



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ

FARKLI ŞEKİLLERDE ÜRETİLEN DİJİTAL İNDİREKT BONDİNG  
PLAKLARININ BRAKET KONUMU DOĞRULUĞU AÇISINDAN  
KLİNİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Ezgi ÇAKIR

Aralık 2023  
DENİZLİ

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ŞEKİLLERDE ÜRETİLEN DİJİTAL İNDİREKT BONDİNG  
PLAKLARININ BRAKET KONUMU DOĞRULUĞU AÇISINDAN  
KLİNİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ

Ezgi ÇAKIR

Tez Danışmanı: Doç. Dr. SERPİL ÇOKAKOĞLU

Denizli, 2023

## YAYIN BEYAN SAYFASI

Pamukkale Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği Uygulama Esasları Yönergesi Madde 24-(2) "Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora öğrencileri için: Doktora tez savunma sınavından önce, doktora bilim alanında kendisinin yazar olduğu uluslararası atıf indeksleri kapsamında yer alan bir dergide basılmış ya da basılmak üzere kesin kabulü yapılmış en az bir makalesi olan öğrenciler tez savunma sınavına alınır. Yüksek lisans tezinin yayın haline getirilmiş olması bu kapsamda değerlendirilmez. Bu ek koşulu yerine getirmeyen öğrenciler, tez savunma sınavına alınmazlar" gereğince yapılan yayın/yayınların listesi aşağıdadır (Tam metin/metinleri ekte sunulmuştur):

Çokakoğlu S, **Çakır E**. Comparison between direct and digital indirect orthodontic bonding techniques with respect to enamel demineralization and periodontal status: A split-mouth clinical trial. *J Orofac Orthop* 2023; doi: 10.1007/s00056-023-00481-3. Epub ahead of print.

Çokakoğlu S, **Çakır E**. Youtube videos as a source of information on digital indirect bonding: a content analysis. *Eur Oral Res* 2023; 57(3): 138-143.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı : Ezgi ÇAKIR

İmza :

## ÖZET

### FARKLI ŞEKİLLERDE ÜRETİLEN DİJİTAL İNDİREKT BONDİNG PLAKLARININ BRAKET KONUMU DOĞRULUĞU AÇISINDAN KLİNİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Ezgi ÇAKIR  
Doktora Tezi, Ortodonti AD  
Tez yöneticisi: Doç. Dr. Serpil ÇOKAKOĞLU

Aralık 2023, 115 Sayfa

Çalışmamızın amacı dijital teknik kullanılarak direkt ve indirekt şekilde üretilen bonding plaklarını braket konum doğruluğu açısından klinik olarak karşılaştırmaktır. Çalışmaya tüm daimi dişleri sürmüş 28 hasta dahil edilmiş ve split-mouth çalışma dizaynı ile braketler konumlandırılmıştır. Dijital ortamda braketlerin pozisyonlandırıldığı ilk model ve bonding işlemi gerçekleştirildikten sonra elde edilen braketli dijital modeller GOM Inspect programı kullanılarak karşılaştırılmış ve braketlerde meydana gelen lineer ve açısal transfer hataları hesaplanmıştır. Çalışmamız sonucunda elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası değerleri, bukkolingual yönde en düşük, insizogingival yönde en yüksek bulunurken; açısal transfer hata değerleri rotasyon ölçümlerinde en düşük, tork ölçümlerinde en yüksek değerleri göstermiştir. Her iki teknikte de açısal transfer hataları lineer transfer hatalarından daha fazla bulunmuştur. İnsizogingival, bukkolingual ve rotasyon ölçümünde meydana gelen transfer hatası; indirekt teknik ile yapıştırılan braketlerde direkt teknikle yapıştırılan braketlere göre anlamlı derecede daha yüksektir. Her iki teknikte de braketlerin çoğunluğu meziodistal yönde meziale, insizogingival yönde insizale ve bukkolingual yönde bukkale doğru yer değiştirmiştir. Açısal ölçümlerde de braketlerin çoğu meziale doğru tipping ve rotasyon yapmıştır. Direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğu palatinal kron torku alırken, indirekt dijital teknikle uygulanan braketlerin çoğu bukkal kron torku almıştır.

Farklı şekillerde elde edilen dijital transfer plaklar braket konum doğruluğu açısından güvenilir sonuçlar gösterse bile direkt teknikle elde edilen transfer plaklar daha başarılı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Braket, Dijital indirekt bonding, Transfer plağı

**Bu çalışma, PAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2021SABE024).**

**ABSTRACT****CLINICAL EVALUATION OF DIFFERENT DIGITAL INDIRECT BONDING TRAYS IN TERMS OF BRACKET POSITIONING ACCURACY**

CAKIR, Ezgi  
Doctoral Thesis in Orthodontics  
Supervisor: Assoc. Prof. Serpil COKAKOGLU

December 2023, 115 Pages

This study aimed to compare clinically transfer trays produced using direct and indirect digital techniques in terms of bracket position accuracy. Twenty-eight patients with permanent dentition were included in this split-mouth study. The initial model in which the brackets were digitally positioned was superimposed with the post-bonding digital models using the GOM Inspect program. Both linear and angular transfer errors were calculated in this study. Data were statistically analyzed.

The linear transfer errors of brackets bonded with both direct and indirect digital techniques were the lowest in the buccolingual and the highest in the incisogingival directions. For angular transfer errors, the lowest values were observed in rotation and the highest in torque measurements. For both techniques, angular transfer errors were found to be more than linear ones. Brackets with indirect digital technique had significantly higher transfer errors than those with bonded directly, especially in the incisogingival, buccolingual and rotation directions. The majority of brackets were displaced buccally in the buccolingual, incisally in the incisogingival and mesially in the mesiodistal directions. Angularly, most brackets were tipped and rotated towards the mesial. While most brackets bonded using the direct digital technique exhibited palatal crown torque, the majority of indirectly bonded brackets showed buccal crown torque.

Although the various forms of digital transfer trays provided reliable results in terms of bracket position accuracy, directly produced transfer trays were found to be more effective.

**Keywords:** Bracket, Digital indirect bonding, Transfer tray

**This study was supported by Pamukkale University Scientific Research Projects Coordination Unit through project number 2021SABE024.**

## TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim ve tez çalışmam süresince tecrübelerinden yararlandığım başta tez danışman hocam Doç. Dr. Serpil ÇOKAKOĞLU'na,

Doktora öğrenimim süresince bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Doç. Dr. Yazgı AY ÜNÜVAR'a ve Doç. Dr. Mine GEÇGELEN CESUR'a,

Maddi manevi her zaman yanımda olan, hayatım boyunca beni her konuda destekleyen ve sevgisini her zaman hissettiren canım annem Arzu ÇAKIR, sevgili babam Can ÇAKIR ve kardeşim Cansu ÇAKIR'a,

Hayatım boyunca beni her konuda destekleyen, varlıklarını her zaman hissettiren dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xiv</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Amaç.....	2
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>3</b>
2.1. Direkt Bonding Tekniği .....	3
2.2. Konvansiyonel İndirekt Bonding Tekniği .....	4
2.2.1. Konvansiyonel İndirekt Bonding Tekniğinin Gelişimi .....	4
2.2.2. Konvansiyonel İndirekt Bonding Tekniğinin Avantajları ve Dezavantajları.....	5
2.2.3. Konvansiyonel İndirekt Bonding Tekniğinin Laboratuvar Aşamaları.....	8
2.2.4. Konvansiyonel İndirekt Bonding Tekniğinde Braket Konumlandırma .....	9
2.2.4.1. Konvansiyonel İndirekt Bonding Tekniğinde Çalışma Modelleri Üzerine Braketlerin Yapıştırılmasında Kullanılan Materyaller .....	10
2.2.5. Konvansiyonel İndirekt Bonding Tekniğinde Kullanılan Transfer Plakı Materyalleri .....	11
2.2.5.1. Tek Diş Transfer Plakları .....	11
2.2.5.2. Tüm Dişleri İçeren Transfer Plakları .....	12
2.2.6. Konvansiyonel İndirekt Bonding Tekniğinin Klinik Uygulaması .....	13
2.2.6.1. İndirekt Bonding Tekniğinde Klinikte Kullanılan Yapıştırıcılar.....	13
2.3. Dijital İndirekt Bonding Tekniği .....	15
2.3.1. Dijital İndirekt Bonding Tekniğinin Gelişimi .....	15
2.3.2. Dijital İndirekt Bonding Tekniğinde Braket Konumlandırma .....	16
2.3.2.1. Dijital Modellerin Elde Edilmesi.....	16
2.3.2.2. Model Segmentasyon Aşaması .....	16
2.3.2.3. Braketlerin Dijital Ortamda Konumlandırılması .....	17
2.3.3. Dijital İndirekt Bonding Plaklarının Tasarlanması ve Üretimi.....	17
2.3.3.1. Direkt Yöntem ile Plakların Tasarlanması ve Üretilmesi.....	17
2.3.3.2. İndirekt Yöntem ile Plakların Üretilmesi .....	18
2.3.4. Dijital İndirekt Bonding Tekniğinin Klinik Uygulaması.....	19
2.3.5. Braket Konum Doğruluğunu Değerlendiren Çalışmalar .....	20
2.4. Hipotez.....	25



<b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....</b>	<b>26</b>
3.1. Etik Kurul Onayı .....	26
3.2. Hastaların Belirlenmesi.....	26
3.3. Üç Boyutlu Dijital Modellerin Oluşturulması .....	27
3.4. Braketlerin Sanal Ortamda Konumlandırılması .....	31
3.5. Dijital İndirekt Bonding Plaklarının Tasarlanması ve Üretilmesi .....	33
3.5.1. Direkt Yöntem ile Plakların Tasarlanması ve Üretilmesi.....	33
3.5.2. İndirekt Yöntem ile Plakların Üretilmesi .....	36
3.6. Direkt ve İndirekt Yöntemle Üretilen Plaklar Yardımıyla Braketleme İşleminin Gerçekleştirilmesi.....	37
3.7. Modellerin Çakıştırılması .....	40
3.8. Lineer Transfer Hatalarının Ölçülmesi .....	42
3.9. Açısal Transfer Hatalarının Ölçülmesi .....	45
3.10 İstatistiksel Analiz.....	47
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>49</b>
4.1. Demografik Verilere Ait Bulgular.....	49
4.2. Ölçümlerin Güvenilirliği.....	49
4.3. Direkt Dijital Teknikle Yapıştırılan Braketlere Ait Bulgular .....	50
4.3.1. Lineer Transfer Hatalara Ait Bulgular.....	50
4.3.2. Açısal Transfer Hatalara Ait Bulgular.....	52
4.4. İndirekt Dijital Teknikle Yapıştırılan Braketlere Ait Bulgular.....	54
4.4.1. Lineer Transfer Hatalara Ait Bulgular.....	54
4.4.2. Açısal Transfer Hatalara Ait Bulgular.....	56
4.5. Direkt ve İndirekt Dijital Teknikle Yapıştırılan Braketlerde Meydana Gelen Transfer Hatalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması .....	58
4.5.1. Lineer Transfer Hatalara Ait Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması .....	58
4.5.2. Açısal Transfer Hatalara Ait Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması.....	60
4.5.3. Lineer ve Açısal Total Transfer Hatalara Ait Bulguların Gruplar Arası Karşılaştırılması .....	62
4.6. Direkt ve İndirekt Dijital Teknikle Yapıştırılan Braketlerin Klinik Olarak Kabul Edilebilir Hata Prevalansları .....	63
4.6.1. Lineer Transfer Hataların Klinik Olarak Kabul Edilebilir Prevalansları .....	63
4.6.2. Açısal Transfer Hataların Klinik Olarak Kabul Edilebilir Prevalansları .....	64
4.6.3. Lineer ve Açısal Total Transfer Hataların Klinik Olarak Kabul Edilebilir Prevalansları .....	65
4.7. Direkt ve İndirekt Dijital Teknikle Yapıştırılan Braketlerin Yön Sapma Yüzdeleri .....	66
4.7.1. Lineer Transfer Hataların Yön Sapma Yüzdeleri.....	66
4.7.2. Açısal Transfer Hataların Yön Sapma Yüzdeleri.....	68

4.7.3. Lineer ve Açısal Total Transfer Hataların Yön Sapma Yüzdeleri .....	70
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>71</b>
5.1. Birey Seçimi .....	71
5.2. Yöntem.....	72
5.3. Lineer ve Açısal Transfer Hatalara Ait Bulguların Tartışılması .....	75
5.4. Lineer ve Açısal Klinik Olarak Kabul Edilebilir Transfer Hata Prevalanslarına Ait Bulguların Tartışılması .....	80
5.5. Lineer ve Açısal Transfer Hataların Yön Sapma Yüzdelerine Ait Bulguların Tartışılması .....	82
<b>6. SONUÇLAR .....</b>	<b>85</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>86</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>93</b>
<b>9. EKLER .....</b>	<b>94</b>
Ek-1. Çokakoğlu S, <b>Çakır E</b> . Comparison between direct and digital indirect orthodontic bonding techniques with respect to enamel demineralization and periodontal status: A split-mouth clinical trial. <i>J Orofac Orthop</i> 2023; doi: 10.1007/s00056-023-00481-3. Epub ahead of print.	
Ek-2. Çokakoğlu S, <b>Çakır E</b> . Youtube videos as a source of information on digital indirect bonding: a content analysis. <i>Eur Oral Res</i> 2023; 57(3): 138-143.	
Ek-3. Etik Kurul Onay Formu	
Ek-4. Gönüllü Olur Formu	

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 3.1.</b> Çalışmamızda kullanılan ağız içi tarayıcı .....	27
<b>Şekil 3.2.</b> Hasta model setleri .....	28
<b>Şekil 3.3.</b> Düzlemlerin belirlenmesi.....	28
<b>Şekil 3.4.</b> Alt ve üst çene modellerinin okluzyona getirilmesi .....	29
<b>Şekil 3.5.</b> Plak içerisine dahil edilmeyecek dişlerin belirlenmesi .....	29
<b>Şekil 3.6.</b> Dişlerin mezial ve distal sınırlarının işaretlenmesi.....	30
<b>Şekil 3.7.</b> Dişlerin mezial, distal ve gingival sınırlarının belirlenmesi .....	30
<b>Şekil 3.8.</b> Dişlerin akslarının belirlenmesi .....	31
<b>Şekil 3.9.</b> Braketlerin pozisyonlandırılması .....	31
<b>Şekil 3.10.</b> Konumlandırma hatalarının düzeltilmesi .....	32
<b>Şekil 3.11.</b> Braketlerin konumlandırıldığı model seti .....	32
<b>Şekil 3.12.</b> Plağın giriş açısının belirlenmesi.....	33
<b>Şekil 3.13.</b> Plak sınırlarının belirlenmesi .....	34
<b>Şekil 3.14.</b> Plak tasarımlarının düzeltilmesi .....	34
<b>Şekil 3.15.</b> Çalışmamızda kullanılan üç boyutlu yazıcı .....	35
<b>Şekil 3.16.</b> Direkt teknik ile üretilen dijital transfer plağı .....	35
<b>Şekil 3.17.</b> Üç boyutlu yazıcıda üretilen çalışma modelleri .....	36
<b>Şekil 3.18.</b> İndirekt teknik ile üretilen transfer plağın hazırlanması.....	36
<b>Şekil 3.19.</b> Çalışmamıza ait plak sınırları.....	37
<b>Şekil 3.20.</b> Çalışmamızda kullanılan braket seti .....	38
<b>Şekil 3.21.</b> Braketlerin plaklar içerisine yerleştirilmesi.....	38
<b>Şekil 3.22.</b> Plakların ağız içerisine uygulanması.....	39
<b>Şekil 3.23.</b> Final braket pozisyonları .....	40
<b>Şekil 3.24.</b> Modellerin 3D görüntüleri.....	41
<b>Şekil 3.25.</b> İlk ve braketli modellerin 3D görüntülerinin karşılaştırılması.....	41
<b>Şekil 3.26.</b> Lokal best fit yöntemi ile seçilen dişin karşılaştırılması.....	42
<b>Şekil 3.27.</b> Koordinat sisteminin orjininin belirlenmesi .....	42
<b>Şekil 3.28.</b> Eksenlerin oluşturulması.....	43
<b>Şekil 3.29.</b> İlk ve braketli modellerin merkez noktalarının belirlenmesi.....	43
<b>Şekil 3.30.</b> İlk ve braketli modellerde belirlenen merkez noktalar arasındaki mesafenin ölçülmesi .....	44
<b>Şekil 3.31.</b> Braketin uzun eksenine paralel doğruların çizilmesi.....	45
<b>Şekil 3.32.</b> Angulasyon ve tork değerindeki sapma miktarlarının ölçülmesi .....	45
<b>Şekil 3.33.</b> Yatay doğruların belirlenmesi .....	46
<b>Şekil 3.34.</b> Rotasyon değerindeki sapma miktarının ölçülmesi .....	47

<b>Şekil 4.1.</b> Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hata değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	59
<b>Şekil 4.2.</b> Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısal transfer hata değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	61

## TABLOLAR DİZİNİ

<b>Tablo 3.1.</b> X,Y ve Z doğruları üzerindeki izdüşümlerin lineer değişimi .....	44
<b>Tablo 3.2.</b> XY ve YZ düzlemleri üzerindeki izdüşümlerin açısalsal değişimi .....	46
<b>Tablo 3.3.</b> XZ düzlemi üzerindeki izdüşümlerin açısalsal değişimi .....	47
<b>Tablo 4.1.</b> Çalışma grubuna ait demografik veriler .....	49
<b>Tablo 4.2.</b> Sınıf içi korelasyon katsayıları .....	50
<b>Tablo 4.3.</b> Direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri.....	51
<b>Tablo 4.4.</b> Direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısalsal transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri.....	53
<b>Tablo 4.5.</b> İndirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri.....	55
<b>Tablo 4.6.</b> İndirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısalsal transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri.....	57
<b>Tablo 4.7.</b> Lineer ve açısalsal total transfer hata değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	62
<b>Tablo 4.8.</b> Lineer transfer hataların klinik olarak kabul edilebilir prevalanslarının gruplar arası karşılaştırılması.....	63
<b>Tablo 4.9.</b> Açısalsal transfer hataların klinik olarak kabul edilebilir prevalanslarının gruplar arası karşılaştırılması.....	65
<b>Tablo 4.10.</b> Lineer ve açısalsal total transfer hataların klinik olarak kabul edilebilir prevalanslarının gruplar arası karşılaştırılması.....	66
<b>Tablo 4.11.</b> Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri .....	67
<b>Tablo 4.12.</b> Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısalsal transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri .....	69
<b>Tablo 4.13.</b> Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer ve açısalsal total transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri.....	70

**SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ**

"	: İnç
%	: Yüzde
<	: 'den küçüktür
>	: 'den büyüktür
≤	: Küçük eşittir
≥	: Büyük eşittir
°	: Derece
°C	: Santigrat derece
µm	: Mikrometre
Bis-GMA	: Bisfenol a glisidil metakrilat
CAD/CAM	: Bilgisayar destekli tasarım ve üretim
DLP	: Digital light processing
ISO	: International Organization for Standardization
LED	: Light emitting diode
mm	: Milimetre
SLA	: Stereolithography
STL	: Standart tessellation language

## 1. GİRİŞ

Estetiğe ve görünüme verilen önemin artması ile sabit ortodontik tedaviye yönelik ilgi artmıştır. Braketler ve molar tüpler ilk olarak direkt bonding tekniği ile diş yüzeylerine yapıştırılmıştır. Bantların tatbikine kıyasla braketleri yapıştırmak için gerekli olan zaman klinik açıdan kısalmıştır. Braketlerin bantlardan daha az yer kaplamasına bağlı olarak hem estetik hem de hijyenik açıdan daha başarılı bir tedavi şansı elde edilmiştir (Harari vd 2000).

Direkt bonding tekniğinde ışıkla polimerize olan rezinlerin kullanılması hekimlere uzun çalışma süresi sağlamıştır. Böylece dişe yerleştirilen braketlerin konum doğruluğunu kontrol edebilmek için hekimler zaman kazanmıştır. Fakat bu teknikte görüş açısı kısıtlı olduğu için posterior bölgeye braketleri doğru bir şekilde pozisyonlandırmak klinikte zorluk yaratmaya devam etmiştir (Sondhi 1999).

Birçok hastada ortodontistlerin direkt bonding tekniği ile hatalı braket konumlandığı görülmüştür. Silverman ve arkadaşları (1972) hatalı braket konumlandırmayı engelleyen ve çalışma süresini kısaltan indirekt bonding tekniğini tanıtmışlardır. Araştırmacılar oluşturdukları modeller üzerine braketleri tutturabilmek için simanı, transfer plaklar için ise termoplastik materyalleri kullanmışlardır. Aynı araştırmacılar 1975 yılında ışık ile polimerize olan adezivleri kullanarak çalışma süresini uzatmışlardır (Silverman ve Cohen 1975). İlerleyen yıllarda Thomas (1979), braketleri alçı modeller üzerine pozisyonlandırarak indirekt transfer plakları hazırlamış, kimyasal yolla polimerize olan Bis-GMA içeren rezini kullanarak braketleri indirekt şekilde dişler üzerine yapıştırmıştır. Ardından bu yöntem modifiye edilerek polimerizasyonun daha erken başlaması sağlanmış ve transfer plağın ağız ortamında kaldığı süre azaltılmıştır (Miles 2000).

Teknolojinin ilerlemesi ile ortodonti alanında dijitalleşme süreci başlamış, buna bağlı olarak tanı ve tedavi yöntemleri kolaylaşmıştır (Miyazaki vd 2009). Dijital ortodonti ile birlikte indirekt bonding tekniğinin bazı basamakları elimine edilerek plakların üretim şekli değişmiştir (Wiechmann vd 2003, Garino ve Garino 2005, Ciuffolo vd 2006).

Dijital bonding plakları iki şekilde üretilebilir (Christensen ve Cope 2018). Direkt teknikte sanal braketli model üzerinden transfer plakların dijital ortamda tasarımı

yapılarak, üç boyutlu yazıcı yardımı ile doğrudan olarak plak üretimi gerçekleştirilir. İndirekt teknikte ise braketlerin pozisyonlandırıldığı dijital modellerden üç boyutlu yazıcı yardımıyla braketli çalışma modelleri elde edilir. Ardından silikon veya termoplastik materyalden indirekt olarak transfer plakların üretimi gerçekleştirilir.

Yapılan literatür incelemesinde direkt ve indirekt teknikle üretilen dijital bonding plakları uygulanarak tatbik edilen braketlerin konum doğruluğunu değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır (Pottier vd 2020, Xue vd 2020, Zhang vd 2020, Niu vd 2021, Chaudhary vd 2021, Shin vd 2021, Bachour vd 2022, Yoo vd 2022, Hoffmann vd 2022, Palone vd 2023). Fakat farklı teknikler kullanılarak üretilen dijital indirekt bonding plaklarının braket konum doğruluğu üzerine etkilerini klinik olarak değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez çalışmamız ile direkt ve indirekt teknikle üretilen dijital bonding plaklarının braket konum doğruluğu klinik olarak değerlendirilerek literatürdeki eksikliğin giderilmesi hedeflenmiştir.

### **1.1. Amaç**

Çalışmamızın amacı dijital indirekt teknik kullanılarak direkt (doğrudan) veya indirekt (dolaylı) şekilde üretilen bonding plaklarını braket konum doğruluğu açısından klinik olarak karşılaştırmaktır.



## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Direkt Bonding Tekniği

Mine yüzeyinin %85'lik fosforik asit ile pürüzlendirilmesinin bağlanma gücünü arttırdığı ilk kez Buonocore tarafından 1955 yılında bildirilmiştir (Buonocore 1955). Bu durum ortodontik bantların yerine diş yüzeyine direkt olarak uygulanan ataçmanların kullanılmasına olanak sağlamıştır (Sharma vd 2014). Ortodontik ataçmanların dişler üzerine doğrudan yapıştırılması Newman tarafından gerçekleştirilmiştir. Newman, 60 saniye boyunca mine yüzeyini %40'lık fosforik asit ile pürüzlendirdikten sonra epoksi rezin kullanmıştır (Newman 1965).

Zachrisson (1977), direkt yapıştırma tekniğini geniş bir hasta grubu üzerinde uygulamış ve ortodontik tedavi sürecini detaylı bir şekilde incelemiştir.

Tavas ve Watts (1979), ortodontik ataçmanların diş yüzeyine ışık ile polimerize olan malzemeler ile yapıştırılabileceğini belirtmişlerdir. Diş minesinin görünür ışığı iletilmesi, metal braket tabanındaki ışık ile polimerize olan kompozit rezinin sertleşmesine imkan sağlamıştır (Tavas ve Watts 1979, Douglas vd 1979). Işık ile sertleşen kompozit materyallerin uzun çalışma süresi sağlaması, ortodontik braketlerin ve bantların kullanımını arttırmıştır (Gange 2015).

Uzun çalışma süresi, bonding sırasında dişe yerleştirilen braketlerin konum doğruluğunu kontrol edebilmek için ortodontistlere zaman kazandırır. Ancak posterior dişlere ulaşımın zorluğu nedeniyle braketleri bu dişlere doğru konumda pozisyonlandırmak sorun olmayı sürdürmüştür (Yıldırım ve Aydınatay 2016). Ancak direkt bonding tekniği yıllardan beri ortodonti klinik pratiğinde rutin olarak kullanılmaya devam etmektedir.

Direkt bonding tekniğinin avantajları şu şekilde sıralanabilir (Zachrisson ve Büyükyılmaz 2005):

1. Braket etrafındaki adeziv taşkınlıklar kolaylıkla uzaklaştırılabilir.
2. Bonding adezivinin braket tabanındaki tüm temas yüzeylerini doldurması oluşabilecek dekalsifikasyonların önüne geçer.

3. Braketlerin diş yüzeylerine daha yakın yerleştirilmesi, braketlerin bağlanma dayanımlarını arttırır.
4. Braketleri bantlara kıyasla uygulamak daha kolaydır.
5. Braketler bantlara göre daha estetikdir ve hastalar tarafından daha kolay tolere edilirler.
6. Hastalara stripping işlemi kolaylıkla yapılabilir.
7. Tedavi sonrasında bantlardan kaynaklı oluşabilecek diastemalar görülmez.
8. İrritasyon oluşumu bantlara kıyasla daha az görülür.

Ancak direkt bonding tekniğinin bazı dezavantajları da bulunmaktadır (Zachrisson ve Büyükyılmaz 2005):

1. Posterior bölgeye ulaşım zordur.
2. Braketlerin ideal bir Şekilde yapıştırılması, ortodontistlerin becerisine ve tecrübesine bağlıdır.
3. Nem kontaminasyonunun görülme olasılığı daha fazladır.
4. Bantlara kıyasla tutuculukları daha azdır.
5. Debonding esnasında mine yüzeyinde Őatlaklar meydana gelebilir.
6. Braket etrafındaki adeziv taşkınlıklar temizlenirken mine yüzeyi zarar görebilir.
7. Kullanılan malzemelere bağlı olarak sitotoksik ve alerjik yan etkiler meydana gelebilir.

## **2.2. Konvansiyonel İndirekt Bonding Tekniği**

### **2.2.1. Konvansiyonel indirekt bonding tekniğinin gelişimi**

Silverman ve arkadaşları 1972 yılında braketleri daha doğru bir Őekilde konumlandırabilmek, hasta başında gećen süreyi azaltarak hasta konforunu arttırmak amacıyla indirekt bonding tekniğini geliştirmişlerdir. Araştırmacılar braketleri alćı modele yapıştırabilmek ićin simanı, yapıştırıcı olarak sealantı ve braketlerin transferini gerćekleřtirebilmek ićin termoplastik plakları kullanmışlardır (Silverman vd 1972). Aynı araştırmacılar farklı yapıştırıcıları kullanarak indirekt bonding tekniğini ilerletmiş ve 1974 yılında ışık ile sertleşen adezivlerin kullanımının ćalıřma süresini uzattığını bildirmişlerdir (Silverman ve Cohen 1974).

Thomas 1979'da kimyasal yolla polimerize olan rezini kullanarak braketleri alćı modele yapıřtırmış ve "Custom Base Tekniėini" geliřtirmiřtir. Klinikte braketlerin altına katalizör, diř yüzeylerine ise universal rezini uygulayarak transfer plaklar aėız ićerisine yerleřtirilmiřtir (Thomas 1979). Tekniėin en büyük dezavantajı polimerizasyonun aėız

içerisinde gerçekleşmesi olmuştur. Transfer plakların kimyasal polimerizasyon sonlanmadan ağız içerisinden çıkarılması braket kayıplarının görülmesine sebep olmuştur. Plakların ağız içerisinde gereğinden fazla bırakılması ise hasta konforunu olumsuz yönde etkilemiştir. Bu sorunları çözebilmek için Thomas tekniği modifiye edilmiş böylece transfer plaklarının ağız içerisinde kalma süreleri azaltılmıştır (Miles ve Weyant 2003).

Read ve O'Brien (1990), indirekt bonding tekniğini ışık ile polimerize olan adezivleri kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar braketlerin yapıştırılması esnasında görülen kopmaların direkt bonding tekniğinden belirgin bir fark göstermediğini belirtmişlerdir.

Kasrovi ve arkadaşları (1997), geleneksel transfer plakların opak olması nedeniyle ortodontistlerin plakları doğru bir şekilde yerleştirdiğini anlamasının zor olduğunu ve artık adezivlerin polimerizasyondan sonra uzaklaştırılmasının zaman aldığını bildirmişlerdir. Bu dezavantajları önlemek için transfer plaklarını modifiye ederek braketlerin etrafını açık bırakmışlardır. Böylece bonding esnasında taşan kompozitlerin uzaklaştırılmasını ve ışık ile polimerize olan kompozitlerin efektif bir şekilde kullanımını sağlamışlardır (Kasrovi vd 1997). Miles ise akışkan kompoziti indirekt bonding tekniğinde kullanarak braket tabanında meydana gelebilecek boşlukların oluşma ihtimalini azaltmıştır (Miles 2002).

### **2.2.2. Konvansiyonel indirekt bonding tekniğinin avantajları ve dezavantajları**

Kalange (2004), konvansiyonel indirekt bonding tekniğinin avantajlarını klinik, teknik ve ergonomik olarak üç başlık altında incelemiştir:

#### *Klinik Avantajlar*

1. Bonding süresinin kısalması: İndirekt bonding tekniğinde braketlerin konumlandırılması önceden gerçekleştirildiğinden hekim hasta başında braketleri pozisyonlandırmak için ekstrasından zaman harcamaz (Kalange 1999). Yapılan çalışmalar, indirekt bonding tekniğinin direkt bonding tekniğine göre hasta başında harcanan süreyi azalttığını göstermiştir (Aguirre vd 1982, Guenther ve Larson 2007, Dindaroglu vd 2016).
2. Braketlerin doğru konumda pozisyonlandırılması: Ağız ortamındaki kontaminasyon problemlerinin aksine hasta modellerinin kuru olması ve diş yüzeylerine erişimin kolaylıkla gerçekleştirilebilmesi, hekimlere uzun çalışma süresi sağlamıştır. Diş pozisyonlarının her açıdan rahatça görülebilmesi

braketlerin daha doğru konumda pozisyonlandırılmasını sağlar (Guenther ve Larson 2007).

3. Seramik braketler ile kolay çalışılması: Seramik braketlerin tekrardan konumlandırılması oldukça zordur. Ayrıca bu braketlerin dişlere temas etmesine bağlı olarak minede aşınmalar meydana gelebilir (Viazis vd 1990). İndirekt bonding tekniği ile model üzerinde erken temas alanları önceden belirlenerek braketler yerleştirilebilir (Kalange 2004).
4. Aşırı düzeltimin kolay ayarlanabilmesi: Rotasyonlu dişlerde stabiliteyi arttırabilmek için braket olması gereken yerden biraz daha farklı konumda pozisyonlandırılarak aşırı düzeltim sağlanır. Bonding esnasında direkt yöntem ile bu milimetrik ayarı elde etmek her zaman kolay olmadığından ilerleyen seanslarda braketin repozisyon ihtiyacı ortaya çıkar (Guenther ve Larson 2007).
5. Büküme olan ihtiyacın azalması: Braket tabanındaki kompozitin homojen dağılmaması sonucu dişte labiolingual yönde seviye farklılığı görülebilmektedir. Bu seviye farklılıklarını önleyebilmek için ark teli üzerine ikinci düzen bükümler uygulanır. İndirekt bonding tekniği ile ideal bir braket diş kontağı sağlanarak büküme olan ihtiyaç azaltılır (Kalange 2004).
6. Vertikal kontrolün sağlanması: Derin kapanışa sahip hastalarda, tedavi başında yapılan braket modifikasyonları dik yön kontrolünü sağlamaktadır (Kalange 2004).
7. Düzgün seviyelenmiş dişlerin pozisyonlarının korunması: İyi bir oklüzyona sahip ve posterior bölgedeki dişleri düzgün seviyelenen hastalarda braketlerin ideal pozisyonda yerleştirilememesi dişlerin konumlarını bozabilir. İndirekt bonding tekniği ile braket slotlarının aynı düzlemde olacak şekilde yerleştirilmesi, ark telinin pasif olarak geçmesini sağlayacaktır (Kalange 2004).

