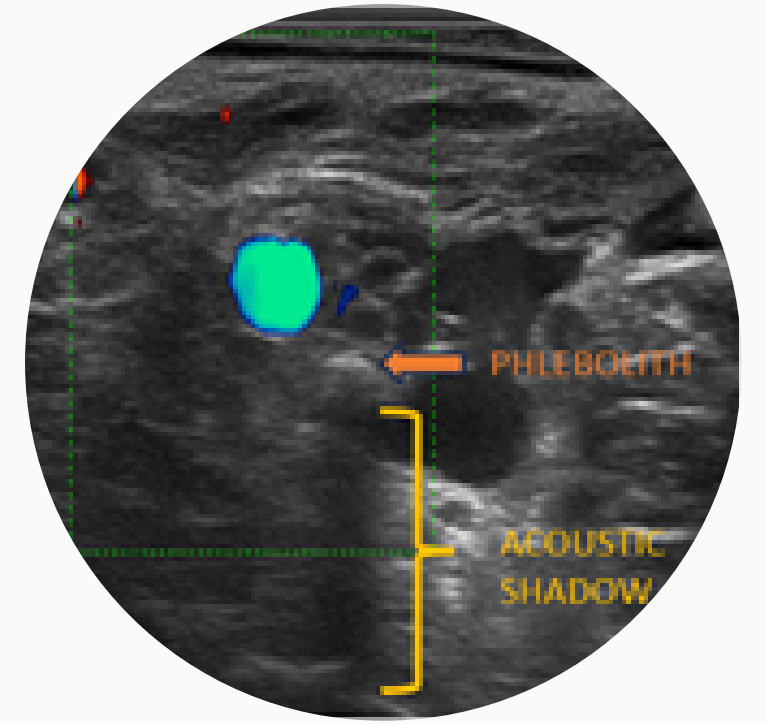




ULUSLARARASI DİŞ HEKİMLİĞİ BİLİMLERİ DERGİSİ

JOURNAL OF INTERNATIONAL DENTAL SCIENCES

2024 Nisan / Cilt: 10 / Sayı: 1
2024 April / Volume: 10 / Number: 1



İÇİNDEKİLER/ CONTENTS

Derleme / Review

Diş Hekimliğinde 3 Boyutlu - Eklemeli Üretim: Derleme

- 01 3D - Additive Manufacturing in Dentistry: A Review
Mert ARAL, Yasemin KESKİN

Cavity Disinfection In Operative Dentistry – Review

Araştırma/ Research

Daimi Mandibular Molar Dişlerde Rotasyon ve Resiprokasyon Hareketiyle Çalışan İki Farklı Eğe Sisteminin Preparasyon Etkinliklerinin Kantitatif Olarak Karşılaştırılması

- 12 Quantitative Comparison Of The Preparation Efficiencies Of Two Different File Systems Working With Rotation And Reciprocation Motion On Permanent Mandibular Molar Teeth
İrem EREN, Berkant SEZER

Comparison Of Cone Beam Computed Tomography, Panoramic Radiography And Ultrasonography For The Detection Of Soft Tissue Calcification

- 19 Yumuşak Doku Kalsifikasyonlarının Tespitinde Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi, Panoramik Radyografi Ve Ultrasonografinin Karşılaştırılması
Çiğdem ŞEKER, Gediz GEDUK, Murat İÇEN

Bulk-Fill Kompozit Resin İle Poliasit Modifiye Kompozit Resinin Yüzey Pürüzlülüğünün Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

- 30 Comparative Evaluation Of The Surface Roughness Of Bulk-Fill Composite Resin And Polyacid Modified Composite Resin
Ebru HAZAR BODRUMLU

Dental İmplant Uygulamalarında Posterior Mandibulada Lingual Konkavite Varlığının İncelenmesi: Retrospektif Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Çalışması

- 36 Evaluation Of Lingual Concavity In The Posterior Mandible In Dental Implant Surgery: A Retrospective Cone-Beam Tomography Study
Resül ÇOLAK, Burak Arda ÖNDER

Olgu Sunumu/ Case Report

Direkt Kompozit Resin Restorasyonlarla Diastema Kapatılması: Olgu Sunumu ve 1 Yıllık Takip

- 44 Diastema Closure with Direct Composite Resin Restorations: Case Report and 1-Year Follow-Up
Fikret YILMAZ, Ayşenur ÇAKIR

Diş Hekimliğinde 3 Boyutlu - Eklemeli Üretim: Derleme

3D - Additive Manufacturing in Dentistry: A Review

ÖZ

Giriş: Eklemeli üretim (additive manufacturing) yani diğer bir adıyla "3 boyutlu basım (3D printing)", son zamanlarda üstünde oldukça çalışma yapılan, gelecekte diş hekimliğinde kullanımının daha da artması beklenen bir sistemdir. Diş hekimliğinde her ne kadar yeni bir sistem gibi algılsansa da aslında bu sistem yıllardır özellikle mühendislik alanında ve özellikle seri üretimde (rapid prototyping) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistem diş hekimliğinde, hem geleneksel üretim yöntemlerine, hem de eksiltmeli sistem (subtractive manufacturing) ile üretime göre pek çok avantaja sahiptir. Geleneksel üretim yöntemleriyle kıyaslandığında üretimin hızlı ve standardizasyonun sağlanmış bir şekilde yapılabilmesi, hastaya tedavi planının dijital ortamda üç boyutlu modellerde anlatılabilmesi, hekimin yazılımlar aracılığıyla yapılacak restorasyonlarda özgürce tasarım yapabilmesi bunlardan bazılarıdır. Ayrıca insan faktörü ve hata olasılığının elimine edilerek daha uygun restorasyonlar hazırlanabilmesi ve üretimde farklı materyaller kullanılabilmesine imkan tanır. Eklemeli sistem, eksiltmeli CAD-CAM (Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturing) sistemi ile kıyaslandığında ise en belirgin avantajı materyal kaybının çok az miktarlara indirilmesidir.

Sonuç: Bu derleme, diş hekimliğinde kullanımı gitgide yaygınlaşan 3 boyutlu üretim sistemleri hakkında diş hekimlerinin bilgi sahibi olmalarını amaçlamaktadır. Sahip olduğu avantajlardan dolayı gelecekte diş hekimliğinde kullanımının daha da yaygınlaşması kaçınılmazdır. Rutin tedavinin parçası olarak kullanılmaya başlandığında da üretimin maliyeti dolaylı olarak azalacaktır. Bu sistemlerin hekimler tarafından detaylı olarak öğrenilmesi gerekliliği, gelişen teknolojinin modern bir sonucu olarak karşımıza çıkacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar Yardımlı Tasarım, Diş Hekimliği, Derleme, Printing, Üç Boyutlu, Prostodonti.

ABSTRACT

Objective: Additive manufacturing, also known as "3D printing", is a method that has been extensively studied recently and is expected to increase its use in dentistry in the future. Although it is perceived as new in dentistry, in fact, this system has been widely used for years, especially in engineering and in rapid prototyping. In dentistry, it has many advantages over both traditional and subtractive manufacturing methods. Compared to traditional method, some of these advantages include fast and standardized production, the ability to explain the treatment plan to the patient in 3D models, and the ability of the physician to freely design the restorations to be made through software. In addition, it also allows the possibility of preparing more suitable restorations by eliminating the human factor and the possibility of error, and the use of different materials in production. When the additive system is compared to the subtractive CAD-CAM (Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturing) technique, the most obvious advantage is that material loss is largely prevented.

Conclusion: This review aims to provide dentists with information about 3D production systems, which are increasingly used in dentistry. Due to its advantages, it is inevitable that its use in dentistry will become more widespread in the future. When it starts to be used as part of routine treatment, the cost of production will indirectly decrease. The necessity for dentists to learn these systems thoroughly will emerge as a modern consequence of developing technology.

Key Words: Computer-Aided Design, Dentistry, Review, Printing, Three-Dimensional, Prosthodontics.

Mert ARAL¹

ORCID: 0000-0001-5019-9407

Yasemin KESKİN¹

ORCID: 0000-0002-9550-9920

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



Geliş tarihi / Received: 08.12.2023

Kabul tarihi / Accepted: 12.03.2024

İletişim Adresi /Corresponding Adress:

Mert ARAL

Ankara Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD,

Ankara, Türkiye

E-posta: aralmert33@gmail.com

Diş hekimliğinde bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim yani CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacturing), 1970'li yıllarda Dr. Duret tarafından tanıtılmıştır (1, 2). Sonrasında Dr. Moermann CEREC sistemini ve ondan sonra da Dr. Andersson Procera sistemini geliştirmiştir. CEREC başlangıçta özellikle inley ve onleyler olmak üzere sabit restorasyonlara yönelik tek ziyaret prosedürü için yalnızca hasta başı tekniği olarak tanıtılmıştır. Procera ise, hastabaşı olmayan bir CAD/CAM cihazı olarak piyasaya sürülmüştür (3, 4). Hasta başı CAD/CAM tekniği; tedavi süresinin kısalması, geleneksel tekniğe göre daha düşük hata oranı, fiziksel ölçünün elimine edilmesi, geçici restorasyona gerek olmaması ve dolaylı olarak dental hassasiyeti daha aza indirilmesi gibi avantajlara sahiptir. Yumuşak doku yönetiminin geleneksel tekniğe göre daha kritik olması en büyük dezavantajdır, ayrıca yüksek öğrenme eğrisine sahiptir ve sermaye yatırımı karşılamak için daha yüksek üretim yapılması gerekir (4).

CAD/CAM, ilk olarak 1960'lı yıllarda otomotiv ve uçak sanayisinde kullanılmak için geliştirilmiştir, ilerleyen yıllarda ise diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır. Diş hekimliğinde kullanılmaya başlandığı ilk dönemlerde inlay, onlay, veneer ve kronların yapılmasına imkan sağlamıştır. Günümüzde ise implant veya diş destekli sabit ve hareketli protezlerde ve tanı modellerinin üretilmesinde kullanılabilir. Ayrıca ortodontide şeffaf plakların üretilmesinde ve çene cerrahisinde implant uygulamalarında kullanılan cerrahi rehberlerin yapılmasında da kullanılabilir (5-7).

Diş hekimliğinde CAD/CAM teknolojisi, asıl olarak 3 sorunu çözmeyi hedeflemiştir;

- 1-Özellikle posterior dişlerde olmak üzere, restorasyonlarda yeterli dayanıklılık elde edilmesi
- 2- Doğal görünümlü restorasyonlar elde edilmesi
- 3- Restorasyonun yapım aşamasının daha hızlı, kolay ve doğru yapılması (5)

Genel olarak bakıldığında, CAD/CAM sistemleri ile geleneksel yöntem ile restorasyon elde edilmesi kıyaslandığında avantaj ve dezavantajları aşağıdaki gibidir;

Dental CAD/CAM Sisteminin Avantajları

- 1- Daha iyi restoratif malzemeler, daha kısa sürede üretimde kullanılabilir.
- 2- Hata potansiyeli daha azdır, tekrarlanan restorasyon üretimlerinin birbirleri arasındaki tutarlılıkları çok

daha yüksektir, çünkü; insan faktörü en aza indirilmektedir.

3- İndirekt restorasyonlardan kaynaklanabilen muhtemel çapraz enfeksiyonlar önlenir.

4- Tek seansta restorasyon teslimi yapılabilir. Hem hastaya hem de hekime zaman kazancı sağlar. Azalan laboratuvar zamanının maliyeti azaltma potansiyeli vardır.

5- Dijital tarama cihazları bu yöntemde rahatlıkla kullanılabilir ve kullanıldığında ölçüler çok daha hızlı alınabilir. Dijital ölçü vagal refleksi fazla olan hastalar tarafından daha konforlu bir yöntem olarak görülmektedir. Ayrıca geleneksel ölçü yönteminde oluşabilecek hava kabarcığı gibi sorunlar elimine edilir.

6- Bilgisayar ortamında verilerin saklanabilmesi hem daha kolay hem de daha güvenlidir.

7- Tasarım ve üretim bilgisayar ortamında gerçekleştiği için teknisyenin iş yükü azalır (8-10).

Dental CAD/CAM Sisteminin Dezavantajları

1- Birçok yeni malzeme ve yöntem geliştirilmesine rağmen hala ekonomik bir yöntem değildir. Çok fazla restorasyon yapmayan hekimlerin bu sisteme yaptıkları yatırım sonrasında bekledikleri geliri alamamaları da muhtemeldir.

2- Hekimin ve teknisyenin yeterli teknik bilgi ve donanımına sahip olması gereklidir.

3- Monokromatik blokların kullanılması ideal estetik beklentilerin her zaman karşılanamamasına neden olmaktadır. Ancak farklı renklerde blokların geliştirilmesi ile bu sorun azalmaya başlamıştır.

4- Üretimde standardizasyon sağlansa da, insan faktörü elimine edildiği için birbirlerinin kopyası restorasyonlar elde edilir ve bu kimi kişilerce estetik olmayan bir unsur olarak kabul edilebilir.

5- Dijital tarama yöntemi ile daha hızlı ölçü alınabilmesine rağmen derin subgingival marjnlere sahip dişler tarama aşamasında hekime zorluk yaratabilir, bu nedenle geleneksel sabit protez yapımında olduğu gibi iyi bir dişeti retraksiyonu yapmak zorunlu hale gelmektedir.

6- Milleme sırasında kesici uçlar köreldiği için belli aralıklarla yenilenmesi gerekir, bu da maliyeti arttırır (8-10).

Tüm CAD/CAM sistemler aşağıda belirtilen 3 ortak noktaya sahiptir;

- 1- Verilerin elde edilmesi ve/veya taranması
- 2- Bilgisayar yardımıyla tasarım (CAD)
- 3- Bilgisayar yardımıyla üretim (CAM) (11)

Bu 3 ana unsuru barındırarak, fiziksel iş gücünün mümkün mertebe elimine edildiği iş akışına dijital iş akışı (digital workflow) denmektedir (12).

Dijital iş akışındaki ilk basamak verilerin elde edilmesi ve/veya taranmasıdır. Hastalardan intraoral tarayıcılar kullanılarak direkt olarak veya ekstraoral olarak klasik ölçü yöntemleriyle elde edilen ölçülerden tarama yapılabilir. Üreticiye bağlı olarak burada elde edilen veriler, paylaşımlarına göre kapalı veya açık sistem olarak adlandırılır. Açık sistemler, elde edilen verinin başka firmalar ve üreticilerle paylaşılmasını sağlarken, kapalı sistemler sadece tek bir şirketin yazılımına sahip kuruluşlarla veri aktarımı yapılmasını sağlar (10,13,14).

Dişlerin ve ağız içi dokuların dijital ölçüsünü elde etmek için farklı teknolojiler kullanılabilir. Bu teknolojiler hekimin ve hastanın konforunu, taramanın kalitesini ve hızını arttırmak üzere sürekli olarak iyileştirilmektedir. Maksimum tarama verimliliği ve kaliteli sonuçlar için rutin hale getirilmiş, tüm alanları ve açılı yakalayan stratejik bir tarama tekniği kullanılmalıdır. İntraoral tarayıcıların diş hekimliğinde kullanımının yaygınlaşması, gelişen CAD/CAM sistemleri ile birlikte hekimler için birçok avantaj sağlamıştır. Güncel ağız içi tarayıcılar, bir zamanlar gerekli olan yansıma önleyici toza ihtiyaç duymaz ve renkleri taramanın yanı sıra diş tonlarını belirleme yeteneğine de sahiptir. Tarayıcılar arasında tarama hızları ve maliyetleri arasında farklılıklar vardır ancak bu iki özelliğin tutarlı bir korelasyonu yoktur. Bazı tarayıcılar, bilgisayar gibi ek donanımlara ihtiyaç duyarlar (15-17). Dijital iş akışında sıradaki aşama CAD'dir. İlk aşamada elde edilen veriler yazılımda kullanılmak üzere genelde DICOM yada OBJ formatına dönüştürülür ve sonrasında bilgisayar ortamında 3 boyutlu dizayn aşamasına geçilir (14). Bu aşamada elde edilen dizaynı yapılmış protezler genelde STL dosya formatında depolanır (18).

1. Diş Hekimliğinde Eksiltmeli ve Eklemeli CAD/CAM Sistemleri

Günümüzde kullanılan çoğu CAM sistemi, eksiltmeli üretim (EÜ, subtractive manufacturing) üretim yöntemini kullanmaktadır. Bu teknikte çeşitli eksenlerde hareket edebilen kesici uçlarla, blok halindeki malzeme (ingot) mekanik olarak millenir ve bilgisayarın yönlendirmelerine göre ortaya arzu edilen geometrik şekil çıkartılır. Bu yöntemde günümüzde çeşitli metal, rezin ve seramik malzemeler kullanılmaktadır (8,12,19).

Eklemeli üretim (EkÜ, additive manufacturing) üretim, arzu edilen geometrik şeklin, istenilen malzemenin tabaka tabaka eklenmesi ile elde edilmesi yöntemidir (19). EkÜ, aynı zamanda "3 Boyutlu baskı (3B baskı-3D printing)" ve "hızlı prototipleme (rapid prototyping)" isimleri ile de anılmaktadır (20). Bu üretim tekniği, ilk olarak plastik malzeme ile yapılan

ürünleri içerdiği için "3B baskı" ismi ile anılmıştır, ancak ilerleyen teknoloji ile beraber seramik, titanyum, paslanmaz çelik alaşımları gibi metal tozlarının da kullanılmasıyla eklemeli üretim ismini almıştır (7). Hızlı prototipleme ise, elde edilen modelin bir kopyasının hızlı şekilde üretilebilmesinden dolayı verilmiştir (20). EN ISO/ASTM 52,900 terminoloji standardına göre eklemeli üretim süreci, eksiltmeli üretim yöntemlerinin aksine, malzemeleri 3 boyutlu model verilerinden nesnel oluşturmak için genellikle katman katman birleştirme işlemidir (21). EkÜ'nin EÜ'ye göre en büyük avantajı malzeme kaybının çok daha az olmasıdır (%40'a kadar), ayrıca milledede kullanılan kesici uç boyutundan daha ince ayrıntılar dahi elde edilebilir (19). EkÜ, CAD sisteminin gelişmesi ile birlikte, özellikle 1980'li yıllardan beri yoğun olarak çalışılmaktadır. Stereolitografi (SLA) yönteminin yaratıcılarından olan Chuck Hull, 1986 yılında bu yöntemin patentini almıştır. Bu gelişmenin hemen ardından EkÜ teknolojilerinde alternatif yöntemler geliştirilmeye başlanmıştır (20). 3B yazıcı sistemleri ile seramik elde edilmesi, ilk olarak 1990'lı yıllarda Marcus ve ark. ile Sachs ve ark. tarafından rapor edilmiştir (22). Gelişen EkÜ sistemleri günümüz diş hekimliğinde; 3B basılmış kişisel dental implantların, maksillofasiyal implant ve protezlerin, sabit ve hareketli protezlerin, inley ve onley restorasyonların, okluzal splintlerin, dental modellerin, cerrahi rehberlerin, kişisel ölçü kaşıklarının, kesim için rehber modellerin ve mock-up modellerin (özellikle anteriordaki estetik restorasyonlarda), ortodontik model ve cihazların üretiminde kullanılabilir (23-25).

2. Eklemeli CAD/CAM Sistemlerinin Sınıflandırılması

EkÜ sistemleri, üretimde kullanılan boyutsal düzen, kullanılan malzeme cinsi, kullanılan malzemenin fazları, malzemenin bir araya getirilme şekilleri, ısı kaynağı gibi farklı parametreler kullanılarak sınıflandırılabilir. Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı yani ISO'nun 2015 yılındaki eklemeli üretim hakkında yayınladığı yayına göre eklemeli sistemler aşağıdaki şekilde 7 farklı grupta incelenmektedir (26).

- 1- Malzeme Çıkarması (Material Extrusion)
- 2- Fotopolimerizasyon (Photopolymerization)
- 3- Toz Yatak Kaynaştırma (Powder Bed Fusion)
- 4- Malzeme Püskürtme (Material Jetting)
- 5- Bağlayıcı Püskürtme (Binder Jetting)
- 6- Tabaka Laminasyonu (Sheet Lamination)
- 7- Yönlendirilmiş Enerji Biriktirmesi (Directed Energy Deposition)

2.1. Malzeme Çıkarması (Material Extrusion)

Malzeme çıkarması (MÇ), 1980'lerin sonlarında S. Scott Crump tarafından icat edilmiştir. 1990 yılında kendi şirketi Stratasys tarafından “Kaynaşmış Biriktirme Modellemesi (Fused Deposition Modeling)” ismi altında tescillenmiş ve ticarileştirilmiştir. Bundan dolayı genelde bu iki terim birbirleriyle eş anlamlı kullanılmaktadır (12).

MÇ’de, termoplastik malzeme ısıtılır ve katman katman ilave edilerek arzu edilen geometrik şekil elde edilir. Baskı malzemesi genelde bir makaraya sarılmış filaman formundadır. Mumlar ve polimerler, bu yazıcılar için yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. Bir nesne oluşturmak için, baskı ve destek filamentlerinin ekstrüde edilmek üzere ısıtılmış bir delikten geçmesi gerekir. Baskı yapan kısımda çok uçlu bir parça kullanarak çeşitli malzemeler aynı anda püskürtülebilir. Püskürtücü uç, her bir çapraz bağlantı (cross-section) tabakasının şeklini tasarlamak için x ve y yönlerinde hareket eder ve malzeme delikten ekstrüde edildikten hemen sonra sertleşir. Genellikle üretim sonrası her katmanda çizgiler gösteren çıkıntılara neden olur. Bu çizgilerden kurtulmak için cilalama ve zımparalama gibi ek işlemlere ihtiyaç duyulabilir. Üretim sırasında destekleyici malzemelere ihtiyaç duyulabilir ve sıcaklıklarda dalgalanmalar olabilir. MÇ, dental modellerin yanı sıra cerrahi kılavuzlar ve şablonların üretiminde de kullanılabilir. Bu sistemin avantajları, makul fiyatlı ve neme dayanıklı yüksek dirençli malzemeler üretebilmesidir, aynı zamanda birden fazla malzeme rengi de kullanılabilir. Dezavantajları; mekanik özelliklerin ve yüzey kalitesinin zayıf olması ve kullanılabilen termoplastik malzeme sayısının sınırlı olmasıdır. Ayrıca, vat fotopolimerizasyon (VFP) ve malzeme püskürtmeye (MP) göre yüzey pürüzlülüğü daha fazladır ve doğruluk oranları daha düşüktür. Bununla birlikte seramik kronlarının üretiminde otomatik döküm (robocasting), gelecekte potansiyel kullanım sunabilir (12,23,27,28).

Otomatik döküm, bu teknolojinin baskı ucu aracılığıyla bir seramik bulamacının soğuk çıkarılmasına dayanan bir çeşittir. Aynı zamanda doğrudan mürekkeple yazma (direct ink writing) olarak da adlandırılmaktadır. Basılan yeşil gövde, daha sonra istenen yoğunluk ve mekanik özellikleri elde etmek için sinterlenir. Seramik bulamacının viskozitesi, pH değeri gibi parametreleri uygun koşullarda sağlandığı takdirde doğrudan seramik restorasyonlar üretmek için gerekli tüm özelliklere sahiptir. Wang ve ark, bu işlem parametrelerini araştırmış ve bu yöntemle porselen kronlar elde etmişlerdir. Elde edilen kronların yüzey kalitesinin klinik olarak kabul edilebilir (20 ile 50 µm aralığında) olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Silva ve ark,

zirkonya kopinglerin üretimi için benzer bir teknik kullanmış ve benzer sonuçlar bulmuşlardır (12,28).

2.2. Fotopolimerizasyon (Photopolymerization)

Fotopolimerizasyon 3B baskı teknolojisi, aynı temel stratejiye dayanan birkaç farklı işlemi kapsar. Bu sistemlerde bir haznede bulunan sıvı fotopolimer, ısı kaynağı tarafından seçici olarak sertleştirilir. Bu hazneye ingilizcede “vat” denildiği için, bu yöntem aynı zamanda “Vat Fotopolimerizasyon (VFP, Vat Photopolymerization)” olarak da isimlendirilir (21,29). Fotosensitif malzemelerin polimerizasyonu başlarda stereolitografi (SLA) yöntemindeki lazer ile sağlanırken günümüzde başka yöntemler de gelişmiştir. Özellikle günümüzde dijital ışık işleme (Dİİ, digital light processing) projektörleri, düşük maliyetleri ve çok yüksek çözünürlükleri nedeniyle malzemeleri fotopolimerize etmenin popüler bir yolu haline gelmiştir. Geliştirilmiş ve gelişmekte olan daha başka yöntemler olmasına karşın, diş hekimliğinde 3B üretim ile ilgili yayınlar incelendiğinde genelde bu iki yöntemden bahsedildiği görülmektedir (21,29).

2.2.1. Stereolitografi (Stereolithography)

SLA yöntemi, bir haznede bulunan ışığa duyarlı rezin kaplı seramik bulamacının, boyutsal olarak kontrollü polimerizasyonunun sağlanmasına dayanır. Bulamacın yüzeyi, elde edilmek istenen nesnenin şekli tarafından yönlendirilmiş bir biçimde, bilgisayar kontrollü bir lazer ışımına veya ultraviyole (UV) ışığa maruz bırakılır. Sonuç olarak, aydınlatılmış rezin katmanı katılır ve altındaki platforma yapışır. Sonrasında ise platform tekrar eden aralıklarla rezinin bulunduğu hazneye iner ve başka bir bulamaç tabakası ile yeniden kaplanır, ardından tekrar fotopolimerizasyon yapılır (12).

SLA teşhis ve ana modellerin, cerrahi rehberlerin, kişisel maksillofasiyal implantlar ve protezlerin, protez kaidelerinin, ortodontik şeffaf plakların, ağız koruyucularının, geçici restorasyonların ve tüm seramik restorasyonların üretimi için kullanılabilen bir yöntemdir. Tek günde üretim yapılabilmesi, kullanımının nispeten basit olması, diğer yöntemlerle kıyaslandığında yüzey pürüzlülüğün görece daha az olması, ince detayların daha rahat verilebilmesi ve çözünürlüğünün daha fazla olması, avantajları arasındadır. Ancak bu yöntem seri üretimde kullanılmaya uygun değildir. Ayrıca oluşturulan parçanın dayanıklılığı ve cihazın maliyetinin yüksek olması bu yöntemi sınırlandıran faktörlerdendir (12, 26, 29).

Bu yöntemde kullanılmak üzere çeşitli seramikler, farklı renklerde ve farklı fiziksel özelliklere sahip fotopolimer rezinler geliştirilmiştir. Rezinler arasında sert rezin, düşük kalınlı rezin (hassas döküm için), şeffaf rezin ve esnek poliüretan rezin bulunur (27, 29).

