



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**DİREKT VE İNDİREKT YAPIŞTIRMA
TEKNİKLERİNİN BRAKET KONUM
DOĞRULUĞUNA ETKİSİNİN ÇAPRAŞIKLIK
MİKTARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Burak SEVİNÇ

UZMANLIK TEZİ

Dr.Öğr.Üyesi Buket PALA MUTLU

TRABZON – 2023



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**DİREKT VE İNDİREKT YAPIŞTIRMA
TEKNİKLERİNİN BRAKET KONUM
DOĞRULUĞUNA ETKİSİNİN
ÇAPRAŞIKLIK MİKTARINA GÖRE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Burak SEVİNÇ
ORCID: 0000 - 0002 - 1029 - 2268

UZMANLIK TEZİ

Dr.Öğr.Üyesi Buket PALA MUTLU
ORCID: 0000-0003-0262-6368

Trabzon - 2023

BEYAN

Bu tez çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak hazırlanarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eseri olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Burak SEVİNÇ

İTHAF

Tez çalışmamı kızım Mila SEVİNÇ'e ithaf ediyorum.



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam boyunca bana her konuda destek olan, mesleki birikimine ve tecrübesine, akademik kimliğine son derece saygı duyduğum saygıdeğer tez danışmanım Dr.Öğr.Üyesi Buket PALA MUTLU'ya,

Uzmanlık eğitimim sürecinde üzerimde emeği olan hocalarım Dr.Öğr.Üyesi Barış BAŞER, Dr.Öğr.Üyesi Nurver KARSLI ve Dr.Öğr.Üyesi Burak GÜLNAR'a,

İndirekt bonding transfer kaşıklarının üretim sürecinde her türlü desteği ve yardımı esirgemeyen Aydın KOÇDAŞ'a

Hayatım boyunca her türlü desteği esirgemeyen ve sürekli arkamda bana güven veren üzerimdeki emekleri sonsuz olan sevgili annem Zülbiye SEVİNÇ'e ve babam Tuncer SEVİNÇ'e,

Her zorluğu beraber atlattığımız bundan sonraki yaşamımızda da sürekli yanımda olacağını bildiğim üzerimde sonsuz emeği olan sevgili eşim Esra SEVİNÇ'e ve bu zor süreçte varlığıyla beni motive eden kızım Mila SEVİNÇ'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK SAYFASI	
BEYAN	
İTHAF	
TEŞEKKÜR	
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR, SİMGELER VE FORMÜLLER DİZİNİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1. Direkt Yapıştırma Tekniği	2
2.1.1. Direkt Yapıştırma Tekniğinin Tarihçesi	2
2.1.2. Direkt Yapıştırma Tekniği	2
2.1.3. Direkt Yapıştırma Tekniğinin Avantajları	3
2.1.4. Direkt Yapıştırma Tekniğinin Dezavantajları	3
2.2. İndirekt Yapıştırma Tekniği	3
2.2.1. İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Tarihçesi	3
2.2.2. İndirekt Yapıştırma Teknikleri	4
2.2.3. İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Avantajları	5
2.2.4. İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Dezavantajları	5
2.2.5. İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Laboratuvar Aşamaları	5
2.3. Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniği	5
2.3.1. Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Tarihçesi	5
2.3.2. Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Laboratuvar Aşamaları	6
2.4. Ağız İçi Tarama Cihazları	6
2.4.1. Triangulasyon	7
2.4.2. Konfokal	7
2.4.3. Optik Koherent Tomografi(OCT)	7

2.4.4. Akordeon Saçılım İnterferometrisi	7
2.4.5. Aktif Dalga Önü Görüntüleme	8
2.5. Üç Boyutlu Yazıcılar	8
2.5.1. Püskürtmeli Yazıcılar	8
2.5.2. Selektif Lazer Sinterleme (SLS)	8
2.5.3. Kaynaşmış Biriktirme Modellemesi (FDM)	9
2.5.4. Lamine Obje Üretimi (LOM)	9
2.5.5. Üç Boyutlu Yazıcıların Ortodontide Kullanım Alanları	9
3.GEREÇ VE YÖNTEM	10
3.1 Gereç	10
3.1.1 Ölçü Materyali	10
3.1.2 Model Elde Edilmesinde Kullanılan Materyal	10
3.1.3 Braket	10
3.1.4 Yapıştırma Kullanılan Materyal	10
3.1.5 Polimerizasyon Kaynağı	10
3.1.6 İntraoral Tarama Cihazı	10
3.1.7 Transfer Kaşığının Planlanmasında Kullanılan Cihaz ve Yazılımlar	10
3.1.8 Transfer Kaşığı Üretiminde Kullanılan Materyal	11
3.1.9 Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniği Transfer Kaşıkları İçin Dışarıdan Hizmet alımı	11
3.2 Yöntem	11
3.2.1 Etik Kurul Onayı	11
3.2.2 Örnek Sayısının belirlenmesi	11
3.2.3 Bireylerin Seçimi	11
3.2.4 Hastaların Gruplandırılması	13
3.2.5 Dijital Ortamda Braketlerin Konumunun Planlanması	13
3.2.6 Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniği Transfer Kaşığının Tasarlanması	15
3.2.7 Transfer Kaşığının 3 Boyutlu Yazıcıdan Üretilmesi	17
3.2.8 Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniğinde Transfer Kaşığıyla Alt Çene Modeline	
Braketlerin Transferleri	18
3.2.9 Klinikte Hastalara Direkt Yapıştırma Tekniğiyle Braketlerin Yapıştırılması	21
3.2.10 Direkt Yapıştırma Yapılan Hastaların Braket Konumlarının Dijital Ortama	
Aktarılması	21

3.2.11 Dijital İndirekt Yapıştırma Yapılan Alt Çene Çalışma Modellerindeki Braket Konumlarının Dijital Ortama Aktarılması	21
3.2.12 Direkt ve Dijital İndirekt Yapıştırma Transfer Hatalarının Dijital Ortamda Ölçüm	22
3.2.13 İstatistiksel Değerlendirme	24
4.BULGULAR	25
5.TARTIŞMA	33
5.1 Çalışma Amacının Tartışması	33
5.2 Çalışma Yönteminin Tartışması	33
5.3 Çalışma Bulgularının Tartışması	35
5.4 Çalışmanın Kısıtlılıkları	39
6. SONUÇLAR	41
7.KAYNAKLAR	42

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No		Sayfa
Tablo 1.	Bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımı	12
Tablo 2.	Bireylerin çapraşıklık miktarları	13
Tablo 3.	Sınıf içi korelasyon katsayıları (ICC)	25
Tablo 4.	Braket konum hatalarının DB ve İDB çalışma grupları arasındaki karşılaştırması	26
Tablo 5.	Çapraşıklığı >6 mm olan DB ve İDB çalışma gruplarının braket konum hatalarının karşılaştırılması	27
Tablo 6.	Çapraşıklığı 0-3 mm olan DB ve İDB çalışma gruplarının braket konum hatalarının karşılaştırılması	29
Tablo 7.	Gruplar arası karşılaştırma	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 1. Orthoanaylzer programında dişlerin segmente edilmesi	14
Şekil 2. Fasial eksen eğimlerinin ayarlanması	14
Şekil 3. Braket kitaplığından braketin seçilmesi	15
Şekil 4. Braketlerin alt çene modeli üzerinde konumlandırılması	15
Şekil 5. 3Shape Appliance Designer programı	16
Şekil 6. Transfer kaşıklarının tasarlanması	16
Şekil 7. Transfer kaşığından sanal modelin ayrılması ve tasarımın kontrolü	17
Şekil 8. 3 boyutlu yazıcı yazılımı yardımıyla stl dosyalarından üretime geçilmesi	17
Şekil 9. Transfer kaşığının görünümü	18
Şekil 10. Hasta modeli üzerine alt çene modellerinin yerleştirilmesi	18
Şekil 11. Transfer kaşıklarının alt çene modeline uygulanışı	19
Şekil 12. Işık cihazı yardımıyla polimerizasyonun sağlanması	20
Şekil 13. Alt çene modeline transfer edilen braketler	20
Şekil 14. Yerleştirme çubuğu ile braketlerin yerleştirilmesi	21
Şekil 15. 3Shape R100 ile hasta modellerinin dijital ortama aktarılması	22
Şekil 16. Tarama verilerinin çıkarılması	22
Şekil 17. Mezio-distal yönde açısal farkın ölçülmesi	23
Şekil 18. Vertikal yönde açısal farkın ölçülmesi	24
Şekil 19. Açısal ve lineer konum farklarının ölçülmesi	24
Şekil 20. Vertikal (Lineer) Braket Konum Hatası Dağılım Grafiği	30
Şekil 21. Mezio-distal (Lineer) Braket Konum Hatası Dağılım Grafiği	30
Şekil 22. Vertikal (Açısal) Braket Konum Hatası Dağılım Grafiği	31
Şekil 23. Mezio-distal (Açısal) Braket Konum Hatası Dağılım Grafiği	31

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Simgeler

<	Küçüktür
>	Büyüktür
%	Yüzde

Kısaltmalar

3B	Üç Boyut
Ark.	Arkadaşları
CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım
CAM	Bilgisayar Destekli Üretim
DB	Direkt Yapıştırma
İOS	Ağız İçi Tarayıcı
İDB	İndirekt Yapıştırma
POİ	İlgi alanları
STL	Standart Mozaik Dil

ÖZET

Düz tel tekniğinde braket konumlarının doğruluğu tedavi başarısında önemli yere sahiptir. Literatürde direkt ve indirekt braket konum doğruluğunu karşılaştıran birçok çalışma olmasına rağmen bu çalışmalardan hiçbiri dişlerdeki çapraşıklıkın etkilerini incelememiştir. Bu çalışmanın amacı direkt ve indirekt yapıştırma tekniklerinin dişlerin çapraşıklık miktarına göre braket konum doğruluklarını değerlendirmektir.

30 hasta çapraşıklığı 0-3 mm ve >6 mm olmak üzere 2 gruba (N=15) ayrıldı. Alt çene üzerinde direkt yapıştırma tekniği klinik olarak uygulandı. Hastalardan elde edilen rutin çalışma alt çene modelleri üzerinde 3 boyutlu yazıcı kullanılarak üretilmiş transfer kaşıkları yardımıyla dijital indirekt yapıştırma tekniği in vitro manikin hasta modelleri üzerinde uygulandı. Ağız içi tarama cihazı yardımıyla alt çene arkı ve braketler dijital ortama aktarıldı ve braket konum sapmaları GOM Inspect (Braunschweig, Almanya) yazılımı kullanılarak oklüzo-gingival (mm), mezio-distal (mm), oklüzo-gingival (°), mezio-distal (°) değerleriyle ölçüldü.

Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile değerlendirildi. Gruplar arasındaki karşılaştırmalarda Kruskal Wallis, Mann Whitney U testi ve Bonferroni düzeltmesi uygulandı.

Her iki braket yapıştırma tekniği de klinik olarak başarılı sonuçlar göstermiştir. Direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında braket konum hataları ölçüldüğünde lineer ve açısal konum hataları vertikal ve mezio-distal yönde istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Çapraşıklığı 0-3 mm olan gruplarda direkt ve indirekt yapıştırma teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamışken çapraşıklığı >6 mm olan gruplarda direkt ve indirekt yapıştırma teknikleri arasında açısal ve lineer ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Her iki braket yapıştırma tekniği klinik olarak başarılı sonuçlar vermiştir ve hekimin tercihine bağlı olarak kullanılabilir fakat indirekt yapıştırma tekniğinin çapraşıklığı daha fazla olan hastalarda daha avantajlı olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Dijital indirekt yapıştırma, Çapraşıklık, Braket konum doğruluğu

ABSTRACT

In the straight wire technique, the accuracy of the bracket positions has an important place in the success of the treatment. Although there are many studies in the literature comparing direct and indirect bracket position accuracy, none of these studies examined the effects of crowding teeth. The aim of this study is to evaluate the bracket position accuracy of direct and indirect bonding techniques according to the amount of crowding of the teeth.

30 patients were divided into 2 groups (N=15) with crowding of 0-3 mm and >6 mm. The direct bonding technique on the lower jaw was applied clinically. Digital indirect bonding technique was applied on in vitro manikin patient models with the help of transfer trays produced using a 3D printer on routine study lower jaw models obtained from patients. The mandibular arch and brackets were digitally transferred with the help of an intraoral scanning device, and bracket position deviations were measured with occluso-gingival (mm), mesio-distal (mm), occluso-gingival ($^{\circ}$), mesio-distal ($^{\circ}$) values using GOM Inspect (Braunschweig, Germany) software.

The suitability of the data for normal distribution was evaluated with the Shapiro Wilk test. Kruskal Wallis, Mann Whitney U test and Bonferroni correction were applied for comparisons between groups.

Both bracket bonding techniques have shown clinically successful results. When bracket position errors were measured in the direct and indirect bonding study groups, linear and angular position errors showed statistically significant differences in the vertical and mesiodistal directions ($p < 0.05$). While there was no statistically significant difference between direct and indirect bonding techniques in groups with 0-3 mm crowding, a statistically significant difference was found in angular and linear measurements between direct and indirect bonding techniques in groups with >6 mm crowding.

Both bracket bonding techniques have yielded clinically successful results and can be used depending on the clinician's preference, but it can be said that the indirect bonding technique is more advantageous in patients with more crowding.

Keywords: Digital indirect bonding, Crowding, Bracket position accuracy

1.GİRİŞ ve AMAÇ

Sabit ortodontik tedavi; dişlerin üzerine hekim tarafından yapıştırılan braketler ve bu braketler arasında uzanan teller ile dişlerin kemik kaideleri üzerinde olması gereken yerlere hareket ettirilerek ideal kapanış ilişkisini sağlamak amacıyla yapılır.

Edward H. Angle‘ın tasarladığı edgewise braket sistemi sabit ortodontik tedavide bugün kullanılan braket sistemlerin atası olarak kabul edilebilir (1). Edgewise tekniğinde braketler dişlere özel olmadığı için dişleri ideal pozisyonlarına hareket ettirebilmek için ark teli üzerinde çeşitli bükümler yapılması gerekmektedir (2).

1970 yılında geliştirilen Düz tel tekniği, edgewise tekniğinde yapılan tel bükümlerini, braketlere önceden bazı özellikler tasarlayarak neredeyse ortadan kaldırmaktadır (3).

Günümüzde kullanılan braketler önceden ayarlanmış braket sistemleridir. Önceden ayarlanmış braket sistemlerinin başarısı, braket konumunun doğruluğuna dayanmaktadır. Braketin yanlış konumlandırılması, rotasyon, devrilme, içeri, dışarı, ekstrüzyon, intrüzyon ve tork hareketlerinde sapmalara neden olabilir. Dişlerin bu istenmeyen hareketleri tedavi süresini uzatır (4).

İndirekt yapıştırma tekniği hasta ağızından alınan ölçü ile laboratuvarında elde edilen model üzerinde braketlerin yerleştirilerek daha sonra bu braketlerin transfer kaşıkları yardımıyla hasta ağızına dolaylı olarak yapıştırılmasıdır (5).

İndirekt yapıştırma tekniği, 1972'de Silverman ve Cohen tarafından geliştirilmiştir(6). Takip eden yıllarda Thomas (7), Read ve O'Brien (8) ve Miles (9) gibi araştırmacılar tekniği geliştirerek günümüzde kullanılan haline getirdi.

Literatürde direkt ve indirekt yapıştırma tekniklerini braketlerin konumlandırma doğruluğu açısından değerlendiren çalışmalar mevcuttur. Ancak bu çalışmaların hiçbirinde dişlerin çapraşıklık miktarının bu iki tekniğe etkileri incelenmemiştir (10). Sadece bir çalışmada iki farklı transfer kaşığının transfer doğruluğu çapraşıklık miktarına göre değerlendirilmiştir (11).

Dişlerin çapraşıklık miktarı klinikte braket yerleştirilmesini görüş açısını ve hekimin çalışmasını etkileyebileceğinden dolayı bu çalışma kapsamında “Dijital indirekt yapıştırma yöntemi ile alt arka yapıştırılan braketlerin şiddetli çapraşıklığa sahip hastalarda braket konumlandırma doğruluğu daha yüksek olacaktır.” şeklinde kurulmuş olan başlangıç hipotezinin doğruluğunun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Direkt Yapıştırma Tekniği

2.1.1. Direkt Yapıştırma Tekniğinin Tarihçesi

Sabit apareylerle ortodontik tedavi, dişlere bir kuvvet sisteminin uygulanabilmesi için dişlerin yüzeyine ataçmanların bağlanması gerekmektedir. Braketlerin bantların üzerine kaynaklanmasıyla veya dişlerin üzerine direkt olarak yapıştırılmasıyla kuvvet sistemi dişlere iletilmektedir (12).

