



ULUSLARARASI 3B YAZICI TEKNOLOJİLERİ
VE DİJİTAL ENDÜSTRİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF 3D PRINTING
TECHNOLOGIES AND DIGITAL INDUSTRY

ISSN:2602-3350 (Online)

URL: <https://dergipark.org.tr/ij3dptdi>

3B YAZICI SİSTEMİYLE ÜRETİLEN İNLEY RESTORASYONLARIN SİMAN ARALIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF CEMENT GAP OF INLAY RESTORATIONS
FABRICATED USING A 3D PRINTING SYSTEM

Yazarlar (Authors): Elif Yiğit^{ID*}, Hasibe Sevilay Bahadır^{ID}, Alican Bulut^{ID}

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Yiğit E., Bahadır H. S., Bulut A., "3B Yazıcı Sistemiyle Üretilen İnley Restorasyonların Siman Aralıklarının Değerlendirilmesi" *Int. J. of 3D Printing Tech. Dig. Ind.*, 7(3): 505-512, (2023).

DOI: 10.46519/ij3dptdi.1309683

Araştırma Makale/ Research Article

Erişim Linki: (To link to this article): <https://dergipark.org.tr/en/pub/ij3dptdi/archive>

3B YAZICI SİSTEMİYLE ÜRETİLEN İNLEY RESTORASYONLARIN SİMAN ARALIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Elif Yiğit^a, Hasibe Sevilay Bahadır^b, Alican Bulut^c

^a Karabük Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, TÜRKİYE

^b Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, TÜRKİYE

^c Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, TÜRKİYE

* Sorumlu Yazar: elfyigitt3@gmail.com

(Geliş/Received: 04.06.23; Düzeltme/Revised: 26.10.23; Kabul/Accepted: 15.12.23)

ÖZ

Bu çalışmanın hedefi, üç boyutlu (3B) yazıcı sistemi kullanılarak üretilen inley restorasyonlarının siman aralığı değerlerini araştırmaktır. Bu çalışma kapsamında, toplamda 60 adet tyodont diş kullanıldı. Bu dişlerin yarısı (n=15), mesio-oklüzal (MO) kaviteler için, kalan yarısı (n=15) ise mesio-oklüzal-distal (MOD) kaviteler oluşturmak için kullanıldı. Bukkolingual genişlik 2,5-3mm ve pulpal derinlik 2mm olacak şekilde oklüzal kaviteler hazırlandı. Proksimal inley kaviteler, basamak derinliği 1,5mm ve basamak kalınlığı 1 mm, bukkolingual genişliği 5 mm olarak tasarlandı. Kaviteler, intraoral dijital tarayıcı (TRIOS 3 Basic, Kopenhag, Danimarka) kullanılarak tarandı ve EXOCAD (Exocad Dental CAD 2.2, Darmstadt, Almanya) yazılımıyla inley restorasyon tasarımları yapıldı. 3B yazıcı (Phrozen sonic mini 4K SLA cihazı, Hsinchu, Tayvan) ile restorasyonların üretimi yapıldı. Restorasyonların siman aralığı değerlendirmek için silikon replika yöntemi kullanıldı ve kesitler stereomikroskop altında x10 büyütmede incelendi. Ölçümler üç farklı noktadan yapıлып, analiz için Adobe Photoshop programı kullanıldı. SPSS 22.0 programında Pairwise-Comparisons ve Kruskal-Wallis testleri ile verilerin analizi yapıldı ($\alpha < 0,05$). Alt ve üst molar dişlerde oluşturulan MO kavite preperasyonları ve 3B yazıcıyla üretilen inley restorasyonlar arasındaki siman aralığı değerlerinde herhangi bir fark tespit edilmedi ($p=1,000$). Alt ve üst molar dişlerde oluşturulan MOD kaviteler ve 3B yazıcıyla üretilen inley restorasyonlar arasında da siman aralığı değerlerinde bir fark saptanmadı ($p=1,000$). Bu araştırmanın sonuçlarına göre, 3B yazıcıyla üretilen MO inley restorasyonların klinik olarak uygun siman aralığına sahip olduğu ve 3B yazıcı ile üretim metodunun güvenilir bir alternatif olarak kullanılabileceği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: 3B yazıcı, İnley, Replika Yöntemi, Siman Aralığı.