Bulamacın reolojik davranışı kuru madde içeriğinden, parçacık boyutundan ve seramiğin yapısından etkilenir. Yeşil gövdenin deformasyon veya çatlama olmaksızın ısı işlemlere dayanabilmesi için, bulamacın kuru madde içeriği hacimce %50'yi aşmalıdır. Kuru madde içeriği artışı, sinterlemede meydana gelen termal büzülme azaltır ve vizkoziteyi azaltır. Optimum reolojik özelliklere ve kuru madde içeriğine ek olarak, SLA ile işlenmiş seramiklerin klinik uygulamalarda restoratif malzeme olarak kullanılabilmesi için, yüksek yoğunlukta olmaları gerekmektedir (12).

2.2.2. Dijital Işık İşleme (Digital Light Processing)

Dijital Işık İşleme (Dİİ) ve SLA istenilen malzemenin fotopolimerizasyon ile sertleşmesi prensibi ile çalışan yazıcılardır. İki farklı teknik olmalarına rağmen birbirlerine oldukça benzerlerdir. Dİİ ile SLA arasındaki temel fark, kullanılan ışık kaynağıdır. SLA yazıcıda, fotopolimer bir lazer ışını yardımıyla kürlenir. Dİİ yazıcıları bunun yerine, kısa dalga ışığının (şu anda kullanılan dalga boyları: 380 nm ve 405 nm) Dİİ teknolojisinin temelini oluşturan bir dijital mikro ayna cihazı aracılığıyla yönlendirildiği projeksiyon teknolojisini kullanır. SLA'da bir yüzey kademeli olarak işlenirken, Dİİ büyük bir yüzeydeki tüm rezini tek katman olarak işleyebilme avantajına sahiptir. Ancak bu durumun dezavantajı büyük parçalar üretildiğinde düşük çözünürlüğe sahip olunmasıdır. Bundan dolayı cerrahi rehber gibi yüksek çözünürlük gerektiren parçaların üretimi için uygun bir yöntem değildir (21, 30).

Işık, yarı saydam bir fotopolimer teknesinde (fotopolimer banyosu) bulunan yapı platformuna veya dağınık bir yüzeye (soğurucu) optik olarak yönlendirilir. Her bir katman işlendikten sonra yapı platformu z-ekseni boyunca hareket eder, nesnenin altındaki boşluğa akan yeni malzeme fotopolimerize edilir ve böylece diğer katmanların basımı gerçekleşir. Dİİ teknolojisini kullanırken, basım süresindeki belirleyici faktör, basılmak istenen ürünün z-eksenindeki boyutudur. Projektör, dijital bir ekran olduğu için her katmanın görüntüsü kare piksellerden oluşur ve voksel adı verilen küçük dikdörtgen tuğlalardan oluşan bir katman ortaya çıkar. Dİİ'de malzemenin, SLA'daki gibi lazerle aşamalı olarak çizilmesi yerine her katmanın tek seferde pozlanmasından dolayı, Dİİ bazı parçalar için daha hızlı üretim sağlayabilir (21,29).

2.3 Toz Yatak Kaynaştırma (Powder Bed Fusion)

Toz yatak kaynaştırmada(TYK), özellikle lazer veya elektron ışını gibi bir ısı kaynağı kullanılarak toz parçacıklar katman katman kaynaştırılır ve katı bir

parça oluşturulur. Bu yöntemle çok çeşitli, geometrik olarak karmaşık ürünlerin üretilmesi mümkündür (29). TYK'da, rezervuarda bulunan toz halindeki malzeme, silindirler yardımıyla yapım platformuna yayılır. Daha sonra, yapılmış olan CAD dosyasının çapraz bağlantılarının biçimine göre, toz parçacıklarının seçici olarak kaynaştırılması için bir lazer veya bir elektron ışını kullanılır. Her seferinde yapım platformu, basılı katmanın kalınlığı kadar alçalır (12).

TYK, restoratif diş hekimliğinde kron kopinglerinin, maksillofasiyal implantların ve dental modellerin imalatında kullanılabilir. TYK başlığı altında bir çok teknoloji olmasına rağmen sıklıkla kullanılanlar; seçici lazer sinterleme (SLS, selective laser sintering), seçici lazer eritme (SLE, selective laser melting) ve elektron ışını ile eritme (EIE, electron beam melting)'dir. TYK sahip olduğu çeşitli uygulanabilir teknolojiler ve malzemeler ile kullanıcılara önemli bir tasarım özgürlüğü sunarlar (12, 29).

2.3.1. Seçici Lazer Sinterleme (Selective Laser Sintering)

Temel olarak bu teknik, katı bir yapı oluşturmak için toz halindeki malzemeyi katman katman sinterlemek veya birleştirmek için lazerler (örneğin; Nd-YAG) kullanılması esasına dayanır. Bu yöntemde çeşitli termoplastik malzemeler, polimerler, metaller ve seramikler kullanılabilir (23, 27).

Seramiklerin yüksek erime noktaları ve düşük plastisiteleri nedeniyle, diğer malzemelere göre SLS ile üretilmeleri daha zordur. SLS ile seramik üretimi, direkt ve indirekt teknik olmak üzere ikiye ayrılır. Direkt teknikte sinterlenmiş nesneyi elde etmek için seramik parçacıkları birleştirilir, indirekt teknikte ise, seramik partiküllerin füzyonu polimerik bağlayıcı faza dayanır. Oluşturulan yeşil gövdeler (green body) daha sonra 2 adet ısı işleminden geçer. Bunlar bağlanmanın çözülmesi ve sinterlemedir (debinding and sintering) (12).

Bu sistemin avantajları; üretim sırasında destek malzeme kullanımına ihtiyaç duyulmaması, üretilen yapının yüksek dayanıklılık ve sertliğe sahip olmasıdır. Ayrıca çeşitli bitirme ve polisaj seçenekleri mevcuttur. Dezavantajları ise; malzeme yüzeylerinin pörozlü olması ve katmanlar arası bağlantıyı sağlamak için siyanoakrilat gibi yapıştırıcıların kullanılması gerekebilmesidir (23).

2.3.2. Doğrudan Metal Lazer Sinterleme (Direct Metal Laser Sintering - DMLS)

SLS ve Doğrudan Metal Lazer Sinterleme (DMLS), aynı şekilde üretim yapılmasını sağlar ve genelde eş anlamlı olarak kullanılırlar. Ancak aradaki fark, SLS

çeşitli malzemelere (plastikler, camlar, seramikler) uygulanan işlemi ifade etmek için kullanılırken, DMLS metal alaşımlarına uygulanan prosesi ifade eder (27).

Bu teknoloji, yüksek doğruluk ve daha iyi mekanik dirence sahip malzemeler oluşturmak için kullanılır. Bu teknikte metal tozunu eritmek için lazer ışınları kullanılır ve metaller katman katman üretilir. Sistemin avantajları; yüksek dirençli malzemeler üretebilmesi, yüksek doğruluk oranına sahip olması ve verimli bir şekilde karmaşık morfolojiler üretebilmesidir. Dezavantajları; malzemeye bağlı olarak pörözite ve büzülmeyle ilgili boyutsal olarak bozulmanın gözlemlenebilmesidir (23).

2.3.3. Seçici Lazer Eritme (Selective Laser Melting)

Bu üretim tekniğinde SLS ve DMLS üretim tekniklerinde gözlemlenen kısmi erimenin aksine metal tozu tamamen eritilir ve bundan dolayı bu teknikte daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulur. Malzemenin tamamen erimesi sayesinde gözenekli iç yapıların ve yüzeylerin oluşması önlenir. Bu yöntemle üstün mekanik özelliklere ve daha yüksek yoğunluklara sahip malzemeler üretilmektedir. Metal tozunu işlemek için SLE’de kullanılan en yaygın lazer, CO2 lazeridir. Bu üretim tekniğinin dezavantajı ise üretim sırasında sıcaklıklarda dalgalanmalar olmasıdır. Bu durum üretilmek istenen malzemedeki yüksek iç gerilim nedeniyle meydana gelir. Malzemeler işlendikten sonra ısı işlem görmeleri gerekmektedir (23).

2.3.4. Elektron Işını ile Eritme (Electron Beam Melting)

Bu teknikte, diğer toz yataklı yöntemlere göre daha az artık gerilim olur, böylece üretilen nesnede daha az bozulma meydana gelir. SLS'den daha az enerji kullanılır ve katmanlar daha hızlı üretilir. Bu yöntem, en çok havacılıkta, savunma sanayisinde, motor sporları ve tıbbi protez gibi pahalı endüstrilerde kullanışlıdır (12, 29). Hammadde (metal tozu veya tel) vakumlu bir ortama yerleştirilir ve bir elektron ışınıyla ısıtılarak eritilip birbirine kaynaştırılır. Bu sistemin avantajları; ince ışın demetleriyle yüksek enerji seviyeleri elde edebilmesi, vakumlu ortamda yabancı maddeleri temizleyebilmesi, düşük enerji tüketimine sahip olması ve az bakım gerektirmesidir. Dezavantajları ise; sistemin çalışması için gerekli olan vakumun pahalı olması, sık bakım gerektirmesi ve üretim sırasında x ışınları üretmesidir (27).

2.4. Malzeme Püskürtme (Material Jetting) ve Bağlayıcı Püskürtme (Binder Jetting)

İki yöntem de aslında birbirine çok benzerdir. Temel olarak malzeme püskürtme (MP) teknolojilerinde, tüm malzeme bir yazıcı uç kafasından dağıtılır. Bunun yerine bağlayıcı püskürtme (BP) teknolojisinde, bir bağlayıcı veya başka bir katkı maddesi, parçaların büyük kısmını oluşturan bir toz yatağı üzerine basılır (31).

2.4.1. İnkjet 3B Baskı (Inkjet 3D Printing)

İnkjet 3B baskı (İB) yada diğer kullanılan adı ile doğrudan inkjet baskı (direct inkjet printing), 3 boyutlu seramik üretiminde kullanılan ana yöntemlerden biridir. Bu yöntemde, seramik süspansiyon damlacıklar halinde alt tabaka üzerinde toplanır. Daha sonra damlacıklar katman katman ilave edilerek kalınlaştırılır ve yeterli direnç elde edilir. Üretim esnasında iki ana seramik türü, mum esaslı mürekkepler ve sıvı süspansiyonlar kullanılır. Mum esaslı mürekkepler eritilir ve soğuk hammadde üzerinde toplanır. Sıvı süspansiyonların kıvamı ise sıvıların buharlaştırılması ile arttırılır. Partiküllerin boyutlarının dağılımı, viskozitesi, katı malzeme içeriği, çıkarılma hızı, delik boyutu ve üretim hızı üretilen objenin kalitesini belirleyen özelliklerdendir. Bu sistemin avantajları; karmaşık malzemeleri daha kısa sürede ve daha az bir masrafla üretebilmesidir. Dezavantajları ise; üretim sürecinin zor olması, çözünürlüğünün düşük olması, katmanlar arasındaki yapışmanın korunmasının zor olması, üretilebilecek objelerin boyutlarının sınırlı olması ve cihazın pahalı olmasıdır (23).

2.4.2. Multijet 3B Baskı ve Polijet 3B Baskı (Multijet 3D Printing and Polyjet 3D Printing)

Multijet ve Polijet, genelde eş anlamlı olarak kullanılır. Bu iki farklı terim, farklı üreticilerin (Stratasys - PolyJet ve 3DSystems - Multijet) aldıkları farklı patentlerden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, bu iki sistem arasında baskı işleminin gerçekleştirilme biçiminde neredeyse hiçbir farklılık yoktur, asıl farkları basımdan sonra destek yapıların uzaklaştırılmasındaki aşamalarıdır. Polijet 3B baskı(PJB)’de destek yapı malzemesi propilen, akrilik monomer, polietilen ve gliserin kombinasyonundan oluşmaktadır. Destek yapının kaldırılması için oluşturulan parçalar yüksek basınç altındaki su püskürtme sistemine tabi tutulur. Daha sonra pürüzlü yüzeylerin düzleştirilmesi için kimyasal bir çözeltiliye daldırılır. Multijet 3B Baskı (MJB)’de ise destek yapı malzemesi parafin mumudur. Üretilen parçalar, mum desteğinin erimesi için bir fırında tutulur. Bu zaman olarak görece daha uzun sürmesine rağmen tek bir işlem olması ve insan faktörünün minimum olması PJB’ye göre sahip olduğu önemli bir avantajdır. MJB’deki tüm bu işlemler, PJB’ye kıyasla daha kolaydır ve daha az çaba gerektirir (32).

Bu iki teknoloji genel olarak çok benzer olduklarından genelde beraber eş anlamlı olarak incelenirler. Bu teknolojilerde, SLA'nın yüksek çözünürlük ve iyi yüzey kalitesi ile MP'nin yüksek üretim hızı ve geniş üretim kapasitesi avantajları birleştirilmiştir. Üretim sırasında iki malzeme oluşturulur, bunlar üretim ve destek malzemeleridir. Avantajlarından biri, çeşitli optik ve mekanik özelliklere sahip farklı malzemelerden yapılan nesnelere, ek yapım aşamalarına gerek duyulmadan üretilebilmesidir. Ayrıca SLA ve DII ile üretimi zor olan 3 boyutlu renkli objeler üretilmesi de mümkündür (örneğin; Colorjet 3D Sytems). Dezavantajları ise diğer üretim yöntemlerinin aksine destek malzemesinin daha yoğun bir yapıya sahip olması ve bu nedenle daha fazla malzeme kullanımı gerektirmesidir. Ayrıca seri üretimde kullanılmaya uygun değildir (23,27).

2.5. Tabaka Laminasyonu (Sheet Lamination)

Tabaka laminasyonu ile eş anlamlı olarak lamine obje üretimi (LOÜ, laminated object manufacturing) de kullanılmaktadır. Aslında LOÜ sadece tabaka laminasyonunun bir türüdür. Tabakalı laminasyon sistemlerinin her biri farklı bir üretici firmaya aittir. Genelde LOÜ'nün eş anlamlı kullanılmasının sebebi, en eski ve en çok kullanılan yöntem olmasından dolayıdır. Diğer sistemler hala gelişmektedir ve kullanımları LOÜ kadar yaygın değildir, ancak son yıllarda ultrasonik yöntemlerin kullanılması popülerleşmiştir (28,33,34). Tabaka laminasyonunda 3B modeller, lazer kullanımıyla tabaka tabaka eklenerek yapılır. Oluşturulan tabakaları birbirine bağlamak için yapıştırıcılar kullanılır. Bu sistemlerin avantajı, hızlı bir şekilde yüksek direnç ve doğruluk oranlarına sahip büyük ebatlı malzemelerin üretilebilmesidir. Dezavantajları; üretimin çok fazla tecrübe ve zaman gerektirmesi ile üretilen malzemelerin yüzey kalitesinin ve boyutsal stabilitesinin düşük olmasıdır. Ayrıca, üretim sonrası ihtiyaç fazlası malzemenin uzaklaştırılması, TYF yöntemlerinin aksine zaman alıcıdır. Bu nedenle karmaşık geometrilere sahip şekillerin üretilmesi için bu yöntem tavsiye edilmez (23).

2.6. Yönlendirilmiş Enerji Biriktirmesi (Directed Energy Deposition)

Yönlendirilmiş Enerji Biriktirme (YEB), tel veya toz halindeki malzemeyi gerekli enerji ile eritip katman katman birikimini sağlayan bir yöntemdir. YEB, malzemeyi eritmek için kullandığı enerji kaynağına göre farklı gruplara ayrılabilir. YEB'in sahip olduğu farklı avantajlar ve dezavantajlar, mevcut bir parçaya onarım veya ekleme yapılmasında kullanımının uygun olmasını sağlamaktadır. Malzeme olarak, erimiş bir

havuzda stabil olan herhangi bir toz malzeme veya toz karışımı üretimde kullanılabilir. Genel olarak altın, bazı alüminyum ve bakır alaşımları gibi yüksek yansıma ve ısı iletkenliğine sahip metallerin işlenmesi zordur. Diğer metallerin çoğunun, uygun olmayan atmosferik hazırlık olmadığı ve oksit oluşumu tarafından bağlanma engellenmediği sürece işlenmeleri oldukça kolaydır. Genel olarak, makul derecede iyi kaynaklanabilirlik sergileyen metalik malzemelerin işlenmesi kolaydır. Seramiklerin işlenmesi daha zordur, çünkü çok azı erimiş bir havuz oluşturacak kadar ısıtılabilir. Seramik malzeme eritilebilse dahi, soğuma sırasında genelde termal şok nedeniyle çatlaklar meydana gelir. Bu nedenle YEB kullanılarak işlenen çoğu seramik, bir seramik matrisin veya metal matris kompozitinin bir parçası olarak işlenir (34).

3. Eklemeli CAD/CAM Sistemlerinde Kullanılan Malzemeler

3.1. Metal ve Metal Alaşımları

Metal ve metal alaşımları geleneksel döküm, eklemeli ve eksiltmeli CAD/CAM yöntemleriyle üretilebilmektedir. Metallerin 3B üretimi ham metal malzemenin (toz veya tel) lazer veya elektron ışını ile eritilmesiyle yapılır. Erimiş malzeme tabaka tabaka eklenerek katı bir hale getirilir. Bu malzemeler eklemeli üretim yöntemleriyle yüksek doğrulukta ve hızlı bir şekilde üretilebilir (35).

SLS ile üretilen titanyum alaşımlar (özellikle Ti6Al4V) üzerinde yapılan oldukça iyi tasarlanmış çalışmalar olmasına rağmen, aynı yöntemle üretilebilen diğer malzemeler hakkında az çalışma mevcuttur. DMLS gibi eklemeli yöntemler, geleneksel döküm veya eksiltmeli yöntemlerde krom-kobalt gibi yüksek sertliğe sahip malzemelerin üretiminde karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmek için kullanılmıştır. Ayrıca malzemenin tabakalar halinde konulması, geleneksel döküm yöntemlerindeki boyutsal büzülme dezavantajını da ortadan kaldırmıştır (23).

3.2. Polimer ve Kompozit Malzemeler

Farklı yöntemlerle uygulanabilmesinden ve malzemenin kendi içindeki çeşitliliğinden dolayı polimerler, 3B üretimde yaygın olarak kullanılmaktadır. 3B üretimde termoplastik filament, reaktif monomer, rezin veya toz halinde kullanılabilirler. Maliyeti ucuzdur ve yüksek doğruluğa sahiptir. Ancak dayanıklılıklarının düşük olması yüzünden kullanım alanları sınırlıdır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda polimerlerin yapısına fiber eklenmesinin, mekanik özelliklerini arttırdığı rapor edilmiştir (23).

İyi üretilmiş bir geçici kaplama, kaliteli bir nihai protez elde etmede hayati öneme sahiptir. Geçici kaplama dişin pozisyonunu korumalı, pulpayı korumalı, periodontal

ilişkiyi sürdürmeli, fonksiyon ve estetiği sağlamalıdır (36). Bu malzemelerin rolünü yerine getirebilmesi için yeterli mekanik özelliklere, uyum doğruluğuna, renk stabilitesine ve sertliğe sahip olması önemlidir. Geleneksel geçici malzemeler, monometakrilatlar veya akrilik reçineler ve dimetakrilatlar veya bisfenol A-glisidil dimetakrilat ve ışıkla polimerize edilebilir üretilen dimetakrilat gibi bis-akril/kompozit reçineler olarak sınıflandırılır. İşleme yöntemindeki farklılık nedeniyle basılabilir polimerlerin geleneksel olanlarla aynı olup olmadığı literatürde belirsizdir ve eksiktir. Bu bilgi eksikliğinden dolayı her ne kadar malzemelerin fiziksel özellikleri hakkında çalışmalar ve kıyaslamalar yapılmış olsa da, geçici sabit protezlerin bağlantı alanları için gereken minimum boyutlar veya mümkün olan köprü sayısı ile ilgili önerilerde bulunmak zordur. Bu malzemelerin klinik senaryolardaki dayanıklılığı ve uzun ömürlülüğü de hala şüphelidir (37).

3.3. Seramikler

Diş hekimliğinde kullanılan seramiklerin içeriği çoğunlukla çeşitli silikatlardan oluşmaktadır. Silikatlar, yerleşik birimler olarak Si-tetrahedronlardan (SiO₄) oluşur. Diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan seramikler, hem geleneksel laboratuvar yöntemleriyle hem de CAD/CAM ile üretilebilmektedir. Günümüzde, geleneksel seramik üretim yöntemlerinin zaman alıcı, tekniğe duyarlı ve birçok değişken nedeniyle öngörülemez olduğu, bundan dolayı da CAD/CAM'in hem diş hekimleri hem de laboratuvarlar için iyi bir alternatif olabileceği tanımlanmaktadır (38).

EÜ tekniğinde, seramiğe kesici uçlar ile millenip şekil verilmesi ve restorasyon elde edilmesi, yapısının çok sert ve kırılğan olmasından dolayı oldukça zordur. Bu yöntemle iyi bir yüzey kalitesi ve boyutsal stabilite elde etmek de zordur. Ayrıca kullanılan kesici uçlar zamanla kullanıma bağlı sık sık körelir. Bu yöntemde özellikle presinterize bloklar kullanıldığında çatlak görülme olasılığı artmaktadır (39).

Seramik üretiminde İB, TYF ve SLA eklemeli üretimde sıklıkla kullanılan yöntemlerdir (35). İB, üretim sonrası süreçlere ihtiyaç duymayacak yoğun seramik üretiminin ana yöntemi olarak kabul edilir. İB'de kolayca akan, tıkanmayan, etkili bir kurutma süreci içeren, kontrollü reolojiye sahip stabil bir süspansiyon gerektirir (40).

SLA'da, ışığa duyarlı maddeler içeren seramik süspansiyonu hareket eden ışın tarafından polimerize olur. Sonuç olarak seramik toz partikülleri barındıran bir organik matrikse sahip malzeme üretilmiş olur. Bu parçaya aynı zamanda yeşil gövde (green body) de denmektedir. Seramiklerin eklemeli üretimi, 3 aşamaya sahip bir süreçtir. Yeşil gövdeler oluştuktan sonra iki basamaklı bir ısı işlemi (bağlanmanın çözülmesi ve sinterleme ve /debinding and sintering) gerekmektedir. Bağlanmanın çözülmesi aşamasında, 550° C'ye kadar çıkan sıcaklıklarda organik matriks yakılır. Bu aşamada seyreltici buharlaşır ve bundan dolayı yeşil gövdede pörözite meydana gelir. Pöröziteler daha sonra pirolize polimer bileşenlerinin difüzyonunu ve buharlaşmasını kolaylaştırır. Piroliz, çok yüksek sıcaklıklarda (suyun veya diğer çözücülerin kaynama noktasının üzerinde) oluşan çeşitli kimyasal bozunma işlemlerinden biridir. Genellikle oksijen (yanmada) veya su (hidrolizde) gibi diğer reaktiflerin eklenmesini içermemesi bakımından, yanma ve hidroliz gibi diğer işlemlerden ayrılır. Organik maddenin yakılması ve sonrasında yapılan sinterleme işlemi hacmin ve ağırlığın azalmasına sebep olur (23). Seramiklerde kullanılan başka bir eklemeli üretim sistemi ise SLS'dir. Ancak, kaynaşma sırasındaki ısınma ve üretimden sonra malzemenin oda sıcaklığına kadar soğuması, termal şoka ve bundan kaynaklı olarak seramikte çatlaklara neden olabilir (38).

4. Seramik İşlenmesinde Kullanılan Eklemeli Sistemler

Bugüne kadar seramik işlemleri için araştırılan eklemeli sistem teknolojileri, Tablo 1'de gösterilmiştir (12).

Stereolitografi	Zirkonya, Aluminya
Malzeme Çıkarması	Feldspatik porselen, Zirkonya
Toz Yatak Kaynaştırma	Feldspatik porselen
İnkjet 3B Baskı	Zirkonya
Bağlayıcı Püskürtme	Feldspatik porselen

Tablo 1. Bugüne kadar seramik işlemleri için araştırılan eklemeli sistem teknolojileri.

Bu sistemlerin avantajları ve dezavantajları Tablo 2’de gösterilmiştir (12).

<i>Eklemlerli Sistem Teknolojisi</i>	<i>Avantajlar</i>	<i>Dezavantajlar</i>
Stereolitografi	-Yüzeylerin bitim ve polisajı iyi yapılabilir ve yüksek doğruluk oranına sahiptir -Yapım platformu büyüktür -Hızlıdır	-Destek altyapıya ihtiyaç duyar -Pahalıdır -Üretim sonrası uygulanan işlemler uzun süre alır
Malzeme Çıkarması	-Ucuzdur	-Delğin çapının bir fonksiyonu olarak doğruluk oranı sınırlıdır
Toz Yatak Kaynaştırma	-Ucuzdur -Prototip yapımına uygundur -Ek destek yapılara ihtiyaç yoktur	-Yüzey bitimi ve polisajı partikül boyutuna bağlıdır -Yavaşdır -Yüksek güç gereksinimi vardır
İnkjet 3B Baskı	-Damlacık birikimi ile yüksek doğruluk oranı yakalanır -Açığa çıkan artık madde miktarı azdır -Birden çok malzeme ve renk başarılı bir şekilde kullanılabilir	-Kullanımı mürekkep şekline dönüştürülebilen malzemelerle sınırlıdır -Genelde destek malzemesine ihtiyaç duyar
Bağlayıcı Püskürtme	- Birden çok malzeme ve renk başarılı bir şekilde kullanılabilir -Hızlıdır	- Üretim sonrası uygulanan işlemler uzun süre alır -Bağlayıcı ile uyumsuz malzemeler kullanılamaz

Tablo 2. Bugüne kadar seramik işlemleri için araştırılan eklemeli sistem teknolojilerinin avantajları ve dezavantajları.

SONUÇ

Günümüzde 3B üretim sistemleri hızla gelişmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki günümüzde gelişmekte olan bir diğer teknoloji ise yapay zekadır ve bu eklemeli sistemlerin gelişmesinin önünü daha da açacaktır. Ayrıca eklemeli üretim dış hekimliği haricinde birçok alanda da gelişmekte olan güncel bir konu olduğundan, bu sistemler hakkında yapılan çalışmaların ve ayrılan bütçelerin artması da kaçınılmazdır. Bunlardan dolayı dış hekimlerinin eklemeli sistemler hakkında bilgi sahibi olmaları, hem ileride yaşadıkları çağı yakalayıp ayak uydurmalarını, hem de dünyada gelişen olayları daha iyi anlamlandırmalarını sağlayacaktır.