1907 yılında Edward H. Angle edgewise apareyine bağlantı sağlamak için özel altın kelepçe bantlarını tanıttı (13).

1955 yılında Michael G. Buonocore akrilik malzemelerin yapıştırılması için minenin aşındırılmasının avantajını betimleyen tarihi makalesiyle diş hekimliğinde devrim yarattı (14).

Yapıştırmada kullanılan malzemelerinin temeli olan Bisfenil A Glisidil Dimetakrilat (Bis-GMA) reçinesi 1956'da Rafael L. Bowen tarafından tanıtıldı (15).

1965 yılında Newman doğrudan yapıştırmayı uygulanabilir bir klinik teknik olarak tanıttıktan sonra ortodontik braketlerin yapıştırılması bantlamaya mükemmel bir alternatif olarak geliştirildi ve popülaritesi sonraki yıllarda önemli ölçüde arttı (16).

2.1.2. Direkt Yapıştırma Tekniği

Herhangi bir yöntemle yapıştırma; temizleme yoluyla yapıştırma gerçekleştirilecek olan yüzeylerin uygun şekilde hazırlanması, nem kontrolü sağlanması, asitlendirme yoluyla minenin pürüzlendirilmesi, primer uygulanması sonrasında ataşmanın diş yüzeyine yeterli bağ kuvvetine ve uygun polimerizasyona sahip adheziv ile yapıştırılması aşamalarını içermektedir (17).

Diş yüzeylerinin temizliği için pomza profilaksisi bağlanma başarısını önemli ölçüde etkilememektedir (18). Bununla birlikte diş yüzeyinde bulunan plağın uzaklaştırılması tavsiye edilmektedir (19).

Nem kontrolü için tükürük emici ve rulo pamukların kullanılması önerilmektedir antisialogların kullanılması önerilmemektedir (20).

Braketlemeye başlamadan önce, diş yüzeyi üzerinde 15 saniye boyunca %37'lik ortofosforik asit kullanılmaktadır (21). Asit, minede demineralizasyonla, mikro gözenekler ve yüzeyde düzensizlik oluşturarak güçlü mikromekanik yapışmaya izin vermektedir (22).

Asitle pürüzlendirilmiş mine yüzeyine ince bir tabaka primer fırça ile birlikte sürüldükten sonra ışıkla polimerize edilmektedir. Braket tabanına adeziv rezin uygulamasından sonra diş yüzeyinde hekim tarafından uygun şekilde konumlandırılır ve ışık yardımıyla polimerize edilmektedir (23).

2.1.3. Direkt Yapıştırma Tekniğinin Avantajları

1. Bantlara göre daha estetikdir.
2. Braket seviyeleri daha kolay ve hızlı ayarlanabilir.
3. Ark dışındaki veya erüpsiyonu tamamlanmamış dişlere de uygulanabilir.
4. Özellikle gingival marginlerde oral hijyen daha iyi sağlanabilir.
5. Bantların altında görülebilecek olan dekalsifikasyon riski azalır.
6. Separasyon uygulanmasına ve sonrasında bu boşlukların kapatılması gerekliliğini ortadan kaldırır (24).

2.1.4. Direkt Yapıştırma Tekniğinin Dezavantajları

1. Braket etrafındaki taşkın kompozitlerin temizlenmesi zordur
2. Bantla kıyaslandığında adeziv uygulanabilecek yüzey alanı oldukça azdır.
3. Tedavi süresince bantlara göre aproksimal yüzeyleri koruma eğilimi yoktur (24).

2.2. İndirekt Yapıştırma Tekniği

2.2.1. İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Tarihçesi

İndirekt yapıştırma ilk olarak 1972 yılında Silverman ve Cohen tarafından detaylı olarak anlatıldı. İlk denemelerde termoplastik bir transfer kaşığı ve braketleri çalışma modeline yapıştırmak için siman kullanıldı (6). Daha sonraki yıllarda farklı reçineler (Metimetakrilat, Nuva-Fil, bis-GMA vb.) kullanılarak bu teknik geliştirildi ve 1975 yılında ışıkla sertleşen yapıştırıcı kullanılmaya başlandığı için bekleme süresi kısaldı (25).

1979'da Thomas, şu anda indirekt yapıştırma için kullanılan en yaygın teknik olarak kabul edilen "özel kompozit taban tekniğini" icat etti. Bu teknikte Thomas, braketleri laboratuvarında tutturmak için kimyasal olarak sertleşen bir reçine ve klinik yapıştırıcı olarak kimyasal sertleşen bir reçine kullanıldı. Thomas tekniğinin en büyük dezavantajı, kimyasal reçinenin polimerizasyonunun hastanın ağızında başlamasıdır ki bu da zaman açısından sorun yaratır. Transfer kaşığı polimerizasyon tamamlanmadan çıkarılırsa braket kopabilir ve kaşık çok uzun süre ağızda bırakılırsa bu durum hasta konforunu bozabilir (7). Bu sorunu çözmek

için Thomas tekniği değiştirdi; üniversal ve başlatıcı rezin ağız dışında karıştırılarak doğrudan braket tabanına uygulandı. Modifiye Thomas tekniği ile indirekt yapıştırma, doğrudan yapıştırma ile karşılaştırıldığında benzer bağlanma dayanımı değerlerine sahiptir (26).

1990'da Read ve O'Brien indirekt yapıştırma tekniğinde ışıkla sertleşen reçineler kullandılar ve bu reçinelerin avantajlarıyla indirekt bonding tekniği daha da geliştirildi (8).

2002 yılında Miles, indirekt yapıştırma tekniğinde akışkan kompozit kullandı ve akışkan kompozitin uygun viskozitesi ile braket tabanındaki boşlukları daha iyi doldurduğu gösterildi (27).

2.2.2. İndirekt Yapıştırma Teknikleri

“Sugar Daddy” tekniği Swartz tarafından 1974 yılında braketlerin modeller üzerine yapıştırılması için karamelize şeker kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır. Transfer kaşığının üretiminden sonra braket tabanları karamelize şekeri çözen bir su solüsyonu ile yıkanıp temizlenerek klinik uygulamaya hazır hale getirilir (28).

Moin ve Dogon braketleri modellerin üzerine yapıştırmak için mum kullandılar. Polieter ile braketli modelin ölçüsü alındıktan sonra ölçü ile model birbirinden ayrılır ancak braketler model üzerinde kalır. Daha sonra braketler model üzerinden koparılarak kalan mum artıkları temizlenir ve polieter ölçünün içerisine yerleştirilerek klinik uygulamaya hazır hale getirilir (29).

Thomas'ın geliştirdiği teknik modern ortodontide indirekt yapıştırma için kullanılmaktadır. Braketlerin tabanına kompozit rezin uygulanarak model üzerine yapıştırılır. Vakumla şekillenen bir transfer kaşığı malzemesi braketli modelin üzerine yerleştirilip vakum cihazıyla adapte edildikten sonra modelden ayrılarak klinik uygulamaya hazır hale getirilir (7).

Read ve O'Brien transfer kaşığı hazırlanması için transparan bir materyal kullandılar ve bu teknik ışıkla aktive edilen rezinlerin kullanılabilmesini sağladı (8). Reichheld braketleri yerleştirmek için transfer kaşığı hazırlamak yerine jiglerin kullanımını önerdi (30). Hickham'ın 1993 yılında geliştirdiği “Dual-Tray” transfer tekniği kimyasal sertleşen kompozitlerin kullanılmasına imkan sağladı (31).

Sondhi 1999 yılında önceden adheziv kaplanmış braketler kullanarak hem kontaminasyon riskini azaltmakta ayrıca klinik ve laboratuvarında harcanan zamanı

azaltmıştır. Transfer kaşığı hazırlamak için 1 mm kalınlığında bioplast vakumla şekillendirilebilen bir malzeme kullanılmıştır (5).

2.2.3. İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Avantajları

1. Model üzerine braketlerin yerleştirilmesi esnasında her açıdan inceleme yapılabilir.
2. Posterior dişlerin yerleştirilmesi daha kolaydır.
3. Klinik uygulama süresi azalır.
4. Hasta konforu iyileşir.
5. Braketlerin yeniden konumlandırılması ihtiyacını azaltır.
6. Tedavi süresini potansiyel olarak azaltır (32).

2.2.4. İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Dezavantajları

1. Teknik hassastır.
2. Laboratuvar aşamasında ekstra malzeme kullanımı maliyeti ve harcanan zamanı arttırır (32).

2.2.5. İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Laboratuvar Aşamaları

1. Hastadan alınan ölçü ile alçı model elde edilmesi.
2. Alçı modelin izolasyon materyali kullanılarak izole edilmesi.
3. Braketlerin alçı model üzerinde istenilen konumda yerleştirilmesi.
4. Braket yerleştirilmiş olan model üzerinde transfer kaşığı hazırlanması.
5. Transfer kaşığının modelden ayrılması ve braket tabanlarının temizlenmesi (33).

2.3. Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniği

2.3.1. Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Tarihçesi

Cerec (Estetik Seramiklerin Koltuk Başında Ekonomik Restorasyonu) 1980'lerin ortalarında ilk klinik CAD(Bilgisayar Destekli Tasarım)/CAM(Bilgisayar Destekli Üretim) sistemi olarak tanıtıldığından beri, bu teknoloji özellikle yakın geçmişte artan bir popüleriteye sahiptir. Sadece son birkaç yılda mevcut hasta başı sistemlerinin sayısında önemli bir artış olmuştur. Bunun ana nedenlerinden biri, ağız içi tarayıcıların giderek daha iyi, daha küçük ve daha hızlı hale gelmesi, tasarım yazılımlarının ise daha fazla kullanıcı dostu haline gelmesidir (34).

2001 yılında Cadent, 3D dijital modellerin sanal kurulumunu, indirekt yapıştırma tekniğinde transfer kaşıklarını tasarlayabilen Ortho CAD sistemini tanıttı. 2006 yılında ofis

içi iTero dijital ölçü sistemleri geliştirildi ve 2008 yılında tüm ark ağız içi tarama yapabilme özelliği kazandı (35).

2001 yılında Sachdeva, “Ora Scanner” isimli tarayıcıyı kullanılarak in vivo dental arkların tarandığı bir Sure Smile Teknolojisi tasarladı, üç boyutlu görselleştirme araçları, hedef ark üzerindeki braket pozisyonları için dijital bir teşhis kurulumu oluşturdu. Sonuç olarak, ark teli tasarımının ve braket konumlarının orijinal maloklüzyonun üzerinde görüntüsünü elde etmeyi sağladı (36).

2.3.2. Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniğinin Laboratuvar Aşamaları

1. Klinikte hasta ağzından ölçü almak yerine intraoral ağız içi tarayıcı ile elde edilen ağız içi görüntü dijital ortama aktarılır.

2. Bilgisayar destekli tasarım programları kullanılarak dijitalize edilmiş ağız içi görüntü üzerine braketler istenilen konumda yerleştirilir.

3. Braketlerin yerleştirildiği dijital ağız içi görüntü üzerinde transfer kaşığı bilgisayar destekli tasarım programı ile tasarlanır.

4. Tasarlanan sanal indirekt yapıştırma tekniğinde transfer kaşığı 3D yazıcı kullanılarak üretilir.

5. 3D yazıcı kullanılarak elde edilen indirekt yapıştırma tekniğinde transfer kaşığı içerisine braketler yerleştirilir.

6. Transfer kaşığı içerisindeki braketlerin tabanına kompozit uygulandıktan sonra hastanın ağzına yerleştirilerek ışıkla polimerizasyon gerçekleştirilir (37).

2.4. Ağız İçi Tarama Cihazları

On sekizinci yüzyıldan itibaren, diş dokularının şeklini kaydetmede geleneksel ölçü teknikleri kullanılmaktadır. Bununla birlikte, kullanılan ölçülerin hacim değişiklikleri ve alçı modelin genleşmesi hatalara sebep olmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için diş hekimliği uygulamaları için IOS (Ağız İçi Tarayıcı) ile ölçü geliştirildi (38).

IOS, görüntü alan bir kamera ve yazılımdan oluşan bir cihazdır. IOS'un amacı, nesnenin şeklini dijital ortama hassas olarak aktarmaktır. En yaygın kullanılan dijital format, STL (Standart Mozaik Dili)'dir. Bu format halihazırda birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır ve her üçgenin üç nokta ve normal bir yüzey ile tanımlandığı ardışık üçgen yüzeyleri tanımlamaktadır (39).

IOS tarafından kullanılan görüntüleme teknolojisinin türünden bağımsız olarak, tüm kameralar, daha sonra tek tek görüntüler veya video olarak kaydedilen ve POI (İlgi Alanları)'nın tanınmasından sonra yazılım tarafından derlenen ışığın projeksiyonunu gerektirmektedir. Her noktanın ilk iki koordinatı (x ve y) görüntü üzerinde değerlendirilmekte ve daha sonra üçüncü koordinat (z) her kameranın nesneye olan uzaklığına bağlı olarak hesaplanmaktadır (40).

2.4.1. Triangulasyon

Triangulasyon nesnenin şekline ilişkin verileri dijital olarak kaydetmek ve dijital üç boyutlu modeller oluşturmaktır. Bir üçgenin (nesne) noktasının konumu, 2 farklı bakış açısının konumu ve açısı bilinerek hesaplanmaktadır. Bu iki bakış açısı iki dedektör tarafından üretilebilir, bir prizma kullanan tek bir dedektör veya zaman içinde iki farklı noktada yakalanmaktadır (41).

2.4.2. Konfokal

Konfokal görüntüleme, nesnenin farklı mesafelerden seçilen odaklanmış ve odaklanmamış kayıtlarının elde edilmesidir. Bu teknoloji, merceğin odak uzunluğuyla ilişkili olan nesneye olan mesafeyi çıkarmak için görüntünün keskinlik alanını algılamaktadır. Bir diğ daha sonra farklı odaklarda ve açıklık değerlerinde ve nesnenin etrafında farklı açılardan alınan ardışık görüntülerle yeniden oluşturulmaktadır (42).

2.4.3. Optik Koherent Tomografi(OCT)

Biyolojik nesnelerin yüzey yapısında enine kesitlerin görüntüsünü alan bir tekniktir. Tek bir numune konumundan nesne üzerindeki bir dizi görüntülü lazer segmenti, esasen aynı numune konumundan numunenin iki veya daha fazla üç boyutlu (3B) haritasıyla iç içe geçmektedir. Her bir geçmeli 3 boyutlu haritayı ölçmek için gereken süre, ağız içi cihaz ve hasta arasındaki bağıl hareket etkilerini en aza indirmek için kısalmaktadır. Geçmeli 3 boyutlu haritalar, hareket artefaktlarından etkilenmeyen yoğun bir 3B nokta bulutu oluşturmak için yazılım aracılığıyla hizalanır (43).

2.4.4. Akordeon Saçılım İnterferometrisi

Akordeon saçılım interferometrisinde, ayrı iki kaynaktan gelen ışık nesneye çarparak bir saçılım oluşturur. Kaynaktan uzak bir bakış açısıyla saçılımların eğriliğini kaydetmek

için yüksek hassasiyetli bir dijital kamera kullanılmaktadır. Saçılma görüntüleri algoritmalar yardımıyla sayısallaştırılır ve her piksel için bir yüzey noktası kaydedilir (44).

2.4.5. Aktif Dalga Önü Görüntüleme

En basit haliyle, bir modül, dairesel bir yol üzerinde hareket eder. Bu hareket, hedef noktaların farklı izdüşümlerini üretmektedir. Derinlik verileri, her noktadan üretilen dairesel veri modelinden üretilir (45).

2.5. Üç Boyutlu Yazıcılar

Eklemeli üretim, hızlı prototipleme veya katı serbest biçim teknolojisi olarak da adlandırılan 3 boyutlu baskı kavramı, Charles Hull tarafından geliştirildi. 1980'lerin başında foto polimerlerden plastik cihazlar üretildi (46).

