
- Düzyol M, et al. Rezin esaslı anterior lamina venerler ve güncel yapım yöntemleri. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*. 2017.
- Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent*. 2002;87(5):503-509.

- Erdemir U, Yıldız E. *Esthetic and functional management of diastema: A multidisciplinary approach*. Switzerland: Springer International Publishing; 2016.
- Erişik P. *Porselen Laminate Veneerler*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi; 2021.
- Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation, a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2005;25:9-17.
- Giordano R, McLaren EA. Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compend Contin Educ Dent*. 2010;31:682-684.
- Goldestein RE. *Esthetic in Dentistry*. 2nd ed. Hamilton, ON: BC Decker Inc; 1998.
- Gürel G. Predictable, precise, and repeatable tooth preparation for porcelain laminate veneers. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2003;15(1):17-24.
- Gürel G. Porcelain laminate veneers: minimal tooth preparation by design. *Dent Clin North Am*. 2007;51(2):419-431.
- Gürel G. *The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers*. İstanbul: Quintessence Yayıncılık; 2004.
- Horn HR. Porcelain laminate veneers bonded to etched enamel. *Dent Clin North Am*. 1983;27(4):671-684.
- Karagozoglu I. Minimal invaziv yöntemlerle hazırlanan porselen laminaların diş uyumlarının incelenmesi ve klinik takibi. Doktora tezi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2015.
- Kaur G, Kaushal R, Prabhakar D. Esthetic restorations and smile designing: a review. *Int J Health Sci*. 2021;5:10-22.

- Kiliaridis S, Terzic BE. Bleaching-resistant staining due to tetracycline: a case treated with porcelain laminate veneers. *J Esthet Restor Dent*. 2004;16(3):155-161.
- Kokich VG, Kiyak HA, Shapiro PA. Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Dent*. 1999;11(6):311-324.
- Linden JJ, Swift EJ Jr, Boyer DB, Davis BK. Photo-activation of resin cements through porcelain veneers. *J Dent Res*. 1991;70:154-157.
- Magne P, Magne M, Belser U. Adhesive restorations, centric relation, and the Dahl principle: minimally invasive approaches to localized anterior tooth erosion. *Eur J Esthet Dent*. 2007;2(3):260-273.
- Nathanson D, Pober R. The effect of bleaching agents on the color stability of ten resin-based composites. *Gen Dent*. 1990;38(6):436-437.
- Nurlu G. *Porselen Laminate Veneerler*. Bitirme tezi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2019.
- Ozdemir H, Bayındır F. The evaluation of golden proportion in persons with natural dentitions. *J Dent Fac Atatürk Uni*. 2016;26(2):251-255.
- Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*. 2000;28(3):163-177.
- Pincus CR. Building mouth personality. *J South Calif State Dent Assoc*. 1938;14:125-129.
- Poyser NJ, Briggs PF, Chana HS, et al. The evaluation of direct composite restorations for the worn mandibular anterior dentition: clinical performance and patient satisfaction. *J Oral Rehabil*. 2007;34(5):361-376.

- Rebellato J. Asymmetric extractions used in the treatment of patients with asymmetries. *Semin Orthod*. 1998;4:180-188.
- Renner RP. *An Introduction to Dental Anatomy and Esthetics*. Chicago: Quintessence; 1985.
- Santos GC Jr, Santos MJ, Rizkalla AS. Adhesive cementation of etchable ceramic esthetic restorations. *J Can Dent Assoc*. 2009;75:379-384.
- Sarver DM. The importance of incisor positioning in the esthetic smile: the smile arc. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;120(2):98-111.
- Seow WK. Developmental defects of enamel and dentine: challenges for basic science research and clinical management. *Aust Dent J*. 2014;59(Suppl 1):143-154.
- Sharma PK, Sharma P. Dental smile esthetics: the assessment and creation of the ideal smile. *Semin Orthod*. 2012;18:193-201.
- Stappert CF, Ozden U, Gerds T, Strub JR. Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation designs after exposure to masticatory simulation. *J Prosthet Dent*. 2005;94(2):132-139.
- Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 3rd ed. Hanover Park: Quintessence Publishing; 2006.
- Şeşen Uslu Y, Aykor AA. Kişiyi özgü dijital gülüş tasarımı. In: Benderli Gökçe Y, ed. *Restoratif Diş Hekimliği Kapsamındaki İndirekt Restorasyonlar ve Bu Alanda Dijital Uygulamaların Yeri ve Önemi*. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2020. p.30-37.

- Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 3. *Eur J Esthet Dent*. 2008;3(3):236-257.
- Walls AWG, Steele JG, Wassell RW. Crowns and other extra-coronal restorations: porcelain laminate veneers. *Br Dent J*. 2002;193:73-82.

DİŞ HEKİMLİĞİNDE FOTOGRAMETRİ

Ersan ÇELİK¹

Betül MARANGOZ²

1. GİRİŞ

Dijital diş hekimliği; yapay zekâ, CAD/CAM, CBCT ve bilgisayar destekli cerrahi gibi teknolojileri birleştirerek modern ağız sağlığı pratiğini dönüştüren kapsamlı bir yaklaşımdır. Bu dijital iş akışı, restorasyonların hassas üretimini ve ayrıntılı anatomik teşhisleri mümkün kılarak tedavi öngörülebilirliğini artırır. Sonuç olarak; veri paylaşımı kolaylaşırken, klinik süreler kısaltmakta ve tedavi sonuçları çok daha güvenilir hale gelmektedir (Lam et al., 2026; Alghauli et al., 2025).

İntraoral tarama, klinik uygulamada yaygın olarak kullanılan dijital ölçü tekniklerinden biridir. Konvansiyonel ölçülere kıyasla daha konforlu, hızlı ve distorsiyon riskinden uzak dijital ölçüler sağlayarak hasta deneyimini iyileştirir ve laboratuvarla dijital entegrasyon sayesinde aynı gün restorasyon üretimine imkân tanır (Puleio et al., 2025). İmplant destekli tek kron ve kısa restorasyonlarda intraoral tarayıcıların doğruluğu kabul edilmiştir. Ancak tarayıcı markası, ortam ışığı, scan body tipleri, implantlar arası mesafe, tarama alanının genişliği, mukoza özellikleri ve tarama paterni gibi faktörler özellikle tam ark implant vakalarında sorunlara yol açabilmektedir (Richert et al., 2017; Iturrate et al., 2019; Chen et al., 2022).

¹ Doç. Dr., Ordu Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., ORCID: 0000-0002-3797-770X.

² Arş. Gör., Ordu Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., ORCID: 0009-0005-8817-0112.

İntraoral tarayıcılar (IOS), diş yüzeylerini optik olarak kaydetmek amacıyla yapılandırılmış ışık veya lazer desenleri kullanarak çalışır (Mangano et al., 2017). Yansıtılan desenlerin deformasyonu yüksek çözünürlüklü kameralar tarafından algılanır ve yazılım, ortak referans noktalarını eşleştirerek üç boyutlu bir noktalar bulutu ve ardından mesh yapısı oluşturur (Richert et al., 2017). Bu süreçte çok sayıda iki boyutlu görüntünün örtüşen alanlarda birleştirilmesi (stitching) temel prensiptir. Ancak ardışık görüntülerin hizalanmasında oluşan küçük hatalar özellikle tam ark taramalarında birikerek doğruluğu azaltabilir ve klinik açıdan anlamlı sapmalara yol açabilir (Imburgia et al., 2017). Bu sınırlılık, yüksek hassasiyet gerektiren uygulamalarda alternatif veya gelişmiş dijital teknolojilere olan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

2. FOTOGRAMETRİ

Fotogrametri, fotoğraflardan yararlanarak nesne veya yüzeylerin üç boyutlu ölçüm ve modellemesini sağlayan, metrolojik prensiplere dayanan bir tekniktir; yüksek doğruluk ve temassız ölçüm avantajı sayesinde haritacılık, mimarlık ve adli bilimler gibi alanlardan tıbbi uygulamalara kadar geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Mikhail et al., 2001; Remondino, 2011; Mitchell & Newton, 2002).