Her ne kadar oluşturulan ürünlerin çoğu özelliği genelde geleneksel yöntemlerle oluşturulanlara göre aynı veya daha kötü olsa da, eklemeli sistemlerin artık

maddeyi neredeyse hiçe indirmesi başta olmak üzere göz ardı edilemeyecek bir sürü avantajı mevcuttur. Konu hakkındaki makaleler tarandığında ise yapılan klinik çalışmaların gerçekten umut verici olduğu görülmektedir. Ancak halen uygun malzemelerin, bunların işleme tekniklerinin ve özellikle de bunların pratik hayata nasıl daha iyi adapte edilebileceklerinin detaylı bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Aynı zamanda, konu hakkında makaleler tarandığında daha da iyi anlaşılacağı üzere, dış hekimlerinin konu hakkındaki gerekli terminolojik ve teknik bilgiyi edinmelerine ve bu konu hakkında daha net ve güncel sınıflamalar yapılmasına ihtiyaç vardır.

1. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *J Prosthet Dent.* 2017;117(5S):e1-e105.
2. Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent.* 1991;1(2):150-54.
3. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J.* 2009;28(1):44-56.
4. Gupta C, Mittal A. Role of digital technology in prosthodontics: A step toward improving dental care. *Indian J Oral Health Res.* 2018;4:35-41.
5. Davidowitz G, Kotick PG. The use of CAD/CAM in dentistry. *Dent Clin North Am.* 2011;55(3):559-70.
6. Lim SH, Kim MK, Kang SH. Genioplasty using a simple CAD/CAM (computer-aided design and computer-aided manufacturing) surgical guide. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 2015;37(1):44.
7. Katkar RA, Taft RM, Grant GT. 3D Volume Rendering and 3D Printing (Additive Manufacturing). *Dent Clin North Am.* 2018;62(3):393-402.
8. Karaaliođlu OF, Duymuř ZY. Diş hekimliğinde uygulanan CAD/CAM sistemleri. *Atatürk Diş Hek Fak Derg.* 2008;(1):25-32
9. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont.* 2015;24(4):313-21.
10. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):149.
11. Alharbi N, Wismeijer D, Osman RB. Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review. *Int J Prosthodont.* 2017;30(5):474-84.
12. Methani MM, Revilla-León M, Zandinejad A. The potential of additive manufacturing technologies and their processing parameters for the fabrication of all-ceramic crowns: A review. *J Esthet Restor Dent.* 2020;32(2):182-92.
13. Zandparsa R. Digital imaging and fabrication. *Dent Clin North Am.* 2014;58(1):135-58.
14. Burgess J. Digital DICOM in Dentistry. *Open Dent J.* 2015;9:330-36.
15. Blatz MB, Conejo J. The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. *Dent Clin North Am.* 2019;63(2):175-97.
16. Fung L, Brisebois P. Implementing Digital Dentistry into Your Esthetic Dental Practice. *Dent Clin North Am.* 2020;64(4):645-57.
17. Gungör BE, Yılmaz M, Çelikkol O. İnaoral Tarayıcılarda Doğruluk. *Aydın Dental Journal.* 2022;8(2):123-41.
18. Kamio T, Suzuki M, Asaumi R, Kawai T. DICOM segmentation and STL creation for 3D printing: a process and software package comparison for osseous anatomy. *3D Print Med.* 2020;6(1):17.
19. Azari A, Nikzad S. The evolution of Rapid Prototyping in Dentistry: A Review. *Rapid Prototyping Journal* 2009;15(3):216-25.
20. Kessler A, Hickel R, Reymus M. 3D Printing in Dentistry-State of the Art. *Oper Dent.* 2020;45(1):30-40.
21. Schweiger J, Edelhoff D, Güth JF. 3D Printing in Digital Prosthetic Dentistry: An Overview of Recent Developments in Additive Manufacturing. *J Clin Med.* 2021;10(9):2010.
22. Chen Z, Li Z, Li J, et al. 3D printing of Ceramics: A Review. *Journal of the European Ceramic Society.* 2019;39(4):661-87.
23. Demiralp E, Doğru G, Yılmaz H. Additive Manufacturing (3D printing) methods and applications in dentistry. *Clinical and Experimental Health Sciences.* 2021;11(1):182-90.
24. Acharya A, Chodankar RN, Patil R, Patil AG. Assessment of knowledge, awareness and practices toward the use of 3D printing among dental laboratory technicians in Karnataka, India: A cross-sectional study. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2023;13(4):476-81.

25. Kihara H, Sugawara S, Yokota J, Takafuji K, Fukazawa S, Tamada A, Hatakeyama W, Kondo H. Applications of three-dimensional printers in prosthetic dentistry. *J Oral Sci.* 2021;63(3):212-16.
26. ISO/ASTM 52900:2021 (en) [İnternet] ISO - International Organization for Standardization. Erişim:<https://www.iso.org/obp/ui/%23iso:std:iso-astm:52900:ed-1:v1:en>. (Erişim tarihi 04.07.2023)
27. Javaid M, Haleem A. Current status and applications of additive manufacturing in dentistry: A literature-based review. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2019;9(3):179-85.
28. Methani MM, Cesar PF, et al. Additive manufacturing in dentistry: current technologies, clinical applications, and limitations. *Current Oral Health Reports,* 2020;7:327-34.
29. 3D Printing-Additive [İnternet] 3D Experience. Erişim:<https://make.3dexperience.3ds.com/processes/photopolymerization>. (Erişim Tarihi: 05.07.2023)
30. Pillai S, Upadhyay A, Khayambashi P, Farooq I, Sabri H, Tarar M, Lee KT, Harb I, Zhou S, Wang Y, Tran SD. Dental 3D-Printing: Transferring Art from the Laboratories to the Clinics. *Polymers (Basel).* 2021;13(1):157.
31. Metal injection molding vs. Binder jetting [2/2] [İnternet] TAV Vacuum Furnaces. Erişim: <https://www.tav-vacuumfurnaces.com/blog/42/en/metal-injection-molding-vs-binder-jetting-2>. (Erişim Tarihi: 05.07.2023)
32. PolyJet vs Multijet printing (MJP) [İnternet] FacFox Manufacturing. Erişim: <https://facfox.com/docs/kb/polyjet-mjp-comparison>. (Erişim Tarihi: 05.07.2023)
33. Ligon SC, Liska R, Stampfl J, Gurr M, Mülhaupt R. Polymers for 3D Printing and Customized Additive Manufacturing. *Chem Rev.* 2017 Aug 9;117(15):10212-290.
34. Gibson I, Rosen D, Stucker B, Khorasani M. *Additive Manufacturing Technologies*, 3rd ed. Switzerland: Springer; 2021;253-318.
35. Ngo TD, Kashani A, Imbalzano G, Nguyen KTQ, Hui D. Additive Manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Composites Part B: Engineering.* 2018;143:172-96.
36. Jain S, Sayed ME, Shetty M, Alqahtani SM, Al Wadei MHD, Gupta SG, et al. Physical and Mechanical Properties of 3D-Printed Provisional Crowns and Fixed Dental Prosthesis Resins Compared to CAD/CAM Milled and Conventional Provisional Resins: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Polymers (Basel).* 2022;14(13):2691.
37. Sulaiman TA. Materials in digital dentistry-A review. *J Esthet Restor Dent.* 2020;32(2):171-81.
38. Li RW, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *J Prosthodont Res.* 2014;58(4):208-16.
39. Silva LHD, Lima E, Miranda RBP, Favero SS, Lohbauer U, Cesar PF. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res.* 2017;31:e58.
40. Travitzky N, Bonet A, Dermeik B, et al. Additive manufacturing of ceramic-based materials. *Advanced Engineering Materials.* 2014;16(6):729-54.

Daimi Mandibular Molar Dişlerde Rotasyon ve Resiprokasyon Hareketiyle Çalışan İki Farklı Eğe Sisteminin Preparasyon Etkinliklerinin Kantitatif Olarak Karşılaştırılması

Quantitative Comparison Of The Preparation Efficiencies Of Two Different File Systems Working With Rotation And Reciprocation Motion On Permanent Mandibular Molar Teeth

ÖZ

Amaç: Daimi dişlerde preparasyon sonrası, kalan dentin miktarı tedavinin prognozu açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, resiprokasyon hareketiyle çalışan WaveOne Gold ve rotasyon hareketiyle çalışan TruNatomy eğe sistemlerinin mandibular molar dişlerin kök kanal tedavisinde kullanımından sonra kalan dentin ağırlığını ve preparasyon etkinliğini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Bu araştırma çeşitli nedenlerle çekimi endike olan 30 adet daimi mandibular molar diş üzerinde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle dişlere giriş kavimleri açılmış ve preparasyon öncesi tüm dişlerin, virgülden sonra 5 basamak gösterebilen hassas terazi ile ağırlıkları kaydedilmiştir. Her gruptaki (n=15) kök kanalları, WaveOne Gold ve TruNatomy eğe sistemleri ile prepare edilmiştir. Preparasyon sonrası tüm dişlerin ağırlıkları yeniden ölçülmüş ve kaydedilmiştir. İki farklı grupta preparasyon öncesi ve sonrası ağırlıklar ortalama ve standart sapma olacak biçimde istatistiksel analiz yapılmıştır.

Bulgular: Her iki grupta preparasyon öncesi ve preparasyon sonrası ortalama ağırlıklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Gruplar arasında ortalama ağırlıklardaki azalma miktarları karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı şekilde WaveOne Gold grubundaki ortalama ağırlık azalma miktarının TruNatomy grubuna göre daha fazla olduğu bulunmuştur (p<0,05).

Sonuç: Bu sonuç WaveOne Gold döner eğe sisteminin TruNatomy döner eğe sistemine göre daha fazla miktarda dentin ve pulpa dokusu uzaklaştırabildiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dentin, Döner Eğe Sistemi, Kök Kanal Tedavisi, Preparasyon.

ABSTRACT

Objective: Use of different rotary file systems in permanent teeth, in the preparation phase of root canal treatment, is becoming increasingly common. The amount of dentin remaining after preparation is important for prognosis of treatment. The aim of this study was to evaluate residual dentin weight and preparation efficiency after using of the WaveOne Gold and TruNatomy file systems in root-canal treatment of mandibular molars.

Materials and Method: This study was carried out on 30 permanent mandibular molars, which were extracted for various reasons. Firstly, access cavities of teeth were prepared and weights of them were recorded with precision scales that can show five decimal places before the preparation. Root canals in each group (n=15) were prepared with WaveOne Gold and TruNatomy file systems. After preparation, weights of all teeth were re-measured and recorded. Statistical analysis was performed as mean and standard deviation of weights before and after preparation in two different groups.

Results: There was no statistically significant difference between pre- and post-preparation mean weights in both groups. When mean weight reductions between the groups were compared, the mean weight reduction in WaveOne Gold group was statistically significantly higher than TruNatomy group (p < 0.05).

Conclusion: WaveOne Gold rotary file system can remove a larger amount of dentine and pulp tissue than TruNatomy rotary file system.

Key Words: Dentine, Root Canal Treatment, Rotary File System, Preparation.

İrem EREN¹

ORCID: 0000-0001-5347-8137

Berkant SEZER²

ORCID: 0000-0001-9731-6156

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD,
Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD,
Çanakkale, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 31.10.2023

Kabul/ Accepted: 28.02.2024

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

İrem EREN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi,

Endodonti AD,

Çanakkale, Türkiye

E-mail: iremuzman_85@hotmail.com

Kanal preparasyonundaki temel amaç, pulpa ve periapikal dokularda enfeksiyona neden olabilecek bakterileri, nekrotik dokuları ve enfekte dentini kök kanal sisteminden uzaklaştırmaktır (1-3). Bunun yanında, preparasyon sırasında fazla dentin çıkarılmasının daha yüksek kök kırığı insidansı ile doğrudan ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (4-6). Nikel-titanyum (Ni-Ti) aletler el eğelerine göre kök kanallarının daha etkin bir şekilde preparasyonu için geliştirilmiş sistemlerdir (7). Uygun bir Ni-Ti döner ege sisteminin seçilmesi ile mümkün olduğu kadar çok kök kanal dentini korunarak endodontik tedavi yapılabilir (8). Ni-Ti döner aletlerle yapılan kök kanal preparasyonunun, paslanmaz çelik el aletleriyle karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha az kanal transportasyonu ve daha az preparasyon hatasıyla sonuçlandığı gösterilmiştir (9). Ni-Ti döner ege sistemlerinin rotasyon ve resiprokasyon hareketleri ile kullanılabilen türleri mevcuttur (9). TruNatomy ege sistemi (TRN) (Dentsply Sirona, Tulsa, Oklahoma, Amerika Birleşik Devletleri), elastikiyeti ve yorulmaya karşı direnci artırmak için ısıl işlem görmüş, rotasyon hareketiyle çalışan paralelkenar kesitli özel bir tasarıma sahip olarak yakın zamanda üretilip geliştirilmiş bir ege sistemidir (10, 11). TRN, orifice modifier, glider, small (20/0,04 konik), prime (26/0,04 konik) ve medium (36/0,03 konik) olmak üzere 3 farklı boyutta şekillendirme egesine sahip olan bir sistemdir. Ege sistemi, azalan bir taper açısına ve şekillendirme eğelerinde diğer Ni-Ti döner eğelere oranla (10,12) 0,8 mm çapında daha küçük bir başlangıç çapına sahiptir. Üretici, TRN eğelerinin, egeğin tasarımından kaynaklanan ek alan nedeniyle daha hassas bir şekillendirme yaptığını ve daha fazla debris kaldırdığını iddia etmektedir. TRN sistemi, ince tasarımı, alet geometrisi, azalan taper açısı ve alışımın ısıl işlemi nedeniyle servikal dentinin maksimum korunmasını sağlayarak dişin bütünlüğünü korur (10,11). Aletlerin ve alışımların son zamanlardaki gelişimi, saat yönünde 50° ve saat yönünün tersi yönde 170° ileri geri hareket eden tek ege sistemi WaveOne Gold (WG) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) gibi daha güncel ege sistemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır (13,14). İmalattan sonra WG eğelerine uygulanan yeni bir ısıl işlem, bu eğelere özel altın görünümünü verir. Bu tekrar tekrar ısıtılan ve soğutulan üretim yöntemi aynı zamanda eğeyi daha dayanıklı ve daha esnek hale getirir (15). Bu çalışmanın amacı, resiprokasyon hareketiyle çalışan WG ve rotasyon hareketi ile çalışan TRN döner ege sistemlerinin mandibular molar dişlerin preparasyonunda kullanımından sonra prepare edilen

dental materyalin (dentin ve pulpa dokusu) ağırlığının hesaplanması sonucunda preparasyon etkinliklerini karşılaştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu *in vitro* çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (onay numarası 2023/08-02). Bu çalışma, *in vitro* çalışmalar için *in vitro* Çalışmaları Raporlama Kontrol Listesi (CRIS) yönergeleri doğrultusunda yürütüldü. Haziran-Kasım 2022 tarihleri arasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi ilk muayene kliniğine başvuran hastalar, çalışmadan habersiz bir diş hekimi tarafından muayene edilerek tedavi planı oluşturuldu. Diş çekimi endikasyonu olan ve dahil edilme kriterlerini karşılayan hastalara çalışma hakkında detaylı bilgi verilerek sözlü onam alındıktan sonra ayrıntılı bilgilendirilmiş onam formları imzalatıldı. Çalışma, Helsinki Bildirgesi'nin tüm etik ilkeleri çerçevesinde yürütüldü.

Bu araştırma çeşitli nedenlerle çekimine karar verilmiş 30 adet daimi mandibular molar diş üzerinde gerçekleştirildi. Kök kırığı ve kök rezorbsiyonu bulgusu olmayan, kron restorasyonu, radiküler çürüğü, kök kanallarında parsiyel veya tam obliterasyon bulunmayan, daha önce kök kanal tedavisi yapılmamış, internal ve/veya eksternal kök rezorpsiyonu olmayan ve kök açısı 20 dereceden küçük olan mandibular birinci ve ikinci büyük azı dişleri çalışmaya dahil edildi.

İlk olarak dişlerin varsa koronal çürükleri veya mevcut dolguları aerotör yardımıyla temizlenerek uygun bir giriş kavitesi açıldı. Her bir diş numaralandırılarak her grupta 15 diş olacak şekilde iki gruba ayrıldı (iki daimi diş grubu). Preparasyon öncesi tüm dişlerin, virgülden sonra beş basamak gösterebilen hassas terazi (Dikomsan DGH 2000, İstanbul, Türkiye) ile ağırlıkları kaydedildi. Örneklem büyüklüğünü hesaplamak için G*Power 3.0.10 istatistik yazılımı (v.3.1.9.6, Universitat Kiel, Kiel, Almanya) kullanıldı. Örneklem büyüklüğünün hesaplanabilmesi için öncelikle her grupta 10 diş olmak üzere toplam 20 diş prepare edilerek ölçümler yapıldı ve toplam 26 diş içeren örneklem büyüklüğünün, 0,05'e ayarlanmış bir önem seviyesi (α) ile 1,228 etki büyüklüğünde %95'lik bir güç elde etmek için yeterli olduğu hesaplandı. % 10'luk terk riski göz önünde bulundurularak çalışmanın minimum örneklem büyüklüğü her grup için 15 ve toplam 30 diş olarak belirlendi. Böylece çalışma çeşitli nedenlerle çekim endikasyonu olan 30 mandibular molar diş üzerinde gerçekleştirildi.

Dişlerin Preparasyonu: Çekilen dişlerden önce periapikal radyograflar alınarak kök açıları ve diğer dahil edilme kriterleri açısından kontrol edildi. Varsa koronal çürük veya dolgular aerotör yardımı ile tüm dişlerden temizlenerek uygun giriş kavitesi hazırlandı. Her diş numaralandırılarak ve her grupta 15 diş olacak şekilde iki gruba ayrıldı. Dişler numara sırasına göre dizildi ve preparasyon öncesi tüm dişlerin hassas terazi (Dikomsan DGH 2000, İstanbul, Türkiye) ile ağırlıkları kaydedildi. Daha sonra her iki gruptaki tüm dişlerin her üç kanalına (meziyobukkal, meziyolingual ve distal) 10 numara K tipi kanal eğesi yerleştirilerek periapikal radyograflar alındı ve obliterasyon olmadığından emin olunarak çalışma boyu belirlendi. Son olarak her grup; birinci grup resiprokasyon hareketi yapan, ikinci grup rotasyon hareketi yapan olmak üzere iki farklı döner eğe sistemi ile prepare edildi (Tablo 1).

(boyut 25/0.07) eğe (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanılarak prepare edildi. Preparasyon sırasında eğe tek seferde çalışma boyuna ilerletilmeden sıkıştığı noktada geri çıkarıldı, yüzeyi temizlendi ve kanal irrigate edildikten sonra çalışma boyuna gelene kadar şekillendirmeye devam edildi. Her döngüden sonra kök kanalları, kök kanalı başına 3 ml % 2,5 NaOCl ile irrigate edildi. Preparasyonun tamamlanmasının ardından, son irrigasyon, 3 dakika süreyle 5 ml % 17 EDTA ve ardından 5 ml % 0,9 salin ile geleneksel bir teknik kullanılarak gerçekleştirildi. Egenin kanalda etkili çalışma süresi 1 dakikayı geçmedi.

Grup 2 (TruNatomy): İkinci daimi diş grubu, rotasyon hareketi yapan bir Ni-Ti döner eğe olan TruNatomy, (Dentsply Sirona, Charlotte, ABD) ile prepare edildi. Bu preparasyon sisteminde de firma önerisi doğrultusunda 5 eğe sırayla kullanıldı ve her bir eğe ile preparasyon sonrası NaOCl ile irrigasyon yapılarak

	Grup 1	Grup 2
Döner Eğe Sistemi	WaveOne Gold	TruNatomy
Kullanılan Endodontik Motor	VDW Silver Reciproc	X-Smart Plus
Hareket Tipi	Resiprokasyon	Rotasyon
Organik Çözücü İrrigasyon Solüsyonu	Kök kanalı başına 3 ml %2,5 NaOCl	Kök kanalı başına 3 ml %2,5 NaOCl
İnorganik Çözücü İrrigasyon Solüsyonu	3 dakika süreyle 5 ml %17 EDTA ve ardından 5 ml %0,9 salin	3 dakika süreyle 5 ml %17 EDTA ve ardından 5 ml %0,9 salin
Eğe Sayısı	Tek eğe (boyut 25/0.07)	Beş eğe: Orifice Modifier (boyut 20/0.08), Glider (boyut 17/0.02), Small (20/0.04 taper) ve Prime(26/0.04 taper), Medium (36/0.03 taper)

Tablo1: Gruplarda kullanılan döner eğe sistemlerinin özellikleri ve preparasyonda kullanılan solüsyonlar.

Grup 1 (WaveOne Gold®): Birinci gruptaki dişlerin tüm kanalları, resiprokasyon hareketi yapan Ni-Ti döner eğe sistemi (WaveOne Gold, Dentsply Sirona, Charlotte, USA) kullanılarak prepare edildi. Bu preparasyon sisteminde firma önerisi doğrultusunda tek eğe kullanıldı. Preparasyon işlemi sonrasında sodyum hipoklorit (NaOCl) ile irrigasyon yapılarak kök kanal sistemi tamamen temiz hale getirildi. Döner sistemlerin tork, hız ve kullanım sırası, her grup için üreticinin talimatlarına göre yapıldı. Tüm hazırlıklar aynı deneyimli endodontist (İ.E.) tarafından yapıldı ve tüm aletlerin kullanım sayısı bir adet ile sınırlandırıldı. Tüm gruplarda dişler 27 gauge iğne (Ayset Medikal Ürünler, Türkiye) ile çalışma boyundan 2 mm kısa olacak şekilde irrigate edildi. Kök kanalı, VDW Silver Reciproc motorda (VDW, Münih, Almanya) resiprokal hareket için ayarlanmış (saat yönünün tersine 170° ve saat yönünde 50°) RECİPROC ALL modunda etkinleştirilen WaveOne Gold primary

kök kanal sisteminin tamamen temizlenmesi sağlandı. TruNatomy Orifice Modifier (boyut 20/0.08), Glider (boyut 17/0.02), Small (boyut 20/0.04) ve Prime (boyut 26/0.04) eğeleri (Dentsply, OK, ABD) üreticinin talimatları izlenerek 500 rpm/1,5 Ncm'de ayarlanmış X-Smart Plus endodontik motor (Dentsply Sirona, Tulsa, OK, ABD) kullanılarak çalıştırıldı. Tüm eğeler, kanalda yaklaşık 2–5 mm uzunluğunda ileri geri hareketle ve çalışma boyuna ulaşana kadar kullanıldı. Aşırı preparasyonu önlemek için çalışma uzunluğuna ulaştıktan sonra her eğe bir sonraki eğeyle değiştirildi. Her bir eğe ile preparasyon yapıldıktan sonra irrigasyon işlemi Grup 1'de anlatılan prosedüre uygun olarak yapıldı.

Tüm preparasyon işlemleri bittikten sonra, tüm dişler tartılana kadar distile suda bekletildi ve tartma işleminin hemen öncesinde tüm kanallar kağıt koniler (Dentsply, OK, ABD) ile iyice kurutularak aynı hassas terazi ile tartıldı ve ağırlıkları kaydedildi.

İstatistiksel Analiz: Çalışmaya ait veriler Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, WA, ABD) programı kullanılarak kaydedildi. Veri analizleri ise SPSS 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı ile

BULGULAR

gerçekleştirildi. Verilerin normallik dağılımı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Gruplar arasındaki verilerin farklılığının değerlendirilmesinde bağımsız örneklem t-testi kullanıldı ve istatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edildi.

Preparasyon öncesi ve preparasyon sonrası gruplardaki mevcut dişlerin ağırlıklarının ortalamaları karşılaştırıldığında; preparasyon öncesi WG grubundaki dişlerin ağırlık ortalaması 1,900 gr, TRN grubundaki dişlerin ağırlık ortalaması 1,962 gr olarak ölçüldü (Tablo 2). Preparasyon öncesi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p = 0,736$). Preparasyon sonrası WG grubundaki dişlerin ağırlık ortalaması 1,862 gr, TRN grubundaki dişlerin ağırlık ortalamaları ise 1,941 gr olarak ölçüldü. Preparasyon sonrası da preparasyon öncesine benzer şekilde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p = 0,774$).

Her bir grupta preparasyon sonrası dişlerin ortalama ağırlıklarının preparasyon öncesi ortalama ağırlıklarına göre azalma miktarı değerlendirildiğinde; WG grubunda 0,038 gr ortalama ağırlıkta azalma olduğu gözlenirken TRN grubunda azalma miktarı 0,021 gr olarak bulundu (Tablo 2). Her iki grupta ortalama ağırlıklardaki azalma miktarları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı şekilde WG grubundaki ortalama ağırlık azalma miktarının TRN grubuna göre daha fazla olduğu bulundu ($p < 0,05$). Bu sonuç, WaveOne Gold döner ege sistemi ile TruNatomy döner ege sistemine göre daha fazla miktarda dentin ve pulpa dokusu uzaklaştırıldığını göstermektedir.

TARTIŞMA

Endodontik tedavinin en önemli aşamalarından biri preparasyon aşamasıdır. Geniş bir apikal preparasyonun irrigasyon solüsyonunun apikaldeki hacmindeki artış, daha fazla dentin kaldırılması (16) ve apikal bölgede daha fazla bakterinin eliminasyonu gibi birçok avantajı bulunmaktadır (17). Ancak modern endodontik tedavi ve enstrümantasyon sistemlerindeki gelişmeler, minimal invaziv endodonti kavramına ve buna bağlı olarak kök dentininin korunmasına odaklanmıştır. Dişin kalan yapısal bütünlüğünün restorasyondan sonra dişin gelecekteki işleviyle ilgili olduğu için prognozu belirleyen önemli bir faktör olduğu açıktır (18,19). Kökten uzaklaştırılan

ve kökte kalan dentinin miktarı ve hacmi devital dişlerde kalan diş yapısının restorasyonu açısından bazı çalışmalara konu olmuştur. Koronal dentinin kanal ağızlarının üzerinde kalan kısmının, endodontik tedavili dişlerin kırılma direncini artıracak genel olarak kabul edilmektedir (20).

Son yıllarda minimal invaziv endodontinin gelişimine paralel olarak, farklı şirketler tarafından birçok döner ege sistemi piyasaya sürülmüştür. Bunlar farklı konularda birbirinden üstün oldukları iddiasıyla çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Bu çalışmada, WG ve TRN ege sistemleri mandibular daimi azı dişlerinin kök dentin ağırlığı üzerindeki etkileri açısından karşılaştırılmıştır. Her bir grupta preparasyon sonrası dişlerin ortalama ağırlıklarının preparasyon öncesi ortalama ağırlıklarına göre azalma miktarı değerlendirildiğinde; WG grubunda 0,038 gr ortalama ağırlıkta azalma olduğu gözlenirken TRN grubunda azalma miktarı 0,021 gr olarak bulunmuştur (Tablo 2).