1986'da Hull, stereolitografi için patent aldı ve 3D Systems'i kurdu ve bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımından 3 boyutlu nesnelerin yazdırılması için dosyaları dağıtacak .STL dosya biçimini geliştirdi (47).

3B baskının tıbbi uygulamaları, diş implantları ve protezlerin üretimi ile 2000'li yılların başına kadar uzanır (48).

2.5.1. Püskürtmeli Yazıcılar

Mürekkep püskürtmeli baskı kavramı ilk olarak 1878'de Lord Rayleigh tarafından tanımlandı. 3B mürekkep püskürtmeli baskı, temel olarak, tipik olarak 200 µm yüksekliğinde ve partikül boyutları 50 ile 100 µm arasında değişen katı partikül katmanlarının, bir 3B model oluşturmak için basılı bir sıvı malzeme ile birbirine bağlandığı toz bazlı bir yöntemdir (49).

2.5.2. Selektif Lazer Sinterleme (SLS)

Toz partiküllerini birbirine yapıştırmak için sıvı bağlayıcı malzemeler kullanmak yerine bir 3D model oluşturmak üzere polimer tozlarını sinterlemek için CO₂ ve Nd:YAG gibi yüksek güçlü bir lazer kullanılmaktadır. SLS işleminde, bir birinci toz tabakası bir silindir tarafından bir katmana eşit olarak dağıtılır ve ardından tozun erime noktasının hemen altındaki bir sıcaklığa ısıtılmaktadır. Birinci kat tamamlandıktan sonra ikinci kat toz eklenir, tesviye edilir ve istenilen alanlarda sinterlenir (50).

2.5.3. Kaynaşmış Biriktirme Modellemesi (FDM)

Termoplastik malzemeleri ekstrüde ederek ve yarı erimiş malzemeleri katman katman yüzeye yerleştirerek bir 3D model oluşturulur (51).

2.5.4. Lamine Obje Üretimi (LOM)

Kağıt, plastik ve metal gibi tanımlanmış tabaka malzemelerin katmanlarını istifleyerek bir 3B model oluşturulur (52).

2.5.5. Üç Boyutlu Yazıcıların Ortodontide Kullanım Alanları

Çeşitli çıkarılabilir apareyler (Hawley, Yer tutucu, Ateller gibi), fonksiyonel apareyler, ark genişletme apareyleri, şeffaf hizalayıcılar, tutucular, ark telleri, braketler, indirekt yapıştırma tekniğinde transfer kaşıkları, lingual ortodonti ve çalışma modelleri üretimi için kullanılır (53).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç

3.1.1 Ölçü Materyali

Çalışmaya katılan bireylerden ortodontik tedavide alınan rutin kayıtlar kapsamında aljinat (Zhermack Tropicalgin, İtalya) ile ölçü alındı ve indirek yapıştırma tekniği için çalışma modeli elde edildi.

3.1.2 Model Elde Edilmesinde Kullanılan Materyal

İndirekt yapıştırma tekniği çalışma modeli elde etmek amacıyla sarı renkli, tip 3 sert dental alçı (Blaudent Stone, Almanya) kullanıldı.

3.1.3 Braket

Bu çalışmada 0.022” slot, kancalı Roth preskripsiyonlu çelik alt çene braketleri (Dentaurum Discovery Smart, Almanya) kullanıldı.

3.1.4 Yapıştırmada Kullanılan Materyal

Çalışmada braketlerin hasta ağızına ve çalışma modellerine yapıştırılması sırasında ışıkla sertleşen kompozit (Transbond XT Light Cure Paste Adhesive, 3M Unitek, ABD) kullanıldı.

3.1.5 Polimerizasyon Kaynağı

Klinikte direkt yapıştırma tekniğiyle yapıştırılan braketlerin polimerizasyonunda ve çalışma modellerine dijital indirekt yapıştırma tekniğinde transfer kaşığı ile yapıştırılan braketlerin polimerizasyonunda ışık yayan diyot (LED) cinsi ışık kaynağı (WOODPECKER BCURE, Çin) kullanıldı.

3.1.6 İntraoral Tarama Cihazı

Çalışmaya katılan bireylerden rutin ortodontik tedavi kayıtları toplanırken ağız içi tarama cihazı (3Shape TRIOS3, Kopenhag, Danimarka) kullanıldı.

3.1.7 Transfer Kaşığının Planlanmasında Kullanılan Cihaz ve Yazılımlar

Ağız içi tarama görüntüleri üzerinde dijital olarak braketlerin konumlandırılması ve transfer kaşığının tasarlanması için bilgisayar yazılımı (3Shape Indirect Bonding Software, Kopenhag, Danimarka) kullanıldı.

Dijital ortamda tasarlanan indirekt yapıştırma transfer kaşığının 3 boyutlu olarak üretilmesi için 3 boyutlu yazıcı (Formlabs Form 3B+, Somerville, Massachusetts, United States) kullanıldı.

3.1.8 Transfer Kaşığı Üretiminde Kullanılan Materyal

Dijital indirekt yapıştırma transfer kaşığının üç boyutlu yazıcıdan üretilmesi esnasında reçine (Formlabs IBT Resin, Somerville, Massachusetts, United States) kullanıldı.

3.1.9 Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniği Transfer Kaşıkları İçin Dışarıdan Hizmet alımı

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklendi (Proje numarası: THD-2023-10618).

Orthodigi firması tarafından dijital indirekt yapıştırma işlemi ve 3 boyutlu yazıcıdan üretildi.

3.2 Yöntem

3.2.1 Etik Kurul Onayı

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 64529847/14 numaralı ve 28/11/2022 tarihli kararla onaylandı.

3.2.2 Örnek Sayısının belirlenmesi

Örneklem boyutunun hesaplanmasında Koo ve ark.larının (54) araştırması baz alınarak; alfa hata=0.05, beta hata=0.20, etki boyutu 0.8 olacak şekilde her bir grup için 12'şer hastanın yeterli olacağı sonucuna varılmıştır. Ancak muhtemel veri kayıpları göz önüne alınarak (yaklaşık %20 kayıp) toplamda 30 hastanın prospektif olarak araştırmaya dahil edilmesi planlandı.

3.2.3 Bireylerin Seçimi

Çalışmaya, Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na 2023 yılında başvuran dişsel sınıf 1 maloklüzyonu olan toplam 30 hasta (24 kız, 6 erkek) dahil edildi.

Çalışmada alt çene modelleri kullanılacağından dahil edilme kriterleri yalnızca alt çene için değerlendirildi. Araştırma grubunun yaş ortalaması kızlarda 16, erkeklerde 15,5 yıldır (Tablo 1).

Tablo 1: Bireylerin Yaş ve Cinsiyet Dağılımı

Çapraşıklık 0-3 MM			Çapraşıklık > 6mm	
	Yaş	Cinsiyet	Yaş	Cinsiyet
1	15	E	17	K
2	17	K	16	K
3	16	K	17	K
4	13	K	14	K
5	14	K	16	E
6	14	E	21	K
7	15	K	16	K
8	16	K	16	K
9	17	K	15	K
10	15	K	17	E
11	16	E	15	E
12	18	K	15	K
13	17	K	15	K
14	17	K	14	K
15	17	K	16	K

Araştırma grubuna dahil edilme kriterleri

1. Daimi dentisyonun tamamlanmış olması
2. Sınıf 1 dental malokluzyona sahip hastalar
3. Sistemik ya da sendromik herhangi bir rahatsızlığının bulunmaması
4. Daha önce ortodontik tedavi görmemiş olması
5. Geçirilmiş ve/veya mevcut bir periodontal rahatsızlığının olmaması.

Araştırma grubuna dahil edilmeme kriterleri

1. Görünür diş boyut uyumsuzluğu
2. Konjenital diş eksikliği bulunan ya da daha önceden çekilmiş dişi bulunan hastalar
3. İskeletsel problemi olan hastalar
4. Aşırı rotasyonlu dişleri olup braket yerleştirmesini engelleyecek dişleri olan hastalar.

Tüm hastalar veya yasal velileri tedavi protokolü ve yapılacak çalışma konusunda detaylı bir şekilde bilgilendirildikten sonra çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden hastalardan veya yasal velilerinden yazılı olarak aydınlatılmış onam formları alınmıştır.

3.2.4 Hastaların Gruplandırılması

Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Kliniğine 2023 yılında başvuran, çalışmanın dahil edilme kriterlerine uygun olan hastalardan her grup için 15 olmak üzere toplamda 30 hasta dahil edildi.

Çalışmada çapraşıklık miktarı < 3 mm (N=15) ve çapraşıklık miktarı > 6 mm (N=15) olmak üzere 2 grup oluşturuldu (Tablo 2).

Tablo 2: Bireylerin Çapraşıklık Miktarları

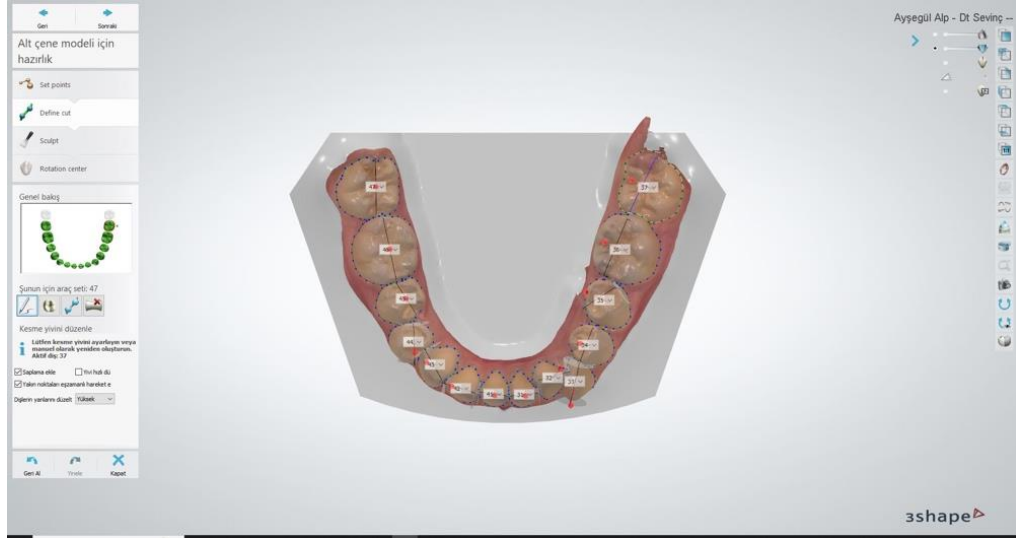
Çapraşıklık 0-3 mm		Çapraşıklık >6 mm
1	2	7
2	1.5	8
3	1.5	7.5
4	2.5	6.5
5	1	7.5
6	1.5	7
7	1	7.5
8	2	7
9	1.5	7.5
10	1	7
11	1.5	6.5
12	2	7
13	1.5	7.5
14	1	6.5
15	2	8

3.2.5 Dijital Ortamda Braketlerin Konumunun Planlanması

Ortodontik tedavi öncesinde rutin kayıt olarak alınan ağız içi tarama kayıtları çalışmamızda dijital indirekt yapıştırma tekniğinin planlamasında kullanıldı.

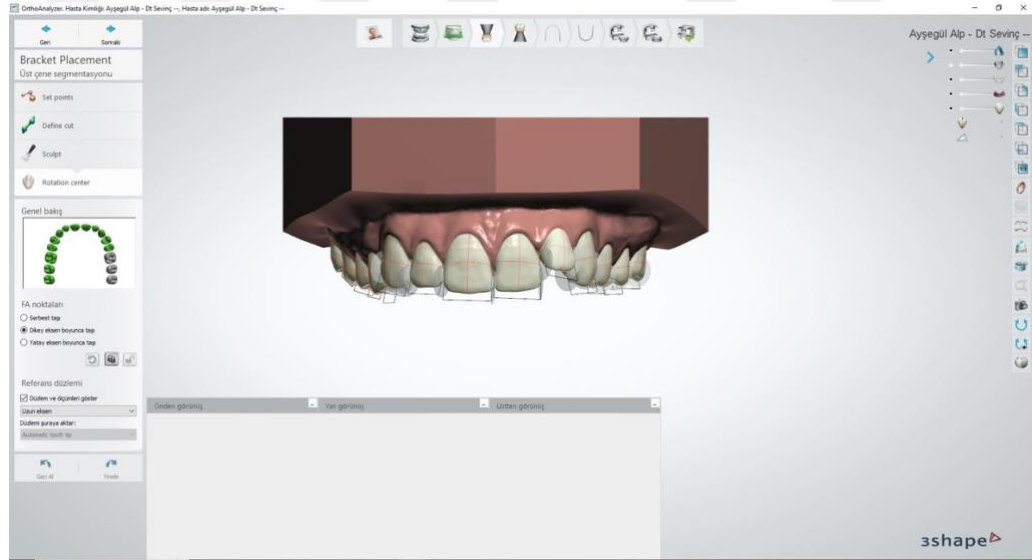
Dijital indirekt yapıştırma tekniği planlaması için Orthoanalyzer yazılımı (3Shape Indirect Bonding Software, Kopenhag, Danimarka) kullanıldı.

Orthoanalyzer programında hastanın modeli üzerinde dişlerin mezio-distal temas noktaları tek tek seçilerek Şekil 1’de gösterildiği gibi dişler segmente edildi.



Şekil 1. Orthoanalyzer programında dişlerin segmente edilmesi

Diş segmentasyonundan sonra braketlerin yerleştirilebilmesi için her bir dişte fasiyal eksen (FA) noktası belirlendi. Her dişin uzun aksından geçen doğru ile yatay aksından geçen doğru dikkatlice Şekil 2’deki gibi ayarlandı.



Şekil 2. Fasiyal eksen eğimlerinin ayarlanması

Orthoanalyzer programının braket kitaplığından Şekil 3’te gösterildiği gibi Roth preskripsiyonlu 22” slot Discovery Smart braketler seçildi.



Şekil 3. Braket kitaplığından braketin seçilmesi

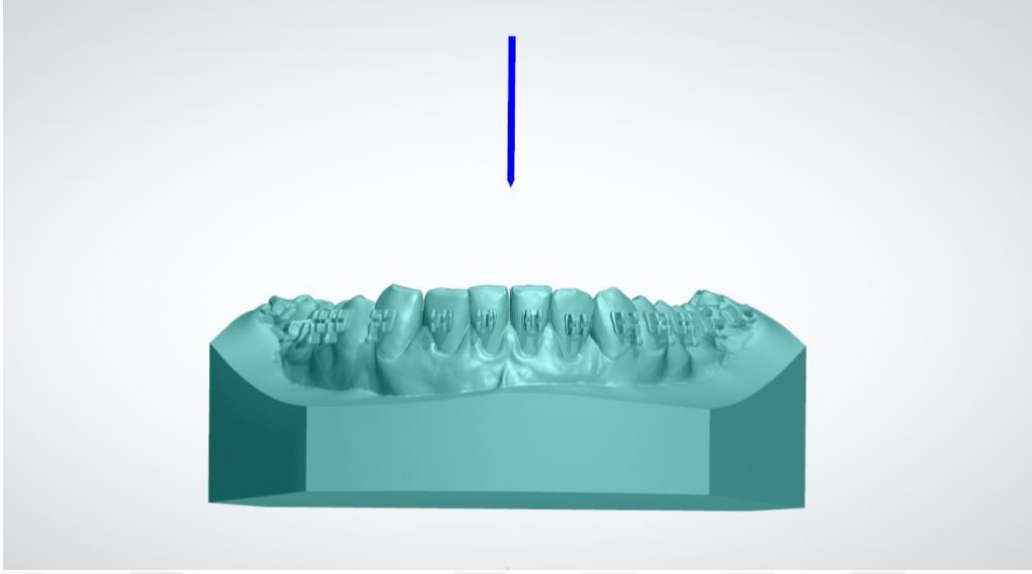
Braketler sanal model üzerinde konumlandırıldıktan sonra gerekli olan düzeltmeler yapıldı ve kontrol edildi (Şekil 4).