Fotogrametri, 1994 yılı gibi erken bir tarihte, protez ile implant arasındaki marjinal adaptasyonun değerlendirilmesi amacıyla implant diş hekimliğine kazandırılmıştır. 1999 yılında implant konumlarının hassas bir şekilde saptanması ve protetik üst yapılarla olan uyumunun analiz edilmesinde fotogrametrik yöntemlerin temeli, Lie ve Jemt tarafından atılmıştır. Yazarlar, kalibre edilmiş kamera sistemleri ve yüksek çözünürlüklü analitik çiziciler kullanarak dijital ölçü teknolojilerinin öncü çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir ve bu yöntemin doğruluğunun

konvansiyonel ölçü tekniği ile karşılaştırılabilir olduğunu bildirmiştir (Lie & Jemt, 1994). Ancak uygulamasının karmaşıklığı nedeniyle fotogrametri uzun süre klinik pratikte yaygın kullanım alanı bulamamıştır.

Günümüzde ise diş hekimliğinde hastanın yüzünün ve dental arkının 3B dijital modelinin oluşturulması, implant ölçüsü alınması ve All-on-4 / 6 vakalarında pasif uyum, 2 veya 3 implant tarafından desteklenen sabit bölümlü protezler, dijital gülüş tasarımı, hızlı damak genişletme (RME) uygulamaları ve sonrası diş ve doku hareketinin değerlendirilmesi, deneysel olarak total protez, iskelet deformasyonunu tespit etmek, peri-implant mukozasının çekilmesini ölçmek, dental implantların cerrahi öncesi planlanan pozisyonu ile cerrahi sonrası elde edilen pozisyonunun karşılaştırılması gibi alanlarda kullanılır (Hussein, 2023; Pozzi et al., 2025a; Matsuda et al., 2016; Campobasso et al., 2022; Negreiros et al., 2025a).

2.1. İmplant Ölçüsünde Fotogrametri

Konvansiyonel klinik iş akışında implant pozisyonlarının hastanın ağızından ölçü materyali aracılığıyla aktarılmasında çoğunlukla splintlenmiş açık kaşık ölçü tekniği kullanılmaktadır (Chang et al., 2012). Bu teknik klinik olarak kabul edilebilir sonuçlar sağlasa da, karmaşık basamaklar içermesi, zaman alıcı olması ve hasta açısından konforsuz olması gibi dezavantajlara sahiptir. Ayrıca ana modellerin doğruluğu; ölçü materyalleri, komponentlerin uyum toleransı ve ana modelde meydana gelen boyutsal değişiklikler gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Joda & Brägger, 2015; Lee & Gallucci, 2013; Ortorp et al., 2005).

Günümüzde fotogrametri cihazları koordinat bazlı ölçüm ve triangülasyon mantığıyla çalışır (Benabdallah-M'Rabat et al., 2025). Fotogrametri için kullanılan optik işaretleyicilerin (Palmcap, PIC Transfer vb.) IOS ta kullanılan scan bodylerden farklıdır. Bu markerların implant seviyesinde ve abutment

seviyesinde kullanılabilen çeşitleri bulunmaktadır (Gómez-Polo et al., 2023). Kamera markerları aynı anda birden fazla açıdan görür. Yazılım, markerlar arasındaki mesafeyi ve açıları matematiksel olarak hesaplar. Her implant için mutlak koordinat (x-y-z + açı) oluşturur. Burada önemli fark her implantın, diğerine göre değil, sabit bir referans sistemine göre konumlandırılmasıdır. Bu yüzden hata taşınmaz, distorsiyon oluşmaz ve tam arkta doğruluk ve pasif uyum korunur (Pozzi et al., 2025a).

2.2. Fotogrametride Doğruluk

Doğruluk(accuracy), iki bileşenin birleşimidir: gerçeğe uygunluk (trueness) ve tekrarlanabilirlik/hassasiyet (precision). Trueness, yapılan ölçümün gerçek referans değere ne kadar yakın olduğunu ifade ederken; hassasiyet (precision) ise aynı ölçüm tekrarlanıp durulduğunda sonuçların birbirine ne kadar yakın olduğunu, yani ölçümlerin tekrarlanabilirliğini gösterir (García Gil et al., 2025).

İmplant destekli protezlerde ideal pasif uyum elde etmek pratikte neredeyse imkânsızdır; ancak literatürde Jemt'in klasik tanımına göre 150 µm civarındaki bir boşluk, uzun dönem komplikasyon yaratmaksızın kabul edilebilir bir sınır olarak belirtilmiştir (Buzayan & Yunus, 2014; Pradíes et al., 2014).

Fotogrametrik ölçüm sistemleri, çoklu implant pozisyonlarının yüksek doğrulukla alınmasını hedefler. Nitekim farklı araştırmalarda ekstraoral fotogrametri cihazlarının doğruluğunun bu klinik sınırlar içinde olduğu gösterilmiştir. Literatürdeki veriler, fotogrametri (PG) teknolojisinin yüksek bir ölçüm hassasiyetine sahip olduğunu ortaya koymaktadır; nitekim bu cihazlar için rapor edilen ortalama gerçeklik değerleri 10-77 µm, kesinlik değerleri ise 2-203 µm gibi geniş ancak etkili bir spektrumda yer almaktadır (Revilla-León et al., 2025a).

2.3. Fotogrametrinin Avantajları

Fotogrametri, optik ölçüm prensibi sayesinde kan, tükürük ve diğer kalıntılardan minimal etkilenir; nemli ağız içi koşullarda stabil ve hassas ölçü sağlar (Tohme et al., 2021). Küçük optik markerlar ile çalıştığı için elastomerik ölçülere göre daha konforludur; mide bulantısı gibi sorunları azaltır ve tam çene implant ölçülerinin daha hızlı alınmasına olanak tanır (Peñarrocha-Oltra et al., 2014). Sınırlı ağız açıklığı, TME problemleri, trismus, cerrahi skar veya radyasyon fibrozisi gibi durumlarda geniş ağız açma gereksinimi olmadan implant pozisyonları kaydedilebilir (Papaspnyridakos et al., 2017). Dijital ölçü süreci sırasında işlem durdurulabilir ve daha sonra kaldığı yerden devam edilebilir. Elde edilen implant verileri doğrudan CAD/CAM sistemlerine aktarılabilir; alçı model veya geleneksel döküm süreçlerine ihtiyaç azalır ve tamamen dijital üretim süreci mümkün olur.

2.4. Fotogrametrinin Kullanımında Karşılaşılan Zorluklar

Fotogrametri sistemleri yüksek doğruluk sunmasına rağmen ölçüm sonuçları operatör tekniği, cihaz kalibrasyonu ve çevresel koşullara bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (Ma et al., 2021). Peri-implant yumuşak dokular optik markerların görünürlüğünü azaltarak ölçüm doğruluğunu etkileyebilir; özellikle subgingival implantlarda, kanama veya doku teması tarama kalitesini düşürebilir. Bu nedenle ölçü sırasında uygun doku yönetimi, markerların tam oturduğunun kontrolü ve gerektiğinde retraksiyon önerilir (Ma et al., 2021; Negreiros et al., 2025a).