#### *Teknik Avantajlar*

1. Kök rezorpsiyonlarının azalması: Kök rezorpsiyonlarına sebep olan etkenler arasında en çok erken oklüzal temaslar, dişlerin yatay düzlemdeki hareket etme miktarları ve hipermobilité sayılabilir (Baumrind vd 1996). Braketlerin doğru konumda yerleştirilmesi erken oklüzal temasların önlenmesini ve tedavi süresinin kısalmasını sağlayacaktır. Bu durum oluşabilecek kök rezorpsiyon riskini azaltır (Sameshima ve Sinclair 2001).
2. Eklem sağlığının iyileştirilmesi: Hatalı pozisyonlandırmalara bağlı olarak tedavi sırasında erken oklüzal temaslar görülebilir. Bu primer temaslar, temporomandibular eklem ve dişler üzerinde uygun olmayan kuvvetlerin oluşmasına neden olur (Roth 1981). İndirekt bonding tekniği ile braketler ideal

konumda yerleştirildiğinden oluşabilecek erken temaslar elimine edilir. Ayrıca ideal bir oklüzal ilişki ile çiğneme kuvvetlerinin homojen dağılması sağlanarak diş ve çenelerde oluşabilecek fizyolojik streslerin önüne geçilir (Kalange 2004).

3. Tedavi sonrası stabilitenin artması: Braketlerin ideal konumlarında yerleştirilmesi, dişlerin final pozisyonlarına daha kısa zamanda ulaşmayı sağlayacaktır. Diş eti fibrillerinin istenen pozisyonda uzun süre kalması tedavi sonrası stabiliteyi arttıracaktır (Boese 1980).

### *Ergonomik Avantajlar*

1. Hasta konforunun artırılması: Bonding süresinin kısalmasına bağlı olarak hasta için seanslar daha konforlu hale gelmiştir (Kalange 2004).
2. Hekim konforunun artırılması: İndirekt bonding tekniği ile kısalan braketleme süresi, klinisyenlerin vücut postürünü zorlayan uzun süreli çalışma pozisyonunda kalmasını önleyecektir (Kalange 2004).

Tekniğin avantajları olduğu gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır:

1. Hastalardan ölçü alınarak elde edilen alçı modeller üzerinde braketlerin pozisyonlandırılması gerekli olduğu için hekimler bonding öncesi ekstrasdan bir seansa ihtiyaç duyar (Sondhi 1999).
2. Laboratuvar ve klinik aşamaları teknik hassasiyet gerektirir (Thomas 1979).
3. Laboratuvar aşamalarının gerçekleştirilebilmesi için konuya hakim yardımcı personele ihtiyaç duyulur (Sheridan 2004).
4. Fazladan laboratuvar aşamalarını içermesi tekniğin maliyeti artırır (White 1999).
5. Kısa klinik kron boyuna sahip dişlere, indirekt bonding tekniği ile braketlerin yapıştırılması zordur (Thomas 1979).
6. Transfer plaklarının dişlere uyumlu olmadığı ve ağız içerisine dengeli bir basınç ile uygulanmadığı durumlarda, hatalı braket konumları meydana gelebilir (Zachrisson ve Brobakken 1978).
7. Özellikle genç hastalarda fizyolojik erüpsiyonun hızlı gerçekleştiği unutulmamalı ve ölçü alındıktan kısa bir süre sonra bonding randevusu oluşturulmalıdır (Guenther ve Larson 2007).
8. Bonding esnasında braket tabanına uygulanan rezin miktarının fazla olması, braket çevresinde adeziv artıkların kalmasına neden olur. Bu durum hastaların ağız bakımını olumsuz yönde etkileyebilir (Zachrisson ve Brobakken 1978, Sondhi 1999). Bu nedenle taşkın adeziv artıkları uzaklaştırılmalıdır (Silverman ve Cohen 1974).

### 2.2.3. Konvansiyonel indirekt bonding tekniğinin laboratuvar aşamaları

İndirekt bonding tekniği uygulanırken birçok farklı yöntem kullanılabilir. Bu teknikler arasındaki farklılıkları; braketleri model üzerine yapıştırabilmek için uygulanan adezivler, transfer plaklar ve braketleri dişlere yapıştırabilmek için kullanılan adezivler belirler (Zachrisson ve Buyukyılmaz 2005).

Transfer plaklarının hazırlanma aşamasında uygulanacak adımlar (Sondhi 1999, Kalange 2007):

1. Hastalardan aljinat ile ölçü alınarak çalışma modelleri elde edilir. Elde edilen modeller trimlenir.
2. Braketlerin konumlandırılacağı ideal yerler gauge yardımıyla işaretlenir. İlk olarak vertikal çizgiler daha sonra da horizontal çizgiler çizilir.
3. İzolasyon ajanı model üzerine ince bir tabaka halinde uygulanır ve kuruması beklenir.
4. Braketlerin çalışma modeli üzerine yapıştırılmasında hekimin seçimine göre ısı veya kimyasal yolla polimerize olan rezinler kullanılabilir. Braket kenarlarındaki artık adezivler polimerizasyon öncesi sond yardımı ile temizlenir. Isı ile polimerize olan rezin kullanılacak ise çalışma modeli 120-170°C sıcaklıktaki fırında 15 dakika boyunca bekletilir. Kimyasal yolla polimerize olan rezin kullanılacak ise üretici firmanın talimatlarına uyularak yapıştırma işlemi gerçekleştirilir.
5. Transfer plaklarının üretimine geçmeden önce andırkatlı alanlar mum veya blok-out materyali ile doldurulur.
6. Uygulanacak rezine göre transfer kaşıklarının seçimi farklılık gösterebilir. Işık ile polimerize olan rezinin kullanılabilmesi için transfer plağının şeffaf olması gerekir.
7. Hazırlanan plakların kenarları kesilerek düzeltilir. Hastalara kolay uygulanabilmesi için plaklar parçalara ayrılarak bölünebilir. Plakların model üzerinden kolay bir şekilde çıkarılabilmesi için model ve transfer plaklar ılık suda bekletilir.
8. Braket tabanları, alüminyum oksit partikülleri (50 µm) yardımı ile kumlanır, sonrasında su ile yıkanıp kurutulur. Bu prosedür eğer ışıkla polimerize olan rezin tercih edilerek gerçekleştirilecekse her bir diş için 10 saniye süreyle mezialden ve distalden polimerizasyon sağlanmalıdır (Read ve O'Brien 1990).

#### 2.2.4. Konvansiyonel indirekt bonding tekniğinde braket konumlandırma

McLaughlin ve Bennett (1995), kendilerinin oluşturduğu braket konumlandırma tablosunu tanıtmışlardır. Bu yöntemle dişler iyi bir şekilde seviyelenmiş, az sayıdaki dişte vertikal konum hataları görülmüş ve braketler yeniden konumlandırılmıştır.

İndirekt bonding tekniğinde braketleri ideal olarak konumlandırabilmek için birçok teknik kullanılmıştır. Phillips (1980), çalışma modeli üzerinde dişlerin vertikal yönde uzun akslarını belirlemiştir. Braketleri alçı modeller üzerine ideal konumlarında yerleştirilebileceğimizi buna bağlı olarak indirekt bonding tekniğinin daha başarılı tedavi sonuçları vereceğini bildirmiştir. Ağız ortamında referans çizgilerin belirlenememesi ve dişlere ulaşımın zor olması gibi problemler bu yöntem ile elimine edilmiştir (Phillips 1980).

Reichheld ve arkadaşları (1990), bireysel gauge kullanarak, alçı modeller üzerine braketleri pozisyonlandırmışlardır.

Kalange 1999 yılında, çalışma modeli üzerinde horizontal ve vertikal referans çizgilerini belirleyerek dişlerin marjinal seviyelerini, fonksiyonel ve okluzal kontakları ile estetik faktörleri temel alan braket konumlandırma basamaklarını tanıtmıştır (Kalange 1999). Araştırmacı braketlerin klinik kron merkezlerine göre yerleştirilmesinin, ideal okluzyonu yakalamak için yeterli olmadığını bildirmiş ve bunun nedenlerini şu şekilde özetlemiştir (Kalange 2007):

1. Anterior dişleri meziodistal olarak geniş ve posterior dişleri meziodistal olarak dar olan deepbite hastalarında, braketler klinik kron merkezi referans alınarak konumlandırıldığında overbite daha da artacak ve hastaların tedavileri zorlaşacaktır.
2. Anterior dişleri meziodistal olarak dar ve posterior dişleri meziodistal olarak geniş olan openbite hastalarında, braketlerin klinik kron merkezi referans alınarak konumlandırılması tedavileri zorlaştıracaktır.
3. Maksiller santral dişi meziodistal olarak geniş ve maksiller lateral dişi meziodistal olarak dar olan hastalarda, braketlerin klinik kron merkezi referans alınarak konumlandırılması estetik olmayan gingival marjin ile sonuçlanacaktır.
4. Periodontal problemleri olan erişkin hastalarda, braketlerin klinik kron merkezi referans alınarak konumlandırılması istenmeyen yan etkiler ile sonuçlanacaktır.

Eliades ve arkadaşları (2005), braketleri klinik kron merkezini referans alarak yerleştirdiklerinde, posterior bölgede marjinal kenar uyumsuzluklarının görüldüğünü ve ideal okluzal kontakın sağlanmadığını bildirmişlerdir. Bu sebeplerden dolayı braket yerleştirilirken referans noktası olarak marjinal kenarların alınması gerektiğini savunmuşlardır.

### 2.2.4.1. Konvansiyonel indirekt bonding tekniğinde çalışma modelleri üzerine braketlerin yapıştırılmasında kullanılan materyaller

İndirekt bonding kavramı ilk kez Silverman ve arkadaşları (1972) tarafından tanımlanmıştır. Araştırmacılar model üzerine plastik braketleri yapıştırabilmek için Bis-GMA kullanmıştır (Silverman vd 1972). Aynı araştırmacılar ilerleyen zamanlarda tekniği geliştirerek ağ tabanlı braketleri, ışıkla polimerizasyonu gerçekleşen Bis-GMA rezini uygulayarak yapıştırmışlardır (Silverman ve Cohen 1975).

Model üzerine braketleri yerleştirebilmek için mumlar (Moin ve Dogon 1977) ve suda çözünen yapıştırıcılar (Moshiri ve Hayward 1979) kullanılmıştır. Özellikle mum, tutkal ve karamel gibi maddeler, model suda bekletildiğinde eridiği için tercih edilmiştir. Ancak bu maddeler tam olarak eriyemediklerinde, klinikte kullanılan yapıştırıcı rezine bulaşarak yapıştırıcının etkinliğini azaltmıştır (Milne vd 1989).

Thomas tarafından geliştirilen "Custom Base" uygulaması ile bu problemler elimine edilmiş ve kimyasal olarak sertleşen rezinler kullanılarak hastaya özel rezin kaideler oluşturulmuştur. Böylece bu teknik ile braketlerin bağlanma dayanımları artırılmıştır (Thomas 1979). İlerleyen zamanlarda termal veya ışık ile polimerize olan rezinler kullanılarak kişilere özel rezin kaideler oluşturulmaya başlanmıştır (Sondhi 1999, McCrostie 2003).

Termal yol ile polimerize olan rezinler, braketlerin model üzerine yerleştirilebilmesi için uzun çalışma süresi sağlamıştır. Tüm braketlerin ideal pozisyonları ayarlandıktan sonra çalışma modeli 120-170°C sıcaklıktaki fırında 15 dakika boyunca bekletilmiş ve braket tabanındaki rezinin polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin en büyük problemi ısı uygulaması esnasında model üzerindeki braketlerin yer değiştirmesi olmuştur (Sondhi 1999, Kalange 2007).

Günümüzde ışık ile polimerize olan kompozitler daha sık tercih edilmektedir (McCrostie 2003, Polat vd 2004). Işık ile polimerize olan kompozitlerin; braketleri model üzerine yerleştirilirken uzun çalışma süresi sağlaması, viskozitelerinin bu teknik için uygun olması ve braketlerde kayarak yer değiştirme gibi problemlerin görülmemesi gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Adeziv kaplı braketlerin kullanılmadığı durumlarda, braketleri model üzerine yapıştırabilmek için 3M Unitek firması tarafından piyasaya sürülen Transbond XT materyali önerilmiştir. Daha az viskoziteye sahip olan diğer rezinlerin çalışma modelleri üzerindeki braketlerde kaymaya neden olacağı için kullanımları sınırlı kalmıştır (Sondhi 2007).

Tabanında kompozit bulunan kendinden adezivli braketler ise laboratuvar aşamalarını elimine ederek harcanan süreyi azalttıkları için tavsiye edilmektedir (Cooper



ve Sorenson 1993, Kalange 1999). Bu braketler sayesinde rezinin dış ortam ile teması kesilerek kontaminasyon riski de azaltılmıştır (Cooper ve Sorenson 1993).

## **2.2.5. Konvansiyonel indirekt bonding tekniğinde kullanılan transfer plağı materyalleri**

### **2.2.5.1. Tek diş transfer plakları**

#### *Hiro Sistemi*

Hiro ve arkadaşları (2008) tarafından tanıtılan daha sonra Takemoto ve Scuzzo ile geliştirilen kolay ve ucuz bir sistemdir. Her diş için özel olarak oluşturulan transfer plaklar yardımıyla braketler ağız içerisine aktarılır. Braketler dişe özel transfer plaklar ile tek tek aktarılacağından, hasta başında geçen süre tüm arkı içeren plaklara göre çok daha uzundur (Frost ve Fillion 2006, Hiro vd 2008).

#### *Hibrid Core Sistemi*

Matsuno tarafından geliştirilen, lingual ortodonti tekniğinde kullanılan bir sistemdir. Bu sistemde transfer plağın iç kısmı silikondan, dış kısmı ise rezinden üretilmektedir. Böylece transfer plağı ağız içerisine uygulandığında stabil olarak kalabilecek ve aynı zamanda yapıştırma işlemi sonrası braketten kolaylıkla ayrılacaktır. Uzaklaştırılan plak çok fazla deforme olmadığı için kopan braketler aynı plaklar ile tekrardan dişlere yapıştırılabilmektedir (Matsuno vd 2003).

#### *Konvertible Rezin Kor Plaklar*

Echarri ve Kim'in geliştirdiği bir sistemdir. Laboratuvar ortamında akrilden her dişe özel transfer plakları hazırlanır. Braketlerin daha hızlı bir şekilde transferinin yapılabilmesi için tüm dişleri içeren silikon esaslı materyalden hazırlanan transfer plağı oluşturulur. Böylece hekimin bonding için ayırdığı seans kısalmıştır (Echarri ve Kim 2004).

Tek dişi içeren transfer plaklarının bazı avantajları bulunmaktadır:

1. Transfer plaklar her bir dişe özel olarak hazırlandığı için yanlış pozisyonda yerleştirilme riskleri oldukça azdır (Echarri ve Kim 2004).
2. Transfer plaklar saklandığı takdirde kopan braketler tekrardan aynı plaklar ile dişlere aktarılabilir. Tüm arkı içeren silikon plaklarda, kopan braket varlığında plak kesilerek tek diş için kullanılabilir. Fakat tek dişi kapsayan plaklar kadar stabil olmadıklarından braketler ideal pozisyonlarında yerleştirilemeyebilir (Echarri ve Kim 2004).

3. Tüm dişleri kapsayan transfer plakların ağız içerisinden uzaklaştırılması tek diş plaklara göre oldukça zordur. Özellikle silikon materyalinin braketlerin girintili alanlarından kolaylıkla çıkabilecek esneklikte olmaması, braketlerde kopmalara neden olabilir (Yıldırım ve Aydınatay 2016).

### **2.2.5.2. Tüm dişleri içeren transfer plakları**

#### *Opak Silikon Transfer Plakları*

Plaklar şeffaf olmayan ve polimerizasyonları çabuk gerçekleşen silikon materyalinden üretilmektedir. Ağız içerisine yerleştirildiğinde opak olması sebebi ile braketlerin görülmesine imkan vermemektedir. Bu sebepten dolayı hekimler kendiliğinden polimerize olan yapıştırıcıları tercih etmelidir. Ayrıca materyalin rijit özellikte olması plakların braketlerin etrafından çıkarılmasını oldukça zorlaştırır. Hekim tarafından transfer plaklarının yanlış bir şekilde yerleştirildiği ancak plaklar ağız içerisinden uzaklaştırıldığında fark edilebilir. Yanlış yerleştirilen plaklar braketlerin uygun olmayan pozisyonda konumlandırılmasına ve bu braketlerin direkt bonding tekniği ile yeniden yerleştirilmesine sebep olur. Hasta başında geçirilen sürenin uzaması ve indirekt bonding prosedürünün başarılı bir şekilde gerçekleştirilememesi hekimleri opak silikon materyali kullanmaktan uzaklaştırmıştır (Kasrovi vd 1997).

#### *Şeffaf Silikon Transfer Plakları*

Koga ve arkadaşları tarafından 2007 yılında "Hızlı İndirekt Bonding Sistem"i tanıtılmıştır. Araştırmacılar Opal Orthodontics tarafından piyasaya sürülen yumuşak silikon (Emiluma) malzemesini tabanca yardımı ile braketlerin etrafına enjekte etmişlerdir. Daha sonra braket aralarını, dişlerin palatinal, okluzal ve lingual yüzeylerini Heraeus Kulzer firması tarafından piyasaya sürülen sert silikon (Memosil) malzemesi ile doldurmuşlardır. Çift katlı silikon transfer plakların ağız içerisine yerleştirildiğinde sağlam ve stabil olarak kalması, braketlerin ideal yerlerine konumlandırılmasını sağlamıştır. Transfer plağın yapımında kullanılan silikon materyallerin şeffaf olması da bonding esnasında braket pozisyonlarının kontrol edilebilmesine imkan sağlamıştır (Koga vd 2007).

#### *Termoplastik Transfer Plakları*

Isı ile şekillenen transfer plakları genellikle çift katmanlı tercih edilse de tek katman şeklinde de uygulanabilir. Öncelikle braketlerin yerleştirileceği çalışma modeli üzerine blok out yapılır ve braket hooklarının olduğu kısımlara silikon uygulanarak andırkat oluşturabilecek alanlar kapatılır. Daha sonra yumuşak plak, termoplastik

materyali şekillendiren vakum cihazı kullanılarak model üzerine basılır. İç katmandaki plağın yumuşak olması transfer plağın braketlerden kolaylıkla ayrılmasını sağlayacaktır. Yumuşak plağın sınırları düzeltildikten sonra dış katmana da sert plak (Biocryl) basılarak plak üretimi tamamlanır. Dış katmanda rijit bir plağın tercih edilmesi stabiliteyi arttıracak böylece braketlerin daha doğru konumda yerleştirilmelerine imkan sağlayacaktır (Sondhi 2007). Ayrıca Dentsply tarafından piyasaya sürülen Essix plaklar da sert bir yapıda oldukları için konvansiyonel indirekt bonding transfer plaklarının dış katmanında kullanılabilir (Moskowitz 2007).

### **2.2.6. Konvansiyonel indirekt bonding tekniğinin klinik uygulaması**

Konvansiyonel indirekt bonding tekniği aşağıdaki basamaklar takip edilerek uygulanır (Kalange 2007):

1. Dişlerin florür içermeyen pomza ile polisajı yapılır ve oral kavitenin izolasyonu sağlanır.
2. Tüm dişler asit ile 30 saniye boyunca pürüzlendirilir, ardından su ile yıkanarak asit uzaklaştırılır.
3. Diş yüzeyleri hava ile kurutularak tebeşirimsi görüntü elde edilir.
4. Kimyasal yolla polimerize olan rezin uygulanacak ise Sondhi Rapid Set, diş yüzeylerine ve braket tabanlarına uygulanır. Dişler üzerine ince bir tabaka rezin A, transfer plak içerisindeki braketlerin tabanlarına ise rezin B tatbik edilir. Transfer plaklar parmak basıncı ile dişler üzerine uygulanır ve 30 saniye boyunca tutulur. Rezinin tam olarak polimerize olabilmesi için plaklar ağız içerisinde iki dakika daha bekletilir.
5. Transfer plaklar lingualden okluzale doğru scaler yardımı ile çıkarılır ve ardından taşkın rezinler, scaler veya tungsten-karbid frez ile uzaklaştırılır. Bu prosedür eğer ışık ile polimerize olan rezin tercih edilerek gerçekleştirilecekse her bir diş için 10 saniye süreyle mezialden ve distalden polimerizasyon sağlanmalıdır (Read ve O'Brien 1990).

#### **2.2.6.1. İndirekt bonding tekniğinde klinikte kullanılan yapıştırıcılar**

Newman (1974), direkt bonding tekniğinin yanı sıra akrilik bazlı adezivleri kullanarak indirekt bonding yöntemi ile örgü tabanlı braketleri dişler üzerine uygulamıştır.

Thomas, Silverman ve Cohen tarafından 1975 yılında geliştirilen tekniği modifiye ederek kişiye özel base oluşturabilmek için 3M Unitek firması tarafından piyasaya sürülen Dyna-bond ve Concise materyallerinin kullanıldığı indirekt bonding tekniğini

tanıtmıştır. Bu teknikte özel rezin tabanların yapımında ve braketlerin vakumla şekillendirilen şeffaf transfer plakları ile beraber dişler üzerine aktarılmasında iki parçalı likit sealant kullanılmıştır (Kalange ve Thomas 2007).

Bis-GMA bazlı adezivler, cam iyonomer ile güçlendirilmiş rezinler, akrilatlı epoksi rezinler ve siyanoakrilatlar kimyasal olarak polimerize olan simanlar arasında olup indirekt yapıştırma tekniğinde kullanılmıştır (Newman 1974, Silverman vd 1997, Rajagopal vd 2004).

Sondhi, 1999 yılında farklı bir indirekt bonding tekniğini tanıtmıştır. Bu teknikte braketler çalışma modelleri üzerine yapıştırılarak termoplastik veya polivinilsiloksan transfer plaklarının üretimi gerçekleştirilmiştir. Transfer plakları içerisindeki braketler dişler üzerine kimyasal yolla polimerize olan rezin ile yapıştırılmıştır. Böylece polimerizasyon süresi kısaltılmış ve transfer plakları çıkartıldıktan sonra braket etrafında görülen artık adezivler minimuma indirilmiştir (Sondhi 1999).

Hamula (1991), ışık ile polimerize olan adezivlerin indirekt bonding tekniğinde tercih edilmesinin avantajlarını değerlendirmiştir. Bu adezivlerin kullanımı ile beraber braketleri pozisyonlandırma aşamasında sınırsız çalışma süresi sağlanmış, bonding işlemi için ayrılan süre kısaltılmış ve hasta konforu artmıştır.

Kendinden adezivli braketlerin piyasaya sürülmesi ile Cooper ve arkadaşları (1992) tarafından bu braketlerin direkt bonding tekniğinde kullanımı değerlendirilmiş ve temizleme kolaylığı ile birlikte adeziv artıkların eliminasyonu braketlerin avantajları arasında gösterilmiştir. Ardından Cooper ve Sorenson (1993) seramik ve adeziv kaplı braketleri modifiye Thomas tekniğini uygulayarak dişler üzerine yapıştırmışlardır. Daha sonra Read ve Pearson (1998) kişiye özel rezin tabanlı braketleri dişler üzerine indirekt bonding tekniği ile yapıştırabilmek için ışık ile sertleşen ve doldurucusu az olan rezin materyali uygulayarak hekimlere uzun çalışma süresi sağlamışlardır.

White (2001), hızlı sertleşen kompozit adeziv ile self-etching primeri indirekt bonding tekniğinde kullanarak uygulamıştır. Ayrıca restoratif diş hekimliğinde kullanılmak üzere geliştirilen uygun viskoziteye sahip akışkan kompozit (Filtek Flow) ilk olarak Miles tarafından indirekt bonding tekniğinde kullanılmıştır (Miles 2002). Araştırmacı indirekt bonding tekniğinde kullanılan bu malzemenin avantajlarını; mine ile rezin arasındaki boşlukların azalması, yeteri kadar akıcı olmakla birlikte transfer plağı ağız içerisine yerleştirilinceye kadar geçen sürede yeterli viskoziteye sahip olması ve braket tabanına yeterli miktarda kontrollü bir şekilde uygulanabilmesi şeklinde sıralamıştır (Miles 2002).

## 2.3. Dijital İndirekt Bonding Tekniği

### 2.3.1. Dijital indirekt bonding tekniğinin gelişimi

Teknoloji alanındaki gelişmeler ile birlikte indirekt bonding tekniğinin dijitalleşme sũreci başlamıştır. Bazı firmalar, transfer plakların ũretimini geręekleřtirebilmek için bilgisayar destekli ũretim yũntemlerini kullanmıştır. Bu yũntemlerden birisi olan SureSmile™ sisteminde, dişlerin ağız içi tarama cihazı ile dijital gũrũntũleri elde edilerek braketler ideal pozisyonlarında olacak şekilde konumlandırılmıştır. Kişiye ũzel transfer plaklarının hazırlanması ile birlikte indirekt bonding tekniği uygulanmıştır (Sachdeva vd 2005).

Popũler olan bir diğer sistem ise Insignia'dır. Bu sistemde de dişlerin ağız içi tarama cihazı kullanılarak ũ boyutlu dijital gũrũntũleri elde edilmiştir. Bu gũrũntũler ũzerine dijital set-up uygulanmıştır. Tasarımı geręekleřtirebilmek için bilgisayar destekli tasarım ve ũretim (CAD/CAM) tekniği kullanılmış ve kişiye ũzel braketler ũretilmiřtir (Gracco ve Tracey 2011).

Dijital indirekt bonding tekniğinin birçok avantajı bulunmaktadır (ũnsal ve ifter 2021):

1. Őlũ alımından transfer plakların ũretimine kadar geręekleřen aşamaların hepsi sanal ortamda planlanabilmektedir.
2. Hekim ve laboratuvar arasındaki iletişimi kolaylaştırmak, iş akışını hızlandırır.
3. Ağız içi tarayıcılar ile elde edilen ũ boyutlu gũrũntũler kolaylıkla saklanarak depolanabilir.
4. Hastadan Őlũ alımına ve Őlũlerin laboratuvara gũnderilmesine gerek kalmadığı için çapraz enfeksiyon riskini azaltır.
5. Direkt bonding tekniğine kıyasla hasta başında geçen sũre oldukça kısadır.

Tekniğin avantajları olduğu gibi birtakım dezavantajları da mevcuttur (Yener 2022):

1. Yazılımın ve dijital ortamda yapılacak uygulamaların karmaşık ve kompleks işlemleri içermesi, eğitim ve tecrũbe gerektirir.
2. Sadece yazılımın kũtũphanesinde tanımlı olan braketler kullanılabilir. Braketlerin dijital ortamda yerleştirilebilmesi için ekstradan hastadan ağız içi tarama veya elde edilen çalışma modellerinin taranması gerekmektedir.
3. Plaklar yerleştirildikten sonra braket çevresinde gũrũlen taşkın adeziv artıkların uzaklaştırılması fazladan zaman alır.
4. Tekniğin maliyeti, konvansiyonel indirekt bonding tekniğine gũre çok daha yũksektir.

## 2.3.2. Dijital indirekt bonding tekniğinde braket konumlandırma

### 2.3.2.1. Dijital modellerin elde edilmesi

Hasta kayıtlarının eksiksiz ve detaylı bir şekilde alınması, tedavi planlamasının doğru yapılabilmesine ve tedavinin başarılı bir şekilde tamamlanmasına olanak sağlar. Tedavi planlamasında kullanılan alçı modeller uzun yıllardır ortodonti alanında altın standart olarak kabul görmüştür. Alçı modeller kullanılarak hastaların bolton uyumsuzlukları, yer darlığı ve yer ihtiyacı miktarları tespit edilerek detaylı oklüzyon değerlendirmesi yapılabilir (Rheude vd 2005). Fakat çalışma modellerinin kaybolması, kırılması, depolanması ve dublike edilmesi gibi problemler de gözardı edilmemelidir (Peluso vd 2004). Teknoloji alanındaki gelişmeler ile birlikte farklı ağız içi tarama cihazları üretilmiş ve dijital olarak üç boyutlu (3D) dental modeller oluşturulmuştur. Üç boyutlu dental modellerin oluşturulmasıyla alçı modellerin kaybolması, kırılması ve depolanması gibi dezavantajları da elimine edilmiştir. Bu durum dijital modellerle elde edilen ölçümlerin de alçı modeller kadar güvenilir bulunması ile sonuçlanmıştır (Fleming vd 2011, Rossini vd 2016).

Dijital ortodontik veriler, direkt ve indirekt olmak üzere iki farklı şekilde elde edilebilmektedir. Direkt yöntemde ağız içi tarama cihazı ile hastaların alt ve üst diş arkları taranarak, kapanışları alınmaktadır. İndirekt yöntemde ise hastalardan alınan alçı modellerin veya ölçülerin masaüstü tarayıcısı ile ya da ağız içi tarama cihazları ile sanal görüntüleri oluşturulur (Ünsal ve Çifter 2021). Direkt ve indirekt yolla dijital model üzerinden elde edilen verilerin güvenilirliğinin kıyaslandığı çalışmalar mevcuttur (Flügge vd 2013, Sun vd 2018, Koretsi vd 2018).

Koretsi ve arkadaşları (2018), her iki tekniği de güvenilir bulurken, indirekt teknikte elde edilen dijital görüntülerin, direkt tekniğe göre daha başarılı sonuçlar verdiğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Araştırmacılar bu farklılığın, tükürük ve kısıtlı görüş açısından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir (Flügge vd 2013, Sun vd 2018).

### 2.3.2.2. Model segmentasyon aşaması

Dijital modeller üzerinde düzlemlerin oluşturulması ile beraber alt ve üst dişlerin programda tanımlanması segmentasyon aşamasında başlamaktadır. Bu aşama aşağıdaki basamakları içerir (Layman 2019):

1. Braketlerin yerleştirileceği diş yüzeylerinin eksiksiz olarak görülebilmesi için her bir dişin program üzerinde tanıtılması gerekir.
2. Dişlerin insizal kenarının mezial ve distal noktaları belirlenir.

3. Tüm dişlerin diş-diş eti birleşim sınırları noktalama yapılarak işaretlenir. Böylece diş ile diş eti birbirinden ayrıştırılarak segmentasyon aşaması tamamlanmış olur.
4. Segmentasyon aşamasından sonra sınırları düzgün belirlenemeyen diş ve dokular tekrardan modifiye edilerek manuel olarak düzeltilebilir.
5. Her bir dişin direnç merkezi belirlenir ve uzun eksenleri oluşturulur. Braketlerin ideal pozisyonda konumlandırılması ve istenilen diş hareketinin gerçekleştirilebilmesi için nokta ve eksenler dikkatlice belirlenmelidir.

### **2.3.2.3. Braketlerin dijital ortamda konumlandırılması**

Segmentasyon aşaması tamamlanan sanal modeller, braketlerin dijital olarak pozisyonlandırılabilmesi için hazır hale gelmiştir. Dijital olarak braketleri konumlandırmaya imkan veren birçok programın sanal kütüphanesinde farklı markaların braket ve tüpleri bulunmaktadır. Klinikte tercih edilecek braket ve tüplerin, markaları ile birlikte seri numaralarının da sanal kütüphane de bulunup bulunmadığına dikkat edilmelidir. Bu aşamadan sonra hastaların ark formlarına uygun olan sanal ark formları seçilir. Ark formlarının seçilmesi ile beraber program hekimlere tedavi simülasyonlarını göstererek tedavinin gidişatı hakkında öngörude bulunabilmelerini sağlar. Ardından program üzerinde seçilen braketler ve tüpler, belirlenen meziodistal mesafe ve akslara göre otomatik olarak konumlandırılır. Meydana gelen hatalı pozisyonlandırmalar manuel olarak düzeltilebilir (Ünsal ve Çifter 2021).

### **2.3.3. Dijital indirekt bonding plaklarının tasarlanması ve üretimi**

Dijital olarak braketler yerleştirildikten sonra sıra transfer plaklarının tasarım ve üretim aşamasına gelir. Dijital indirekt bonding plaklarının üretiminin temeli iki yaklaşım ile gerçekleşmektedir (Christensen ve Cope 2018):

#### **2.3.3.1. Direkt yöntem ile plakların tasarlanması ve üretilmesi**

Sanal braketli model üzerinden transfer plakların dijital ortamda planlanması ve planlanan transfer plakların üç boyutlu yazıcı yardımı ile direkt olarak üretiminin gerçekleştirildiği bir tekniktir (Christensen ve Cope 2018).

Plak tasarımı 3Shape firması tarafından bahsedilen aşağıdaki adımlar takip edilerek gerçekleştirilir (WEB\_1):

1. Braketli dijital modellerin görüntüleri plak tasarımının gerçekleştirileceği programa aktarılır.

2. Bonding işlemi sonrası braketlerde görülebilecek kopmanın önüne geçmek için plağın andırkatlı alanları yazılım ile ortadan kaldırılır.
3. Plağın ağız içerisine giriş açısı belirlenir.
4. Giriş açısı belirlenen transfer plağının vestibül ve lingual sınırları noktalama yapılarak işaretlenir.
5. Sınırlar belirlendikten sonra yazılım otomatik olarak plakları oluşturur.
6. Elde edilen sanal plak tasarımlarının sınırları manuel olarak tekrardan düzeltilir ve plakların braketleri içerisine alacak şekilde kalınlıkları ayarlanır.
7. Tasarımı bitirilen transfer plağı STL “Standard Tessellation Language” formatında kaydedilerek üç boyutlu yazıcıya gönderilir.