EVALUATION OF CEMENT GAP OF INLAY RESTORATIONS FABRICATED USING A 3D PRINTING SYSTEM

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the cement gap in inlay restorations fabricated by using a three-dimensional (3D) printing system. In this investigation, a total of 60 tyodont teeth (30 mandibular molars and 30 maxillary molars) were utilized. Half of the specimens (n=15) underwent the preparation of mesio-occlusal (MO) cavities, while the remaining half (n=15) had mesio-occlusal-distal (MOD) cavities prepared. The occlusal cavities exhibited a width of 2.5-3 mm from buccal to lingual and a depth of 2 mm from the pulp, whereas the proximal inlay cavities showcased a line depth of 1.5 mm, a line thickness of 1 mm, and a buccolingual width of 5 mm. The specimens underwent scanning with an intraoral digital scanner (TRIOS 3 Basic, Copenhagen, Denmark). Afterwards, the design of inlays was accomplished by using EXOCAD software (Exocad Dental CAD 2.2, Darmstadt, Germany), and the fabrication of inlay restorations was carried out utilizing a 3D printer (Phrozen sonic mini 4K SLA,

Hsinchu, Taiwan). Silicone replica method was employed to evaluate the cement gap of the restorations. The sections were analyzed by using a stereomicroscope (EUROMEX, Nexius Zoom, The Netherlands) at a magnification of x10, and measurements were obtained from three distinct locations. The obtained measurements were subjected to analysis using Adobe Photoshop software, and the average values were derived. Data analysis was performed by using Kruskal-Wallis and Pairwise-Comparisons tests in SPSS 22.0 software ($\alpha < 0.05$). No significant differences in the cement gap values between the printed the inlay restorations and MO cavities prepared in the mandibular and maxillary molars ($p=1.000$). No significant differences were observed in the cement gap between the inlay restorations fabricated with 3D printer and the MOD cavities prepared in the mandibular and maxillary molars and ($p=1.000$). The findings of this study suggest that the MO inlay restorations fabricated by using 3D printer exhibit adequate precision and can be used safely.

Keywords: 3D printer, Inlay, Replica Method, Cement Gap.

1. GİRİŞ

İnley restorasyonlar, diş hekimliği pratiğinde uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan bir tedavi çeşididir ve çürümüş, hasar görmüş dişleri restore etmek için yaygın olarak kullanılır. Tam kuron restorasyonlara göre daha az invaziv yaklaşımlardır ve adezyon prosedürlerindeki gelişmelerle birlikte klinik olarak yeterli retansiyon sağlanabilmektedir [1]. Çeşitli malzeme ve teknikler kullanılarak üretilebilirler ve üretimlerinde alaşımlar, rezin bazlı kompozitler, seramik materyalleri ve 3 boyutlu (3B) yazıcılar ile basılabilen dental rezin materyali kullanılabilmektedir [2].

Dijital teknoloji, diş hekimliğinde popüler ve hızla büyüyen bir alandır ve bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) ve 3B baskı teknolojileri, dental restorasyon üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır [3-4]. CAD/CAM teknolojisi kesici frezler ile rezin-seramik blokların mekanik olarak şekillendirilmesi sonucu dental restorasyon üretilmesinde kullanılmaktadır [5]. Ancak kesme cihazının hareket aralığı ve frezin boyutu, frezlenebilir şeklin kısıtlanmasına neden olabilir [6]. 3B baskı yöntemi ise dental restorasyon üretiminde umut verici bir tekniktir ve çoklu katmanlar eklenerek nesnelerin oluşturulmasını sağlayan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır [7]. 3B yazıcılar enine kesitleri katmanlayarak üç boyutlu nesnelere oluşturur ve kompleks yapılara sahip nesnelerin üretimini kolaylaştırır [8]. Ayrıca 3B baskı yöntemi, frezeleme yöntemine kıyasla daha az malzeme kullanılarak restorasyon üretimi yapılmasına olanak sağlar [5]. Kompleks nesnelere, materyal israfı olmadan üretilebildiği için daha ekonomik bir üretim yöntemidir [3]. 3B baskı teknolojileri materyal tabakalama yöntemine göre alt kategorilere ayrılabilir.

Stereolitografi (SLA), seçici lazer sinterleme, dijital ışık işleme, fotopolimer püskürtme (PolyJet) ve erimiş fabrikasyonda biriktirme modellemesi dental restorasyon üretiminde kullanılmaktadır [5,9-10]. SLA yöntemi yüksek doğruluk ve çözünürlük sunduğu ve ince katman detayları sayesinde pürüzsüz yüzey bitişi sağladığı için diş hekimliğinde en çok tercih edilen 3B baskı yöntemidir [5]. SLA reçineyi ışıkla sertleştirerek çalışan bir üç boyutlu yazıcı teknolojisidir ve fotopolimerize bir sıvı polimer havuzunun üzerinde hareket eden bir ultraviyole ışık kullanarak katı katmanların üretilmesini sağlar [9]. Materyal üretimi sonrasında polimerize olmamış reçine artıkları bir çözücü yardımıyla temizlenmeli ve reçine, tam bir polimerizasyon için ultraviyole fırına yerleştirilmelidir [11]. İşlem bittikten sonra fazla reçine boşaltılıp tekrar kullanılabilir [9].