2.5. Fotogrametri Cihazlarının Sınıflandırılması

İmplant pozisyon transferi için kullanılan cihazlar ekstraoral ve intraoral olarak bulunur (Negreiros et al., 2025a):

Ekstraoral fotogrametri cihazları, ağız dışından tarama yapan fotogrametrik kamera, kodlanmış optik marker abutmentler ve özel yazılımdan oluşur. Ancak çoğu sistem yumuşak doku, diş pozisyonu, karşı ark ve maksillomandibular ilişki gibi ek verileri kaydedemediği için implant iş akışında fotogrametri genellikle intraoral tarayıcı (IOS) ile birlikte kullanılır (Ucer et al., 2025). Bu sistemlere DSLR / Profesyonel kamera fotogrametri sistemleri, PIC Camera (PIC Dental), Imetric iCam4D, PALM Dental Photogrammetry Scanner, Grammee (BlueSkyBio), Oxocore (Oxofit), MicronMapper, FastMap örnek verilebilir.

İntraoral fotogrametri cihazlarında dijital teknolojilerdeki gelişmelerle birlikte, intraoral PG prosedürü IOS sistemlerine entegre edilmiştir. Bu intraoral PG sisteminin doğruluğunun, ekstraoral PG sistemlerine benzer olduğu bildirilmiş olup, implant destekli protezlerin üretimi için gerekli implant konumları ve yumuşak doku taramalarının aynı cihazla kaydedilebilmesi avantajını sağlamaktadır (Brakoč et al., 2025; Nulty, 2024). Bu sistemlere Aoralscan Elite (Shining 3D), DOF FREEDOM Air örnek verilebilir.

Dental ark ve yüz fotogrametrisi için kullanılan cihazlara ise FaceShape Maxi 6, Optiscan / Photogrammetry face scanners, Rayface 3d, Mobil Fotogrametri Sistemleri örnek verilebilir.

2.5.1. Ekstraoral Fotogrametri Cihazları

2.5.1.1. DSLR(Digital Single Reflex Camera) Fotogrametri Sistemleri

DSLR (dijital tek mercek yansıtmalı) fotoğraf makineleri (canon, nikon vb.) gibi yüksek çözünürlüklü kameralarla çekilen fotoğraflar, structure-from-motion (SFM) ve multi-view stereo (MVS) algoritmalarını kullanan özel yazılımlar aracılığıyla işlenir. Fotoğraflardaki ortak özellik noktaları eşleştirilerek 3B koordinatlar ve kamera konumları hesaplanır; ardından derinlik

bilgisi çıkarılarak yoğun nokta bulutu ve yüzey modeli oluşturulur. Böylece yalnızca 2B görüntülerden ayrıntılı bir 3B model elde edilir (Stuani et al., 2019; Zotti et al., 2022).

Zotti ve ark. (2022), DSLR fotogrametri yöntemiyle üretilen modellerin, laboratuvar ve ağız içi tarayıcılarla üretilen modeller ile klinik olarak benzer sonuçlar verdiğini ortaya koyarak; doğru protokollerle uygulanan fotogrametrinin, diş hekimliğinde yüksek doğruluklu 3B dijital modelleme için güvenilir olduğunu göstermişlerdir (Zotti et al., 2022).

2.5.1.2. PIC Camera

PICdental firması tarafından 2010 yılında tanıtılan PICcamera®, fotogrametri teknolojisinden yararlanarak ağız içi implant lokasyonlarını dijital olarak kaydeden gelişmiş bir stereo kamera sistemidir. Teknik yapısında, yüksek hassasiyet için optimize edilmiş çift CCD kamera barındıran bu cihaz; sistemin donanım mimarisinde, tarama esnasında ortam ışığından kaynaklanabilecek gölge ve yansıma kusurlarını bertaraf etmek amacıyla sürekli aydınlatma sağlayan bir kızılötesi flaş ünitesi bulunur (Badur & Sarıdağ, 2022; Santamaría-Laorden et al., 2025; PIC dental, t.y.).

PIC sistemde ölçüm yaparken her implanta geçici olarak vidalanan, PICabutment adı verilen kodlanmış abutmentler kullanılır. PICabutment'lerin üzerinde yer alan siyah-beyaz geometrik desenli optik işaretleyiciler, her implant için benzersiz bir kod oluşturur; bu sayede kamera, görüntü yakalarken her bir implantı birbirinden ayrı nesneler olarak tanıyabilir (Ribeiro et al., 2024). PICabutment'ler genellikle 15 Ncm tork ile sıkılır. PICcamera, tarama boyunca stabiliteyi sağlamak için bir tripoda monte edilir ve hastadan yaklaşık 15–30 cm uzaklıkta, PICabutment'lere maksimum 45°'lik bir açıyla konumlandırılır. Bu yerleşim, kamera çift lensinin tüm implant işaretleyicilerini

net görebilmesini sağlar. Sistem, birden fazla açıdan stereoskopik fotoğraflar çekerek çalışır (Badur & Sarıdağ, 2022).

PICcamera ile fotogrametri yöntemi, özellikle dört veya daha fazla dişin olmadığı kısmi dişsizlik vakalarında ya da tam dişsizlik durumlarında bu sistemin başarılı şekilde uygulandığı bildirilmiştir. Buna karşın, meziyo-distal aralığın çok dar olduğu durumlarda kodlanmış PICabutment'lerin bayrak şeklindeki yapıları için yeterli yatay alan olmadığından, sistemin bu tür vakalarda kullanılamayacağı belirtilmektedir (Jiranaphawiboon et al., 2025).

Her iki PICabutment çifti için yaklaşık 50 adet 3 boyutlu görüntü yakalanır ve toplamda 60 saniyeden kısa sürede 600'e yakın görüntü elde edilebilir. Tarama esnasında kamera, elde edilen görüntü verilerini anlık olarak işler ve ekranda operatöre gösterilir (Peñarrocha-Oltra et al., 2014; Pradiés et al., 2014). Sistemin yazılımı bu görüntüleri, her bir implant arasındaki açılar ve mesafeleri hesaplayarak işler; verileri ortalayarak ark üzerindeki her implantın göreceli mekânsal konumunu triangülasyon yöntemiyle hassas biçimde belirler (Benabdallah-M'Rabat et al., 2025). Bu işlemin çıktısı, esasen tüm implant pozisyonlarının vektörel 3B koordinatlarını içeren standart bir STL dosyasıdır (Barreto, 2022).

Tüm PICabutment'ların aynı anda görüntülenemediği durumlarda, PIC sistemi çok fazlı kayıt protokolüyle implantları ayrı taramalarda kaydeder; her iki taramada sabit bırakılan ortak bir referans PICabutment sayesinde veriler aynı koordinat sisteminde hizalanarak tek bir doğru 3B kayıt elde edilir (Jiranaphawiboon et al., 2025).

PIC app®, iPhone tabanlı bir akıllı telefon ve yazılım algoritması kullanarak aynı prensiple implant pozisyonlarını hesaplamaktadır. 2025 tarihli bir çalışmanın bulgularına göre, PIC app®, PIC system®'e kıyasla biraz daha düşük doğruluk

sunsa da farkın klinik sınırlar içinde olduğu ve teknolojinin daha erişilebilir hale geldiğini ortaya koymuştur (Santamaría-Laorden et al., 2025).

Gómez-Polo ve ark. (2023), Mart 2023'e kadar yayımlanan çalışmaların PRISMA kriterlerine göre analiz edildiği sistematik derlemede, implant destekli protezlerde fotogrametri tabanlı dijital ölçülerin doğruluğunu değerlendirerek özellikle PIC System ve iCam4D sistemlerinin klinik yeterliliğini vurgulamıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tam ark implant taramalarında PIC sistemi 10–49 μm doğruluk ve 5–65 μm hassasiyet sergilerken; iCam4D sistemi 24–77 μm doğruluk ve 2–203 μm hassasiyet değerleri ile benzer bir performans göstermiştir (Gómez-Polo et al., 2023).