Dijital olarak tasarlanan plakların üç boyutlu üretimi için rezin esaslı baskı yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem ile üretim yapan “Stereolithography” (SLA) ve “Digital Light Processing” (DLP) olmak üzere iki tip cihaz mevcuttur. Cihazlar benzer hassasiyette baskı yapsalar da reçine katmanlarını işleme şekilleri farklılık gösterir. Bu cihazların yapılacak işleme uygun reçineler ile birlikte kullanılmaları klinik olarak başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlar. Ancak biyoyumlu transfer plaklarının SLA tipi cihazlar ile direkt olarak üretiminin gerçekleştirilebilmesi henüz mümkün değildir. Buna bağlı olarak DLP tipi cihazlar klinik açısından daha avantajlı olabilmektedir. Fakat üst düzey DLP tipi cihazlar bile braketlerin dijital olarak yerleştirilmesiyle elde edilen transfer plaklarının basımında başarılı olamayabilir. Bunun nedenleri arasında yazıcının braketlerin karmaşık topografyasını gösterebilecek yeterli çözünürlüğe sahip olmaması gelir. Diğer bir sebep ise şeffaf polimerize olmamış reçinenin, sonraki katmanlardan iletilen ışıkla polimerleşerek braketlerin tam oturmasını engellemesidir (Christensen ve Cope 2018).

Dikkat edilmesi gereken diğer nokta ise tercih edilen reçinenin tipidir. Direkt yöntem ile üretilen transfer plaklarının bonding sonrası dişlerden kolayca ayrılabilmesi için seçilecek reçinenin yıkama ve polimerizasyon işlemleri sonrası yumuşak ve esnek bir yapıda kalması gerekir (Ünsal ve Çifter 2021).

### **2.3.3.2. İndirekt yöntem ile plakların üretilmesi**

Braketlerin pozisyonlandırıldığı dijital modellerin STL formatında kaydedilmesi ve üç boyutlu yazıcı yardımıyla bu braketli modellerin basılması, ardından silikon esaslı materyal ya da termoplastik materyali şekillendiren vakum cihazıyla iç katmanda yumuşak dışta ise sert olacak şekilde çift katmanlı plakların basılarak transfer plakların üretiminin gerçekleştirildiği bir tekniktir (Christensen ve Cope 2018).

Braketli üç boyutlu çalışma modellerinin üretimi için dijital plakların üretiminde de tercih edilen rezin esaslı baskı yöntemi kullanılmaktadır. Yazıcıdan üretilen braketli



modellerde kullanılan reçine ile direkt yöntem ile elde edilen transfer plakların üretiminde tercih edilen reçine birbirinden farklılık gösterir. İndirekt yöntem ile üretilen braketli modellerin basımında tercih edilen reçine vakumlu cihazlara maruz kaldıktan sonra sert ve rijit bir yapıda kalabilmelidir (Christensen ve Cope 2018, Ünsal ve Çifter 2021).

Braketli üç boyutlu çalışma modelinin yazıcıdan üretimi gerçekleştirildikten sonra aşağıdaki basamaklar izlenir (Layman 2019):

1. Baskısı tamamlanan braketli model izopropil alkol banyosunda yıkanır ve ardından iki dakika boyunca polimerize edilir.
2. Braketli üç boyutlu çalışma modeli üzerine basılan termoplastik transfer plaklarının içerisine yerleştirilen braketlerin bonding esnasında sabit kalabilmesi için 1 mm kalınlığındaki disk ile model üzerine çentikler atılır. Böylece plakların braketleri daha sıkı bir şekilde tutması sağlanır.
3. Termoplastik transfer plaklar genellikle çift katmanlı tercih edilir. İçte bulunan yumuşak plak, vakumlama cihazında basılıp sınırları düzeltildikten sonra model üzerine dış tabakada kullanılacak olan rijit plak basılır.
4. Plakların fazlalıkları kesilerek uzaklaştırılır. Ardından sabun ve su ile iyice temizlenir.
5. Uygulama kolaylığı sağlayabileceği için transfer plaklar birkaç parçaya bölünerek ağız içerisine uygulanabilir.

#### **2.3.4. Dijital indirekt bonding tekniğinin klinik uygulaması**

Direkt ya da indirekt teknikle üretilmiş dijital indirekt bonding plaklarının klinik uygulaması aşağıdaki basamaklar izlenerek gerçekleştirilir (Layman 2019):

1. Oral kavitenin izolasyonu sağlanır.
2. Braketin yerleştirileceği yüzeyler 30 saniye süreyle ortofosforik asit ile pürüzlendirilir. Pürüzlendirme işlemi sonrası yüzey yıkanıp kurulanır.
3. Dış yüzeyine ince bir tabaka primer tatbik edilir.
4. Plak içerisindeki braketlerin tabanına ince bir tabaka kompozit nokta şeklinde uygulanır. Bond fırçası ile kompozitin braket tabanına yayılması sağlanır.
5. Plak, ağız içerisine yerleştirilir ve doğru pozisyonda konumlandırıldığından emin olunduktan sonra hafifçe bastırılır.
6. Transfer plağının izin verdiği ölçüde apikal kısımdan taşan adeziv artıklar uzaklaştırılır.
7. Braketlerin her birine yeterli süre ve mesafede ışık kaynağı uygulanarak kompozitin polimerizasyonu üretici firmanın talimatları doğrultusunda gerçekleştirilir.

8. Transfer plaklar çıkartıldıktan sonra braket kanatlarına parmak basıncı ile kuvvet uygulanır ve bağlanma dayanımları kontrol edilir. Bonding sonrası braketlerde ani bir kayıp olup olmadığı değerlendirilir.

### 2.3.5. Braket konum doğruluğunu değerlendiren çalışmalar

Yapılan literatür incelemesinde indirekt bonding tekniği ile braket konum doğruluğunu değerlendiren birçok çalışmaya rastlanmıştır (Koo vd 1999, Hodge vd 2004, Wendl vd 2008, Nichols vd 2013, Castilla vd 2014, Grünheid vd 2016, Schmid vd 2018).

Son beş yılda yapılan literatür taraması neticesinde, Schmid ve arkadaşları (2018) yaptıkları in vitro çalışmada silikon materyalinden yapılan transfer plak ile çift katlı termoplastik plağı braket konum doğruluğu açısından karşılaştırmışlardır. Braketlerin pozisyonlandırıldığı çalışma modeli ile transfer sonrası elde edilen braketli alçı modelleri tarayarak iki farklı plağın lineer ve açısal transfer hatalarını incelemiştir. Çalışmalarında kullandıkları çift katlı termoplastik plağın iç katmanında 1 mm kalınlığında yumuşak plak, dış katmanında ise 0,75 mm kalınlığa sahip rijit plak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda lineer ölçümlerde en fazla değişimin okluza-gingival yönde olduğu bulunmuştur. Ayrıca silikon materyalinden hazırlanan transfer plaklar, çift katlı termoplastik plağa göre çok daha başarılı sonuçlar vermiştir.

Dijital ortodonti kavramı ile indirekt bonding tekniğinin bazı basamakları elimine edilmiş ve bu basamaklar dijital ortama taşınmıştır. Daha sonra yapılan güncel çalışmalarda farklı tekniklerle üretilen dijital indirekt bonding plaklarının braket konum doğruluğu değerlendirilmiştir.

Pottier ve arkadaşları (2020) yaptıkları in vitro çalışmada direkt ve indirekt dijital teknikle üretilen indirekt bonding plakların braket konum doğruluğunu karşılaştırmışlardır. Braketler sanal ortamda yerleştirildikten sonra üç boyutlu yazıcıdan braketli çalışma modeli oluşturulmuş ve elde edilen çalışma modeli üzerinde kalınlığı 5 mm olan şeffaf silikondan transfer plaklar hazırlanmıştır. Direkt teknikle üretilen dijital transfer plaklar ise sanal ortamda tasarlanarak üç boyutlu yazıcıdan üretilmiştir. Araştırmacılar indirekt dijital teknikle üretilen silikon transfer plakları, direkt dijital teknikle üretilen transfer plaklara göre daha başarılı bulmuşlardır.

Zhang ve arkadaşları (2020) yaptıkları in vitro çalışmada direkt teknik ile üretilen tüm arkı ve tek tek olacak şekilde dişleri içeren dijital indirekt bonding plakların braket konum doğruluğunu değerlendirmişlerdir. Ayrıca konvansiyonel yöntemle model üzerine braketleri yerleştirip içteki yumuşak plağı 1 mm, dıştaki rijit plağı 0,6 mm ve 0,8 mm olan iki farklı kalınlığa sahip termoplastik materyali de karşılaştırmışlardır. Isı ile şekillenen termoplastik plağın iç katmanı dişlerin 2 mm gingivaline kadar uzatılırken, rijit olan dış

katman braketlerin 2/3'ünü içerecek şekilde kesilmiştir. Araştırmacılar direkt teknikle üretilen dijital indirekt bonding plakları arasında klinik güvenilirlik açısından anlamlı bir farklılık rapor etmemiştir. Dış katmanında farklı kalınlıkta plakların kullanıldığı çift katlı termoplastik plaklar karşılaştırıldığında ise 0,6 mm kalınlığa sahip plaklar, 0,8 mm kalınlığa sahip transfer plaklara göre çok daha güvenilir bulunmuştur.

Xue ve arkadaşları (2020) yaptıkları klinik çalışmada 10 hastanın ağız içini tarayarak dijital görüntülerini elde etmiş ve bu görüntüler üzerine sanal ortamda braketleri pozisyonlandırmışlardır. Braketler ağız içerisine kılavuzlu yapıştırma aparatları kullanılarak aktarılmıştır. Aparatlar dijital ortamda tasarlandıktan sonra üç boyutlu yazıcı yardımı ile üretilmiştir. Üç parçaya sahip olan bu aparatlar; braketlerin distal ve okluzal yüzeyine göre tasarlanan L şeklinde bir kılavuzdan, okluzal yüzeylerini kaplayan atelden ve bağlayıcı parçalardan oluşturulmuştur. Araştırmacılar açısal ölçümlerde meydana gelen transfer hatası açısından tork ölçümlerinde en düşük değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca bu yöntemin direkt teknikle üretilen dijital indirekt bonding plaklarına alternatif olabileceğini de belirtmişlerdir.

Duarte ve arkadaşları (2020) yaptıkları in vitro çalışmada sanal ortamda braketleri dijital bir model üzerine konumlandırmışlardır. Daha sonra transfer plağı braketli sanal görüntüler üzerinde tasarlayarak plakların üç boyutlu yazıcıdan üretimlerini gerçekleştirmişlerdir. Farklı ortodontistler direkt teknikle üretilen dijital transfer plakları başlangıç modeli üzerine yerleştirip braketlerin transferini gerçekleştirmiş ve tekniğin tekrar edilebilirliği incelenmiştir. Araştırmacılar, direkt teknikle üretilen dijital transfer plakları braket konum doğruluğu açısından başarılı bulmuşlardır.

Süpple ve arkadaşları (2021) yaptıkları in vitro çalışmada üç boyutlu yazıcıdan 15° ve 75° açıyla üretilen braketli çalışma modelleri üzerine indirekt teknikle transfer plakları hazırlamış ardından plaklar vasıtasıyla tatbik edilen braketlerin konum doğruluklarını karşılaştırmışlardır. Alçı modellerin taranıp sanal görüntüleri elde edildikten sonra dijital görüntüler üzerine braketlerin konumlanacağı sınırlar işaretlenmiştir. Ardından farklı açılarla üretilecek şekilde braketli çalışma modelleri tasarlanmıştır. Braket sınırlarını içeren dijital modeller üç boyutlu yazıcıdan üretilmiş ve işaretlenen alanlara braketler yerleştirilmiştir. Elde edilen braketli model üzerine 2 mm kalınlığında tek katlı termoplastik plak uygulanmıştır. Araştırmacılar 15° ve 75° açıyla elde edilen braketli çalışma modelleri üzerinde tasarladıkları indirekt teknikle üretilen transfer plaklar arasında braket konum doğruluğu açısından farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir.

Shin ve arkadaşları (2021) yaptıkları in vitro çalışmada konvansiyonel indirekt bonding tekniğinde kullanılan termoplastik transfer plaklar ile direkt teknikle üretilen dijital indirekt bonding plakların transfer doğruluğunu karşılaştırmışlardır. İlk olarak

konvansiyonel teknikte plastik modellerin üzerine manuel olarak braketler yerleştirilmiş ve referans olarak kullanacakları braketli modelin taraması yapılmıştır. Ardından braketli çalışma modelleri üzerine tek katman olacak şekilde 1 mm kalınlığında, dişlerin okluzal yüzeyleriyle birlikte braketlerin lateral ve alt kısmını tamamen örtecek şekilde termoplastik transfer plaklar tasarlanmıştır. Bu plaklar ile braketlerin alçı model üzerine transferi gerçekleştirilmiş ve pozisyonlandırma sonrası modeller tekrardan taranmıştır. Direkt teknikle üretilen dijital indirekt bonding plaklarında ise plastik modellerden alınan dijital görüntüler üzerine braketler sanal ortamda yerleştirilmiştir. Sanal ortamda braketli dijital görüntüler üzerine transfer plaklar tasarlanmış ve üç boyutlu yazıcı vasıtasıyla üretimleri tamamlanarak braketlerin transferi gerçekleştirilmiştir. Konvansiyonel indirekt bonding teknik ile yapıştırılan braketlerde insizogingival yönde meydana gelen transfer hataları direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlere göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.

Niu ve arkadaşları (2021) tarafından direkt ve indirekt teknikle üretilen dijital indirekt bonding plakların braket konum doğruluğu in vitro olarak karşılaştırılmıştır. Braketler sanal ortamda konumlandırıldıktan sonra direkt teknikle dijital plaklar tasarlanmış ve üç boyutlu yazıcıdan üretim gerçekleştirilmiştir. Direkt yöntemle üretilen dijital plaklar vestibülde braketleri tamamen kapsayacak ve kalınlığı 1,5 mm olacak şekilde tasarlanmıştır. İndirekt teknikte ise braketlerin pozisyonlandırıldığı dijital modellerin üç boyutlu yazıcıdan somut modelleri elde edilmiştir. Elde edilen braketli model üzerine iç katmanı 2 mm olan yumuşak plak, dış katmanında ise 1,5 mm kalınlığa sahip olan rijit plak kullanılmıştır. Sonuç olarak direkt teknikle üretilen plakların indirekt teknikle hazırlanan çift katlı termoplastik plaklara göre meziodistal yönde daha güvenilir sonuçlar verdiği bulunmuştur. Ayrıca lineer ölçümlerdeki değişimin açısal ölçümlerden daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Chaudhary ve arkadaşları (2021), direkt teknikle üretilen dijital indirekt bonding plaklar ile konvansiyonel yöntemle elde edilen opak silikon transfer plakların braket konum doğruluklarını karşılaştırmışlardır. Alçı model üzerine braketleri yerleştirip taradıktan sonra opak silikondan transfer plaklar hazırlanmıştır. Direkt teknikte ise dijital görüntüler üzerine sanal ortamda braketler yerleştirilmiş, plak tasarımları yapılmış ve plakların üç boyutlu yazıcıdan üretimleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar insizogingival yönde opak silikon transfer plakların konum doğruluğunu daha yüksek bulurken, diğer tüm lineer ve açısal ölçümlerde direkt teknikle üretilen plakların opak silikon transfer plaklarına göre daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Von Glasenapp ve arkadaşları (2022) yaptıkları in vitro çalışmada farklı dizaynlarda tasarlanan direkt teknik ile üretilen dijital indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını karşılaştırmışlardır. Toplamda 27 hastaya ait alçı modeller elde

edilmiş ve ardından model taraması gerçekleştirilmiştir. Dijital görüntüler üzerinde braketler konumlandırılmış ve braketli model üzerinde iki farklı dizaynda dijital transfer plakların tasarımı gerçekleştirilmiştir. İlkinde braketlerin sadece vestibül yüzeylerini, horizontal ve vertikal slotlarını kapsayacak şekilde plak tasarlanmıştır. Diğerinde ise braketleri üç taraftan da cep şeklinde saracak şekilde plak tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ardından üç boyutlu yazıcıda plaklar üretilmiş ve braketlerin model üzerine transferi gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar farklı dizaynlarda tasarlanan her iki dijital transfer plağı da braket konum doğruluğı açısından başarılı bulmuşlardır.

Yoo ve arkadaşları (2022) yaptıkları in vitro çalışmada direkt ve indirekt dijital teknikle üretilen üç farklı indirekt bonding plağın braket konum doğruluklarını karşılaştırmışlardır. Direkt teknikle plakların üretimi için ilk olarak alçı modeller taranmış ve taranan sanal görüntüler üzerinde braketler dijital olarak yerleştirilmiştir. Braketli dijital görüntüler üzerine sanal ortamda iki farklı plak dizaynı ile tasarım gerçekleştirilmiştir. Direkt teknikle üretilen dijital plaklardan ilki tüm arkı içerecek şekilde tek bir parça halindeyken, diğeri ise üç parça olacak şekilde segmental olarak hazırlanmıştır. İndirekt dijital teknikle elde edilen transfer plağın üretiminde ise taranan alçı modellerin sanal görüntüleri üzerine braketlerin konumlanacağı sınırlar işaretlenmiştir. Ardından braket sınırlarını içeren dijital modeller üç boyutlu yazıcıdan üretilmiş ve işaretlenen alanlara braketler yerleştirilmiştir. Braketlerin yerleştirildiğı somut modellerin üzerinde polivinil siloksandan transfer plaklar hazırlanmış ve indirekt teknikle üretilen dijital plakların da üretimleri tamamlanmıştır. Araştırmacılar tüm arkı içeren direkt teknikle üretilmiş dijital plakların özellikle lineer ölçümlerde daha başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Hoffmann ve arkadaşları (2022) yaptıkları in vitro çalışmada farklı rezin materyallerinden elde edilen direkt ve indirekt dijital teknikle üretilen üç farklı transfer plağın braket konum doğruluklarını karşılaştırmışlardır. Direkt teknikle plakların üretiminde plastik modeller taranmış ve taranan sanal görüntüler üzerine braketler dijital olarak yerleştirilmiştir. Braketli dijital görüntüler üzerine plak tasarımları yapılmış ve iki farklı rezin materyali kullanılarak üç boyutlu yazıcıdan plakların üretimi gerçekleştirilmiştir. İndirekt dijital teknikte ise sanal ortamda braketlerin yerleştirildiğı dijital modeller üç boyutlu yazıcıdan elde edilmiş ve çalışma modelleri oluşturulmuştur. Ardından bu çalışma modelleri üzerine opak silikondan transfer plaklar hazırlanmıştır. Araştırmacılar yumuşak rezin kullanılarak üretilen direkt dijital transfer plak ile indirekt dijital teknikle üretilen opak silikon transfer plakların braket konum doğruluğı açısından benzer sonuçlar gösterdiğini bildirmişlerdir. Daha sert bir yapıya sahip olan rezinden elde edilen direkt dijital transfer plağın ise opak silikon transfer plağına göre daha düşük braket konum doğruluğına sahip olduğu belirtilmiştir.

Bachour ve arkadaşları (2022) yaptıkları klinik çalışmada 23 hastanın ağız içini taramış ve elde ettikleri görüntüler üzerine braketleri dijital ortamda konumlandırmışlardır. Ardından braketli modeller üzerine dijital transfer plaklarını tasarlamış, vestibülde braket slotuna kadar lingualde de dişleri tamamen içerisine alacak şekilde plak tasarımları gerçekleştirmiştir. Ardından direkt teknikle elde edilecek dijital indirekt bonding plakların üç boyutlu yazıcıdan üretimleri gerçekleştirilmiştir. Braketlerin pozisyonlandırıldığı dijital görüntüler ile bonding işlemi sonrası elde edilen görüntüler karşılaştırılarak meydana gelen lineer ve açısal transfer hataları hesaplanmıştır. Direkt teknikle üretilen dijital plakların lineer ölçümlerinde meydana gelen transfer hataları oldukça düşük bulunmuştur. Açısal transfer hataları ise lineer ölçümler kadar başarılı sonuçlar vermemiştir.

Gündoğ ve arkadaşları (2023) yaptıkları in vitro çalışmada direkt ve indirekt dijital teknikle üretilen üç farklı indirekt bonding plağın braket konum doğruluklarını karşılaştırmışlardır. Farklı malzemelerin kullanıldığı bu plakların üretimi için ilk olarak alçı modeller taranmış ve taranan sanal görüntüler üzerine braketler dijital olarak yerleştirilmiştir. İndirekt teknikle elde edilecek plaklar için dijital braketli modeller üç boyutlu yazıcıdan üretilmiştir. Ardından bu braketli çalışma modelleri üzerine termoplastik ve şeffaf silikon materyallerinden transfer plaklar hazırlanmıştır. Çift katlı termoplastik plağın iç katmanında 2 mm kalınlığında olan yumuşak plak, dış katmanında ise 0,5 mm kalınlığa sahip rijit plak kullanılmıştır. Şeffaf silikondan üretilen transfer plaklar ise 3-4 mm kalınlığa sahip olacak şekilde ayarlanmıştır. Direkt teknikte ise braketli dijital modeller üzerinde dijital plaklar tasarlanmış ve üç boyutlu yazıcıdan üretimleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar direkt dijital teknikle üretilen transfer plakları indirekt dijital teknikle elde edilen plaklara göre braket konum doğruluğu açısından çok daha başarılı bulmuşlardır.

Fiorillo ve arkadaşları (2023) yaptıkları in vivo çalışmada direkt dijital teknikle yapıştırılan kendinden adezivli braketlerin konum doğruluğunu değerlendirmişlerdir. Hastaların ağız içi taranmış ve elde edilen sanal görüntüler üzerine braketler dijital ortamda yerleştirilmiştir. Ardından çift katmanlı dijital transfer plakların tasarım aşamasına geçilmiştir. İçte kalan 1 mm kalınlığındaki plak dişleri vestibül ve palatinalden tamamen saracak, dışta kalan 1,5 mm kalınlığa sahip plak ise sadece braketleri içerisine alacak şekilde uzatılmıştır. Tasarımı bitirilen çift katmanlı dijital indirekt bonding plaklarının üç boyutlu yazıcıdan üretimleri gerçekleştirilmiş ve braket konum doğrulukları değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, direkt teknikle elde edilen çift katmanlı dijital transfer plakların braket konum doğruluğunu başarılı bulmuşlardır.

Dijitalleşen ortodonti alanında braket konum doğruluğunu değerlendiren çoğu çalışma in vitro koşullarda gerçekleştirilmiştir. Sınırlı sayıda çalışmada direkt teknikle

Üretilen dijital indirekt bonding plağının braket konum doğruluğu açısından etkinliği değerlendirilmiştir. Ayrıca yapılan literatür değerlendirmesinde direkt ve indirekt şekilde üretilen dijital indirekt bonding plaklarının braket konum doğruluğu üzerine etkinliğini inceleyen herhangi bir klinik çalışmaya rastlanmamıştır. Bu alışma ile literatürdeki eksikliğin giderilmesi hedeflenmiştir.

#### **2.4. Hipotez**

Çalışmamız kapsamında sabit ortodontik tedavi gören hastalarda direkt ve indirekt dijital teknikle üretilen indirekt bonding plakları arasında braket konumu doğruluğu açısından herhangi bir farklılık yoktur şeklinde kurulmuş olan başlangıç hipotezinin doğruluğu değerlendirilecektir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Etik Kurul Onayı

Çalışmamızın etik kurul onayı Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan 25.05.2021 tarih ve 10 sayılı karar ile alınmıştır (Ek-3).

#### 3.2. Hastaların Belirlenmesi

Chaudhary ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan çalışma referans alındığında güç analiz programı (G-Power, vers. 3.1.9.2, Franz Faul, Universitat Kiel, Almanya) kullanılarak 0,60 etki büyüklüğü, %80 güç ve 0,05 hata payı ile minimum 27 bireyin gerekli olduğu bulunmuştur. Çalışmamıza oluşabilecek veri kaybının önüne geçebilmek için 28 hasta dahil edilmiştir. Hastalar ve velileri çalışma hakkında bilgilendirilerek dahil olmayı kabul edenlere gönüllü olur formu imzalatılmıştır (Ek-4).

Çalışmamızın, Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na sabit ortodontik tedavi görmek amacıyla başvuran, dahil edilme kriterlerine uygun 28 hasta (20 kız, 8 erkek) üzerinde yürütülmesi planlanmıştır.

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Sistemik ve periodontal hastalığa sahip olmaması
- Tüm dişlerin sürmüş olması
- Diş eksikliğine sahip olmaması
- Dişlerde çürük bulunmaması
- Herhangi bir restorasyon ihtiyacının olmaması
- Yeterli ağız hijyenine sahip olması
- Aşırı rotasyonlu dişlerin bulunmaması
- Her iki çenenin aynı seansta braketlenmesine uygun okluzyonun bulunması



Hastaların çalışmadan çıkarılma kriterleri ise şunlardır:

- Yetersiz oral hijyen
- Alt ve üst çenede şiddetli çapraşıklığın bulunması
- Malforme dişlerin bulunması
- Çekim veya konjenital nedenlerden kaynaklı eksik dişlerin bulunması

### 3.3. Üç Boyutlu Dijital Modellerin Oluşturulması

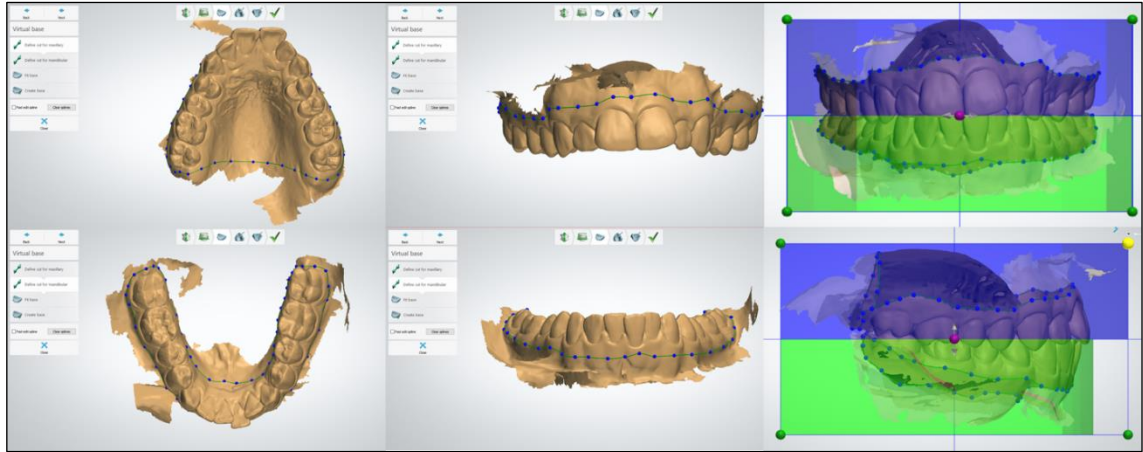
Hastaların dişleri ağız içi tarayıcı (Trios, 3Shape, Kopenhag, Danimarka) (Şekil 3.1) ile taranmış ve 3D dijital görüntüleri sanal ortama aktarılmıştır.



**Şekil 3.1.** Çalışmamızda kullanılan ağız içi tarayıcı

Başlangıç ağız içi taramaları STL dosya formatında kaydedilmiştir. Ardından elde edilen sanal görüntüler 3Shape Ortho Analyzer (3Shape, Kopenhag, Danimarka) programına aktarılmıştır.

Dijital modellerin fazlalıkları çıkartılmış ve model setleri oluşturulmuştur. Örnek bir hastaya ait model setleri Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.2.** Hasta model setleri

Model setler hazırlandıktan sonra ağız içi programa tanıtılmıştır. Maksiller birinci molar dişlerin meziobukkal tüberkülleri ile santral dişlerin insizal kenarları işaretlenmiş ve okluzal düzlem oluşturulmuştur. Dijital olarak oluşturulan sanal modellerin horizontal, sagittal ve anteroposterior düzlemleri belirlenmiştir (Şekil 3.3).



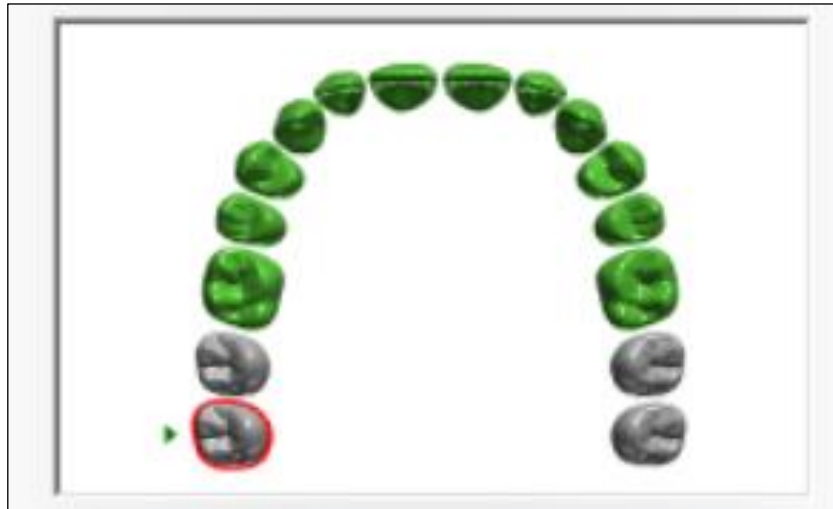
**Şekil 3.3.** Düzlemlerin belirlenmesi

Düzlemlerin belirlendiği ve fazlalıkların çıkartıldığı alt ve üst çene modelleri kapanışa getirilerek mevcut okluzyon sanal ortama aktarılmıştır (Şekil 3.4).



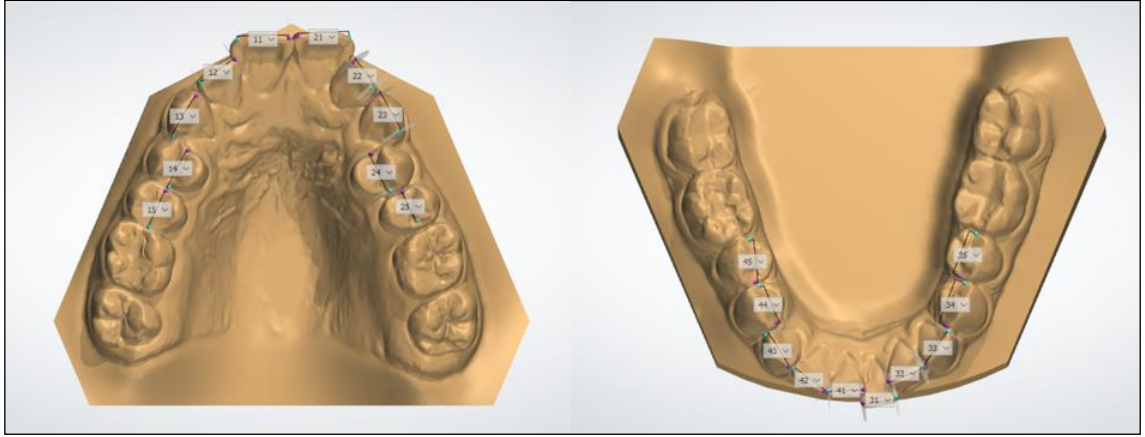
**Şekil 3.4.** Alt ve üst çene modellerinin okluzyona getirilmesi

Programda düzlemler oluşturulduktan sonra dişlerin detaylı olarak tanıtılması işlemine geçilmiştir. Tüpler plak içerisine dahil edilmeyeceği için molar dişler işaretlenerek ark içerisinden çıkartılmıştır (Şekil 3.5).



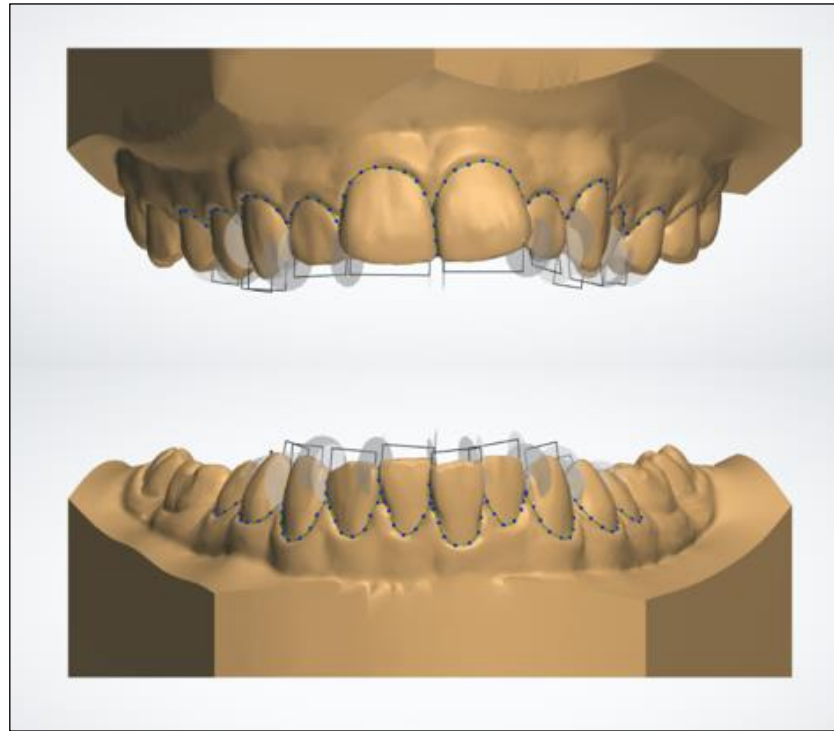
**Şekil 3.5.** Plak içerisine dahil edilmeyecek dişlerin belirlenmesi

Ark içerisine dahil edilecek tüm dişlerin mezial ve distal kenarları işaretlenmiştir (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6.** Dişlerin mezial ve distal sınırlarının işaretlenmesi

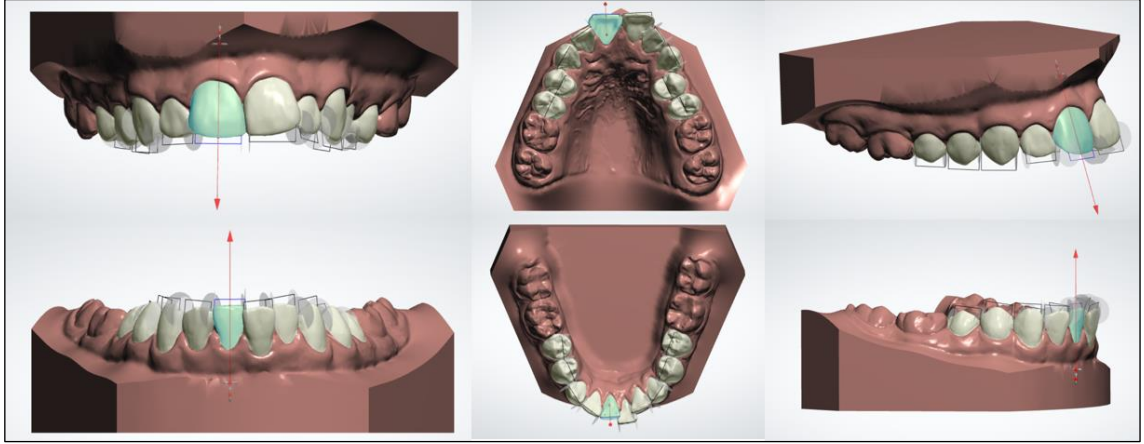
Kesici, kanin ve premolar dişlerin gingival sınırları nokta koyularak belirlenmiştir (Şekil 3.7). Ardından braketterin sanal ortamda pozisyonlandırılması aşamasına geçilmiştir.