İnley restorasyonların doğruluğu ve kesinliği, restorasyonun ve destek dişin uyumu ve uzun dönem klinik başarı için önemlidir. İnley restorasyonundaki marjinal uyumsuzluklar siman çözünme hızının artmasına ve mikrosızıntıya buna bağlı olarak sekonder çürüklere, plak birikimine, periodontal enflamasyona sebep olabilir [12]. Bu nedenle internal ve marjinal uyuma sahip restorasyonların üretimi önemlidir. Restorasyon uyumunu kontrol etmek için kullanılan yöntemler; direk gözlem, kesit alma tekniği, silikon replika tekniği, profil projektör, lazer videografi ve mikrobilgisayarlı tomografidir [13].

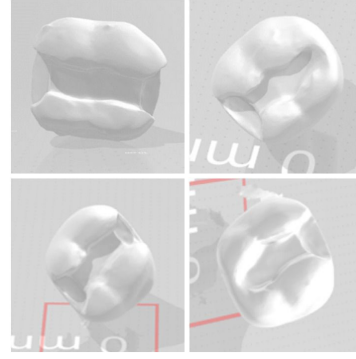
Bu yöntemler arasında silikon replika, restorasyon uyumunu kontrol ederken sıklıkla kullanılan ve tercih edilen bir yöntemdir [14]. Silikon replika yönteminde destek diş ve restorasyon arasındaki boşluk akıcı kıvamlı ve ağır kıvamlı silikon ölçü materyalleri kullanılarak belirlenir [15].

Literatürde 3B yazıcılarla üretilen inley restorasyonların internal ve marjinal uyumlarını değerlendiren çalışmalar yeterli değildir. Bu çalışmanın amacı 3B yazıcı sistemiyle farklı kavite preperasyonlarına göre üretilen inley restorasyonlarının siman aralıklarının değerlendirmektir. Sıfır hipotezi; farklı kavite preperasyonlarına göre 3B yazıcı ile üretilen inley restorasyonlarının siman aralıkları arasında anlamlı bir farklılık olmayacağıdır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma kapsamında, üst ve alt birinci ve ikinci molar dişlerin her birinden eşit sayıda olmak üzere toplamda 60 adet tyodont diş kullanıldı. Bu dişlerin yarısı (n=15), mesio-oklüzal (MO) kaviteler için kullanıldı, diğer yarısı (n=15) ise mesio-oklüzal-distal (MOD) kaviteler için kullanıldı. Oklüzal kavitelerin bukkolingual genişliği 2,5-3 mm ve pulpal derinliği 2 mm olarak hazırlandı. Proksimal inley kavitelerin ise basamak derinliği 1,5 mm ve basamak kalınlığı 1 mm, bukkolingual genişliği ise 5 mm olarak tasarlandı. Kavite preperasyonu hazırlanırken elmas frez kullanıldı ve standardizasyonu sağlamak amacıyla her beş örnekte bir elmas frezler yenisi ile değiştirildi.

Kaviteler intraoral dijital tarayıcı (TRIOS 3 Basic, Kopenhag, Danimarka) ile tarandı (Şekil 1). Tarama işlemi sonrası Exocad yazılımı (Exocad Dental CAD 2.2, Darmstadt, Almanya) ile siman aralıkları 60 µm olacak şekilde inley restorasyon tasarımları yapıldı (Şekil 2 ve Şekil 3). Tasarımlar 3B baskı (Phrozen sonic mini 4K SLA cihazı, Hsinchu, Tayvan) cihazına aktarılarak 50 µm tabaka kalınlıkta, 10 mm/sa baskı hızında ve 180 derecelik açı ile inley restorasyonların baskısı yapıldı. Daha sonra örnekler bir ışıkla sertleştirme ünitesine (Phrozen sonic mini 4K SLA cihazı, Hsinchu, Tayvan) yerleştirildi ve 30 dakika boyunca ışıkla polimerize edildi.