Şekil 4. Braketlerin alt çene modeli üzerinde konumlandırılması

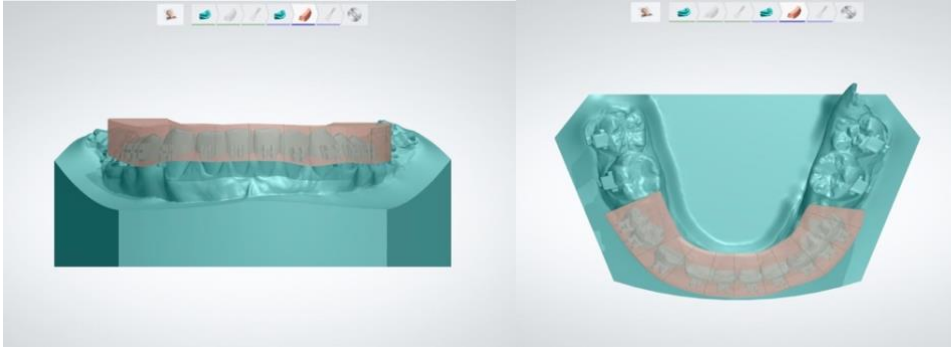
3.2.6 Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniği Transfer Kaşığının Tasarlanması

Dijital indirekt yapıştırma transfer kaşığı tasarımı için 3 Shape Appliance Designer programına braket konumlandırılmış sanal modeller aktarıldı (Şekil 5).



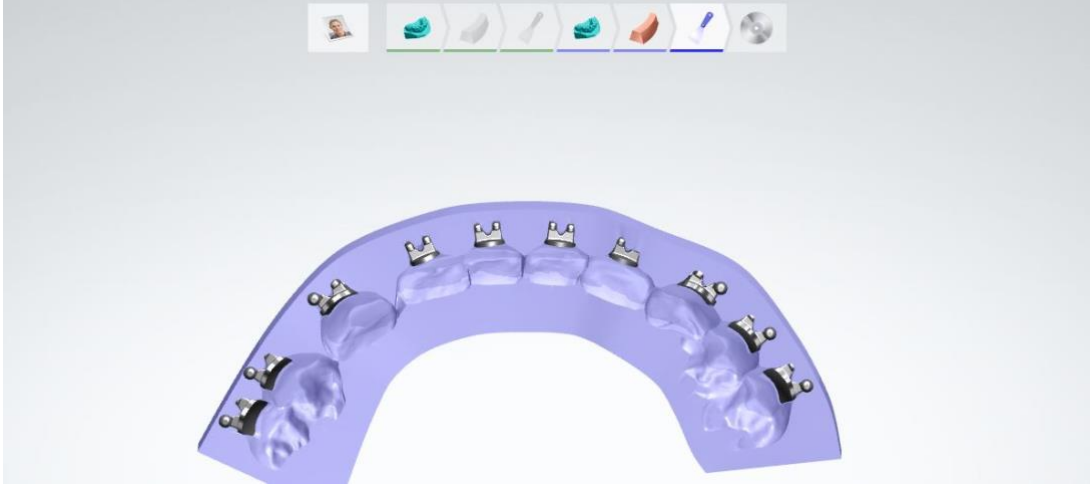
Şekil 5. 3Shape Appliance Designer programı

Transfer kaşığının sınırları sanal model üzerinde seçilen noktalarla belirlendi. Program belirlenen noktalar üzerinde transfer kaşığını oluşturduktan sonra gerekli düzenlemeler yapıldı (Şekil 6).



Şekil 6. Transfer kaşıklarının tasarlanması

Son aşama olarak appliance designer programı yardımıyla tasarlanan transfer kaşığı sanal modelden ayrılarak 3 boyutlu yazıcıya STL dosyası olarak aktarıldı (Şekil 7).

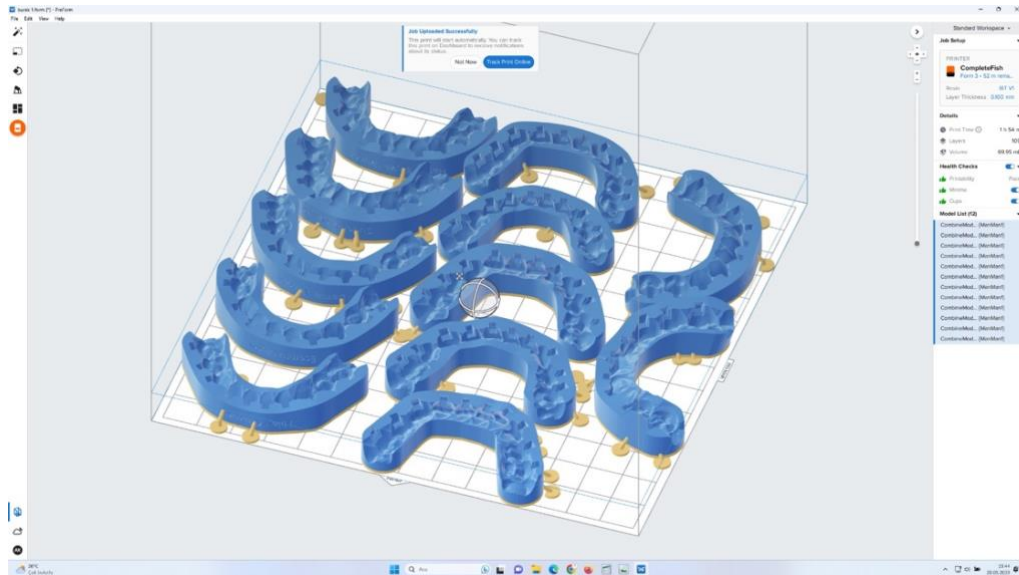


Şekil 7. Transfer kaşığından sanal modelin ayrılması ve tasarımın kontrolü

3.2.7 Transfer Kaşığının 3 Boyutlu Yazıcıdan Üretilmesi

Transfer kaşığının üretilmesi için 3 boyutlu yazıcı (Formlabs Form 3B+, Somerville, Massachusetts, United States) kullanıldı. Üretim materyali olarak rezin (Formlabs IBT Resin, Somerville, Massachusetts, United States) kullanıldı.

Tasarlanmış olan indirekt yapıştırma kaşıklarının STL dosyaları 3 boyutlu yazıcının yazılımı yardımıyla 3 boyutlu yazıcıya iletilerek üretim sürecine başlandı (Şekil 8).



Şekil 8. 3 boyutlu yazıcı yazılımı yardımıyla stl dosyalarından üretime geçilmesi

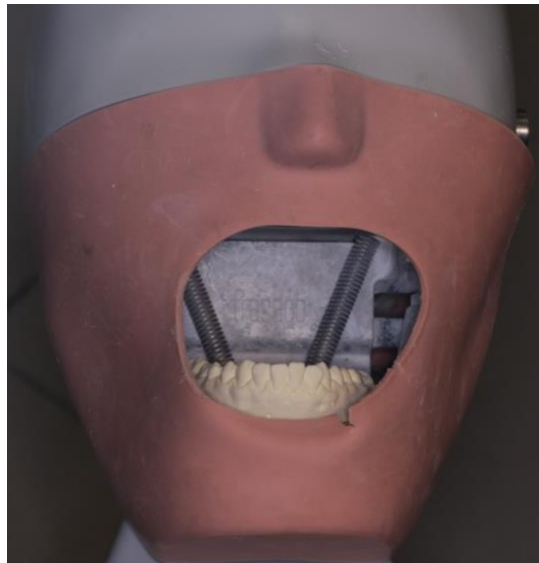
3 boyutlu yazıcıdan üretilen transfer kaşıkları içerisine braketler yerleştirildi ve kullanıma hazır hale getirildi (Şekil 9).



Şekil 9. Transfer kaşığının görünümü

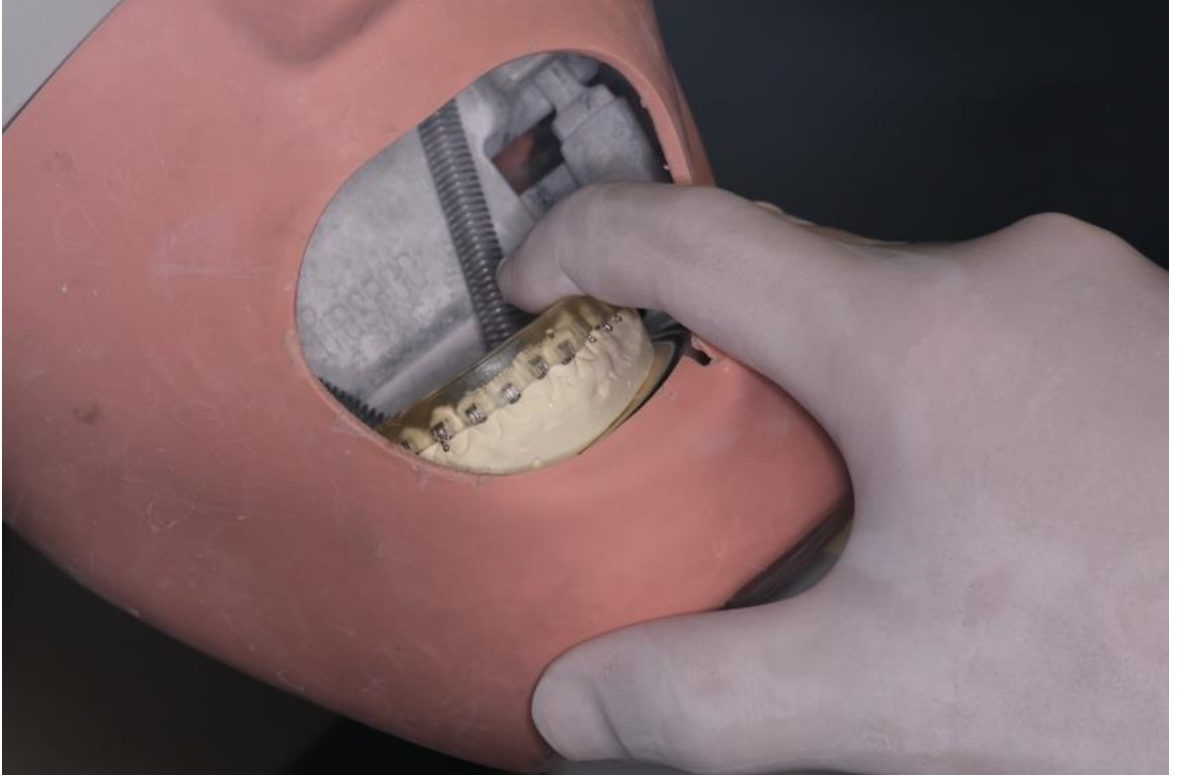
3.2.8 Dijital İndirekt Yapıştırma Tekniğinde Transfer Kaşığıyla Alt Çene Modeline Braketlerin Transferleri

Ortodontik rutin tedavi kayıtları alınırken elde edilen alçı çalışma modelleri manikin hasta modeli üzerine yerleştirildi (Şekil 10).



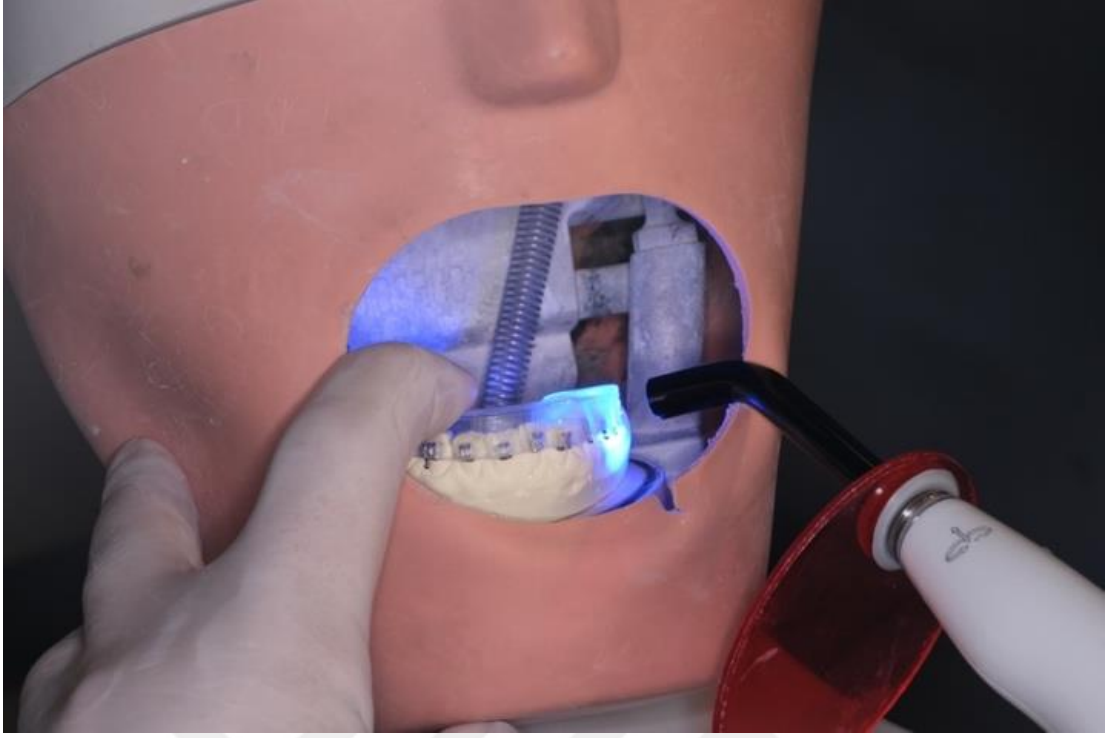
Şekil 10. Hasta modeli üzerine alt çene modellerinin yerleştirilmesi

Transfer kaşığı içindeki braket tabanlarına kompozit yerleştirildi ve hasta modeli üzerindeki alçı çalışma modellerine transfer kaşığı oturtuldu (Şekil 11).



Şekil 11. Transfer kaşıklarının alt çene modeline uygulanışı

Işık kaynağı yardımıyla braket tabanlarına uygulanmış kompozitin polimerizasyonu sağlandı (Şekil 12).



Şekil 12. Işık cihazı yardımıyla polimerizasyonun sağlanması

Transfer kaşığı alçı model üzerinden çıkartıldı ve braketler kontrol edildi (Şekil 13).



Şekil 13. Alt çene modeline transfer edilen braketler

3.2.9 Klinikte Hastalara Direkt Yapıştırma Tekniğiyle Braketlerin Yapıştırılması

Geleneksel direkt yapıştırma protokolü ile braketler yerleştirme çubuğu (alt çene için dişlerin insizal kenarından premolarlar 4 mm, kanin 4.5 mm ve keserler 3.5 mm olacak şekilde ölçüldü) kullanılarak yerleştirildi (Şekil 14).



Şekil 14. Yerleştirme çubuğu ile braketlerin yerleştirilmesi

3.2.10 Direkt Yapıştırma Yapılan Hastaların Braket Konumlarının Dijital Ortama Aktarılması

Klinikte direkt yapıştırma yöntemiyle yerleştirilen braketler sonrasında hastaların ağız içi taraması yapılarak braketli görüntüleri dijital ortama aktarıldı.

3.2.11 Dijital İndirekt Yapıştırma Yapılan Alt Çene Çalışma Modellerindeki Braket Konumlarının Dijital Ortama Aktarılması

Transfer kaşığı yardımı ile çalışma modelleri üzerine braketler yapıştırıldıktan sonra model tarayıcı'ya (3Shape R100, Kopenhag, Danimarka) model yerleştirilerek indirekt yapıştırma yapılmış olan alçı modeller dijital ortama aktarıldı (Şekil 15).



Şekil 15. 3Shape R100 ile hasta modellerinin dijital ortama aktarılması

3.2.12 Direkt ve Dijital İndirekt Yapıştırma Transfer Hatalarının Dijital Ortamda Ölçümü

Direkt ve İndirekt yapıştırma yapılmış olan modellerin dijital ortama aktarılmasından sonra STL dosyaları GOM Inspect yazılımına (GOM, Braunschweig, Germany) aktarılıp ölçümler yapılmıştır.

Braketlerin konumunun doğru tespit edilebilmesi amacıyla direkt ve indirekt yapıştırma. STL dosyaları planlanan dijital indirekt yapıştırma STL dosyası ile 'Local Best Fit' işlevi ile karşılaştırıldı (Şekil 16).