**Şekil 3.7.** Dişlerin mezial, distal ve gingival sınırlarının belirlenmesi

### 3.4. Braketlerin Sanal Ortamda Konumlandırılması

Ortho Analyzer yazılımı aracılığıyla bütün dişlerin orta noktaları ile aksları belirlenmiştir (Şekil 3.8). Ardından hastalara uygun olacak şekilde ark formları seçilmiştir.



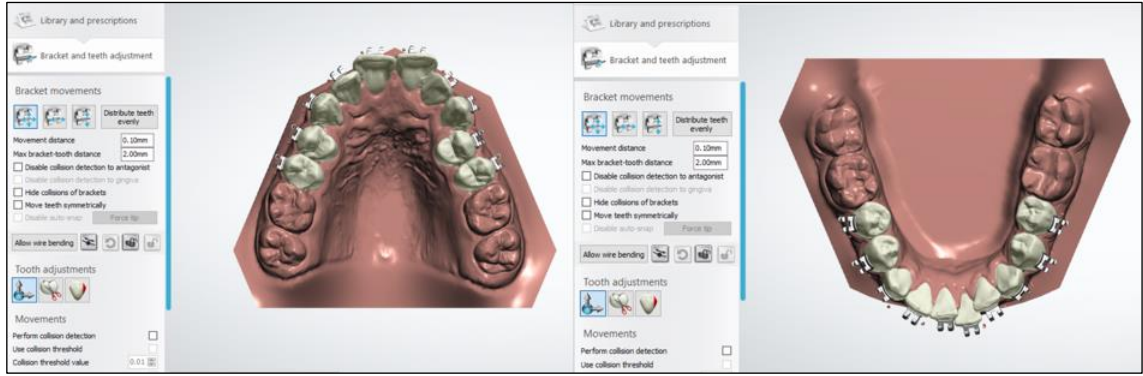
Şekil 3.8. Dişlerin akslarının belirlenmesi

Bu işlemlerin ardından dişlerin meziodistal genişliklerinin ve akslarının belirlendiği 3D modeller oluşturulmuştur. Tedavide kullanılacak 0.022 inç slot MBT metal braket sistemi (Mini Master, American Orthodontics, Washington, ABD) dijital kütüphaneden seçilerek programa indirilmiştir. Daha sonra braketler dişler üzerine otomatik olarak pozisyonlandırılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Braketlerin pozisyonlandırılması

Meydana gelen konumlandırma hataları dişlerin orta noktaları ve aksları temel alınarak manuel olarak yeniden düzeltilmiştir (Şekil 3.10).



**Şekil 3.10.** Konumlandırma hatalarının düzeltilmesi

İki çeneye de bu prosedür uygulanmış ve dijital ortamda braketlerin pozisyonlandırıldığı çene modelleri hazırlanmıştır (Şekil 3.11).



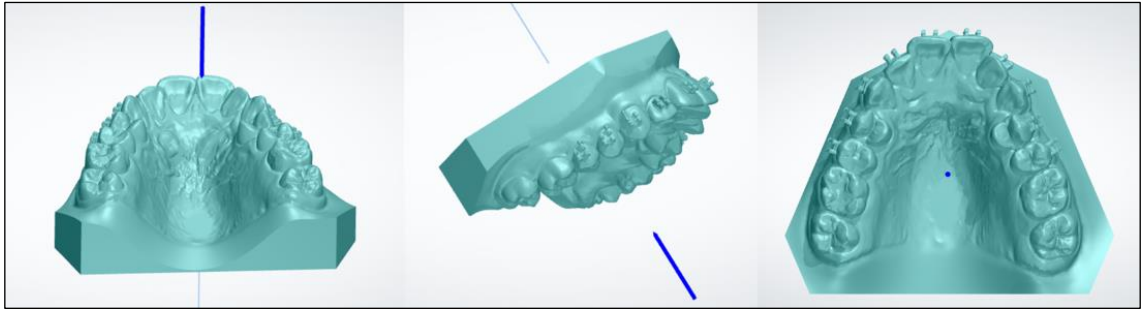
**Şekil 3.11.** Braketlerin konumlandırıldığı model seti

Yerleştirilen braketlerin konum doğrulukları bir ay sonra tekrar kontrol edilmiştir. Hatalı görülen pozisyonlandırmalar düzeltilmiştir.

### 3.5. Dijital İndirekt Bonding Plaklarının Tasarlanması ve Üretilmesi

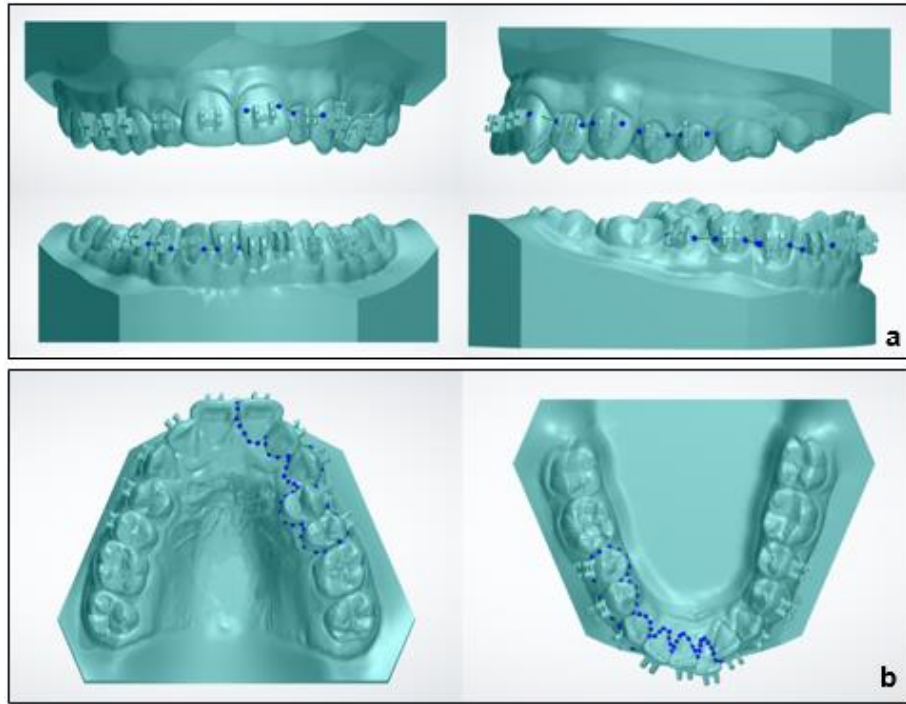
#### 3.5.1. Direkt yöntem ile plakların tasarlanması ve üretilmesi

Dijital olarak braketlerin konumlandırıldığı 28 hastanın braketli sanal görüntüleri plak tasarımı için kullanılan Appliance Designer (3Shape, Kopenhag, Danimarka) programına aktarılmıştır. Braketlerde meydana gelebilecek kopmanın önüne geçebilmek için plağın andırkatlı alanları dijital olarak ortadan kaldırılmış ve braketli sanal görüntüler STL formatında kaydedilerek depolanmıştır. Böylece bütün hastaların karşılaştırma için kullanılacak birinci modelleri oluşturulmuştur. Bu işlemlerden sonra direkt teknik ile üretilecek olan dijital plağın tasarım aşamasına geçilmiştir. İlk olarak plağın ağız içerisine giriş açısı belirlenmiştir (Şekil 3.12).



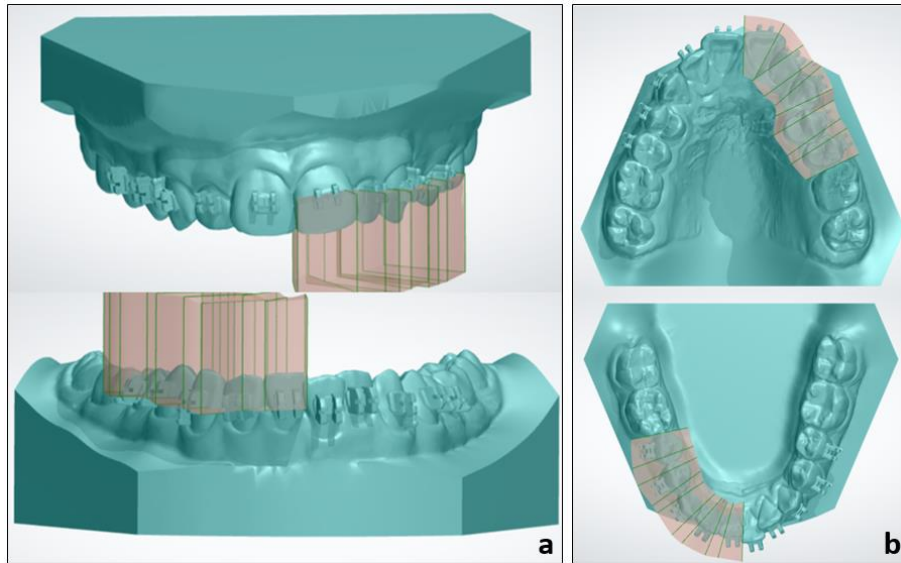
**Şekil 3.12.** Plağın giriş açısının belirlenmesi

Giriş açısı belirlenen transfer plağın sınırları Şekil 3.13'te gösterildiği gibi işaretlenmiştir. Vestibülde braket slotunu içerisine alacak, lingualde ise stabiliteyi de arttırmak için dişleri tamamen kapsayacak şekilde tasarım gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.13).



**Şekil 3.13.** Plak sınırlarının belirlenmesi. a: Vestibül, b: Lingual sınırların işaretlenmesi

Sınırlar belirlendikten sonra dijital ortamda otomatik olarak plakların dizaynı oluşturulmuştur. Elde edilen sanal plak tasarımlarının sınırları tekrardan manuel olarak düzeltilmiştir. Plakların okluzal ve vestibülden kalınlıkları 1,5 mm olacak şekilde ayarlama yapılmıştır (Şekil 3.14).



**Şekil 3.14.** Plak tasarımlarının düzeltilmesi. a: Okluzal, b: Vestibül kalınlıklarının ayarlanması



Tasarımı tamamlanan transfer plağı STL dosya formatında kaydedilmiş ve ardından elde edilen veri üç boyutlu yazıcıya (Asiga MAX™, Scheu Dental, Iserlohn, Almanya) (Şekil 3.15) gönderilerek plakların üretim aşamasına geçilmiştir.



**Şekil 3.15.** Çalışmamızda kullanılan üç boyutlu yazıcı

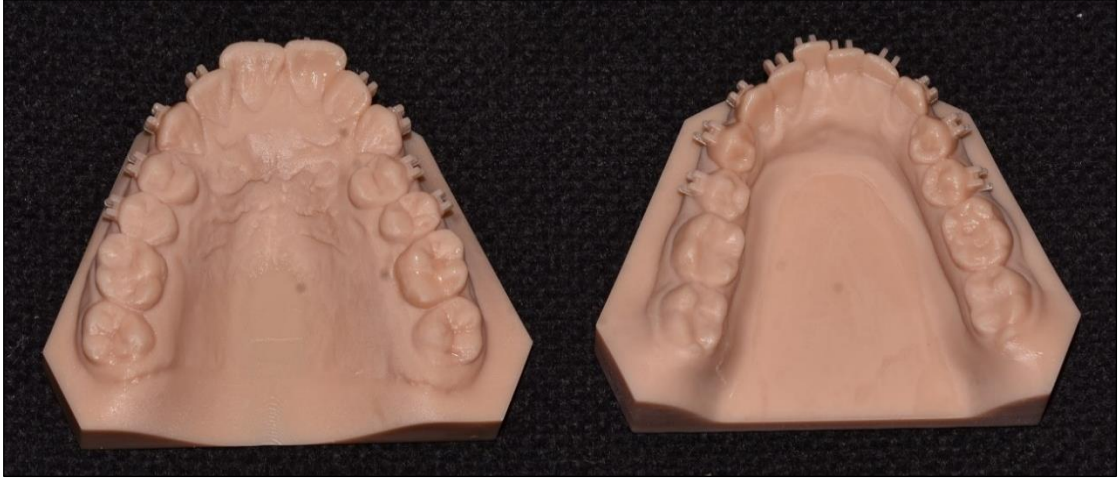
Direkt teknik ile dijital indirekt bonding plakları ISO 13485 kapsamında uluslararası standartlara uygun ve biyouyumlu olan reçineden (DentalBT, Asiga, Sidney, Avustralya) üretilmiştir. Çalışmamızda kullanılan direkt teknik ile üretilen dijital transfer plağı Şekil 3.16'da gösterilmiştir.



**Şekil 3.16.** Direkt teknik ile üretilen dijital transfer plağı

### 3.5.2. İndirekt yöntem ile plakların üretilmesi

Direkt teknik ile dijital plakların üretimi gerçekleştirilirken eş zamanlı olarak indirekt yöntem ile elde edilecek plakların da üretimine başlanmıştır. Dijital olarak braketlerin pozisyonlandırıldığı alt ve üst çeneden aynı üç boyutlu yazıcı kullanılarak çalışma modelleri elde edilmiştir (Şekil 3.17).



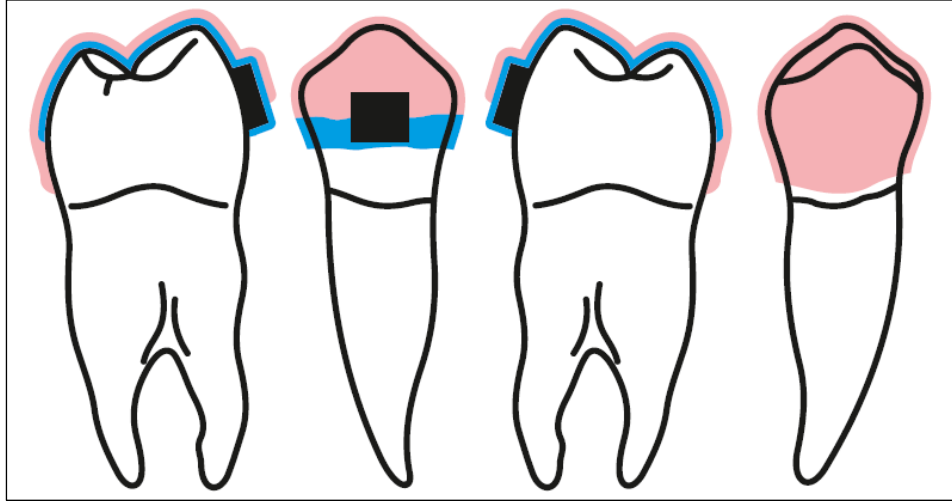
**Şekil 3.17.** Üç boyutlu yazıcıda üretilen çalışma modelleri

Ardından indirekt teknik ile üretilen transfer plağı, iç katmanında 1 mm kalınlığında olan yumuşak plak (Proform, Keystone, Cherry Hill, NJ, ABD), dış katmanında ise 1,5 mm kalınlığa sahip rijit termoplastik plak (Duran, Scheu Dental, Iserlohn, Almanya) kullanılarak basınçla şekillendirme cihazında (Biostar, Scheu Dental, Iserlohn, Almanya) hazırlanmıştır (Şekil 3.18).



**Şekil 3.18.** İndirekt teknik ile üretilen transfer plağın hazırlanması. a: Çalışmamızda kullanılan basınçla şekillendirme cihazı, b: İndirekt teknik ile üretilen dijital transfer plağı

İndirekt şekilde üretilen dijital bonding plakların sınırlarının belirlenmesinde Menini ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan çalışma referans alınmıştır. Bu çalışmaya göre termoplastik yumuşak plağın lingual tarafta sınırları kronların yarısına kadar uzanacak, bukkal bölgede ise braketleri tamamen kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Dışta kalan rijit plak ise lingualden kronları tamamen sararken, bukkal bölgede braketlerin plaktan ayrılmasını engellemek için slotlara kadar uzanacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Çalışmamıza ait plak sınırları

### 3.6. Direkt ve İndirekt Yöntemle Üretilen Plaklar Yardımıyla Braketleme İşleminin Gerçekleştirilmesi

Hastaların braketleri direkt ve indirekt teknikle üretilen dijital bonding plakları yardımıyla split-mouth çalışma dizaynı esas alınarak uygulanmıştır.

Alt ve üst dişlere braketleme işlemi tek seansta aynı klinisyen tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda bonding işlemi esnasında 0.022 inç slot, hookları bulunan MBT sistemine uygun metal braketler (Mini Master, American Orthodontics, Washington, ABD) kullanılmıştır (Şekil 3.20).



**Şekil 3.20.** Çalışmamızda kullanılan braket seti

Bonding işlemi öncesinde braketler plakların içerisine braket tutucu yardımı ile yerleştirilmiştir (Şekil 3.21). Plakların içerisindeki braketlerin stabil olduğu değerlendirildikten sonra bonding aşamasına geçilmiştir.

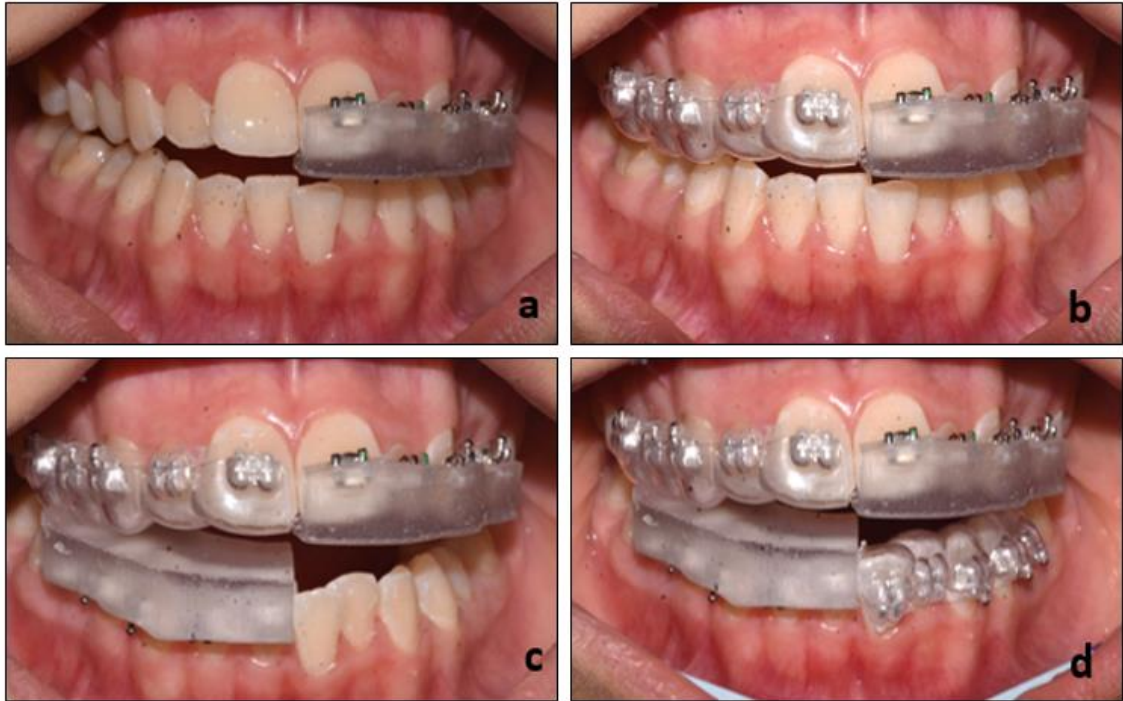


**Şekil 3.21.** Braketlerin plaklar içerisine yerleştirilmesi

Klinik uygulama aşamasında bonding prosedürü aşağıdaki basamaklar izlenerek gerçekleştirilmiştir:

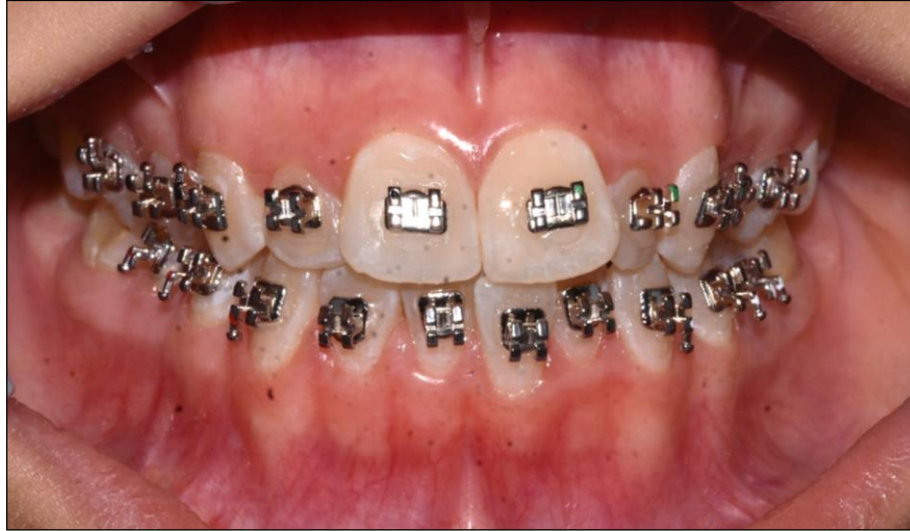
- Öncelikle dişlerin mine yüzeyleri pomza ile temizlenmiştir.
- Temizlenen mine yüzeyleri kurutulduktan sonra %37'lik fosforik asit (Etch-Royale, Pulpdent, Watertown, ABD) 30 saniye süre ile uygulanmıştır.
- Asitleme süresi dolduğunda dişler yıkanmış ve tebeşirimsi görüntü elde edilmiştir.
- İnce bir tabaka Primer (Transbond XT Primer, 3M Unitek, Monrovia, ABD) diş yüzeyine, bir miktar kompozit rezin (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, ABD) ise transfer plakların içerisindeki braket tabanlarına uygulanmıştır.

- Braketleme işlemine başlarken basit randomizasyon yöntemi ile hangi segmente hangi teknik ile üretilen dijital indirekt bonding plaklarının uygulanacağı belirlenmiştir. Örneğin bir hastada sol üst segmente direkt, sağ üst segmente indirekt teknikle üretilen dijital bonding plakları, alt çenede sağ segmente direkt, sol segmente indirekt teknikle üretilen dijital bonding plakları uygulanarak braketler tatbik edilmiştir (Şekil 3.22).



**Şekil 3.22.** Plakların ağız içerisine uygulanması. a: Üst çeneye direkt, b: Üst çeneye indirekt, c: Alt çeneye direkt, d: Alt çeneye indirekt teknik ile üretilen dijital indirekt bonding plak yardımıyla braketlerin tatbiki

Braketler ağız içerisine yerleştirildikten sonra plak sınırlarının izin verdiği ölçüde adeziv taşkınlıklar temizlenmiştir. Her bir plak yerleştirildikten sonra içerisindeki braketler LED ışık kaynağı (Woodpecker, Guangxi, Çin) kullanılarak mezial ve distalden 15 saniye olacak şekilde toplamda 30 saniye boyunca ışınlanmıştır. Plaklar oklüzal yönde el aletleri yardımı ile hafif kuvvetler uygulanarak çıkartılmış ve final braket pozisyonları elde edilmiştir (Şekil 3.23).



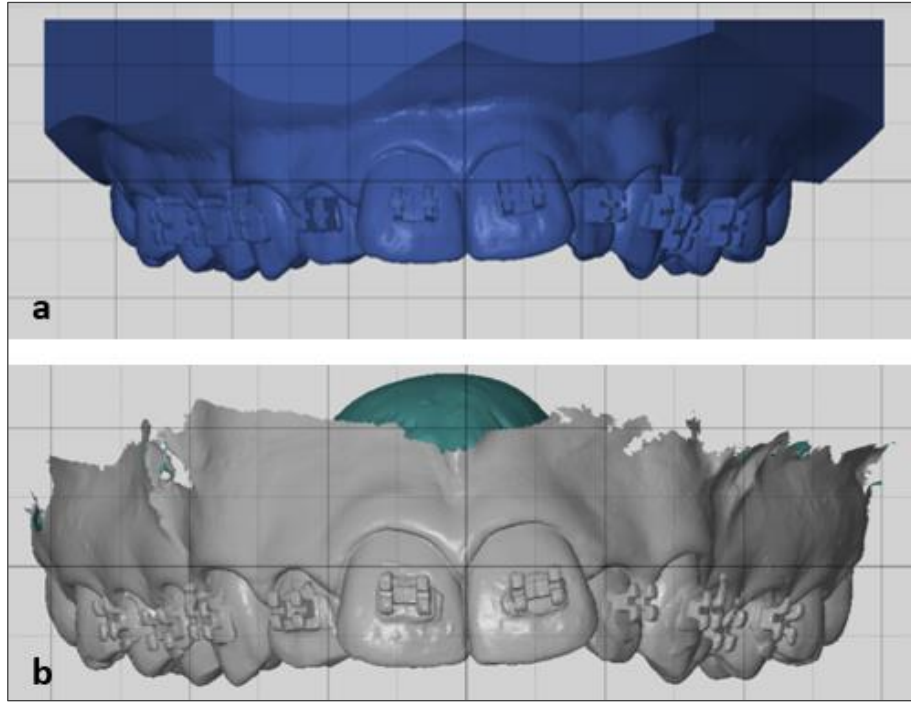
**Şekil 3.23.** Final braket pozisyonları

Bonding işleminin ardından braketli 3D modellerin elde edilebilmesi için öncelikle oluşabilecek metal artefaktları engellemek üzere braket yüzeylerine ince bir tabaka tarama spreyi (Cerec Optispray, Sirona, Bensheim, Almanya) uygulanmıştır.

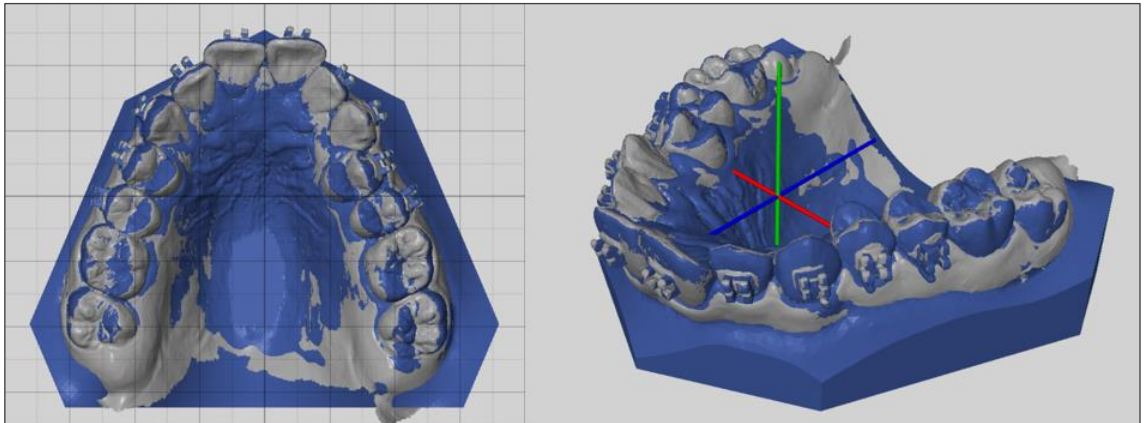
### **3.7. Modellerin Çakıştırılması**

Modellerin çakıştırılmasında ve meydana gelen lineer ve açısal transfer hatalarının belirlenmesinde Niu ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan çalışma esas alınmıştır.

Dijital ortamda braketlerin pozisyonlandırıldığı ilk model ve bonding işlemi gerçekleştirildikten sonra elde edilen braketli 3D modeller (Şekil 3.24) GOM Inspect programı (vers. 2018 Hotfix 6, Braunschweig, Almanya) kullanılarak "Lokal best fit" yöntemi ile çakıştırılmıştır (Şekil 3.25).

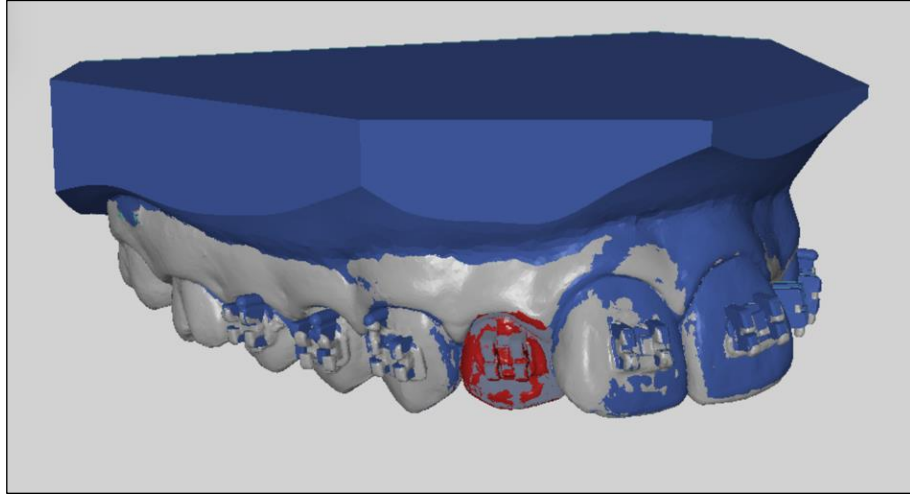


**Şekil 3.24.** Modellerin 3D görüntüleri. a: İlk model, b: Braketli model



**Şekil 3.25.** İlk ve braketli modellerin 3D görüntülerinin karşılaştırılması

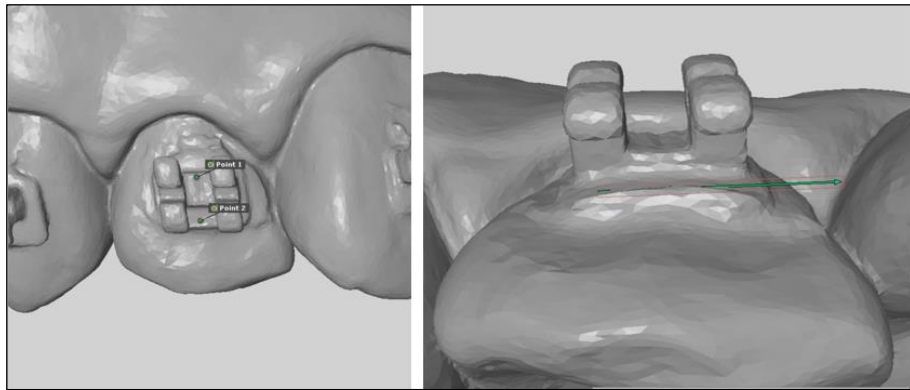
Braketin olduğu alanlar dahil edilmeden karşılaştırma işlemi her bir diş için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.26).



**Şekil 3.26.** Lokal best fit yöntemi ile seçilen dişin çakıştırılması

### 3.8. Lineer Transfer Hatalarının Ölçülmesi

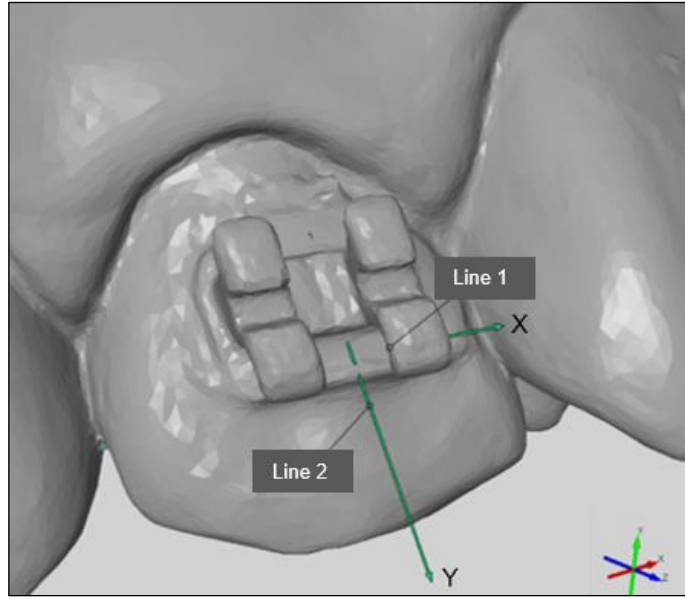
Çalışmaya dahil edilecek her diş için ayrı bir koordinat sistemi oluşturulmuştur. Dişin meziodistal olarak tam orta noktası ile braketin insizal kenarına bakan nokta işaretlenerek koordinat sisteminin orjini belirlenmiştir (Şekil 3.27)



**Şekil 3.27.** Koordinat sisteminin orjininin belirlenmesi

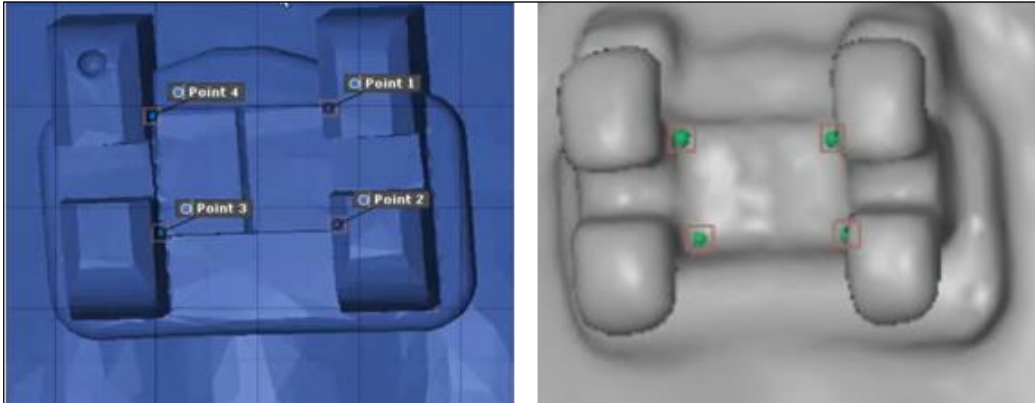
İnsizal kenara paralel olacak şekilde çekilen doğru koordinat sisteminin X (Line 1) eksenini belirlerken, dişin uzun aksı boyunca indirilen doğru koordinat sisteminin Y eksenini (Line 2) oluşturmuştur (Şekil 3.28).