Pozzi ve ark. (2025), tam ark implant dijital ölçülerinde intraoral tarama (IOS) ile stereofotogrametri (PICcamera, iCam4D-SPG) yöntemlerinin doğruluğunu karşılaştırmak amacıyla PRISMA kriterlerine uygun bir sistematik derleme ve meta-analiz gerçekleştirmiştir. 2018 sonrası yayımlanan 13 çalışmanın dahil edildiği analizde, çalışmaların büyük çoğunluğunda stereofotogrametrinin IOS'a kıyasla özellikle yüzey ve açısal doğruluk parametrelerinde istatistiksel olarak daha üstün performans gösterdiğini ortaya koyulmuştur (Pozzi et al., 2025a).

2.5.1.3. ICAM4D

İsviçre kökenli Imetric4D şirketi tarafından 2018 yılında sektöre sunulan iCam4D, taşınabilir bir ekstraoral fotogrametri cihazıdır. Cihaz yapılandırılmış ışık fotogrametrisi prensibiyle çalışan bir projektör ile dört adet kameradan oluşan entegre bir düzeneğe sahiptir (Fu et al., 2025; Revilla-León et al., 2025a). İmplantların ağız içerisindeki lokasyonlarını ve açısal konumlarını yüksek doğrulukla tanımlamak için özel optik

işaretleyici abutmentlar olan iCamBody bileşenlerinden yararlanır (Revilla-León et al., 2025b).

ICam4D sistemiyle fotogrametri taraması tamamlandıktan sonra, implant konum bilgisi yumuşak dokuya aktarılır. Bunun için cihaz setindeki iCamRef elemanları kullanılır. iCamRef'ler, geleneksel iyileşme başlıklarına benzer küçük boyutlu referans abutment'lardır. Tarama işleminden sonra implantların üzerindeki iCamBody'ler çıkarılır ve yerlerine iCamRef'ler takılır; böylece intraoral bir tarayıcı ile diş eti yüzeyi kolayca sayısallaştırılabilir (Badur & Sarıdağ, 2022; Imetric 4D, t.y.; Muslu & Kurtulmus-Yılmaz, 2025).

Hussein (2023), 2011-2021 yılları arasındaki 20 çalışmayı inceleyerek fotogrametrinin implant diş hekimliğindeki yerini analiz etmiştir. Çalışma; PIC Camera ve iCam4D sistemlerinin implant koordinat transferinde yüksek güvenilirlik sunduğunu ve protezlerde pasif uyumu başarıyla sağladığını ortaya koymuştur. Ancak, bu teknolojinin implant pozisyonu belirlemedeki başarısına rağmen, genel 3D tarama uygulamalarındaki doğruluğunun hala sınırlı olduğu vurgulanmıştır (Hussein, 2023).

Abuduwaili ve ark. (2025), iCam4D sisteminin tam dişsiz implant modellerinde fotogrametrik ölçüm doğruluğunu incelemiştir. iCam4D'nin medyan 3D doğruluk farkı 25.23 µm, tekrarlanabilirlik açısından ise RMS değeri 3.7 µm olarak rapor edilmiştir. Sonuçlar, iCam4D sisteminin implant pozisyonlarını yüksek hassasiyetle belirleyebildiğini ve klinik olarak güvenilir bir alternatif sunduğunu göstermektedir (Abuduwaili et al., 2025).

2.5.1.4. Palmdent Scanner

Palmdent scanner fotogrametri cihazı Çin, Şanghay merkezli Scedent Medical Devices Company tarafından piyasaya sürülmüştür. Palmark, PALM Dental Photogrammetry Scanner sisteminde kullanılan, implant üzerine vidalanan fotogrametrik

referans işaretleyicisidir. PalmCap ise hasta ağzında yumuşak doku ve kapanış ilişkisi gibi verilerin toplanması için ios ile kullanılan oral tarama parçasıdır. Firmaya göre minimum doğruluğu yaklaşık 5 mikron (μm) olarak belirtilmiştir (Scedent, t.y.).

2.5.1.5. OXO Core

OXO Core fotogrametri sistem 2022 yılında İspanya menşeli Oxo Technology tarafından piyasaya sürülmüştür. Sistemin implant üzerine vidalanan optik markerları Oxo Markers' dır (Muslu & Kurtulmuş-Yılmaz, 2025; Revilla-León et al., 2025a).

Muslu ve Kurtulmuş-Yılmaz (2025) , yaptıkları bir çalışmada implant angulasyonunun intraoral tarama ve fotogrametri tekniklerinin doğruluk ve tekrarlanabilirliği üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla, beş implant içeren tam dişsiz maksilla modelleri üzerinde IOS, PAD destekli IOS ve iki farklı fotogrametri sistemi (ICam4D G3 ve OxoCore – PG-O) ile dijital ölçüler almışlardır. Araştırmacılar, ICam4D(PG-I) sisteminin en düşük RMS değerlerini ($\sim 18 \pm 3 \mu\text{m}$) gösterdiğini, buna karşın OxoCore (PG-O) sisteminde paralel implant konfigürasyonlarında kabul edilebilir doğruluk sergilemiş olmakla birlikte, özellikle distal angulasyon varlığında doğrusal, açısız ve üç boyutlu sapmaların arttığı ve doğruluğun olumsuz etkilendiği gösterilmiştir (Muslu & Kurtulmuş-Yılmaz, 2025).

2.5.1.6. Gramme Scanner

Gramme scanner İngiltere menşeyli BlueSkyBio firması tarafından 2024 yılında piyasaya sürülmüştür. Firmanın iddalarına göre cihazın sunduğu konumsal doğruluk $\pm 9 \mu\text{m}$, pozisyonel tekrarlanabilirlik $\pm 6 \mu\text{m}$ dir (Grammee, t.y.).

Revilla-León ve ark.(2025), yaptıkları bir çalışmada tam ark implant taramalarında kullanılan, PIC System (PIC Dental),

Icam4D (Imetric), Grammee (BlueSkyBio), OxoFit (Oxo) ve intraoral fotogrametri cihazı Aoralscan Elite (Shining 3D) gibi farklı fotogrametri sistemlerinin doğruluk ve tekrarlanabilirliklerini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Elde edilen bulgulara göre, ortalama doğrusal sapma değerlerinin 17–30 µm, ortalama açısal sapmaların 0,17–0,34 derece aralığında kaldığı saptanmıştır. Araştırmacılar, PIC System ve Icam4D cihazlarının doğrusal doğruluk açısından en iyi sonuçları verdiğini, açısal doğrulukta ise Grammee sisteminin en düşük sapmaları gösterdiğini bulmuşlardır. İntraoral fotogrametri cihazı Aoralscan Elite’in Grammee ve OxoFit sistemlerine benzer doğruluk sağladığı bulunmuştur (Revilla-León et al., 2025a).

2.5.1.7. Micronmapper Scanner

MicronMapper scanner Kanada merkezli ClaroNav firması tarafından 2024 yılında piyasaya sürülmüştür. Firmaya göre cihaz ekstraoral bir fotogrametri cihazı olmasına rağmen yumuşak doku taraması yapabilmektedir. Cihaz hem fotogrametri taramaları hem de yumuşak doku (IOS) taramaları için aynı tarama gövdelerini kullanır (ClaroNav Dental, t.y.).

Revilla-León ve ark.(2025), yaptıkları bir klinik çalışmada, tam ark implant taramalarında Micron Mapper ekstraoral fotogrametri sistemi, Aoralscan Elite intraoral fotogrametri sistemi ve IOConnect–TRIOS 5(IOConnect; TruAbutment) kombinasyonu kullanılmıştır ve bu sistemlerin doğruluk ve tekrarlanabilirliğini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmacılar, IOConnect sisteminin en iyi doğrusal precision değerlerini, Elite sisteminin ise en iyi açısal trueness değerlerini gösterdiğini, Micron Mapper ve Elite cihazlarının açısal precision açısından üstün olduğunu bulmuşlardır. Sonuç olarak, test edilen tüm yöntemlerin klinik olarak kabul edilebilir sapmalar sağladığı sonucuna varmışlardır (Revilla-León et al., 2026a).