	WaveOneGold	TruNatomy	p değeri*
Preparasyon öncesi ağırlık	1,900±0,373 gr	1,962±0,322 gr	0,736
Preparasyon sonrası ağırlık	1,862±0,359 gr	1,941±0,320 gr	0,774
Fark	0,038±0,023 gr	0,021±0,005 gr	0,033

*Bağımsız örneklem t-testi. İstatistiksel anlamlılık değeri 0,05 olarak kabul edilmiş olup, anlamlı değerler kalın punto ile belirtilmiştir.

Tablo 2. Gruplarda bulunan dişlerin preparasyon öncesi ve preparasyon sonrası ortalama ağırlık miktarları görülmektedir. Ayrıca her bir grupta preparasyon sonrası dişlerin ortalama ağırlıklarının preparasyon öncesi ortalama ağırlıklarına göre azalma miktarı verilmiştir.

Her iki grupta ortalama ağırlıklardaki azalma miktarları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı şekilde WG grubunda ortalama ağırlık azalma miktarının TRN grubuna göre daha fazla olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$). Güncel literatür incelendiğinde, döner ege sistemlerinin kök kanal dentin miktarının ağırlığında meydana getirdiği değişikliklerle ilgili yakın zamanda yapılan çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmalar daha çok döner ege sistemlerinin dentin hacim miktarında meydana getirdiği değişikliklerle ilgili olarak bulunmuştur.

Hye Won Kim ve ark. rezin bloklar üzerinde yaptıkları çalışmada, WG ve TRN sistemlerinin kanal transportasyonu üzerine etkisini incelemişler ve WG sisteminin, TRN sistemine oranla daha fazla hacimde dentin kaldırdığını bulmuşlardır (21). Hacim ve ağırlık doğru orantılı olarak düşünülecek olursa benzer şekilde bizim çalışmamızda da WG sisteminin TRN

sistemine göre daha fazla ağırlık kaybına yol açtığı ve bunun sonucunda daha fazla dentin ve pulpa dokusu kaldırdığı bulunmuştur.

Shaheen ve ark. yaptıkları çalışmada, WG ve TRN sistemlerinin koronal, orta ve apikal üçlüde kaldırdıkları dentin miktarını hacimsel olarak incelemişler, TRN sisteminin sadece apikal üçlüde daha fazla dentin uzaklaştırdığını, koronal ve orta üçlüde ise WG sisteminin daha fazla miktarda dentin uzaklaştırdığını bulmuşlardır (22). Çalışmamızda prepare edilen dentin miktarı yönünden döner ege sistemlerinin etkinlikleri karşılaştırılmış olduğundan koronal, orta veya apikal üçlüde meydana gelen farklılıkları ortaya koymak mümkün değildir. Bununla birlikte bizim çalışmamızda da WG sisteminin daha fazla miktarda dentin kaldırdığı bulunmuştur. Ancak bu farklılığın kök kanalının hangi bölümünden kaynaklandığı belirlenememiştir. Buna karşılık hacim ölçümlerinde ortaya çıkan farklılıklar sadece dentin materyalindeki azalmadan kaynaklanırken bizim çalışmamızda esas alınan parametre ağırlık kaybıdır ve ağırlıkta meydana gelen azalma miktarı yalnızca dentin materyalinden değil, her ne kadar *in vitro* şartlar olsa da aynı zamanda kanal boşluğu içerisindeki doku artıklarından da kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla ağırlık miktarındaki değişiklikler radyolojik olarak dikkate alınmayan veya görüntülenemeyen kanal boşluğundaki doku artıklarına ait verileri de barındırmaktadır. Sonuç olarak ege sistemlerinin preparasyon etkinlikleri karşılaştırılırken sadece hacimsel değişiklikler değil aynı zamanda ağırlıktaki değişikliklerin de göz önünde bulundurulması yararlı olacaktır.

Djuric ve ark. yaptıkları çalışmada, farklı ege sistemlerini kullanarak apikalden taşan debris miktarını karşılaştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda, WG sisteminin TRN sisteminden daha fazla apikal debris taşırdığını bulmuşlardır (23). Çalışmamızda kök kanalı içerisinde daha fazla materyal prepare edilmiş olması aynı zamanda apikalden debris taşıma olasılığının da daha fazla olabileceğini düşündürmüştür. Ancak çalışmamızdaki veriler ile doğrudan böyle bir sonuç çıkarmak mümkün değildir. Roshdy ve Hassan ise WG sisteminin eğimli kanallarda TRN sisteminden daha az dentin kaldırdığını bildirmişlerdir (24). Çalışmamızda mandibular molar dişler kullanılmış ve kök açısı 20 dereceden daha küçük olan köklere sahip dişler seçilmiştir. Buradaki amaç kök açısından bağımsız olarak sadece preparasyon etkinliğini değerlendirmektir. Ancak, literatür verisi göz önünde bulundurulduğunda TRN sisteminin eğri kanallarda daha etkin preparasyon yaptığı söylenebilir.

Topçuoğlu ve ark. kanal tedavisinin yenilenmesi sırasında kök kanal dolgu materyalinin sökülürken üç farklı Ni-Ti ege sistemi ve el eğelerinin etkinliklerini

değerlendirdikleri çalışmada apikalden taşan debris miktarını karşılaştırmışlardır (25). Bizim çalışmamıza benzer şekilde Topçuoğlu ve ark. çalışmasında da hassas terazi kullanılmış, ancak hassas terazi ile sadece apikalden taşan debris miktarı tartılmıştır. Bu amaçla dişler daha önce Myers ve Montgomery tarafından tarif edildiği şekilde Eppendorf tüpüne yerleştirilmekte ve sadece apikalden taşan doku artıkları ve artık dentin toplanarak hassas terazi yardımıyla tartılmaktadır (26). Literatürde bu yöntem ile apikalden taşan debris miktarını ölçen birçok çalışmaya rastlamak mümkündür (23,24,26-28). Daha önce belirtildiği gibi bizim çalışmamız kök kanal sisteminin tamamındaki ağırlık kaybına odaklanmaktadır. Dolayısıyla elde ettiğimiz ağırlık verileri apikalden taşan debris miktarını da barındırmaktadır. Bunun yanında çalışmamızda WG sisteminin daha fazla ağırlık kaybına neden olduğu, dolayısıyla daha fazla preparasyon etkinliğine sahip olduğu belirlenmiş olsa da WG sisteminin apikalden daha fazla debris taşırmış olabileceği sonucunu elde ettiğimiz verilerden çıkarmak mümkün değildir.

Literatürde, çalışmamızda kullanılan ölçüm yönteminin kullanıldığı sadece bir çalışmaya rastlanmıştır. Teodorovic ve ark.nın yaptıkları çalışmada, kök dentinindeki ağırlık azalmasının ölçülmesi yoluyla el eğeleri ve ultrasonik eğelerin preparasyon etkinlikleri karşılaştırılmıştır (29). İlgili çalışmada yeni çekilmiş 60 adet tek köklü insan dişi ilk olarak tek marka reamer ile apikale ulaşacak kadar prepare edilmiştir. Virgülden sonra dört basamak gösteren hassas elektronik terazi ile tartılan örneklerin 6 farklı ege kullanılarak preparasyonları tamamlanmıştır. K-tüp reamer, K-tipi el eğesi, H-tipi el eğesi, giromatik temizleyici, giromatik ege ve ultrasonik ege kullanılan farklı gruplarda ultrasonik ege tipinin kök kanal dentininin uzaklaştırılmasında etkili yöntem olduğu, giromatik eğelerin ise kök kanal dentinini en az uzaklaştıran eğeler olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan hassas terazi ölçümlerinde K-tipi el eğesi, giromatik ege ve ultrasonik eğelerin kök kanal dentininde yarattığı azalma miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu bildirilmiştir (29). Ancak çalışmanın 1990 yılında yapılmış olması ve çalışmada kullanılan kanal preparasyon sistemlerinin güncel olmaması, ilgili çalışmanın verilerinin bizim çalışmamızda elde edilen verilerle karşılaştırılmasında sınırlama oluşturmaktadır. Diğer yandan, çalışmamızda kullanılan hassas terazi ile ölçüm yönteminden farklı olarak tarayıcı elektron mikroskobu, mikro-bilgisayarlı tomografi, konik ışınli bilgisayarlı tomografi gibi yöntemlerle de kök-kanal preparasyonu öncesi ve sonrasında kökteki dentin miktarındaki farkı değerlendiren çalışmalar mevcuttur (30-33). Mikro-bilgisayarlı tomografi ile laboratuvar ortamında

yapılan çalışmalardan elde edilen bulguların konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile kliniğe dönük uygulamaları ve bu yöntemlerle elde edilen görüntülerin bilgisayar ortamında görselleştirilmesi ve analizlerinin yapılması ideal olan yöntemler olmakla birlikte (34); hassas terazi kullanılarak yapılan preparasyon öncesi ve sonrası dentin miktarı ve ağırlığında yapılacak karşılaştırmalar bu yöntemlere ek olarak kullanılabilir görünmektedir. Hızlı ve kolay uygulanır olması, ucuz ve ulaşılabilir bir yöntem olması, laboratuvar şartlarında da olsa radyasyon içermemesi gibi avantajları nedeniyle tüm bu yöntemlere ek olarak kullanılabilir. *İn-vitro* çalışmalar doğaları gereği bazı limitasyonlara sahiptir. Kullanılan dişlerin kök-kanallarında standardizasyon sağlanamaması, preparasyonun uygulayıcının deneyimine bağlılık göstermesi, preparasyon sırasında koronal bölgedeki minimal kayıpların ağırlıkta değişime sebebiyet vermesi, madde kaybının kök kanalının hangi bölgesinden olduğunun ayrıntılı olarak analiz edilememesi, elde edilen verilerin görselleştirilememesi gibi sınırlamaları olan çalışmamızda; yöntemin hızlı, kolay ve ucuz olması ile nümerik veri analizine izin vermesi, tüm preparasyonların tek ve deneyimli bir endodonti uzmanı tarafından gerçekleştirilmiş olması gibi avantajları bulunmaktadır.

SONUÇ

Sonuç olarak kök kanallarının preparasyonunda kullanılan eğeleme sistemlerinin etkinliklerinin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan hacim ölçüm yöntemi sadece sert doku miktarındaki değişiklikler hakkında bilgi vermektedir. Bunun yanında kök kanallarının ağırlıklarındaki azalma miktarının da hassas terazi ile ölçülmesi, radyografik olarak ölçülemeyen kök kanal boşluğundaki doku artıklarını kaldırabilme etkinliklerinin de ölçülmesine imkan verecektir. Çalışmamızda elde edilen verilere göre mandibular molar dişlere ait 20 dereceden daha az eğimli kök kanallarında WG döner eğe sisteminin TRN döner eğe sistemine göre daha fazla dentin ve pulpa dokusunun uzaklaştırılmasına neden olduğu bulunmuştur. Bu durum WG döner eğe sisteminin daha fazla dentin ve pulpa dokusu uzaklaştırabildiğini, buna karşılık TRN döner eğe sisteminin daha fazla diş dokusu koruduğunu göstermektedir. Bununla birlikte her iki döner eğe sistemi ile yapılacak kök kanal tedavili dişlerin prognozunun belirlenmesi üzerine uzun dönem takip çalışmalarına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Jensen AL, Abbott PV, Castro Salgado J. Interim and temporary restoration of teeth during endodontic treatment. *Aust Dent J.* 2007;52:83-99.
2. Amato M, Pantaleo G, Abtella D, Blasi A, Gagliani M, Iandolo A. An in vitro evaluation of the degree of pulp tissue dissolution through different root canal irrigation protocols. *J Conserv Dent.* 2018;21:175-79.
3. Manchanda S, Sardana D, Yiu CKY A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials comparing rotary canal instrumentation techniques with manual instrumentation techniques in primary teeth. *Int Endod J.* 2020;53:333-53.
4. Adorno CG, Yoshioka T, Jindan P, Kobayashi C, Suda H. The effect of endodontic procedures on apical crack initiation and propagation ex vivo. *Int Endod J.* 2013;46(8):763-68.
5. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod.* 2010;36:609-17.
6. Mireku AS, Romberg E, Fouad AF, Arola D. Vertical fracture of root filled teeth restored with posts: the effects of patient age and dentine thickness. *Int Endod J.* 2010;43(3):218-25.
7. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988;14:346-51.
8. Unno H, Ebihara A, Hirano K, Kasuga Y, Omori S, Nakatsukasa T, Kimura S, Maki K, Okiji T. Mechanical Properties and Root Canal Shaping Ability of a Nickel-Titanium Rotary System for Minimally Invasive Endodontic Treatment: A Comparative In Vitro Study. *Materials (Basel).* 2022;15(22):7929.
9. M. Kuzekanani. Nickel-titanium rotary instruments: development of the single-file systems *J Int Soc Prev Community Dent.* 2018;8:386-90.
10. Plotino G, Ahmed HM, Grande NM, Cohen S, Bukiet F. Current Assessment of Reciprocation in Endodontic Preparation: A Comprehensive Review-Part II: Properties and Effectiveness. *J Endod.* 2015;41(12):1939-50.
11. Van der Vyver P, Vorster M, Peters O. Minimally invasive endodontics using a new single-file rotary system. *Int Dent Afr.* 2019;9:6-20.
12. Dentsply Sirona. *TruNatomy Brochure.* Johnson (TN): Dentsply Sirona; 2019. <https://www.dentsplysirona.com/en/explore/endodontics/trunatomy.html>. (Erişim Tarihi: 22.01.2024)

- 13.** Peters OA, Arias A, Choi A. Mechanical properties of a novel nickel-titanium root canal instrument: stationary and dynamic tests. *J Endod.* 2020;46:994-1001.
- 14.** Özyürek T. Cyclic fatigue resistance of reciproc, WaveOne, and WaveOne Gold Nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2016;42:1536-39.
- 15.** Thomas J, Lynch M, Paurazas S, Askar M. Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of Wave One Gold, TRUShape, EdgeCoil and XP-3D Shaper endodontic files in single, oval-shaped canals: an in vitro study. *J Endod.* 2020;46:244-51.
- 16.** Webber J. Shaping canals with confidence: WaveOne GOLD single-file reciprocating system. *Roots* 2015;1:34-40.
- 17.** Boutsoukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis LW. The effect of root canal taper on the irrigant flow: evaluation using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J.* 2010;43(10):909-16.
- 18.** Fornari VJ, Silva-Sousa YT, Vanni JR, Pécora JD, Versiani MA, Sousa-Neto MD. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J.* 2010;43(11):988-94.
- 19.** Tang W, Wu Y, Smales R J. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod.* 2010;36:609-17.
- 20.** Al-Wahadni A, Gutteridge DL. An in vitro investigation into the effects of retained coronal dentine on the strength of a tooth restored with a cemented post and partial core restoration. *Int Endod J.* 2002;35(11):913-18.
- 21.** HyeWon Kim, Su-Jin Jeon, and Min-Seock Seo. Comparison of the canal transportation of ProTaper GOLD, WaveOne GOLD, and TruNatomy in simulated double-curved canals. *BMC Oral Health.* 2021;21:533.
- 22.** Shaheen NA, Elhelbawy NGE. Shaping Ability and Buckling Resistance of TruNatomy, WaveOne gold, and XP-Endo Shaper Single-File Systems. *Contemp Clin Dent.* 2022;13(3):261-66.
- 23.** Predin Djuric N, Van Der Vyver P, Vorster M, Vally ZI. Comparison of apical debris extrusion using clockwise and counter-clockwise single-file reciprocation of rotary and reciprocating systems. *Aust Endod J.* 2021;47(3):394-400.
- 24.** Roshdy NN, Hassan R. Quantitative evaluation of apically extruded debris using TRUShape, TruNatomy, and WaveOne Gold in curved canals. *BDJ Open.* 2022;20;8(1):13.
- 25.** Topçuoğlu HS, Demirbuga S, Topçuoğlu G. Evaluation of apically extruded debris during the removal of canal filling material using three different Ni-Ti systems and hand files in teeth with simulated apical root resorption. *Int Endod J.* 2020;53(3):403-09.
- 26.** Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *J Endod.* 1991; 17(6):275-79.
- 27.** Gunes B, Yesildal Yeter K. Effects of Different Glide Path Files on Apical Debris Extrusion in Curved Root Canals. *J Endod.* 2018;44(7):1191-94.
- 28.** Boijink D, Costa DD, Hoppe CB, Kopper PMP, Grecca FS. Apically Extruded Debris in Curved Root Canals Using the WaveOne Gold Reciprocating and Twisted File Adaptive Systems. *J Endod.* 2018;44(8):1289-92.
- 29.** Teodorović N, Ivanović V, Filipović V. Kvantitativno određivanje efikasnosti mehanicke i ultrazvucne obrade korenskog kanala [Quantification of mechanical versus ultrasonic technique in root canal preparation]. *Stomatol Glas Srb.* 1990;37(3):293-97.
- 30.** Camargo CH, Siviero M, Camargo SE, de Oliveira SH, Carvalho CA, Valera MC. Topographical, diametral, and quantitative analysis of dentin tubules in the root canals of human and bovine teeth. *J Endod.* 2007;33(4):422-26.
- 31.** D'Ercole S, D'Arcangelo C, Catamo G, Prosperi GD, Tripodi D, Pasquantonio G, Piccolomini R. Microbiological study and scanning electron microscopic analysis of root canal wall dentin following pumped Diodium Nd:YAG laser irradiation. *New Microbiol.* 2004;27(1):55-63.
- 32.** Nadeau B, Chen Z, Kishen A. Free Water Loss-induced Heterogeneous Residual Strain and Reduced Fatigue Resistance in Root Dentin: A 3-dimensional Digital Image Correlation Analysis. *J Endod.* 2019;45(6):742-49.
- 33.** Kanter V, Weldon E, Nair U, Varella C, Kanter K, Anusavice K, Pileggi R. A quantitative and qualitative analysis of ultrasonic versus sonic endodontic systems on canal cleanliness and obturation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(6):809-13.
- 34.** Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YC, Mazzi-Chaves JF, Carvalho KKT, Barbosa AFS, Versiani MA, Jacobs R, Leoni GB. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. *Braz Oral Res.* 2018;18:32(suppl 1):e66.

Comparison Of Cone Beam Computed Tomography, Panoramic Radiography And Ultrasonography For The Detection Of Soft Tissue Calcification

Yumuşak Doku Kalsifikasyonlarının Tespitinde Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi, Panoramik Radyografi Ve Ultrasonografinin Karşılaştırılması

ABSTRACT

Objective: The aim of the study is to determine the distribution of soft tissue calcifications according to age, gender and localization and to compare 3 different imaging techniques in the detection of these heterotopic structures.

Materials and Method: The data of 1150 patients who were previously examined and known to have calcification were scanned. 102 patients, aged between 13 and 90, with calcification detected in cone beam computed tomography (CBCT), panoramic radiography and ultrasonography(USG) images, were selected and included in the study. Patient data were evaluated by two dentomaxillofacial radiology specialists retrospectively one month apart to evaluate the detectability of calcifications. A two-degree scale was adopted for the presence/absence of lesions.

Results: When it was evaluated whether there was a difference between the three different imaging techniques in detecting calcification, a statistically significant difference was found between CBCT, panoramic radiography and USG ($p<0.001$). The sensitivity of panoramic radiography was lower compared to CBCT in the detection of tonsillolith, arterial calcification, antrolith and triticeous cartilage calcifications (34%, 75%, 40%, 75%, respectively). The sensitivity of ultrasonography (USG) was found to be quite low compared to CBCT in the detection of tonsillolith and triticeous cartilage calcifications (5.7%, 12.5%, respectively). Laryngeal cartilage calcification, anthrolith, rhinoloth, and stylohyoid ligament ossification could not be detected by USG.

Conclusion: Panoramic radiography can be used as an alternative imaging method compared to CBCT in the detection of maxillofacial soft tissue calcifications. USG is useful in evaluating some calcifications noticed on radiographs. The detectability of soft tissue calcifications with USG will increase with the widespread use of USG in the field of dentistry and the increase in the experience of physicians.

Key Words: Calcification, Cone Beam Computed Tomography, Panoramic Radiography, Ultrasonography.

ÖZ

Amaç: Çalışmanın amacı yumuşak doku kalsifikasyonlarının yaşa, cinsiyete ve lokalizasyona göre dağılımını belirlemek ve bu heterotopik yapıların tespitinde 3 farklı görüntüleme tekniğini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntemler: Daha önce muayene edilen ve kalsifikasyon olduğu bilinen 1150 hastanın verileri tarandı. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT), panoramik radyografi ve ultrasonografi görüntülerinde kalsifikasyon tespit edilen, yaşları 13 ile 90 arasında değişen 102 hasta seçilerek çalışmaya dahil edildi. Hasta verileri, kalsifikasyonların tespit edilebilirliğini değerlendirmek amacıyla iki dentomaksillofasiyal radyoloji uzmanı tarafından birer ay arayla retrospektif olarak değerlendirildi. Lezyonların varlığı/yokluğu için iki dereceli bir ölçek benimsendi.

Bulgular: Üç farklı görüntüleme tekniği arasında kalsifikasyonların saptanmasında fark olup olmadığı değerlendirildiğinde CBCT, panoramik radyografi ve USG arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,001$). Tonsillolit, arteriyel kalsifikasyon, antrolit ve tritisöz kıkırdak kalsifikasyonlarının tespitinde panoramik radyografinin duyarlılığı CBCT'ye göre daha düşüktü (sırasıyla %34, %75, %40, %75). Tonsillolit ve tritisöz kıkırdak kalsifikasyonlarının saptanmasında ultrasonografinin (USG) duyarlılığı yine CBCT'ye göre oldukça düşüktü (sırasıyla %5,7, %12,5). USG'de laringeal kıkırdak kalsifikasyonu, antrolit, rinolit ve stilohyoid ligament ossifikasyonu tespit edilemedi.

Sonuç: Panoramik radyografi, maksillofasiyal yumuşak doku kalsifikasyonlarının tespitinde CBCT'ye kıyasla alternatif bir görüntüleme yöntemi olarak kullanılabilir. USG radyografilerde fark edilen bazı kalsifikasyonların değerlendirilmesinde faydalıdır. USG'nin diş hekimliği alanında kullanımının yaygınlaşması ve hekimlerin deneyiminin artmasıyla birlikte yumuşak doku kalsifikasyonlarının USG ile tespit edilebilirliği artacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kalsifikasyon, Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi, Panoramik Radyografi, Ultrasonografi

Çiğdem ŞEKER¹

ORCID: 0000-0001-8984-1241

Gediz GEDUK¹

ORCID: 0000-0002-9650-2149

Murat İÇEN²

ORCID: 0000-0002-2779-5646

¹Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Dentistry, Department of Dentomaxillofacial Radiology Zonguldak, Turkey

²Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Faculty of Dentistry, Department of Dentomaxillofacial Radiology Nevşehir, Turkey



Geliş tarihi / Received: 14.11.2023

Kabul tarihi / Accepted: 04.01.2024

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Çiğdem ŞEKER,
Zonguldak Bülent Ecevit University,
Faculty of Dentistry,
Department of Dentomaxillofacial
Radiology, Zonguldak, Turkey
e-mail: cgdmdmrhn@gmail.com

INTRODUCTION

Calcium salts accumulate in bone tissue under normal conditions. Sometimes calcium phosphate may accumulate in other tissues. The anomaly caused by these structures, which are formed in a different place than where they should normally be, is called heterotopia. Heterotopic calcifications occur when calcium salts accumulate in soft tissues without being organized, and heterotopic ossifications occur when they accumulate in an organized manner. Three types of calcifications are seen in soft tissue, depending on the condition of the tissue or the serum calcium-phosphate levels; dystrophic calcification, metastatic calcification and idiopathic calcification (1-5). Dystrophic calcifications include calcified lymph node, tonsillolith, cysticercosis, and calcified atherosclerotic plaque; whereas idiopathic calcifications include sialolith, phlebolith, laryngeal cartilage calcification, anthrolith, rhinolith, and dacryolith. Heterotopic ossifications include osteoma cutis, myositis ossificans, and stylohyoid ligament ossification (1-5). These structures may be asymptomatic and may be discovered incidentally on panoramic radiographs obtained from patients for different purposes. The anatomical locations, numbers, distributions, and patterns of calcifications/ossifications are important diagnostic criteria in the radiographic evaluation of soft tissue opacities. Accurate diagnosis of calcifications is important as the findings may indicate a serious disease condition. It may require treatment or follow-up of the disorders that cause these structures to form (1-5). For this reason, dentists should be able to identify, diagnose and treat pathologies encountered in radiography, and refer them to the relevant specialist when necessary (6). When these structures, which are detected by incidental on panoramic radiography, are superimposed on anatomical structures, it is a complex task to determine whether the calcification belongs to these anatomic structures or soft tissue. Therefore, additional radiographic techniques may be needed. Standard occlusal or lateral oblique radiography, submentovertex projection, Waters graphy, sialography, angiography, CBCT, and MRI are some of these techniques (6,7,9). In addition to these imaging techniques, ultrasonography (USG), which is a method that does not contain ionizing radiation; the agency of its rapid imaging feature, non-invasiveness, and reproducibility, it is frequently used in the imaging of soft tissues in the maxillofacial region and in the examination of parenchymal organs (2,3-11). Artifacts are undesirable and normally non-existent images in an image. Artifacts in USG can prevent the diagnosis and sometimes conversely be useful in the interpretation of

the image. An acoustic shadowing artifact occurs when strong reflectors such as bones, stones, calcifications, or air reflect numerous sound waves, leaving a hypoechoic shadow behind them. This artifact helps the physician in the ultrasonographic diagnosis of a calcified structure in the head and neck region (12-15). When we reviewed the literature regarding evaluating maxillofacial calcification on three imaging techniques (CBCT, USG, and panoramic radiography) using the PubMed database, we could find no reports comparing these three imaging techniques. Therefore, the study aims to determine the sensitivity, specificity, and diagnostic accuracy of the detectability of soft tissue calcification and ossifications in different imaging techniques (CBCT, USG and panoramic radiography) and to determine the distribution of these heterotopic structures in terms of age, gender and localization.