Şekil 1. Kavitelerin intraoral tarayıcı ile taranmış görüntüsü



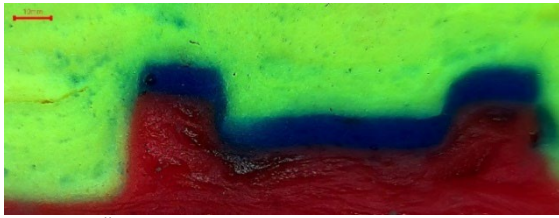
Şekil 2. MOD inley restorasyon tasarımı



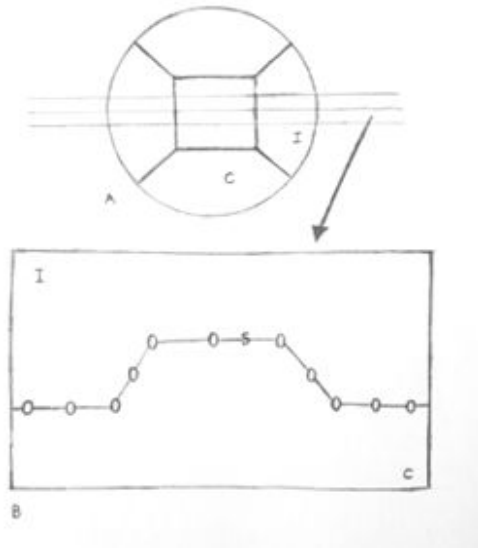
Şekil 3. MO inley restorasyon tasarımı

Elde edilen inley restorasyonların prepare edilmiş inley kaviteleriyle olan uyumu kontrol edildi. Ana model kullanılarak ağır kıvamlı ölçü materyalinde oluşturulan boşluğa akıcı kıvamlı silikon ölçü maddesi enjeksiyonu yapıldı ve inley kalıba yerleştirildi. Ölçü maddesi sertleşene kadar inley restorasyon üzerine yaklaşık 2 dakika parmak basıncı ile kuvvet uygulandı. Akıcı kıvamlı silikon ölçü maddesi polimerize olduktan sonra inley restorasyon yerinden çıkartıldı. Akıcı kıvamlı ölçü

maddesinin oluşturduğu ince tabakayı sabitlemek için üzerine ağır kıvamlı silikon ölçü materyali enjekte edildi. Bu aşamalar esnasında deforme olan örnekler için işlem tekrarlandı. Silikon sertleştikten sonra replikanın ölçü yüzeyi yere paralel olacak bir şekilde konumlandırıldı ve bistüri ile replika yüzeyine dik olacak şekilde servikoinsizal yönde kesit alındı. Kesitlerin akıcı kıvamlı ölçü maddesinin kalınlığının gösteren kısımlar stereomikroskopta (EUROMEX, Nexius Zoom, Hollanda) x10 magnifikasyonda incelendi (Şekil 4) ve fotoğraf programı (Adobe Photoshop, ABD) programı kullanılarak analiz edildi. Analizler; örnekler ve teknik çizim kağıdı ile birlikte alınan fotoğraflarda orantısal ölçümler elde edilerek yapıldı. Şekil 5'te gösterildiği gibi ölçümler yapılırken; servikal yüzey, aksiyal duvar ve pulpal duvar üzerinde, her bir yüzeyde üç farklı noktadan yapılarak bu ölçümlerin ortalaması alındı ve ortalama kalınlık değerleri elde edildi.



Şekil 4. Örneklerden alınan kesitin mikroskopta 10 mm ölçeklendirmeli şekli



Şekil 5. Silikon replika tekniğinin şematik çizimi; (A) kavite ve inleyi içeren replikanın tamamı; (B) silikon replika kesiti, (I, inleyin replikası; S, inley ve kavite duvarı arasındaki boşluğun replikası; C, kavitenin replikası, 0, ölçüm noktaları)

SPSS 22.0 (SPSS, Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak elde edilen veriler analiz edildi. Verilerin normalliği Shapiro-Wilk testi kullanılarak tespit edildi. Verilerin analizi Pairwise-Comparisons ve Kruskal Wallis testleri kullanılarak gerçekleştirildi ve $\alpha=0,05$ istatistiksel anlamlılık aralığı olarak belirlendi.

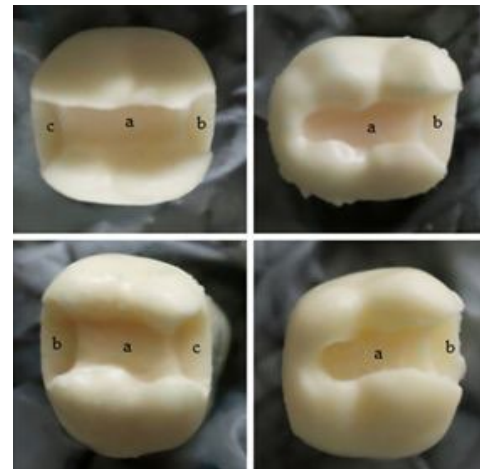
3. BULGULAR VE SONUÇ

Bölgelere göre yapılan siman aralıkları ölçümlerinin ortalamaları Çizelge 1' de verildi. Buna göre; üst ve alt molar dişlerde oluşturulan MO kavite ve 3B yazıcıyla üretilen inley restorasyonlar arasında ortalama siman aralığı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir fark tespit edilmedi ($p=1,000$). Alt molar dişler ve üst molar dişlerde hazırlanan MOD kavite ve 3B yazıcıyla üretilen inley restorasyonları arasında da ortalama siman aralığı değerlendirildiğinde anlamlı bir farklılık saptanmadı ($p=1,000$). Üst çene dişlerdeki MO ve MOD kavite ile inley restorasyonlar arasında ortalama siman aralığı değerlerinde anlamlı fark tespit edildi ($p=0,002$).