2.5.1.8. Fastmap

X-Nav Technologies tarafından geliştirilen FastMap™, X-Guide dinamik cerrahi navigasyon sistemine entegre edilmiş yeni bir "navigasyonlu fotogrametri" (navigated photogrammetry) teknolojisidir. Özellikle tam dişsiz (full-arch) vakalarda, implantların cerrahi sonrası konumlarını saniyeler içinde dijital olarak kaydetmek ve protez aşamasına geçmek için tasarlanmıştır (X-Nav Technologies, t.y.).

Lin ve ark. (2025), yapıkları bir çalışmada tam ark immediyat yükleme vakalarında dinamik navigasyon, FastMap fotogrametri ve 3B yazıcıyı birleştiren tam dijital iş akışıyla implant yerleştirme ve sabit protez uygulamasının aynı gün tamamlanabildiğini ve bu yaklaşımın hız, öngörülebilirlik ve klinik verimlilik sağladığını bildirmiştir (Lin et al., 2025).

2.5.2. İntraoral Fotogrametri Cihazları

2.5.2.1. Aoralscan Elite

EPG ile IOS sistemlerini tek bir yapı altında toplayan yeni nesil intraoral fotogrametri tekniği (IPG), bu iki yaklaşımın sınırlılıklarını ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiş ve klinik kullanıma yönelik olarak ticari hale getirilmiştir. IPG, biri yapılandırılmış ışık ve lazer triangülasyonuna dayalı tarama modu, diğeri ise beyaz ışık kullanan fotogrametri modu olmak üzere iki farklı çalışma prensibine sahiptir (Fu et al., 2025; Brakoç et al., 2025).

Aoralscan Elite, Çin menşeli Shinning3D firması tarafından piyasaya çıkarılan, dünyada ilk kez ağız içi tarama (IOS) ile fotogrametriyi tek bir cihazda birleştiren bir dijital dental tarayıcıdır. Bu iki-işlevli yapı sayesinde cihaz, dişli vakalarda standart bir intraoral tarayıcı gibi çalışarak dişlerin ve ağız yapılarının detaylı dijital ölçüsünü alabilmekte, dişsiz vakalarda ise fotogrametri modunda çalışarak implant

pozisyonlarını son derece hassas bir şekilde kaydedebildiğini iddia etmektedir (Shining 3D Dental, t.y.).

Bu sistemde kodlanmış markerlar, farklı klinik koşullara uyum sağlamak amacıyla üç farklı uzunlukta üretilmiştir. Cap Scanbody(Smart Healing Cups; Shining 3D), özellikle immediat yükleme vakalarında kan ve tükürük ile kontamine olabilen klinik ortamda, kodlanmış tarama gövdesi (coded scanbody) ile yumuşak doku arasındaki adaptasyonu optimize etmek ve böylece veri aktarımının doğruluğunu ve sürekliliğini artırmak amacıyla tasarlanmıştır. (Shining 3D Dental, t.y.; Revilla-León et al., 2025c) Sistemde, farklı anatomik ve klinik gereksinimlere uygun olarak üç farklı tarayıcı ucu bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla IPG tarayıcı ucu, standart tarayıcı ucu ve mini tarayıcı ucudur (Shining 3D Dental, t.y.).

Fu ve ark. (2025) tarafından gerçekleştirilen in vitro çalışmada, tam ark implant ölçülerinde yeni nesil intraoral fotogrametri (IPG) yönteminin doğruluğu; ekstraoral fotogrametri (EPG), geleneksel intraoral tarama (IOS) ve yardımcı aparatlı intraoral tarama (IOSA) teknikleriyle karşılaştırılmıştır. Altı implantlı dişsiz maksilla modeli üzerinde yapılan analizlerde, IPG grubunun $26.37 \pm 1.02 \mu\text{m}$ ile en düşük RMS sapma (en yüksek doğruluk) değerini sergilediğini saptanmıştır. Hassasiyet açısından EPG en yüksek, IPG ikinci en iyi sonuçları vermiştir. Araştırmacılar, intraoral fotogrametri tekniğinin tam ark dijital ölçülerinde EPG ile yarışabilir düzeyde doğruluk sunduğunu ve geleneksel IOS/IOSA yöntemlerine göre çok daha güvenilir bir alternatif olduğunu vurgulamışlardır (Fu et al., 2025).

Braço ve ark.(2025), yaptıkları bir çalışmada çoklu açılı MUA içeren dişsiz mandibula modelinde, Aoralscan Elite IPG'nin doğruluğunu, TRIOS 5, i700 ve Aoralscan3 ile yapılan direkt dijital ölçülerle karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar,

Aoralscan Elite sisteminin mesafe standart sapmasının diğer IOS'lara göre anlamlı derecede daha düşük değerler gösterdiğini bulmuşlardır. Sonuç olarak, IPG entegrasyonunun tam dişsiz mandibula vakalarında dijital ölçü doğruluğunu belirgin şekilde artırdığı sonucuna varmışlardır (Brakoč et al., 2025).

2.5.2.2. DOF Freedom Air

DOF Freedom Air cihazı Güney Kore menşeyli Dof firması tarafından 2023 yılında piyasaya sürülmüştür. Ağız içi tarama ve fotogrametriyi tek bir üniteye birleştirir. Bu cihazın ağız içi taraması için ayrı fotogrametri için ayrı tarama başlığı vardır. Firmanın iddalarına göre cihazın doğruluğu 10 μ m dir (DOF, t.y.).

2.5.3.3d Fotogrametrik Yüz Tarayıcıları

Dijital diş hekimliğinin erken dönemlerinde yüz ve çene ölçümleri çoğunlukla manuel antropometrik yöntemler veya 2B fotoğraflar ile yapılmış olsa da, bu teknikler verilerin saklanması, tekrarlanabilirlik ve yüzün kompleks geometrisini doğru yansıtmaya açısından sınırlı kalmıştır (Cascos et al., 2023; Nord et al., 2015). Bu nedenle lazer ve optik tabanlı modern 3B yüzey görüntüleme sistemleri, özellikle yapılandırılmış ışık ve stereofotogrametri gibi yöntemler sayesinde daha hızlı, hassas ve kapsamlı veri elde edilmesini mümkün kılmıştır (Naini et al., 2017; Tzou et al., 2014). Günümüzde 3B yüz taraması; ortodonti, protetik diş tedavisi ve maksillofasiyal cerrahi başta olmak üzere tanı, tedavi planlama, estetik analiz, sonuç değerlendirme ve hasta iletişimini güçlendirme amacıyla yaygın olarak kullanılmakta ve yüz-diş ilişkisini nicel ve görsel olarak değerlendirmede önemli klinik avantajlar sunmaktadır (Shuto et al., 2025).

2.5.3.1. 3dMDface

3dMDface (3dMD, Atlanta, ABD), klinik ve araştırma alanlarında yaygın kullanılan sabit stereofotogrametri

sistemlerinden biri olup, üretici verilerine göre 0,2 mm'nin altında RMS değerleriyle yüksek geometrik hassasiyet sunmaktadır; yaklaşık 1,5–2 ms gibi çok kısa görüntüleme süresi sayesinde hareket kaynaklı distorsiyonları azaltarak lazer tarama ve yapılandırılmış ışık sistemlerine kıyasla önemli avantaj sağlamaktadır (Andrews et al., 2023).