MATERIAL AND METHODS

Selection Of The Patient Group

Radiographic and ultrasonographic images of patients who applied to Zonguldak Bülent Ecevit University Faculty of Dentistry, Dentomaxillofacial Radiology Department between 2017 and 2019 were used. Panoramic radiography is taken during routine clinical examination in patients admitted to our faculty. CBCT and USG are performed as advanced imaging when conditions such as cysts, tumors, calcifications, impacted teeth, and anatomical variations are suspected on panoramic radiography. For advanced imaging, a request can be made from our department or other departments. The data of patients under 13 years of age, who had undergone previous surgery in the maxillofacial region, and patients with syndrome or congenital anomalies, cysts, tumors and fracture were excluded from the study. Bilateral images with 8x10 cm FOV area in CBCT images were included in the study. In our study, the data of the patients who gave consent for the use of radiographic and ultrasonographic images in the studies were used. The data of 1150 patients who were previously examined and known to have calcification/ossification were scanned. 102 patients, aged between 13 and 90, who had calcification/ossification on CBCT, panoramic radiography and ultrasonography images, were selected and included in the study. The patients' data were archived and evaluated retrospectively for the detectability of calcifications.

Obtaining The Data

CBCT images of the patients were obtained in Dentomaxillofacial Radiology Clinic with Veraviewepocs 3D R100/F40 (J Morita Mfg. Corp.,

Kyoto, Japan) tomography device using 90 kVp 5 mA and 0.125 mm³ voxel size in 8x10 cm FOV area. CBCT images were evaluated in axial sagittal and coronal planes using i-Dixel 2.0 software (J. Morita Corporation, Osaka, Japan).

Panoramic radiography images were obtained with the Veraview IC5 HD (J Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japan) panoramic device at adult dosage and standard acquisition protocol. Radiographs presence a high rate of artifacts and those considered diagnostically inadequate were excluded from the study. Ultrasonography images were obtained with the MyLab™Twice US (Esaote SpA Genoa, Italy) device using an extraoral linear probe in the 4 - 13.0 Mhz frequency range. Ultrasonographic images were reviewed using dedicated offline ultrasound imaging MyLab Desk software (Esaote SpA, Genoa, Italy). In the routine USG examination protocol of all patients; temporomandibular joint, parotid gland, maxillary sinuses, submandibular gland and lymph nodes, floor of the mouth, carotid artery, thyroid gland, laryngeal cartilage and surrounding tissues are evaluated. The patients were positioned in a supine position, with the head being scanned as two symmetrical hemispheres and slightly tilted backwards. The entire USG examinations are recorded in AVI format as video and/or snapshots in TIFF file format. All imaging was performed by a dentomaxillofacial radiologist with 9 years of experienced.

Assessment Of Radiographic Images

CBCT, panoramic radiography and ultrasonography images of 102 patients were filed for retrospective evaluation. A dentomaxillofacial radiology specialist (3 years experienced) and a research assistant (2 years experienced) evaluated the classified data 2 times with 1 month intervals to determine intra-observer and inter-observer consistency. CBCT images were accepted as the gold standard in the evaluation, and the detectability of calcifications in panoramic radiography and ultrasonography images was evaluated. Radiographic appearances (number, localization, distribution, pattern) were taken into account in the evaluation of calcifications and ossifications in CBCT and panoramic radiography. Hyperechoic lesions that posterior acoustic shadowing on USG images were considered calcification. Evaluating USG images, ultrasonographic appearances were also taken into account. A two-point scale for the presence/absence of calcification was admitted for assessment. (0: absence; 1: presence) (Figure 1, 2).

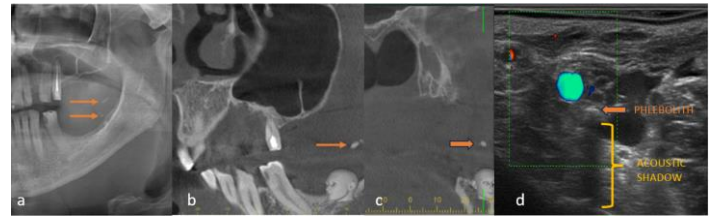


Figure 1: The appearance of phlebolith in Panoramic radiography(a), CBCT(b,c) and USG(d)



Figure 2: The appearance of sialolith, in CBCT (a), panoramic radiography (b), USG (c)

Ethical Approval

Ethical approval for the study was obtained from the Clinical Research Ethics Committee of Zonguldak Bülent Ecevit University, with Protocol number 2018-214-24/10.

Statistical Analysis Of Data

Statistical analysis was performed using the SPSS 19.0 (Statistical Package for Social Sciences, Chicago IL, USA) program. Descriptive statistics were expressed as frequencies and percentages. The Cochran Q test was used to determine the differences between the three techniques. When there was a difference between the methods after the Cochran Q test, Dunn's test was used for pairwise comparison of the methods. Differences within and between observers were evaluated with the Mc Nemar test. Kappa statistics were used to determine the inter- and intraobserver agreement and $p < 0.05$ was considered statistically significant for all tests.

RESULTS

In our study, the data of 102 patients with soft tissue calcification and ossification in the maxillofacial region were used. The mean age of the patients was 48 ± 16.457 and the youngest age was 15 and the oldest was 89. Of the patients included in the study, 48 (47.1%) were male and 54 (52.9%) were female. The most common type of calcification/ossification in both gender was ossification of the stylohyoid ligament (Table 1).

Calcification was present in all 102 patients with CBCT. In Panoramic radiography images, calcification was detected in 92.1% of the patients, while it could not be detected in 7.8%. However, the rate of calcification detection in USG images was 29.4% and the rate of non-detection was 70.6%.

Considering the inter-observer kappa values; there was good agreement in the detection of stylohyoid ligament ossification on panoramic radiography between the first readings of the first and second observers, and moderate agreement in the detection of triticeous cartilage calcifications (Table 4).

Calcification type		Gender	Calcified lymph node	Tonsillolith	Arterial calcification	Sialolith	Phlebolith	Laryngeal cartilage calcification	Rinolith	Antrolith	Ossified stylohyoid ligament	Triticeous cartilage calcification
			(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Male	(n)	2	19	3	9	2	7	0	3	26	4	
	(%)	2.0%	18.6%	2.9%	8.8%	2.0%	6.9%	0.0%	2.9%	25.5%	3.9%	
Female	(n)	1	34	1	11	0	8	1	2	37	4	
	(%)	1.0%	33.3%	1.0%	10.8%	0	7.8%	1.0%	2.0%	36.3%	3.9%	
Total	(n)	3	53	4	20	2	15	1	5	63	8	
	(%)	2.9%	52.0%	3.9%	19.6%	2.0%	14.7%	1.0%	4.9%	61.8%	7.8%	

Table 1: Distribution of calcifications and ossifications by gender.

When the distribution of calcifications/ossifications according to imaging techniques is commented;

- 174 calcifications were detected in 102 patients on CBCT images. The most common type of calcification was stylohyoid ligament ossification (61.8%), and the second most common calcification was tonsillolith (52%).
- 143 calcifications were detected in 94 patients on panoramic radiography images. The most common type of calcification was stylohyoid ligament ossification (70.6%). The second most common calcification was sialolith (19.6%).
- 32 calcifications were detected in 30 patients on USG images. The most common type of calcification was determined as sialolith (Table 2).

Considering the kappa values between the 1st and 2nd intra-observer readings; only for the first observer, good agreement was observed in the detection of stylohyoid ligament ossification on the panoramic radiograph, and moderate agreement was observed in the detection of triticeous cartilage calcifications (Table 3).

In detecting calcifications and ossifications; There is no difference between the 1st and 2nd intraobserver readings of the 1st and 2nd observers for each of the CBCT, panoramic radiography and USG techniques ($p=1.000$). In detecting only stylohyoid ligament ossifications; For the panoramic radiography technique, a difference was found between the 1st and 2nd readings of the 1st observer ($p=0.022$). In the detection of calcifications and ossifications; there is no difference between the 1st and 2nd interobserver readings of the 1st and 2nd observers for each of the CBCT, panoramic radiography and USG techniques ($p=1.000$).

When the three techniques were compared considering the intra-observer values; CBCT was found to be more sensitive in detecting tonsilloliths. Laryngeal cartilage calcification, anthrolith, rinolith, and stylohyoid ligament ossification could not be detected by USG. The sensitivity of panoramic radiography was 40% compared with CBCT in imaging the anthrolith. The sensitivity of USG in the detection of triticeous cartilage calcifications was observed to be quite low (12.5%) (Table 5).

It was evaluated whether there was a difference between three different imaging techniques in detecting calcifications and ossifications in intraobserver values:

Calsification Type / Imaging Technique		Calcified lymph node	Tonsillolith	Arterial calcification	Sialolith	Phebolith	Laryngeal cartilage calcification	Rinolith	Anthrolith	Ossified Stylohyoid Ligament	Triticeous cartilage calcification	TOTAL
		(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)
CBCT	(n)	3	53	4	20	2	15	1	5	63	8	174
	(%)	2.9%	52%	3.9%	19.6%	2%	14.7%	1%	4.9%	61.8%	7.8%	
Panoramic radiography	(n)	3	19	3	20	2	14	1	2	72	7	143
	(%)	2.9%	18.6%	2.9%	19.6%	2%	13.7%	1%	2%	70.6%	6.9%	
USG	(n)	3	3	3	20	2	0	0	0	0	1	32
	(%)	2.9%	2.9%	2.9%	19.6%	2%	-	-	-	-	1%	

Table 2: Distribution of calcifications / ossifications by imaging.

CALCIFICATION TYPE	1. observer 1. and 2. reading			2. observer 1. ve 2. reading		
	CBCT	Panoramic radiography	USG	CBCT	Panoramic radiography	USG
Calcified lymph node	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<i>P value</i>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Tonsillolith	1.000	0.82	1.000	0.98	0.859	1.000
<i>P value</i>	1.000	0.063	1.000	1.000	1.000	1.000
Arterial calcification	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<i>P value</i>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Sialolith	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<i>P value</i>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Phebolith	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<i>P value</i>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Laryngeal cartilage calcification	1.000	0.917	-	1.000	1.000	-
<i>P value</i>	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-
Rhinolith	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-
<i>P value</i>	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-
Anthrolith	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-
<i>P value</i>	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-
Ossified Stylohyoid Ligament	1.000	0.718	-	0.979	0.954	-
<i>P value</i>	1.000	0.022	-	1.000	0.5	-
Triticeous cartilage calcification	0.918	0.583	1.000	1.000	0.918	1.000
<i>P value</i>	1.000	0.125	1.000	1.000	1.000	1.000
p<0.05, (-) values that cannot be compared						

Table 3: Kappa and p values for intraobserver agreement between the first and second readings are shown.

CALCIFICATION TYPE	1. reading, Observer 1-2			2. reading, Observer 1-2		
	CBCT	Panoramic radiography	USG	CBCT	Panoramic radiography	USG
Calcified lymph node	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<i>P values</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>
Tonsillolith	1.000	0.886	1.000	0.98	0.933	1.000
<i>P values</i>	<i>1.000</i>	<i>0.25</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>0.50</i>	<i>1.000</i>
Arterial calcification	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<i>P values</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>
Sialolith	0.968	0.917	1.000	0.968	1.000	1.000
<i>P values</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>
Phlebolith	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<i>P values</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>
Laryngeal cartilage calcification	1.000	0.917	-	1.000	1.000	-
<i>P values</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>-</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>-</i>
Rhinolith	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-
<i>P values</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>-</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>-</i>
Anthrolith	1.000	1.000	-	1.000	1.000	-
<i>P values</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>-</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>-</i>
Ossified Stylohyoid Ligament	0.979	0.698	-	1.000	0.931	-
<i>P values</i>	<i>1.000</i>	<i>0.057</i>	<i>-</i>	<i>1.000</i>	<i>0.250</i>	<i>-</i>
Triceous cartilage calcification	0.928	0.583	1.000	1.000	0.918	1.000
<i>P values</i>	<i>1.000</i>	<i>0.125</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>	<i>1.000</i>

p<0.05, (-) values that cannot be compared

Table 4: Kappa and p values for interobserver agreement between the first and second readings are shown.

- A statistically significant difference was found between CBCT, panoramic radiography and USG in terms of the detecting of calcifications and ossifications. The reason for this was the low detection rate of calcifications and ossifications in USG imaging.
- A statistically significant difference was found between CBCT, panoramic radiography and USG in detecting tonsilloliths. The reason for this difference is that CBCT has a higher value in detecting tonsilloliths than the other two techniques. The reason for the significant difference between panoramic radiography and USG is that panoramic radiography can detect this calcification at a higher rate than USG.
- A statistically significant difference was found between the three techniques in detecting laryngeal cartilage calcification, antrolith, stylohyoid ligament ossification and triceous cartilage calcification. The reason for this difference is that USG shows a lower rate of detecting calcifications and ossifications compared to other techniques. For other calcifications, no statistically significant differences were found between the three techniques (Table 6).

		CBCT				
		Sensitivity	Specificity	Accuracy Rate	Positive Predictive Value	Negative Predictive Value
Calcified Lymph Node	Panoramic Radiography	100%	100%	100%	100%	100%
	USG	100%	100%	100%	100%	100%
Tonsillolith	Panoramic Radiography	34%	98%	48%	95%	42%
	USG	5.7%	100%	51%	100%	49%
Arterial Calcification	Panoramic Radiography	75%	100%	99%	100%	99%
	USG	75%	100%	99%	100%	99%
Sialolith	Panoramic Radiography	100%	100%	100%	100%	100%
	USG	100%	100%	100%	100%	100%
Phlebolith	Panoramic Radiography	100%	100%	100%	100%	100%
	USG	100%	100%	100%	100%	100%
Laryngeal Cartilage Calcification	Panoramic Radiography	93%	100%	87%	100%	99%
	USG	-	-	-	-	-
Rhinolith	Panoramic Radiography	100%	100%	100%	100%	100%
	USG	-	-	-	-	-
Anthrolith	Panoramic Radiography	40%	100%	97%	100%	97%
	USG	-	-	-	-	-
Ossified Stylohyoid Ligament	Panoramic Radiography	98%	74%	62%	86%	97%
	USG	-	-	-	-	-
Triticeous Cartilage Calcification	Panoramic Radiography	75%	99%	93%	86%	98%
	USG	12.5%	100%	93%	100%	93%

Table 5: Sensitivity, specificity, accuracy rate, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of panoramic radiography and USG technique compared to CBCT.

	1.Observever	1.Observer	2.Observer	2.Observer
	1st Reading	2nd Reading	1st Reading	2nd Reading
Calcification And Ossification Detection	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
Calcified Lymph Node	1.000	1.000	1.000	1.000
Tonsillolith	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
Arterial Calcification	0.368	0.368	0.368	0.368
Sialolith	1.000	1.000	0.368	0.368
Phlebolith	1.000	1.000	1.000	1.000
Laryngeal Cartilage Calcification	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
Rhinolith	0.368	0.368	0.368	0.368
Anthrolith	0.022	0.022	0.022	0.022
Ossified Stylohyoid Ligament	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
Triticeous Cartilage Calcification	0.018	0.005	0.005	0.004
p<0.05				

Table 6: The p values of the Cochran Q test to determine the differences between the three techniques are shown.

DISCUSSION

Soft tissue calcifications and ossifications in the maxillofacial region are detected incidentally on panoramic radiographs during routine radiographic examinations. These structures, which are distinguished by anatomical localization, number, size, distribution and calcification patterns, are usually asymptomatic (16).

Panoramic radiographic images are planar, two-dimensional radiographs, which can make localization and diagnosis of lesions problem. With two-dimensional imaging, low diagnostic success is achieved, particularly in the diagnosis of small calcifications or calcified structures superimposed on anatomical structures (9).

Therefore, the use of computed tomography in the imaging of calcified structures may provide a more sensitive and accurate information in the detection of calcifications (17). Distortion and superimposition problems on panoramic radiographs are not seen in CBCTs (2). In addition to diagnosing soft tissue calcifications and determining the precise localization, CBCT scanning is also an ideal technique for determining the size and shape of calcifications/ossifications (18).

In addition to radiographs, calcifications can be

examined by USG, particularly by evaluating the relationship between calcifications misdiagnosed on radiographs and soft tissues, making it easier for the physician to reach the correct diagnosis. The use of USG in dentistry is becoming more common due to its advantages such as not requiring ionizing radiation, using sound waves to create images, being non-invasive, low cost, and being easily portable. In addition to these advantages, difficulties may arise in the diagnosis of some lesions with USG due to the dense bony structures in the maxillofacial region (19).

In the literature, it has been reported that calcifications/ossifications are observed more frequently in males and unilaterally in previous prevalence studies performed with CBCT (18,20). When the prevalence of calcification is evaluated in the literature; tonsillolith was a more frequent calcification type in Bayramov et al.'s and İçöz et al.'s studies, ossified stylohyoid ligament was more frequent in Ribeiro et al.'s and arterial calcification is the most common in Vengalath et al.'s study (20-23). According to the results of our study, the ossified stylohyoid ligament was the most frequent calcification/ossification in CBCT and panoramic radiography images. In USG, sialolith was the most commonly observed.

A comparison of the three techniques was made on intra-observer values. CBCT was found to be more successful in detecting tonsilloliths. Additionally, the

sensitivity of panoramic radiography and USG in the imaging of tonsilloliths is quite low compared to CBCT (Panoramic radiography 34%, USG 5.7%). Regarding this result, we thought that as tonsilloliths are usually superimposed on the ramus of the mandible in panoramic radiographs and the size of the tonsillolith decreases, it can't be observed in a radiograph. The low rate of USG imaging in detecting tonsilloliths was thought to be due to the inability to obtain adequate images of tonsilloliths by ultrasonography since the tonsils are located in deeper tissues rather than superficial ones.

Schwarz et al. conducted a retrospective study comparing ultrasonography, CBCT, and sialoendoscopy imaging techniques for imaging sialoliths. The detection rate of sialoliths by USG was reported as 73%, and the rate of detection by CBCT was reported as 82%. The sensitivity of USG in the detection of sialoliths has been expressed as 70%. They reported that the sonographic appearance with bright echo complexes and a posterior shadowing is misinterpreted because of hyperechoic parts of the gland and additionally, sialoliths with a small diameter located in the periphery of the gland may remain undetected (24). Dreiseidler et al., in their study, compared CBCT, USG and histomorphometric methods in the diagnosis of sialoliths. CBCT was found to be 98.85% more sensitive and specificity in the diagnosis and measurement of sialolith compared with other techniques (25).

Yoon et al. evaluated the diagnostic accuracy of panoramic radiography in detecting carotid artery calcification; 110 patients CT (as the gold standard) and panoramic radiograph data were used. The diagnostic accuracy of panoramic radiographs in the detection of carotid artery calcification was 62.3%; and the sensitivity and specificity were found to be 22.2% and 90%, respectively. They declared that the location of the carotid artery bifurcation is variable and can fall outside of the region covered by panoramic radiographs. If calcifications are very small in size or superimposed on the cervical vertebra, they may not be detected by panoramic radiography. Errors in patient positioning might result in the inability to perceive carotid artery calcification. Hence, it is not proper to use panoramic radiography as a routine screening tool for detecting carotid artery calcification. (26).

Jashari et al. They reported that, compared to CBCT, the sensitivity of USG in detecting arterial calcification was 88.2% and its specificity was 100%. While carotid ultrasound is quite accurate in detecting the presence of calcified atherosclerotic lesions with a volume of ≥ 8 mm³; it was found to be less accurate in detecting smaller volumes of calcified plaques (27). Ertas et al. compared panoramic radiography and Doppler USG in the diagnosis of carotid artery calcifications. The

sensitivity of panoramic radiography was 79.8%, the specificity was 81.1%, and the diagnostic accuracy rate was 80.5% (28). In our study, sensitivity and specificity rates were similar.

Özdede et al. compared panoramic radiography and CBCT in detecting tonsilloliths. Tonsillolith was detected in 33.2% of CBCT images. Only 51.4% of tonsilloliths detected with CBCT could be evaluated with panoramic radiography. As a result of this study, they were reported that tonsilloliths larger than 2 mm can be visualized with panoramic radiography (29). In our study, while the rate of tonsillolith observed in CBCT images was 52%, this rate was 18.6% for panoramic radiography. In our study, the main causes for the inconsistency between the 2 imaging techniques may be the calcification levels, the size, and the superimposition on the mandibular ramus of the tonsilloliths.

Çağrankaya et al. evaluated the radiographic data of 170 patients with a mean age of 41.4 years in their study that determined the effectiveness of panoramic radiography in the diagnosis of laryngeal cartilage calcifications using CBCT as the gold standard. The intra-observer agreement kappa value for panoramic radiography in the detection of calcifications was found to be 0.709. The sensitivity of panoramic radiography is 85.4%, and the accuracy rate is 84.6% (30). In our study, the kappa value was found to be 0.917, the sensitivity of panoramic radiography is 93% and the accuracy rate is 87%.

In our study, thyroid cartilage calcification, ossified stylohyoid ligament and antrolith could not be detected on USG. Diffuse calcification of thyroid cartilage impedes ultrasound penetration and appears as an anechoic area behind the hyperechoic calcification (31). In addition, there are not enough studies to show that antrolith can be visualized in healthy air-filled sinuses. In studies, maxillary sinuses that mimic the condition of maxillary sinusitis were studied and foreign bodies were detected(32).

The styloid process is difficult to observe on (MRI), and computed tomography (CT) remains the main diagnostic method. Unfortunately, few articles have described the application of ultrasound in styloid process examination, although, anatomically, ultrasound and CT images are highly consistent. Maher et al. reported an Eagle Syndrome patient treated with ultrasound-guided peristyloid steroid injection, and they reported that the styloid process was located about 2.0cm below the skin, and appeared as a long thin hyperechoic structure, accompanied by an acoustic shadow in USG (33,34).

This may be because the observers have less experience in interpreting USG compared to CBCT and panoramic radiography. On the other hand, USG is a real-time imaging method. In our study, the observers'

retrospective evaluation of ultrasonographic patient data may have prevented the detection of some calcifications. Therefore, it would be appropriate to evaluate these calcifications, which cannot be seen in subsequent studies, in a prospective study.

CONCLUSION

Considering the findings of this study, panoramic radiography can be used as an alternative imaging method for detecting maxillofacial calcification compared to CBCT. Maxillofacial calcifications can be diagnosed incidentally during ultrasonography examinations and are useful in evaluating calcified lymph nodes, arterial calcification, sialolith and phlebolith noticed on routine panoramic radiographs or CBCT. We think that the detectability of soft tissue calcifications with USG will increase with the widespread use of USG in the field of dentistry and the increase in the experience of physicians.

REFERENCES

1. Harorlı A. Ağız Diş ve Çene Radyolojisi. 1. baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2014.p. 416-20.
2. Üçok CÖ, Alkurt TM, Peker İ, Özdede M. Maksillofasiyal bölgede görülen heterotopik kalsifikasyonlar ve ossifikasyonlar. In: Özcan İ. Diş Hekimliğinde Radyolojinin Esasları. 1. Baskı. İstanbul: İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık 2017. p. 759-78.
3. Carter LC. Soft Tissue Calcifications and Ossifications. In: White SC, Pharoah MJ. (ed). White and Pharoah's Oral Radiology Principles and Interpretation. 7 Edition. St. Louis, Missouri. Elsevier; 2014. p. 524-41.
4. Avsever H, Orhan K. Çene kemiği ve çevre dokuları etkileyen kalsifikasyonlar. Türkiye Klinikleri J Oral Maxillofac Radiol-Special Topics. 2018;4(1):43-52.
5. Omami G. Soft tissue calcification in oral and maxillofacial imaging: a pictorial review. Int J Dentistry Oral Sci. 2016;3(4):219-224.
6. Noffke CEE, Raubenheimer EJ, Chabikuli NJ. Radiopacities in soft tissue on dental radiographs: diagnostic considerations. SADJ. 2015;70(2):53-9.
7. Nasseh I, Sokhn S, Noujeim M, Aoun G. Considerations in detecting soft tissue calcifications on panoramic radiography. Journal of International Oral Health, 2016;8(6):742-46.
8. Arsan B, Erdem TL. Sialolit teşhisinde ultrasonografi kullanımı. Türkiye Klinikleri J Oral Maxillofac Radiol-Special Topics. 2016;2(3):15-8.
9. Çağlayan F, Sümbüllü MA, Miloğlu Ö, Akgül HM. Are all soft tissue calcifications detected by cone-beam computed tomography in the submandibular region sialoliths? Oral Maxillofac Surg. 2014;72:1531.
10. Özemre MÖ, Seçgin CK, Gülşahi A. Yumuşak doku kalsifikasyonları ve ossifikasyonları: derleme. Acta Odontol Turc. 2016;33(3):166-75.
11. Kumar V, Abbas AK, Aster JC. Inflammation and repair. In: Kumar V, Abbas AK, Aster JC (ed) Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease. Philadelphia: Elsevier Saunders. 2015. p. 65-66.
12. Kremkau FW. Sonography principles and instruments. Elsevier Health Sciences. 2015. p. 11-20.
13. Welkoborsky HJ, Jecker P. Ultrasonography of the Head and Neck: An Imaging Atlas. Springer. 2019. p. 86-9.
14. Feldman MK, Katyal S, Blackwood MS. US artifacts. Radiographics. 2009;29(4):1179-89.
15. Alok A, Singh S, Kishore M, Shukla AK. Ultrasonography—A boon in dentistry. J Res Dent Sci 2019;10(2):98.
16. Patil SR, Alam MK, Moriyama K, Matsuda S, Shoumura M, Osuga N. 3D CBCT Assessment of soft tissue calcification. J Hard Tissue Biol. 2017;26(3):297-300.
17. Takahashi A, Sugawara C, Kudoh T, Uchida D, Tamatani T, Nagai H, Miyamoto Y. Prevalence and imaging characteristics of palatine tonsilloliths detected by CT in 2,873 consecutive patients. Scientific World Journal. 2014;2014:940960.
18. Khojastepour L, Haghnegahdar A, Sayar H. Prevalence of Soft Tissue Calcifications in CBCT Images of Mandibular Region. J Dent (Shiraz). 2017;18(2):88-94.