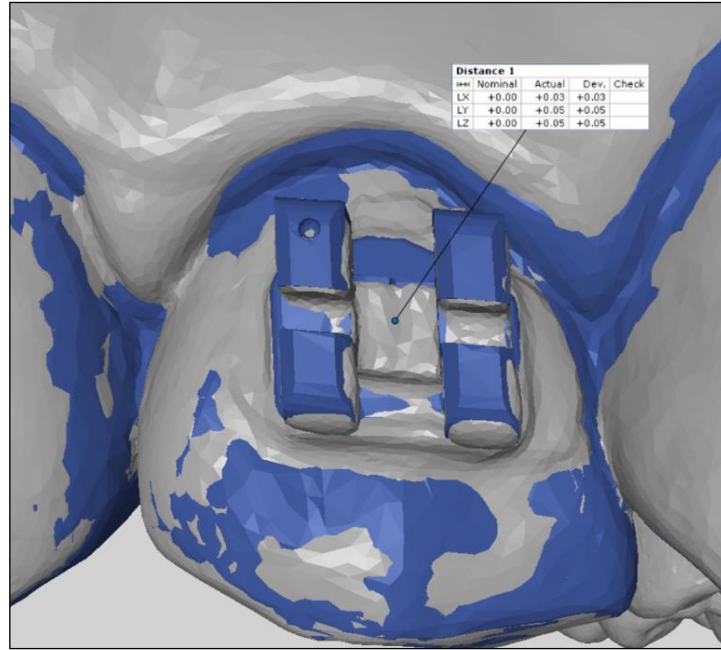
**Şekil 3.28.** Eksenlerin oluşturulması

Hem ilk model hem de braketli modelde braket slotunun iç kısmının braket kanatları ile kesişme noktaları işaretlenmiştir (Şekil 3.29). Bu noktaların işaretlenmesi ile braketlerin merkez noktaları program tarafından otomatik olarak belirlenmiştir.



**Şekil 3.29.** İlk ve braketli modellerin merkez noktalarının belirlenmesi

Transfer ve çalışma modellerinde belirlenen merkez noktalar arasındaki mesafe dijital olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.30).



**Şekil 3.30.** İlk ve braketli modellerde belirlenen merkez noktalar arasındaki mesafenin ölçülmesi

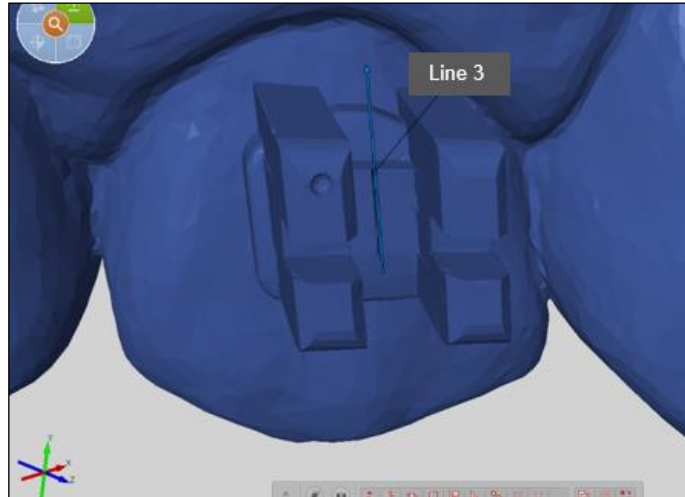
Braketlerin merkez noktalarının X,Y ve Z doğruları üzerindeki izdüşümlerinin lineer olarak değişme miktarları braketin sırası ile meziodistal, insizogingival ve bukkolingual yönde milimetre cinsinden ne kadar sapmaya uğradığını göstermiştir. Çalışmamızda braketlerin meziale, insizale ve bukkale doğru hareketi pozitif (+); distale, gingivale ve linguale doğru hareketi negatif (-) değerler ile ifade edilmiştir (Tablo 3.1).

**Tablo 3.1.** X, Y ve Z doğruları üzerindeki izdüşümlerin lineer değişimi

Doğru	Hareket	Yön
X üzerindeki izdüşüm	Meziodistal	(+) Mezial
		(-) Distal
Y üzerindeki izdüşüm	İnsizogingival	(+) İnsizal
		(-) Gingival
Z üzerindeki izdüşüm	Bukkolingual	(+) Bukkal
		(-) Lingual

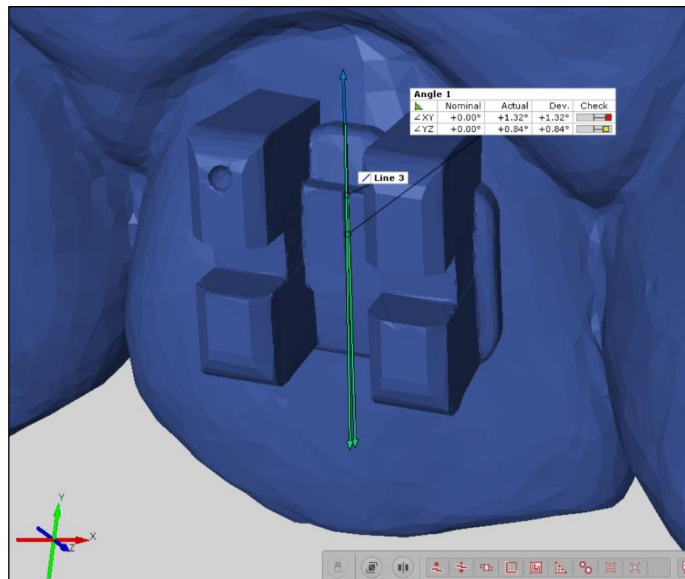
### 3.9. Açısal Transfer Hatalarının Ölçülmesi

Açısal sapmalar hesaplanırken, ilk ve braketli modellerde ayrı ayrı olmak üzere önceden belirlediğimiz merkez noktaları işaretlenerek braketlerin uzun eksenine paralel birer doğru (Line 3) çizilmiştir (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. Braketin uzun eksenine paralel doğruların çizilmesi

Çizilen bu iki doğrunun ölçüm yapacağımız diş için oluşturduğumuz koordinat sistemi üzerindeki izdüşümlerinin farkı braketlerde meydana gelen angulasyon ve tork değerlerindeki değişimi göstermiştir (Şekil 3.32).



Şekil 3.32. Angulasyon ve tork değerindeki sapma miktarlarının ölçülmesi

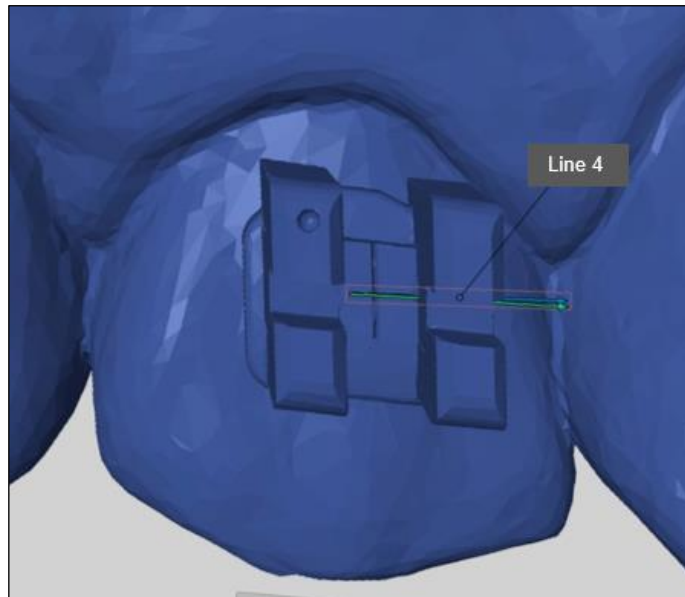
Braketlerin uzun eksenlerine paralel olacak şekilde indirilen dikey doğruların XY düzlemi üzerindeki izdüşümlerinin açısıl farkı braketlerin angulasyon değerlerindeki sapma miktarını göstermiştir. Braketlerin mezial tarafa doğru tipping yapması pozitif (+), distal tarafa doğru yapılan tipping hareketi negatif (-) değerler ile ifade edilmiştir (Tablo 3.2).

Braketlerin uzun eksenlerine paralel olacak şekilde indirilen dikey doğruların YZ düzlemi üzerindeki izdüşümlerinin açısıl farkı braketlerin tork değerlerindeki sapma miktarını göstermiştir. Braketlerin bukkal kron tork değerindeki artış pozitif (+), palatinal kron tork değerindeki artış negatif (-) değerler ile ifade edilmiştir (Tablo 3.2).

**Tablo 3.2.** XY ve YZ düzlemleri üzerindeki izdüşümlerin açısıl değişimi

Düzlem	Hareket	Yön
XY üzerindeki izdüşüm	Angulasyon	(+) Meziale tipping (-) Distale tipping
YZ üzerindeki izdüşüm	Tork	(+) Bukkal kron torku (-) Palatinal kron torku

Rotasyon değerindeki sapmalar hesaplanırken, ilk model üzerinde merkez noktalar aracılığıyla oluşturduğumuz dikey doğruya dik bir yatay doğru (Line 4) çizilmiştir. Ardından benzer doğru braketli model üzerinde de gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.33).

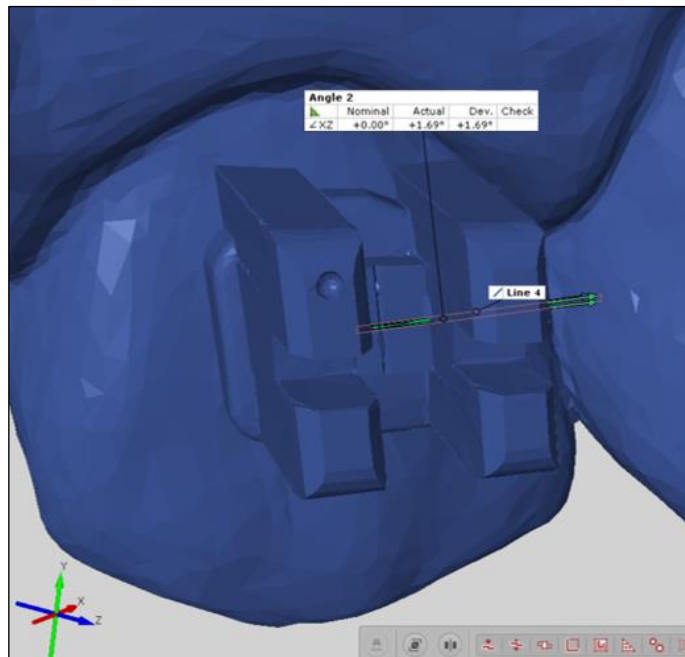


**Şekil 3.33.** Yatay doğruların belirlenmesi

Bu yatay doğruların XZ düzlemi üzerindeki izdüşümlerinin açılal farkı braketlerin rotasyon değeriindeki sapma miktarını göstermiştir (Şekil 3.34). Braketlerin mezial tarafa doğru rotasyon yapması pozitif (+), distale doğru yapılan rotasyon hareketi negatif (-) değerler ile ifade edilmiştir (Tablo 3.3).

**Tablo 3.3.** XZ düzlemi üzerindeki izdüşümlerin açılal değışimi

Düzlem	Hareket	Yön
XZ üzerindeki izdüşüm	Rotasyon	(+) Meziale rotasyon (-) Distale rotasyon



**Şekil 3.34.** Rotasyon değeriindeki sapma miktarının ölçülmesi

### 3.10. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS programının 25.0 versiyonu (IBM Corp, Armonk, NY, ABD, 2016) kullanılarak analiz edilmiştir. Sürekli değışkenler ortalama  $\pm$  standart sapma ve kategorik değışkenler sayı ve yüzde olarak verilmiştir. Dağılımın normalliğini belirleyebilmek için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır.

Veriler normal dağılım gösterdiğinde gruplar arası karşılaştırmalarda bağımsız örneklem t testi, normal dağılım göstermediğinde ise Mann-Whitney U Testi uygulanmıştır. Grup içi incelemelerde, verilerin normal dağılım göstermediği durumlarda

Kruskal Wallis analizi uygulanmıştır. Grup içi veriler normal dağılım gösterdiğinde ise tek yönlü varyans analizi kullanılmış, analiz sonrası anlamlılık tespit edilmesi durumunda ikili karşılaştırmalar Tukey testi ile incelenmiştir.

Lineer ölçümlerde meydana gelen  $\leq 0,5$  mm'lik ve açısal ölçümlerde meydana gelen  $\leq 2^\circ$  sapmalar klinik olarak kabul edilebilir transfer hataları olarak sayılmıştır. Klinik olarak kabul edilebilir hata prevalanslarını karşılaştırmak için kıkare testinden yararlanılmıştır. Ölçümlerin güvenilirlik düzeyini belirleyebilmek için sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK) kullanılmıştır.

Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık  $p < 0.05$  olarak kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Demografik Verilere Ait Bulgular

Çalışma grubumuza ait demografik veriler Tablo 4.1'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.1.** Çalışma grubuna ait demografik veriler

Cinsiyet	Hasta sayısı	Yüzde (%)	Braket sayısı	Yaş ortalaması (yıl)	Min-Max
<b>Kadın</b>	20	71,4	400	15,85 ± 2,03	12-21
<b>Erkek</b>	8	28,6	160	14,88 ± 2,23	12-18
<b>Toplam</b>	28	100	560	15,57 ± 2,10	12-21

Çalışmamıza toplamda 28 hasta (20 kadın, 8 erkek) dahil edilmiştir. Kadın hastaların yaş ortalaması 15,85±2,03 yıl, erkek hastaların yaş ortalaması 14,88±2,23 yıl olarak hesaplanmıştır. Toplamda hastalarımızın yaş ortalaması 15,57±2,1 yıldır.

Çalışmamızda toplamda 560 adet braket kullanılmış ve tüm braketlerin transferi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bonding işleminin gerçekleştirildiği seans transfer plakları ile uygulanan braketlerde ani kopma meydana gelmemiştir.

### 4.2. Ölçümlerin Güvenilirliği

Metot hatası açısından aynı araştırmacı tarafından ölçümler tekrarlanmış ve gözlemci-içi güvenilirlik düzeyi test edilmiştir. Her bir parametre için SKK değerleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Sınıf içi korelasyon katsayı değerlerinin 0,835-0,999 arasında değiştiği ve güvenilirliğin yüksek olduğu görülmüştür.

**Tablo 4.2.** Sınıf içi korelasyon katsayıları

	SKK	%95 Güven Aralığı	
		En Düşük	En Yüksek
X	0,993	0,963	0,999
Y	0,994	0,970	0,999
Z	0,989	0,946	0,998
XY	0,995	0,977	0,999
YZ	0,982	0,909	0,996
XZ	0,967	0,835	0,993

SKK: Sınıf içi korelasyon katsayısı

X: Meziodistal, Y: İnsizogingival, Z: Bukkolingual, XY: Angulasyon, YZ: Tork, XZ: Rotasyon

### 4.3. Direkt Dijital Teknikle Yapıştırılan Braketlere Ait Bulgular

#### 4.3.1. Lineer transfer hatalara ait bulgular

Direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Üst çene keser ve premolar braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası en az bukkolingual, en fazla insizogingival yönde bulunmuştur. Kanin braketlerde meydana gelen transfer hatası ise meziodistal ve bukkolingual yönde en az olup benzer değerler (0,06 mm) gösterirken, insizogingival yönde (0,14 mm) en yüksektir.

Alt çene keser braketlerde meydana gelen lineer transfer hata ölçümleri meziodistal yönde en düşük değeri (0,07 mm) göstermiştir. Kanin braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası meziodistal ve bukkolingual yönde en az olup benzer değerler (0,08 mm) göstermiştir. Alt çene premolar braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası ise bukkolingual yönde en az (0,11 mm) bulunmuştur. Keser, kanin ve premolar braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası insizogingival yönde en yüksek değerleri göstermiştir.

Total lineer transfer hata değerleri incelendiğinde; keser, kanin ve premolar braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası en az bukkolingual, en fazla insizogingival yönde bulunmuştur.

Üst çeneye direkt dijital teknik ile uygulanan keser, kanin ve premolar braketleri arasındaki lineer transfer hata değerleri meziodistal, insizogingival ve bukkolingual yönde istatistiksel düzeyde anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p > 0,05$ ; Tablo 4.3).



**Tablo 4.3.** Direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri

DİREKT DİJİTAL GRUP								
BÖLGE	YÖN	KESER Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	KANİN Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	PREMOLAR Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	p
ÜST	X	0,08 ± 0,04	0,09 (0,04 - 0,12)	0,08 ± 0,07	0,06 (0,04 - 0,12)	0,12 ± 0,09	0,10 (0,05 - 0,15)	0,165 <sup>a</sup>
	Y	0,17 ± 0,11	0,16 (0,11 - 0,24)	0,15 ± 0,12	0,14 (0,09 - 0,18)	0,14 ± 0,10	0,14 (0,06 - 0,22)	0,479 <sup>a</sup>
	Z	0,08 ± 0,06	0,07 (0,04 - 0,14)	0,06 ± 0,04	0,06 (0,03 - 0,09)	0,09 ± 0,05	0,08 (0,05 - 0,13)	0,094 <sup>a</sup>
ALT	X	0,09 ± 0,06	0,07 (0,06 - 0,14)	0,09 ± 0,06	0,08 (0,05 - 0,14)	0,12 ± 0,07	0,12 (0,06 - 0,16)	0,461 <sup>a</sup>
	Y	0,17 ± 0,06	0,18 (0,14 - 0,19)	0,13 ± 0,06	0,13 (0,07 - 0,18)	0,16 ± 0,08	0,15 (0,11 - 0,20)	0,121 <sup>b</sup>
	Z	0,10 ± 0,05	0,08 (0,03 - 0,13)	0,08 ± 0,05	0,08 (0,04 - 0,12)	0,11 ± 0,06	0,11 (0,05 - 0,18)	0,103 <sup>a</sup>
TOTAL	X	0,09 ± 0,04	0,09 (0,06 - 0,12)	0,09 ± 0,05	0,08 (0,05 - 0,11)	0,12 ± 0,05	0,11 (0,06 - 0,13)	0,095 <sup>a</sup>
	Y	0,17 ± 0,06	0,15 (0,13 - 0,20)	0,14 ± 0,05	0,13 (0,11 - 0,16)	0,15 ± 0,06	0,15 (0,10 - 0,20)	0,119 <sup>a</sup>
	Z	0,08 ± 0,04 <sup>A,B</sup>	0,08 (0,05 - 0,11)	0,07 ± 0,03 <sup>B</sup>	0,06 (0,05 - 0,09)	0,10 ± 0,05 <sup>A</sup>	0,10 (0,08 - 0,15)	<b>0,009<sup>b*</sup></b>

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Q<sub>1</sub>: Birinci çeyrek, Q<sub>3</sub>: Üçüncü çeyrek

<sup>a</sup>p<0.05

<sup>a</sup>: Kruskal-Wallis testi, <sup>b</sup>: Tek yönlü varyans analizi testi

A, B: Farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığı ifade etmektedir

X: Meziodistal, Y: İnsizogingival, Z: Bukkolingual

Alt çeneye direkt dijital teknik ile uygulanan keser, kanin ve premolar braketleri arasındaki lineer transfer hata değerleri meziodistal, insizogingival ve bukkolingual yönde istatistiksel düzeyde anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ; Tablo 4.3).

Total değerler incelendiğinde; keser, kanin ve premolar braketleri arasındaki lineer transfer hata açısından bukkolingual yönde ortalama değerler istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Premolar braketlerin ( $0,10\pm 0,05$  mm), kanin braketlerinden ( $0,07\pm 0,03$  mm) bukkolingual yönde anlamlı olarak daha fazla transfer hatası gösterdiği bulunmuştur ( $p<0,05$ ; Tablo 4.3). Ancak meziodistal ve insizogingival yönde keser, kanin ve premolar braketleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ; Tablo 4.3).

#### **4.3.2. Açısal transfer hatalara ait bulgular**

Direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısal transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Üst çene keser, kanin ve premolar braketlerde meydana gelen açısal transfer hatası en az rotasyon, en fazla tork ölçümünde bulunmuştur.

Alt çene keser, kanin ve premolar braketlerde meydana gelen açısal transfer hatası en az rotasyon, en fazla tork ölçümünde meydana gelmiştir.

Total açısal transfer hata değerleri incelendiğinde; keser, kanin ve premolar braketlerde meydana gelen açısal transfer hatası en az rotasyon, en fazla tork ölçümünde bulunmuştur.

Direkt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketler arasında açısal transfer hata açısından anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ; Tablo 4.4).

**Tablo 4.4.** Direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısız transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri

DİREKT DİJİTAL GRUP								
BÖLGE	YÖN	KESER Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	KANİN Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	PREMOLAR Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	P
ÜST	XY	1,25 ± 0,72	1,13 (0,73 - 1,87)	1,37 ± 0,70	1,33 (0,99 - 2,05)	1,47 ± 0,61	1,43 (1,06 - 1,98)	0,483 <sup>b</sup>
	YZ	1,76 ± 0,51	1,84 (1,53 - 2,15)	1,56 ± 0,81	1,39 (1,21 - 2,04)	1,73 ± 0,45	1,71 (1,46 - 2,04)	0,236 <sup>a</sup>
	XZ	1,02 ± 0,62	0,94 (0,52 - 1,51)	1,11 ± 0,70	1,04 (0,59 - 1,49)	0,99 ± 0,50	1,06 (0,53 - 1,26)	0,932 <sup>a</sup>
ALT	XY	1,58 ± 0,60	1,50 (1,16 - 1,96)	1,56 ± 0,92	1,62 (0,74 - 2,09)	1,53 ± 0,74	1,39 (1,10 - 1,88)	0,977 <sup>b</sup>
	YZ	1,83 ± 0,59	1,74 (1,33 - 2,26)	1,74 ± 0,72	1,78 (1,27 - 2,15)	1,63 ± 0,56	1,58 (1,27 - 1,89)	0,505 <sup>b</sup>
	XZ	1,24 ± 0,69	1,09 (0,77 - 1,52)	1,30 ± 0,94	1,12 (0,57 - 1,94)	1,20 ± 0,53	1,12 (0,81 - 1,53)	0,994 <sup>a</sup>
TOTAL	XY	1,41 ± 0,48	1,30 (0,99 - 1,77)	1,47 ± 0,59	1,39 (1,09 - 1,75)	1,50 ± 0,52	1,47 (1,13 - 1,77)	0,826 <sup>b</sup>
	YZ	1,80 ± 0,32	1,75 (1,54 - 2,02)	1,65 ± 0,50	1,59 (1,34 - 1,86)	1,68 ± 0,35	1,69 (1,41 - 1,90)	0,367 <sup>b</sup>
	XZ	1,13 ± 0,52	1,05 (0,75 - 1,40)	1,21 ± 0,58	1,10 (0,80 - 1,58)	1,09 ± 0,37	1,08 (0,84 - 1,27)	0,739 <sup>a</sup>

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Q<sub>1</sub>: Birinci çeyrek, Q<sub>3</sub>: Üçüncü çeyrek

<sup>a</sup>: Kruskal-Wallis testi, <sup>b</sup>: Tek yönlü varyans analizi testi

XY: Angulasyon, YZ: Tork, XZ: Rotasyon

#### 4.4. İndirekt Dijital Teknikle Yapıştırılan Braketlere Ait Bulgular

##### 4.4.1. Lineer transfer hatalara ait bulgular

İndirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Üst çene keser braketlerde meydana gelen transfer hatası meziodistal ve bukkolingual yönde en az olup benzer değerler (0,08 mm) gösterirken, insizogingival yönde en yüksek (0,20 mm) bulunmuştur. Üst çene kanin ve premolar braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası en az bukkolingual, en fazla insizogingival yönde bulunmuştur.

Alt çene keser, kanin ve premolar braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası en az bukkolingual, en fazla insizogingival yönde meydana gelmiştir.

Total lineer transfer hata değerleri incelendiğinde; keser, kanin ve premolar braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası en az bukkolingual, en fazla insizogingival yönde bulunmuştur.

İndirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketler arasında lineer transfer hata açısından anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ; Tablo 4.5).

**Tablo 4.5.** İndirekt dijital teknikle yapılandırılan braketlerin lineer transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri

İNDİREKT DİJİTAL GRUP								
BÖLGE	YÖN	KESER Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	KANİN Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	PREMOLAR Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	p
ÜST	X	0,09 ± 0,06	0,08 (0,05 - 0,14)	0,10 ± 0,07	0,10 (0,05 - 0,13)	0,12 ± 0,08	0,11 (0,06 - 0,18)	0,326 <sup>a</sup>
	Y	0,19 ± 0,08	0,20 (0,13 - 0,24)	0,15 ± 0,12	0,14 (0,07 - 0,21)	0,18 ± 0,10	0,17 (0,09 - 0,26)	0,152 <sup>a</sup>
	Z	0,08 ± 0,04	0,08 (0,05 - 0,11)	0,08 ± 0,06	0,08 (0,03 - 0,13)	0,11 ± 0,07	0,09 (0,05 - 0,16)	0,459 <sup>a</sup>
ALT	X	0,13 ± 0,15	0,09 (0,05 - 0,15)	0,11 ± 0,09	0,07 (0,03 - 0,19)	0,12 ± 0,11	0,11 (0,03 - 0,13)	0,933 <sup>a</sup>
	Y	0,20 ± 0,14	0,19 (0,11 - 0,25)	0,21 ± 0,19	0,16 (0,06 - 0,29)	0,17 ± 0,12	0,19 (0,06 - 0,27)	0,899 <sup>a</sup>
	Z	0,11 ± 0,08	0,08 (0,05 - 0,15)	0,10 ± 0,08	0,06 (0,04 - 0,14)	0,10 ± 0,08	0,09 (0,03 - 0,16)	0,756 <sup>a</sup>
TOTAL	X	0,10 ± 0,05	0,10 (0,06 - 0,13)	0,11 ± 0,06	0,10 (0,06 - 0,16)	0,12 ± 0,07	0,10 (0,07 - 0,15)	0,671 <sup>a</sup>
	Y	0,19 ± 0,08	0,20 (0,13 - 0,24)	0,18 ± 0,11	0,17 (0,10 - 0,23)	0,18 ± 0,08	0,19 (0,11 - 0,23)	0,751 <sup>b</sup>
	Z	0,11 ± 0,08	0,08 (0,06 - 0,13)	0,09 ± 0,04	0,09 (0,06 - 0,12)	0,11 ± 0,06	0,09 (0,06 - 0,14)	0,837 <sup>a</sup>

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Q<sub>1</sub>: Birinci çeyrek, Q<sub>3</sub>: Üçüncü çeyrek

<sup>a</sup>: Kruskal-Wallis testi, <sup>b</sup>: Tek yönlü varyans analizi testi

X: Meziodistal, Y: İnsizogingival, Z: Bukkolingual

#### 4.4.2. Açısal transfer hatalara ait bulgular

İndirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısal transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Üst çene keser ve premolar braketlerde meydana gelen açısal transfer hatası en az rotasyon, en fazla tork ölçümünde meydana gelmiştir. Üst çene kanin braketlerin angulasyon ölçümü ortalama transfer hatası ( $1,46 \pm 0,84^\circ$ ), tork ve rotasyon ölçümlerinden yüksek bulunmuştur.

Alt çene kanin ve premolar braketlerde meydana gelen açısal transfer hatası en az rotasyon, en fazla tork ölçümünde gözlenmiştir.

Total açısal transfer hata değerleri incelendiğinde; keser, kanin ve premolar braketlerin açısal transfer hatası en az rotasyon, en fazla tork ölçümünde meydana gelmiştir.

İndirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketler arasında açısal transfer hata açısından anlamlı farklılık olmadığı görülmüştür ( $p > 0,05$ ; Tablo 4.6).

**Tablo 4.6.** İndirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısız transfer hatalarının ortalama ve medyan değerleri

İNDİREKT DİJİTAL GRUP								
BÖLGE	YÖN	KESER Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	KANİN Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	PREMOLAR Ort±SS	Medyan (Q1-Q3)	p
ÜST	XY	1,42 ± 0,35	1,30 (1,17 - 1,76)	1,46 ± 0,84	1,27 (1,04 - 2,20)	1,42 ± 0,56	1,47 (1,10 - 1,67)	0,972 <sup>b</sup>
	YZ	1,63 ± 0,55	1,52 (1,29 - 1,92)	1,38 ± 0,78	1,25 (0,95 - 2,11)	1,64 ± 0,52	1,60 (1,27 - 2,04)	0,247 <sup>a</sup>
	XZ	1,21 ± 0,53	1,25 (0,82 - 1,62)	1,38 ± 0,80	1,25 (0,69 - 2,24)	1,29 ± 0,47	1,25 (0,94 - 1,58)	0,794 <sup>a</sup>
ALT	XY	1,57 ± 0,53	1,52 (1,25 - 1,91)	1,60 ± 0,82	1,51 (0,98 - 2,46)	1,52 ± 0,55	1,49 (1,15 - 1,92)	0,859 <sup>b</sup>
	YZ	1,66 ± 0,57	1,44 (1,24 - 2,12)	1,63 ± 0,89	1,67 (1,09 - 2,16)	1,70 ± 0,62	1,52 (1,30 - 1,99)	0,919 <sup>a</sup>
	XZ	1,38 ± 0,41	1,47 (1,14 - 1,65)	1,40 ± 0,86	1,31 (0,60 - 2,08)	1,35 ± 0,53	1,41 (0,94 - 1,58)	0,820 <sup>a</sup>
TOTAL	XY	1,50 ± 0,28	1,45 (1,32 - 1,60)	1,49 ± 0,59	1,59 (0,90 - 2,07)	1,47 ± 0,32	1,50 (1,24 - 1,70)	0,946 <sup>a</sup>
	YZ	1,64 ± 0,33	1,55 (1,42 - 1,89)	1,54 ± 0,70	1,67 (0,90 - 1,91)	1,67 ± 0,45	1,65 (1,32 - 2,02)	0,863 <sup>a</sup>
	XZ	1,29 ± 0,33	1,23 (1,10 - 1,52)	1,39 ± 0,63	1,26 (0,85 - 1,81)	1,32 ± 0,40	1,25 (1,04 - 1,56)	0,774 <sup>b</sup>

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Q<sub>1</sub>: Birinci çeyrek, Q<sub>3</sub>: Üçüncü çeyrek

<sup>a</sup>: Kruskal-Wallis testi, <sup>b</sup>: Tek yönlü varyans analizi testi

XY: Angulasyon, YZ: Tork, XZ: Rotasyon

#### **4.5. Direkt ve İndirekt Dijital Teknikle Yapıştırılan Braketlerde Meydana Gelen Transfer Hatalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması**

##### **4.5.1. Lineer transfer hatalara ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması**

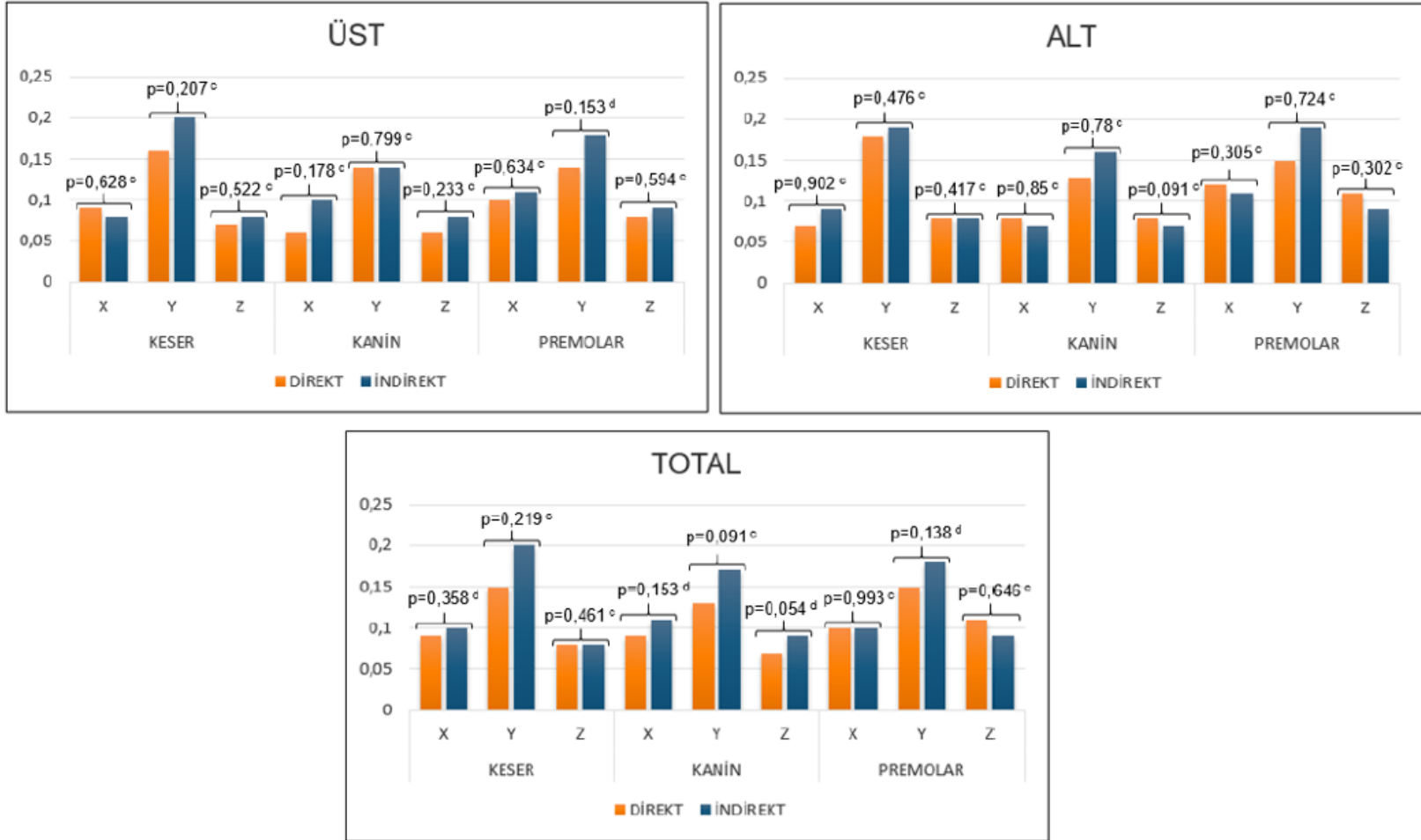
Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hata değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması Şekil 4.1'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda, üst çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin lineer transfer hataları açısından; meziodistal, insizogingival ve bukkolingual yönde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Alt çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin lineer transfer hataları açısından; meziodistal, insizogingival ve bukkolingual yönde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Total lineer transfer hata değerleri incelendiğinde; direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin lineer transfer hataları açısından meziodistal, insizogingival ve bukkolingual yönde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).