2.5.3.2. Vectra 3D

Vectra 3D (Canfield Scientific, ABD) serisi, çok kameralı fotogrametri tabanlı sabit yüz tarayıcı sistemleri arasında yer almakta olup, farklı modelleri (M3, M5, XT) ile eşzamanlı çok açılı görüntüleme sayesinde kısa çekim sürelerinde (Vectra M3 için yaklaşık 3,5 ms) yüksek doğrulukta 3B yüz modelleri oluşturarak hareket kaynaklı hataları minimize etmektedir (De Stefani et al., 2022).

2.5.3.3. Di3D

Di3D (Dimensional Imaging, Glasgow, BK), fotogrametri tabanlı yüz taramasında kullanılan sabit sistemlerden biri olup, genellikle iki stereo kamera çiftiyle (toplam 4 kamera) yüzün yaklaşık 180°'lik bölümünü yüksek çözünürlükte yakalayarak SLR kameralar ve flaş aydınlatma desteğiyle elde edilen görüntüleri yazılım aracılığıyla tek bir 3B yüzey modelinde birleştirmektedir (Winder et al., 2008).

2.5.3.4. Face Shape 3D MaxiLine

Face Shape 3D MaxiLine gibi çok kameralı fotogrametri tabanlı sistemlerin, yüz yumuşak doku ölçümlerinde ortodontik ve cerrahi kullanım için yeterli doğruluk sağlayabildiği; baş pozisyonundaki değişimlerin ölçümlerdeki hatayı sınırlı düzeyde etkilediği rapor edilmiştir (Battistoni et al., 2021).

2.5.4. Mobil Cihazlar

Akıllı telefonlardaki yüz tarama özelliklerinin gelişmesi, plastik cerrahiden diş hekimliğine kadar pek çok alanda mobil

fotogrametriye olan ilginin ve bu konudaki literatürün hızla artmasını sağlamıştır. 2024 yılında yayınlanan kapsamlı bir sistematik derlemede, incelenen 11 çalışmanın 8'inin akıllı telefon tabanlı 3B yüz tarama sistemlerinin doğruluğunu klinik olarak yeterli bulduğu bildirilmiştir (Luo et al., 2024).

TrueDepth ve LiDAR teknolojilerine sahip yeni nesil akıllı telefonlar, derinlik verisini hızlı ve ekonomik şekilde elde edebilmeleri sayesinde klinik düzeyde 3B tarama için alternatif bir yaklaşım sunmaktadır. TrueDepth kamera sistemi, on binlerce kızılötesi noktayı yüzeye yansıtarak milisaniyeler içinde derinlik verisi toplarken; LiDAR sensörü ışık darbelerinin yansıma süresini ölçerek objelerin mesafesini hesaplamakta ve detaylı 3B haritalar oluşturmaktadır (Jindanil et al., 2024).

Saghiri ve ark. (2025), tam dişsiz mandibula modellerinde mobil telefon tabanlı fotogrametri, LiDAR destekli fotogrametri ve laboratuvar tipi 3B tarayıcıları karşılaştırdıkları çalışmalarında, LiDAR ile kombine edilen fotogrametrinin kontrol grubuna yakın doğruluk değerleri sağladığını ve yapay tükürük varlığından daha az etkilendiğini göstermiştir (Saghiri et al., 2025).

Quinzi ve ark. (2022), çocuk hastalarda 3B yüz tarama sistemlerini değerlendirdikleri bir sistematik derlemede, sabit stereofotogrametri sistemlerinin en yüksek doğruluğu sağladığını; akıllı telefon tabanlı mobil çözümlerin ise maliyet ve taşınabilirlik avantajına rağmen, doğruluk açısından henüz sabit sistemlerin yerini tutamadığını bildirmiştir (Quinzi et al., 2022).

KAYNAKÇA

- Abuduwaili, K., Huang, R., Song, J., Liu, Y., Chen, Z., Huang, B., & Li, Z. (2025). Comparison of photogrammetric imaging, intraoral scanning and conventional impression accuracy of full-arch dental implant rehabilitation: An in vitro study. *BMC Oral Health*, 25(1), 753. doi:10.1186/s12903-025-06029-8
- Alghauli, M. A., Aljohani, W., Almutairi, S., Aljohani, R., & Alqutaibi, A. Y. (2025). Advancements in digital data acquisition and CAD technology in dentistry: Innovation, clinical impact, and promising integration of artificial intelligence. *Clinical eHealth*, 8(2), 32-52. doi:10.1016/j.ceh.2025.03.001
- Andrews, J., Alwafi, A., Bichu, Y. M., Pliska, B. T., Mostafa, N., & Zou, B. (2023). Validation of three-dimensional facial imaging captured with smartphone-based photogrammetry application in comparison to stereophotogrammetry system. *Heliyon*, 9(5), e15834. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e15834
- Badur, S., & Sarıdağ, S. (2022). Tam-ark implant-destekli sabit protezlerde fotogrametri tekniğinin değerlendirilmesi. *Dent & Med J - R*, 4(2), 90-102. Erişim adresi: <https://izlik.org/JA93UC82JG>
- Barreto, D. F. C. M. (2022). Photogrammetry technology in full arch implant-supported rehabilitations: A systematic review (Yüksek lisans tezi). Faculdade de Medicina Dentária, Universidade de Lisboa, Lizbon, Portekiz. <http://hdl.handle.net/10451/55777>
- Battistoni, G., Cassi, D., Magnifico, M., Pedrazzi, G., Di Blasio, M., Vaienti, B., & Di Blasio, A. (2021). Does head orientation influence 3D facial imaging? A study on

- accuracy and precision of stereophotogrammetric acquisition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4276. doi:10.3390/ijerph18084276
- Benabdallah-M'Rabat, M., Santamaria-Laorden, A., Bertuol-Gessi, S. F., Martínez-Marugán, A., Suarez-García, A., Thuissard, I. J., & Orejas-Pérez, J. (2025). Influence of camera position, implant angulation and implant reference on the accuracy of complete arch implant recordings with photogrammetry. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 17(5), 292-303. doi:10.4047/jap.2025.17.5.292
- Brakoč, J., Todorović, A., Mangano, F. G., Glišić, M., & Šćepanović, M. (2025). Accuracy of intraoral photogrammetry versus direct digital implant impressions in the fully edentulous lower jaw: An in vitro study. *Journal of Dentistry*, 156, 105654. doi:10.1016/j.jdent.2025.105654
- Buzayan, M. M., & Yunus, N. B. (2014). Passive fit in screw retained multi-unit implant prosthesis understanding and achieving: A review of the literature. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, 14(1), 16-23. doi:10.1007/s13191-013-0343-x
- Campobasso, A., Battista, G., Lo Muzio, E., & Lo Muzio, L. (2022). The virtual patient in daily orthodontics: Matching intraoral and facial scans without cone beam computed tomography. *Applied Sciences*, 12(19), 9870. doi:10.3390/app12199870
- Cascos, R., Ortiz Del Amo, L., Álvarez-Guzmán, F., Antonaya-Martín, J. L., Celemín-Viñuela, A., Gómez-Costa, D., . . . Gómez-Polo, M. (2023). Accuracy between 2D Photography and Dual-Structured Light 3D Facial