Şekil 16. Tarama verilerinin karşılaştırılması

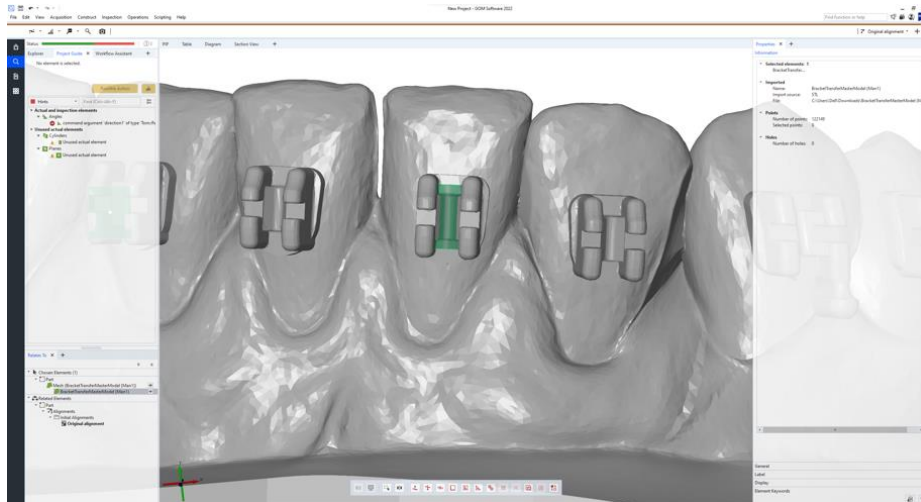
Her braket için konum hataları altın standart olarak kullandığımız planlanan dijital indirekt yapıştırma STL'si ile oklüzö-gingival (mm), mezio-distal (mm), oklüzö-gingival (°), mezio-distal (°) olarak ölçüldü.

Her braketin slotundan yatay olarak ve braket kanatlarına tam temas ederek geçen bir silindir oluşturuldu ve 2 model deki silindirlerin horizontal açı sapması program yardımıyla ölçüldü (Şekil 17).



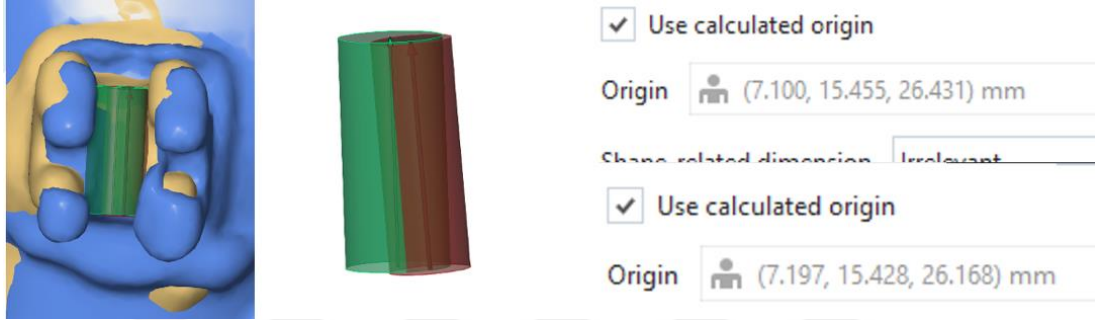
Şekil 17. Mezio-distal yönde açısal farkın ölçülmesi

Her braketin kanatları ortasından tam temas ederek geçen dikey bir silindir oluşturuldu ve 2 model deki silindirlerin vertikal olarak açı sapması program yardımıyla ölçüldü (Şekil 18).



Şekil 18. Vertikal yönde açısal farkın ölçülmesi

Her iki modelde oluşturulan 3B silindirlerin merkezi seçilerek x, y, z koordinatları yardımı ile oklüzö-gingival (mm) ve mezio-distal (mm) braket konum hataları ölçüldü (Şekil 19).



Şekil 19. Açısal ve lineer konum farklarının ölçülmesi

3.2.13 İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analizlerde SPSS for Windows 17.0 programı kullanıldı. Çalışma verilerinin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metodlar (ortalama, standart sapma, medyan, yüzde, minimum, maksimum) kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile değerlendirildi. Gruplar arasındaki karşılaştırmalarda Kruskal Wallis, Mann Whitney U testi ve Bonferroni düzeltmesi uygulandı. $P < 0.05$ düzeyi istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi ve gerekli durumlarda kritik p değeri yeniden hesaplandı.

4.BULGULAR

Seçilen metodun ve referans noktalarının güvenilirlik düzeyini kontrol amacıyla aynı gözlemci ölçümlerin %20'sini 2 hafta sonra tekrarladı. Sonuçlar Tablo 3'te gösterildi.

Tablo 3: Sınıf İçi Korelasyon Katsayıları (ICC)

	ICC	%95 Güven Aralığı		P
		En Düşük	En Yüksek	
Oklüzo-gingival, mm	0.991	0.986	0.993	0.001**
Mezio-distal, mm	0.993	0.991	0.996	0.001**
Oklüzo-gingival, °	0.994	0.990	0.997	0.001**
Mesio-distal, °	0.997	0.995	0.998	0.001**

Direkt yapıştırma (DB) ve İndirekt yapıştırma (İDB) çalışma grupları arasındaki braket konum farkları Tablo 4'te gösterildi.

Direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında lineer ölçümlerde en düşük konum hataları vertikal yönde, en yüksek konum hataları mezio-distal yönde görüldü. Direkt yapıştırma çalışma grubunda mezio-distal ve vertikal yöndeki lineer konum hataları indirekt yapıştırma çalışma grubundan daha yüksek ölçüldü.

Direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısal ölçümlerde braket konum hataları karşılaştırıldığında vertikal ve mezio-distal yönde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ($p<0.05$).

Direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısal ölçümlerde en düşük konum hataları vertikal yönde, en yüksek konum hataları mezio-distal yönde görüldü. Direkt yapıştırma çalışma grubunda vertikal ve mezio-distal açısal braket konum hataları indirekt yapıştırma çalışma grubundan daha yüksek ölçüldü.

Direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında braket konum hataları karşılaştırıldığında lineer konum hataları vertikal ve mezio-distal yönde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ($p<0.05$).

Tablo 4: Braket konum hatalarının DB ve İDB çalışma grupları arasındaki karşılaştırması

		DB Ort SS	İDB ORT SS	p
Oklüzo-gingival, mm	LL1	0.10±0.07	0.06±0.03	0.01*
	LL2	0.10±0.04	0.07±0.04	0.04*
	LL3	0.10±0.05	0.07±0.03	0.011*
	LL4	0.08±0.0.4	0.06±0.04	0.013*
	LL5	0.10±0.07	0.06±0.04	0.013*
	LR1	0.10±0.06	0.06±0.04	0.043*
	LR2	0.09±0.07	0.06±0.05	0.014*
	LR3	0.08±0.04	0.06±0.03	0.01*
	LR4	0.08±0.05	0.05±0.04	0.008*
	LR5	0.10±0.07	0.05±0.03	0.002*
Mezio-distal, mm	LL1	0.16±0.05	0.11±0.04	0.003*
	LL2	0.15±0.05	0.11±0.01	<.001***
	LL3	0.19±0.06	0.14±0.06	0.002*
	LL4	0.18±0.06	0.14±0.05	0.004*
	LL5	0.18±0.03	0.14±0.05	0.002*
	LR1	0.15±0.04	0.10±0.05	0.003*
	LR2	0.15±0.04	0.13±0.05	0.004*
	LR3	0.18±0.04	0.15±0.05	0.033*
	LR4	0.19±0.05	0.15±0.04	0.001*
	LR5	0.20±0.06	0.15±0.05	0.009*
Oklüzo-gingival, °	LL1	1.17±0.54	0.80±0.19	0.003*
	LL2	1.19±0.26	0.89±0.27	<.001***
	LL3	1.21±0.32	0.97±0.26	0.005*
	LL4	1.19±0.34	1±0.27	0.026*
	LL5	1.17±0.29	0.98±0.25	0.018*
	LR1	0.95±0.21	0.83±0.18	0.012*
	LR2	1.03±0.19	0.88±0.17	0.04*
	LR3	1.34±0.42	1.07±0.32	0.006*
	LR4	1.32±0.32	1.11±0.23	0.002*
	LR5	1.33±0.29	1.08±0.28	<.001***
Mezio-distal. °	LL1	0.89±0.31	1.06±0.38	0.029*
	LL2	1.14±0.6	0.83±0.26	0.033*
	LL3	1.36±0.64	0.98±0.37	0.014*
	LL4	1.44±0.75	0.89±0.33	0.015*
	LL5	1.42±0.7	1.02±0.48	0.008*
	LR1	1.2±0.41	0.91±0.32	0.007*
	LR2	1.39±0.87	0.87±0.34	0.018*
	LR3	1.32±0.57	1.04±0.29	0.044*
	LR4	1.18±0.46	0.96±0.27	0.021*
	LR5	1.16±0.35	0.92±0.26	0.017*

Mann-Whitney U-test; Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma, ***p<0.001, *p<0.05

Tablo 5 : Çapraşıklığı >6 mm olan DB ve İDB çalışma gruplarının braket konum hatalarının karşılaştırması

		DB Ort SS	İDB ORT SS	p
Oklüzo-gingival, mm	L L 1	0.13±0.08	0.06±0.04	0.032*
	L L 2	0.11±0.04	0.07±0.03	0.01*
	L L 3	0.12±0.05	0.08±0.03	0.024*
	L L 4	0.09±0.04	0.05±0.03	0.009*
	L L 5	0.10±0.05	0.06±0.04	0.037*
	L R 1	0.11±0.06	0.05±0.02	0.026*
	L R 2	0.09±0.06	0.05±0.02	0.013*
	L R 3	0.10±0.04	0.06±0.03	0.018*
	L R 4	0.09±0.02	0.06±0.04	0.043*
	L R 5	0.09±0.04	0.05±0.03	0.014*
Mezio-distal, mm	L L 1	0.17±0.05	0.11±0.05	0.015*
	L L 2	0.17±0.05	0.10±0.06	0.01*
	L L 3	0.20±0.06	0.14±0.08	0.016*
	L L 4	0.18±0.06	0.13±0.06	0.027*
	L L 5	0.18±0.03	0.13±0.06	0.016*
	L R 1	0.16±0.04	0.09±0.05	0.009*
	L R 2	0.16±0.05	0.15±0.02	0.016*
	L R 3	0.19±0.05	0.14±0.06	0.036*
	L R 4	0.21±0.05	0.15±0.05	0.008*
	L R 5	0.20±0.06	0.14±0.07	0.026*
Oklüzo-gingival, °	L L 1	1.07±0.53	0.75±0.20	0.059
	L L 2	0.96±0.20	0.81±0.31	0.051
	L L 3	1.22±0.37	0.91±0.37	0.021*
	L L 4	1.16±0.30	0.91±0.30	0.028*
	L L 5	1.11±0.32	0.87±0.32	0.034*
	L R 1	0.91±0.26	0.76±0.22	0.051
	L R 2	0.99±0.22	0.87±0.15	0.058
	L R 3	1.35±0.51	0.98±0.51	0.015*
	L R 4	1.33±0.34	1.05±0.34	0.009*
	L R 5	1.34±0.33	1.01±0.33	0.004*
Mezio-distal. °	L L 1	0.90±0.35	1.32±0.38	0.017*
	L L 2	1.43±0.73	0.90±0.30	0.023*
	L L 3	1.59±0.83	0.95±0.43	0.010*
	L L 4	1.61±0.99	0.86±0.38	0.033*
	L L 5	1.74±0.87	1.08±0.60	0.018*
	L R 1	1.43±0.36	1.02±0.41	0.008*
	L R 2	1.87±1.01	0.95±0.44	0.008*
	L R 3	1.55±0.71	1.04±0.30	0.025*
	L R 4	1.24±0.57	0.89±0.26	0.020*
	L R 5	1.13±0.35	0.85±0.23	0.030*

Mann-Whitney U-test; Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma, ***p<0.001, *p<0.05

Çapraşıklığı> 6 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında braket konum hataları ölçüldüğünde lineer konum hataları vertikal ve mezio-distal yönde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi (p < 0.05).

Çapraşıklığı > 6 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında lineer braket konum hataları ölçüldüğünde vertikal ve mezio-distal yönde direkt yapıştırma çalışma grubunda daha yüksek braket konum hatası ölçüldü ($p < 0.05$).

Çapraşıklığı > 6 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısall braket konum hataları ölçüldüğünde vertikal ve mezio-distal yönde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görüldü ($p < 0.05$). Ancak santral ve lateral kesici dişlerin açısall vertikal braket konum hatası ölçüldüğünde direkt ve indirekt yapıştırma çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterilmedi ($p > 0.05$).

Çapraşıklığı > 6 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısall braket konum hataları ölçüldüğünde vertikal ve mezio-distal yönde direkt yapıştırma çalışma grubunda daha yüksek braket konum hataları görüldü.

Çapraşıklığı > 6 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında lineer yönde braket konum hataları en çok mezio-distal yönde direkt yapıştırma grubunda ölçülürken en düşük braket konum hataları vertikal yönde indirekt yapıştırma grubunda görüldü.

Çapraşıklığı > 6 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısall yönde braket konum hataları en çok mezio-distal yönde direkt yapıştırma grubunda ölçülürken en düşük braket konum hataları mezio-distal yönde indirekt yapıştırma grubunda görüldü.

Çapraşıklığı 0-3 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında braket konum hataları ölçüldüğünde lineer ve açısall yöndeki konum hatalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi.

Çapraşıklığı 0-3 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında lineer yönde braket konum hataları en yüksek mezio-distal yönde direkt yapıştırma grubunda gözlenirken en düşük braket konum hataları vertikal yönde indirekt yapıştırma grubunda gözlemlendi.

Çapraşıklığı 0-3 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısall yönde en yüksek braket konum hataları vertikal yönde direkt yapıştırma grubunda ölçülürken en düşük braket konum hataları vertikal yönde indirekt yapıştırma çalışma grubunda görüldü.

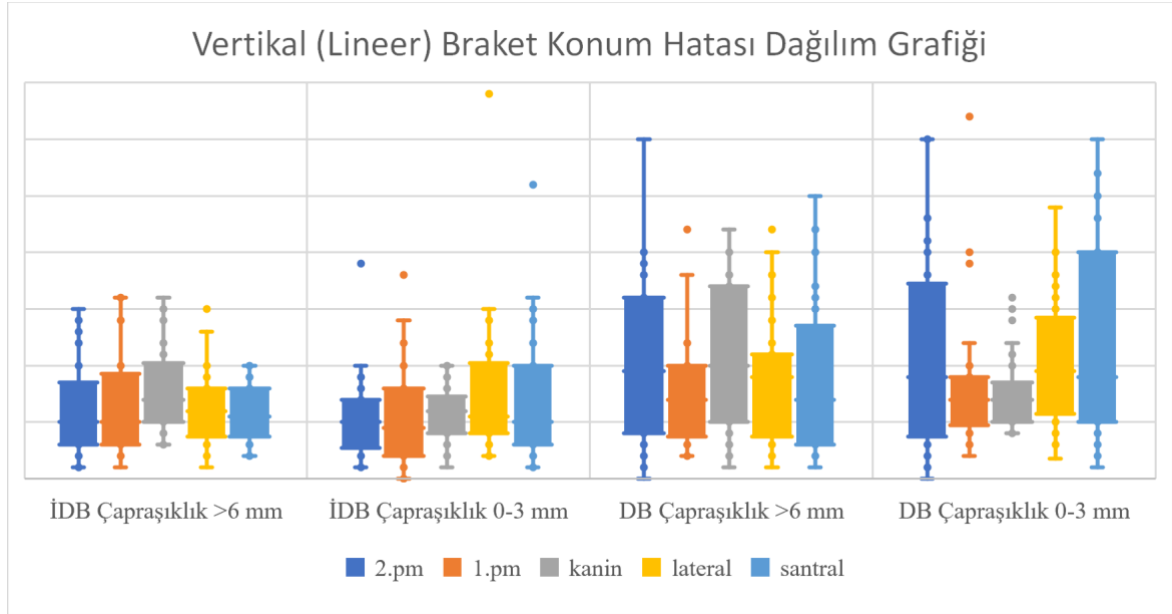
Tablo 6 : Çapraşıklığı 0-3 mm olan DB ve İDB gruplarının braket konum hatalarının karşılaştırması