Çizelge 1. Gruplara göre ortalama siman aralığı değerleri

BÖLGELER	n	MO Kavite Ort.± Ss	MOD kavite Ort.± Ss	p
Üst çene	15	207±6.2 ^a	436±6.2 ^b	0.002
Alt çene	15	202±6.3 ^a	357±6.3 ^a	
p		1.000	1.000	

n: örnek sayısı. Aynı satırda farklı küçük harfler arasında fark var ($p<0,05$)



Şekil 6. Alt ve üst çene tyodont dişlerin MO ve MOD kavite preperasyonlarının okluzal(a), mesial(b) ve distal(c) görünüşleri

Örnekler bölgelere göre yeniden alt gruplara ayrılmıştır. Alt çene molar dişlerde MO kavitelerin alt gruplarından okluzal bölgedeki siman aralığı ortalama $99,00 \pm 6.3$ μm iken mesial bölgede siman aralığı daha da azalarak $61,90 \pm 6.3$ μm olarak ölçülmüştür. Bu durumun sebebi okluzal alanın daha geniş olması ve rezin polimerizasyonu sonucu büzülmenin daha fazla olması olabilir. Üst çene dişleri MO kavite alt grupları incelendiğinde mesial bölgedeki ortalama siman aralığı $73,97 \pm 6.2$ μm olarak ölçülmüştür. Oklüzal yüzeyler incelendiğinde en fazla ortalama siman aralığı değeri üst çene oklüzal alanda $101,47 \pm 6.2$ μm olarak görülmektedir. Alt çene molar dişlerde MOD kavitelerin alt grupları incelendiğinde okluzal bölgedeki siman aralığı $71,79 \pm 6.3$ μm iken mesial bölgedeki siman aralığı $72,14 \pm 6.3$ μm ve distal bölgedeki ortalama siman aralığı değeri $68,54 \pm 6.3$ μm olarak ölçülmüştür. Üst çene dişleri MOD kavitelerinin ortalama siman aralıkları bölgelere göre incelendiğinde okluzal bölgedeki siman aralığı $81,47 \pm 6.2$ μm iken mesial bölgedeki siman aralığı $83,57 \pm 6.2$ μm ve distal bölgedeki ortalama siman aralığı değeri $86,63 \pm 6.2$ μm olarak ölçülmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Alt gruplara göre ortalama siman aralığı değerleri

Gruplar	Örnek sayısı	Ortalama \pm Ss
Üst Çene-MO-Oklüzal	15	$101,47 \pm 6.2$
Üst Çene- MO- Mesial	15	$73,97 \pm 6.2$
Üst Çene- MOD- Oklüzal	15	$81,47 \pm 6.2$
Üst Çene- MOD- Mesial	15	$83,57 \pm 6.2$
Üst Çene- MOD- Distal	15	$86,63 \pm 6.2$
Alt Çene- MO- Oklüzal	15	$99,00 \pm 6.3$
Alt Çene- MO- Mesial	15	$61,90 \pm 6.3$
Alt Çene- MOD- Oklüzal	15	$71,79 \pm 6.3$
Alt Çene-MO- Mesial	15	$72,14 \pm 6.3$
Alt Çene- MOD- Distal	15	$68,54 \pm 6.3$

Sonuç olarak 3B yazıcı ile üretilen MO inley restorasyonların klinik olarak kabul edilebilir marjinal ve internal uyuma sahip olduğu görülmektedir ve güvenilir bir alternatif olarak kullanılabilirler.

4.TARTIŞMA

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte dental alanda CAD/CAM sistemlerinin kullanımı artmıştır. Ancak frezeleme esnasında oluşan materyalin gereksiz kullanımı ve zaman kaybı 3B sistemlerine olan ilgiyi artırmaya başlamıştır. Bu çalışmada 3B yazıcı sistemleriyle üretilen MOD ve MO inley restorasyonların siman aralığı değerleri kıyaslandı ve çalışmanın sonuçlarına göre üst çene MO ve MOD siman aralığı değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlemlendi ve sıfır hipotezi reddedildi.