<sup>c</sup>: Mann Whitney U testi, <sup>d</sup>: t testi

X: Meziodistal, Y: İnsizovingival, Z: Bukkolingual

**Şekil 4.1.** Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hata değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

#### 4.5.2. Açısal transfer hatalara ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısal transfer hata değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması Şekil 4.2'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

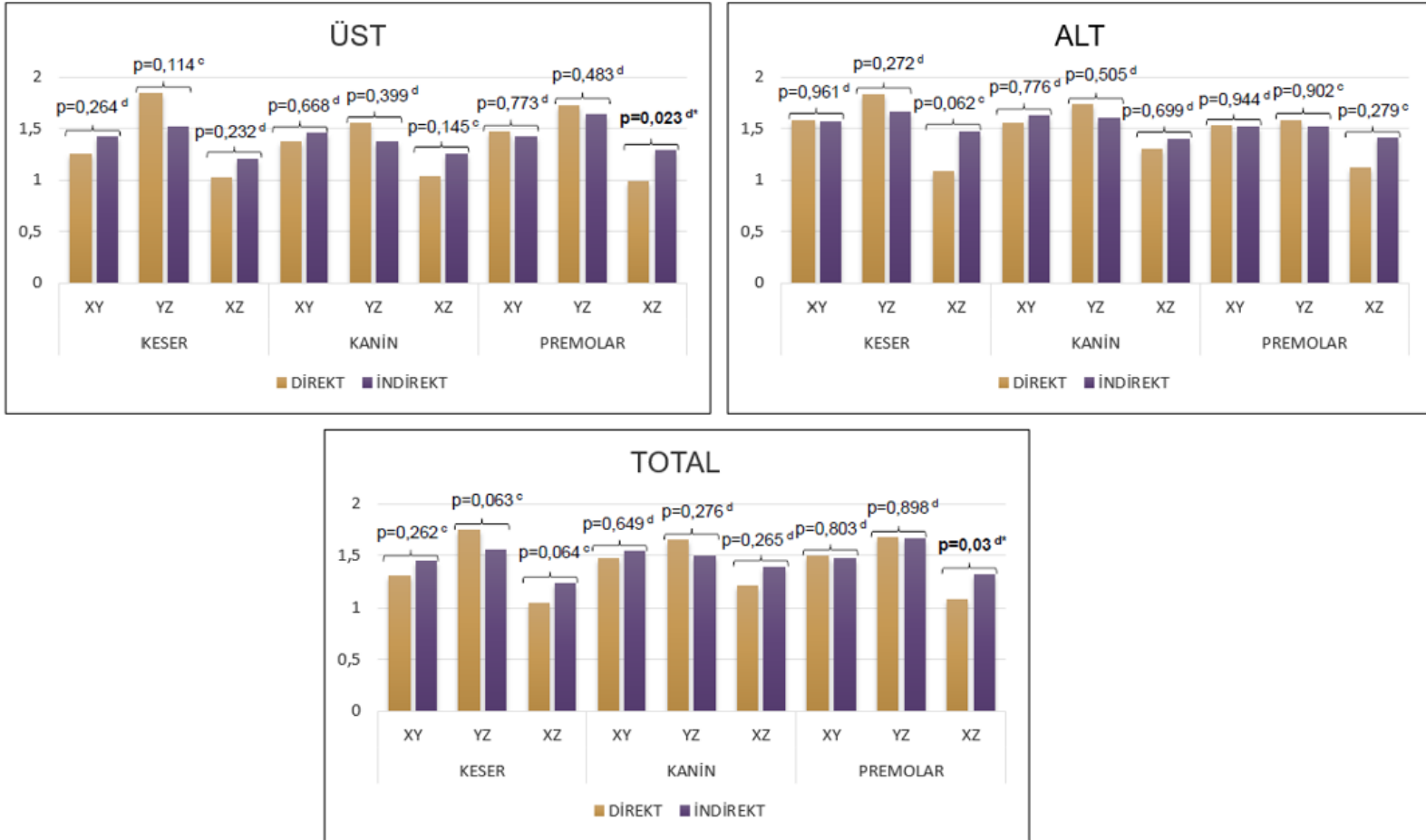
Üst çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser ve kanin braketlerin açısal transfer hataları açısından; angulasyon, tork ve rotasyon ölçümü değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ).

Üst çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan premolar braketlerin rotasyon transfer hata ortalama değeri, indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerde ( $1,29\pm 0,47^\circ$ ) direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlere ( $0,99\pm 0,50^\circ$ ) göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ancak angulasyon ve tork ölçümü değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ).

Alt çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin açısal transfer hataları açısından; angulasyon, tork ve rotasyon ölçümü değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı gözlenmiştir ( $p>0,05$ ).

Total açısal transfer hata değerleri incelendiğinde; direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser ve kanin braketlerin açısal transfer hataları açısından angulasyon, tork ve rotasyon ölçüm değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Total açısal transfer hata değerleri incelendiğinde, premolar braketlerin rotasyon transfer hata ortalama değeri, indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerde ( $1,32\pm 0,40^\circ$ ) direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlere ( $1,09\pm 0,37^\circ$ ) göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ancak angulasyon ve tork ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ).



<sup>c</sup>: Mann Whitney U testi, <sup>d</sup>: t testi, \*p<0.05

XY: Angulasyon, YZ: Tork, XZ: Rotasyon

**Şekil 4.2.** Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısal transfer hata değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

### 4.5.3. Lineer ve açısall total transfer hatalara ait bulguların gruplar arası karşılaştırılması

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştirılan braketlerin lineer ve açısall total transfer hata değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.7.** Lineer ve açısall total transfer hata değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

BÖLGE	YÖN	DD	Median	İD	Median	p <sup>d</sup>
		Ort±SS	(Q1-Q3)	Ort±SS	(Q1-Q3)	
LİNEER ÖLÇÜM	X	0,10 ± 0,03	0,10 (0,08 - 0,12)	0,11 ± 0,03	0,11 (0,09 - 0,12)	0,112
	Y	0,15 ± 0,03	0,15 (0,13 - 0,16)	0,18 ± 0,06	0,18 (0,15 - 0,21)	<b>0,011*</b>
	Z	0,09 ± 0,02	0,08 (0,07 - 0,10)	0,10 ± 0,03	0,10 (0,07 - 0,12)	<b>0,048*</b>
AÇISAL ÖLÇÜM	XY	1,46 ± 0,30	1,49 (1,27 - 1,61)	1,50 ± 0,27	1,48 (1,27 - 1,66)	0,561
	YZ	1,71 ± 0,20	1,70 (1,58 - 1,85)	1,60 ± 0,23	1,60 (1,47 - 1,75)	0,065
	XZ	1,14 ± 0,24	1,20 (0,99 - 1,28)	1,33 ± 0,30	1,33 (1,10 - 1,56)	<b>0,011*</b>

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Q<sub>1</sub>: Birinci çeyrek, Q<sub>3</sub>: Üçüncü çeyrek

\*p<0.05

<sup>d</sup>: t testi

DD: Direkt dijital, İD: İndirekt dijital

X: Meziodistal, Y: İnsizogingival, Z: Bukkolingual, XY: Angulasyon, YZ: Tork, XZ: Rotasyon

Braket ayırımı yapılmaksızın lineer ölçümler total olarak değerlendirildiğinde, direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştirılan braketlerde meydana gelen transfer hatası en az bukkolingual (DD:0,09±0,02 mm ve İD:0,10±0,03 mm), en fazla insizogingival (DD:0,15±0,03 mm ve İD:0,18±0,06 mm) yönde bulunmuştur.

Açısall ölçümler total olarak değerlendirildiğinde; direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştirılan braketlerde meydana gelen transfer hatası en az rotasyon (DD:1,14±0,24° ve İD:1,33±0,30°), en fazla tork (DD:1,71±0,20° ve İD:1,60±0,23°) ölçümünde gözlenmiştir. Her iki teknikte de açısall hatalar lineer transfer hatalarından daha fazla bulunmuştur.

İnsizogingival ve bukkolingual yönde meydana gelen transfer hata ortalama değerleri, indirekt dijital teknik ile yapıştirılan braketlerde direkt dijital teknik ile yapıştirılan braketlere göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (p<0,05; Tablo 4.7). Ancak iki teknik arasında meziodistal yönde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>0,05; Tablo 4.7).

Rotasyon ölçümünde meydana gelen transfer hataların ortalama değeri, indirekt dijital teknik ile yapıştirılan braketlerde (1,33±0,30°) direkt dijital teknik ile yapıştirılan braketlere (1,14±0,24°) göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (p<0,05; Tablo 4.7). Ancak iki teknik arasında angulasyon ve tork ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>0,05; Tablo 4.7).

#### 4.6. Direkt ve İndirekt Dijital Teknikle Yapıştırılan Braketlerin Klinik Olarak Kabul Edilebilir Hata Prevalansları

##### 4.6.1. Lineer transfer hataların klinik olarak kabul edilebilir prevalansları

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerdeki lineer transfer hataların klinik olarak kabul edilebilir prevalanslarının gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.8'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.8.** Lineer transfer hataların klinik olarak kabul edilebilir prevalanslarının gruplar arası karşılaştırılması

BÖLGE	YÖN	KESER (%)			KANİN (%)			PREMOLAR (%)		
		DD	İD	p <sup>e</sup>	DD	İD	p <sup>e</sup>	DD	İD	p <sup>e</sup>
ÜST	X	100	100	-	100	100	-	98,2	100	0,485
	Y	98,2	100	0,485	96,4	96,4	-	98,2	100	0,485
	Z	100	100	-	100	100	-	100	100	-
ALT	X	100	100	-	100	100	-	100	98,2	0,485
	Y	100	96,4	0,328	100	92,9	0,263	100	100	-
	Z	100	92,9	0,263	100	100	-	100	100	-
TOTAL	X	100	100	-	100	100	-	99,1	99,1	-
	Y	99,1	98,2	0,492	98,2	94,6	0,311	99,1	100	0,499
	Z	100	96,4	0,328	100	100	-	100	100	-

<sup>e</sup>: Kikare testi

DD: Direkt dijital, İD: İndirekt dijital

X: Meziodistal, Y: İnsizogingival, Z: Bukkolingual

Üst çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser ve kanin braketlerdeki transfer hataların tümü meziodistal ve bukkolingual yönde 0,5 mm'nin altında olup; klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları benzer bulunmuştur.

Üst çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan premolar braketlerdeki transfer hataların tümü bukkolingual yönde 0,5 mm'nin altında olup; klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları benzer bulunmuştur.

Üst çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin lineer transfer hatalarında; meziodistal, insizogingival ve bukkolingual yönde kabul edilebilir hata prevalansı istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir (p>0,05; Tablo 4.8).

Alt çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser ve kanin braketlerdeki transfer hataların tümü meziodistal yönde 0,5 mm'nin altında olup; klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları benzer bulunmuştur.

Alt çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan premolar braketlerdeki transfer hataların tümü insizogingival yönde 0,5 mm'nin altında olup; klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları benzer bulunmuştur.

Alt çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan kanin ve premolar braketlerdeki transfer hataların tümü bukkolingual yönde 0,5 mm'nin altında olup; klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları benzer bulunmuştur.

Alt çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin lineer transfer hatalarında; meziodistal, insizogingival ve bukkolingual yönde kabul edilebilir hata prevalansı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ; Tablo 4.8).

Total değerler incelendiğinde, direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser ve kanin braketlerdeki transfer hataların tümü meziodistal yönde 0,5 mm'nin altında olup; klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları benzer bulunmuştur.

Total değerler incelendiğinde, direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan kanin ve premolar braketlerdeki transfer hataların tümü bukkolingual yönde 0,5 mm'nin altında olup; klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları benzer bulunmuştur.

Total değerler incelendiğinde, direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin lineer transfer hatalarında; meziodistal, insizogingival ve bukkolingual yönde kabul edilebilir hata prevalansı istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0,05$ ; Tablo 4.8).

#### **4.6.2. Açısal transfer hataların klinik olarak kabul edilebilir prevalansları**

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerdeki açısal transfer hataların klinik olarak kabul edilebilir hata prevalanslarının gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.9'da gösterilmektedir.

Kabul edilebilir hata prevalansları değerlendirildiğinde, direkt dijital teknikle yapıştırılan üst çene premolar braketlerin (%71,4) indirekt teknikle yapıştırılan braketlere (%73,2) kıyasla angulasyon açısından daha düşük başarı oranına sahip olduğu bulunmuştur. Tork ise benzer sonuçlar (%73,2) göstermiştir. Direkt teknikle yapıştırılan diğer tüm braketlerin başarı oranları daha yüksektir. Ancak üst çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin angulasyon, tork ve rotasyon ölçümlerinin klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0,05$ ; Tablo 4.9).

**Tablo 4.9.** Açısal transfer hatalarının klinik olarak kabul edilebilir prevalanslarının gruplar arası karşılaştırılması

BÖLGE	YÖN	KESER (%)			KANİN (%)			PREMOLAR (%)		
		DD	İD	p <sup>e</sup>	DD	İD	p <sup>e</sup>	DD	İD	p <sup>e</sup>
ÜST	XY	80,3	76,7	0,567	75,0	71,4	0,663	71,4	73,2	0,356
	YZ	71,4	69,6	0,672	75,0	71,4	0,663	73,2	73,2	-
	XZ	83,9	82,1	0,532	78,6	64,3	0,213	85,7	78,5	0,215
ALT	XY	71,4	71,4	-	71,4	64,3	0,436	71,4	67,8	0,581
	YZ	66,0	71,4	0,463	67,9	64,3	0,678	66,0	69,6	0,418
	XZ	82,1	78,5	0,385	75,0	71,4	0,664	80,3	78,5	0,262
TOTAL	XY	75,8	74,0	0,678	73,2	67,8	0,434	71,4	70,5	0,512
	YZ	68,7	70,5	0,511	71,4	67,8	0,213	69,6	70,4	0,621
	XZ	83,0	80,3	0,534	76,8	67,8	0,114	83,0	78,5	0,424

<sup>e</sup>: Kikare testi

DD: Direkt dijital, İD: İndirekt dijital

XY: Angulasyon, YZ: Tork, XZ: Rotasyon

Direkt dijital teknikle yapıştırılan alt çene keser ve premolar braketlerde (%66) indirekt teknikle yapıştırılan braketlere kıyasla tork açısından daha düşük başarı oranı bulunmuştur. Keser braketler ise angulasyon açısından benzer sonuçlar (%71,4) göstermiştir. Direkt teknikle yapıştırılan diğer tüm braketlerin başarı oranları daha yüksektir. Fakat alt çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin angulasyon, tork ve rotasyon ölçümlerinin klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ; Tablo 4.9).

Total değerler incelendiğinde, direkt dijital teknikle yapıştırılan keser (%68,7) ve premolar (%69,6) braketlerin indirekt teknikle yapıştırılan braketlere kıyasla tork açısından daha düşük başarı oranına sahip olduğu gözlenmiştir. Direkt teknikle yapıştırılan diğer tüm braketlerin başarı oranları daha yüksek bulunmuştur. Ancak direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketleri arasındaki açısal transfer hatalarında; angulasyon, tork ve rotasyon ölçümlerinin klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0,05$ ; Tablo 4.9).

#### 4.6.3. Lineer ve açısal total transfer hatalarının klinik olarak kabul edilebilir prevalansları

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerdeki lineer ve açısal total transfer hatalarının klinik olarak kabul edilebilir hata prevalanslarının karşılaştırılması Tablo 4.10'da gösterilmektedir.

**Tablo 4.10.** Lineer ve açısız total transfer hatalarının klinik olarak kabul edilebilir prevalanslarının gruplar arası karşılaştırılması

BÖLGE	YÖN	DD (%)	İD (%)	p <sup>e</sup>
LİNEER ÖLÇÜM	X	99,7	98,8	0,421
	Y	98,8	97,6	0,399
	Z	100	99,6	0,585
AÇISAL ÖLÇÜM	XY	73,4	70,7	0,336
	YZ	69,9	68,9	0,428
	XZ	80,9	75,5	0,290

<sup>e</sup>: Kikare testi

DD: Direkt dijital, İD: İndirekt dijital

X: Meziodistal, Y: İnsizogingival, Z: Bukkolingual, XY: Angulasyon, YZ: Tork, XZ: Rotasyon

Braket ayrımı yapılmaksızın direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansları lineer ölçümlerde en yüksek bukkolingual (DD:%100 ve İD:%99,6), en düşük insizogingival (DD:%98,8 ve İD:%97,6) yönde bulunmuştur. Açısız transfer hatalarında ise en yüksek rotasyon (DD:%80,9 ve İD:%75,5), en düşük tork (DD:%69,9 ve İD:%68,9) ölçümünde gözlenmiştir. Her iki teknikte de lineer ölçümler, açısız ölçümlere göre daha başarılı sonuçlar vermiştir.

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer ölçümlerinde; meziodistal, insizogingival ve bukkolingual yönde, açısız ölçümlerde ise angulasyon, tork ve rotasyon açısından klinik olarak kabul edilebilir hata prevalansı istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p>0,05$ ; Tablo 4.10).

#### 4.7. Direkt ve İndirekt Dijital Teknikle Yapıştırılan Braketlerin Yön Sapma Yüzdeleri

##### 4.7.1. Lineer transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri Tablo 4.11'de gösterilmiştir.

Üst ve alt çenelere direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin çoğu meziodistal yönde meziale, insizogingival yönde insizale ve bukkolingual yönde bukkale doğru yer değiştirmiştir.

Total lineer transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri incelendiğinde; direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin çoğu meziodistal yönde meziale, insizogingival yönde insizale ve bukkolingual yönde bukkale doğru yer değiştirmiştir.



**Tablo 4.11.** Direkt ve indirekt dijital teknikle yapılandırılan braketlerin lineer transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri

BÖLGE	YÖN	KESER (%)				KANİN (%)				PREMOLAR (%)			
		DD		İD		DD		İD		DD		İD	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
ÜST	X	62,5	37,5	67,8	32,2	78,6	21,4	64,3	35,7	73,2	26,8	67,8	32,2
	Y	69,6	30,4	80,3	19,7	51,0	49,0	75,0	25,0	83,9	16,1	82,1	17,9
	Z	66,0	34,0	73,2	26,8	64,3	35,7	60,7	39,3	62,5	37,5	69,6	30,4
ALT	X	69,6	30,4	73,2	26,8	64,3	35,7	71,4	28,6	58,9	41,1	62,5	37,5
	Y	85,7	14,3	69,6	30,4	71,4	28,6	67,9	32,1	67,8	32,2	76,8	23,2
	Z	66,0	34,0	75,0	25,0	67,9	32,1	75,0	25,0	62,5	37,5	62,5	37,5
TOTAL	X	66,0	34,0	70,5	29,5	71,4	28,6	67,8	32,2	66,0	34,0	65,1	34,9
	Y	77,6	22,4	74,9	25,1	60,7	39,3	73,2	26,8	75,8	24,2	79,4	20,6
	Z	66,0	34,0	74,1	25,9	66,1	33,9	67,8	32,2	62,5	37,5	66,0	34,0

DD: Direkt dijital, İD: İndirekt dijital

X: Meziodistal, Y: İnsizogingival, Z: Bukkolingual

+: X için meziale, Y için insizale, Z için bukkale doğru hareket

-: X için distale, Y için gingivale, Z için linguale doğru hareket

#### 4.7.2. Açısal transfer hataların yön sapma yüzdeleri

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısal transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri Tablo 4.12'de gösterilmiştir.

Üst çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin çoğu meziale doğru tipping ve rotasyon yapmıştır. Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser ve kanin braketlerin çoğu palatinal kron torku alırken; indirekt dijital teknikle uygulanan premolar braketler bukkal (%53,6), direkt dijital teknikle uygulanan premolar braketler ise palatinal (%57,1) kron torku almıştır.

Alt çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin çoğu meziale doğru tipping ve rotasyon yapmıştır. Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser braketlerin çoğu palatinal (DD:%55,3 ve İD:%53,5), kanin braketleri ise bukkal (DD:%53,6 ve İD:%67,9) kron torku almıştır. Direkt dijital teknikle uygulanan premolar braketler palatinal (%55,3), indirekt dijital teknikle uygulanan premolar braketler ise bukkal (%51,8) kron torku almıştır.

Total açısal transfer hataların yön sapma yüzdeleri incelendiğinde; direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin çoğu meziale doğru tipping ve rotasyon yapmıştır. Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan keser braketlerin çoğu palatinal (DD:%56,3 ve İD:%54,4), direkt dijital teknikle uygulanan kanin ve premolar braketler palatinal, indirekt dijital teknikle uygulanan kanin ve premolar braketler ise bukkal kron torku almıştır.

**Tablo 4.12.** Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştirılan braketlerin açısal transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri

BÖLGE	YÖN	KESER (%)				KANİN (%)				PREMOLAR (%)			
		DD		İD		DD		İD		DD		İD	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
ÜST	XY	75,0	25,0	55,3	44,7	64,3	35,7	71,4	28,6	71,4	28,6	69,6	30,4
	YZ	42,7	57,3	44,6	55,4	42,9	57,1	35,7	64,3	42,9	57,1	53,6	46,4
	XZ	67,9	32,1	64,3	35,7	60,7	39,3	57,1	42,9	62,5	37,5	64,3	35,7
ALT	XY	62,5	37,5	60,7	39,3	53,6	46,4	60,7	39,3	71,4	28,6	73,2	26,8
	YZ	44,7	55,3	46,5	53,5	53,6	46,4	67,9	32,1	44,7	55,3	51,8	48,2
	XZ	60,7	39,3	55,4	44,6	71,4	28,6	51,0	49,0	60,8	39,2	62,5	37,5
TOTAL	XY	68,7	31,2	58,0	42,0	58,9	41,0	66,0	33,9	71,4	28,6	71,4	28,6
	YZ	43,7	56,3	45,5	54,4	48,2	51,7	51,8	48,2	43,8	56,2	52,7	47,3
	XZ	64,3	35,7	59,8	40,1	66,0	33,9	53,5	46,4	61,6	38,3	63,4	36,6

DD: Direkt dijital, İD: İndirekt dijital

XY: Angulasyon, YZ: Tork, XZ: Rotasyon

+: XY için meziale tipping, YZ için bukkal kron torku, XZ için meziale rotasyon

-: XY için distale tipping, YZ için palatinal kron torku, XZ için distale rotasyon

#### 4.7.3. Lineer ve açısai total transfer hataların yön sapma yüzdeleri

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer ve açısai total transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri Tablo 4.13'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.13.** Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer ve açısai total transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri

		YÖN	DD (%)	İD (%)
LİNEER ÖLÇÜM	X	+	67,8	67,8
		-	32,2	32,2
	Y	+	71,3	75,8
		-	28,7	24,2
	Z	+	64,8	69,3
		-	35,2	30,7
AÇISAL ÖLÇÜM	XY	+	66,4	65,2
		-	33,6	34,8
	YZ	+	45,3	50,1
		-	54,7	49,9
	XZ	+	64,1	59,0
		-	35,9	41,0

DD: Direkt dijital, İD: İndirekt dijital

X: Mezioidistal, Y: İnsizogingival, Z: Bukkolingual, XY: Angulasyon, YZ: Tork, XZ: Rotasyon

+: X için meziale, Y için insizale, Z için bukkale doğru hareket, XY için meziale tipping, YZ için bukkal kron torku, XZ için meziale rotasyon,

-: X için distale, Y için gingivale, Z için linguale doğru hareket, XY için distale tipping, YZ için palatinal kron torku, XZ için distale rotasyon

Braket ayırımı yapılmaksızın lineer ölçümler değerlendirildiğinde; direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğunluğu meziodistal yönde meziale (%67,8), insizogingival yönde insizale (DD:%71,3 ve İD:%75,8) ve bukkolingual yönde bukkale (DD:%64,8 ve İD:%69,3) doğru yer değişirmiştir.

Açısai ölçümler değerlendirildiğinde; direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğu meziale doğru tipping (DD:%66,4 ve İD:%65,2) ve rotasyon (DD:%64,1 ve İD:%59) yapmıştır. Direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğu palatinal (%54,7), indirekt dijital teknikle uygulanan braketlerin çoğu bukkal (%50,1) kron torku almıştır.

## 5. TARTIŞMA

Literatürde farklı indirekt bonding tekniklerin braket konum doğruluğunu araştıran çalışmalar mevcuttur (Schmid vd 2018, Duarte vd 2020, Zhang vd 2020, Chaudhary vd 2021, Shin vd 2021, Faus vd 2021, Jungbauer vd 2021, Süpple vd 2021, Yoo vd 2022, Aboujaoude vd 2022, Von Glasenapp vd 2022, Gündoğ vd 2023). Elde edilen sonuçlar braketlerin lineer ve açısal transfer hataları ile ilgili ortodontistlere fikir vermiştir. Bunun yanısıra gözlenen transfer hatalarının yönü ve klinik olarak kabul edilebilir hata prevalanslarını değerlendiren çalışmalar da bulunmaktadır (Pottier vd 2020, Xue vd 2020, Niu vd 2021, Bachour vd 2022, Hoffmann vd 2022, Palone vd 2023). Ancak yapılan literatür incelemesi sonucunda direkt ve indirekt şekilde üretilen dijital bonding plakların braket konum doğruluğunun klinik olarak tek bir çalışmada değerlendirilmediği görülmüştür. Çalışmamız ile farklı yöntemle üretilen dijital indirekt bonding plaklarının braket konum doğruluğu klinik olarak değerlendirilerek literatürdeki eksikliğin giderilmesi hedeflenmiştir.

### 5.1. Birey Seçimi

Braket konum doğruluklarını değerlendiren çalışmalar incelendiğinde, farklı yaş aralığında bireylerin çalışmalara dahil edildiği görülmüştür. Chaudhary ve arkadaşları (2021) 17-24 yıl, Bachour ve arkadaşları (2022) 21-31 yıl aralığındaki hastaları çalışmalarına dahil ederken, Palone ve arkadaşları (2023) 16,6 yıl yaş ortalamasına sahip hastalar ile çalışmalarını yürütmüşlerdir. Çalışmamıza dahil edilen hastaların yaş aralığı ise 12-21 yıl arasında olup, kliniğimize tedavi gereksinimiyle başvuruda bulunan hastalar arasından seçim yapılarak çalışma grubumuz oluşturulmuştur.

Literatürde transfer plakların braket konum doğruluğunu değerlendiren çalışmalar çekimsiz sabit ortodontik tedavi endikasyonuna sahip, tüm daimi dişleri sürmüş ve diş eksikliği bulunmayan hastalar üzerinden yürütülmüştür (Xue vd 2020, Chaudhary vd 2021, Von Glasenapp vd 2022, Gündoğ vd 2023). Direkt ve indirekt dijital transfer plakların braket konum doğruluğu açısından etkinliğinin değerlendirildiği çalışmamızda da hasta seçiminde benzer kriterler dikkate alınmıştır. Ayrıca diğer çalışmalarda olduğu

gibi dişlerde malformasyon gözlenmemesi, çürük ve restorasyon ihtiyacının olmaması gerekmektedir (Xue vd 2020, Jungbauer vd 2021, Park vd 2021, Bachour vd 2022, Palone vd 2023, Gündoğ vd 2023). Çünkü görülen madde kayıpları ve malforme dişlerin varlığı braketlerin dişler üzerine yapıştırılmasını olumsuz yönde etkiler.

Literatürde transfer plakların braket konum doğruluğunu değerlendiren çalışmalar sistemik ve periodontal hastalığı bulunmayan yeterli oral hijyene sahip hastalar üzerinde yürütülmüştür (Chaudhary vd 2021, Palone vd 2023, Fiorillo vd 2023). Direkt ve indirekt dijital transfer plakların braket konum doğruluğu açısından etkinliğinin değerlendirildiği çalışmamızda da bu kriterler dikkate alınarak hasta seçimi yapılmıştır. Çünkü yetersiz oral hijyene ve periodontal hastalığa neden olabilecek dental plak ve oluşabilecek hiperemik diş etinin, braketlerin dişler üzerine doğru pozisyonda yapıştırılmasını ve plakların düzgün bir şekilde oturmasını olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmüştür.

Braket konum doğruluğunun değerlendirildiği çalışmalara benzer şekilde alt ve üst çenede şiddetli çapraşıklık bulunan hastalar kapsam dışı bırakılmıştır (Grünheid vd 2016, Chaudhary vd 2021, Bachour vd 2022, Gündoğ vd 2023). Çapraşıklık miktarı arttıkça braketlerin dijital ortamda olsa bile ideal konumlarında yerleştirilmesi zor olduğundan, şiddetli çapraşıklık olmayan hastalar üzerinde çalışmamız yürütülmüştür. Bu nedenle ideal konumlarında yerleştirilen braketler ile daha doğru sonuçlar elde edileceği düşünülerek hafif çapraşıklık gösteren ve okluzyonun tek seansta braketlemeye izin verdiği hastalar çalışmamıza dahil edilmiştir.

## 5.2. Yöntem

Günümüzde tarama cihazlarının yardımıyla ağız içerisinin dijital görüntüleri oluşturularak sanal ortama taşınabilmektedir. Dijital görüntüler, direkt ve indirekt teknik olmak üzere iki farklı şekilde elde edilmektedir (Ünsal ve Çifter 2021). İndirekt teknikle çalışma modellerinin tarandığı ve transfer plakların braket konum doğruluğunun değerlendirildiği birçok çalışma bulunmaktadır (Kim vd 2018, Pottier vd 2020, Niu vd 2021, Park vd 2021, Süpple vd 2021). Ancak az sayıdaki klinik çalışmada hastaların doğrudan ağız içi taraması yapılarak sanal görüntüleri elde edilmiştir (Xue vd 2020, Chaudhary vd 2021, Fiorillo vd 2023). Benzer şekilde çalışmamızda direkt teknik ile hastaların ağız içi taranmış ve ölçüden kaynaklı oluşabilecek hataların önüne geçilmiştir.

Yapılan bir çalışmada altı intraoral tarayıcının doğruluğu karşılaştırılmıştır (Hack ve Patzelt 2015). Ağız içi tarama cihazları arasında en yüksek doğruluğu ve hassasiyeti Trios marka ağız içi tarayıcı göstermiştir. Görüntülerin gerçek değerlerine yakınlığı doğruluk, tekrarlanabilirliği de hassasiyet olarak ifade edilmiştir. Çalışmamızda yüksek

hassasiyete ve doğruluğa sahip olan aynı marka ağız içi tarama cihazı kullanılmış ve hastaların üç boyutlu dijital modelleri elde edilmiştir.

Transfer plakların braket konum doğruluğunu değerlendirmek amacıyla birçok marka ve özellikte braket sistemi tercih edilebilir. Ancak indirekt bonding yazılımının kütüphanesinde mevcut olan marka ve özellikteki braketlerin kullanımı araştırmacıları kısıtlar. Çalışmamızda Ortho Analyzer programının sanal kütüphanesinde yer alan 0.022 inç slot, hookları bulunan MBT sistemine uygun metal braketler (Mini Master) kullanılmıştır. Literatür değerlendirildiğinde bizimle aynı marka braket sistemini kullanan çalışmaların olduğu görülmüştür (Pottier vd 2020, Panayi vd 2020, Gündoğ vd 2023).