		DB ORT SS	İDB ORT SS	p
Oklüzo-gingival, mm	LL 1	0.08±0.05	0.05±0.03	0.127
	LL 2	0.09±0.03	0.07±0.04	0.145
	LL 3	0.08±0.03	0.05±0.01	0.089
	LL 4	0.09±0.03	0.07±0.05	0.371
	LL 5	0.09±0.08	0.05±0.04	0.204
	LR 1	0.09±0.07	0.07±0.06	0.544
	LR 2	0.10±0.06	0.07±0.02	0.269
	LR 3	0.07±0.02	0.06±0.03	0.336
	LR 4	0.08±0.07	0.04±0.03	0.063
	LR 5	0.12±0.09	0.05±0.02	0.081
Mezio-distal, mm	LL 1	0.14±0.05	0.11±0.04	0.091
	LL 2	0.14±0.05	0.11±0.03	0.080
	LL 3	0.19±0.06	0.15±0.04	0.092
	LL 4	0.18±0.06	0.14±0.04	0.058
	LL 5	0.18±0.03	0.16±0.03	0.080
	LR 1	0.14±0.05	0.12±0.03	0.0298
	LR 2	0.14±0.05	0.11±0.04	0.100
	LR 3	0.17±0.02	0.16±0.04	0.453
	LR 4	0.18±0.0	0.15±0.04	0.064
	LR 5	0.20±0.07	0.17±0.03	0.197
Oklüzo-gingival, °	LL 1	1.04 ±0.36	0.84±0.16	0.085
	LL 2	1.13±0.22	0.96±0.20	0.078
	LL 3	1.20±0.29	1.05±0.23	0.068
	LL 4	1.23±0.39	1.1±0.27	0.205
	LL 5	1.23±0.25	1.1±0.24	0.165
	LR 1	0.98±0.14	0.90±0.15	0.085
	LR 2	1.06±0.16	0.95±0.14	0.071
	LR 3	1.33±0.33	1.16±0.37	0.146
	LR 4	1.36±0.31	1.09±0.25	0.089
	LR 5	1.32±0.25	1.15±0.28	0.074
Mezio-distal. °	LL 1	0.89±0.29	0.80±0.15	0.309
	LL 2	0.76±0.18	0.76±0.21	0.220
	LL 3	1.02±0.22	1.02±0.31	0.110
	LL 4	0.93±0.19	0.93±0.28	0.059
	LL 5	0.96±0.24	0.96±0.33	0.152
	LR 1	0.83±0.33	0.83±0.21	0.081
	LR 2	0.78±0.23	0.78±0.18	0.184
	LR 3	1.04±0.25	1.04±0.29	0.442
	LR 4	1.02±0.31	1.02±0.28	0.561
	LR 5	0.99±0.36	0.99±0.28	0.191

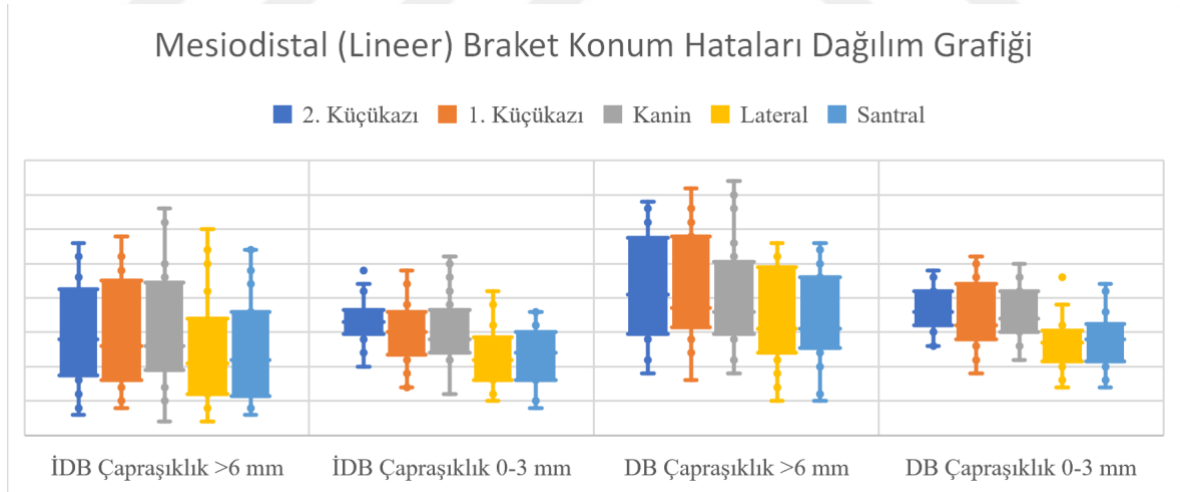
Mann-Whitney U-test; Ort: Ortalama; SS: Standart Sapma, **p<0.001, *p<0.05

Çapraşıklığı 0-3 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısal yönde en yüksek braket konum hataları vertikal yönde direkt yapıştırma grubunda

ölçülürken en düşük braket konum hataları vertikal yönde indirekt yapıştırma çalışma grubunda görüldü.



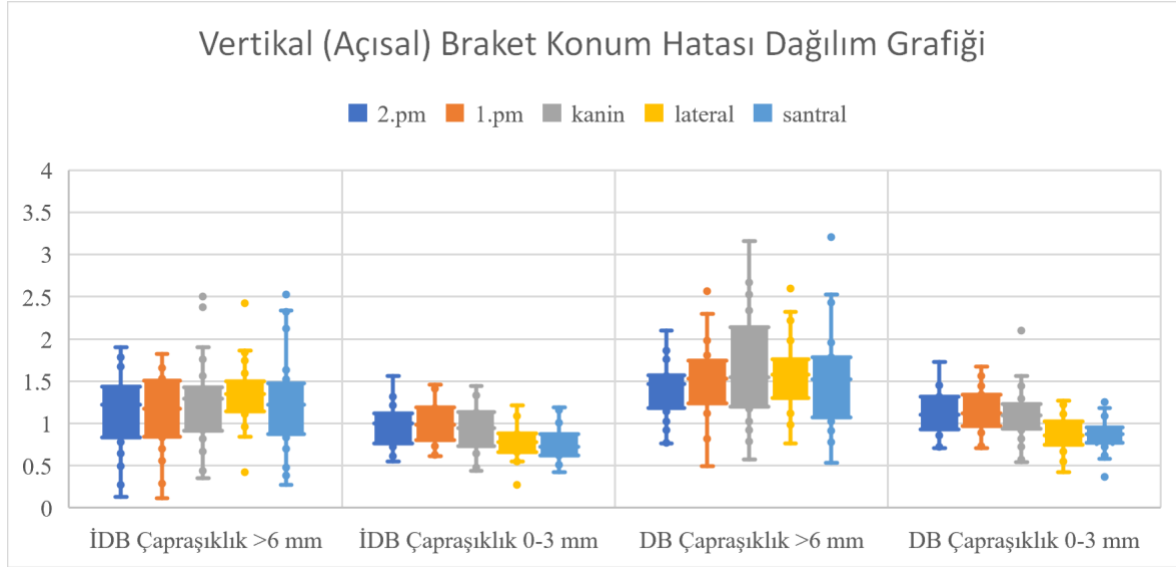
Şekil 20. Vertikal (Lineer) Braket Konum Hatası Dağılım Grafiği



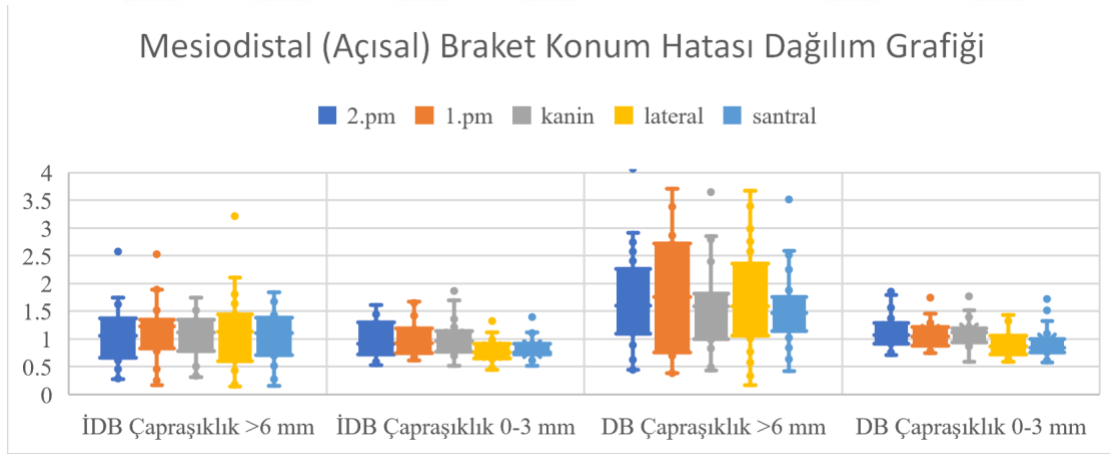
Şekil 21. Mezio-distal (Lineer) Braket Konum Hatası Dağılım Grafiği

Vertikal yönde lineer braket konum hataları incelendiğinde en yüksek braket konum hataları sırasıyla DB çapraşıklığı >6 mm, DB çapraşıklığı 0-3 mm olan grup, İDB çapraşıklığı >6 mm olan grup ve İDB çapraşıklığı 0-3 mm olan grupta görüldü.

Mezio-distal yönde lineer braket konum hataları incelendiğinde en yüksek braket konum hataları sırasıyla DB çapraşıklık >6 mm, İDB çapraşıklık >6 mm olan grup, DB çapraşıklık 0-3 mm olan grup ve İDB çapraşıklık 0-3 mm olan grupta görüldü.



Şekil 22. Vertikal (Açısal) Braket Konum Hatası Dağılım Grafiği



Şekil 23. Mezio-distal (Açısal) Braket Konum Hatası Dağılım Grafiği

Vertikal yönde açısal braket konum hataları incelendiğinde en yüksek braket konum hataları sırasıyla DB çapraşıklık >6 mm, İDB çapraşıklık >6 mm olan grup, DB çapraşıklık 0-3 mm olan grup ve İDB çapraşıklık 0-3 mm olan grupta görüldü.

Mezio-distal yönde açısal braket konum hataları incelendiğinde en yüksek braket konum hataları sırasıyla DB çapraşıklığı >6 mm, İDB çapraşıklığı >6 mm olan grup, DB çapraşıklığı 0-3 mm olan grup ve İDB çapraşıklığı 0-3 mm olan grupta görüldü.

Tablo 7’de yapılan ölçümlerin gruplar arasındaki karşılaştırması gösterilmiştir. DB 0-3 grubunda mezio-distal yönde lineer ölçüm hariç diğer ölçümlerin tümünde diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık gösterdi.

Tablo 7: Gruplar arası karşılaştırma

ÖLÇÜMLER	GRUP	GRUP	P
VERTİKAL AÇI	DB 0-3	DB >6	<.001***
		İDB 0-3	0.061
		İDB >6	0.101
	DB >6	İDB 0-3	0.012*
		İDB >6	0.008*
	İDB 0-3	İDB >6	0.154
MESİODİSTAL AÇI	DB 0-3	DB >6	<.001
		İDB 0-3	0.061
		İDB >6	0.379
	DB >6	İDB 0-3	0.036*
		İDB >6	0.024*
	İDB 0-3	İDB >6	0.222
VERTİKAL LİNEER	DB 0-3	DB >6	<.001
		İDB 0-3	0.063
		İDB >6	0.079
	DB >6	İDB 0-3	0.025*
		İDB >6	0.044*
	İDB 0-3	İDB >6	0.180
MESİODİSTAL LİNEER	DB 0-3	DB >6	0.134
		İDB 0-3	<.001
		İDB >6	<.001
	DB >6	İDB 0-3	0.033*
		İDB >6	0.021*
	İDB 0-3	İDB >6	0.176

***p<0.001, *p<0.05

5.TARTIŞMA

5.1 Çalışma Amacının Tartışması

Edward H. Angle ‘ın tasarladığı edgewise braket sistemi sabit ortodontik tedavide bugün kullanılan braket sistemlerin atası olarak kabul edilebilir. Edgewise tekniğinde braketler dişlere özel olmadığı için dişleri ideal pozisyonlarına hareket ettirebilmek için ark teli üzerinde çeşitli bükümler yapılması gerekmektedir.

1970 yılında geliştirilen Düz tel tekniği edgewise tekniğinde yapılan tel bükümlerini, braketlere önceden bazı özellikler tasarlayarak neredeyse ortadan kaldırmaktadır.

Günümüzde kullanılan braketler önceden ayarlanmış braket sistemleridir. Önceden ayarlanmış braket sistemlerinin başarısı doğrudan braket konumunun doğruluğuna dayanmaktadır.

Yapılan literatür incelemesinde dişlerin çapraşıklık miktarına göre direkt ve indirekt yapıştırma tekniğini karşılaştıran bir çalışmaya rastlanılmadı.

Dişlerin çapraşıklık miktarı klinikte braket yerleştirilmesini, görüş açısını ve hekimin çalışmasını etkileyebileceğinden dolayı bu çalışma kapsamında “dijital indirekt yapıştırma yöntemi ile alt arka yapıştırılan braketlerin şiddetli çapraşıklığa sahip hastalarda braket konumlandırma doğruluğu daha yüksek olacaktır.” şeklinde kurulmuş olan başlangıç hipotezinin doğruluğu değerlendirildi.

5.2 Çalışma Yönteminin Tartışması

Geleneksel ölçü materyalleri klinik uygulamalarda standart yöntem olarak senelerdir kullanılmakta olmasına rağmen maliyet, malzeme hazırlık ve uygulanmasının zorlukları, hasta açısından konforlu olmaması, tekniğe harcanan zaman ve boyutsal distorsiyon gibi dezavantajları bulunmaktadır (55).

Geleneksel ölçü materyalleriyle elde edilmiş olan modellere alternatif olarak dijital olarak intraoral tarayıcılar ile de ağız içi dokuların ölçüsü alınabilmektedir (56).

İntraoral tarayıcılardan çıkan ışık demetleri ağız dokularından yansır ve intraoral tarayıcının optik sensörleri vasıtasıyla toplanarak noktalar bulutu oluşturur. Bilgisayar yazılımı sayesinde noktalar bulutunda üçgenleme yapılır ve 3 boyutlu bir yüzey modeli oluşturur (57).

İntraoral tarama verileri kısa mesafeli (tek ya da birkaç diş) taramalarda daha doğru sonuçlar vermektedir (58). Ağız içinde taranması gereken mesafe arttıkça intraoral

tarayıcıların görüntüleri yazılım vasıtasıyla birleştirmesi esnasında oluşabilecek hatalar da artmaktadır (59).

Dişlerin üzerinde bulunan sabit ortodontik apareyler geleneksel ölçü materyallerinin deformasyonuna veya yırtılmasına neden olarak ölçü doğruluğunu olumsuz yönde etkilemektedir (60).

Dişler üzerinde sabit ortodontik apareyler varken intraoral tarama görüntüleri alındığında tarama görüntülerinin doğruluğu hakkında literatürde farklı görüşler bulunmaktadır. Bazı çalışmalar tarama verisi üzerinde klinik olarak önemli bir etki olmadığını bildirirken (61) bazı çalışmalar da tarama verisi doğruluğunun olumsuz yönde etkilendiğini bildirmiştir (62).

Ortodontik kayıtların toplanması sırasında rutin olarak aljinat ile dental modeller elde edilmektedir(63). İntraoral tarayıcılarla elde edilen tarama görüntüleri aljinata benzer ya da daha üstün bulunduğundan intraoral tarama verilerinin güvenilir olduğu bildirilmiştir (64).

Literatürde ölçülerin klinik olarak kabul edilebilir hata payları 50-120 µm olarak bildirilmiştir(65). Vitai ve ark. yaptıkları sistematik incelemede 26 intraoral tarayıcı sistemini total ark tarama doğruluğu açısından karşılaştırmış ve CEREC Primescan, TRIOS2, TRIOS3, Medit i500, Itero Cadent, iTero Element2, 3m Lava COS, Straumann Virtuo Vivo and Fastscan markalarını total ark taramaları için önermişlerdir (66).

Çalışmamızda hastaların çalışma modellerinin elde edilmesi ve braketlerin yapıştırılması sonrasında dijital ortamda gerekli ölçümlerin yapılabilmesi amacıyla TRIOS3 (3Shape, Kopenhag, Danimarka) intraoral tarama cihazıyla ağız içi görüntüleri dijital ortama aktarıldı.