- 19.** Çağlayan F. Ultrasonografinin diş hekimliğindeki klasik ve yeni kullanım alanları. *Turkiye Klinikleri Oral and Maxillofacial Radiology-Special Topics*. 2016;2(1):44-53.
- 20.** Bayramov N, Üsdat A, Yalçınkaya ŞE. KIBT görüntülerinde rastlantı bulgusu olarak görülen yumuşak doku kalsifikasyonları. *Selcuk J Dent*. 2019; 6(4): 228-33.
- 21.** Icoz D, Akgunlu F. Prevalence of detected soft tissue calcifications on digital panoramic radiographs. *SRM J Res Dent Sci*. 2019;10(1): 21.
- 22.** Ribeiro A, Keat R, Khalid S, Ariyaratnam S, Makwana M, do Pranto M, et al. Prevalence of calcifications in soft tissues visible on a dental pantomogram: A retrospective analysis. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2018; 119:369-74.
- 23.** Vengalath J, Puttabuddi JH, Rajkumar B, Shivakumar GC. Prevalence of soft tissue calcifications on digital panoramic radiographs: A retrospective study. *JIAOMR*. 2014;26(4):385.
- 24.** Schwarz D, Kabbasch C, Scheer M, Mikolajczak S, Beutner D, Luers JC. Comparative analysis of sialendoscopy, sonography, and CBCT in the detection of sialolithiasis. *Laryngoscope*. 2015;125(5):1098-101.
- 25.** Dreiseidler T, Ritter L, Rothamel D, Neugebauer J, Scheer M, Mischkowski RA. Salivary calculus diagnosis with 3-dimensional conebeam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;110(1):94-100.
- 26.** Yoon SJ, Yoon W, Kim OS, Lee JS, Kang BC. Diagnostic accuracy of panoramic radiography in the detection of calcified-carotid artery. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008; 37:104-18.
- 27.** Jashari F, Ibrahim P, Johansson E, Ahlqvist J, Arnerlöv C, Garoff M, Henein M. Atherosclerotic calcification detection: a comparative study of carotid ultrasound and cone beam CT. *Int J Mol Sci*. 2015;16(8):19978-988.
- 28.** Ertas ET, Sisman Y. Detection of incidental carotid artery calcifications during dental examinations: panoramic radiography as an important aid in dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112(4):11-7.
- 29.** Özdede M, Akay G, Karadağ Ö, Peker I. The comparison of panoramic radiography and cone-beam computed tomography for detection of tonsilloliths. *Med Princ Pract*. 2020;29(3):279-84.
- 30.** Çağırankaya LB, Akkaya N, Akçiçek G, Boyacıoğlu Doğru H. Is the diagnosis of calcified laryngeal cartilages on panoramic possible? *Imaging Sci Dent*. 2018;48(2):121-25.
- 31.** Woo JW, Kim SK, Park I, Choe JH, Kim JH, Kim JS. A novel gel pad laryngeal ultrasound for vocal cord evaluation. *Thyroid*. 2017;27(4), 553-57.
- 32.** Demiralp KO, Orhan K, Kurşun-Çakmak EŞ, Gorurgoz C, Bayrak S. Comparison of Cone Beam Computed Tomography and ultrasonography with two types of probes in the detection of opaque and non-opaque foreign bodies. *Med Ultrason*. 2018;20(4):467-74.
- 33.** Zang Y, Chen S, Zang G, Hu M, Xu Q, Feng Z, Pan, A. The anatomic basis for ultrasound in the diagnosis and treatment of styloid process-related diseases. *Ann Transl Med*. 2020; 8(24):1666.
- 34.** Maher T, Shankar H. Ultrasound-Guided Peristyloid Steroid Injection for Eagle Syndrome. *Pain Pract*. 2017;17(4):554-57.

Bulk-Fill Kompozit Rezine İle Poliasit Modifiye Kompozit Resinin Yüzey Pürüzlülüğünün Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

Comparative Evaluation Of The Surface Roughness Of Bulk-Fill Composite Resin And Polyacid Modified Composite Resin

ÖZ

Amaç: Yüzey pürüzlülüğü, restoratif materyallerde artmış dental plak, sekonder çürük oluşumu, bükülme dayanımının azalması gibi problemlere sebep olarak, tedavi başarısını etkilemektedir. Bu nedenle; çalışmanın amacı, süt dişlerinde sıklıkla kullanılan poliasit modifiye kompozit rezin ile bulk-fill kompozit rezini yüzey pürüzlülüğü açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Bu çalışmada ışıkla sertleştirilmiş poliasit modifiye kompozit rezin (Glasiosite caps. A2, Voco, Almanya) ve SDR Plus bulk-fill kompozit rezin (Dentsplay, Germany) kullanılarak hazırlanan diskler değerlendirilerek yüzey pürüzlülükleri karşılaştırıldı. Her materyalden 20 örnek olmak üzere toplam 40 tane 10 mm çapında ve 2 mm kalınlığında diskler hazırlanarak yüzey parlatmaları Optidisk (KERR, İsviçre) parlatma sistemi ile yapıldı. Ardından yüzey pürüzlülüğü profilometre cihazı (Perthometer M2, Mahr, Göttingen, Almanya) ile belirlendi. Elde edilen veriler t testi ile analiz edilerek istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Her iki materyalin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında, Poliasit modifiye kompozit rezin grubunun ortalama yüzey pürüzlülük değeri, bulk-fill grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p < 0,05$).

Sonuç: Poliasit modifiye kompozit rezin bulk-fill kompozite göre daha fazla yüzey pürüzlülüğü sergilemektedir. Bu nedenle süt dişlerinde restoratif materyal seçiminde yüzey pürüzlülüğü açısından bulk-fill kompozitler öncelikli olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Bulk-Fill Kompozit Rezine, Poliasit Modifiye Kompozit Rezine, Yüzey Pürüzlülüğü.

ABSTRACT

Objective: The success of treatment can be affected by surface roughness, which can cause problems such as increased dental plaque, secondary caries formation, and decreased flexural strength in restorative materials. This study aims to evaluate the surface roughness of two commonly used composite resins, polyacid modified composite resin and bulk-fill composite resin, in primary teeth.

Materials and Method: This study compared the surface roughness of discs made from light-cured polyacid modified composite resin (Glasiosite caps. A2, Voco, Germany) and SDR Plus bulk-fill composite resin (Dentsplay, Germany). A total of 40 discs, 20 of each material, with a diameter of 10 mm and a thickness of 2 mm were prepared and polished using the Optidisk (KERR, Switzerland) polishing system. Surface roughness was measured using a profilometer (Perthometer M2, Mahr, Göttingen, Germany) and analysed using a t-test.

Results: The Polyacid modified composite resin group had a statistically significantly higher mean surface roughness value than the bulk-fill group ($p < 0.05$).

Conclusion: Polyacid-modified composite resin has a higher surface roughness than bulk fill composite. Therefore, bulk-fill composites can be preferred in the selection of restorative materials for primary teeth in terms of surface roughness.

Key Words: Bulk-Fill Composite Resin, Polyacid Modified Composite Resin, Surface Roughness.

Ebru HAZAR BODRUMLU¹
ORCID: 0000-0002-3474-5583

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD,
Zonguldak, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 26.02.2024

Kabul/ Accepted: 11.03.2024

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Ebru HAZAR BODRUMLU
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti AD,
Zonguldak, Türkiye
E-mail: hazarebru@yahoo.com

Süt dişlerindeki diş çürükleri dünya çapında çocuklarda en sık görülen hastalıklardan biridir ve sadece ağız sağlığını etkilemek ile kalmayıp bireyin genel sağlığını da etkilemektedir. Çürükten etkilenmiş olan küçük yaş grubu bireylere uygulanan tedaviler ile iyi bir ağız sağlığı kazandırmak amaçlanmaktadır (1).

Diş çürüğüne bağlı olarak dişlerin erken kaybedilmesi sonucu, dental arklarda oluşan boşluk ile meydana gelecek maloklüzyonların önlenmesinde süt dişi restorasyonlarının önemi büyüktür. Süt dişi restorasyonlarında temel amaç fonksiyon, estetik ve psikolojik açıdan dişlerin fizyolojik ekfoliyasyonuna kadar süt dişlerini ağız içinde muhafaza etmektir (2). Restoratif materyallerin seçimi çocuk diş hekimliğinde tedavi başarısında önemli faktörler arasındadır. Süt dişlerinin daimi dişlerden histolojik ve morfolojik açıdan farklılık göstermesi nedeniyle kullanılacak restoratif materyal gereksinimleri de farklıdır. Daha az uygulama aşaması gerektiren, koltuk süresini kısaltarak restorasyon hazırlığında kontaminasyon riskini azaltan materyaller kullanmak çocuk hastaların tedavi sürecinde büyük bir avantajdır. Çocuk diş hekimliğinde kompozit rezinler, rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCIS), cam iyonomer simanlar (CIS), poliasit modifiye kompozit rezinler (PMKR) ve bulk-fill kompozit rezinler gibi materyaller diş yapı bütünlüğünü yeniden sağlamak için günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (3). Restoratif materyallerdeki gelişmelerle birlikte, kompozit rezinin tabakalama tekniğindeki dezavantajlarını ortadan kaldırmak, polimerizasyon büzülmesini azaltmak ve işlem süresini kısaltmak üzere kabul edilebilir yüzey özellikleri gösteren bulk-fill kompozitler özellikle süt dişlerinin restorasyonlarında dikkat çekmeye başlamıştır (4).

Süt dişlerinde restoratif materyal seçiminde kullanım kolaylığının yanı sıra materyalin mekanik özellikleri de önemlidir. Bu özelliklerden biri de materyallerin uygulanması sonrasında gösterdikleri yüzey pürüzlülüğüdür. Yüzey pürüzlülüğü, restoratif materyallerde zaman içerisinde meydana gelen ve restorasyonun başarısını ve dayanımını azaltarak estetik bozulmalara yol açan bir durumdur. Restorasyon sonrası restoratif materyallerdeki pürüzlü yüzeylerde artmış dental plak, sekonder çürük oluşumu, bükülme dayanımının azalması, yüzey renklemeleri, artmış plak akümülyasyonuna bağlı diş eti enflamasyonu ve periodontal ataşman kaybı görülebilmektedir (5).

Bu nedenle bu çalışmanın amacı; süt dişlerinde sıklıkla kullanılan poliasit modifiye kompozit rezinler ile yeni gelişmelerle kullanımında artış gözlenen bulk-fill kompozit rezinleri yüzey pürüzlülüğü açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Bu in vitro çalışmada, yüzey pürüzlülüklerini değerlendirmek amacı ile ışıkla sertleştirilmiş poliasit modifiye kompozit rezin (Glasiosite caps. A2, Voco, Almanya) ve SDR Plus bulk-fill kompozit rezin (SDR plus, Dentsply, Almanya) kullanılarak hazırlanmış diskler değerlendirilmiş ve yüzey pürüzlülükleri karşılaştırılmıştır. Kullanılan PMKR 0,25 gram ağırlığında kapsül formundadır. Çalışmada kullanılan materyaller Tablo 1 de gösterilmektedir. Çalışma örnekleri kullanılan materyale göre ayrılmış ve her grup 20 örnek olmak üzere toplam 40 örnek hazırlanarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler restoratif materyallerin 10 mm çapında ve 2 mm kalınlığında yapılmaz silikondan hazırlanan silindirik standart disklere uygulama tabancası ile taşacak şekilde uygulanması ile hazırlanmıştır. İlk olarak malzemenin her iki yüzeyine şeffaf bir bant yerleştirilmiş, ardından bir cam yardımıyla basınç uygulanarak taşan malzeme uzaklaştırılmıştır. Malzemenin her iki yüzeyi de taşınabilir LED ışık cihazı (Elipar S10, 3M ESPE, St. Paul, ABD) ile örnek hazırlanan materyalin üretici talimatı doğrultusunda polimerize edilmiştir. Ardından örnekler 37 derecede 2 hafta boyunca distile su içinde bekletilmiştir. Tüm örnekler aynı araştırmacı tarafından Optidisk (Kerr, İsviçre) parlatma sistemi kullanılarak parlatılmıştır. Sırasıyla kaba (Kahverengi - 80 µm), orta (Açık kahverengi - 40 µm), ince (Turuncu - 20 µm) ve süper ince (Sarı - 10 µm) alüminyum oksit diskler kullanılmıştır. Parlatma işlemi tamamlandıktan sonra örneklerin yüzey pürüzlülüğü profilometre cihazı (Perthometer M2, Mahr, Göttingen, Almanya) ile ölçülmüştür. Aynı mesafe ve basınçta üç farklı ölçüm yapılarak ortalama yüzey pürüzlülük değeri (Ra) hesaplanmıştır. Kaydedilen değerler gruplar arası karşılaştırmada kullanılmıştır. Verilerin analizinde tek yönlü varyans analizi ve t-testi kullanılmıştır. Analizin anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alınmıştır.

BULGULAR

Çalışmamızda kullanılan PMKR ve SDR Plus bulk-fill kompozitin yüzey pürüzlülüğüne ilişkin değerler Tablo 2'de gösterilmiştir. Her iki örnek grubunun yüzey pürüzlülük değerlerinin profilometre ile ölçümü sonrasında elde edilen değerlerin ortalamaları karşılaştırıldığında, kompomer grubunun ortalama yüzey pürüzlülük değeri, SDR grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p < 0,05$).

Materyal	Tip	İçerik
Bulk Fill Kompozit Rezin	SDR Bulk Fill Plus	Barium-alumino-fluoro-borosilicate glass Strontium alumino-fluoro-silicate glass Modified urethane dimethacrylate resin Ethoxylated Bisphenol A dimethacrylate (EBPADMA) Triethyleneglycol dimethacrylate (TEGDMA) Camphorquinone (CQ) Photoinitiator Butylated hydroxyl toluene (BHT) UV Stabilizer Titanium dioxide Iron oxide pigments
Poliasit modifiye kompozit rezin	Kompomer	BIS-GMA, üretan-metakrilat, TEGDMA ve Butil Hidroksi Toluen (BHT)

Tablo 1. Materyaller ve özellikleri.

	N	Ortalama (Ra)	Std. D	Std. E	P değeri
Bulk Fill Kompozit Rezin	20	0,70	0,20	0,04	,000
PMKR	20	1,81	0,57	0,12	

Tablo 2. Materyaller Arasındaki Ortalama Yüzey Pürüzlülük (Ra) Değerleri.

TARTIŞMA

Rezin bazlı kompozitler çocuk diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin önemli bir parçasıdır. Kompozit rezinler dayanıklı, biyouyumlu ve estetik olduklarından dolayı klinik kullanımda tercih edilmektedir. Anterior ve posterior dişlerde kayıp diş dokusunun yerine konmasında, diş renk ve konturunun değiştirilmesinde ve estetiğin geliştirilmesinde kompozit rezinler başlıca restoratif materyaller olarak karşımıza çıkmaktadır (3). Cam iyonomer simanların remineralizasyon potansiyeli, antikaryojenik özellikte olması ve diş dokularıyla kimyasal bağ kurabilmesi sıklıkla tercih edilme nedenlerindedir. Ancak neme karşı hassasiyet, düşük mekanik özellikler ve düşük aşınma dirençleri cam iyonomer simanların daha dayanıksız bir materyal olmasına neden olur.(6) PMKR, kompozit rezine daha yakın özellikte olmakla birlikte cam iyonomer simanın flor salınımı ve kimyasal bağlantı kurma özelliğine de sahiptir. Kullanım kolaylığı ve iyi mekanik ve fiziksel özellik sergilemesi nedeniyle yaygın kullanılan bir restoratif materyaldir(7). Kompozitler yaygın olarak kullanılmakla birlikte, uygun kompozit rezin seçiminin başlıca zorlukları vardır.

Materyalden beklenen mekanik özellikler; yüksek kırılma dayanımı ve yüzey sertliği, düşük aşınma, az su emilimi, düşük çözünürlük, minimum polimerizasyon büzülmesidir. Beklenen özellikleri karşılaması için kompozitler fazlaca değişime uğratılmıştır (8).

Kompozit rezinlerde yapılan yeniliklere rağmen genellikle kompozitlerin polimerizasyon büzülme stresiyle ilişkilendirilen bazı olumsuzluklar mevcuttur. Bunlar restorasyonda zamanla gerçekleşen marjinal kenar uyumsuzlukları, renklenme, tüberkül kırıkları, mikrosızıntılar, sekonder çürük oluşumu ve tedaviden sonra hassasiyet oluşumu şeklinde sıralanabilir. Tabakalama ile yapılan inkremental teknik, polimerizasyon büzülmesini minimuma indirmek için uygulanmaktadır ancak zaman almaktadır. Aynı zamanda tabakalar arası boşluğun kalması, kontaminasyon riski gibi potansiyel dezavantajları da mevcuttur. Bu durumla alakalı uygulamada farklı teknikler ve materyal içeriği temeliyle yenilik arayışlarına başlanmıştır. Bulk-fill kompozitler bu anlamda eksikliği tamamlayan bir gelişme olarak görülür (9). Bu nedenle çalışma kapsamında süt dişlerinde sıklıkla kullanılan materyallerden PMKR ve bulk-fill kompozitler değerlendirilmiştir.

Uzun ömürlü bir restorasyon için materyallerde aranan birçok özellik olmakla birlikte, bu özellikler arasında yüzey dokusu kritik öneme sahiptir. Yüzey pürüzlülüğü restoratif materyallerin uygulanması sonucu oluşan klinik bir problemdir ve diş dokusunun bütünlüğü açısından önemlidir. Pürüzsüz yüzey, hem estetik görünüm için hem de renklenme oluşumunu ve plak retansiyonunu önlemek açısından dikkate alınmalıdır. Aynı zamanda, sürtünme katsayısını azaltabilmekte ve aşınma oranını düşürmektedir. Ayrıca flor salınımı yapan materyallerin flor salınımı ile yüzey pürüzlülüğü arasında anlamlı bir ilişki de bulunmuştur (5). Yüzey pürüzlülüğü parlaklık, yarı saydamlık ve renk stabilitesi

gibi karakteristik özelliklerine de etki etmektedir. Bu karakteristik özelliklerde estetik görünümde rol oynayarak çocuk diş hekimliğinde son yıllarda popüler hale gelmiş olan estetik talebi karşılamayı sağlamaktadır (10). Sonuç olarak; restorasyon bütünlüğü ve estetik görünüm açısından yüzey pürüzlülüğü önemli bir parametredir ve materyalin klinik kullanımına karar verilirken seçim kriterlerinden biri olarak dikkate alınmalıdır (11). Restoratif işlemler sonrası klinik başarıyı birçok faktör etkilemekle birlikte yüzey pürüzlülüğünün, dayanıklılık ve uzun dönem performanslarını doğrudan etkilediği bildirilmiştir (12). Bu sebeple yüzey pürüzlülüğü restorasyon başarısı için dikkate alınması gereken en önemli kriterlerden biridir ve süt dişlerinde kullanılan restoratif materyallerde yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilmektedir (13).

Çalışma kapsamında değerlendirilen materyallerden PMKR'in yüzey pürüzlülüğü bulk-fill kompozite göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bu sonucun materyallerin yapısal özellikleri ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Yüzey pürüzlülüğü, uygulanan restoratif materyalin içeriği ve yapısına göre değişiklik göstermektedir. Materyal içeriğindeki doldurucu büyüklüğü, partikül tipi ve miktarı pürüzlülüğü etkileyen en önemli kriterlerdir. Büyük partikül boyutu bulunan materyallerin daha fazla yüzey pürüzlülüğü olduğu bildirilmektedir (14). Bulucu ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada doldurucu oranı ve boyutunun yüzey pürüzlülüğünü etkilediği gösterilmiştir (15). Yüzey pürüzlülüğü içsel ve dışsal birçok faktörlere bağlıdır. İçsel faktörler genelde polimerizasyon ve kompozit rezin bileşimi (monomer oranları, doldurucu tipi ve partikül şekli) ile ilişkili olurken dışsal faktörler bitirme prosedürü ayrıca polisaj sistemlerindeki farklılıklar ile ilişkilidir (16). Geleneksel kompozitlerde mekanik özellikleri geliştirmek için doldurucu miktarı sürekli olarak artırılmaya çalışılırken bulk-fill kompozitlerde artmış polimerizasyon derinliği için doldurucu oranı düşürülmüştür. Bulk-fill kompozitlerin mekanik özellikleri en çok doldurucu oranı özelliklerinden etkilenmektedir (17). Cam iyonomer içerikli restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü de doldurucu miktarı, doldurucu partiküllerin boyutu ve rezin matriks ile doldurucu partikül arasındaki bağlanma ile ilişkilidir. Fazla yüzey pürüzlülüğü gösteren materyallerin partikül boyutlarının büyük olduğu belirtilmiştir. Kompozit, cam iyonomer siman ve PMKR'in yüzey pürüzlülüğünün değerlendirildiği bir çalışmada polisajlanmış cam iyonomer simanda yüzey pürüzlülüğü ve dolayısıyla renk değişiminin daha fazla olduğu bulunmuştur. Fakat kompomer ve kompozit gruplarında polisajlanmış yüzeylerde renk değişimi olmadığı belirtilmiştir (18).

Gönülol ve Yılmaz'a (2012) göre daha küçük

doldurucu boyutlarına sahip rezin kompozitlerde düşük yüzey pürüzlülüğü gözlenmektedir (19). Resin modifiye cam iyonomer simanların düşük aşınma direnci ise, doldurucu partikül boyutlarının büyük olması ve rezin matriks ile doldurucu partiküller arasında zayıf bağlantı olması nedeniyledir. Resin modifiye cam iyonomer simanın kompomerden daha fazla matriks çözünürlüğü göstermesi, çözünme ile yüzeyde kalan partikül sayısının artışı ve yüzeyden kolay ayrılmaları sonucu materyal yüzeyinde pürüzlülük oluşması sonucu ile olduğu düşünülmektedir (20). Mirdas ve ark. (2023) resin içerikli restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünü karşılaştırdıkları çalışmada RMCİS grupları kompozit gruplarına göre daha yüksek yüzey pürüzlülüğü göstermiştir (11). İnci ve ark. (2023) tarafından yapılan diş rengindeki farklı restoratif materyallerin değerlendirildiği çalışmada kompozit rezin, kompomer ve rezin modifiye cam iyonomer siman materyalleri kullanılmıştır (10). Başlangıç ölçümlerinde RMCİS en yüksek pürüzlülük değerini gösterirken, bunu sırası ile kompozit ve kompomer izlemiştir. 28 gün farklı solüsyonlarda bekletilen materyallerden en yüksek pürüzlülük değerini kompozit materyali gösterirken, bunu sırası ile RMCİS ve PMKR materyali izlemiştir. Madhyastha ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada ise bitirme ve polisaj işleminden bağımsız olarak en yüksek yüzey pürüzlülüğü geleneksel cam iyonomer siman gösterirken bunu sırasıyla metakrilat bazlı kompozit rezin, siloran bazlı kompozit rezin ve PMKR takip etmiştir (21). Magalles ve ark. nın renkli kompomerlerin yüzey pürüzlülüğünü geleneksel kompozit ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, tüm renklerdeki PMKR'lerin geleneksel kompozite göre daha fazla yüzey pürüzlülüğü gösterdiği belirtilmiştir (22). Bulk-fill kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü sıklıkla doldurucu boyutu ve şekline bağlıdır (23). Oliveira ve ark. (2021) tarafından yapılan in vitro bir çalışmada farklı koşullara maruz bırakılan akışkan kompozit rezin, bulk-fill kompozit rezin, geleneksel cam iyonomer siman ve rezin modifiye cam iyonomer siman materyallerin yüzey pürüzlülüğü karşılaştırılmış ve geleneksel cam iyonomer simanın diğerlerinden daha yüksek pürüzlülük gösterdiği bulunmuştur (24). Aref ve Abdallah'ın restoratif materyallere hassasiyet giderici ajanlar uygulanması sonucu yüzey özelliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, bulk-fill kompozitleri en uygun estetik özellikler gösteren materyal olarak rapor etmişlerdir (25). Gavira Martinez ve ark.nın, geleneksel kompozit rezin ile bulk-fill kompoziti karşılaştırdıkları çalışmalarında, bulk-fill kompozitin daha düşük yüzey pürüzlülüğü sergilediği belirtilmiştir (26). Paolone ve ark. nın farklı bitirme işlemlerinin bulk-fill kompozit rezinlerin pürüzlülüğü ve parlaklığı üzerinde oluşturduğu etkiyi değerlendirdikleri çalışmalarında bitirme işlemlerinin

bulk-fill kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünde kabul edilebilir sonuçlar ortaya koyduğu belirtilmiştir (27). Tüm bu çalışmalara benzer şekilde bu çalışmada da bulk-fill kompozitin yüzey pürüzlülüğünün PMKR'ye göre daha az olduğu gözlenmiştir. Bu durumun kompozit içeriğindeki cam iyonmer ve materyaller arasındaki doldurucu farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

SONUÇ

Klinik başarıyı birçok faktör etkilemekle birlikte yüzey pürüzlülüğünün, dayanıklılık ve uzun dönem performansları doğrudan etkilediği bilinmektedir (7). Materyallerin düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip olması uzun dönem kullanımı arttıracak, hastayı tekrarlanması gereken uzun süreli işlemlerden koruyacaktır. Estetik, uzun ömürlü ve hasta tarafından kolay tolere edilebilen restorasyonlar için parlak ve pürüzsüz restorasyon yüzeyleri elde etmek oldukça önemlidir. Bu sebeple, hasta ve restore edilecek diş için en uygun materyal tüm özellikleri göz önüne alınarak en doğru şekilde seçilmeli ve tedavi süreci sonrasında uygulanan restoratif materyal düzenli aralıklarla kontrol edilmeli, oluşabilecek yüzey pürüzlülüğü bitirme ve polisaj sistemi ile uygun hale getirilmelidir. Süt dişlerinde bulk-fill kompozitlerin kullanımı yüzey pürüzlülüğü açısından daha avantajlı olarak düşünülebilir.

KAYNAKLAR

1. Mohan Das U, Viswanath D, Azher U. Clinical Evaluation of Resin Composite and Resin Modified Glass Ionomer in Class III Restorations of Primary Maxillary Incisors: A Comparative In Vivo Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2009;2(2):13-9.
2. Pacifici E, Bossù M, Giovannetti A, La Torre G, Guerra F, Polimeni A. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for uncooperative patients according to surface protection treatment. *Ann Stomatol*. 2013;4(3-4):250-58.
3. Dhar V, Hsu K, Coll J, Ginsberg E, Ball B, Chhibber S, et al. Evidence-based update of pediatric dental restorative procedures: dental materials. *J Clin Pediatr Dent*. 2015;39(4):303-10.
4. Cabadağ ÖG, Misilli T, Gönüloğlu N. Bulk-fill kompozit rezinlere güncel bakış. *Selcuk Dent J*. 2021;8(1):220-28.