- Scanner for Facial Anthropometry: A Clinical Study. *Journal of Clinical Medicine*, 12(9), 3090. doi:10.3390/jcm12093090
- Chang, W. G., Vahidi, F., Bae, K. H., & Lim, B. S. (2012). Accuracy of three implant impression techniques with different impression materials and stones. *The International journal of prosthodontics*, 25(1), 44–47.
- Chen, Y., Zhai, Z., Li, H., Yamada, S., Matsuoka, T., Ono, S., & Nakano, T. (2022). Influence of liquid on the tooth surface on the accuracy of intraoral scanners: An in vitro study. *Journal of Prosthodontics*, 31(1), 59-64. doi:10.1111/jopr.13358
- ClaroNav Dental. (t.y.). MicronMapper: Photogrammetry for dental implants. Erişim adresi: <https://www.claronavdental.com/micronmapper>
- De Stefani, A., Barone, M., Hatami Alamdari, S., Barjami, A., Baciliero, U., Apolloni, F., . . . Bruno, G. (2022). Validation of Vectra 3D imaging systems: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8820. doi:10.3390/ijerph19148820
- DOF. (t.y.). Freedom Air: Beyond scanning: Specialized for All-on-X. Erişim adresi: <https://doflab.com/en/intraoral-scanner/freedom-air>
- Fu, X. J., Cai, Z. Z., Shi, J. Y., Qiao, S. C., Tonetti, M. S., Lai, H. C., & Liu, B. L. (2025). Accuracy of a novel intraoral photogrammetry technique for complete-arch implant impressions: An in vitro study. *Clinical Oral Implants Research*, 36(8), 991-999. doi:10.1111/clr.14445
- García Gil, I., Rodríguez Alonso, V., Tobar Arribas, C., Mosaddad, S. A., Peláez, J., & Suárez, M. J. (2025). Effect of 3D printing technology, build orientation, and shell

- thickness on the accuracy of full-arch dental models for fixed dental prostheses: An in vitro study. *Scientific Reports*, 15(1), 40938. doi:10.1038/s41598-025-24780-4
- Gómez-Polo, M., Barmak, A. B., Ortega, R., Rutkunas, V., Kois, J. C., & Revilla-León, M. (2023). Accuracy, scanning time, and patient satisfaction of stereophotogrammetry systems for acquiring 3D dental implant positions: A systematic review. *Journal of Prosthodontics*, 32(S2), 208-224. doi:10.1111/jopr.13751
- Grammee. (t.y.). Grammee: Wireless dental photogrammetry scanner. Erişim adresi: <https://www.grammee.com/>
- Hussein, M. O. (2023). Photogrammetry technology in implant dentistry: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 130(3), 318-326. doi:10.1016/j.prosdent.2021.09.015
- Imburgia, M., Logozzo, S., Hauschild, U., Veronesi, G., Mangano, C., & Mangano, F. G. (2017). Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health*, 17(1), 92. doi:10.1186/s12903-017-0383-4
- Imetric 4D. (t.y.). Imetric 4D: Photogrammetry for implant dentistry. Erişim adresi: <https://imetric4d.com/>
- Iturrate, M., Eguiraun, H., & Solaberrieta, E. (2019). Accuracy of digital impressions for implant-supported complete-arch prosthesis, using an auxiliary geometry part: An in vitro study. *Clinical Oral Implants Research*, 30(12), 1250-1258. doi:10.1111/clr.13549
- Jindanil, T., Xu, L., Fontenele, R. C., Perula, M. C. L., & Jacobs, R. (2024). Smartphone applications for facial scanning: A technical and scoping review. *Orthodontics &*

- Craniofacial Research, 27(Suppl 2), 65-87.
doi:10.1111/ocr.12821
- Jiranaphawiboon, A., Rokaya, D., & Sanohkan, S. (2025). Accuracy of one-versus two-phase photogrammetry implant impression system: An in-vitro study. The Saudi Dental Journal, 37, 4. doi.org/10.1007/s44445-025-00040-z
- Joda, T., & Brägger, U. (2015). Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: A cost/time analysis. Clinical Oral Implants Research, 26(12), 1430-1435.
doi:10.1111/clr.12476
- Lam, W. Y. H., Ling, Z., Mao, K., Park, J. M., Zandinejad, A., Carreiro, A. D. F. P., . . . Schwendicke, F. (2026). Digital Dentistry in Clinical Practice: A Scoping Review of Current Capabilities and Future Directions. International Dental Journal, 76(1), 109296.
doi:10.1016/j.identj.2025.109296
- Lee, S. J., & Gallucci, G. O. (2013). Digital vs. conventional implant impressions: Efficiency outcomes. Clinical Oral Implants Research, 24(1), 111-115. doi:10.1111/j.1600-0501.2012.02430.x
- Lie, A., & Jemt, T. (1994). Photogrammetric measurements of implant positions: Description of a technique to determine the fit between implants and superstructures. Clinical Oral Implants Research, 5(1), 30-36. doi:10.1034/j.1600-0501.1994.050104.x
- Lin, C.-C., Lin, H.-W., & Lin, Y.-C. (2025). Digital workflow for full-arch immediate loading: Dynamic navigation and 3D printing fixed dental prostheses. Journal of Dental Sciences, 20(4). doi:10.1016/j.jds.2025.06.016

- Luo, Y., Zhao, M., & Lu, J. (2024). Accuracy of smartphone-based three-dimensional facial scanning system: A systematic review. *Aesthetic Plastic Surgery*, 48(21), 4500-4512. doi:10.1007/s00266-024-04121-y
- Ma, B., Yue, X., Sun, Y., Peng, L., & Geng, W. (2021). Accuracy of photogrammetry, intraoral scanning, and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: An in vitro comparative study. *BMC Oral Health*, 21(1), 636. doi:10.1186/s12903-021-02005-0
- Mangano, F., Gandolfi, A., Luongo, G., & Logozzo, S. (2017). Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health*, 17(1), 149. doi:10.1186/s12903-017-0442-x
- Matsuda, T., Goto, T., Kurahashi, K., Kashiwabara, T., & Ichikawa, T. (2016). Development of a digital impression procedure using photogrammetry for complete denture fabrication. *International journal of computerized dentistry*, 19(3), 193–202.
- Mikhail, E. M., Bethel, J. S., & McGlone, J. C. (2001). *Introduction to modern photogrammetry*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Mitchell, H. L., & Newton, I. (2002). Medical photogrammetric measurement: Overview and prospects. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 56(5-6), 286-294. doi:10.1016/S0924-2716(02)00065-5
- Muslu, T., & Kurtulmus-Yilmaz, S. (2025). Effect of implant angulation on the trueness and precision of intraoral scanning and photogrammetry. *BMC Oral Health*, 25(1), 1739. doi:10.1186/s12903-025-07107-7
- Naini, F. B., Akram, S., Kepinska, J., Garagiola, U., McDonald, F., & Wertheim, D. (2017). Validation of a new three-

dimensional imaging system using comparative craniofacial anthropometry. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, 39, 23. doi:10.1186/s40902-017-0123-3

Negreiros, W. M., Akhondi, S., Quiles, H. K., & Hamilton, A. (2025). Photogrammetry in implant dentistry. *Australian Dental Journal*, 70(Suppl 1), S15-S24. doi:10.1111/adj.70028

Nord, F., Ferjencik, R., Seifert, B., Lanzer, M., Gander, T., Matthews, F., . . . Lübbers, H. T. (2015). The 3dMD photogrammetric photo system in cranio-maxillofacial surgery: Validation of interexaminer variations and perceptions. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 43(9), 1798-1803. doi:10.1016/j.jcms.2015.08.017

Nulty, A. B. (2024). An in vivo comparison of trueness and precision of two novel methods for improving edentulous full arch implant scanning accuracy: A pilot study. *Dentistry Journal*, 12(11), 367. doi:10.3390/dj12110367

Ortorp, A., Jemt, T., & Bäck, T. (2005). Photogrammetry and conventional impressions for recording implant positions: A comparative laboratory study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 7(1), 43-50. doi:10.1111/j.1708-8208.2005.tb00046.x

Papaspyridakos, P., Rajput, N., Kudara, Y., & Weber, H. P. (2017). Digital workflow for fixed implant rehabilitation of an extremely atrophic edentulous mandible in three appointments. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(3), 178-188. doi:10.1111/jerd.12290