Dijital ortamda braketlerin sanal ortamda konumlandırılması ve transfer kaşıklarının tasarlanması için Panayi ve ark. Maestro 3D (AGE Solutions, Pontedera, İtalya) (67) , Süpple ve ark. OnyxCeph3TM3 (Image Instruments, Chemnitz, Almanya) (68) , Czolgosz ve ark. DDP-Ortho (version 1.6_2917, Czestochowa, Polonya) yazılımı kullanmıştır (69). Çalışmamızda sanal braket konumlandırması için Orthoanalyzer (3Shape, Copenhagen, Denmark) yazılımı, transfer kaşığının tasarımı için de ApplianceDesignerTM (3Shape, Copenhagen, Danimarka) yazılımını kullanıldı.

Literatürde braket konum doğruluğunu inceleyen çalışmalarda 0.18” slot, 0.22” slot, kapaklı braket sistemleri, kapaksız braket sistemleri, hooklu veya hooksuz braket sistemleri

kullanılmıştır(10). Çalışmamızda Dentaureum marka 0.22” slotlu Discovery smart hooklu braket sistemi kliniğimizde rutin kullanılan braket sistemi olduğundan tercih edilmiştir.

Transfer kaşığı üretimi için tek parça ya da içi yumuşak dışı daha sert olan bir malzemeden üretilmiş ikili sistemler kullanılmaktadır (70). Tek parça hazırlanan transfer kaşıkları için vakumla şekillenebilen plastik (7), polivinilsiloksan (71), silikon (72) bazlı materyaller kullanılabilirken ikili sistemlerde silikon-şeffaf akrilik (73), rezin-silikon (74) gibi materyaller kullanılmıştır.

Castilla ve ark. çalışmasında 5 farklı indirekt yapıştırma transfer kaşığı(İkili Polivinilsiloksan, İkili vakumlu Polivinilsiloksan, Polivinilsiloksan vakumlu, Polivinilsiloksan macun ve tek vakumla şekillenen) braket transfer doğruluğu açısından incelenmiş ve braket pozisyonundaki genel farklılıklar nispeten küçük olmasına rağmen, silikon bazlı kaşıklar braketlerin aktarılmasında yüksek doğruluğa sahipken, yalnızca vakumla şekillendirilmiş kaşıkların kullanıldığı yöntemler daha az tutarlı bulunmuştur (75).

Chaudhary ve ark. çalışmasında polivinilsiloksan transfer kaşıklarıyla 3D yazıcıyla yazdırılmış transfer kaşıklarını karşılaştırmış ve 3D yazıcıdan yazdırılan kaşıkların vertikal boyut dışında braket konum doğruluğu açısından daha iyi olduğunu belirtmiştir (11).

Çalışmamızda transfer kaşığı tasarım ve üretim sürecini standardize edebilmek amacıyla 3D yazıcıdan yazdırılan transfer kaşığı kullanımı tercih edilmiştir.

Direkt ve indirekt braket yapıştırma tekniklerinin konum doğruluğunu karşılaştıran çalışmalarda bölünmüş ağız (76) ya da paralel (aynı çene üzerinde) (77) çalışma dizaynları kullanılmıştır. Çalışmamızda klinikte alt çeneye yapılan yapıştırma uygulamalarının tükürük, dil ve hekimin görüş açısının zorluğunu daha çok arttığını düşündüğümüz için alt çene üzerinde direkt ve alt çene modeli hasta modeli üzerine yerleştirilerek dijital indirekt yapıştırma tekniklerinin braket konum doğruluğu üzerindeki etkilerini çapraşıklık miktarına göre karşılaştırma tercih edilmiştir.

Literatürde dijital modeller üzerinde yapılan doğrusal ve açısal ölçümlerin doğruluğu birçok çalışma ile doğrulanmıştır (78–83). Çalışmamızda braket konum farklarını tespit etmek için GOM Inspect (GOM, Braunschweig, Almanya) yazılımı ile dijital modeller üzerinde ölçüm yapılmıştır.

5.3 Çalışma Bulgularının Tartışması

Düz tel tekniğinde braketlerin dişler üzerinde doğru konumda yapıştırılması kritik öneme sahiptir. İndirekt yapıştırma tekniğinin yumuşak doku ve tükürükten uzakta model

üzerinde yeterli zaman harcanarak yapıldığı için kesintisiz görüş sağladığı ve braket konumunu daha doğru aktardığı yönünde literatürde genel bir görüş bulunmaktadır (5,32,33,54,70,76,84,85).

Direkt ve indirekt yapıştırma tekniklerini braket konum doğruluğu açısından değerlendiren çalışmalarda konum hataları genellikle lineer yönde oklüzogingival ve mezio-distal olarak açısal yönde ise oklüzogingival ve mezio-distal olarak yapılmıştır (54,86). Bazı çalışmalarda z ekseninde de ölçümler yapılmıştır (87). Çalışmamızda x ve y ekseninde ölçümler yapılmıştır.

Koo ve ark. (54) direkt ve indirekt yapıştırma tekniklerini braket yerleştirme doğruluğu açısından karşılaştırdığı çalışmalarında braketlerin yükseklik, mezio-distal ve açısal konum farklılıklarını incelemişler ve indirekt yapıştırma tekniğinin oklüzogingival konum doğruluğunu daha yüksek bulurken mezio-distal ve açısal konum farklarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.

Hodge ve ark. (86) kesici dişler üzerinde yaptıkları çalışmalarında direkt ve indirekt yapıştırma tekniğini braket konum doğruluğu açısından yükseklik, mezio-distal ve açısal konum farklarını değerlendirmiş ve ortalama braket konum hatalarının benzer olduğunu ancak her üç ölçümde de direkt yapıştırma tekniğinde hataların daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Aguirre ve ark. (76) direkt ve indirekt yapıştırma tekniklerini braket yerleştirme doğruluğu açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında oklüzogingival yönde maksiller kanin (indirekt yapıştırma daha iyi) hariç istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış açısal ölçümlerde ise indirekt yapıştırma tekniği daha doğru bulunmuştur.

Kim ve ark. (54) direkt ve indirekt yapıştırma tekniğini 5 maksiller model üzerinde değerlendirdikleri çalışmalarında lineer (meziyodistal, bukkolingual, vertikal) ve açısal (x,y,z) yönde ölçümler yapmışlar ve iki teknik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Literatürde direkt ve indirekt braket yapıştırma teknikleri arasında braket konum doğruluğu üzerinde fikir birliği bulunmamakta olup bazı çalışmalarda indirekt yapıştırma tekniğinin braket yapıştırma doğruluğunun daha iyi olduğu bildirilmektedir (54,88). Li ve ark. (89) yaptıkları meta analizde direkt ve indirekt yapıştırma tekniklerinin braket konum doğruluğu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farkı olmadığını bildirmiştir.

Çalışmamızda indirekt yapıştırma tekniği lineer ve açısal yöndeki ölçümlerde daha yüksek doğrulukta bulunmuştur. Bu bulgu Shpack ve ark. (90) ve Koo ve ark. (54) çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Hodge ve ark. (86) ve Aguirre ve ark. (76) çalışmalarıyla örtüşmemektedir. Bu durum 3D yazıcı ile üretilmiş olan transfer kaşıklarının laboratuvarında oluşabilecek üretim hatalarından etkilenme ihtimalini azaltarak indirekt yapıştırma tekniğinin başarısının artmış olmasıyla ilişkili olabilir. Ayrıca çalışmamızda direkt yapıştırma tekniği klinikte hasta üzerinde indirekt yapıştırma tekniği ise in vitro hasta modeli üzerinde uygulanmıştır. Bu sebeple de indirekt yapıştırma tekniği ile braketler transfer edilirken daha az kontaminasyon ve yumuşak doku interferensine maruz kalmasıyla da ilişkili olabilir.

Direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında lineer ölçümlerde en düşük konum hataları vertikal yönde görülmüştür, en yüksek konum hataları mezio-distal yönde ölçülmüştür. Bu bulgu Pottier ve ark. (91) ve Jungbauer ve ark. (92) çalışmalarıyla benzerlik göstermekteyken önceki bazı çalışmalarla farklılık göstermektedir (75,86,93). Bu durum direkt yapıştırma tekniği klinikte uygulanırken yerleştirme çubuğu kullanılmasıyla ve klinisyenin tecrübesiyle ilişkili olabilir. İndirekt yapıştırma tekniği için ise in vitro ortamda yapıldığı için yumuşak doku ve tükürük gibi etkenlerden uzak olduğu ve kontaminasyon riski olmadığından yapıştırıcının braket tabanlarına uygun şekilde yerleştirilmesiyle ilişkili olabilir.

Direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısal ölçümlerde en düşük konum hataları vertikal yönde görülmüştür, en yüksek konum hataları mezio-distal yönde ölçülmüştür. Bu bulgu Xue ve ark. (94) çalışmasıyla benzerlik göstermekteyken Schmid ve ark. (93) çalışmasıyla örtüşmemektedir. Bu durum indirekt yapıştırma tekniği için transfer kaşığının şekli, kalınlığı ve sertliği ile ilişkili olabilir. Direkt yapıştırma tekniği için ise braket tabanı ve dişin morfolojisi arasındaki uyumsuzluk sebebiyle olabilir.

Çapraşıklığı 0-3 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında braket konum hataları ölçüldüğünde lineer ve açısal yöndeki konum hatalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Bu bulgu Sabbagh ve ark. (95) çalışmasıyla benzerlik göstermekteyken Hoffmann ve ark. (96) ve Niu ve ark. (97) çalışmalarıyla farklılık göstermektedir. Braketlerin konumlandırılması esnasındaki açısal konum hataları yapıştırıcı miktarına, transfer kaşığının üretildiği malzemeye ve tasarımına bağlı olabilir dolayısıyla kullanılan yöntemle bağlı olarak ilgili çalışmalarda farklı sonuçlar gözlenmiş olabilir.

Çapraşıklığı 0-3 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında lineer yönde braket konum hataları en yüksek mezio-distal yönde direkt yapıştırma grubunda gözlenmişken en düşük braket konum hataları vertikal yönde indirekt yapıştırma grubunda gözlenmiştir. Bu bulgu Pottier ve ark. (91) ve Jungbauer ve ark (92) çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Bu bulgu önceki bazı çalışmalarla farklılık göstermektedir (75,86,93). Bu durum çapraşıklığı az olan gruplarda yerleştirme çubuğu kullanılırken hekimin daha rahat manipüle ederek braketin vertikal yönde daha doğru yerleşmesiyle ilişkili olabilir. İndirekt yapıştırma grubunda ise transfer kaşığının tasarımı sebebiyle vertikal yönde yüksek braket hatası gözlemlenmiş olabilir.

Çapraşıklığı 0-3 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısız yönde en yüksek braket konum hataları vertikal yönde direkt yapıştırma grubunda ölçülmüştür. Bu bulgu Xue ve ark. (94) çalışmasıyla benzerlik göstermeyken Schmid ve ark.(93) çalışmasıyla örtüşmemektedir. Bu durum braket konumlandırılması esnasında yerleştirme çubuğu kullanılmasıyla ilişkili olabilir.

Çapraşıklığı 0-3 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısız yönde en düşük braket konum hataları vertikal yönde indirekt yapıştırma çalışma grubunda görülmüştür. Bu bulgu Xue ve ark. (94) çalışmasıyla farklılık göstermeyken Schmid ve ark. (93) çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Bu durum transfer kaşığı üretiminde 3 boyutlu yazıcı kullanılması sebebiyle kaşık ve diş arkları arasında daha iyi bir uyum elde edilmesi sebebiyle olabilir.

Çapraşıklığı >6 mm olan gruplarda direkt ve indirekt yapıştırma teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu bulgu Shpack ve ark. (90) ve Koo ve ark. (54) sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Bu durum çapraşıklığı fazla olan hastalarda hekimin yapıştırma süresi uzadığı için dikkatinin azalması ve braket konumunu daha zor değerlendirmesiyle ilişkili olabilir. Ayrıca çapraşıklığı fazla olan bölgelerde yeterli direkt görüş olmadığı için braketin yerleştireceği konumu doğru değerlendirememesiyle de ilişkili olabilir.

Çapraşıklığı > 6 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısız braket konum hataları ölçüldüğünde vertikal ve mezio-distal yönde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p < 0.05$). Ancak santral ve lateral kesici dişlerin açısız vertikal braket konum hatası ölçüldüğünde direkt ve indirekt yapıştırma çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ($p > 0.05$). Bu durum santral ve lateral

kesici dişlerin direkt yapıştırma tekniğinde hekimin doğrudan görüş alanında olmasıyla ilişkili olabilir.

Çapraşıklığı > 6 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında lineer yönde braket konum hataları en çok mezio-distal yönde direkt yapıştırma grubunda ölçülmüşken en düşük konum hataları vertikal yönde indirekt yapıştırma grubunda görülmüştür. Bu bulgu Pottier ve ark. (91) ve Jungbauer ve ark. (92) çalışmalarıyla benzerlik göstermekteyken önceki bazı çalışmalarla farklılık göstermektedir (75,86,93). Direkt yapıştırma grubu için çapraşıklığı fazla olan hastalarda yerleştirme çubuğu kullanılması lineer vertikal hataları azaltmış olabilir. İndirekt yapıştırma grubu için çapraşıklığı fazla olan modellerde transfer kaşığının 3 boyutlu yazıcıyla üretilmiş olmasına bağlı modellere daha uyumlu oturması sebebiyle olmuş olabilir.

Çapraşıklığı > 6 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısız yönde braket konum hataları en çok mezio-distal yönde direkt yapıştırma grubunda ölçülmüştür. Bu bulgu Xue ve ark. (94) çalışmasıyla farklılık göstermekteyken Schmid ve ark. (93) çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Bu durum çapraşıklığı fazla olan hastalarda yerleştirme çubuğunun yerleştirilmesindeki zorluklar sebebiyle olmuş olabilir.

Çapraşıklığı > 6 mm olan direkt ve indirekt yapıştırma çalışma gruplarında açısız yönde braket konum hataları en düşük braket konum hataları mezio-distal yönde indirekt yapıştırma grubunda görülmüştür. Bu bulgu Xue ve ark. (94) çalışmasıyla benzerlik göstermekteyken Schmid ve ark. (93) çalışmasıyla farklılık göstermektedir. Bu durum çapraşıklığı fazla olan modellerde transfer kaşığı uyumlu olsa da yerleştirme esnasında çapraşıklığa bağlı olarak braketlerde meydana gelebilecek kaymalar sebebiyle olmuş olabilir.

5.4 Çalışmanın Kısıtlılıkları

Bu çalışmanın sonuçları klinikteki direkt yapıştırma tekniğiyle karşılaştırıldığında bazı kısıtlılıklara rastlanmaktadır. Çalışmamızın sadece alt çene üzerinde yapılması bu kısıtlılıklardan bir tanesidir.

Direkt ve indirekt yapıştırma tekniklerinin uygulanmasını standardize hale getirebilmek adına direkt yapıştırma tekniği klinikte hasta üzerinde indirekt yapıştırma tekniği ise in vitro olarak model üzerinde yapılmıştır bu çalışmamızın kısıtlılığıdır. Çalışmamızda tek tip braket kullanılmış olması çalışmamızın diğer bir kısıtlılığıdır.

Örneklem sayısının artırılarak bölünmüş ağız randomize kontrollü klinik çalışmalar planlanabilir.



6. SONUÇLAR

- 1.Çalışmamızda değerlendirdiğimiz direkt ve indirekt yapıştırma teknikleri braketlerin dişler üzerinde başarılı şekilde transferini sağlamıştır.
- 2.Çapraşıklıklardan bağımsız olarak indirekt yapıştırma tekniği açısal ve lineer ölçümlerde daha iyi sonuçlar göstermiştir.
- 3.Çalışmamızda en yüksek braket konum hataları mezio-distal yönde görülmüş en düşük konum hataları ise vertikal yönde görülmüştür.
- 4.Çapraşıklığı 6 mm'den fazla olan grupta açısal ve lineer ölçümlerde indirekt yapıştırma tekniği daha yüksek braket konum doğruluğu (santral ve lateral kesici dişlerin açısal vertikal konumu hariç) göstermiştir.
- 5.Çalışmamızda kullanılan her iki yapıştırma tekniği de ölçümlerde klinik olarak kabul edilebilir hata seviyesinde bulunmuştur.
- 6.Klinisyenin tecrübesi ve yaklaşımına bağlı olarak daha fazla dişsel çapraşıklığa sahip hastalarda daha yüksek braket konum doğruluğu sağladığı için indirekt yapıştırma tekniğinin avantajlı olduğu söylenebilir.