5. Carrillo-Marcos A, Salazar-Correa G, Castro-Ramirez L, Ladera-Castañeda M, López-Gurreonero C, Cachay-Criado H, et al. The Microhardness and Surface Roughness Assessment of Bulk-Fill Resin Composites Treated with and without the Application of an Oxygen-Inhibited Layer and a Polishing System: An In Vitro Study. *Polymers (Basel)*. 2022;14(15):3053.
6. Elmacı İ, Tunçdemir MT. Restoratif diş hekimliğinde cam iyonmer simanlar ve yeni gelişmeler. *NEU Dent J*. 2020;2(2):69-75.
7. Mutluay MS. Süt dişlerinde restoratif materyal seçimi ve etkileyen faktörler. *Selcuk Dent J*. 2016;3(3):151-58.
8. Hickel R, Roulet J-F, Bayne S, Heintze SD, Mjör IA, Peters M, et al. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Clin Oral Investig*. 2007;11:5-33.
9. El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater*. 2012;(8):928-35.
10. İnci MA, Hazal Ö, Ercan VB. Diş Rengindeki Restoratif Materyallerin Farklı İçeceklerde Bekletilmesi Sonrası Renk Stabiliteilerinin ve Yüzey Pürüzlülüklerinin Değerlendirilmesi. *EÜ Dişhek Fak Derg*. 2023;44:93-9.
11. Mirdas A, Dünder A, Barutçugil Ç. Rezin İçerikli Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğünün, Su Emilimi ve Suda Çözünürlüklerinin İn Vitro Olarak İncelenmesi. *Akd Dent J*. 2023; 2(1):1-8.
12. Ömürlü H, Arisu HD, Eligüzeloğlu E, Üçtaşlı MB, Oya B. Gazi üniversitesi diş hekimliği fakültesi diş hastalıkları ve tedavisi anabilim dalına başvuran hastaların direkt restorasyonlarının klinik başarısının değerlendirilmesi. *AOT*. 2011;28(1):23-8.
13. Türel V. Restoratif dental materyallerin yüzey mekanik özellikleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*. 2015;25:77-82.
14. Al Ali M, Silikas N, Satterthwaite J. The Effects of Toothbrush Wear on the Surface Roughness and Gloss of Resin Composites with Various Types of Matrices. *Dent J (Basel)*. 2021;9(1):8.
15. Bulucu B, Sevilmiş H, Uğur İ. Kompozit rezinlerde farklı yüzey bitirme işlemlerinin su emilimi üzerine etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniv Diş Hek Derg*. 2004;2(5):75-9.

16. Filiz H, Avunduk ATE, Yanardağ EC. Diş hekimliğinde yüzey pürüzlülüğü araştırma yöntemleri: derleme makalesi. Uşak Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2023;2(2):28-35.
17. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. Br Dent J. 2017; 222(5):337-44.
18. Yildiz E, Karaarslan ES, Simsek M, Ozsevik AS, Usumez A. Color stability and surface roughness of polished anterior restorative materials. Dent Mater J. 2015;34(5):629-39.
19. Gönülol N, Yılmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. J Dent. 2012;40:e64-e70.
20. Francisconi LF, Honório HM, Rios D, Magalhães AC, Machado MdA, Buzalaf MAR. Effect of erosive pH cycling on different restorative materials and on enamel restored with these materials. Oper Dent. 2008;33(2):203-08.
21. Madhyastha PS, Hegde S, Srikant N, Kotian R, Iyer SS. Effect of finishing/polishing techniques and time on surface roughness of esthetic restorative materials. Dent Res J (Isfahan). 2017;14(5):326-30.
22. Magalhães L, Belém FV, França K, Assunção CM, Martins-Júnior PA, Turrioni AP, Paschoal MA. Roughness assessment of colored compomers: Results after an erosive-abrasive in vitro cycling test. J Clin Exp Dent. 2023;15(6):e459-e63.
23. O'Neill C, Kreplak L, Rueggeberg FA, Labrie D, Shimokawa CAK, Price RB. Effect of tooth brushing on gloss retention and surface roughness of five bulk-fill resin composites. J Esthet Restor Dent. 2018;30(1): 59-69.
24. Oliveira L, Dos Santos P, Ramos F, Moda M, Briso A, Fagundes T. Wear, roughness and microhardness analyses of single increment restorative materials submitted to different challenges in vitro. Eur Arch Paediatr Dent. 2021;22:247-55.
25. Aref NS, Abdallah RM. Surface Analysis and Spectrophotometric Evaluation of Different Esthetic Restorative Materials Frequently Exposed to a Desensitizing Agent. Int J Biomater. 2021;2021:1-9.
26. Gaviria-Martinez A, Castro-Ramirez L, Ladera-Castañeda M, Cervantes-Ganoza L, Cachay-Criado H, Alvino-Vales M, et al. Surface roughness and oxygen inhibited layer control in bulk-fill and conventional nanohybrid resin composites with and without polishing: In vitro study. BMC Oral Health. 2022; 22(1):1-13.
27. Paolone G, Moratti E, Goracci C, Gherlone E, Vichi A. Effect of finishing systems on surface roughness and gloss of full-body bulk-fill resin composites. Materials. 2020;13(24):5657.

Dental İmplant Uygulamalarında Posterior Mandibulada Lingual Konkavite Varlığının İncelenmesi: Retrospektif Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Çalışması

Evaluation Of Lingual Concavity In The Posterior Mandible In Dental Implant Surgery: A Retrospective Cone-Beam Tomography Study

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı posterior mandibulada dişsiz sahaların lingual konkavite varlığının yaygınlığının ve kret tepesine göre pozisyonunun değerlendirilmesidir. Ayrıca mevcut konkavitenin kret tepesi ile olan mesafesi belirlenerek implant uygulamalarında oluşabilecek komplikasyonlarının önlenmesi amaçlanmaktadır.

Gereç ve Yöntemler: Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi arşivindeki dahil edilme kriterlerine uygun olan 78'i erkek 72'si kadın olmak üzere 150 hastanın 747 kesitsel konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüsü incelendi. Premolar ve molar bölgedeki konkavite varlığı değerlendirildi. Konkavite görülen bölgeler ise konkavitenin daha detaylı özellikleri ve kret tipleri (P, C ve U) incelenerek birbirleri ile karşılaştırıldı.

Bulgular: Lingual konkavite ve U tipi kret görülme sıklığı en çok 2.molar bölgede (% 49,5) gözlemlenmektedir. Konkavite varlığı premolar dişlerde molar dişlere göre daha az görülürken, konkavitenin bulunduğu durumlarda premolar dişlerde gözlemlenen konkavite derinliği molar dişlerden daha fazladır.

Sonuç: Bu çalışmanın sonuçları implant uygulaması yapılacak bölgenin operasyon öncesinde KIBT ile değerlendirilmesinin önemini tekrar ortaya koymuştur. Alt çenede implantasyon sırasında veya sonrasında oluşabilecek perforasyon riski operasyon öncesi KIBT üzerinden yapılan 3 boyutlu planlamalar ile daha düşük seviyelere çekilmektedir. Cerrahi öncesi KIBT kullanımı lingual perforasyon dışında sinir hasarı vb. implant cerrahisi öncesi ve sonrasında oluşabilecek çoğu komplikasyonun önlenmesi için de önemli bir uygulamadır.

Anahtar Kelimeler: Diş İmplant, Konkavite, Lingual Perforasyon.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to evaluate the prevalence of lingual concavity in edentulous areas in the posterior mandible and its occurrence according to the crest. In addition, it is aimed to prevent complications that may occur in implant applications by determining the distance between the existing concavity and the top of the crest.

Materials and Method: 747 cross-sectional cone beam computed tomography (CBCT) images of 150 patients, 78 men and 72 women, who met the inclusion criteria in the archives of Bülent Ecevit University Faculty of Dentistry, were examined. The presence of concavity in the premolar and molar regions was evaluated. The regions with concavity were examined and compared with each other by examining the more detailed features of the concavity and the crest types (P, C and U).

Results: The incidence of lingual concavity and U-type ridge is most observed in the 2nd molar region (49.5%). While the presence of concavity is less common in premolar teeth than molar teeth, in cases where concavity is present, the depth of concavity observed in premolar teeth is greater than molar teeth.

Conclusion: The results of this study reiterate the importance of evaluating the area where the implant will be applied with CBCT before the operation. The risk of perforation that may occur during or after implantation in the lower jaw is reduced to lower levels with 3D planning made via CBCT before the operation. The use of CBCT before surgery prevents nerve damage, etc., other than lingual perforation. It is also an important practice to prevent most complications that may occur before and after implant surgery.

Key Words: Dental Implant, Concavity, Lingual Perforation.

Resül ÇOLAK¹

ORCID: 0000-0001-5210-1119

Burak Arda ÖNDER¹

ORCID: 0009-0007-0872-2373

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji AD,
Zonguldak, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 05.12.2023

Kabul/ Accepted: 26.01.2024

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Resül ÇOLAK

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi,

Periodontoloji AD,

Zonguldak, Türkiye

E-mail: resuldhf@gmail.com

İmplant cerrahi uygulamaları total ve kısmi diş eksikliği bulunan hastaların kaybedilmiş estetik ve fonksiyonun geri kazandırılması amacıyla sık başvurulan yöntemlerden biridir (1). Dental implantasyon işlemi, önceden yapılan ayrıntılı ve kapsamlı planlama göz önüne alındığında, genellikle minimal invaziv bir prosedür olarak kabul edilir (2). Bununla birlikte, bu yöntemde de komplikasyonlar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle kemiğin boyutlarının ve morfolojisinin doğru değerlendirmesi, implantın yerleştirildiği bölgedeki alveolar kretin klinik muayenesi ile yapılmalıdır. İmplant boyutunun seçimi, kemiğin genişliğine ve yüksekliğine ve mandibular sinir lokalizasyonuna bağlıdır (3). Muhtemel komplikasyonlar arasında komşu dişlere zarar verilmesi, implantın yer değiştirmesi, sinir hasarı ve kanama yer alır (4). Mandibulada, kemikte lingual konkavite varlığından dolayı kanamalar daha sık olarak interforaminal bölgede ve posterior bölgede meydana gelmektedir (5). Submandibular tükürük bezinin büyüdükçe neden olduğu kompresif kuvvet, mandibulada posterior lingual konkavitenin ana nedenidir (6). Konkavite derindir ve implant yerleştirilmesi sırasında lingual perforasyon riskini artırmaktadır. Bununla birlikte, dental implant lingual kemikten dışarı yönlü hareket ederek enfeksiyon ve iltihap oluşumu benzeri komplikasyonlara neden olabilmektedir (7). Komplikasyonlar, ameliyat sırasında, iyileşme aşamasında ve hatta yüklemmeden sonra ortaya çıkabilir. Çoğu durumda, implant planlaması yapılan alanların klinik ve radyografik muayenesi ile frez ve implant fikstürünün doğru konumlandırılmasını sağlamak gerekir (8). İmplantın planlanması sırasında, implant bölgesindeki kemiğin kalitesini ve miktarını ve hayati yapılara yakınlığını değerlendirmek için radyografiler gereklidir (9). Panoramik ve periapikal radyografiler kullanılabilir ancak iki boyutlu teknikler olduklarından verdikleri bilgiler yeterli değildir (10). KIBT kullanılarak yapılan kesitsel analiz, lingual andırkatların değerlendirilmesi ve lingual korteks perforasyonunun ve bununla birlikte ortaya çıkan komplikasyonun önlenmesi için uygundur. KIBT'nin, implant yerleştirmeden önce ikinci bir düzlemin görüntülenmesi gerektiğinde katkı sağladığı kanıtlanmıştır (11, 12). Bilgisayarlı tomografi (BT), maksillofasiyal yüz yapılarının 3 boyutlu görüntülerini ve kesitsel analizini sağlar (3). BT taramaları pahalıdır ve hastaları çok yüksek radyasyon dozuna maruz bırakır (13). Bu, kanser gelişimi ve doku hasarı riski nedeniyle özellikle genç hastalar için önerilmemektedir (14). KIBT ise diş hekimliği alanında kullanılan en kesitsel yöntemdir (15). Konvansiyonel bilgisayarlı

tomografiye kıyasla çene-yüz bölgesinin görüntülerini daha yüksek doğrulukla ve daha az hasta radyasyon maruziyetiyle sağlar (16). Mandibulanın KIBT taramaları, posterior mandibular bölgedeki konkavite derecesini görselleştirir; uygun boyut, konum ve implant gövdesinin bukkolingual açılmasının seçilmesine büyük ölçüde yardımcı olabilir (17). Bu nedenle, lingual konkavitenin KIBT değerlendirmesi, lingual korteks perforasyonu, kanama, sinir hasarı ve enfeksiyonu önlemek için dental implant tedavi planlamasının bir parçası olarak düşünülmelidir (18). Amerikan Oral ve Maksillofasiyal Radyoloji Akademisi, ameliyat öncesi implant planlaması için KIBT kullanımını teşvik etmektedir (19). KIBT görüntüleri, kemik morfolojisi ve bölgeye komşu anatomik yapılar hakkında doğru bilgiler sağlar ve etkileşimli tedavi planlamasına olanak tanır (20). KIBT kılavuzluğunda sanal implant planlaması, klinisyenin tedaviye başlamadan önce nihai sonucu planlamasına ve görselleştirmesine olanak tanır (21). KIBT görüntüleri, implant yerleştirme sırasında lingual perforasyonu önlemek için çok önemli olan mandibular lingual konkavite derecesinin doğru bir şekilde belirlenmesine yardımcı olur (22). Bu, lingual andırkatların lineer ve açılma ölçümleri açısından değerlendiren KIBT yazılımı tarafından sağlanan enine kesit analizi ile elde edilir (12).

Lingual konkavite implant cerrahisi sırasında potansiyel bir risktir ve posterior mandibulada lingual konkavite konusu üzerine yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Bu sebeple, çalışmamız, kesitsel KIBT görüntülerinde mandibula posterior bölgedeki lingual konkavitenin prevalansını ve morfolojisini değerlendirmek için tasarlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma dental implant uygulaması yapılacak ve yapılması gerekli görülen hastalardan alınan 150 KIBT taramasını içeren retrospektif ve radyoanatomik bir çalışmadır. Taramalar Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji ve Ağız Diş ve Çene Radyolojisi bölümündeki veri tabanı kullanılarak yapılmıştır. Bu KIBT taramaları, 20-73 yaş aralığında 78 erkek ve 72 kadın hasta içermektedir. Dahil edilmeme kriterleri; 18 yaşını doldurmamış bireylerden alınan KIBT'ler, inceleme yapılan bölgede herhangi bir patolojik oluşum gözlemlenen hastalar, hareket artefaktı bulunan görüntüler, incelenecek alanın tamamının görüntüye girmediği KIBT'ler, bölgesel alınmış KIBT'ler ve şiddetli vertikal kemik kaybı bulunan hastalardır. Tüm taramalar Veraviewepocs 3D R100 / F40 (J Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japan) KIBT

tarayıcı ile 8x10 cm FOV alanında 90 kVp, 5 mA, 9.4 sn maruz kalma süresi olarak ayarlanmıştır. İzotropik voksel boyutu 0,125 mm³'tür. Her KIBT taramasında incelenen alanlar 34-35-36-37-44-45-46-47 no'lu dişler bölgesinde dental implant endikasyonu konulmuş sahalardır. Dişsiz sahalardaki diş pozisyonları; komşu ve karşıt dişlerin konumları, çevredeki anatomik oluşumların lokalizasyonları ve komşu dişlerin santral fossalarından geçen hayali çizgiden faydalanarak oluşturulan dijital bir model yardımıyla belirlenmiştir. Belirlen her diş bölgesinden alınan 3 ayrı kesitin ölçümü yapıp, bu ölçümlerin ortalamaları alınarak ortaya çıkan değerler not edilmiştir. Çalışmamızda dental implant uygulaması yapılacak alanlar dışındaki bölgelerde bulunan konkavite dikkate alınmamıştır. İmplantasyon yapılacak alan ise kret tepesi ve mandibular sinir arası ölçülen mesafeden 1.5 mm kret tepesinde kemik seviyelemesi amaçlı redüksiyon ve implantın kemik içine bir miktar gömülmesi gibi sebeplerden, 1.5 mm ise mandibular kanaldan uzakta konumlandırmak amacıyla olmak üzere toplamda 3 mm çıkartılarak hesaplanmaktadır. Bölgenin horizontal olarak greftleme ihtiyacı olup olmadığı 7 mm orjin alınarak belirlenmektedir. Bu değer kullanılacak olan 4 mm çapındaki implantın bukkal ve lingualinde minimum 1.5'er mm mesafe kalması gerekliliği ile belirlenmiş olup, 7 mm altındaki genişlikteki kretler greftleme ihtiyacı duyulan bölgeler olmak üzere yorumlanmıştır (23). Bu ölçümler periodontoloji alanında görev yapmakta olan 2 ayrı araştırmacı tarafından 2'şer kez tekrarlanmıştır.

Mandibula posterior bölgede dört diş bölgesinden, sadece dental implant uygulaması yapılacak olan dişsiz bölgeler için ölçüm yapılmıştır. 1. Premolar, 2. Premolar, 1. molar, 2. molar bölgesinden alınmış olan koronal kesitlerde milimetrik ölçümler yapılmıştır. Bölge incelenerek lingual konkavite mevcudiyeti(var/yok) belirlenmiştir (17). Lingual konkavite derinliği ölçümü ise konkavitenin başlangıç ve bitiş noktaları arasında bir doğru çizilip, konkavitenin en derin noktasından bu doğruya bir dikme indirilmiştir. İndirilen bu dikmenin uzunluğu konkavite derinliği olarak yorumlanmıştır (3, 18, 24). Konkavite açısı konkavite eğimi doğrultusunda bir çizgi çizilip bu çizgi ile alveolar kret düzlemi arasındaki açı ölçülerek belirlenmiştir. Andırkat varlığı var veya yok şeklinde değerlendirilmiştir. Konkavite vertikal uzunluğu lingualde koronaldeki en belirgin noktadan mandibular sinirin 1.5 mm üzerinde çizilen alveolar kret düzlemine paralel doğruya indirilen dikme ile belirlenmiştir (25). Kret kalınlığı kret tepesinin 1.5 mm altındaki kemik genişliği ölçülerek değerlendirilmiştir. Çalışmamızda mandibula posteriodaki kret tipleri Chan ve ark. tarafından tanımlanan şekilde belirlenmiştir. Koronal kesitlerde bukkal ve lingual kemik paralel olduğunda kret P tipi, lingualde balkon

olan ve andırkat mevcut olan kretler U tipi ve mandibular kanal doğru gittikçe genişleyenler ise C tipi olarak sınıflandırılmıştır (26).

BULGULAR

Çalışmamızda 123 adet 1. premolar, 170 adet 2. premolar, 254 adet 1. molar, 200 adet 2. molar bölge olmak üzere toplam 747 dişsiz saha değerlendirildi. Çalışmamıza 20 ile 73 yaş aralığında 72'si kadın 78'i erkek olmak üzere toplam 150 kişi dahil edildi. Konkavite varlığı, horizontal greftleme ihtiyacı ve kret tiplerinin dişlere göre dağılımı tablo 1'de sunuldu. Konkavite varlığı 2. molar bölgede diğer bölgelere kıyaslı anlamlı şekilde fazlaydı ($p<0,001$). Greftleme ihtiyacı açısından 2. Premolar diş bölgesi 1. premolar ve 1. molar diş bölgelerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksekti (Tablo 1).

Kret tiplerinin diş bölgelerine göre dağılımı değerlendirildiğinde yüksek derecede anlamlı bir fark bulundu ($p<0,001$). P tipi kret % 61,9 (1.premolar) ve % 62,9 (2.premolar) gibi oranlarla premolar alanda molar alana göre daha görüldü. ($p<0,001$) C tipi kret 1. molar bölgede diğer bölgelerden %57,9 gibi bir oranla daha fazla gözlemlendi ve diğer bölgelere göre anlamlı bir fark vardı. ($p<0,001$) U tipi kret yaygınlığı 2. molar bölgede diğer bölgelere göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazlaydı ($p<0,001$) (Tablo 1).

Konkavite derinliğinin kret tiplerine göre dağılımı değerlendirildiğinde gruplar arası anlamlı bir fark bulundu ($p=0,005$). Konkavite derinliği P ve C kret tipi arasında değerlendirildiğinde düşük anlamlılık gözlemlendi ($p=0,046$). P ve U tipi kret arasında konkavite derinliği açısından anlamlı bir fark görülmezken ($p=0,788$), U ve C tipi kret arasında konkavite derinliği karşılaştırıldığında, U tipi krette istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha derin bulunmuştur ($p<0,001$) (Tablo 2).

Konkavite açısı kret tiplerine göre karşılaştırıldığında anlamlı fark bulundu. Konkavite açısı P tipi krette $61,39\pm 9,78$, C tipi krette $55,37\pm 10,06$ bulunmuş olup istatistiksel olarak düşük seviyede anlamlılık bulundu. ($p=0,035$ / P lehine) C ve U tipi kretlerde konkavite açısı değerlendirildiğinde anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. ($p=0,099$) P tipi kretlerdeki konkavite açısı U tipi kretlere göre istatistiksel olarak yüksek anlamlı derecede daha fazla bulundu ($p<0,001$) (Tablo 2).

Konkavite vertikal uzunluğu kret tiplerine göre karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ($p=0,008^k$). P tipi kretlerde C ve U tipi kretlere göre konkavite vertikal uzunluğu anlamlı olarak daha yüksek bulundu (sırasıyla $p=0,006$, $0,005$) (Tablo 2).

		1. Premolar	2. Premolar	1. Molar	2. Molar	P
Konkavite Varlığı	Var	15(% 12,2) ^a	16(% 9,4) ^a	47(% 18,5) ^a	99(% 49,5) ^b	0,001^{X2}
	Yok	108(% 87,8) ^a	154(% 90,4) ^a	207(% 81,5) ^a	101(% 50,5) ^b	
Greftleme İhtiyacı	Var	96(% 78,9) ^a	139(% 81,8) ^b	201(% 79,1) ^a	125(% 62,5) ^b	0,001^{X2}
	Yok	26(% 21,1) ^a	31(% 18,9) ^a	53(% 20,9) ^a	75(% 37,5) ^a	
Kret Tipleri	P tipi	85(% 61,9) ^a	107(% 62,9) ^a	84(% 33,1) ^b	50(% 25,0) ^b	0,001^{X2}
	C tipi	30(% 24,4) ^a	58(% 34,1) ^{a,b}	147(% 57,9) ^c	84(% 42,0) ^b	
	U tipi	8 (% 6,5) ^a	5(% 2,9) ^a	23(% 9,1) ^a	66(% 33,0) ^b	

^{X2}: ki-kare test; ^{a,b,c}: Aynı satırda farklı üslü harflere sahip gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

Tablo 1. Konkavite varlığı, greftleme ihtiyacı ve kret tiplerinin diş bölgelerine göre dağılımı.

	P tipi	C tipi	U tipi	p
Konkavite Derinliği	2.01±0.56	1.73±0.33	2.02±0.49	0,005^k
Konkavite Açısı	61.39±9.78	55.37±10.06	51.04±10.96	0,001^A
Konkavite Vertikal Uzunluğu	6.57±3.23	4.79±2.12	5.03±2.29	0,008^k
^A Anova(Tukey test /Tamhane), ^k Kruskal-wallis(Mann-whitney u test)				

Tablo 2. Konkavite özelliklerinin kret tipine göre dağılımı.

Konkavitenin derinliği, açısı ve vertikal uzunluğu diş bölgelerine göre karşılaştırıldığında bütün kıyaslamalarda yüksek seviyede anlamlı fark bulundu ($p<0,001$). Premolar dişlerde konkavite derinliği 1. ve 2. molar dişlerden istatistiksel olarak daha fazla bulundu. (sırasıyla $p<0,001$, $p=0,004$) Konkavite derinliği molar dişler arasında karşılaştırıldığında, 2. molar diş bölgelerinde istatistiksel olarak yüksek anlamda derecede fazla gözlemlendi ($p<0,001$) (Tablo 3). Konkavite açısının diş gruplarına göre yapılan ikili karşılaştırmalarında, 2. premolar bölgedeki konkavite açısı 1. ve 2. molar bölgeye göre anlamlı şekilde daha

yüksek bulundu (sırasıyla $p=0,019$, $0,007$) (Tablo 3). Konkavite varlığının kret tiplerine göre dağılımı değerlendirildiğinde yüksek seviyede anlamlılık gözlemlendi ($p<0,001$). C tipi kret formunda konkavite varlığı (%97,10) P tipi (%13,5) ve C tipi (%10,7) kretlere göre istatistiksel olarak daha fazla bulundu ($p<0,001$) (Tablo 4). Greftleme ihtiyacının kret tiplerine göre dağılımı değerlendirildiğinde gruplar arasında yüksek derecede anlamlı bir fark gözlemlendi. ($P<0,001$) C tipi kretlerde greftleme ihtiyacı olan bölgelerin oranı (%90,6) hem U tipi (%65,69) hem de P tipi (%62,88) kretten istatistiksel olarak yüksek anlamlı şekilde daha fazlaydı ($p<0,001$) (Tablo 4). Kret kalınlığının dişlere göre

dağılımı bakıldığında istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlı fark bulundu ($p<0,001$). Yapılan 2'li karşılaştırmalarda 1. premolar diş ile 2. premolar ve 1. molar diş bölgeleri arasında anlamlı bir fark yoktu. (sırasıyla $p=0,223, 0,539$) 1. premolar ve 2.molar diş bölgeleri arasında gözlenen fark ise anlamlıydı. 2. premolar ve 1. molar diş bölgeleri arasından anlamlı bir fark gözlenmezken ($p=0,374$) 2. premolar ve 2. molar diş bölgeleri arasında yüksek derecede anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,001$). 1. ve 2.molar arasında yüksek derecede anlamlı bir fark vardı ($p<0,001$) (Tablo 5).

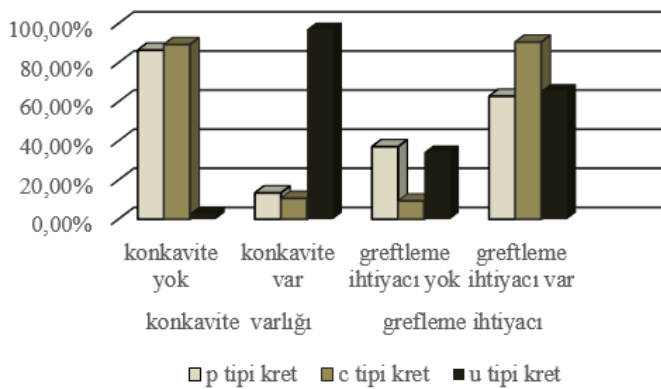
Kret uzunluğunun dişlere göre dağılımı bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı ($p<0,001$).

1. premolar diğer diş gruplarına göre daha yüksek kret uzunluğu seviyesine sahipti ve diğer gruplar ile aralarında yüksek derecede anlamlılık gözlemlenmiştir ($p<0,001$). 1. premolar ile karşılaştırılan diğer diş gruplarında) 2. premolar ve 2. molar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,022$) (Tablo 5).

Kret kalınlığının kret tiplerine göre dağılımına bakıldığında anlamlı bir fark bulundu ($p<0,001$).