3B yazıcı yöntemi materyalleri katman katman uygulayan bir üretim paternine sahiptir. Plastik, metal ve seramikler kullanılarak ve çeşitli tekniklerde üretim yapılabilir. SLA diş hekimliğinde en eski ve en yaygın olarak kullanılan 3B baskı yöntemidir. Bu teknik, platform hareketi ve lazer hareketi olarak alt bölümlere ayrılabilir. SLA yönteminin prensibi ultraviyoleye duyarlı sıvı monomerden yapılmış bir nesnenin katmanlı yapısının lazer ile polimerize edilmesi ve katılaştırılmasına dayanır [16]. SLA yöntemi ile üretilen dental restorasyonların yeterli mekanik özelliklere sahip olduğu literatürde farklı çalışmalarda bildirilmiştir [17-19].

İnley restorasyonlar tam kuronlara göre daha konservatif bir alternatiftir ve adeziv sistemlerdeki gelişmelerle birlikte retantif form elde edilmeksizin başarıyla uygulanabilir [1]. Yapılan çalışmalarda inley restorasyonların 5 yıllık ve 10 yıllık takip sonrası yüksek başarı oranları gösterdiği bildirilmiştir [15-16]. İnley restorasyonlar; lösitle güçlendirilmiş cam seramikler, lityum disilikat, resin nanoseramik CAD/CAM bloklar ve rezin bazlı kompozitler, 3B yazıcılar ile basılabilen dental rezin materyali gibi farklı materyaller ve çeşitli üretim teknikleri kullanılarak üretilenlerdir [22]. Bu çalışmada kullanılan inley restorasyonlar güncel ve zaman kazandırıcı bir yöntem olan 3B baskı sistemi kullanılarak üretilmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen inley restorasyonlarının internal uyumunu değerlendirmek için silikon replika yöntemi kullanılmıştır. İnternal ve marjinal uyum, dental restorasyonların uzun dönem başarısını etkiler ve destek dişin sağlığı açısından da önemlidir. Dental restorasyonların marjinal ve internal uyumlarını değerlendirmek için kullanılan

çeşitli yöntemler vardır. Sorenson; [23] kesit alma ve kesitleri inceleme yöntemi, ölçü aldıktan sonra değerlendirme yöntemi, sond yardımı ile inceleme yöntemlerini rapor etmiştir. Grenade ve ark.; [24] modelde siman ile birlikte bir kor kullanarak daha sonra korun simante kısmını keserek restorasyon uyumunu değerlendirmiştir. Molin ve Karlsson; [25] silikon replika yöntemi kullanıldığında kor deformasyonunu engellediğini bildirmiştir. Replika yöntemi restorasyon uyumu değerlendirirken sıklıkla kullanılan ve güvenilirliği kanıtlanmış bir tekniktir [26]. Park ve ark.; [14] marjinal ve internal uyumu değerlendirmek için farklı yöntemler kullanmış ve farklı materyallerden yapılmış tek diş kuron restorasyonlarının uyumlarını değerlendirmiştir. Sonuç olarak replika yönteminin internal ve marjinal uyum değerlendirmesinde kabul edilebilir ve yeterli olduğunu rapor etmişlerdir. Literatürde birçok çalışmada silikon replika tekniği restorasyonların internal ve marjinal uyumlarını değerlendirmek için kullanılmıştır [27-28]. Replika yöntemi; uygulanması kolay olması, tekrar tekrar uygulanabilmesi, siman aralığının tamamının üç boyutlu olarak değerlendirilebilmesi, etik bir yöntem olması, ucuz olması gibi avantajları sebebiyle dental restorasyonların marjinal ve internal uyumlarını değerlendirirken sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir [15].

Literatürde 3B baskı yöntemi ile üretilen dental restorasyonların internal ve marjinal uyumlarının geleneksel yöntemlerle üretilen restorasyonlara göre daha iyi olduğu rapor edilmiştir [13]. Pompa ve ark.; [29] 3B baskı yönteminin konvansiyonel üretim yöntemlerine göre daha üstün marjinal uyum gösterdiği sonucuna varmıştır. Mai ve ark.; [30] tek kuron restorasyonlarının marjinal ve internal uyumlarını değerlendirdikleri çalışmada 3B baskı yönteminin yeterli klinik uyumu sağladığını bildirmiştir. Al Wade ve ark.; [31] 3B baskı yöntemiyle üretilen restorasyonların, konvansiyonel yöntemler ve CAD/CAM yöntemleriyle üretilen restorasyonlara göre klinik uyumlarının daha başarılı olduğunu rapor etmiştir.