7.KAYNAKLAR

1. Philippe J, Philippe J. How, why, and when was the edgewise appliance born? J Dentofacial Anom Orthod. 2008;11:68–74.
2. McLaughlin RP, Bennett JC. Evolution of treatment mechanics and contemporary appliance design in orthodontics: A 40-year perspective. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2015 Jun;147(6):654–62.
3. Creekmore TD, Kunik RL. Straight wire: The next generation. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1993 Jul 1;104(1):8–20.
4. McLaughlin R, Bennett J. Bracket placement with the preadjusted appliance. J Clin Orthod, 29, 302-311.
5. Sondhi A. Efficient and effective indirect bonding. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1999 Apr 1;115(4):352–9.
6. Silverman E, Cohen M, Gianelly AA, Dietz VS. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. Am J Orthod [Internet]. 1972 Sep;62(3):236–44.
7. Thomas RG. Indirect bonding: simplicity in action. J Clin Orthod. 1979 Feb 1;13(2):93–106.
8. Read MJF, O'Brien KD. A clinical trial of an indirect bonding technique with a visible light-cured adhesive. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1990;98(3):259–62.
9. Miles P. Indirect bonding with a flowable light-cured adhesive. J Clin Orthod. 2002;36:646-7.
10. Zheng W, Li Y, Mei L, Wei J, Yan X, Zhang X, et al. Effectiveness, efficiency and adverse effects of using direct or indirect bonding technique in orthodontic patients: A systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2019 Jul 8;19(1).
11. Chaudhary V, Batra P, Sharma K, Raghavan S, Gandhi V, Srivastava A. A comparative assessment of transfer accuracy of two indirect bonding techniques in patients undergoing fixed mechanotherapy: A randomised clinical trial. J Orthod. 2020 Dec 2;48(1):13–23.
12. Rossouw PE. A Historical Overview of the Development of the Acid-Etch Bonding System in Orthodontics. Semin Orthod. 2010;16(1):2–23.
13. Angle F H. Malocclusion of the teeth. Philadelphia: SS White Dental Manufacturing; 1907. 338–342 p.

14. Buonocore MG. A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849–53.
15. Bowen RL. Use of Epoxy Resins in Restorative Materials. *J Dent Res.* 1956;35(3):360–9.
16. Newman G V. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: Progress report. *Am J Orthod.* 1965;51(12):901–12.
17. Lopes G, Thys D, Klaus P, Oliveira G, Widmer N. Enamel acid etching: A review. *Compend Contin Educ Dent.* 2007;28:18–24; quiz 25, 42.
18. Barry GRP. A Clinical Investigation of the Effects of Omission of Pumice Prophylaxis on Band and Bond Failure. *Br J Orthod.* 1995;22(3):245–8.
19. Burgess AM, Sherriff M, Ireland AJ. Self-etching Primers: Is Prophylactic Pumicing Necessary?: A Randomized Clinical Trial. *Angle Orthod.* 2006 Jan 1;76(1):114–8.
20. Ponduri S, Turnbull N, Birnie D, Ireland AJ, Sandy JR. Does atropine sulphate improve orthodontic bond survival? A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Nov;132(5):663—670.
21. Carstensen W. Clinical results after direct bonding of brackets using shorter etching times. *Am J Orthod.* 1986;89(1):70–2.
22. Øgaard B, Fjeld M. The Enamel Surface and Bonding in Orthodontics. *Semin Orthod.* 2010;16(1):37–48.
23. Usumez S, Erverdi N. CHAPTER 6. Adhesives and Bonding in Orthodontics. *Current Therapy in Orthodontics.* 2010;45–67.
24. Reynolds IR. A Review of Direct Orthodontic Bonding. *Br J Orthod.* 1975;2(3):171–8.
25. Silverman E, Cohen M. A report on a major improvement in the indirect bonding technique. *J Clin Orthod.* 1975;9 5:270–6.
26. Miles PG. A Comparison of retention rates of brackets with thermally-cured and light-cured custom bases in indirect bonding procedures. *Australion Orthodontic Journal.* 2000;16(2):115–7.
27. Miles P. Indirect bonding with a flowable light-cured adhesive. *J Clin Orthod.* 2002;36.646-7.
28. Swartz M. About orthodontic bonding, an interview with Dr. Michael Swartz. *The Ortho CyberJ.* 2003;July.

29. Moin K, Dogon IL. Indirect bonding of orthodontic attachments. *Am J Orthod.* 1977;72(3):261–75.
30. Reichheld S, Ritucci R, Gianelly A. An indirect bonding technique. *J Clin Orthod.* 1990;Jan(24(1):21-4).
31. Hickham J. Predictable indirect bonding. *J Clin Orthod.* 1993;Apr(27(4):215-7).
32. Aksakalli S, Demir A. Indirect bonding: A literature review. *European J Gen Dent.* 2021 Nov 1;1(01):6–9
33. Pamukçu H, Özsoy ÖP. Indirect Bonding Revisited. *Turk J Orthod [Internet].* 2016/09/01. 2016 Sep;29(3):80–6.
34. Zaruba M, Mehl A. Chairside systems: a current review. *Int J Comput Dent.* 2017;20.
35. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems - a current overview. *Int J Comput Dent.* 2015;18(2):101—129.
36. Sachdeva R. SureSmile technology in a patient–centered orthodontic practice. *J Clin Orthod.* 2001;35:245–53.
37. Von Glasenapp J, Hofmann E, Süpple J, Jost-Brinkmann PG, Koch PJ. Comparison of Two 3D-Printed Indirect Bonding (IDB) Tray Design Versions and Their Influence on the Transfer Accuracy. *J Clin Med.* 2022;11(5).
38. Hong-Seok P, Chintal S. Development of High Speed and High Accuracy 3D Dental Intra Oral Scanner. *Procedia Eng.* 2015;100.
39. Kravitz N, Groth C, Jones P, Graham J, Redmond W. Intraoral digital scanners. *J Clin Orthod.* 2014;48:337–47.
40. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *Ahad MdAR, editor. J Healthc Eng.* 2017;2017:8427595.
41. Kalová I, Lisztwan M. Industrial applications of triangulation technique. *IFAC Proceedings Volumes.* 2006;39(21):258–63.
42. Amornvit P, Rokaya D, Peampring C, Sanohkan S. Confocal 3D Optical Intraoral Scanners and Comparison of Image Capturing Accuracy. *Computers, Materials and Continua.* 2021;66:303–14.
43. Schmitt JM. Optical coherence tomography (OCT): a review. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics.* 1999;5(4):1205–15.

44. Bloss R. Accordion fringe interferometry: a revolutionary new digital shape-scanning technology. *Sensor Review - SENS REV*. 2008;28:22–6.
45. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent*. 2010;38(7):553–9.
46. Hull C. On Stereolithography. *Virtual Phys Prototyp*. 2012;7(3):177.
47. Snyder TJ, Andrews M, Weislogel M, Moeck P, Stone-Sundberg J, Birkes D, et al. 3D Systems' Technology Overview and New Applications in Manufacturing, Engineering, Science, and Education. *3D Print Addit Manuf*. 2014;1(3):169–76.
48. Mironov V, Boland T, Trusk T, Forgacs G, Markwald RR. Organ printing: computer-aided jet-based 3D tissue engineering. *Trends Biotechnol*. 2003;21(4):157–61.
49. Pfister A, Landers R, Laib A, Hubner U. *J. Polym. Set A. Polym Chem*. 2004;42:624–38.
50. Kumar S. Selective laser sintering: A qualitative and objective approach. *JOM*. 2003;55(10):43–7.
51. Pham DT, Gault RS. A comparison of rapid prototyping technologies. *Int J Mach Tools Manuf*. 1998;38(10):1257–87.
52. Yan X, Gu P. A review of rapid prototyping technologies and systems. *Computer-Aided Design*. 1996;28(4):307–18.
53. Mahamood S, Khader M, Ali H. Applications of 3-D printing in orthodontics: a review. *Int J Sci Study*. 2016;3(11):267–70.
54. Koo BC, Chung CH, Vanarsdall RL. Comparison of the accuracy of bracket placement between direct and indirect bonding techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [Internet]. 1999 Sep;116(3):346–51.
55. Ting-shu S, Jian S. Intraoral digital impression technique: a review. *Journal of Prosthodontics*. 2015;24(4):313–21.
56. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2017;17:1–13.
57. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):1–11.

58. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital versus conventional impressions in fixed prosthodontics: a review. *Journal of Prosthodontics*. 2018;27(1):35–41.
59. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent*. 2016 Mar 1;115(3):313–20.
60. Schlenz MA, Schubert V, Schmidt A, Wöstmann B, Ruf S, Klaus K. Digital versus conventional impression taking focusing on interdental areas: a clinical trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(13):4725.
61. Park JM, Choi S, Myung JY, Chun YS, Kim M. Impact of orthodontic brackets on the intraoral scan data accuracy. *Biomed Res Int*. 2016;2016.
62. Song J, Kim M. Accuracy on scanned images of full arch models with orthodontic brackets by various intraoral scanners in the presence of artificial saliva. *Biomed Res Int*. 2020;2020.
63. Grünheid T, McCarthy SD, Larson BE. Clinical use of a direct chairside oral scanner: an assessment of accuracy, time, and patient acceptance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2014;146(5):673–82.
64. Naidu D, Freer TJ. Validity, reliability, and reproducibility of the iOC intraoral scanner: a comparison of tooth widths and Bolton ratios. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;144(2):304–10.
65. Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Thor A. Finish line distinctness and accuracy in 7 intraoral scanners versus conventional impression: an in vitro descriptive comparison. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):1–11.
66. Vitai V, Németh A, Sólyom E, Czumbel LM, Szabó B, Fazekas R, et al. Evaluation of the accuracy of intraoral scanners for complete-arch scanning: A systematic review and network meta-analysis. *J Dent*. 2023 Oct 1;137:104636.
67. Panayi NC, Tsolakis AI, Athanasiou AE. Digital assessment of direct and virtual indirect bonding of orthodontic brackets: A clinical prospective cross-sectional comparative investigation. *Int Orthod*. 2020 Dec 1;18(4):714–21.
68. Süpple J, von Glasenapp J, Hofmann E, Jost-Brinkmann PG, Koch PJ. Accurate Bracket Placement with an Indirect Bonding Method Using Digitally Designed

- Transfer Models Printed in Different Orientations—An In Vitro Study. *Journal of Clinical Medicine* 2021, Vol 10, Page 2002May;7-10(9):2002.
69. Czolgosz I, Cattaneo PM, Cornelis MA. Computer-aided indirect bonding versus traditional direct bonding of orthodontic brackets: bonding time, immediate bonding failures, and cost-minimization. A randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 2021 Apr 3;43(2):144–51.
 70. Kalange JT, Thomas RG. Indirect Bonding: A Comprehensive Review of the Literature. *Semin Orthod.* 2007 Mar 1;13(1):3–10.
 71. White LW. A new and improved indirect bonding technique. *J Clin Orthod.* 1999;33(1):17–23.
 72. Echarri P, Kim TW. Double transfer trays for indirect bonding. *J Clin Orthod.* 2004;38(1):8–13.
 73. Miyazawa K, Miwa H, Goto S, Kondo T. Indirect Laminate Veneers as an Indirect Bonding Method. *World J Orthod.* 2004;5(4).
 74. Matsuno I, Okuda S, Nodera Y. The hybrid core system for indirect bonding. *J Clin Orthod.* 2003;37(3):148–60.
 75. Castilla AE, Crowe JJ, Moses JR, Wang M, Ferracane JL, Covell Jr. DA. Measurement and comparison of bracket transfer accuracy of five indirect bonding techniques. *Angle Orthod.* 2014 Feb 20;84(4):607–14.
 76. Aguirre MJ, King GJ, Waldron JM. Assessment of bracket placement and bond strength when comparing direct bonding to indirect bonding techniques. *Am J Orthod.* 1982 Oct;82(4):269–76.
 77. Xiao-hong H, Liang XU, Shan LIN. Effects of double transparent pressure diagram transfer tray on indirect bonding. *Shanghai Journal of Stomatology.* 2016;25(6):734.
 78. Quimby ML, Vig KWL, Rashid RG, Firestone AR. The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. *Angle Orthod.* 2004;74(3):298–303.
 79. Akyalcin S, Cozad BE, English JD, Colville CD, Laman S. Diagnostic accuracy of impression-free digital models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2013;144(6):916–22.

80. Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;132(3):346–52.
81. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;124(1):101–5.
82. Yılmaz H, Özlü FÇ, Karadeniz C, Karadeniz Eİ. Efficiency and Accuracy of Three-Dimensional Models Versus Dental Casts: A Clinical Study. *Turk J Orthod*. 2019 Dec 1;32(4):214–8.
83. Nalcaci R, Topcuoglu T, Ozturk F. Comparison of Bolton analysis and tooth size measurements obtained using conventional and three-dimensional orthodontic models. *Eur J Dent* 2013 Sep;7(Suppl 1):S066–70.
84. Deahl ST, Salome N, Hatch JP, Rugh JD. Practice-based comparison of direct and indirect bonding. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;132(6):738–42.
85. Jungbauer R, Breunig J, Schmid A, Hüfner M, Kerberger R, Rauch N, et al. Transfer Accuracy of Two 3D Printed Trays for Indirect Bracket Bonding-An In Vitro Pilot Study. 2021;10.33
86. Hodge TM, Dhopatkar AA, Rock WP, Spary DJ. Scientific section: A randomized clinical trial comparing the accuracy of direct versus indirect bracket placement. *J Orthod*. 2004Jun;31(2):132–7.
87. Kim J, Chun YS, Kim M. Accuracy of bracket positions with a CAD/CAM indirect bonding system in posterior teeth with different cusp heights. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;153(2):298–307.
88. Kalra RK, Mittal S, GanDiKota C, Sehgal V, Gupta R, Bali Z. Comparison of Accuracy of Bracket Placement by Direct and Indirect Bonding Techniques using Digital Processing-An In-Vitro Study. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*. 2018;12(9).
89. Li Y, Mei L, Wei J, Yan X, Zhang X, Zheng W, et al. Effectiveness, efficiency and adverse effects of using direct or indirect bonding technique in orthodontic patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):137.

90. Shpack N, Geron S, Floris I, Davidovitch M, Brosh T, Vardimon AD. Bracket placement in lingual vs labial systems and direct vs indirect bonding. *Angle Orthod.* 2007;77(3):509–17.
91. Pottier T, Brient A, Turpin YL, Chauvel B, Meuric V, Sorel O, et al. Accuracy evaluation of bracket repositioning by indirect bonding: hard acrylic CAD/CAM versus soft one-layer silicone trays, an in vitro study. *Clin Oral Investig.* 2020;24(11):3889–97.
92. Jungbauer R, Breunig J, Schmid A, Hübner M, Kerberger R, Rauch N, et al. Transfer accuracy of two 3D printed trays for indirect bracket bonding—An in vitro pilot study. *Applied Sciences.* 2021;11(13):6013.
93. Schmid J, Brenner D, Recheis W, Hofer-Picout P, Brenner M, Crismani AG. Transfer accuracy of two indirect bonding techniques—an in vitro study with 3D scanned models. *Eur J Orthod.* 2018;40(5):549–55.
94. Xue C, Xu H, Guo Y, Xu L, Dhami Y, Wang H, et al. Accurate bracket placement using a computer-aided design and computer-aided manufacturing-guided bonding device: An in vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2020;157(2):269–77.
95. Sabbagh H, Khazaei Y, Baumert U, Hoffmann L, Wichelhaus A, Janjic Rankovic M. Bracket Transfer Accuracy with the Indirect Bonding Technique—A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2022;11(9):2568.
96. Hoffmann L, Sabbagh H, Wichelhaus A, Kessler A. Bracket transfer accuracy with two different three-dimensional printed transfer trays vs silicone transfer trays. *Angle Orthod.* 2022;92(3):364–71.
97. Niu Y, Zeng Y, Zhang Z, Xu W, Xiao L. Comparison of the transfer accuracy of two digital indirect bonding trays for labial bracket bonding. *Angle Orthod.* 2021;91(1):67–73.