Braket konum doğruluğunu değerlendiren birçok çalışmada tüpler plak içerisine dahil edilmemiştir (Schmid vd 2018, Pottier vd 2020, Duarte vd 2020, Xue vd 2020, Chaudhary vd 2021, Bachour vd 2022). Tüplerin plak içerisine dahil edildiği çalışmalara bakıldığında; Niu ve arkadaşları (2021) tarafından termoplastik transfer plaklar kullanıldığında, açisal hatalar molar tüplerde diğer braketlere göre daha yüksek bulunmuştur. Jungbauer ve arkadaşları (2021) tarafından yumuşak transfer plaklar yardımıyla braketlerin daha kolay yerleştirildiği, fakat transfer plaktaki küçük deformasyonların özellikle molar tüplerin daha gingivalde konumlanmasına sebep olacağı rapor edilmiştir. Hoffmann ve arkadaşları (2022) tarafından molar tüplerdeki transfer hataların, plaktan bağımsız olarak yüksek değerlerde olduğu bildirilmiştir. Çalışmamız kapsamında farklı şekilde üretilen dijital indirekt bonding plakların braket konum doğruluğu üzerine etkisi araştırılacağından, tüpler değerlendirmeye alınmamıştır.

Literatürde braket konum doğruluğunu değerlendiren güncel çalışmalarda braketleri pozisyonlandırmak için çoğunlukla Ortho Analyzer ve dijital plak tasarımı için Appliance Designer programı tercih edilmiştir (Pottier vd 2020, Xue vd 2020, Duarte vd 2020, Niu vd 2021, Chaudhary vd 2021, Bachour vd 2022, Palone vd 2023). Çalışmamızda da benzer yazılımlar kullanılarak braket pozisyonlandırması ardından sanal ortamda plaklar tasarlanmıştır.

İndirekt dijital teknikle üretilen transfer plaklar genel olarak termoplastik materyallerden, opak ya da şeffaf silikondan hazırlanmaktadır. Farklı kalınlık ve dizayna sahip plaklar kullanılarak braket konum doğruluğunu değerlendiren güncel çalışmalar bulunmaktadır (Süpple vd 2021, Yoo vd 2022, Hoffmann vd 2022, Gündoğ vd 2023). Klinik ve laboratuvar ortamında rutin olarak kullanılan termoplastik materyal şeffaf yapısından dolayı daha güvenilir bir transfere izin verdiği için çalışmamızda indirekt şekilde plak üretiminde kullanılmıştır. Plağın çift katmanlı olmasının nedeni iç katmandaki yumuşak plağın braketlere daha iyi bir şekilde adapte olması ve dış katmandaki rijit plağa desteklik sağlamasıdır.

Çalışmamızda kullanılan direkt teknikle üretilen plak sınırlarının belirlenmesinde Bachour ve arkadaşları (2022), plak kalınlıkların ayarlanmasında ise Niu ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan çalışmalar referans alınmıştır. Plaklar vestibülde braketlerin slotlarını kapsayacak ve kalınlığı 1,5 mm olacak şekilde tasarlanmıştır. Plak sınırlarının tamamen braketleri kapsamadan slotlara kadar uzatılması, bonding esnasında artık adezivlerin uzaklaştırılmasını sağlayacaktır. Ayrıca kompozite kaçış alanı yaratılması braketlerde meydana gelebilecek pozisyon hatalarını en aza indirecektir.

Yapılan güncel çalışmalarda olduğu gibi çalışmamız kapsamında da meydana gelen lineer ve açısal transfer hatalar dijital modeller üzerinde 3D ölçüm ile gerçekleştirilmiştir (Niu vd 2021, Hoffmann vd 2022, Bachour vd 2022, Gündoğ vd 2023). Bu kapsamda dijital modellerin karşılaştırılabilmesi için farklı programlar kullanılmıştır. Çoğu çalışmada GOM Inspect yazılımının kullanıldığı görülmüş, çalışmamız esnasında benzer yazılım programıyla karşılaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Schmid vd 2018, Chaudhary vd 2021, Niu vd 2021, Jungbauer vd 2021, Hoffmann vd 2022, Gündoğ vd 2023).

Schmid ve arkadaşları (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada meydana gelen lineer transfer hataların belirlenebilmesi için her bir braket üzerinde on iki nokta işaretlenmiş ve açısal transfer hatalar için üç kesit alınmıştır. Her bir dış için koordinat sistemi oluşturmadan model üzerinde eksenler belirlenerek tek bir koordinat sistemi ile ölçümler tamamlanmıştır. Chaudhary ve arkadaşları (2021) ise braketler üzerinde yirmi nokta belirleyerek karşılaştırma işlemini gerçekleştirmişlerdir.

Braket konum doğruluğunu değerlendiren güncel çalışmalarda karşılaştırma işlemi genellikle lokal best-fit yöntemi ile yapılmış ve her bir dış için ayrı bir koordinat sistemi oluşturulmuştur (Pottier vd 2020, Jungbauer vd 2021, Süpple vd 2021, Niu vd 2021, Palone vd 2023). Bizim çalışmamızda da dijital ortamda braketlerin pozisyonlandırıldığı ilk model ve bonding işlemi gerçekleştirildikten sonra elde edilen braketli 3D modellerin STL görüntüleri her bir dış için ayrı bir koordinat sistemi oluşturularak karşılaştırılmıştır. Koordinat sistemleri oluşturulurken Niu ve arkadaşları (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışma referans alınmıştır. İnsizal kenara paralel olacak şekilde çekilen doğru koordinat sisteminin X, dışın uzun aksı boyunca indirilen doğru koordinat sisteminin Y eksenini oluşturmuştur.

Bachour ve arkadaşları (2022) tarafından ilk ve braketli modelde braket slotunun iç kısmının braket kanatları ile kesişme noktaları işaretlenerek merkez noktalar belirlenmiştir. Benzer şekilde çalışmamızda bu noktalar referans alınmış ve her bir dışın merkez noktası program tarafından otomatik olarak işaretlenmiştir. Ardından transfer ve çalışma modellerinde belirlenen merkez noktalar arasındaki mesafe ölçülerek lineer ve açısal transfer hataları hesaplanmıştır.



Direkt ve indirekt teknikle yapıştırılan braketlerde meydana gelen lineer ve açısal transfer hata ölçümlerine ait metot hatası değerlendirildiğinde ölçümlerimizin güvenilir olduğu bulunmuştur.

Çoğu çalışmada bonding işlemi esnasında braket kayıplarının meydana geldiği görülürken (Schmid vd 2018, Pottier vd 2020, Süppl vd 2021, Niu vd 2021, Gündoğ vd 2023), herhangi bir braket kaybı olmadan başarılı bir şekilde transferin gerçekleştirildiği çalışmalar da literatürde yer almaktadır (Xue vd 2020, Hoffmann vd 2022). Çalışmamızda transfer plakların içerisindeki braketlerin stabil olduğu değerlendirildikten sonra bonding aşamasına geçilmiş ve bonding sonrası transfer plaklar dikkatli bir şekilde uzaklaştırılmıştır. Bu nedenle herhangi bir ani braket kaybı meydana gelmemiştir.

Tartışma bölümünün bundan sonraki kısmında çalışmamız, bulguların verilmiş sırasına göre tek tek tartışılacaktır.

### **5.3. Lineer ve Açısal Transfer Hatalara Ait Bulguların Tartışılması**

Direkt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin lineer transfer hatalarına ait bulgularımız incelendiğinde; braketlerin çoğunda en az hatanın bukkolingual, ardından meziodistal yönde olduğu gözlenmiştir. Tüm braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası ise en fazla insizogingival yönde bulunmuştur. Lineer ölçümlerde gözlenen transfer hataların bonding esnasında transfer plağa farklı noktalardan destek alınarak uygulanan kuvvetin, braketlere eşit olmayan dağılımından kaynaklandığı düşünülmüştür. Özellikle transfer plağa okluzalden kuvvetin eşit oranda uygulanmaması lineer ölçümlerde görülen transfer hataların en fazla insizogingival yönde bulunmasını açıklamaktadır.

Çalışmamızda direkt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin total lineer transfer hataları incelendiğinde, premolar braketler ( $0,10\pm 0,05$  mm) kanin braketlerden ( $0,07\pm 0,03$  mm) bukkolingual yönde anlamlı derecede daha fazla transfer hatası göstermiştir. Posteriore gidildikçe azalan görüş açısı, premolar braketlerde transfer hataların daha fazla görülmesine sebep olmuştur. Benzer şekilde Hoffmann ve arkadaşları (2022) tarafından yumuşak rezinden üretilen dijital transfer plaklar ile yapıştırılan premolar braketlerin ( $0,10\pm 0,05$  mm), kanin braketlerinden ( $0,03\pm 0,03$  mm) bukkolingual yönde anlamlı derecede daha fazla transfer hatası gösterdiği bildirilmiştir.

Çalışmamızda direkt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin açısal transfer hatalarına ait bulgularımız değerlendirildiğinde; tüm braketlerde meydana gelen açısal transfer hatası en az rotasyon, en fazla tork

ölçümünde gözlenmiştir. Açısal ölçümlerde gözlenen transfer hataların, plağın tatbiki esnasında her yönden eşit oranda kuvvet uygulanamaması nedeniyle braket tabanına tatbik edilen adezivin homojen olmayan dağılımından kaynaklandığı düşünülmüştür. Ancak bu durum açısal ölçümler açısından en fazla tork üzerinde etkili olmuştur.

Literatür değerlendirildiğinde sonuçlarımızdan farklı bulgular gösteren çalışmalar da mevcuttur (Niu vd 2021, Von Glasenapp vd 2022, Gündoğ vd 2023).

Niu ve arkadaşları (2021) tarafından gerçekleştirilen in vitro çalışmada, direkt dijital teknik ile uygulanan kanin ve premolar braketlerin lineer transfer hata değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Çalışma tasarımlarımız arasındaki farklılıklar nedeniyle sonuçlarımız benzerlik göstermemiştir.

Von Glasenapp ve arkadaşları (2022) tarafından direkt teknikle üretilen farklı vestibül kalınlıklara sahip (0,5 ve 0,6 mm) dijital plaklarla yapıştırılan kanin braketlerde meydana gelen açısal transfer hataların, keser ve premolar braketlere göre çok daha fazla olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar kanin dişin morfolojisine bağlı olarak dişlerin labial yüzeyleri ile braket tabanları arasında noktasal temasların görülebileceğini; bu nedenle yeterli kalınlığa sahip olan plakların, fazla kuvvet uygulanmadan yerleştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Çalışmamızda direkt teknikle yapıştırılan kanin braketlerin diğer braketler kadar başarılı bulunması; daha kalın olarak tasarlanan plak kullanımımız ile ilişkilidir.

Gündoğ ve arkadaşları (2023) tarafından direkt dijital teknikle tüm ark şeklinde üretilen plaklar yardımıyla yapıştırılan keser braketlerin ( $0,04\pm 0,02$  mm), kanin ( $0,07\pm 0,04$  mm) ve premolar braketlerinden ( $0,06\pm 0,03$  mm) bukkolingual yönde anlamlı olarak daha düşük transfer hatası gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmamızda ise plaklar santral dişler arasından bölünerek her bir segmente ayrı ayrı uygulanmıştır. Keser braketlerin plak sınırına yakın olması ve plak içerisinde komşu dişler tarafından desteklenmemesi, keser braketlerin kanin ve premolar braketlere benzer transfer hatalar göstermesi ile sonuçlanmıştır.

Çalışmamızda direkt teknikle yapıştırılan braketlerde olduğu gibi indirekt teknikle uygulanan braketlerin çoğunda da lineer transfer hatası en az bukkolingual, en fazla insizogingival yönde bulunmuştur. Açısal transfer hataları ise tüm braketlerde en fazla tork, tek bir istisna haricinde en az rotasyon ölçümünde meydana gelmiştir.

Maksillar kanin braketlerde meydana gelen açısal transfer hatası diğer tüm braketlerden farklı olarak en fazla angulasyon ölçümünde ( $1,46\pm 0,84^\circ$ ) görülmüştür. Bu braketlerde meydana gelen sapma, yarım kuadrant şeklinde üretilen transfer plağın yerleşimi esnasında kanin braketlerin plağın tam orta noktasında konumlanmış olması ile açıklanabilir. Ancak literatür incelendiğinde, kanin braketlerde görülen açısal transfer hataların en az angulasyon ölçümünde olduğunu bildiren in vitro çalışmalara da

rastlanmıştır (Pottier vd 2020, Hoffmann vd 2022). Sonuçlarımız arasındaki farklılık, indirekt teknikle elde edilen dijital transfer plakların çalışmamızdan farklı olarak tüm ark şeklinde uygulanmasından kaynaklanmıştır.

Çalışmamız sonuçlarına göre indirekt teknik laboratuvar aşamasında teknik hassasiyet gerektirse de genel olarak direkt dijital teknikle üretilen plaklar yardımıyla yapıştırılan braketlere benzer lineer ve açısız transfer hataları bulunmuştur.

Farklı şekillerde elde edilen indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren birçok çalışma olmasına rağmen diş bazında iki farklı şekilde üretilen plağı karşılaştıran çalışmalar oldukça sınırlıdır (Pottier vd 2020, Yoo vd 2022).

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer transfer hata sonuçlarına göre iki farklı teknikle uygulanan braketler arasında diş bazında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bulgularımızın aksine Pottier ve arkadaşları (2020) tarafından üst çeneye direkt dijital teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerde meydana gelen lineer transfer hataları, indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlere göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Sonuçlarımız arasındaki farklılıklar, indirekt teknikle transfer plakların çalışmamızdan farklı olarak opak silikon materyalinden üretilmesi ve direkt dijital teknikle üretilen plakların bağlayıcılardan destek alınarak dizayn edilmesi ile açıklanabilir.

Çalışmamızda direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısız transfer hataları karşılaştırıldığında; üst çene (DD:0,99±0,50° ve İD:1,29±0,47°) ve totalde premolar braketlerin (DD:1,09±0,37° ve İD:1,32±0,40°) rotasyon ölçüm değerleri indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerde direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlere göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. İndirekt teknikle üretilen termoplastik plakların direkt dijital transfer plaklara göre dişler üzerine yerleştirilmesi çok daha zordur. Özellikle maksiller premolar dişlerin görüş açısının kısıtlılığı ve indirekt teknikle üretilen dijital plakların dişler üzerine tam doğru pozisyonda yerleştirilememesi rotasyon ölçümü açısından farklı sonuçlara neden olmuştur.

Bulgularımızın aksine Pottier ve arkadaşları (2020) tarafından üst çeneye direkt teknikle üretilen plak yardımıyla yapıştırılan premolar braketlerin angulasyon (DD:1,72±1,33° ve İD:0,89±0,56°) ve rotasyon (DD:1,76±1,53° ve İD:1,30±0,72°) ölçümleri indirekt tekniğe göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda direkt teknikle üretilen plakların araştırmacıların plak tasarımından farklı oluşu, direkt teknikle yapıştırılan premolar braketlerin daha az rotasyon transfer hatasıyla sonuçlanmıştır.

Yoo ve arkadaşları (2022) tarafından ise üst çeneye direkt ve indirekt dijital teknikle uygulanan premolar braketlerin rotasyon ölçümü açısından istatistiksel olarak

anlamli bir farklıliğın olmadığı rapor edilmiştir. Arařtırmacılarđan farklı olarak plak üretimini 3D braketli çalışma model üzerinde gerçekleştirmemiz premolar braketlerde direkt tekniğe göre daha yüksek rotasyon transfer hatasına neden olmuştur.

Çalışmamızda braket ayrımı yapılmaksızın direkt ve indirekt teknikle yapıştırılan braketlerin total lineer ve açısal transfer hataları da değerlendirilmiştir. Diş bazında olduğu gibi her iki teknikle de en düşük hatanın bukkolingual (DD:0,09±0,02 mm ve İD:0,10±0,03 mm) yönde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen düşük transfer hata değerleri, dijital teknikle üretilen indirekt bonding plakların braket konum doğruluğunu değerlendiren birçok çalışma ile benzerlik göstermiştir (Xue vd 2020, Shin vd 2021, Süpple vd 2021, Bachour vd 2022, Von Glasenapp vd 2022).

Braket ayrımı yapılmaksızın total lineer transfer hatalar değerlendirildiğinde; diş bazında olduğu gibi her iki teknikle de en fazla transfer hatası insizogingival (DD:0,15±0,03 mm ve İD:0,18±0,06 mm) yönde bulunmuştur. Bu bulgu, literatürde dijital teknikle elde edilen indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren birçok çalışma ile benzerlik göstermiştir (Xue vd 2020, Niu vd 2021, Shin vd 2021, Süpple vd 2021, Bachour vd 2022, Gündoğ vd 2023).

Bulgularımızın aksine Pottier ve arkadaşları (2020) tarafından en yüksek transfer hata değerinin bukkolingual yönde (DD:0,20±0,11 mm ve İD:0,11±0,10 mm) bulunması, klinisyenlerin bonding esnasında plaklara uyguladıkları kuvvetin farklılık göstermesi ve transfer hatalara sebep olabilecek homojen dağılmayan adezivin en fazla bukkolingual yönde etkili olması ile açıklanabilir.

Braket ayrımı yapılmaksızın direkt ve indirekt teknikle üretilen plaklar kullanıldığında insizogingival yöndeki transfer hatalar, indirekt teknik ile yapıştırılan braketlerde (0,18±0,06 mm) direkt tekniğe (0,15±0,03 mm) göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, literatürde üretim tekniği açısından farklılık gösteren dijital indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren az sayıda çalışma ile benzerlik göstermiştir (Yoo vd 2022, Gündoğ vd 2023). Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketler arasında gözlenen insizogingival yöndeki farklılık; direkt teknikle üretilen plağın, çift katmanlı termoplastik plağa göre daha esnek yapıda olması nedeniyle dişlere daha kolay adaptasyonun bir sonucudur. Bu durum indirekt teknikle uygulanan braketlerin daha okluzalde konumlanmasına neden olmuştur.

Direkt dijital ve konvansiyonel indirekt bonding tekniği ile yapıştırılan braketlerdeki transfer hataların karşılaştırıldığı bir çalışmada; insizogingival yönde meydana gelen lineer transfer hatası, konvansiyonel indirekt bonding tekniği ile yapıştırılan braketlerde çok daha yüksek bulunmuştur (Shin vd 2021). Araştırmacılar tarafından konvansiyonel indirekt bonding tekniği ile braketler model üzerine

yerleştirilmiş olsa da bulgularımıza benzer şekilde direkt dijital teknikle yapıştırılan braketler çok daha başarılı bir şekilde transfer edilmiştir.

Literatür değerlendirildiğinde farklı sonuçlar bildiren çalışmalara da rastlanmıştır (Pottier vd 2020, Hoffmann vd 2022). Bu durumun farklı plak tasarımı ve reçine materyalin kullanımından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Çalışmamızda braket ayrımı yapılmaksızın direkt ve indirekt teknikle üretilen plaklar kullanıldığında bukkolingual yönde meydana gelen transfer hatalar, indirekt teknik ile uygulanan braketlerde ( $0,10\pm 0,03$  mm) direkt tekniğe ( $0,09\pm 0,02$  mm) göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, literatürde dijital indirekt bonding plakların braket konum doğruluğunu değerlendiren az sayıda çalışma ile benzerlik göstermiştir (Hoffmann vd 2022, Gündoğ vd 2023). Çalışmamızda direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketler arasında gözlenen bukkolingual yöndeki farklılık, direkt dijital teknikle uygulanan braketlerin etrafındaki adeziv artıkların polimerizasyon öncesi kolay uzaklaştırılması ve transfer plağın kompozitin kaçışına izin verecek esneklikte olması ile açıklanabilir.

Çalışmamızda braket ayrımı yapılmaksızın total açısal transfer hatalar değerlendirildiğinde; her iki teknikle de en düşük hata rotasyon (DD: $1,14\pm 0,24^\circ$  ve İD: $1,33\pm 0,30^\circ$ ) ölçümlerinde bulunmuştur. Bu durum, literatürde üretim tekniği açısından farklılık gösteren indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren birçok çalışma ile benzerlik göstermiştir (Schmid vd 2018, Niu vd 2021, Shin vd 2021, Hoffmann vd 2022, Yoo vd 2022).

Bulgularımızın aksine açısal transfer hataların en az angulasyon ölçümünde gözlemlendiğini bildiren az sayıda çalışmaya da rastlanmıştır (Süpple vd 2021, Von Glasenapp vd 2022). Bu farklılıklar, çalışma tasarımından ve 3D braketli çalışma modellerinin  $0^\circ$  oryantasyonla yazıcıdan üretilmiş olmasından kaynaklanmıştır.

Çalışmamızda braket ayrımı yapılmaksızın total açısal transfer hatalar değerlendirildiğinde; her iki teknikle de en yüksek hata tork (DD: $1,71\pm 0,20^\circ$  ve İD: $1,60\pm 0,23^\circ$ ) ölçümlerinde gözlenmiştir. Elde edilen yüksek tork transfer hatası, dijital indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren birçok çalışma ile benzerlik göstermiştir (Pottier vd 2020, Niu vd 2021, Shin vd 2021, Süpple vd 2021, Hoffmann vd 2022).

Bulgularımızın aksine Von Glasenapp ve arkadaşları (2022) tarafından braketlerin vestibül yüzeyini, horizontal ve vertikal slotlarını kapsayacak şekilde tasarlanan dijital plaklarla en fazla açısal transfer hatanın rotasyon ölçümünde görüldüğü bildirilmiştir. Aksine çalışmamızda direkt teknikle üretilen dijital transfer plakların braketleri mezial ve distalden sınırlandırılması, rotasyonel hareketlerde diğer ölçümlere göre daha başarılı sonuçlar göstermiştir.

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısal transfer hatalarının değerlendirildiği in vitro çalışmaların çoğunda rotasyon ölçümü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Niu vd 2021, Yoo vd 2022, Hoffmann vd 2022). Çalışmamızda ise rotasyon ölçümünde meydana gelen transfer hataların; indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerde ( $1,33\pm 0,30^\circ$ ) direkt tekniğe ( $1,14\pm 0,24^\circ$ ) göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum, indirekt teknikle elde edilen dijital transfer plakların laboratuvar aşamasının aşırı hassasiyet gerektirmesi ile ilişkilendirilmiştir.

Çalışmamızda braket ayrımı yapılmaksızın direkt ve indirekt teknikle üretilen plaklar kullanıldığında açısal transfer hatalar, lineer hatalardan çok daha fazla bulunmuştur. Literatür değerlendirildiğinde sonuçlarımız dijital indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren çalışmaların birçoğu ile benzerlik göstermiştir (Niu vd 2021, Süpple vd 2021, Hoffmann vd 2022, Von Glasenapp vd 2022, Bachour vd 2022, Yoo vd 2022, Gündoğ vd 2023, Palone vd 2023).

Bulgularımızı destekleyen bir çalışmada lineer ölçümlere göre tork ve rotasyon açısından daha yüksek transfer hataların, diş yüzeyi ile braket tabanı arasında kalan adeziv kalınlığından ve bukkal yönde uygulanan kuvvetin eşit bir şekilde iletilmemesinden kaynaklı olabileceği bildirilmiştir (Niu vd 2021).

Direkt dijital transfer plakların braket konum doğruluğunu değerlendiren başka bir çalışmada ise lineer ve açısal ölçümler arasındaki farkın, çakıştırma alınan referans noktaların tarama sonrası net olmamasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Bachour vd 2022). Bu duruma neden olabilecek metal artefaktların önüne geçebilmek için çalışmamızda tarama spreyi kullanılmıştır. Ancak açısal transfer hatalar, lineer hatalara göre çok daha yüksek bulunmuştur. Bulgularımız taramadan bağımsız olarak direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer ölçümler açısından açısal ölçümlere göre çok daha başarılı transfer edildiğini göstermiştir.

#### **5.4. Lineer ve Açısal Klinik Olarak Kabul Edilebilir Transfer Hata Prevalanslarına Ait Bulguların Tartışılması**

Braket konum doğruluğunu değerlendiren güncel çalışmalarda 0,001 ile 0,239 mm aralığında lineer transfer hatalar tespit edilmiştir. Çalışmamızda meydana gelen lineer transfer hatalar 0,06 ile 0,21 mm arasında değişkenlik göstermiştir. Yakın zamanda yapılan çalışmalarda olduğu gibi 0,5 mm'den az lineer hatalar çalışmamızda klinik olarak kabul edilebilir gösterilmiştir (Pottier vd 2020, Xue vd 2020, Niu vd 2021, Bachour vd 2022).

Bulgularımıza benzer şekilde Niu ve arkadaşları (2021) tarafından direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin kabul edilebilir lineer transfer hata prevalansları %90'ın üzerinde bulunmuştur. Ancak başka bir çalışmada kılavuzlu yapıştırma aparatı kullanılarak direkt teknikle yapıştırılan braketlerde tüm lineer transfer hataların 0,5 mm'den az olduğu rapor edilmiştir (Xue vd 2020). Çalışmamızda kılavuzlu yapıştırma aparatları kullanılmamış olmasına rağmen klinik olarak kabul edilebilir lineer transfer hata prevalansları açısından başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmamızda direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin kabul edilebilir lineer transfer hata prevalansları en yüksek bukkolingual yönde bulunmuştur.

Sonuçlarımızın aksine Niu arkadaşları (2021) tarafından direkt ve indirekt teknikle yapıştırılan braketlerin kabul edilebilir hata prevalanslarının en yüksek meziodistal yönde olduğu rapor edilmiştir. Çelişkili sonuçlar farklı çalışma ve plak tasarımından kaynaklanmış olabilir.

Çalışmamızda direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin klinik olarak kabul edilebilir lineer hata prevalansları en düşük insizogingival yönde görülmüştür. Bu bulgu, farklı şekillerde üretilen indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren bazı çalışmalar ile benzerlik göstermiştir (Niu vd 2021, Bachour vd 2022, Hoffmann vd 2022).

Braket konum doğruluğunu değerlendiren birçok çalışmada olduğu gibi 2°'den düşük açısız transfer hatalar çalışmamızda klinik olarak kabul edilebilir gösterilmiştir (Pottier vd 2020, Xue vd 2020, Niu vd 2021, Bachour vd 2022).

Bulgularımızdan farklı olarak, Xue ve arkadaşları (2020) tarafından kılavuzlu yapıştırma aparatları kullanılarak yapıştırılan tüm braketlerin angulasyon ve rotasyon ölçümlerinde 2°'den düşük kabul edilebilir hata prevalansları bulunmuştur.

Von Glasenapp ve arkadaşları (2022) tarafından gerçekleştirilen in vitro çalışmada, 1°'den düşük açısız transfer hatalar klinik olarak kabul edilebilir sayılmıştır. Farklı şekillerde tasarlanan dijital plaklarla yapıştırılan braketlerde kabul edilebilir açısız hata prevalansları %84,9-86,8 arasında değişkenlik göstermiştir. Daha yüksek açısız hata prevalans referans değeri (2°) belirlenmiş olmasına rağmen klinik çalışmamız sonucunda daha düşük hata prevalans değerlerine (%68,9-80,9) ulaşılmıştır.

Çalışmamızda direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin klinik olarak kabul edilebilir açısız hata prevalansı bazı güncel çalışmalarda olduğu gibi en düşük tork, en yüksek rotasyon ölçümünde görülmüştür (Niu vd 2021, Hoffmann vd 2022).

Braket konum doğruluğunu değerlendiren güncel çalışmalarda olduğu gibi lineer ölçümlerin kabul edilebilir hata prevalansları açısız ölçümlere göre çok daha yüksek ve başarılı bulunmuştur (Niu vd 2021, Bachour vd 2022, Hoffmann vd 2022). Elde edilen

bulgular, lineer ölçümlerde meydana gelen transfer hatalarının açısal ölçümlere göre çok daha düşük değerler almasını destekler niteliktedir.

### **5.5. Lineer ve Açısal Transfer Hatalarının Yön Sapma Yüzdelerine Ait Bulguların Tartışılması**

Çalışmamızda direkt ve indirekt teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin lineer transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri değerlendirilmiştir. Her iki teknikle yapıştırılan braketlerin tümünde meziodistal yönde meziale, insizogingival yönde insizale ve bukkolingual yönde bukkale doğru hareket gözlenmiştir. Sonuçlarımızın direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin total transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri ile paralellik gösterdiği görülmüştür.

Direkt ve indirekt teknikle yapıştırılan keser, kanin ve premolar braketlerin açısal transfer hatalarının yön sapma yüzdeleri değerlendirildiğinde, iki teknikle de yapıştırılan braketlerin tümünde meziale tipping ve rotasyon meydana gelmiştir. Elde edilen sonuçlar, direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin total transfer hatalarının yön sapma yüzdeleriyle uyumluluk göstermiştir. Fakat tork yön sapmaları incelendiğinde, hem direkt hem de indirekt teknikle uygulanan keser, kanin ve premolar braketlerin farklı şekillerde tork aldığı görülmüştür. Bu durum, transfer esnasında kompozit kalınlığının ve braketlere uygulanan kuvvetin homojen bir şekilde dağılmaması ile açıklanabilir. Çalışmamızda tasarlanan dijital plaklar yarım kuadranta tek parça halinde uygulanmıştır. Dijital transfer plakların keser, kanin ve premolar dişler için ayrı ayrı parçalar halinde dizayn edilmesi ve kendinden adezivli braketlerin kullanımı ile daha doğru pozisyonlandırmaların yapılabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda braket ayırımı yapılmaksızın direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin lineer total transfer hataları da değerlendirilmiştir. Bu kapsamda direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin meziodistal yön sapma yüzdeleri incelendiğinde; her iki teknikle de yapıştırılan braketlerin çoğu meziodistal yönde meziale doğru yer değiştirmiştir. Bu bulgu, literatürde farklı şekillerde elde edilen indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren bazı çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Xue vd 2020, Niu vd 2021, Bachour vd 2022, Hoffmann vd 2022). Çalışmamızda direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğunun meziodistal yönde meziale doğru hareket etmesi, braketlerin çoğunun meziale doğru tipping yapması ile açıklanabilir.

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin insizogingival yön sapma yüzdeleri değerlendirildiğinde; her iki teknikle de yapıştırılan braketlerin çoğunluğu



insizogingival yönde insizale doğru yer değiştirmiştir. Bu bulgu, indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren bazı çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Xue vd 2020, Niu vd 2021, Bachour vd 2022, Gündoğ vd 2023). Çalışmamızda direkt ve indirekt teknikle yapıştırılan braketlerin çoğunun insizogingival yönde insizale doğru yer değiştirmesi, transfer plaklara yeterli okluzal kuvvetin uygulanmaması ile açıklanabilir.

Farklı şekillerde elde edilen transfer plakların konum doğruluklarını değerlendiren bir çalışmada, sonuçlarımızın aksine direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğunun insizogingival yönde gingivale doğru yer değiştirdiği rapor edilmiştir (Hoffmann vd 2022). İnsizogingival yöndeki çelişkili bulgu, klinisyenlerin transfer esnasında plakları okluzalden farklı kuvvetler ile uygulamasından kaynaklanmış olabilir.

Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin bukkolingual yön sapma yüzdeleri değerlendirildiğinde; her iki teknikle de yapıştırılan braketlerin çoğunluğu bukkolingual yönde bukkale doğru yer değiştirmiştir. Bu bulgu, literatürde farklı şekillerde elde edilen indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren bazı çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Xue vd 2020, Niu vd 2021, Bachour vd 2022, Gündoğ vd 2023). Çalışmamızda direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğunun bukkolingual yönde bukkale doğru hareket etmesi, braket tabanına uygulanan adeziv kalınlığı ile açıklanabilir.

Farklı şekillerde elde edilen transfer plakların konum doğruluklarını değerlendiren bir çalışmada, sonuçlarımızın aksine direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğunun bukkolingual yönde linguale doğru yer değiştirdiği bildirilmiştir (Hoffmann vd 2022). Araştırmacılar linguale doğru olan bu hareketi, bonding esnasında braket tabanına tatbik edilen adezivin yetersiz olmasına bağlamıştır.

Çalışmamızda direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin açısız total transfer hataları da değerlendirilmiştir.

Literatür incelendiğinde bulgularımızın aksine direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğunda distale doğru tipping meydana gelmiştir (Xue vd 2020, Bachour vd 2022, Hoffmann vd 2022, Gündoğ vd 2023). Sonuçlarımız arasındaki farklılık, çalışmamızda transfer plakların serbest olan mezial taraftan okluzal yönde daha fazla kuvvetin iletilmiş olması ile açıklanabilir.

Çalışmamızda direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin tork yön sapma yüzdeleri değerlendirildiğinde, bazı çalışmalarda olduğu gibi direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğu palatinal kron torku almıştır (Xue vd 2020, Niu vd 2021). Palatinala doğru görülen yön sapması, bukkal yönde uygulanan basıncın braketlerin insizalinden daha fazla iletilmesi ile açıklanabilir.

Sonuçlarımızın aksine direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğunun bukkal kron torku aldığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Hoffmann vd 2022, Gündoğ vd 2023). Bu farklılığın; plak tasarımı, yerleştirme esnasında uygulanan kuvvetin miktarı ve yeri gibi birçok faktörden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

İndirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin tork yön sapma yüzdeleri değerlendirildiğinde, Hoffmann ve arkadaşlarının (2022) bulgusuna benzer şekilde çalışmamızda da braketlerin çoğu bukkal kron torku almıştır. Bukkal yönde uygulanan basıncın braketlerin gingivalinden daha fazla iletilmesi, braketlerde bukkal kron torkuna neden olmuştur.