	1.premolar	2.premolar	1.molar	2.molar	p
Konkavite derinliği	2,44±0,59	2,26±0,49	1,69±0,43	1,98±0,43	0,001^k
Konkavite açısı	60,53±9,01	62,48±14,77	53,19±11,19	52,82±10,32	0,001^A
Konkavite vertikal uzunluğu	7,16±3,00	7,54±4,52	4,19±1,93	5,31±2,03	0,001^k
^A Anova(Tukey test /Tamhane), ^k Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)					

Tablo 3. Konkavite özelliklerinin diş bölgelerine göre dağılımı.



Tablo 4. Kret tiplerine göre konkavite varlığı ve greftleme ihtiyacı.

P ve C tipindeki Kretler arasında anlamlı bir fark vardı. ($p<0,001$) U ve P tipi kretlerde arasından anlamlı bir fark gözlemlenmezken ($p=0,317$) U v C tipi kretler arasında yüksek derecede anlamlı bir fark bulundu ($p<0,001$) (Tablo 6). Kret uzunluğunun kret tiplerine göre dağılımı karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmuştur. ($p<0,001$) P tipi kret C ve U tipi krete göre anlamlı seviyede daha yüksek kret uzunluğuna sahiptir (sırasıyla $p<0,001, p=0,002$) (Tablo 6).

	1.premolar	2.premolar	1.molar	2.molar	p
Kret uzunluğu	12.21±3.28	11.11±3.13	10.62±2.77	12.21±3.	0,001^A
Kret kalınlığı	5.83±1.72	5.61±1.69	5.81±1.82	6.66±2.1	0,001^k
^A Anova(Tukey test /Tamhane), ^k Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)					

Tablo 5. Kret uzunluğu/kalınlığının diş bölgelerine göre dağılımı.

	P tipi	C tipi	U tipi	p
Kret uzunluğu	11.77±3.01	10.07±2.97	10.62±3.10	0,001^A
Kret kalınlığı	6.69±1.94	5.10±1.37	6.54±2.01	0,001^k
^A Anova(Tukey test /Tamhane), ^k Kruskal-wallis(Mann-whitney u test)				

Tablo 6. Kret uzunluğu/kalınlığının kret tipine göre dağılımı.

Çalışmamızın temel amacı, dental implantasyon planlanan hastalarda KIBT ile kesitsel analizle incelenen premolar ve molar bölgelerde lingual konkavitenin yaygınlığını ve özelliklerini analiz etmektir.

Lingualde kortikal kemiğin perforasyonu sonucu oluşabilecek komplikasyonlar mandibula posterior bölgede, mylohyoid çıkıntının altında, daha az fark edilir olma eğilimindedir. Ancak bu bölgedeki perforasyonlar sonucu oluşabilecek enfeksiyonlar parafaringeal loj gibi anatomik boşluklara yayılarak ciddi ve ölümcül sonuçlara yol açabilirler (11). Submandibular fossada lingual perforasyon asemptomatik olabilir ama aynı zamanda sublingual arterlerde hasara yol açarak üst hava yollarının tıkanmasından kaynaklanan, potansiyel olarak hayatı tehdit eden kanamalara yol açabilir. Sublingual arter bu bölgede lingual kortikal kemiğe yakın yerleşmiştir. Bundan dolayı göz ardı edilmemelidir (27). Verilerimizde, analiz edilen tüm kesitsel görüntülerde konkavite varlığı en çok 49,5% ile 2. molar bölgede en az % 9,4 ile 2. premolar bölgede gözlemlendi. Çalışmamızda molar bölgede gözlenen konkavite varlığı oranı Chan ve ark. tarafından yapılan çalışmada molar bölgede gözlenen %66'lık orana göre daha düşük olarak bulunmuştur (8). Ancak bizim çalışmamızda Chan ve ark. tarafından yapılan, sadece dişsiz olan birinci molar bölgeyi dahil ettiği çalışmadan farklı olarak molar ve premolar dişler ayrı ayrı olarak incelendi ve bu bölgeler kendi aralarında 1. premolar, 2. premolar, 1. molar ve 2. molar olmak üzere 4 farklı gruba ayrıldı. Chan ve ark.'nın yaptığı çalışma sadece birinci molar bölgeyi içeren 103 kesit görüntüsü içerirken, bizim çalışmamızda 454'ü birinci ve ikinci molar bölgesine odaklanan toplamda 757 kesit incelendi (8). Hans ve ark. yaptığı çalışmaya benzer olarak çalışmamızda birinci molar bölgeye kıyasla ikinci molar bölgede (%49,5) lingual konkavite prevalansı önemli ölçüde yüksek bulundu. Konkavite görülme oranı premolar bölgede molar bölgeye göre daha az olmasına karşın konkavite görülen durumlarda premolar bölgede ölçülen konkavite derinliğinin değeri molar bölgeye göre daha yüksek bulundu. Premolar dişler arasında ise konkavite derinliği açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Watanabe ve ark. daha önce yayımlanmış olan bir çalışmalarında mandibula morfolojisi ve anatomisini inceledi ve molar bölgede %36-39 oranında lingual konkavite bulunduğunu tespit ettiler (17). Konkavite açısı değerlendirildiğinde molar ve premolar bölge ayrı ayrı kendi aralarında fark göstermedi, fakat 2. Premolar bölge 1. ve 2. molar bölgeye göre anlamlı derecede yüksek bulundu.

Çalışmamızda premolar bölgedeki konkavite varlığı prevalansı 1. ve 2. premolarda sırasıyla % 12,2, %9,4 olacak şekilde bulunmuştur. Bu sonuçlar da Watanebe ve ark. bulduğu %5-18'lik oran ile benzer, Hans ve ark.'nın bulduğu %14'lük orana göre bir miktar düşük olduğu görülmüştür (11). Farklı sonuçların açıklaması olarak Watanabe ve ark. çalışmalarında Japon popülasyonunu, Chan ve ark. Kafkasyalılar ve Afro-Amerikan popülasyonunu içerirken, bizim çalışmamız Türk popülasyonunu içermektedir. Etnik gruplar arasında yüz ve çene morfolojisinde farklılıkların bulunması Yoon-Ah Kook ve ark. yaptığı çalışmada tanımlanmıştır (28). Kretin morfolojik yapısı implant cerrahisinde oluşabilecek lingual perforasyon komplikasyonu ile yakından ilişkili olan faktörlerdendir. Yapılan çalışmalarda lingual perforasyon ihtimalinin en yüksek görüldüğü kret tipi U tipi kret olarak belirlenmiştir. (8) U tipi kret görülme sıklığı çalışmamızda en sık olarak 2. molar bölgede (%33) bunu takiben de 1. molar bölgede (% 9,1) gözlemlendi. U tipi kretin en az görüldüğü bölge ise %2,9 oran ile 2. premolar bölge olarak bulundu. C tipi kret görülme sıklığı ise en yüksek olarak 2. molar (%57,9) bunu takiben 1.molar (%42) ve en az olarak ise % 24,4 oran ile 1. Premolar bölgede gözlemlenmiştir. Kret tiplerinin diş bölgelerine göre dağılımına bakıldığında ise P tipi kret 1. ve 2. premolar alanda (sırasıyla % 61.9, % 62.9) molar bölgeye göre anlamlı derecede daha yüksek tespit edildi. Bukkal kemikte herhangi bir kayıp yaşamamak ve estetik problemle karşılaşmamak için bukkal ve lingual kemik kalınlığının en az 1.5 mm olması gerekli görülmektedir. Bu kalınlıktaki kemik dokusu, yumuşak dokuyu destekleyerek implant çevresinde estetik problem gelişme riskini azaltır. Dolayısıyla implant cerrahisi sırasında kemik dehisensi gözlenmemesine rağmen kimi klinik tablolarda bukkal kemik kalınlığı göz önüne alınarak sert doku augmentasyonu uygulamalarından faydalanılabilir (29).

Çalışmamızda horizontal greftleme ihtiyacı gereken bölgeler 4mm çapındaki implant uygulamaları orjin alınarak belirlenmiştir. İmplant genişliği 4mm, 1.5'er mm bukkal ve lingual kemik kalınlığıyla birlikte toplamda 7 mm ve üzerindeki kalınlıklarda olan kretler greftleme ihtiyacı olmayan bölgeler olarak değerlendirilmiştir. Greftleme ihtiyacı en düşük olduğu bölge 2. molar bölgesiydi. Diğer bölgelerin greftleme ihtiyaçları birbirlerine benzer fakat 2. Molar bölgesinden daha yüksek oranlara sahipti. Greftleme ihtiyacı kret tiplerine göre değerlendirildiğinde ise en fazla C tipi kretlerde (% 90,6) ihtiyaç görüldüğü gözlemlenmiştir. P ve U tipi kretlerin arasında anlamlı bir fark bulunmazken (sırasıyla %62,88-%65,69) C tipine göre daha düşük seviyede greftleme ihtiyacı göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları dikkate alındığında dental implantasyon öncesi yapılan KIBT incelemeleri operasyon esnasında ve sonrasında oluşabilecek komplikasyonları azalmasını sağladığı görülmüştür. KIBT kesitleri yardımıyla tespit edilen lingual konkavitenin konumu, derinliği, açısının operasyon öncesinde farkına varılması hekimin olası bir lingual perforasyon komplikasyonu için önlem almasına olanak sağlar. Ayrıca lingual konkavite görülme olasılığı en çok mandibular 2. molar diş bölgesinde olmasına karşın premolar bölgede planlanan implant cerrahilerinde de bu bölgelerde lingual konkavite ile karşılaşılma riskinin bulunduğu göz ardı edilmemelidir. Bu çalışmanın sonucu literatürde bulunan çoğu çalışma gibi dental implant uygulamaları öncesinde rutin olarak KIBT kullanımının önemini ve gerekliliğini vurgulamaktadır. Lingual perforasyon riski ile lingual konkavite arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ramaswamy P, Saikiran C, Raju BM, Swathi M, Teja DD. Evaluation of the depth of submandibular gland fossa and its correlation with mandibular canal in vertical and horizontal locations using CBCT. *JIAOMR*. 2020;32(1):22-6.
2. Kalpidis CD, Setayesh RM. Hemorrhaging associated with endosseous implant placement in the anterior mandible: a review of the literature. *J Periodontol*. 2004;75(5):631-45.
3. Parnia F, Fard EM, Mahboub F, Hafezeqoran A, Gavvani FE. Tomographic volume evaluation of submandibular fossa in patients requiring dental implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;109(1):e32-e6.
4. Dubois L, De Lange J, Baas E, Van Ingen J. Excessive bleeding in the floor of the mouth after endosseous implant placement: a report of two cases. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010;39(4):412-5.
5. Pelayo JL, Diago MP, Bowen EM, Diago MP. Intraoperative complications during oral implantology. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2008;13(4):239-43.
6. Philipsen H, Takata T, Reichart P, Sato S, Sueti Y. Lingual and buccal mandibular bone depressions: a review based on 583 cases from a world-wide literature survey, including 69 new cases from Japan. *Dentomaxillofac Radiol*. 2002;31(5):281-90.

7. Leong DJ-M, Chan H-L, Yeh C-Y, Takarakis N, Fu J-H, Wang H-L. Risk of lingual plate perforation during implant placement in the posterior mandible: a human cadaver study. *Implant Dent*. 2011;20(5):360-3.
8. Chan HL, Brooks SL, Fu JH, Yeh CY, Rudek I, Wang HL. Cross-sectional analysis of the mandibular lingual concavity using cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22(2):201-6.
9. Quirynen M, Mraiwa N, Van Steenberghe D, Jacobs R. Morphology and dimensions of the mandibular jaw bone in the interforaminal region in patients requiring implants in the distal areas. *Clin Oral Implants Res*. 2003;14(3):280-5.
10. Chen LC, Lundgren T, Hallström H, Cherel F. Comparison of different methods of assessing alveolar ridge dimensions prior to dental implant placement. *J Periodontol*. 2008;79(3):401-5.
11. Nickenig H-J, Wichmann M, Eitner S, Zoeller JE, Kreppel M. Lingual concavities in the mandible: a morphological study using cross-sectional analysis determined by CBCT. *J Craniomaxillofac Surg*. 2015;43(2):254-9.
12. Kaeppler G, Mast M. Indications for cone-beam computed tomography in the area of oral and maxillofacial surgery. *Int J Comput Dent*. 2012;15(4):271-86.
13. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography—an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*. 2007;357(22):2277-84.
14. Harris D, Horner K, Gröndahl K, Jacobs R, Helmrot E, Benic GI, et al. EAO guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry 2011. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration at the Medical University of Warsaw. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(11):1243-53.
15. Gupta J, Ali SP. Cone beam computed tomography in oral implants. *Natl J Maxillofac Surg*. 2013;4(1):2-6.
16. Suomalainen A, Vehmas T, Korttesniemi M, Robinson S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008;37(1):10-7.

- 17.** Watanabe H, Mohammad Abdul M, Kurabayashi T, Aoki H. Mandible size and morphology determined with CT on a premise of dental implant operation. *Surg Radiol Anat.* 2010;32:343-9.
- 18.** Kamburoğlu K, Acar B, Yüksel S, Paksoy CS. CBCT quantitative evaluation of mandibular lingual concavities in dental implant patients. *Surg Radiol Anat.* 2015;37:1209-15.
- 19.** Tyndall DA, Price JB, Tetradis S, Ganz SD, Hildebolt C, Scarfe WC. Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012;113(6):817-26.
- 20.** Horner K, O'Malley L, Taylor K, Glenny A-M. Guidelines for clinical use of CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(1):20140225.
- 21.** Huang R-Y, Cochran DL, Cheng W-C, Lin M-H, Fan W-H, Sung C-E, et al. Risk of lingual plate perforation for virtual immediate implant placement in the posterior mandible: A computer simulation study. *J Am Dent Assoc.* 2015;146(10):735-42.
- 22.** Van Assche N, Van Steenberghe D, Guerrero M, Hirsch E, Schutyser F, Quirynen M, et al. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *J Clin Periodontol.* 2007;34(9):816-21.
- 23.** Vela X, Méndez V, Rodríguez X, Segalà M, Tarnow DP. Crestal bone changes on platform-switched implants and adjacent teeth when the tooth-implant distance is less than 1.5 mm. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2012;32(2):149-55.
- 24.** de Souza LA, Assis NMSP, Ribeiro RA, Carvalho ACP, Devito KL. Assessment of mandibular posterior regional landmarks using cone-beam computed tomography in dental implant surgery. *Ann Anat.* 2016;205:53-9.
- 25.** Yoon TY, Patel M, Michaud RA, Manibo AM. Cone beam computerized tomography analysis of the posterior and anterior mandibular lingual concavity for dental implant patients. *J Oral Implantol.* 2017;43(1):12-8.
- 26.** Chan HL, Benavides E, Yeh CY, Fu JH, Rudek IE, Wang HL. Risk assessment of lingual plate perforation in posterior mandibular region: a virtual implant placement study using cone-beam computed tomography. *J Periodontol.* 2011;82(1):129-35.
- 27.** Kalpidis CD, Setayesh RM. Hemorrhaging associated with endosseous implant placement in the anterior mandible: a review of the literature. *J Periodontol.* 2004;75(5):631-45.
- 28.** Kook Y-A, Nojima K, Moon H-B, McLaughlin RP, Sinclair PM. Comparison of arch forms between Korean and North American white populations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(6):680-6.
- 29.** Grunder U, Gracis S, Capelli M. Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2005;25(2):113-9.

Direkt Kompozit Resin Restorasyonlarla Diastema Kapatılması: Olgu Sunumu ve 1 Yıllık Takip

Diastema Closure with Direct Composite Resin Restorations: Case Report and 1-Year Follow-Up

ÖZ

Anterior dişlerin yapı, şekil ve diziliminde görülen normalden sapmalar hastalarda estetik sorunlara sebebiyet vermektedir. Birden çok dişte görülen ve polidiastema olarak adlandırılan boşluklar güzel ve estetik bir gülüş arzulayan hastalar için oldukça can sıkıcı olabilmektedir. Adeziv diş hekimliğindeki gelişmeler sayesinde bu estetik sorunlar kompozit resin restorasyonlarla doğal diş yapısı korunarak hızlı ve kolayca giderilebilmektedir. Bu olgu sunumunda Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı' na ön dişlerindeki estetik görünüm bozukluğu şikayetiyle başvuran hastanın direkt kompozit resinler kullanılarak gülüş estetiğinin elde edilmesi anlatılmaktadır.

Sonuç: Hastada mevcut diastemalar 4 dişine uygulanan kompozit restorasyonlarla kapatılmış ve estetik bir görünüm oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Direkt Kompozit Resin Restorasyon, Estetik, Kompozit Restorasyon, Restoratif Diş Tedavisi.

ABSTRACT

Deviations from the normal in the structure, shape and alignment of the anterior teeth cause aesthetic problems in patients. Spaces seen in more than one tooth, called polydiastema, can be quite annoying for patients who desire a beautiful and aesthetic smile. Thanks to the developments in adhesive dentistry, these aesthetic problems can be resolved quickly and easily by preserving the natural tooth structure with composite resin restorations. In this case report, the achievement of smile aesthetics by using direct composite resins of a patient who applied to Ondokuz Mayıs University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry with the complaint of aesthetic appearance disorder in his front teeth is explained.

Conclusion: The patient's diastemas were closed with composite restorations applied to 4 of his teeth, creating an aesthetic appearance.

Key Words: Direct Composite Resin Restoration, Aesthetics, Composite Restoration, Restorative Dentistry.

Fikret YILMAZ¹

ORCID: 0000-0002-9621-4788

Ayşenur ÇAKIR¹

ORCID: 0000-0002-3374-3586

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Tedavisi AD,
Samsun, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 27.12.2023

Kabul tarihi / Accepted: 08.02.2024

İletişim Adresi /Corresponding Adress:

Ayşenur ÇAKIR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi,

Restoratif Diş Tedavisi AD,

Samsun, Türkiye

E-mail: dt.aysenurcakir@gmail.com

GİRİŞ

Komşu iki diş arasında izlenen boşluklar diastema, ikiden fazla diş arasında görülenler ise polidiastema olarak adlandırılmaktadır. Dişler ve çeneler arasındaki boyut uyumsuzlukları, anormal labial frenilum pozisyonu, anormal yutkunma ve dil itme hareketleri ya da dişlerdeki konum anomalileri diastemaya sebep olabilmektedir (1,2).

Diastemalar başta olmak üzere anterior dişlerde pozisyon, şekil ve renk anomalileri sebebiyle estetiğin bozulduğu durumların tedavisinde estetik ve doğala en yakın restorasyonları sağlayabilmek için pek çok yöntem ve sistem geliştirilmiştir. Günümüzde gelişen adeziv teknikler, direkt kompozit rezinlerle diş dokularının korunduğu restorasyonların uygulanabilmesine ve gerektiğinde kolayca tamir edilebilmesine imkan sağlamaktadır (3). Laboratuvar aşamasına gerek olmaması ve tek seansta restorasyonun tamamlanması avantajlarının yanı sıra ekonomik olmaları da tercih edilmelerinde etkili olmuştur (4). Bu avantajlara ek olarak kompozit rezin restorasyonların dental yapılarda preparasyon gerektirmeyen koruyucu bir yaklaşım olması hekimler tarafından güvenle kullanılabilmelerine de olanak sağlamaktadır (3). Bu olgu sunumunda ön dişlerinde estetik görünüm bozukluğu şikayeti ile başvuran kadın hastanın maksiller anterior dişlerindeki polidiastemalarının direkt kompozit rezin restorasyonlarla tedavisi sunulmaktadır.

OLGU

Ön dişlerinin genel görünümünden şikayetçi 24 yaşındaki kadın hastanın intraoral ve radyolojik muayenesi kliniğimizde yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucu hastanın üst, ön bölgedeki dört dişinde polidiastema varlığı tespit edilmiş olup (Şekil 1) hastaya tüm tedavi seçenekleri ve prosedürler anlatılmıştır. Hastanın dişlerinde preparasyon istememesi ve uzun tedavi protokollerinden kaçınması sebebiyle var olan estetik problemin 12, 11, 21, 22 numaralı dişlere uygulanacak kompozit rezin restorasyonlarla giderilmesine karar verilmiştir. Hasta aydınlatılmış onam formunu imzaladıktan sonra klinik prosedürlere geçilmiştir. Tedavi uygulanacak dişlerde buton tekniği kullanılarak kompozit rezin rengi belirlenmiş ve rubber-dam izolasyonu sağlanmıştır. Restorasyon yapılacak dişlerin mine yüzeylerine 30 saniye fosforik asit uygulanmış (K-Etchant Syringe, Kuraray, Japonya), 15 sn su ile yıkandıktan sonra dişler hava ile kurutulmuştur. 20 saniye boyunca universal bir adeziv rezin (Clearfil Tri-S Bond Universal,

Kuraray, Japonya) yüzeylere uygulanmıştır. Adezive hafif hava uygulandıktan sonra 20 saniye ışıkla (Elipar S10 Led Işık Cihazı, 3M, Almanya) polimerize edilmiştir. Anterior kompozit rezin (G-aenial Anterior Refil, GC, Japonya) tabakalama yöntemiyle free-hands tekniği kullanılarak dişlere uygulanmış ve her tabaka 20'şer saniye ışıkla polimerize edilmiştir. Dişlere istenilen şekil ve form verildikten sonra bitirme frezleri kullanılarak kompozit bitirme işlemleri tamamlanmıştır. Ara yüz zımparaları yardımı ile ara yüzlere uygun kontur ve form verilmiştir. Daha sonra cila ve polisaj işlemleri disk (Sof-Lex; 3M ESPE, Japonya) ve lastik (Enhance Composite Finishing System, PoGo, Dentsply, ABD) kullanılarak tamamlanmıştır (Şekil2). Hastaya oral hijyen eğitimi verilmiş, altı aylık kontroller önerilmiştir. Birinci yıl kontrolünde kompozit restorasyonlarda renk değişikliği veya kenar uyumsuzluğu gözlenmemiştir (Şekil 3).



Şekil 1. Preoperatif intraoral Görünüm.



Şekil 2. Postoperatif İntraoral Görünüm.



Şekil 3. Yıl Kontrol Görünümü.

Diastema olarak adlandırılan ve dişlerin birbiri ile kontakt ilişkisi kuramadığı durumlar özellikle genç bireyler için önemli estetik kaygılara sebep olmaktadır (5). Araştırmalara göre toplumun yaklaşık %50'sinde diastemalar bulunmaktadır. Çoğunlukla maksiller arka ön dişler arasında diastemaya sahip bireyler estetik ve fonksiyonel olarak kendilerini rahatsız hissetmektedir. Bu estetik ve fonksiyonel rahatsızlığın giderilmesinde öne çıkan seçeneklerden biri de kompozit lamina veneerlerdir (6).

Anterior estetik uygulamalarında alternatif tedavi seçeneği olan porselen lamina veneerlerde; dişlerde preparasyon yapılması ihtiyacı, tedavinin birden fazla seans gerektirmesi ve tamir zorluğu gibi dezavantajlar bulunmaktadır. Ayrıca laboratuvar işlemleri gerektiren porselen laminalarda doğal görünümü sağlamak için gerekli olan zaman, emek ve maliyetin fazla olması da direkt uygulama imkanı sağlayan kompozit laminaları tercih edilir kılmıştır (7,8).

Adeziv tekniklerle diş yapısına yüksek bağlanma yeteneğine sahip kompozit rezin restorasyonlar, dişlerde preparasyon gerektirmemesi ve lokal anestezi ihtiyacı olmaması gibi üstünlükleri ile anterior estetik restorasyon uygulamalarında sıklıkla tercih edilmektedir (8). Paylaşılan olgu sunumunda hastaya ortodontik ve protetik tedavi seçenekleri önerilmiş ancak daha hızlı, kolay ve konservatif bir tedavi olması sebebiyle hasta isteği ile kompozit rezin restorasyonlar tercih edilmiştir. Uygulanan kompozit rezin restorasyonlar hastanın estetik beklentilerini karşılamış ve hastanın gülüş estetiği sağlanmıştır. Doğal dişlerde mine ve dentin dokularının farklı opasite ve şeffaflıklarını taklit edebilen ve geniş renk skalasına sahip kompozit rezinler günümüzde yüksek estetik beklentilerin olduğu anterior bölgelerde sıklıkla tercih edilmektedir (9,10).

Diş dokularına zarar vermeden doğalın taklit edilebildiği kompozit rezin restorasyonlar koruyucu diş hekimliği prensiplerine de en uygun restorasyonlardandır. Bu sebeple özellikle genç popülasyonda izlenen diastema vakalarında öncelikli tercih edilen uygulamalardan biridir (11).

Kompozit rezin restorasyonlar, anterior polidiastema vakaları için giderek ön plana çıkan bir alternatiftir.

Estetik ve ekonomik olmalarının yanı sıra konservatif özellikleri de göz önüne alındığında kompozit rezin restorasyonlar anterior bölgede başarı ile kullanılabilirler.

1. Heymann HO, Hershey HG. Use of composite resin for restorative and orthodontic correction of anterior interdental spacing. *J Prosthet Dent.* 1985;53(6):766-71.

2. Schlichting LH, Resende TH, Reis KR, Magne P. Simplified treatment of severe dental erosion with ultrathin CAD-CAM composite occlusal veneers and anterior bilaminar veneers. *J Prosthet Dent.* 2016;116(4):474-82.

3. LeSage BP. Aesthetic anterior composite restorations: a guide to direct placement. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):359-78.

4. Goyal A, Nikhil V, Singh R. Diastema Closure in Anterior Teeth Using a Posterior Matrix. *Case Rep Dent.* 2016;:2538526:1-16.

5. Hwang SK, Ha JH, Jin MU, Kim SK, Kim YK. Diastema closure using direct bonding restorations combined with orthodontic treatment: a case report. *Restor Dent Endod.* 2012;37(3):165-69.

6. Wolff D, Kraus T, Schach C, et al. Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite buildups: a clinical evaluation of survival and quality parameters. *J Dent.* 2010;38(12):1001-09.

7. Özçağatay B. Doğrudan Yöntemle Yapılmış Kompozit Lamina Çalışması. *ADO Klinik Bilimler Dergisi.* 2010;3(4):463-67.

8. Schmideder J. Composite Resins. *Aesthetic Dentistry* 1st ed. 2000. pp. 125-31.

9. Yüzügüllü B, Tezcan S. Renk değişimine ve erozyona uğramış dişlerde laminat veneer restorasyon seçeneklerinin endikasyon bakımından karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniv Diş Hek Fak.* 2005;8:2.

10. Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. *J Biomed Mater Res.* 2002;63(5):657-63.

11. Demir F, Oktay EA, Aydın N, Topçu FT, Bilgeç E. Direkt kompozit rezin lamina restorasyonlarla gelen estetik gülüş: İki olgu sunumu. *Ankara Medical Journal.* 2018;18(2):246253.