Restorasyon aralığı birçok çalışmacı tarafından araştırılmıştır ve kabul edilebilir siman aralığı 25 µm ve 100 µm arasında olduğu bildirilmiştir [32]. McLean ve ark.; [33] 120 µm siman

aralığının klinik uygulama için yeterli olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca Boening ve ark.; [34] 100 - 200 µm arasındaki siman aralığı değerinin yeterli olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre siman aralıklarının MO kaviteler için literatürle uyumlu olduğu ve klinik olarak yeterli değerinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun sebebi, MO restorasyon geometrisinin MOD restorasyonlarına kıyasla daha az karmaşık olması olabilir. Ayrıca alt çenede MO ve MOD kaviteler arasında ortalama siman aralığı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken ($p=1.000$) üst çenede anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p=0.002$). Bu durumun alt çene ve üst çene dişlerinin sahip olduğu farklı anatomi ve morfolojinin bir sonucu olarak restorasyon geometrisindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

3B yazıcı ile üretilen MO inley restorasyonlar yeterli marjinal ve internal uyuma sahiptir. Bu çalışmanın limitasyonları dahilinde 3B yazıcı sistemiyle üretilen geçici restorasyonların, ağız ısı, tükürük gibi ağız ortamını taklit edecek parametreler ve dinamik yükler altında restorasyon uyumunu değerlendiren çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Seo, D., Yi, Y., Roh, B., "The effect of preparation designs on the marginal and internal gaps in Cerec3 partial ceramic crowns", Journal of Dentistry, Vol. 37, Issue 5, Pages 374–382, 2009.
2. Sener-Yamaner, I. D., Sertgöz, A., Toz-Akalin, T., Özcan, M., "Effect of material and fabrication technique on marginal fit and fracture resistance of adhesively luted inlays made of CAD/CAM ceramics and hybrid materials", Journal of Adhesion Science and Technology, Vol. 31, Issue 1, Pages 55–70, 2017.
3. Kim, D.Y., Kim, J.H., Kim, H.Y., Kim, W.C., "Comparison and evaluation of marginal and internal gaps in cobalt–chromium alloy copings fabricated using subtractive and additive manufacturing", Journal of Prosthodontic Research, Vol. 62, Issue 1, Pages 56–64, 2018.
4. Awad, A., Trenfield, S. J., Gaisford, S., Basit, A. W., "3D printed medicines: A new branch of digital healthcare" International Journal of Pharmaceutics, Vol. 548, Issue 1, Pages 586–596, 2018.
5. Van Noort, R., "The future of dental devices is digital", Dental Materials, Vol. 28, Issue 1, Pages. 3–12, 2012.

6. Koch, G. K., Gallucci, G. O., Lee, S. J., “Accuracy in the digital workflow: From data acquisition to the digitally milled cast”, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol. 115, Issue. 6, Pages 749–754, 2016.
7. Dawood, A., Marti, B. M., Sauret-Jackson, V., Darwood, A., “3D printing in dentistry”, *British Dental Journal*, Vol. 219, Issue 11, Pages 521–529, 2015.
8. Alharbi, N., Osman, R., Wismeijer, D., “Effects of build direction on the mechanical properties of 3D-printed complete coverage interim dental restorations” *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol. 115, Issue 6, Pages 760–767, 2016.
9. Stansbury, J. W., Idacavage, M. J., “3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities”, *Dental Materials*, Vol. 32, Issue 1, Pages 54–64, 2016.
10. Sun J., Zhang, F., “The application of rapid prototyping in prosthodontics”, *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*, Vol. 21, Issue 8, Pages 641–644, 2012.
11. Abduo, J., Lyons, K., Bennamoun, M., “Trends in computer-aided manufacturing in prosthodontics: a review of the available streams”, *International Journal of Dentistry*, Vol. 2014, 2014.
12. Lee, W.S., Lee, D.H., Lee, K.B., “Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system”, *The Journal of Advanced Prosthodontics*, Vol. 9, Issue 4, Pages 265–270, 2017.
13. Peng, C.C., Chung, K.H., Yau, H.T., “Assessment of the internal fit and marginal integrity of interim crowns made by different manufacturing methods”, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol. 123, Issue 3, Pages 514–522, 2020.
14. Park, J.Y., Bae, S.Y., Lee, J.J, Kim J.H., Kim, H.Y., Kim, W.C., “Evaluation of the marginal and internal gaps of three different dental prostheses: comparison of the silicone replica technique and three-dimensional superimposition analysis”, *The Journal of Advanced Prosthodontics.*, Vol. 9, Issue 3, Pages 159–169, 2017.
15. Laurent, M., Scheer, P., Dejou, J., Laborde, G., “Clinical evaluation of the marginal fit of cast crowns—validation of the silicone replica method”, *Journal of Oral Rehabilitation*, Vol. 35, Issue 2, Pages 116–122, 2008.
16. Kessler, A., Hickel, R., Reymus, M., “3D printing in dentistry—State of the art”, *Operative Dentistry*, Vol. 45, Issue 1, Pages 30–40, 2020.
17. Park, S.M., Park, J.M., Kim, S.K., Heo, S.J., Koak J.Y., “Flexural strength of 3D-printing resin materials for provisional fixed dental prostheses”, *Materials*, Vol. 13, Issue 18, Page 3970, 2020.
18. Corbani, K., Hardan, L., Skienhe, H., Özcan, M., Alharbi, N., Salameh, Z., “Effect of material thickness on the fracture resistance and failure pattern of 3D-printed composite crowns”, *International Journal of Computerized Dentistry*, Vol. 23, Issue 3, Pages 225–233, 2020.
19. Ellakany, P., Fouda, S. M., Mahrous, A. A., AlGhamdi, M. A., Aly, N. M., “Influence of CAD/CAM milling and 3d-printing fabrication methods on the mechanical properties of 3-unit interim fixed dental prosthesis after thermo-mechanical aging process”, *Polymers*, Vol. 14, Issue 19, Page 4103, 2022.
20. D’Arcangelo, C., Zarow, M., De Angelis, F., Vadini, M., Paolantonio, M., Giannoni, M., D’Amario, M., “Five-year retrospective clinical study of indirect composite restorations luted with a light-cured composite in posterior teeth”, *Clinical Oral Investigation*, Vol. 18, Pages 615–624, 2014.
21. Zimmer, S., Göhlich, O., Rüttermann, S., Lang, H., Raab, W. H. M., Barthel, C. R., “Long-term survival of Cerec restorations: a 10-year study”, *Operative Dentistry*, Vol. 33, Issue 5, Pages 484–487, 2008.
22. Rajamani, V. K., Reygal, S. S., Gowda, E. M., Shashidhar, M. P., “Comparative prospective clinical evaluation of computer aided design/computer aided manufacturing milled BioHPP PEEK inlays and Zirconia inlays”, *The Journal of the Indian Prosthodontic Society*, Vol. 21, Issue 3, Page 240, 2021.
23. Sorensen, J. A., “A standardized method for determination of crown margin fidelity”, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol. 64, Issue 1, Pages 18–24, 1990.
24. Grenade, C., Mainjot, A., Vanheusden, A., “Fit of single tooth zirconia copings: comparison between various manufacturing processes”, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol. 105, Issue 4, Pages 249–255, 2011.
25. Molin, M., Karlsson, S., “The fit of gold inlays and three ceramic inlay systems: A clinical and in vitro study”, *Acta Odontologica Scandinavica*, Vol. 51, Issue 4, Pages 201–206, 1993.
26. Falk, A., Vultvon Steyern, Fransson, P., H.,

Molin Thorén, M., “Reliability of the impression replica technique.”, *International Journal of Prosthodontics*, Vol. 28, Issue 2, 2015.

27. Homsy, F. R., Özcan, M., Khoury, M., Majzoub, Z. A. K., “Marginal and internal fit of pressed lithium disilicate inlays fabricated with milling, 3D printing, and conventional technologies”, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol. 119, Issue 5, Pages 783–790, 2018.

28. Sharma, A., Abraham, D., Gupita, A., Singh, A., Sharma, N., “Comparative evaluation of the marginal fit of inlays fabricated by conventional and digital impression techniques: A stereomicroscopic study”, *Contemporary Clinical Dentistry*, Vol. 11, Issue 3, Pages 237, 2020.

29. Pompa, G., Di Carlo, S., De Angelis, F., Cristalli, M. P., Annibali, S., “Comparison of conventional methods and laser-assisted rapid prototyping for manufacturing fixed dental prostheses: an in vitro study”, *Biomed Research International*, Vol. 2015, 2015.

30. Mai H.N., Lee K.B., Lee, D.H., “Fit of interim crowns fabricated using photopolymer-jetting 3D printing”, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol. 118, Issue 2, Pages 208–215, 2017.

31. Al Wadei, M. H. D. et al., “Marginal Adaptation and Internal Fit 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”, *Coatings*, Vol. 12, Issue 11, Page 1777, 2022.

32. Gratton, D. G., Aquilino S. A., “Interim restorations”, *Dental Clinics of North America*, Vol. 48, Issue 2, Pages 487–497, 2004.

33. McLean, J. W., “The estimation of cement film thickness by an in vivo technique”, *British Dental Journal*, Vol. 131, Issue 3, Pages 107–111, 1971.

34. Boening, K. W., Wolf, B. H., Schmidt, A. E., Kästner, K., Walter, M. H., “Clinical fit of Procera AllCeram crowns”, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Vol. 84, Issue 4, Pages 419–424, 2000.