Peñarrocha-Oltra, D., Agustín-Panadero, R., Bagán, L., Giménez, B., & Peñarrocha, M. (2014). Impression of multiple implants using photogrammetry: Description of technique

and case presentation. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 19(4), e366-e371. doi:10.4317/medoral.19365

PIC dental. (t.y.). *Origins*. Erişim adresi: <https://www.picdental.com/about/origins>

Pozzi, A., Arcuri, L., Carosi, P., Laureti, A., Londono, J., & Wang, H. L. (2025). Photogrammetry versus intraoral scanning in complete-arch digital implant impression: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 27(3), e70059. doi:10.1111/cid.70059

Pradíes, G., Ferreiroa, A., Özcan, M., Giménez, B., & Martínez-Rus, F. (2014). Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants. *Journal of the American Dental Association* (1939), 145(4), 338-344. doi:10.14219/jada.2013.45

Puleio, F., Salmeri, F., Lupi, E., Urbano, I., Gasparro, R., De Vita, S., & Lo Giudice, R. (2025). In vivo accuracy assessment of two intraoral scanners using open-source software: A comparative full-arch pilot study. *Oral*, 5(4), 97. doi:10.3390/oral5040097

Quinzi, V., Polizzi, A., Ronsivalle, V., Santonocito, S., Conforte, C., Manenti, R. J., . . . Lo Giudice, A. (2022). Facial scanning accuracy with stereophotogrammetry and smartphone technology in children: A systematic review. *Children*, 9(9), 1390. doi:10.3390/children9091390

Remondino, F. (2011). Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning. *Remote Sensing*, 3(6), 1104-1138. doi:10.3390/rs3061104

Revilla-León, M., Gómez-Polo, M., Drone, M., Barmak, A. B., Guinot-Barona, C., Att, W., . . . Alonso Pérez-Barquero, J. (2024). Impact of scanning distance on the accuracy of a

- photogrammetry system. *Journal of Dentistry*, 142, 104854. doi:10.1016/j.jdent.2024.104854
- Revilla-León, M., Gómez-Polo, M., Drone, M., Barmak, A. B., Kois, J. C., & Alonso Pérez-Barquero, J. (2025). Accuracy of complete arch implant scans recorded by using intraoral and extraoral photogrammetry systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 134(6), 2508-2514. doi:10.1016/j.prosdent.2025.01.041
- Revilla-León, M., Cascos, R., Barmak, A. B., Kois, J. C., & Gómez-Polo, M. (2025). Alignment accuracy of soft tissue and implant position scans captured by using four intraoral scanners and an intraoral photogrammetry system with and without coded healing abutments. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 134(4), 1259.e1-1259.e10. doi:10.1016/j.prosdent.2025.06.015
- Revilla-León, M., Barmak, A. B., Drone, M., Kois, J. C., & Alonso Pérez-Barquero, J. (2025). Capturing complete arch implant positions in two partial photogrammetry scans: Does it impact the accuracy of complete arch implant scans?. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 134(6), 2409-2415. doi:10.1016/j.prosdent.2025.02.024
- Revilla-León, M., Gómez-Polo, M., Drone, M., Barmak, A. B., Att, W., Kois, J. C., & Alonso Pérez-Barquero, J. (2025). Influence of implant reference on the scanning accuracy of complete arch implant scans captured by using a photogrammetry system. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 133(1), 252-257. doi:10.1016/j.prosdent.2024.01.008
- Revilla-León, M., Cascos, R., Barmak, A. B., Drone, M., Kois, J. C., & Gómez-Polo, M. (2026). Clinical accuracy of complete arch implant scans recorded by using a noncalibrated splinting technique, intraoral

- photogrammetry, and extraoral photogrammetry with snap-on markers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 135(1), 108.e1-108.e7. doi:10.1016/j.prosdent.2025.09.012
- Ribeiro, P., Díaz-Castro, C. M., Ríos-Carrasco, B., Ríos-Santos, J. V., & Herrero-Climent, M. (2024). Stereo-photogrammetry for impression of full-arch fixed dental prosthesis—An update of the reviews. *Prosthesis*, 6(4), 939-951. doi:10.3390/prosthesis6040068
- Richert, R., Goujat, A., Venet, L., Viguie, G., Viennot, S., Robinson, P., . . . Ducret, M. (2017). Intraoral scanner technologies: A review to make a successful impression. *Journal of Healthcare Engineering*, 2017, 8427595. doi:10.1155/2017/8427595
- Saghiri, M. A., Saghiri, A. M., Samadi, E., Vakhnovetsky, J., Kowalczyk, A., Farhadi, M., . . . Morgano, S. M. (2025). Advancing 3D dental scanning: The use of photogrammetry with light detection and ranging for edentulous arches. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 134(6), 2492-2499. doi:10.1016/j.prosdent.2024.10.032
- Santamaría-Laorden, A., Marugán, A. M., Andreu-Vázquez, C., & Orejas-Pérez, J. (2025). Complete arch implant capture using a photogrammetry algorithm and smartphone app: An in vitro study. *Journal of Dentistry*, 161, 105969. doi:10.1016/j.jdent.2025.105969
- Scedent. (t.y.). Palm dental photogrammetry scanner. Erişim adresi: <https://scedent.com/palm-dental-photogrammetry-scanner-en/>
- Shining 3D Dental. (t.y.). Aoralscan Elite: Smooth scanning for edentulous cases. Erişim adresi:

<https://www.shining3ddental.com/solution/aoralscan-elite/>

- Shuto T, Mine Y, Tani A, et al. (April 03, 2025) Facial Scans in Clinical Dentistry and Related Research: A Scoping Review. *Cureus* 17(4): e81662. doi:10.7759/cureus.81662
- Stuani, V. T., Ferreira, R., Manfredi, G. G. P., Cardoso, M. V., & Sant'Ana, A. C. P. (2019). Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: A proof of concept. *Medical Hypotheses*, 128, 43-49. doi:10.1016/j.mehy.2019.05.015
- Tohme, H., Lawand, G., Eid, R., Ahmed, K. E., Salameh, Z., & Makzoume, J. (2021). 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*, 11(21), 9859. doi:10.3390/app11219859
- Tohme, H., Lawand, G., Chmielewska, M., & Makhzoume, J. (2023). Comparison between stereophotogrammetric, digital, and conventional impression techniques in implant-supported fixed complete arch prostheses: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 129(2), 354-362. doi:10.1016/j.prosdent.2021.05.006
- Tzou, C. H., Artner, N. M., Pona, I., Hold, A., Placheta, E., Kropatsch, W. G., & Frey, M. (2014). Comparison of three-dimensional surface-imaging systems. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 67(4), 489-497. doi:10.1016/j.bjps.2014.01.003
- Ucer, C., Khan, R. S., & Jones, G. (2025). A novel intraoral optical scan-transfer device for full-arch implant reconstruction. *Dentistry Journal*, 13(3), 134. doi:10.3390/dj13030134

- Winder, R. J., Darvann, T. A., McKnight, W., Magee, J. D., & Ramsay-Baggs, P. (2008). Technical validation of the Di3D stereophotogrammetry surface imaging system. *The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, 46(1), 33-37. doi:10.1016/j.bjoms.2007.09.005
- X-Nav Technologies. (t.y.). FastMap. Erişim adresi: <https://x-navtech.com/fastmap/>
- Zotti, F., Rosolin, L., Bersani, M., Poscolere, A., Pappalardo, D., & Zerman, N. (2022). Digital dental models: Is photogrammetry an alternative to dental extraoral and intraoral scanners?. *Dentistry Journal*, 10(2), 24. doi:10.3390/dj10020024

**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ALANINDA BİLİMSEL
ARAŞTIRMALAR**

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com