Sonuçlarımızdan farklı bulgular gösteren çalışmalar da mevcuttur (Niu vd 2021, Gündoğ vd 2023).

Niu ve arkadaşları (2021) tarafından termoplastik materyalden elde edilen dijital indirekt bonding plakları ile yapıştırılan braketlerin çoğunun palatinal kron torku aldığı bildirilmiştir. Benzer şekilde Hoffmann ve arkadaşları (2022) şeffaf silikondan hazırlanan dijital indirekt bonding plakları ile yapıştırılan braketlerin çoğunun palatinal kron torku aldığını rapor etmişlerdir. Sonuçlarımız arasındaki farklılık, indirekt bonding plakların yerleşimi esnasında kuvvetin braketlerin gingivalinden uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışmamızda direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin rotasyon yön sapma yüzdeleri değerlendirildiğinde, her iki teknikle yapıştırılan braketlerin çoğunda meziale rotasyon gözlenmiştir. Bu bulgu, literatürde farklı şekillerde elde edilen indirekt bonding plakların braket konum doğruluklarını değerlendiren bazı çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Xue vd 2020, Niu vd 2021, Bachour vd 2022). Transfer plaklar bonding esnasında ağız içerisine yerleştirilirken posterior bölgeye ulaşım çok daha zordur. Görüş açısına bağlı olarak plakların bukkal yüzeylerine mezial taraftan daha fazla basınç uygulanması, braketlerde meziale doğru rotasyona sebep olmuş olabilir.

Çalışmamızdan elde edilen tüm lineer ve açısal bulgular neticesinde direkt ve indirekt teknikle yapıştırılan braketler arasında insizogingival, bukkolingual ve rotasyon ölçüm değerlerindeki farklılıklar nedeniyle başlangıç hipotezi reddedilmiştir.

## 6. SONUÇLAR

1. Başlangıç hipotezi reddedilmiştir.
2. Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerde meydana gelen lineer transfer hatası en az bukkolingual, en fazla insizogingival yönde bulunmuştur.
3. Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerde meydana gelen açısız transfer hatası en az rotasyon, en fazla tork ölçümünde gözlenmiştir.
4. Her iki teknikte de açısız hatalar lineer transfer hatalarından daha fazla bulunmuştur.
5. İnsizogingival ve bukkolingual yönde meydana gelen lineer transfer hatalar, indirekt dijital teknik ile yapıştırılan braketlerde direkt tekniğe göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.
6. Rotasyon ölçümünde meydana gelen açısız transfer hatalar, indirekt dijital teknik ile yapıştırılan braketlerde direkt tekniğe göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.
7. Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğunluğu meziodistal yönde meziale, insizogingival yönde insizale ve bukkolingual yönde bukkale doğru yer değiştirmiştir.
8. Direkt ve indirekt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğu meziale doğru tipping ve rotasyon yapmıştır. Direkt dijital teknikle yapıştırılan braketlerin çoğu palatinal, indirekt dijital teknikle uygulanan braketlerin çoğu bukkal kron torku almıştır.
9. Farklı şekillerde elde edilen dijital transfer plakları braket konum doğruluğu açısından güvenilir sonuçlar gösterse de direkt teknikle elde edilen transfer plakları daha başarılı bulunmuştur.

Çalışmamızdan elde edilen veriler değerlendirildiğinde; dijital teknikle üretilen transfer plakların tüm ark şeklinde uygulanması durumunda meydana gelebilecek braket pozisyon hatalarının klinik açıdan kabul edilebilir düzeyde olduğu düşünülmüştür. İleriki çalışmalar çapraşıklık miktarı fazla olan vakalar üzerinde planlanabilir. Bu kapsamda dijital indirekt bonding plakların braket konum doğruluğu açısından değerlendirildiği çok daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

## 7. KAYNAKLAR

Aboujaoude R, Kmeid R, Gebrael C, Amm E. Comparison of the accuracy of bracket positioning between direct and digital indirect bonding techniques in the maxillary arch: a three-dimensional study. *Prog Orthod* 2022; 23(1): 31.

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; 82(4): 269-276.

Bachour PC, Klabunde R, Grünheid T. Transfer accuracy of 3D-printed trays for indirect bonding of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2022; 92(3): 372-379.

Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996; 110(3): 311-320.

Boese LR. Fiberotomy and reproximation without lower retention, nine years in retrospect: part I. *Angle Orthod* 1980; 50(2): 88-97.

Buonocore M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955; 34(6): 849-853.

Buso-Frost L, Fillion D. An overall view of the different laboratory procedures used in conjunction with lingual orthodontics. *Semin Orthod* 2006; 12(1): 203-210.

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; 84(4): 607-614.

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* 2021; 48(1): 13-23.

Christensen LR, Cope JB. Digital technology for indirect bonding. *Semin Orthod* 2018; 24(4): 451-460.

Ciuffolo F, Epifania E, Duranti G, De Luca V, Raviglia D, Rezza S, Festa F. Rapid prototyping: a new method of preparing trays for indirect bonding. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006; 129(1): 75-77.

Cooper RB, Goss M, Hamula W. Direct bonding with light-cured adhesive precoated brackets. *J Clin Orthod* 1992; 26(8): 477-479.

Cooper RB, Sorenson NA. Indirect bonding with adhesive precoated brackets. **J Clin Orthod** 1993; 27(3): 164-167.

Dindaroglu F, Doğan E, Doğan S. Direkt ve indirekt yapıştırımda klinik çalışma zamanı ve braket kopma miktarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi. **EÜ Dişhek Fak Derg** 2016; 37(3): 120-125.

Douglas WH, Craig RG, Chen CJ. A new composite restorative based on a hydrophobic matrix. **J Dent Res** 1979; 58(10): 1981-1986.

Duarte MEA, Gribel BF, Spitz A, Artese F, Miguel JAM. Reproducibility of digital indirect bonding technique using three-dimensional (3D) models and 3D-printed transfer trays. **Angle Orthod** 2020; 90(1): 92-99.

Echarri P, Kim TW. Double transfer trays for indirect bonding. **J Clin Orthod** 2004; 38(1): 8-13.

Eliades T, Gioka C, Papaconstantinou S, Bradley TG. Premolar bracket position revised: proximal and occlusal contacts assessment. **World J Orthod** 2005; 6(2): 149-155.

Faus-Matoses I, Guinot Barona C, Zubizarreta-Macho A, Paredes-Gallardo V, Faus-Matoses V. A novel digital technique for measuring the accuracy of an indirect bonding technique using fixed buccal multibracket appliances. **J Pers Med** 2021; 11(9): 932.

Fiorillo G, Campobasso A, Caldara G, Battista G, Lo Muzio E, Mandelli G, Ambrosi A, Gastaldi G. Accuracy of 3 dimensional printed customized transfer tray using a flash-free adhesive system in digital indirect bonding: an in vivo study. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2023; 164(4): 505-515.

Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. **Orthod Craniofac Res** 2011; 14(1): 1-16.

Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2013; 144(3): 471-478.

Gange P. The evolution of bonding in orthodontics. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2015; 147(4): 56-63.

Garino F, Garino GB. Computer-aided interactive indirect bonding. **Prog Orthod** 2005; 6(2): 214-223.

Gracco A, Tracey S. The insignia system of customized orthodontics. **J Clin Orthod** 2011; 45(8): 442-451.

Grünheid T, Lee MS, Larson BE. Transfer accuracy of vinyl polysiloxane trays for indirect bonding. **Angle Orthod** 2016; 86(3): 468-474.

Guenthner TA, Larson BE. Indirect bonding: a technique for precision and efficiency. **Semin Orthod** 2007; 13(1): 58-63.

Gündoğ H, Arman Özçirpıcı A, Pamukçu H. Transfer accuracy of three indirect bonding trays: an in vitro study with 3D scanned models. **Turk J Orthod** 2023; 36(1): 1-9.

- Hack GD, Patzelt S. Evaluation of the accuracy of six intraoral scanning devices: an in-vitro investigation. **ADA Prof Prod Rev** 2015; 10(4): 1-5.
- Hamula W. Direct bonding with light-cured adhesives. **J Clin Orthod** 1991; 25(7): 437-438.
- Harari D, Aunni E, Gillis I, Redlich M. A new multipurpose dental adhesive for orthodontic use: in vitro bond-strength study. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2000; 118(3): 307-310.
- Hiro T, Iglesia FD, Andreu P. Indirect bonding technique in lingual orthodontics: the HIRO system. **Prog Orthod** 2008; 9(2): 34-45.
- Hodge TM, Dhopatkar AA, Rock WP, Spary DJ. A randomized clinical trial comparing the accuracy of direct versus indirect bracket placement. **J Orthod** 2004; 31(2): 132-137.
- 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): 364-371.
- Jungbauer R, Breunig J, Schmid A, Hüfner M, Kerberger R, Rauch N. Transfer accuracy of two 3D printed trays for indirect bracket bonding an in vitro pilot study. **Appl Sci** 2021; 11(13): 6013.
- Kalange JT. Ideal appliance placement with APC brackets and indirect bonding. **J Clin Orthod** 1999; 33(9): 516-526.
- Kalange JT. Indirect bonding: a comprehensive review of the advantages. **World J Orthod** 2004; 5(4): 301-307.
- Kalange JT. Prescription-based precision full arch indirect bonding. **Semin Orthod** 2007; 13(1): 19-42.
- Kalange JT, Thomas RG. Indirect bonding: a comprehensive review of the literature. **Semin Orthod** 2007; 13(1): 3-10.
- Kasrovi PM, Timmins S, Shen A. A new approach to indirect bonding using light-cure composites. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 1997; 111(6): 652-656.
- Kim J, Chun YS, Kim M. Accuracy of bracket positions with a CAD/CAM indirect bonding system in posterior teeth with different cusp heights. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2018; 153(2): 298-307.
- Koga M, Watanabe K, Koga T. Quick Indirect Bonding System (Quick IDBS): an indirect bonding technique using a double-silicone bracket transfer tray. **Semin Orthod** 2007; 13(1): 11-18.
- Koo BC, Chung CH, Vanarsdall RL. Comparison of the accuracy of bracket placement between direct and indirect bonding techniques. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 1999; 116(3): 346-351.
- Koretsi V, Tingelhoff L, Proff P, Kirschneck C. Intra-observer reliability and agreement of manual and digital orthodontic model analysis. **Eur J Orthod** 2018; 40(1): 52-57.
- Layman B. Digital bracket placement for indirect bonding. **J Clin Orthod** 2019; 53(7): 387-396.

- Matsuno I, Okuda S, Nodera Y. The hybrid core system for indirect bonding. *J Clin Orthod* 2003; 37(3): 160-161.
- McCrostie HS. Indirect bonding simplified. *J Clin Orthod* 2003; 37(5): 248-251.
- McLaughlin RP, Bennett JC. Bracket placement with the preadjusted appliance. *J Clin Orthod* 1995; 29(5): 302-311.
- Menini A, Cozzani M, Sfondrini MF, Scribante A, Cozzani P, Gandini P. A 15-month evaluation of bond failures of orthodontic brackets bonded with direct versus indirect bonding technique: a clinical trial. *Prog Orthod* 2014; 15(1): 70.
- Miles PG. A comparison of retention rates of brackets with thermally-cured and light-cured custom bases in indirect bonding procedures. *Aust Orthod J* 2000; 16(2): 115-117.
- Miles PG. Indirect bonding with a flowable light-cured adhesive. *J Clin Orthod* 2002; 36(11): 646-647.
- Miles PG, Weyant RJ. A clinical comparison of two chemically-cured adhesives used for indirect bonding. *J Orthod* 2003; 30(4): 331-336.
- Milne JW, Andreasen GF, Jakobsen JR. Bond strength comparison: a simplified indirect technique versus direct placement of brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989; 96(1): 8-15.
- Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009; 28(1): 44-56.
- Moin K, Dogon L. Indirect bonding of orthodontic attachments. *Am J Orthod* 1977; 72(3): 261-275.
- Moshiri F, Hayward MD. Improved laboratory procedure for indirect bonding. *J Clin Orthod* 1979; 13(7): 472-473.
- Moskowitz EM. Indirect bonding with a thermal cured composite. *Semin Orthod* 2007; 13(1): 69-74.
- Newman GV. Direct and indirect bonding of brackets. *J Clin Orthod* 1974; 8(5): 264-272.
- Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod* 1965; 51(12): 901-912.
- Nichols DA, Gardner G, Carballeyra AD. Reproducibility of bracket positioning in the indirect bonding technique. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2013; 144(5): 770-776.
- 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.
- Palone M, Koch PJ, Jost-Brinkmann PG, Spedicato GA, Verducci A, Pieralli P, Lombardo L. Accuracy of indirect bracket placement with medium-soft, transparent, broad-coverage transfer trays fabricated using computer-aided design and manufacturing: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2023; 163(1): 33-46.

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; 18(4): 714-721.

Park JH, Choi JY, Kim SH, Kim SJ, Lee KJ, Nelson G. Three-dimensional evaluation of the transfer accuracy of a bracket jig fabricated using computer-aided design and manufacturing to the anterior dentition: an in vitro study. *Korean J Orthod* 2021; 51(6): 375-386.

Peluso MJ, Josell SD, Levine SW, Lorei BJ. Digital models: an introduction. *Semin Orthod* 2004; 10(3): 226-238.

Phillips HW. Dr. Homer W. Phillips on bonding. (Part 1). Interview by Eugene L. Gottlieb. *J Clin Orthod* 1980; 14(6): 391-411.

Polat O, Karaman AI, Buyukyilmaz T. In vitro evaluation of shear bond strengths and in vivo analysis of bond survival of indirect-bonding resins. *Angle Orthod* 2004; 74(3): 405-409.

Pottier T, Brient A, Turpin YL, Chauvel B, Meuric V, Sorel O, Brezulier D. 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): 3889-3897.

Rajagopal R, Vankatesan A, Gnanashanmugham K, Harish Babu S. A new indirect bonding technique. *J Clin Orthod* 2004; 38(11): 600-602.

Read MJ, O'Brien KD. A clinical trial of an indirect bonding technique with a visible light-cured adhesive. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990; 98(3): 259-262.

Read MJ, Pearson AI. A method for light-cured indirect bonding. *J Clin Orthod* 1998; 32(8): 502-503.

Reichheld SJ, Ritucci RA, Gianelly AA. An indirect bonding technique. *J Clin Orthod* 1990; 24(1): 21-24.

Rheude B, Sadowsky PL, Ferriera A, Jacobson A. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Angle Orthod* 2005; 75(3): 300-304.

Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2016; 149(2): 161-170.

Roth RH. Functional occlusion for the orthodontist. *J Clin Orthod* 1981; 15(1): 32-40.

Sachdeva R, Frugé JF, Frugé AM, Ingraham R, Petty WD, Bielik KL, Chadha J, Nguyen P, Hutta JL, White L. SureSmile: a report of clinical findings. *J Clin Orthod* 2005; 39(5): 297-314.

Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: part II. Treatment factors. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001; 119(5): 511-515.

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): 549-555.



Sharma S, Tandon P, Nagar A, Singh GP, Singh A, Chugh VK. A comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with four different orthodontic adhesives. **J Orthod Sci** 2014; 3(2): 29-33.

Sheridan JJ. The readers corner. 1. Do you use indirect bonding? **J Clin Orthod** 2004; 38(10): 543-544.

Shin SH, Lee KJ, Kim SJ, Yu HS, Kim KM, Hwang CJ, Cha JY. Accuracy of bracket position using thermoplastic and 3D-printed indirect bonding trays. **Int J Comput Dent** 2021; 24(2): 133-145.

Silverman E, Cohen M. A report on a major improvement in the indirect bonding technique. **J Clin Orthod** 1975; 9(5): 270-276.

Silverman E, Cohen M. Current adhesives for indirect bracket bonding. **Am J Orthod** 1974; 65(1): 76-84.

Silverman E, Cohen M, Demke R, Silverman M. A new self-curing hybrid glass ionomer. **J Clin Orthod** 1997; 31(5): 315-318.

Silverman E, Cohen M, Gianelly AA, Dietz VS. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. **Am J Orthod** 1972; 62(3): 236-244.

Sondhi A. Efficient and effective indirect bonding. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 1999; 115(4): 352-359.

Sondhi A. Effective and efficient indirect bonding: The Sondhi Method. **Semin Orthod** 2007; 13(1): 43-57.

Sun L, Lee JS, Choo HH, Hwang HS, Lee KM. Reproducibility of an intraoral scanner: a comparison between in-vivo and ex-vivo scans. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2018; 154(2): 305-310.

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. **J Clin Med** 2021; 10(9): 2002.

Tavas MA, Watts DC. Bonding of orthodontic brackets by transillumination of a light activated composite: an in vitro study. **Br J Orthod** 1979; 6(4): 207-208.

Thomas RG. Indirect bonding: simplicity in action. **J Clin Orthod** 1979; 13(2): 93-106.

Ünsal SC, Çifter M. İndirekt yapıştırma tekniğinde güncel yaklaşımlar ve iş akışı. Pandemi sürecinde ortodonti: "Dijital Ortodonti" ve "Tele Ortodonti" **Türkiye Klinikleri** 2021; 38-44.

Viazis AD, DeLong R, Bevis RR, Rudney JD, Pintado MR. Enamel abrasion from ceramic orthodontic brackets under an artificial oral environment. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 1990; 98(2): 103-109.

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): 1295.

WEB\_1. Youtube internet sitesi. <https://www.youtube.com/watch?v=eSkhzmlJ6Tk>, (son güncelleme tarihi 12.03.2019, alındığı tarih: 26.05.2023).

Wendl B, Droschl H, Muchitsch P. Indirect bonding-a new transfer method. **Eur J Orthod** 2008; 30(1): 100-107.

White LW. A new and improved indirect bonding technique. **J Clin Orthod** 1999; 33(1): 17-23.

White LW. An expedited indirect bonding technique. **J Clin Orthod** 2001; 35(1): 36-41.

Wiechmann D, Rummel V, Thalheim A, Simon JS, Wiechmann L. Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2003; 124(5): 593-599.

Xue C, Xu H, Guo Y, Xu L, Dhami Y, Wang H, Liu Z, Ma J, Bai D. Accurate bracket placement using a computer-aided design and computer-aided manufacturing-guided bonding device: an in vivo study. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2020; 157(2): 269-277.

Yener A. İki farklı dijital indirekt bonding taşıyıcısının braketlerin bağlanma dayanımı ve artık adeziv indeksi üzerine olan etkilerinin in vitro olarak değerlendirilmesi. Doktora Tezi, **Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Sivas, 2022, s.70.

Yıldırım K, Aydınatay BS. Ortodontide indirekt yapıştırma tekniği. **Acta Odontol Turc** 2016; 33(3): 153-160.

Yoo SH, Choi SH, Kim KM, Lee KJ, Kim YJ, Yu JH, Choi YI, Cha JY. Accuracy of 3-dimensional printed bracket transfer tray using an in-office indirect bonding system. **Am J Orthod Dentofac Orthop** 2022; 162(1): 93-102.

Zachrisson BJ. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. **Am J Orthod** 1977; 71(2): 173-189.

Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives. **Am J Orthod** 1978; 74(1): 62-78.

Zachrisson BU, Büyükyılmaz T. "Bonding in Orthodontics", Orthodontics: Current Principles and Techniques, Eds. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KW, **Elsevier Mosby**, St. Louis, 2005, s.579-659.

Zhang Y, Yang C, Li Y, Xia D, Shi T, Li C. Comparison of three-dimensional printing guides and double-layer guide plates in accurate bracket placement. **BMC Oral Health** 2020; 20(1): 127.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

## 9. EKLER



## Comparison of enamel demineralization and periodontal status between direct and digital indirect bonding techniques

### A split-mouth clinical trial of direct vs. digital indirect bonding

Serpil Çokakoğlu<sup>1</sup> · Ezgi Çakır<sup>2</sup>

Received: 11 July 2022 / Accepted: 3 May 2023

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2023, corrected publication 2023

#### Abstract

**Objectives** This randomized clinical trial aimed to evaluate the effects of digital indirect bonding (DIB) compared to the direct bonding (DB) technique in terms of enamel demineralization and periodontal status.

**Materials and methods** A total of 24 patients (17 females, 7 males) with a mean age of  $13.83 \pm 1.55$  years were bonded using DB and DIB techniques using a split-mouth study design. Bonding techniques were randomly allocated to quadrants. Demineralization measurements were performed with the DIAGNOdent pen (Kavo, Biberach, Germany) from four sides (distal, gingival, mesial, and incisal/occlusal) of all brackets immediately after bonding, 1 month (T1), and 6 months (T2) after bonding. Periodontal measurements were taken before bonding and at the same time points (T1 and T2). Data were statistically analyzed with the Mann–Whitney U test to determine possible differences between groups.

**Results** Incisal/occlusal sides exhibited the lowest demineralization values at T2. The gingival side of upper centrals, mesial side of upper laterals, and distal sides of upper first premolar and lower laterals brackets bonded with the DIB technique exhibited significantly increased demineralization compared with the DB technique from T0 to T2 ( $p < 0.05$ ). Periodontal parameters increased 1 month after bonding and decreased during the follow-up. Bonding technique showed no statistically significant difference in plaque index, gingival index, and bleeding on probing values at any time interval.

**Conclusion** There were many locations around the brackets with significantly higher demineralization after 6 months in patients who received digital indirect bonding compared to the DB group. Although periodontal health was generally adequate, complete removal of adhesive flash should be carefully carried out to decrease the risk of demineralization during indirect bonding technique with digital workflows.

**Keywords** Tooth demineralization · Dental caries · Dental white spots · Excessive adhesive flash · Orthodontic brackets

### Vergleich der Schmelzdemineralisierung und des parodontalen Status zwischen direkter und digitaler indirekter Bondingtechnik

Eine klinische Split-mouth-Studie mit direktem vs. digitalem indirektem Bonding

#### Zusammenfassung

**Ziele** Ziel dieser randomisierten klinischen Studie war es, die Auswirkungen eines digitalen indirekten Bondings (DIB) im Vergleich zur direkten Bondtechnik (DB) in Bezug auf die Schmelzdemineralisierung und den parodontalen Status zu untersuchen.

**Availability of data and materials** The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request.

✉ Associate Professor Dr. Serpil Çokakoğlu  
[serpilcokakoglu@gmail.com](mailto:serpilcokakoglu@gmail.com)

<sup>1</sup> Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Pamukkale University, 20160 Denizli, Turkey

<sup>2</sup> Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Pamukkale University, Denizli, Turkey



## Youtube videos as a source of information on digital indirect bonding: A content analysis

### Purpose

The aim of this study was to evaluate YouTube videos as a source of information for digital indirect bonding techniques.

### Materials and Methods

The keyword "digital indirect bonding" was first searched on YouTube, resulting in 57 recorded videos. Descriptive parameters, including source, target audience, purpose, duration, upload date, number of likes, dislikes, views, and comments, were then evaluated. After this initial assessment, the interaction index and viewing rate were calculated. Video content quality was determined using a 5-point scale that categorized videos as having poor, moderate, or good content quality. This rating was based on the presence and discussion of various topics related to digital indirect bonding, including digital scan, digital bracket placement, transfer tray production from a 3D-printed model or direct production as a 3D-printed tray, clinical application, and advantages and/or disadvantages. The videos were assessed for quality using the global quality scale (GQS) and video information and quality index (VIQI). Statistical evaluation was conducted using Kruskal-Wallis, Chi-square, and Pearson correlation analysis, and intraclass correlation coefficients were calculated to determine the rating reliability.

### Results

The majority of the videos were classified as having poor content quality (41.9%), followed by moderate (38.7%) and good (19.4%) content quality. No significant differences were found between the videos in terms of descriptive parameters. However, videos with good content quality had significantly higher GQS and VIQI scores than moderate and poor content videos. The total content showed significant correlations with GQS and VIQI ( $r=0.780$  and  $r=0.446$ , respectively;  $p<0.05$ ).

### Conclusion

In conclusion, while the majority of YouTube videos regarding digital indirect bonding were of poor content quality, those that were of good content quality could be considered a useful source of professional information.

**Keywords:** Digital, indirect bonding, information, video, YouTube

### Introduction

Interest in fixed orthodontic treatment has increased due to the growing importance placed on aesthetics and appearance. Since their introduction in the mid-1960s, orthodontic attachments have generally been directly bonded to enamel surfaces in clinical practice (1). The use of light-cured adhesives with direct bonding techniques has provided clinicians with unlimited working time since the early 1980s, allowing for more control over the positioning of brackets and tubes during bonding procedures (2). However, improper positioning of attachments on the posterior teeth can lead to problems due to difficulties in accessibility and visibility. In 1972, Silverman *et al.* (3) introduced the indirect bonding technique, which provides more accurate bracket positioning and shortens clinical

Serpil Çokakoğlu<sup>1</sup>   
Ezgi Çakır<sup>1</sup> 

*Presented at: This study has been previously presented as an oral presentation at 8th International Hippocrates Congress on Medical and Health Sciences on March 4-5, 2022.*

ORCID IDs of the authors: S.Ç. 0000-0002-1240-6951;  
E.Ç. 0000-0002-6787-4066

<sup>1</sup>Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry,  
Pamukkale University, Denizli, Türkiye

Corresponding Author: Serpil Çokakoğlu

E-mail: serpilcokakoglu@gmail.com

Received: 2 August 2022

Revised: 16 November 2022

Accepted: 27 December 2022

DOI: 10.26650/eor.20231152882

**How to cite:** Çokakoğlu S, Çakır E. Youtube videos as a source of information on digital indirect bonding: a content analysis. *Eur Oral Res* 2023; 57(3): 138-143. DOI: 10.26650/eor.20231152882



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

**Ek-3a.**

Evrak Tarih ve Sayısı: 30.07.2021-E.81957



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-60116787-020-81957  
Konu : Başvurumuz Hk.

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU

İlgi : 18/05/2021 tarihli dilekçeniz. *192.168.85.194*  
*93539*  
*30.07.2021*

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**Farklı Şekillerde Üretilen "Dijital İndirekt Bonding" Plaklarının Braket Konumu Doğruluğu Açısından Klinik Olarak Değerlendirilmesi**" konulu çalışmanız **25.05.2021 tarih ve 10 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIGINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Tahir TURAN  
Başkan

Belge Doğrulama Kodu :BSS69MANYV Pin Kodu :48103

Belge Takip Adresi : <https://www.nakipya.gov.tr/paa-dbya>

Adres: Tıp Fakültesi Dekanlığı Kınıklı/Denizli  
Telefon: 0 258 296 16 04 Faks: 0 (258) 296 17 65  
e-Posta: [cbbietik@pau.edu.tr](mailto:cbbietik@pau.edu.tr) Elektronik Ağı: <http://www.pau.edu.tr>  
Kep Adresi: [pauetikofis@pau01.kep.tr](mailto:pauetikofis@pau01.kep.tr)

Bilgi için: Ayşe UYSAL  
Uyvan: Bilgisayar İşletmeni



**Ek-3b.**

Evrak Tarih ve Sayısı: 30.11.2023-E.454888



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı : E-60116787-020-454888  
Konu : Başvurunuz Hk.

30.11.2023

Sayın Doç. Dr. Serpil ÇOKAKOĞLU

İlgi : 27.12.2023 tarihli dilekçeniz. 192.168.202.74  
93539  
19.12.2023

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "Farklı Şekillerde Üretilen "Dijital İndirekt Bonding" Plaklarının Braket Konumu Doğruluğu Açısından Klinik Olarak Değerlendirilmesi" konulu çalışmanızda istenilen başlıkta yer alan "Dijital İndirekt Bonding" ifadesinin içine alındığı turnak (" ") işaretlerinin kaldırılması talebiniz 28.11.2023 tarih ve 19 sayılı kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu çalışmanızın başlığının adının "Farklı Şekillerde Üretilen Dijital İndirekt Bonding Plaklarının Braket Konumu Doğruluğu Açısından Klinik Olarak Değerlendirilmesi" olarak düzeltilmesinde ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA, çalışma ile ilgili yapılacak değişiklikler hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Hülya ÇETİN  
Kurul Başkanı

**Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Belge Doğrulama Kodu :BSNZFJ8351 Pin Kodu :34232  
Adres: Tıp Fakültesi Dekanlığı, Kınıklı/Denizli  
Telefon:0 (258) 296 16 04 Faks:0 (258) 296 17 65  
e-Posta: tibbietik@pau.edu.tr Elektronik Ağ: http://www.pau.edu.tr  
Kep Adresi: paurektorluk@hs01.kep.tr

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/pau-ebys>

Bilgi için: Hüsnüye ERDOĞAN YAŞAR  
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni





**Ek-4.**

**PAMUKKALE UNİVERSİTESİ  
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

**BİLGİLENDİRİLMİŞ GONULLU OLUR BELGESİ  
(Çalışma grubu için)**

Farklı Şekillerde Üretilen Dijital İndirekt Bonding Plaklarının Braket Konumu Doğruluğu Açısından Klinik Olarak Değerlendirilmesi isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırmanın ne amaçla yapılmak istendiğini ve nasıl yapıldığını, sizinle ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdiğini bilmeniz önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okuyun ve sorularınıza açık yanıtlar isteyin. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

• **Çalışmanın amaçları ve dayanağı nelerdir, benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?**

Çalışmamızın amacı farklı şekillerde üretilen dijital indirekt bonding plaklarının braket konum doğruluğu açısından klinik olarak karşılaştırılmasıdır. Yapılan literatür incelemesi sonucunda dolaylı ve/veya doğrudan üretilen dijital indirekt bonding plaklar kullanılarak sabit ortodontik tedavi gören hastalarda braket konum doğruluğunu klinik olarak değerlendiren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile direkt ve indirekt teknikte üretilen dijital indirekt bonding plaklar braket konum doğruluğu açısından incelenerek literatürdeki eksikliğin giderilmesi planlanmaktadır.

Çalışmamız tek merkezde yürütülecek olup, çalışmamıza 28 hastanın dahil edilmesi planlanmaktadır.

• **Bu çalışmaya katılmamı mı?**

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar verirsiniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalamanız için size verilecektir. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemezseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından size uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

• **Bu çalışmaya katılırsam beni neler bekliyor?**

Çalışmamız kapsamında hastalara girişimsel bir uygulamada bulunulmayacaktır. Direkt ve/veya indirekt üretilen dijital indirekt bonding plaklar kullanılarak sabit ortodontik tedavi gören hastalarda braket konum doğruluğu değerlendirilecektir.

• **Çalışmada yer almamın yararları nelerdir?**

Tedavi kapsamında hastaların braketlenmesi işlemi dijital indirekt bonding yöntemi ile gerçekleştirilecek olup konvansiyonel teknikte izlenen prosedür gereği yapılması gerekli işlem basamakları uygulanacaktır. Hastaların öngörülen planlama doğrultusunda tedavileri yürütülecektir. Dijital indirekt bonding yöntemi ile gerçekleştirilecek braketleme işlemi hasta başında geçen süreyi azaltarak hasta açısından konfor sağlayacaktır. Klinik iş yükünü büyük ölçüde azaltarak daha doğru konumda braket pozisyonlandırmaya olanak sağlayacaktır.

• **Bu çalışmaya katılmamın maliyeti nedir?**

Çalışmaya katılmakla herhangi bir parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

• **Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?**

Araştırmacı kişisel bilgilerinizi; araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ve kimlik bilgileriniz çalışma boyunca araştırmacı tarafından gizli tutulacaktır. Çalışmanın sonunda, araştırma sonucu ile ilgili olarak bilgi istemeye hakkınız vardır. Yazılı izniniz olmadan, sizinle ilgili bilgiler başka kimse tarafından görülemez ve açıklanamaz. Çalışma sonuçları çalışma tamamlandığında bilimsel yayınlarda kullanılabilir, ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

• **Daha fazla bilgi, yardım ve iletişim için kime başvurabilirim?**

Çalışma ile ilgili bir sorunuz ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI :  
GÖREVİ :  
TELEFON :

**(Gönüllünün/Hastanın Beyanı)**

Ortodonti Anabilim Dalında / Kliniğinde, Dr. Serpil Çokakoğlu tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili **yukarıdaki bilgiler** bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllü olarak katılmayı kabul ediyorum.

- Araştırmaya katılmayı reddetme hakkına sahip olduğum bana bildirildi. Bu durumun tıbbi bakıma ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.
- Sorumlu araştırmacı/hekime haber vermek kaydıyla, hiçbir gerekçe göstermeksizin istediğim anda bu çalışmadan çekilebileceğimin bilincindeyim. Bu çalışmaya katılmayı reddetmem ya da sonradan çekilmem halinde hiçbir sorumluluk altına girmeyeceğimi ve bu durumun şimdi ya da gelecekte gereksinim duyduğum tıbbi bakımı hiçbir biçimde etkilemeyeceğini biliyorum. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim).*
- Çalışmanın yürütücüsü olan araştırmacı/hekim, çalışma programının gereklerini yerine getirme konusundaki ihmali nedeniyle tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla onayımı almadan beni çalışma kapsamından çıkarabilir.
- Çalışmanın sonuçları bilimsel toplantılar ya da yayınlarda sunulabilir. Ancak, bu tür durumlarda kimliğim kesin olarak gizli tutulacaktır.
- Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili olarak herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.
- Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

**Velisi/Valisi**

Adı, soyadı:  
Adres:  
Tel:  
İmza:  
Tarih:

**Velisi/Vasisi**

Adı soyadı, unvanı:  
Adres:  
Tel:  
İmza:  
Tarih:

**Bilgilendiren Araştırmacı**

Adı, soyadı:  
Adres:  
Tel:  
İmza:  
Tarih: