

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI
ORTODONTİ DOKTORA PROGRAMI**

**İNDİREKT YAPIŞTIRMA TEKNİĞİNDE KULLANILAN 3 FARKLI
TRANSFER KAŞIĞI İLE BRAKET KONUM DOĞRULUĞUNUN
KARŞILAŞTIRILMASI**

**HAZIRLAYAN
HİLAL GÜNDOĞ**

DOKTORA TEZİ

ANKARA-2022

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI
ORTODONTİ DOKTORA PROGRAMI**

**İNDİREKT YAPIŞTIRMA TEKNİĞİNDE KULLANILAN 3 FARKLI
TRANSFER KAŞIĞI İLE BRAKET KONUM DOĞRULUĞUNUN
KARŞILAŞTIRILMASI**

**HAZIRLAYAN
HİLAL GÜNDOĞ**

DOKTORA TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. AYÇA ARMAN ÖZÇİRPİCİ**

ANKARA-2022

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ortodonti Anabilim Dalı Ortodonti Doktora Programı çerçevesinde Hilal GÜNDOĞ tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 7/01/2022

Tez Adı: İndirekt Yapıştırma Tekniğinde Kullanılan 3 Farklı Transfer Kaşığı ile Braket Konum Doğruluğunun Karşılaştırılması

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

Prof. Dr. Tülin TANER , Hacettepe Üniversitesi

Prof. Dr. Ayça Arman ÖZÇİRPİCİ, Başkent Üniversitesi

Prof. Dr. Selin KALE, Gazi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hande PAMUKÇU, Başkent Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Azize ATAKAN, Başkent Üniversitesi

ONAY

Prof. Dr. F. Belgin ATAÇ

Enstitü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: ... / ... /2022

Öğrencinin Adı, Soyadı: Hilal GÜNDOĞ

Öğrencinin Numarası: 21710491

Anabilim Dalı: Ortodonti Anabilim Dalı

Programı: Ortodonti Doktora Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı: Prof. Dr. Ayça Arman ÖZÇİRPİCİ

Tez Başlığı: İndirekt Yapıştırma Tekniğinde Kullanılan 3 Farklı Transfer Kaşığı ile Braket Konum Doğruluğunun Karşılaştırılması

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 62 sayfalık kısmına ilişkin, 15 / 12 / 2021 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %8'dir. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

Tarih: ... / ... /2021

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad, İmza:

Prof. Dr. Ayça Arman ÖZÇİRPİCİ

.....

TEŞEKKÜR

Doktora hayatım boyunca ve tezimin her aşamasında yanımda olan ve hiçbir konuda desteğini esirgemeyen, çok sevgili danışman hocam Prof. Dr. Ayça Arman ÖZÇIRPICI'ya,

Tezimin başlaması ve ilerlemesinde önemli katkısı olan, her türlü yardım ve desteğiyle her zaman yanımda olan sayın hocam Prof. Dr. Tülin TANER'e,

Ortodonti eğitimim boyunca emek ve bilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen ve ortodonti eğitimime katkıda bulunan çok değerli hocalarım Prof. Dr. Burçak KAYA, Dr. Öğr. Üyesi Nilüfer İrem TUNÇER ve özellikle tezimle ilgili konularda ve yardıma ihtiyacım olan her anda desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Hande PAMUKÇU'ya,

Bilgilerini her zaman benimle paylaşan kendilerinden çok şey öğrendiğim, çok değerli Dr. Öğr. Üyesi Azize ATAKAN KOCABALKAN'a, ve Dr. Öğr. Üyesi Sinem İNCE BİNGÖL'e,

Desteklerini ve dostluklarını her zaman hissettiğim çok sevgili çalışma arkadaşlarım ve ortodonti ailesinin vazgeçilmez üyeleri çok değerli sekreter ve teknisyen arkadaşlarıma,

Her zaman yanımda olan doktora hayatımızın her anını beraber geçirdiğimiz ve güzelleştirdiğimiz canım arkadaşım Dt. Hasan GÜNDAL'a ve çok sevgili asistan arkadaşlarıma,

Hayattaki en büyük şansım canım aileme sonsuz teşekkürler.

ÖZET

Hilal GÜNDOĞ

İndirekt Yapıştırma Tekniğinde Kullanılan Üç Farklı Transfer Kaşığı ile Braket Konum Doğruluğunun Karşılaştırılması, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Doktora Programı, 2022

Sabit ortodontik tedavi başarısında braketlerin doğru konumlarında yapıştırılmaları oldukça önemlidir. Braketlerin daha doğru konumda yapışmasını sağlamak için indirekt yapıştırma yöntemi kullanılabilir. İndirekt braketleme klinikte geçen süreyi azaltmasından ve braketlerin daha doğru konuma yapıştırılmasına olanak sağlamasından dolayı klinisyenler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Bu çalışmanın amacı; indirekt yapıştırma tekniğinde kullanılan mevcut ve pratik transfer kaşıklarının konum doğrulukları açısından karşılaştırılmalarıdır. Bu çalışmada üç farklı transfer kaşığı; şeffaf silikon (polivinilsiloksan/Memosil II), vakumla şekillenen çift fazlı (Erkodent) ve kişiye özel bilgisayar ile tasarlanan transfer kaşığı (E-IDB) braket doğruluğu açısından, üç boyutlu tarayıcılar kullanılarak karşılaştırılmıştır. Braketlemeler model üstünde yapılarak aynı hastanın bir başka modeline aktarılmıştır. Transfer öncesinde yapılan tarama ile transfer sonrasındaki taramalar karşılaştırılarak doğrusal ve açısal tutarsızlıklar ölçülmüştür. Her diş grubunda Grup 2 (E-IDB), Grup 1 (vakumla şekillenen) ve 3 (memosil)'den anlamlı derecede daha düşük konumsal sapma ve XY (angulasyon), YZ (tork) düzlemlerinde daha düşük açısal sapma göstermiştir. Grup 3, XZ düzleminde (rotasyon) açısal sapma yönünden anlamlı derecede daha yüksek değerlere sahiptir ($p<0,05$). Tüm gruplarda, açısal sapmalar konumsal sapmalara göre daha fazla bulunmuştur. Molar tüplerde, braketlere göre daha çok konumsal sapma olduğu bulunmuştur. Güncel yaklaşımların, ekstra maliyetlerine karşın yeterli etkinlikte olup olmadığı tartışılmıştır. Bu çalışma indirekt yapıştırma tekniğini kullanan klinisyenler için transfer kaşığı seçiminde faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: İndirekt yapıştırma tekniği, transfer doğruluğu, transfer kaşığı, 3D tarayıcı, braket konumu

Bu tez çalışması Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve etik kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: D-KA20/06) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

ABSTRACT

Hilal GÜNDOĞ

Comparison of Bracket Position Accuracy With Three Types of Transfer Trays Used In Indirect Bonding Tecnique, Başkent University, Institute of Health Sciences, Orthodontics Doctorate Program, 2022

Bonding brackets at a correct position is very important for the success of fixed orthodontic treatment. Using indirect bonding method for bonding brackets can lead to a more accurate position for bonding. Indirect bonding technique is more preferred by clinicians because it helps to reduce the chair time and more accurate positioning of brackets. The aim of this study is to compare the accuracy of the bracket position achieved with current and practical transfer trays which are used in indirect bonding technics. In this study, three different types of transfer trays; transparent silicone (polyvinylsiloxane/ Memosil II), duo phased vacuum formed (Ercodent) and custom designed by computer (E-IDB) has been compared in terms of bracket accuracy by means of three-dimensional scanners. Brackets were bonded on models and has been transferred to another model of the same patient. Linear and angular inconsistencies have been measured by superpositioning of scans before and after transfer. Group 2 (E-IDB) showed significantly lower positional and angular deviations than Groups 1 (double vacuum form) and 3 (memosil) for XY (angulation), YZ (torque) planes. Group 3 has significantly higher values for angular deviation in XZ plane (rotation) for each tooth group ($p<0.05$). Angular deviations were found to be higher than positional deviations in all study groups. Molar tubes were found to have more positional deviations than brackets. At the end of this study, it will be determined which transfer trays' accuracy is better. It has been discussed whether current approaches are effective enough despite their extra costs. The results of this study will be useful in choosing transfer trays for clinicians who are using indirect bonding.

Keywords: Indirect bonding, accuracy of transfer, transfer tray, 3D scanner, position of bracket

This study was approved by Başkent University Medical and Health Sciences Research Board and Ethics Committee(Project number: D-KA20/06) and supported by Başkent University Research Fund.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Direkt Yapıştırma Tekniği.....	3
2.1.1. Direkt yapıştırma tekniğinde kullanılan adeziv sistemler	6
2.1.1.1. Etch-rinse adeziv sistemler	7
2.1.1.2. Self-etch adeziv sistemler	7
2.1.1.3. Cam iyonomer adeziv sistemler.....	8
2.1.2. Direkt yapıştırma tekniğinde kullanılan kompozit rezinler	8
2.1.2.1. Kimyasal yolla sertleşen kompozit rezinler.....	9
2.1.2.2. Kimyasal ve ışıkla sertleşen kompozit rezinler	9
2.1.2.3. Işıkla sertleşen kompozit rezinler	10
2.1.3. Işık cihazları.....	10
2.1.3.1. Geleneksel ve hızlı tungsten-quartz halojen ışık cihazları.....	10
2.1.3.2. Argon lazerler	11
2.1.3.3. Plazma ark ışık cihazları.....	11
2.1.3.4. Light-emitting-diode (LED) ışık cihazları.....	12
2.2. İndirekt yapıştırma tekniği	12

2.2.1. İndirekt yapıştırma tekniğinin avantaj ve dezavantajları	14
2.2.1.1. İndirekt yapıştırma tekniğinin avantajları	14
2.2.1.1.1. Klinik avantajlar	14
2.2.1.1.2. Teknik avantajlar	15
2.2.1.1.3. Ergonomik avantajlar	15
2.2.1.2. İndirekt yapıştırma tekniğinin dezavantajları	16
2.2.2. İndirekt yapıştırma tekniğinin aşamaları	17
2.3. İndirekt Yapıştırma Tekniğinde Kullanılan Materyaller	18
2.3.1. İndirekt yapıştırma tekniğinde braketlerin alçı model üzerine yapıştırılmasında kullanılan materyaller	18
2.3.2. İndirekt yapıştırma tekniğinde kullanılan transfer kaşıkları	19
2.3.2.1. Tek diş kaşıkları	19
2.3.2.2. Tüm ark kaşıkları	20
2.3.3. İndirekt yapıştırma tekniğinde kullanılan rezinler	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	25
3.1. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi	25
3.2. Çalışma Modellerinin Hazırlanması	25
3.3. İndirekt Bonding İçin Braketleme Yapılması	26
3.4. Transfer Kaşıklarının Hazırlanması	27
3.5. İndirekt Braketleme Yapılması	31
3.6. İndirekt Braketleme Sonrası Modellerin Taranması	32
3.7. Çalışma Modelleri ve Hasta Modellerinin Çakıştırılması	33
3.8. İstatistiksel Değerlendirme	35
4. BULGULAR	37
5. TARTIŞMA	52
5.1. Çalışma Amacının Tartışması	52

4.2. Çalışma Yönteminin Tartışması.....	53
4.3. Çalışma Bulgularının Tartışması	56
4.4. Çalışmanın Limitasyonları	59
4.5. Klinik Yorumlar ve Öneri	60
6. SONUÇ.....	62
KAYNAKLAR.....	63



TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Gözlemci güvenilirliği.....	37
Tablo 4.2. Gruplar arası doğrusal sapma değerlerinin kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması	38
Tablo 4.3. Gruplar arası açısal sapma değerlerinin kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması	39
Tablo 4.4. Diş gruplarının doğrusal değerlerinin grup 1 içinde kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması	40
Tablo 4.5. Diş gruplarının açısal değerlerinin grup 1 içinde kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması	41
Tablo 4.6. Diş gruplarının doğrusal değerlerinin grup 2 içinde kruskall-wallis testi ile karşılaştırılması	42
Tablo 4.7. Diş gruplarının açısal değerlerinin grup 2 içinde kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması	44
Tablo 4.8. Diş gruplarının doğrusal değerlerinin grup 3 içinde kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması.....	45
Tablo 4.9. Diş gruplarının açısal değerlerinin grup 3 içinde kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması	46
Tablo 4.10. Doğrusal değerlerde sapmaların gruplar arası yön dağılımı	47
Tablo 4.11. YZ açısal değerlerinde sapmaların gruplar arası yön dağılımı	48
Tablo 4.12. XZ açısal değerlerinde sapmaların gruplar arası yön dağılımı	49
Tablo 4.13. XY açısal değerlerinde sapmaların gruplar arası yön dağılımı	49
Tablo 4.14. Doğrusal ve açısal olarak kabul edilebilir aralıktaki değerden sapmış braket sayıları	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1. 3shape ortho analyzer programı	26
Şekil 3.2. 3shape ortho analyzer programı (farklı açıdan)	27
Şekil 3.3. Erkodent Erkopresscimation otomatik termoform cihazı	28
Şekil 3.4. 3 boyutlu yazıcı ile hazırlanmış transfer kaşıkları.....	29
Şekil 3.5. Grup 1 ve grup 2'ye ait transfer kaşıkları	29
Şekil 3.6. Şeffaf silikon ölçü materyali	30
Şekil 3.7. Grup 3'e ait transfer kaşıkları.....	30
Şekil 3.8. 3 boyutlu tasarlanmış transfer kaşıklarının görüntüsü	31
Şekil 3.9. Transbond XT kompozit	32
Şekil 3.10. 3M ESPE Elipar ışık cihazı	32
Şekil 3.11. 3shape D900L tarayıcı	33
Şekil 3.12. Çakıştırılmış modellerin GOM programında görüntüsü	34
Şekil 3.13. x,y ve z eksenleri	35
Şekil 3.14. GOM programında açısal sapmaların görüntüsü.....	35

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

>	büyüktür
<	küçüktür
%	yüzde
=	eşittir
ark.	arkadaşları
Bis-GMA	bisfenol-a glisidil metakrilat
dk	dakika
LED	light emitting diode
m	metre
mm	milimetre
n	veri sayısı
p	istatistiksel anlamlılık
r	korelasyon katsayısı
sep	self etch primer
X	aritmetik ortalama

1. GİRİŞ

Ortodontik tedavilerin amacı çeneleri ve dişleri düzgün pozisyonlarına getirmektir. Bu amaç için, yıllar içerisinde, çok çeşitli mekanikler içeren apareyler ve farklı materyaller kullanılmıştır. Ortodonti tarihine bakıldığında iki önemli gelişmenin ortodontinin bugünkü halini almasında oldukça etkili olduğu görülmektedir. Bunlar; 1955 yılında Buonocore tarafından asitle aşındırma tekniğinin geliştirilmesi ve 1964'de Newman tarafından ortodontik braketlerin epoksi-rezin yardımı ile mine yüzeyine yapıştırılmasıdır (1,2).

Edgewise apareylerinin ortaya çıkmasından bu yana, ortodontistler dişleri, minimum tel bükümü ile seviyelemek için farklı teknikler denemişlerdir. Düz tel teknikleri ideal braket yerleştirme, sonrasında düz ark tellerinin yerleştirilmesiyle her üç düzlemde de diş konumlarının düzeltilmesi konseptine dayanmaktadır (3,4)

Ortodontik braketlerin, dişler üzerine yerleştirilmesi direkt veya indirekt yapıştırma teknikleri ile gerçekleştirilebilir. Direkt braket yapıştırma tekniği, braketlerin doğrudan hastanın dişlerine yerleştirildiği tek aşamalı bir prosedürdür. Buna karşılık, indirekt yapıştırma tekniği iki aşamalı bir prosedürdür. İlk aşamada, braketler hastanın dişlerinin alçı modeli veya sanal modeli üzerine yerleştirilir; ikinci aşamada braketler, özel transfer kaşıkları kullanılarak modelden hastanın dişlerine aktarılır (5).

Direkt yapıştırma tekniğinde posteriorda bulunan dişleri görmek daha zor olduğu için braketleri doğru konumda yapıştırmak da daha zor olmaktadır. Daha doğru ve verimli bir braket yerleştirme sistemi üretmek için Silverman ve Cohen(6) indirekt yapıştırma tekniğini geliştirmişlerdir. O zamandan beri de indirekt yapıştırma tekniği oldukça popüler olmuştur. Braketlerin doğru konumlandırılması sabit ortodontik tedavi için önemli bir faktördür. İndirekt yapıştırma tekniğinin, hastalarda uygun braket konumlandırması için etkili bir yöntem olduğu kanıtlanmış ve avantajları arasında doğru braket yerleşimi, daha kısa klinik süre, hasta konforu, daha hijyenik olması bildirilmiştir (7). İndirekt yapıştırma tekniğinde kullanılan transfer kaşığı seçimi oldukça önemlidir. Transfer kaşıklarını imal etmek için farklı yöntemler ve materyaller mevcuttur. Yapılan çeşitli çalışmalarda farklı tip transfer kaşıkları transfer konum doğrulukları açısından kıyaslanmıştır. Konum doğrulukları karşılaştırılırken farklı yöntemler kullanılmıştır (8–14).

Bu in vitro çalışma, kullanımı yaygın üç farklı indirekt yapıştırma tekniği kaşığının transfer doğruluğunu ölçmek ve karşılaştırmak için tasarlanmıştır (12). Kaşıklar; şeffaf silikon (polivinilsiloksan/Memosil II), vakumla şekillenen çift fazlı (Erkodent) ve kişiye özel bilgisayar ile tasarlanan (E-IDB) transfer kaşıklarıdır. Bu kaşıklar üç boyutlu tarayıcı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu üç transfer kaşığını, üç boyutlu tarayıcı kullanarak karşılaştıran bir çalışma daha önce yapılmamıştır.



2. GENEL BİLGİLER

Dişleri düzgün şekilde sıralayabilmek için kullanılan hareketli apareylerden, sabit apareylere geçiş ortodonti tarihinde önemli bir adım olmuştur. Sabit elemanlar olan braketler ve tüpler başlangıçta hastanın dişleri üzerine bantlar aracılığı ile yapıştırılmıştır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı, bantlar dişlere yapıştırıldığında braketlerin dişler üzerinde doğru konumda yerleştirilmesinin daha zor olmasıdır (15). Sabit ortodontik elemanların direkt dişler üzerine yapıştırıldığı ‘Direkt Yapıştırma Tekniği’ ile braketleme için klinikte harcanan süre, eskiden kullanılan bantlı ortodontik tedaviye göre kısaltılmıştır. Böylece daha estetik ve hastalar açısından hijyenin daha kolay sağlandığı bir ortodontik tedavi elde edilmiştir (15). Bunun yanı sıra Edgewise tekniğin de gelişmesiyle, ortodontik tedavi sırasında büküm ihtiyacı oldukça azalmıştır. Bu gelişmelerle birlikte ortodontik tedaviler hem ortodontistler hem de hastalar açısından kolaylaşmıştır. Direkt yapıştırma tekniğinde devam eden bazı zorlukları gidermek için de indirekt yapıştırma tekniği geliştirilmiştir.

2.1. Direkt Yapıştırma Tekniği

Buonocore (1955) (1), mine yüzeyini asit ile pürüzlendirme işleminin, minenin bağlanma gücünü arttırdığını bildirdikten sonra braketlerin direkt olarak dişler üzerine yapıştırılması Newman tarafından denenmiştir. Newman, pürüzlendirilmiş mine yüzeyi üzerine braketlerin epoksi rezin yardımı ile yapıştırılabileceğini belirtmiştir. Miura ve ark. ise 1970’lerin başında plastik braketleri, asitle pürüzlendirilmiş mine yüzeyine dolgu materyali ile yapıştırmayı denemiştir (16).

Zachrisson (17) tarafından ise 1977 yılında büyük bir hasta grubu üzerinde direkt yapıştırma tekniği uygulanmıştır. Tüm ortodontik tedavi süreci ve sonrası detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Direkt yapıştırma tekniğinin geliştirilmesi ile hekimler braketleri bantlara göre daha kısa sürede yapıştırma imkânı bulmuşlardır. Hastalar açısından da bu teknik bantlara göre oldukça konforlu, estetik ve hijyenik olmuştur. Ancak, arka dişleri görmek ve ulaşmak zor olduğu için braket konumlarında hatalarla karşılaşılabilir.

Direkt braketleme yönteminde, diş yüzeyindeki plak ve debris tabakasının uzaklaştırılması için mikromotor ucuna takılan plastik veya kıl fırça ile, sulandırılmış pomzanın veya patın rutin olarak uygulanması tavsiye edilmektedir. Bu noktada gingival kenarlara zarar verilmemesi oldukça önemlidir. Hasta ağızında dişler pomza veya pat ile temizlendikten ve kurutulduktan sonra mine yüzeyi braket yapıştırılması için hazırlanır. Öncelikle nem kontrolünün sağlanması için dudak ve yanak ekartörleri, tükürük emiciler, bite-bloklü dil tutucuları gibi araçlar kullanılmaktadır (18).

Ağız içi ortam hazırlandıktan sonra mine yüzeyleri pürüzlendirilir. Mine yüzeyinde gerçekleştirilen pürüzlendirme işlemiyle mine yüzeyinin ıslanabilirliği sağlanarak düşük vizkoziteli rezinin mikro boşluklara iyi şekilde dolması sağlanmaktadır. Mine yüzeyi pürüzlendirilmesi için çeşitli konsantrasyonlarda asit uygulanması, self-etch ajanlar, kumlama ve lazer ile pürüzlendirme gibi birçok materyal ve yöntem kullanılmaktadır (19). Tutuculuğun sağlanması için gerekli olan mine yüzey pürüzlülüğü ilk olarak fosforik asidin çeşitli konsantrasyonlarının farklı sürelerde uygulanması ile elde edilmiştir. Fosforik asit haricinde maleik asit ve poliakrilik asit ile de pürüzlendirme yapılabileceği bildirilmiştir (20). Ancak 2010 yılında yapılan bir çalışmada fosforik aside kıyasla %10'luk maleik asit veya poliakrilik asidin daha az bağlanma dayanımı gösterdiğini bulunmuştur (21). Yapılan bir başka çalışmada mine yüzeyinde farklı asit uygulamaları ile sağlanan pürüzlendirme sonucunda, 3-10 µm arasında mine kaybı olduğu bulunmuştur (22). Pürüzlendirme etkisi dışında asit ile pürüzlendirmenin yumuşak dokularda toksik etki oluşturması, uygulamanın zaman alıcı olması ve pürüzlendirme sonucunda oluşan pöröz mine yapısının normal mineden daha fazla çözünürlüğe sahip olması sebebiyle braketler etrafında beyaz nokta lezyonu oluşumuna fosforik asit uygulamasının neden olabileceğinin düşünülmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır (19, 21). Bu nedenle yumuşak dokularda toksik etkisi olmayan, çalışma süresini kısaltan ve mine kaybına daha az neden olan pürüzlendirme teknikleri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bunlar; kumlama, lazer ve self-etch ajanlar ile pürüzlendirme olarak sıralanabilir. Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde kullanılan kumlama, hava basıncıyla 50 µ boyutunda yüksek hıza sahip alüminyum oksit partiküllerinin mine yüzeyine püskürtülmesi ile yapılmaktadır (23). Bu yöntemin; minenin organik ve inorganik yapısında geri dönüşü olmayan hasar oluşturması ve bu teknik ile hekim ve hasta tarafından partiküllerin yutulma ihtimalinin olması sebebiyle kullanımı sınırlı olmuştur (24). Asitle pürüzlendirmeye alternatif diğer bir yöntem olan lazerler, mine yüzeyinde kalsiyum-fosfat oranını değiştirerek, minede rezinin tutunabileceği mikro

çatlaklar oluşturmaktadır. Uygulama sırasında pulpa sıcaklığının artması ve cihazların pahalı olması da bu tekniğin kullanımını sınırlandırmıştır (21). Günümüzde sıklıkla kullanılan diğer bir yöntem ise asit ve primerin birlikte uygulandığı self etch sistemlerdir (25). Self etch sistemleri yeterli retansiyon sağlaması, işlem süresinin kısa olması ve pratik olması avantajlarına sahiptirler. İşlemin kısa olmasına ek olarak, bağlanma işlemindeki basamak sayısının azalması, hata oranını azaltarak tekniğin hassasiyetini arttırmaktadır (26). Bu avantajlarına rağmen self etching primerlerin mine adeziv aralığında mikrosızıntı artışına neden olması dezavantajına sahiptir bu yüzden kötü ağız hijyenine sahip bireylerde kullanılmaması gerektiği bildirilmiştir (27). 2012 yılında yapılan bir çalışmada %35'lik fosforik asit, self-etch, kumlama, kumlama + %35'lik fosforik asit, lazer, lazer + %35'lik fosforik asit şeklinde oluşturulmuş farklı mine pürüzlendirme grupları bağlanma dayanımı açısından karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda; lazer ile pürüzlendirme yöntemi yüksek bağlanma dayanımı göstermiş ancak, abrazyona uğramış mine yüzeyinde debonding sonrası kırık hattı olduğu gösterilmiştir. Asit ve self etch ajan ile pürüzlendirmenin mine yüzeyinde daha güvenle kullanılabileceği belirtilmiştir. Kumlama ile pürüzlendirmenin ise tek başına düşük bağlanma dayanımı göstermesi sebebiyle asit ile birlikte kullanılması gerektiği bildirilmiştir (28). Literatürde halen mine yüzeyi pürüzlendirilmesi için altın standart %30-50 arasında değişen konsantrasyonlarda fosforik asidin, mine yüzeyine 15 ile 60 sn arasında uygulanmasıdır (29). Ancak asit ile pürüzlendirme işleminde dikkat edilecek bazı noktalar vardır. Bunlardan ilki, yüzeyin tekrarlayan uygulamalarda nemli tutulması ve hassas mine prizmalarına zarar verilmemesi için, sıvının mine üzerine ovularak uygulanmamasıdır. Diğer önemli nokta ise asidin dış yüzeyinden bol su ile yıkanarak uzaklaştırılması ve asitlenmiş yüzeyin tükürük ile kontamine olmamasına özen gösterilmesidir (18). Dişler, hava su spreyi ile kurutulduktan sonra mat ve donuk beyaz görünmeyen dişlerin ise tekrar asitlenmesi gerektiği sonucuna varılabilir (18, 21).

Dişler tamamen kurutulduktan sonra ince bir primer tabakası tüm pürüzlendirilmiş diş yüzeyine uygulanmalıdır. Primer, küçük bir fırça ile her diş için tek bir gingivo-insizal sürüş ile uygulanmalıdır. Fazla primer kalmaması için ince bir tabaka halinde sürülmelidir. Tüm asitlenmiş mine yüzeylerine primer uygulandıktan sonra braketler hazırlanmış mine yüzeyine yerleştirilmeye başlanır (30).

Braketlerin dişler üzerine yerleştirilme aşamaları; braketin transferi, pozisyonlama, uyumlama ve rezin artıklarının uzaklaştırılması aşamalarını kapsamaktadır (18, 31).

Transfer aşamasında braket tutucu ile tutulan braketin tabanına adeziv, braket tabanını kapsayacak şekilde sürülür ve braket diş yüzeyine yerleştirilir (18, 30). Ardından braketler mesiodistal ve okluzogingival olarak doğru konuma yerleştirilir. Braket diş üzerinde doğru konuma yerleştirildikten sonra artık adezivler temizlenir. Braket kenarlarında fazla adeziv kalması plak birikimine, gingival iritasyona ve braket çevresinde renklenmiş bir alan oluşmasına sebep olabilir. Adeziv artıkları da kaldırıldıktan sonra polimerizasyon işlemi yapılır. Polimerizasyon süresi boyunca braketler hiç hareket ettirilmemelidir. Aksi takdirde polimerizasyon bozulup bağlanma dayanımı düşebilir (18). Polimerizasyondan sonra hala braket çevresinde adeziv artığı varsa düşük hızlı mikromotor ve carbit frezle de temizlenebilir (21).

Braketleme bittikten sonra hastanın ağızını suyla çalkalayıp tükürmesi veya hava su spreyi yardımı ile ağız içinin yıkanması gerekmektedir. Çünkü; polikarbonat braketler ve braketlerin yapıştırılmasında kullanılan kompozit rezinlerin yapısında Bisfenol-A (BFA) bulunmaktadır ve BFA toksitesi riskinin önüne geçmek için polimerizasyon sonrası braketlerin yıkanması gerekmektedir. İlk olarak 1891 yılında sentezlenen, endüstriyel bir kimyasal olan Bisfenol-A, polikarbonatlı plastiklerin ve epoksi reçinelerinin üretiminde kullanılan bir monomerdur. Bisfenol-A ksenöstrojen denilen östrojen hormonuna benzer sentetik bir yapıya sahiptir. Bu sentetik yapının kızlarda erken puberte, erkeklerde feminizasyon ve kanserojen etkileri olduğu bildirilmiştir (32). Bu nedenle braketleme sonrasında adeziv kalıntılarının temizlenmesi ve hasta ağızının yıkanması oldukça önem taşımaktadır (33).

2.1.1. Direkt yapıştırma tekniğinde kullanılan adeziv sistemler

Braket yapıştırırken kullanılan adezivden beklenen özellikler; ağız içinde oluşabilecek gerilimlere dayanabilecek kadar yüksek bağlanma kuvvetine sahip olması, braketlerin sökümü esnasında ise mineye zarar vermeyecek kadar yüksek olmayan bağlanma kuvvetine sahip olmasıdır. Aynı zamanda adeziv, braketlerin çevresinde dekalsifikasyonu önleyici özelliğe sahip olup, kolay uygulanabilir olmalı ve düşük maliyetli olmalıdır (34).

Adeziv sistemler asitle yıkanan ve kendinden asitli sistemler olmak üzere, uygulama tekniğine göre ikiye ayrılmaktadır. Asitle yıkanan adeziv sistemler de üç aşamalı ve iki aşamalı sistemler olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Üç aşamalı sistemlerde ilk aşama asitle pürüzlendirme, ardından primer ve adeziv uygulamalarını içermektedir. İki aşamalı sistemlerde ise primer ve adeziv birleştirilmiş ve tek aşamada uygulanmaktadır (35).

Günümüzde adeziv sistemler etki mekanizmaları göz önünde bulundurularak üç grupta sınıflandırılmıştır (36). Bunlar: etch-rinse adeziv sistemler, self-etch adeziv sistemler, cam iyonomer sistemlerdir.

2.1.1.1. Etch-rinse adeziv sistemler

Bu sistemlerde asit, primer ve yapıştırıcı sırayla uygulanmaktadır. Öncelikle mine yüzeyinde çeşitli konsantrasyonlardaki asitlerden biri uygulanarak, prizmatik ve interprizmatik mineral kristalleri kaldırılarak, mikroskobik düzeyde pürüzlülük sağlanmaktadır. Bu sayede yüzey gerilimi azalarak ve yüzey ıslanabilirliği artarak, rezinin mikro boşluklara rahat bir şekilde dolması sağlanmaktadır (21, 37).

Bu yöntemde en çok %37'lik fosforik asit kullanılmaktadır. Bu pürüzlendirme sonrasında mine yüzeyinden ortalama 10 µm aşınma olmaktadır (21).

2.1.1.2. Self-etch adeziv sistemler

Bu sistemlerde asit ve primer ayrı ayrı kullanılmamakta, tek bir asidik primer ile bu iki aşama tamamlanmaktadır. Self-etch primerleri içerisinde fosforik asit ve metakrilat vardır (38).

Self-etch adeziv sistemler; bu sistemin primerinin kullanılması ile tek basamakta asitleme ve primer uygulaması sağlayarak daha basit ve daha hızlı bir teknik olma avantajına sahiptir (38). Bu avantajlara rağmen self etching primerlerin mine adeziv aralığında mikrosızıntı artışına neden olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle yetersiz ağız hijyenine sahip bireylerde kullanılmamaları gerekmektedir (27).

2.1.1.3. Cam iyonomer adeziv sistemler

Cam iyonomer simanların minede daha az demineralizasyona sebep olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bant simantasyonunda kullanılabilmektedirler (39). Cam iyonomer simanlar yapısındaki karboksilat grubunun, diş yapısındaki kalsiyum ile etkileşime girmesi sonucu, fizyokimyasal olarak tutuculuk sağlarlar (40). Flor salınımı yapıyor olmaları en büyük avantajlarıdır. Braketlerin yapıştırılmasında çok düşük bağlanma dayanımına sahip oldukları için sık kullanılamamaktadırlar (41).

2.1.2. Direkt yapıştırma tekniğinde kullanılan kompozit rezinler

Ortodontik ataşmanlar yapıştırılırken self etch ve etch rinse adeziv sistemlerle kompozit rezinler kullanılmaktadır. Kompozit rezinlerin en basit yapıtaşları monomer denilen metil metakrilattır. Kompozit rezinler, polimer matriks, bağlayıcı ajan, inorganik doldurucu partiküller ve başlatıcı-hızlandırıcı sistemden meydana gelmektedir. Birçok monomer molekülünün bağlanmasıyla ise polimer molekülleri oluşmaktadır (42). Organik polimer matriks ise dimetakrilat (Bis-GMA) ya da üretan dimetakrilat (UDMA) oligomerden oluşmaktadır. İnorganik partiküller; kuartz, cam, zirkonyum slika, koloidal silika ve silika nanopartiküllerinden oluşmuştur. Üretici tarafından inorganik partiküllerin etrafına uygulanan silan ise organik ve inorganik faz arasında bağlayıcı ajan olarak görev almaktadır (42). Polimerizasyon reaksiyonunu, kompozitin yapısında bulunan foto başlatıcılar tarafından oluşturulan serbest radikaller yapmaktadır. Foto başlatıcılar tarafından oluşturulan serbest radikaller, kimyasal yolla sertleşen kompozitlerde peroksit (başlatıcı)-amin (hızlandırıcı) sisteminin karıştırılmasıyla, ışıkla sertleşen kompozitlerde ise kamforokinon (foto-başlatıcı)-amin (hızlandırıcı) sistemin mavi ışık ile uyarılmasıyla oluşmaktadır. Ardından serbest radikaller doymamış karbon çift bağları ile etkileşerek polimerizasyon gerçekleşmektedir (42). Kompozit rezinlerin içindeki foto-başlatıcı tipi ve oranı da polimerizasyonu etkileyen bir diğer faktördür. Fenil-propanediondur (PPD) da kamforokinon gibi bir foto-başlatıcıdır. Tek başına kullanılabildiği gibi kamforokinonla beraber de kullanılabilmektedir. Işık kaynağı seçiminde foto-başlatıcının en yüksek Emilimi sağlayacağı dalga boyunu seçmek önemlidir (43).

Braketlerin diş yüzeylerine yapıştırılmasında kullanılan dental rezinlerin iki temel tipi vardır. Her ikisi de polimer yapıdadır, akrilik veya diakrilat rezinler olarak sınıflandırılmaktadır. Akrilik rezinler düz polimerizedir. Diakrilat rezinler ise üç boyutlu ağ şeklinde çapraz bağlantılar içermektedirler. Bu çapraz bağlantılar sayesinde daha dayanıklıdırlar, daha az su abzorbe ederler ve daha az polimerizasyon büzülmesine uğramaktadırlar. Her iki adezivin dolduruculu ve doldurucusuz tipleri mevcuttur. Metal braketlerin yapıştırılmasında Bis-GMA tipi dolduruculu diakrilat rezinler, iyi fiziksel özelliklere sahip oldukları için tavsiye edilmektedir. Plastik braketlerin yapıştırılmasında ise akrilik veya kombine rezinlerin kullanımı tavsiye edilmektedir (30).

İçindeki başlatıcı-hızlandırıcıya göre kompozit rezinler; kimyasal yolla sertleşen, kimyasal ve ışıkla sertleşen ve ışıkla sertleşen kompozitler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (42).

2.1.2.1. Kimyasal yolla sertleşen kompozit rezinler

Braketlerin yapıştırılmasında ilk olarak kimyasal yolla sertleşen kompozit rezinler kullanılmıştır. Polimerizasyon iki pastanın karıştırılmasıyla başlamaktadır. Ancak; karıştırma homojen yapılmazsa ve karıştırma sırasında hava kabarcığı kalırsa bağlanma dayanıklılığı azalabilmektedir (44).

Kimyasal yolla sertleşen kompozit rezinler, ışıkla sertleşen kompozit rezinlere kıyasla daha viskz yapıdadırlar bu yüzden braketin mine yüzeyinde istenmeyen hareketi daha azdır (45).

2.1.2.2. Kimyasal ve ışıkla sertleşen kompozit rezinler

Bu kompozitler foto-başlatıcılar ve kimyasal hızlandırıcılar içermektedir. Polimerizasyon ışık ile başlayıp kimyasal olarak devam etmektedir (42).

2.1.2.3. Işıkla sertleşen kompozit rezinler

Işıkla sertleşen kompozit rezinler, diş hekimliğinde pit ve fissür örtücülerle kullanılmaya başlamıştır. Ortodontide ise braketlerin yapıştırılmasında kullanılmaktadır (46). Foto-başlatıcı kamforokinonunun yaklaşık 470 nm dalgaboyunda mavi ışığı soğurması ile aktivasyonu başlamaktadır (42).

Işıkla sertleşen kompozit rezinler; uygulama kolaylığı, çalışma sürelerinin uzun olması, kısa sürede yüksek bağlanma dayanıklılığına sahip olmaları nedeniyle, ortodontide sıklıkla tercih edilmektedirler (47).

2.1.3. Işık cihazları

1980 yıllarında tanıtılan, ışıkla polimerizasyonu sağlayan ışık cihazları günümüzde diş hekimliğinin önemli bir parçasıdır (48). Rezin içeriğindeki monomerin polimere dönüşmesinde birçok faktör etkilidir. Bunlar; ışığın dalga boyu, ışığın yoğunluğu, rezinin ışığa maruz kaldığı süre, ışık cihazı ile materyal arasındaki mesafe gibi faktörlerdir (49).

Rezinlerin polimerizasyonunda farklı tip ışık cihazları kullanılmıştır. Bu ışık cihazları kronolojik sırayla; hızlı tungsten kuartz halojen ışık cihazları, argon lazerler, plazma ark ışık cihazları ve LED cihazlarıdır.

2.1.3.1. Geleneksel ve hızlı tungsten-kuartz halojen ışık cihazları

Geliştirilen ilk ışık cihazlarıdır. Elektrik enerjisinin, küçük bir tungsten filamanını yüksek sıcaklara ulaşıncaya kadar ısıtmasıyla ışık üretilmektedirler. Halojen ışık cihazları yaklaşık 400 -1000 mW/cm² arasında ışık yoğunluğunda çalışmakta, 40-520 nm dalga boyu aralığında ışık üretmektedirler (50).

Polimerizasyon süreleri uzundur. Bu ışık cihazlarında kullanılan elektriğin yalnızca %1 gibi küçük bir kısmı ışığa dönüşmekte, kalanı ısıya dönüşmektedir. Bu da ek soğutma fanı ihtiyacını beraberinde getirmektedir (51).

Işık yoğunluğunun daha çok olduğu hızlı halojenler geliştirilmiştir. Bu cihazlarda polimerizasyon süresi daha kısadır. Ancak gelişmelere rağmen ısı problemi ve filtreleme tekniğindeki kısıtlamalar nedeniyle halojen ışık cihazlarının daha fazla geliştirilmesi zor olmuştur (30).

2.1.3.2. Argon lazerler

Argon lazerler geleneksel ışık cihazlarına alternatif olarak 1980'lerin ortalarında piyasaya sürülmüştür. Geleneksel ışık cihazlarına göre daha güçlü ve daha hızlıdır (52).

Argon lazerler, 454-496 nm dalga boyu aralığında ve yaklaşık 800 mW/cm² ışık yoğunluğunda çalışmaktadırlar. Argon lazer cihazından çıkan ışıklar paralelleştirilmiştir. Işıkların paralel olması ışık cihazı ile materyal arasındaki mesafe uzasa da diğer ışık cihazlarına kıyasla daha tutarlı ışık vermesini sağlamaktadır. Ancak cihazın büyüklüğü ve yüksek maliyetli olması rutin olarak kullanılmasını engellemektedir (52).

2.1.3.3. Plazma ark ışık cihazları

Plazma ark ışıkları 1990'ların sonlarında tanıtılmıştır. Kuartz bir tüp içerisinde tungsten anot ve katoda sahip olan xenon plazma ark lambaları xenon gazı ile doldurulmuştur. Yüksek voltaj altında xenon gazı iki elektrot sayesinde iyonize olarak plazma ışığını oluşturmaktadır. Plazma ark ışık cihazlarının yaydığı beyaz ışık 450–500 nm dalga boyu aralığında yaklaşık 2000 mW/ cm² ışık yoğunluğunda ışık üretmektedir (53).

Argon lazerler gibi bu cihazlarla da polimerizasyon süresi oldukça kısadır. Ancak sürekli elektrik gücüne ihtiyaç duymalarından dolayı kablosuz olarak kullanılamamakta, yoğun ışıkla pulpanın ısınmasına sebep olmakta ve fiyatları yüksektir (54).

2.1.3.4. Light-emitting-diode (LED) ışık cihazları

LED ışık cihazları çok dar aralıkta ışık üretmektedirler bu yüzden bu cihazlarda filtreye ihtiyaç yoktur. Bu cihazlar halojen ampullerin içerisindeki sıcak filamanlar yerine yarı iletkenlerin kesişim noktalarını kullanarak ışık üretmektedirler. LED ışık cihazlarında sıcak filamanlar kullanılmadığı için soğurma fanına da ihtiyaç duyulmamaktadır. LED ışık cihazları 470 nm dalga boyunda ışık yaymaktadırlar. Bu değer de çoğu rezinin içinde bulunan foto-başlatıcı kamforkinon emilimi için ideal değerdir (49).

LED ışık cihazlarında elektrik enerjisinin çoğu ışığa dönüşüp çok az bir miktarı ısı olarak yayılmaktadır. Aynı zamanda cihaz kablosuz olarak çalışabilmektedir (49).

LED ışık cihazlarının halojen cihazlara kıyasla toplam ömürleri daha uzundur. Bu süre boyunca da istikrarlı bir şekilde ışık üretmeye devam etmektedirler (51).

LED ışık cihazları birinci jenerasyon, ikinci jenerasyon ve üçüncü jenerasyon ışık cihazları olarak sınıflandırılmaktadır. Birinci jenerasyon LED ışık cihazları düşük yoğunlukta ışık üretmektedirler. Bu durum da rezinin yeteri kadar sertleşmemesine sebep olabilmektedir. İkinci jenerasyon LED ışık cihazları daha yüksek yoğunlukta ışık üretmekte ve birinci jenerasyona ve halojen ışık cihazlarına göre daha iyi rezin sertleşmesi sağlamaktadırlar (49).

Üçüncü jenerasyon ışık cihazları ise yüksek yoğunluklu ışık üretebilmekte ve oldukça kısa sürede rezin sertleşmesi ve yeterli bağlanma dayanımı sağlamaktadırlar. Bu cihazlar 1200 mW/cm^2 - 3200 mW/cm^2 aralığındaki yoğunluğa sahip ışık üretebilmektedirler ve günümüzde kullanımları yaygınlaşmıştır (55).

2.2. İndirekt yapıştırma tekniği

Bonding, braketleri dişler üzerine yapıştırırken bantlara gereksinimi ortadan kaldırmıştır. Bu gelişme direkt yapıştırma tekniğinin de temellerini oluşturmuştur. Direkt yapıştırma tekniği için pek çok adeziv geliştirilmiştir (56). Direkt yapıştırma tekniğinin geliştirilmesi ile braketleri daha kısa sürede yapıştırmak mümkün olmuştur. Ayrıca braketler ile birlikte, bantlara nazaran, hastalar açısından da hijyen daha kolay

sağlanabilmiştir. Hem de daha estetik bir alternatif olmuştur (57). Ancak, posterior dişleri doğrudan görmek mümkün olmadığından doğru konumda braket yerleştirmek zorlaşmıştır. Bu zorluk sebebiyle indirekt yapıştırma tekniği, 1972 yılında, Silverman & Cohen (6) tarafından tanıtılmıştır. Bu teknik direkt yapıştırma tekniğinin aksine iki aşamalıdır. Hastadan elde edilen alçı modeller üzerinde braketlerin tam doğru konuma yerleştirilmeleri için ince uçlu kurşun kalem ile işaretlemeler yapılır. Daha sonra alçı modeller laklanır. Lakın kurumasının ardından referans çizgilere göre, laboratuvarda braketler, modellerindeki dişler üzerine doğru konumda yerleştirilir. Daha sonra braketleri hasta ağızına aktarabilmek için transfer kaşıkları hazırlanır. Transfer kaşığı hazırlandıktan sonra lakın çözünmesi ve alçıdan braketlerin ayrılması için, alçı model suda bekletilir. Ardından braketler üzerine 50 µm luk alüminyum oksit ile 1-2 saniye kumlama yapılır. Rezin kaideler aseton veya saf alkol ile silinir. Kurutulduktan sonra transfer kaşıkları braketleme için hazırılır.

İndirekt braketleme için ise kaşık içerisindeki braket tabanlarına rezin sürülür ve hasta ağızına aktarılır. Transfer kaşığı hasta ağızında, dişler üzerine uygun basınç ile bastırılır ve polimerizasyon gerçekleştirilir. Böylece transfer kaşıkları ile braketler klinikte hastanın dişlerine aktarılmış olur. Polimerizasyon gerçekleştirildikten sonra braketlerin yapıştırıldığı yüzeyin ters tarafından başlanarak transfer kaşığı ağızdan uzaklaştırılır. Braketlerin etrafında kalan rezin artıkları temizlenir (58).

Bu teknikte farklı tip adezivler kullanılmaktadır. Kullanılan eski yöntemlerden bir tanesinde model üstüne braketlerin yapıştırılması için yumuşak karamel kullanılmakta, daha sonra hasta dişlerine yapıştırırken kimyasal olarak sertleşen rezinlerin kullanılmaktadır. Ancak bu teknikte çok fazla rezin artığı kalmakta ve indirekt bonding yönteminin avantajlarından biri olan, hasta başında geçen süreyi azaltma durumunu, rezin artığı temizlemekte kullanılan süre ile ortadan kaldırmaktadır. Bunun için kişiye özel braket tabanının olduğu 'custom base' tekniği geliştirilmiştir (5). Custom base için laboratuvar aşamasında braketler alçı model üzerindeki dişlere rezinler ile yapıştırılmakta ve rezin sertleşmeden önce artık rezinler temizlenmektedir. Hasta ağızına aktarılırken de dişler temizlendikten sonra izole edilip asit ile pürüzlendirilip, primer uygulamasından sonra, uygun bir rezin az miktarda kullanılarak braketler dişler üzerine aktarılmaktadır. Bu amaçla kimyasal ya da ışıkla sertleşen rezinler kullanılabilir (59, 60).

2.2.1. İndirekt yapıştırma tekniğinin avantaj ve dezavantajları

2.2.1.1. İndirekt yapıştırma tekniğinin avantajları

İndirekt yapıştırma tekniği avantajları klinik, teknik ve ergonomik olarak üç ana başlık altında incelenebilir (61).

2.2.1.1.1. Klinik avantajlar

Braketleme esnasında hasta direkt tekniğe göre, daha konforludur ve direkt yapıştırma tekniğine göre braketleme süresi daha kısadır (62).

Seramik braket tercih eden hastalarda alt anterior dişlere braketlerin daha doğru yerleştirilerek, seramik braketlerin üst dişlere temas etmesi braketleme öncesi öngörülerek mine aşınmalarının önüne geçilebilir (63).

Bazı hastalarda çok düzgün sıralanmış diş grupları mevcut olabilir. Bu hastalarda o gruptaki dişlerin hareket etmesi istenmediği durumlarda; düz tel yardımı ile indirekt braketlemenin laboratuvar aşamasında, mevcut konumları korunacak şekilde braket pozisyonları ayarlanabilir (64).

Aşırı düzeltim gereken durumlar daha iyi tahmin edilip braket pozisyonları ‘overcorrection’ yapılacak şekilde ayarlanabilir. Bu sayede stabilite artırılır.

Direkt braketleme esnasında, alt keserlerin braketleri yapıştırılırken çevre dokuların etkisiyle bazen braket üzerine yeteri kadar bastırılamayabilir. Bu durumlarda iç/dış (in/out) kontrolü bozulabilir. İndirekt braketlemede alçı üzerine braket daha kolay yerleştiğinden kompozit rezin kalınlığı genellikle daha ince olur.

2.2.1.1.2. Teknik avantajlar

Braketleme sonrasında oluşan erken okluzal temaslar dişlerde ve eklemlerde uygun olmayan kuvvetler oluşturarak, eklem problemlerine yol açabilir. Braketlerin doğru konumda yerleştirilmesi iyi bir kapanış elde etmek için oldukça önemlidir. İndirekt yapıştırma tekniği ile braketler doğru konumda yerleştirilerek daha iyi bir kapanış sağlanır ve eklem sağlığı korunmuş olur (65).

İndirekt braketleme ile braketler daha doğru konumda yerleştirildiği için akordeon hareketi ve kök rezorpsiyonu daha az olmaktadır. Erken okluzal temaslar ve horizontal düzlemde dişin fazla hareketi kök rezorpsiyonu ihtimalini arttırmaktadır. Daha doğru braket pozisyonları ile kök rezorpsiyon ihtimali en aza indirilebilir (61, 66, 67).

İndirekt yapıştırma tekniği ile braketler daha doğru konuma yapıştırılarak tedavi stabilitesi artmaktadır. Dişeti liflerinin tekrar organize olması için, diş doğru konumuna geldikten sonra belirli bir sürenin geçmesi gerekmektedir. Dişin tekrar eski konumuna dönmemesi buna bağlıdır. Tedavi sırasında diş ne kadar erken sürede doğru konumuna gelirse, dişeti liflerinin tekrar organize olması için o kadar fazla zaman sağlanmış olur ve stabilite artar (68, 69).

2.2.1.1.3. Ergonomik avantajlar

İndirekt yapıştırma tekniğinde, direkt yapıştırma tekniğine göre, braketleme seansında hasta başında geçen süre kısadır (62, 70).

Braketleme seansının kısa sürmesi hekimin sağlığına da katkı sağlamaktadır. Uzun süren direkt braketleme seansları ve bantlamalarda hekim uzun süre doğru olmayan pozisyonda durarak sağlığına zarar verebilir.

2.2.1.2. İndirekt yapıştırma tekniğinin dezavantajları

Hastaya ilk seansta braketleme yapılamaz. İlk seansta braketlerin model üzerinde yerleştirilmesi ve transfer kaşıklarının hazırlanması için hastadan ölçü alınır veya dijital tarama yapılır. Dolayısıyla fazladan bir seans gerekmektedir (71).

İndirekt braketleme ekstra laboratuvar aşaması gerektirmekte ve bu aşamada iyi bir teknisyen gerektirmektedir. Laboratuvarda yapılan işlemler uzun zaman almakta ve ekstra maliyet gerektirmektedir (72).

Hem klinikte, hem de laboratuvar aşamalarında hassas çalışılması gereklidir (5).

Laboratuvarda, alçı dişler üzerine braketler yerleştirilirken, braket tabanlarına uygulanan kompozit rezinde hava kabarcığının kalması, braket bağlanma dayanıklılığın azalmasına sebep olabilir.

Transfer kaşıkları ile braketler hasta dişlerine aktarılırken, braket kenarlarında rezin artıkları fazla olabilir. Zemin artıkları mutlaka titizlikle temizlenmelidir (64, 73, 74).

Braket tabanında eksik rezin kalması durumunda da bağlanma dayanımı azalabilir ya da bu alanlarda gıda birikerek dekalsifikasyon riskini arttırabilir (75).

Birçok çalışmada braket kopma oranı direkt yapıştırma tekniği ile aynı olsa da, uygun materyal kullanılmazsa veya teknik doğru uygulanmazsa braket kopma oranları artabilir (70, 76, 77).

Çok rotasyonlu ve klinik kron boyu kısa olan dişlerde indirekt yapıştırma tekniğini kullanmak zordur.

Transfer kaşığının dişlere tam oturmadan braketleme yapılması durumunda braketler yanlış konumlara yapışabilmektedir. Bu durum braketlerin sökülmesine ve braketlemenin tekrar yapılmasına neden olabilmektedir. Bu durum hem maliyetin artmasına hem de ekstra süre harcanmasına yol açmaktadır (74).

2.2.2. İndirekt yapıştırma tekniğinin aşamaları

Farklı indirekt yapıştırma teknikleri vardır. Bunların çoğu, Thomas'ın geliştirdiği yöntemin modifikasyonlarıdır (64).

Yöntemler arasındaki farklar; laboratuvarda braketlerin alçı modele yapıştırılmasında kullanılan materyalden, transfer kaşık tipi ve kaşık yapımında kullanılan materyalden, klinikte kullanılan yapıştırma materyalinden ve braketlerin parça parça veya tüm çeneye yapıştırılmasından oluşur.

İndirekt yapıştırma tekniğinin laboratuvar aşamaları;

1. Hastadan ilk seansta ölçü alınır. Alınan ölçü içerisine alçı dökülerek alçı model elde edilir ve alçının kuruması için bir gün bekletilir.
2. Kurumuş alçı model üzerinde referans çizgileri işaretlenir. Referans çizgileri rehber alınarak braketler yerleştirilir.
3. Model 1-1 oranında seyreltilmiş lak ile laklanır. Model lak kuruyana kadar bekletilir.
4. Braketler rezin yardımı ile daha önce belirlenmiş konumlara yerleştirilir. Taşan rezin artıklarının temizlenir.
5. Kimyasal sertleşen rezin kullanıldıysa 10 dakika beklenir. Işıkla sertleşen rezin kullanıldıysa ışınlanır. Isıyla sertleşen rezin kullanıldıysa ısı yoluyla rezinin sertleşmesi sağlanır.
6. Tercih edilen transfer kaşığı hazırlanır.
7. Lakın çözünüp braketlerin alçı model üzerinden kolayca ayrılabilmesi için model ılık su dolu bir bolde yaklaşık 20 dakika bekletilir.
8. Kaşık kenarlarından gerekli olan bölgeler kesilir.
9. Braket tabanındaki rezin 1-2 saniyelik 50 µm'lik aluminyum oksit ile hafifçe kumlanır. Hava su spreyi ile kurutulur.
10. Braketlerin üzerindeki rezin saf alkol veya aseton ile temizlenir.

Üç boyutlu tarayıcılar yardımı ile sanal model elde edilmesi durumunda, braketleme sanal ortamda yapılabilmektedir. Bu aşamadan sonra ya braketli model üç boyutlu yazıcı

ile yazdırılıp üzerine tercih edilen transfer kaşığı yapılabilmekte ya da üç boyutlu yazıcı ile direkt transfer kaşığı elde edilip braketler transfer kaşığı içerisine yerleştirilmektedir.

İndirekt yapıştırma tekniğinin klinik aşamaları;

1. Hastanın dişleri polisaj yapılarak temizlenir.
2. Yüzde 37'lik fosforik asit ile diş yüzeyleri pürüzlendirilir, ardından hava su spreyi ile yıkanıp kurutulur.
3. Mine yüzeylerine kullanılacak yapıştırıcıya uygun primer uygulanır.
4. Transfer kaşığı içindeki braket tabanlarına rezin uygulanır. Kaşık dişlerin üzerine yerleştirilip, bastırılarak braket tabanlarının diş yüzeylerine teması sağlanır.
5. Kimyasal sertleşen yapıştırıcı rezin kullanılıyorsa, sertleşmenin gerçekleşmesi için gereken süre miktarınca kaşık oynatmadan beklenir. Işıkla sertleşen yapıştırıcı rezin kullanıldıysa şeffaf transfer kaşığı üzerinden ışın uygulanır.
6. Transfer kaşığı lingualden bukkale doğru çıkarılır. Ya da daha kolay çıkması için bisturi yardımı ile, transfer kaşığı dişlerin okluzali boyunca kesilerek ikiye ayrılıp çıkartılabilir.
7. Braket kenarlarında rezin artıkları kaldıysa tungsten karbid frez yardımı ile temizlenmeli, kontak yüzeyleri arası diş ipi ile kontrol edilmelidir.

2.3. İndirekt Yapıştırma Tekniğinde Kullanılan Materyaller

2.3.1. İndirekt yapıştırma tekniğinde braketlerin alçı model üzerine yapıştırılmasında kullanılan materyaller

İndirekt yapıştırma tekniğinin ilk zamanlarında, braketleri model üzerine yapıştırmak için karamel ve tutkal kullanılmıştır (71, 78). Bu materyallerin başka bir işleme gerek olmaksızın, model suda bekletildiğinde çözünerek uzaklaşmaları ve transfer kaşığının braketler ile beraber modelden kolayca ayrılması avantajlarıdır. Ancak, suda tam erimeyip karamel veya tutkal artığı kalırsa braketler dişlere iyi yapışmayabilmektedir. Bir diğer dezavantajı adeziv rezin artığı miktarının fazla olmasıdır. Bu rezin artıklarını temizlemek için klinikte harcanan süre artmaktadır (64, 79).

Tüm bu dezavantajlar yüzünden Thomas, karamel yerine kimyasal yolla sertleşen kompozit rezin kullanmıştır. Günümüzde ışıkla ya da ısıyla sertleşen rezinler de tercih edilebilmektedir (80, 81). Isı yoluyla sertleşen rezin materyallerin kullanılması, braketleri model üzerine yerleştirmede sınırsız süre tanımaktadır (82). Ancak rezinin sertleşmesi için ısı uygulandığı anda, braketlerin model üzerinde kayarak yer değiştirme ihtimali mevcuttur (64, 83). Işık yoluyla sertleşen rezin kullanıldığında braketler model üzerine rahatlıkla yerleştirilip, yerleştirildikleri konumda problem olmadan ışık yoluyla sertleştirilebilmektedir. Tabanında hazır adeziv rezin bulunan ‘APC’ (adhesive-precoated) braketler de kullanılabilir. Bu braketler hem laboratuvar süresini kısaltmakta hem de kontaminasyonu engellemektedirler (59, 62, 84).

2.3.2. İndirekt yapıştırma tekniğinde kullanılan transfer kaşıkları

İndirekt yapıştırma tekniğinde kullanılan transfer kaşıkları tek diş içeren şekilde ya da tüm çenedeki dişleri kapsayan şekilde hazırlanabilirler. Tek diş içeren kaşıklar braketleri daha doğru konuma yapıştırma açısından daha avantajlıdır (85). Diş üzerine çok güzel şekilde otururlar. Braket diş üzerine yaptıktan sonra transfer kaşığını diştan uzaklaştırmak da tüm çeneyi kapsayan transfer kaşıklarını dişler üzerinden uzaklaştırmaktan daha kolaydır. Aynı zamanda bu kaşıklar tekrar kullanılabilirler. Lingual ortodonti tedavi tekniğinde tek diş kaşıkları sıklıkla kullanılmaktadır.

2.3.2.1. Tek diş kaşıkları

Tek diş kaşıklarının yapımında çoğunlukla Hiro sistemi, Hibrid Core Sistemi, ve Kim'in geliştirdiği Convertible resin core sistemi kullanılmaktadır (85-87).

Hiro sistemi kolay ve ucuzdur. Bu sistem Hiro tarafından tanıtılmış(88) sonrasında da Takemoto ve Scuzzo tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemde modelde her bir diş ayrı parça olacak şekilde bölümlere ayrılır ve dişler doğru konumuna getirilerek yeni bir model oluşturulur. Braketler 0,018x0,025 inch rijit köşeli ark teli geçecek şekilde dişler üzerine yerleştirilir. Her bir diş için ayrı ayrı transfer kaşığı oluşturulur. Bu modelden direkt ağız içindeki dişlere aktarılır. Klinikte geçen süre, her bir dişe tek transfer kaşığı ile braket aktarılmasından dolayı uzundur (87, 88).

Hibrit Kor sistemi ise Matsuno tarafından, lingual ortodonti için tasarlanmış bir sistemdir. Bu sistemde iç kısım silikon, dıştaki kısım ise rezinden üretilmektedir. Bu sayede transfer kaşığı hem ağız içinde stabil durmakta hem de braket dişe yapıştıktan sonra transfer kaşığından rahatlıkla ayrılabilir. Aynı zamanda braket dişe yapıştıktan sonra transfer kaşığı çok zarar görmediği için, kopan braketlerin yapıştırılmasında transfer kaşığı tekrar kullanılabilir (85).

Kim tarafından geliştirilen ‘Convertible resin core’ sisteminde transfer kaşığı, sert bir rezin olan duralaydan hazırlanmaktadır. Bu teknikte de braketler set-up modeli üstünde yerleştirilir. Braket ve transfer kaşığını bir arada tutan elastomerik ligatür kullanılır. Bu şekilde rezin korun içinde braketin doğru pozisyonda kalması sağlanır ve braketin tekrar yapıştırılması gerektiğinde kaşık tekrar kullanılabilir. Bu sistemde de her diş için ayrı transfer kaşığı hazırlanır dolayısıyla hasta başında geçirilen süre bu sistemde de uzundur (87).

Başka bir hibrit kaşık sistemi de Kim ve Encharri’nin (90) geliştirdiği kombine kaşık sistemidir. Bu sistemde de laboratuvarında her bir diş için ayrı transfer kaşıkları akrilden yapılır. Hasta başında daha hızlı braketlerin dişlere aktarılması için de tüm dişleri kapsayan Optosil ya da Xantoprenden hazırlanan bir transfer kaşığı yapılır. Böylece hasta başında geçirilen süre azaltılmış olur ancak laboratuvarında geçen süre fazladır (90).

2.3.2.2. Tüm ark kaşıkları

Tüm ark kaşıkları ise bir çenede bulunan tüm dişleri bulunduran kaşıklardır. Bu transfer kaşıkları, opak ölçü maddesi (Xantopren, Optosil) veya şeffaf (Memosil) ölçü maddesi gibi silikon esaslı materyallerden ya da termoplastik (Copyplast, Bioplast) ısıyla şekillenen materyallerden yapılabilir (73).

Opak ölçü maddesinden yapılan transfer kaşıklarında kimyasal sertleşen kompozit rezin kullanımı gereklidir. Işıkla sertleşen kompozitler, transfer kaşığının opak olmasından dolayı kullanılamamaktadır.

Tüm ark kaşıkları tek diş içeren kaşıklara göre klinik süresini oldukça kısaltmaktadır ancak opak ölçü maddeleri braketlerin kanatlarının altına yerleştiğinde, braketlere çok sıkı

bağlandıklarından bonding sonrası braketlerden uzaklaştırmak zor olmakta bu nedenle 2-3 parçaya ayırarak kullanılabilir. Ya da hasta ağızda bonding sonrası okluzalden kesilerek dişlerin bukkallerini ve linguallerini içine alan iki parçaya bölünerek ağızdan uzaklaştırması kolaylaşabilmektedir(89).

Şeffaf silikon ölçü maddesi olarak genellikle Memosil 2 ve Emiluma şeffaf ölçü maddeleri transfer kaşığı yapmak için kullanılmaktadır. Bu ölçü malzemeleri opak ölçü malzemelerine göre daha esnek olduklarından bonding sonrasında, dişlerden uzaklaştırmak daha kolaydır. Bu materyaller kendi tabancaları ile braketlenmiş model üstünde önce braketlerin üstüne sonra dişlerin okluzaline en son dişlerin lingualine sıkılarak transfer kaşığı hazırlanır. Materyal yaklaşık beş dakikada sertleşir. Sonrasında model ılık suda yaklaşık 20 dakika bekleyince model üstünden kolayca uzaklaştırılır (90).

Termoplastik ısıyla şekillenen materyaller de tek kat kullanılabildiği gibi genel olarak çift kat şeklinde kullanılır. Braketlemenin yapıldığı alçı model üstüne block-out yapılır ve hookların olduğu kısım silikon ile kapatılır. Daha sonra ilk kaşık olan Bioplast Biostar makinesi ile basılır. İlk kaşığın kenarları düzenlendikten sonra bu materyalin üstüne PAM isimli sprej şeklindeki yağın uygulanması önerilir. Daha sonra üst tabaka olan Biocryl basılır ve kenarları düzeltilir. İç tabaka yumuşak olduğu için kaşığın braketlerden ayrılmasını kolaylaştırırken dış tabaka da sertliği ile stabilizeyi sağlar. İçteki kaşık 1.5mm Bioplast ile dıştaki kaşık ise 0.75 mm Biocryl ile yapılır. En stabil olan ve braketlerin en doğru transferini sağlayan kaşık kombinasyonu bu şekildedir. Transfer kaşığı hazır olduktan sonra model 20 dk ılık suda bekletilir ve alçı modelden kolayca ayrılır. Sonrasında braket tabanları kumlanır ve hasta ağızına uygulamaya hazır hale gelir (73).

Tüm bu kaşıkların yanı sıra son yıllarda bilgisayarlı sistemlerle üretilen transfer kaşıkları da kullanılmaktadır. 2006'da hızlı prototiplenmiş aktarma kaşıkları (RPT) tanıtılmıştır (91). Bu kaşıkların hazırlanmasında CAD-CAM (computer-aided design and computer-aided manufacturing)'den faydalanılmaktadır. Ağız içi direkt ya da ağız içinden elde edilen alçı modeller tarayıcı ile taranır. Bilgisayar sistemi üzerine aktarılan modellerde, bilgisayar kütüphanesinde mevcut braketlerden seçilen braketler dişler üzerine sanal ortamda yerleştirilir. Bilgisayar sistemi sanal set-up yapar ve braketler buna göre yerleştirilir. Hekimin tedavi sonu dişleri ve braket pozisyonlarını görme şansı vardır ve

braket pozisyonlarına müdahale edebilir. Kaşık materyali de hekim tercihinine göre ayarlanabilir. Transfer kaşıkları isteğe göre tek diş ya da tüm dişleri kapsayacak şekilde üretilir. Bu transfer kaşıklarında hata payı düşse de maliyeti yükseltmektedir (92, 93).

Vinyl polysiloxaneden üretilen transfer kaşığının, CBCT ile braket transferi açısından başarısının araştırıldığı bir çalışmada, transfer doğruluğu, tork için en düşük, meziodistal ve bukkolingual braket konumu için transfer doğruluğu yüksek bulunmuştur (94).

Double vakum form ve silikon transfer kaşıklarının karşılaştırıldığı bir başka çalışmada ise her iki transfer kaşığının da kabul edilebilir sonuçları olsa da silikon transfer kaşıkları daha az konum tutarsızlığı göstermiştir. Bu çalışmada çakıştırma 3D taranmış modeller üzerinden yapılmıştır (12).

Çift polivinil siloksan (çift-PVS), çift vakum formu (çift-VF), polivinil siloksan vakum formu (PVS-VF), polivinil siloksan putty (PVS-putty) ve tek vakum form (tek VF) olmak üzere beş farklı transfer kaşığının incelendiği bir başka çalışmada, çift-PVS, PVS-putty ve PVS-VF için transfer doğruluğu farklılıkları bulunmazken, çift-VF ve tek-VF, okluzogingival yönde anlamlı derecede daha az doğru bulunmuştur. Bu çalışmada çakıştırmalar fotoğraflar üzerinde yapılmıştır (7).

2016 yılında yayımlanmış, iki dijital indirekt bonding kaşığının (çift vakum form-3D yazılmış transfer kaşığı) karşılaştırıldığı bir başka çalışmada da her iki kaşığın konum doğruluğu açısından yeterli sonucu verse de, genel olarak 3D yazılmış transfer kaşıklarının daha başarılı olduğu gösterilmiştir (95).

2020 yılında yapılan bir çalışmada, Ortho Anlyzer (3Shape) programı kullanılarak, tomografi ile çakıştırılmış dijital modeller üzerinde dijital braketleme yapılmış ve 3D transfer kaşıkları üretilmiştir. Klinik tecrübesi 15 yıl üzerinde ve 15 yılın altında; indirekt braketleme tecrübesi olan ve olmayan, toplam otuz üç ortodontist iki farklı tip braket çeşidi için (MiniSprint Roth ve BioQuick self-ligating), aynı malokluzyona sahip modeller üzerine, indirekt braketleme yapmıştır. Bu modeller ağız içi tarayıcı kullanılarak (Trios, 3Shape) kullanılarak taranmıştır. Taranmış dijital modeller ve başlangıçtaki sanal modeller çakıştırılmıştır. BioQuick grubundaki meziodistal farklılıklar dışında, braket konumları

arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Ortodontist deneyiminin ve tecrübesinin braket pozisyonları üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır. Çalışma sonucunda ortodontistin deneyimi veya daha önce indirekt braketleme tecrübesi olup olmaması indirekt braketleme başarısını etkilememiş ve 3D transfer kaşıkları braket konum doğruluğu açısından başarılı bulunmuştur (96).

2020 yılında Xue ve arkadaşlarının (11) yaptığı bir çalışmada 10 hastadan ağız içi tarayıcı (3Shape TRIOS) ile ağız içi modeller elde edilmiş ardından sanal modeller üzerinde braketleme yapılmıştır. Bu braketler hasta ağızına klavuzlu yapıştırma aparatları ile aktarılmıştır. Bu aparatlar bilgisayarda tasarlanıp 3boyutlu yazıcıda yazdırılmıştır. Üç parçadan oluşan bu aparatlar; braketlerin oklüzal ve distal kenarına uyan L şeklinde bir kılavuz, oklüzal yüzeyi tamamen veya kısmen kaplayan bir atel ve bağlantı çubuklarından oluşmaktadır. Bilgisayar destekli tasarıma, bilgisayar destekli üretilen kılavuzlu yapıştırma aparatına ve hassas kontrole dayanan bu protokol, planlanan braket konumunu, genellikle yüksek konumsal doğrulukla, dijital bir modelden, hastanın dişine aktarmıştır.

Çapraşıklığın ve transfer kaşığının sertliğinin braket konum doğruluğuna etkisini araştıran bir çalışmada, Little'ın düzensizlik indeksine göre 3 mm'den daha az çapraşıklığa sahip ve 7 mm'den daha fazla çapraşıklığa sahip 10'ar tane alt çene modelinden oluşan iki grup oluşturulmuştur. Sert transfer kaşıkları polyjet ile yazdırılmış, yumuşak transfer kaşıklar ise DLP (Digital Light Processing) ile üretilmişlerdir. Braketler ve tüpler, 3D modellere aktarılmış ve lineer ve açısal sapmaların değerlendirilmesi için intraoral tarama (IOS) ve mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-CT) kullanılarak tamamen dijitalleştirilmiştir. Bu çalışmada daha şiddetli çapraşıklığa sahip olan hastalarda, yumuşak transfer kaşıklarının kullanılması, transfer konum doğruluğu açısından daha avantajlı bulunmuştur. Braket konum doğruluğu açısından doğrusal ve açısal sapmaların çoğunun kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu ve yapıştırma hatalarının en çok anterior dişlerde gözlemlendiği belirtilmiştir. Yazarlar, IOS yerine mikro-CT ile braket konum doğruluğu tespitinin daha doğru yapılabileceğini de belirtmişlerdir (14).

İndirekt yapıştırma tekniğinde de geçmişten günümüze oldukça gelişme olmuş ve gelişen teknoloji ile de bilgisayar daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Teknoloji geliştikçe daha yenileri de geliştirilecek ve daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulacaktır.

2.3.3. İndirekt yapıştırma tekniğinde kullanılan rezinler

İndirekt yapıştırma tekniğinde yakın zamana kadar, klinikte direkt yapıştırma tekniğinde kullanılan, kimyasal yolla veya ışık yoluyla sertleşen rezinler kullanılmıştır. Ancak bu rezinler indirekt yapıştırma tekniğinin ihtiyaçlarını tam anlamıyla karşılayamamaktadır (78, 80, 97).

Bu eksik fark edildiği için Anoop Sondhi 3M Unitek firması yardımıyla, indirekt yapıştırma tekniğine özel, kimyasal yolla sertleşen rezin geliştirmiştir. Bu rezinin içerisine silika parçaları eklenerek, rezinin yoğunluğu yaklaşık yüzde beş arttırılmıştır. Bu sayede rezin braket tabanlarında oluşmuş hava kabarcıklarını doldurabilmektedir. Aynı zamanda braket tabakadan akmayacak yoğunluktadır (64, 73).

Günümüzde indirekt yapıştırma tekniği için geliştirilmiş yaygın kullanılan bazı yöntemler vardır (17). Bunlardan birincisi; laboratuvar aşamasında, dişlerin alçı model üzerine yapıştırılmasında ısı ile sertleşen kompozit (Therma Cure, Reliance Orthodontics) kullanılması; braketlerin hasta ağızına aktarılması sırasında hazırlanan transfer kaşıklarında bulunan braket tabanlarına da kimyasal yolla sertleşen kompozit (Custom IQ, Reliance Orthodontics) ile birlikte de yapışmayı arttırmak için Enhance kullanılmasıdır.

Bir diğeri ise laboratuvar aşamasında, braketlerin alçı modellere yapıştırılması sırasında ışık yoluyla sertleşen kompozit rezinlerin (Transbond XT, 3M/Unitek) kullanılması ve braketlerin hasta dişlerine yapıştırılırken kimyasal yolla sertleşen rezinlerin (Sondhi Rapid Set, 3M/Unitek) kullanılmasıdır.

Aynı zamanda 3M Unitek firmasının akışkan kompozitleri (Filtek Flow ya da Transbond Supreme LV Low Viscosity Light Cure) de indirekt yapıştırma yönteminde klinik rezin olarak kullanılabilir (59). Akışkan kompozit rezinlerin hasta ağızında kullandığı durumlarda, laboratuvar aşamasında ışık ile sertleşen Transbond XT rezinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Akışkan kompozitlerin avantajları ise fazla kompozit artığı bırakmamaları ve pratik olmalarıdır (59).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve etik kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: D-KA20/06) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiş olup Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde yapılmıştır.

3.1. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Yapılan power analizi sonucunda %80 güvenilirlikte, üç grubun her birinde 22 hasta modeli olmak üzere toplam 66 model ile çalışılması planlanmıştır.

3.2. Çalışma Modellerinin Hazırlanması

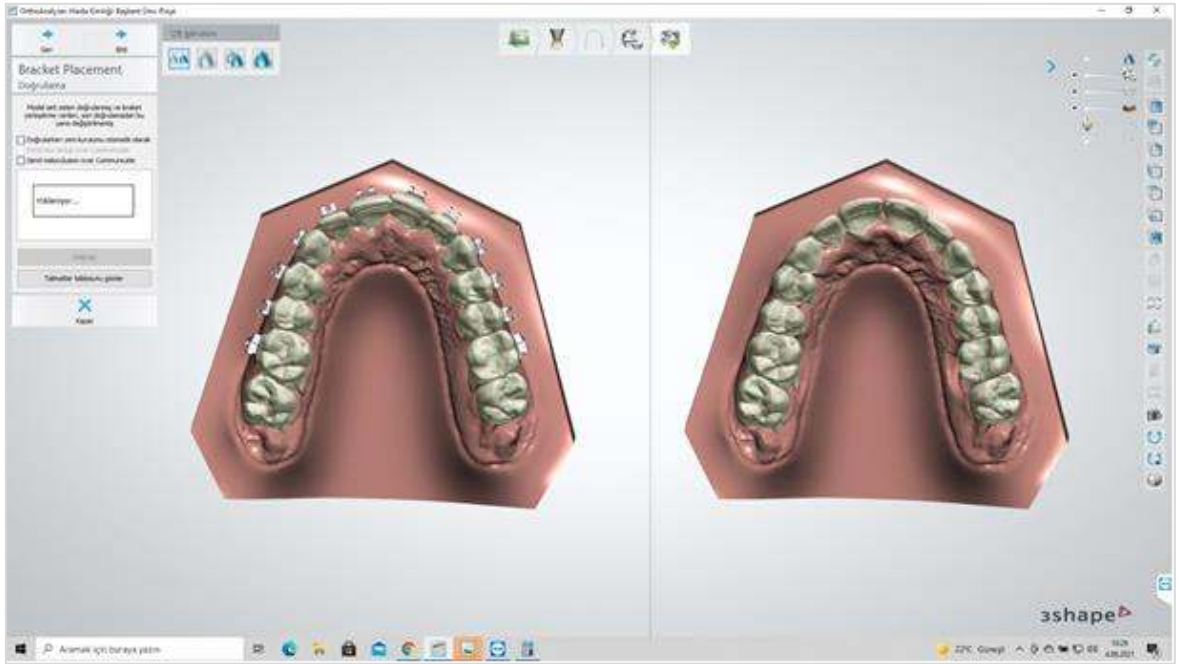
Daha önce Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedavi görmüş hastaların, tedavi bitimine ait üst çene modellerinden az çapraşıklığa sahip, üst birinci molarlara kadar eksik dişi olmayan, sabit retaineri bulunmayan, 22 hastanın alçı modeli seçilmiştir. Seçilen her modelden altı alçı model elde edilecek şekilde, modeller duplike edilmiştir. Alçı modellerden a tipi silikon ölçü maddesi ile iki farklı ölçü alınmış ve ölçülerin her birine üçer defa alçı dökülerek altışar alçı model elde edilmiştir. Bu altı modelden ikisi yedek olmak üzere en eksiksiz ve düzgün çıkan 4 alçı model kullanılmıştır. Üç farklı grup için 22 çalışma modeli ve 22 hasta modeli elde edilmiştir. Altı modelden 1 tanesi yani toplam 22 farklı alçı model Orthodigi firmasına gönderilmiştir. Gönderilen bu modeller ağız içi tarayıcı (3shape TRIOS MOVE+, Copenhagen, Denmark) ile taranarak dijital modeller de elde edilmiştir. Dijital modeller dijital braketleme için çalışma modelleri olarak kullanılmıştır. Dijital ortamda braketleme yapıldıktan sonra braketli modeller firma tarafından SDL formatında araştırmacıya gönderilmiştir.

Belirlenen gruplarda; grup 1 double vakum form transfer kaşıklarını, grup 2 üç boyutlu yazıcı ile yapılmış transfer kaşıklarını grup 3 ise memosil transfer kaşıklarını

içermektedir. Firma tarafından gönderilen braketli SDL modeller her üç grup için de öncesi modelleri oluşturmaktadır.

3.3. İndirekt Bonding İçin Braketleme Yapılması

Elde edilmiş dijital modeller üzerinde 16-26 nolu dişler arasında, 3shape ortho analyzer (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) programı kullanılarak dijital ortamda braketleme yapılmıştır (Şekil 3.1- Şekil 3.2). Programın braket kütüphanesinde mini master 0,018 inch slot braketler (American Orthodontics, Washington, DC, ABD) ve 0,018 inch slot tüpler (American Orthodontics, Washington, DC, ABD) seçilmiştir. Firma tarafından braketleme yapılmasının ardından, hekim ile braket konumları kontrol edilmiştir. Braketlerin özellikle dişeti seviyesine çok yakın olmamasına dikkat edilmiştir. Braketlerin hasta ağızına değil, alçı modele aktarılacağı için dişetine yakın yerleştirilen braketlerde problem olmaması açısından böyle bir yöntem öngörülmüştür.



Şekil 3.1. 3shape ortho analyzer programı



Şekil 3.3. Erkodent Erkopresscimotion otomatik termoform cihazı

Grup 1’de bulunan double vakum form transfer kaşıkları reçineden ayrılmıştır. 22 adet hazırlanmış double vakum form transfer kaşıklarına MBT braketler ve tüpler (0,018 inch slot, American Orthodontics Mini Master series, Washington, DC, ABD) yerleştirilmiştir. Orthodigi firması tarafından yapılmış olan bu işlemlerden sonra braketleri ve tüpleri yerleştirilmiş olan double vakum form transfer kaşıkları ve reçine modeller gönderilmiştir.



Şekil 3.4. 3 boyutlu yazıcı ile hazırlanmış transfer kaşıkları



Şekil 3.5. Grup 1 ve grup 2'ye ait transfer kaşıkları

Grup 3 için gönderilen reçine modeller üzerine şeffaf silikon ölçü materyali (Memosil 2, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) (Şekil 3.6) kendi tabancası kullanılarak, transfer kaşığı hazırlanmıştır. Şeffaf silikon ölçü materyali öncelikle reçinede bulunan dişlerin bukkal yüzeylerine uygulanarak, tüm bukkal yüzeylerin bitmesinin ardından okluzal ve lingual yüzeyleri de kaplayacak şekilde sıkılmıştır (Şekil 3.7). Şeffaf silikonun toplam kalınlığı yaklaşık 3-4 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Tam sertleşmeden sıvı

sabun yardımı ile dış yüzeyi düzenlenmiştir. Sertleştikten sonra reçine modellerden ayrılarak şeffaf silikon transfer kaşıkları elde edilmiştir. Elde edilen transfer kaşıkları içerisine, 0,018 inch slot MBT braketler ve tüpler (0,018 inch slot, American Orthodontics Mini Master series, Washington, DC, ABD) yerleştirilmiştir.



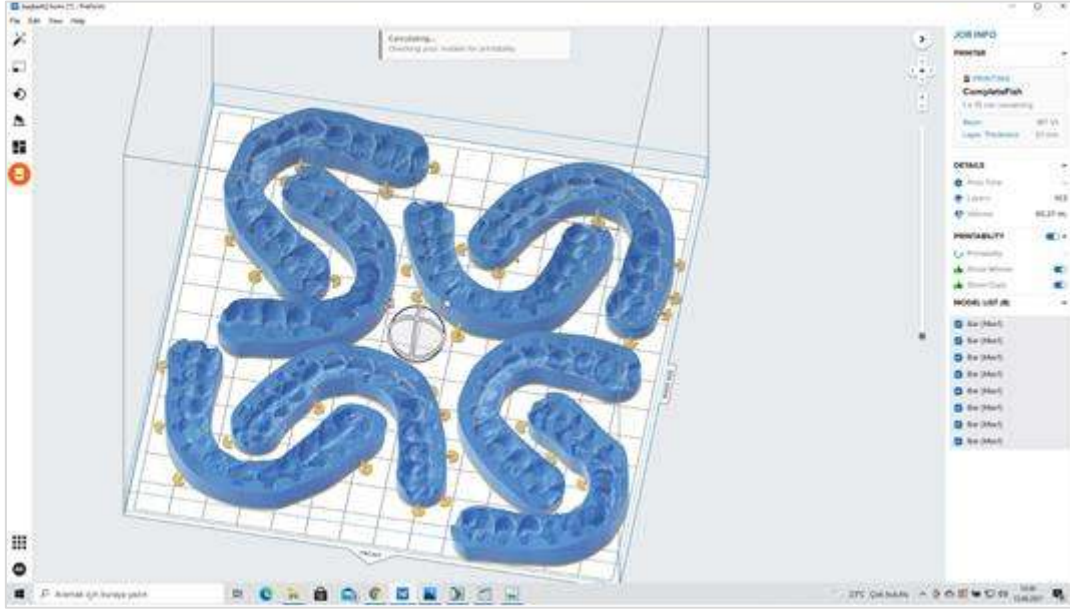
Şekil 3.6. Şeffaf silikon ölçü materyali



Şekil 3.7. Grup 3'e ait transfer kaşıkları

Grup 2 (IDB) için ise rezin materyalinden (Formlabs IBT , Massachusetts, ABD) , üç boyutlu yazıcı (Formlabs Form 3, Massachusetts, ABD) kullanılarak dijital olarak tasarlanan transfer kaşıkları üç boyutlu olarak yazdırılmıştır (Şekil 3.4-Şekil 3.5- Şekil

3.8). Elde edilen transfer kaşıkları içerisine MBT braketler ve tüpler (0,018 inch slot, American Orthodontics Mini Master series, Washington, DC, ABD) yerleştirilmiştir.



Şekil 3.8. 3 boyutlu tasarlanmış transfer kaşıklarının görüntüsü

Firma tarafından reçine modeller, grup 1 ve grup 2'ye ait transfer kaşıkları içerisinde braketler ve tüpler yerleştirilmiş olarak gönderilmiştir (Şekil 3.5). Ancak, paketler açıldığında bazı braket ve tüplerin transfer kaşığından ayrıldığı gözlenmiştir. Özellikle grup 2'ye ait transfer kaşıklarında daha çok braket ve tüp transfer kaşığından ayrılmış şekilde gelmiştir. Braketleme yapılmadan önce transfer kaşığından ayrılan braket ve tüpler transfer kaşıklarına dikkatlice tekrar yerleştirilmiş, ayrılmayan braket ve tüpler de kontrol edilmiştir.

3.5. İndirekt Braketleme Yapılması

Braketleme yapılacak alçı modele primer (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) aynı markanın primer fırçası ile sürülmüştür. Çift vakum form, şeffaf silikon ve IDB transfer kaşıklarının içindeki braketlerin ve tüplerin iç yüzeylerine ışıqla sertleşen kompozit (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) (Şekil 3.9) yeteri miktarda uygulanmıştır. Ardından hasta modeli olarak adlandırılan çalışma modelinin aynısı bir diğer alçı model üzerine yerleştirilmiştir. El ile basınç uygulanarak braket tabanlarının alçı dişler üzerine temas etmesi sağlanmıştır. Her bir diş LED ışık kaynağı (Elipar S 10, 3M

ESPE, Monrovia, CA, ABD) (Şekil 3.10) kullanılarak 45 saniye ışınlanmıştır. Braket kaybını en aza indirmek için transfer kaşığı, dişlerin okluzallerinden kesilerek iki parçaya ayrılmış sonrasında transfer kaşığı alçı modelden uzaklaştırılmıştır. Transfer kaşığı uzaklaştırıldıktan sonra braketler 15'er saniye tekrar ışınlanmıştır.



Şekil 3.9. Transbond XT kompozit



Şekil 3.10. 3M ESPE Elipar ışık cihazı

3.6. İndirekt Braketleme Sonrası Modellerin Taranması

İndirekt braketlemenin tamamlanmasının ardından hasta modelleri 3shape D900L (3Shape A/S Copenhagen, Denmark) (Şekil 3.12) tarayıcı ile taranmıştır. Böylece her gruptan 22 hasta modeli olmak üzere toplam 66 hasta modelinin SDL görüntüleri elde edilmiştir. Elde edilen modellere numara ve bulunduğu grup isimleri yan yana yazılarak adlandırılmıştır.



Şekil 3.11. 3shape D900L tarayıcı

3.7. Çalışma Modelleri ve Hasta Modellerinin Çakıştırılması

Braketleme sanal ortamda gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar programında braketleme yapılmasının ardından braketli çalışma modellerinin SDL görüntüleri dışarı aktarılmıştır. Bu görüntülere 1'den 22'ye kadar isim verilmiştir. 1'den 22'ye kadar dosya serisi oluşturulmuş ve her dosya içerisine aynı numaralı öncesi model, IDB, DVF ve memosil modelleri eklenmiştir. Her bir dosya içerisindeki öncesi model ile sonrası modeller GOM Inspect software programı kullanılarak çakıştırılmıştır. Örneğin 1 numaralı öncesi model ile; 1 numaralı memosil, 1DVF, 1IDB modeller ayrı ayrı çakıştırılmıştır.

Çakıştırma yapılmadan önce öncesi modeller üzerindeki braketler üzerinde 12şer adet referans nokta belirlenmiştir. Tüpler için ise 6şar nokta belirlenmiştir.

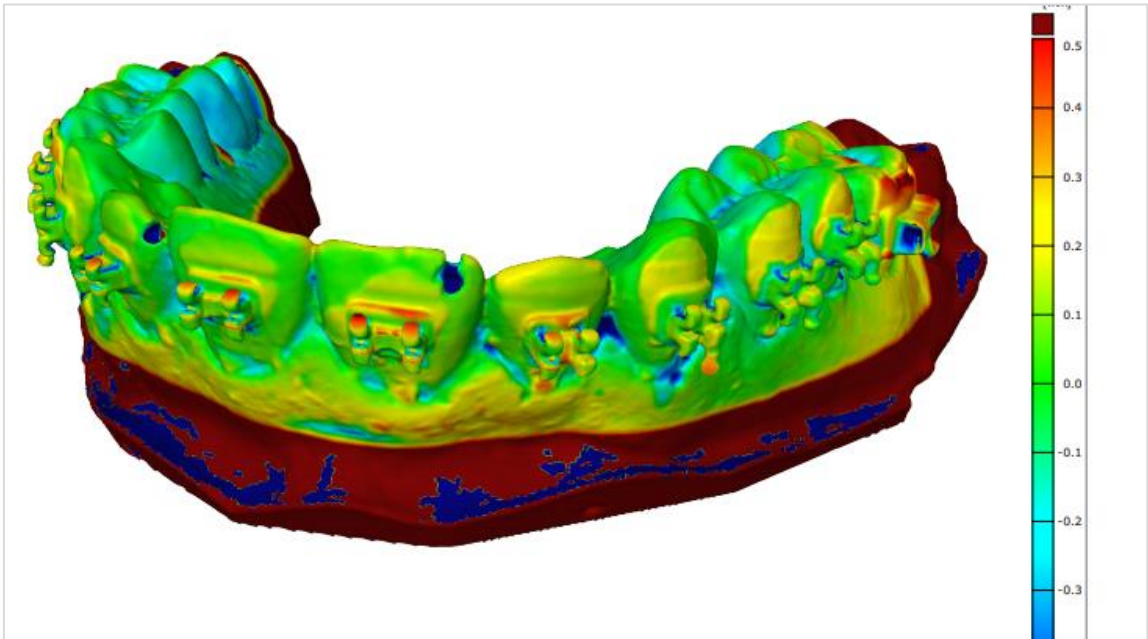
Belirlenen 12 nokta;

- Mezio-okluzal braket kanadının okluzal yüzeyi
- Mezio-okluzal braket kanadının servikal yüzeyi
- Disto-okluzal braket kanadının okluzal yüzeyi
- Disto-okluzal braket kanadının servikal yüzeyi

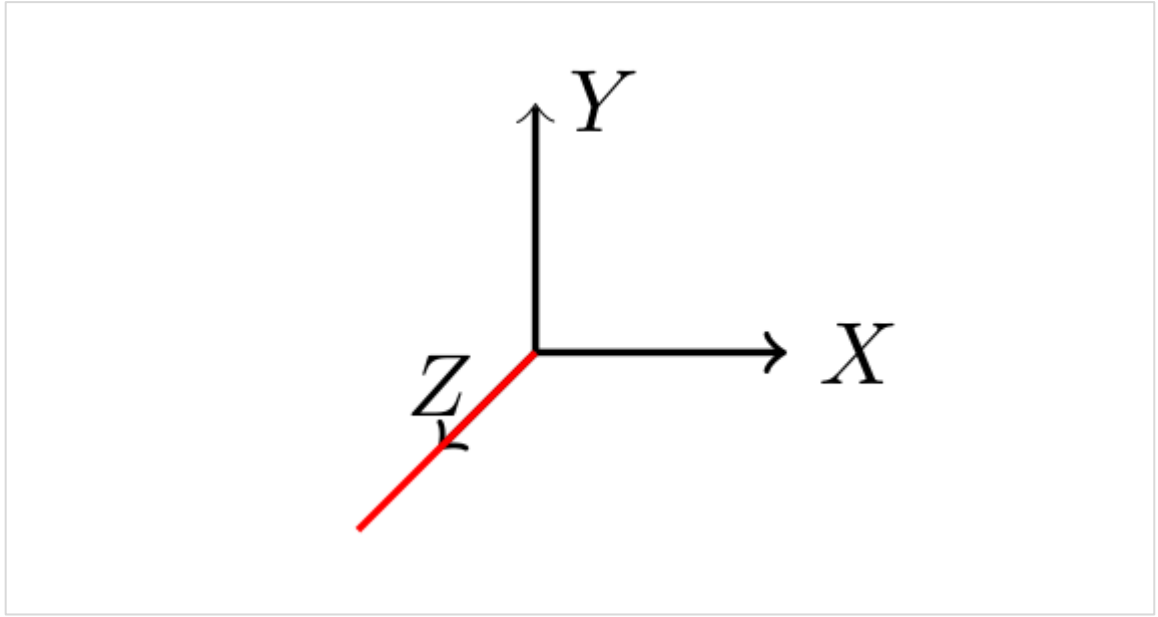
- Mezio-okluzal braket kanadının mezial kenarı
- Disto-okluzal braket kanadının distal kenarı
- Mezio-servikal braket kanadının mezial kenarı
- Disto-servikal braket kanadının distal kenarı
- Mezio-okluzal braket kanadının bukkal yüzeyi
- Disto-okluzal braket kanadının bukkal yüzeyi
- Mezio-servikal braket kanadının bukkal yüzeyi
- Disto-servikal braket kanadının bukkal yüzeyi olarak belirlenmiştir.

Her on iki nokta için x, y, z düzlemlerindeki konumsal sapma hesaplanmıştır. X eksenindeki sapmalar sola gidildikçe +, sağa gidildikçe ise – değer almıştır. Y ekseninde sapmalar aşağı gidildikçe +, yukarı gidildikçe ise – değer almıştır (Şekil 3.13). Z ekseninde sapmalar ise dışarı çıktıkça +, içeri girdikçe – değer almıştır. 12 noktanın x, y ve z eksenindeki sapmalarının ortalaması alınarak, braketin üç yönlü sapması milimetre cinsinden hesaplanmıştır (Şekil 3.14). Tüpler için ise 6 noktanın ortalaması alınarak sapmalar hesaplanmıştır.

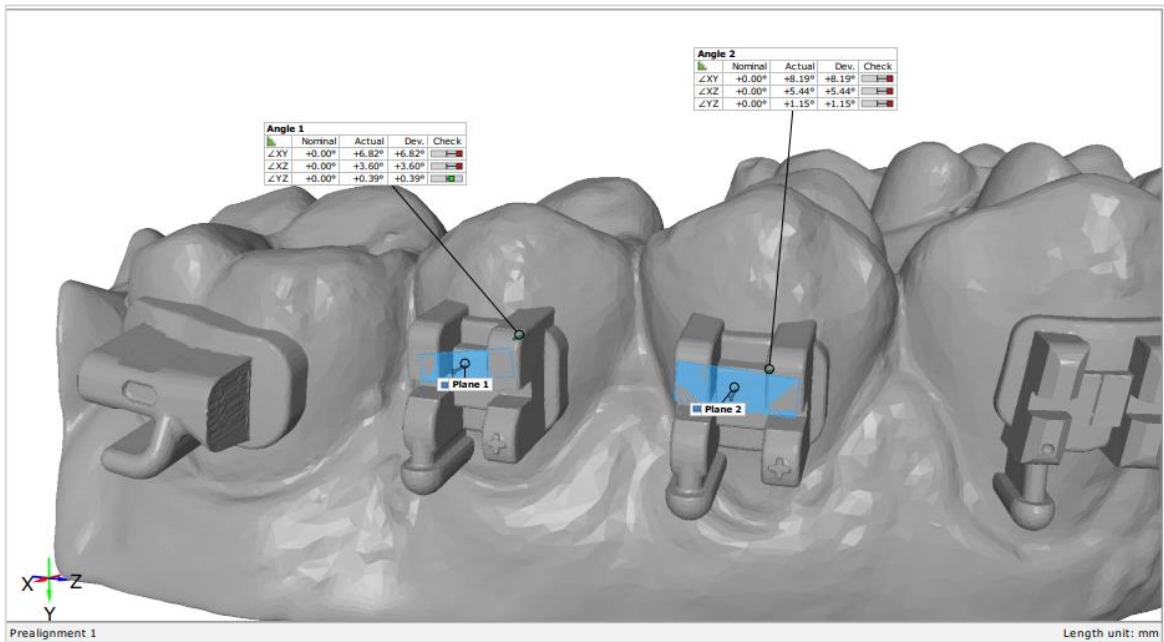
Her braket ve tüp için programda yüzey belirlenerek üç adet açısal sapma da derece cinsinden hesaplanmıştır. Bu açısal sapmalar xy (angulasyon), yz (tork), xz (rotasyon) düzlemindeki açısal sapmalardır (Şekil 3.14).



Şekil 3.12. Çakıştırılmış modellerin GOM programında görüntüsü



Şekil 3.13. x,y ve z eksenleri



Şekil 3.14. GOM programında açılal sapmaların görüntüsü

3.8. İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 21 (Statistical Package for Social Sciences, Windows) paket program aracılığı ile analiz edilmiştir.

Örneklem büyüklüğünün belirlenmesi için power analizi kullanılmıştır.

Verilerin normal dağılmamasından dolayı gruplar arasındaki karşılaştırmalarda, Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır.

Gözlemci güvenilirliği için ICC (Intra Class Corelation) analizi kullanılmıştır.

Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın olduğunu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

$\leq 0,5$ mm'lik doğrusal sapmalar ve $\leq 2^\circ$ açısal sapmalar kabul edilebilir aralıktaki sapmalar olarak kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Rastgele seçilen tek çene modelde bulunan braket ve tüpler üzerinde ilk ölçümden iki hafta sonra yapılan ölçümler sonucunda, gözlemcinin yapmış olduğu tekrar ölçümler ile ilk ölçümlerin uyumlu olduğu ve gözlemci ölçümlerinin güvenilir olduğu görülmektedir ($p<0,05$; $ICC=,977$) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Gözlemci güvenirliği

	ICC	95% Güven Aralığı		
		Alt sınır	Üst Sınır	p
Ortalama ICC	0,997	,995	,998	,000

X,Y ve Z eksenindeki doğrusal sapmalara bakıldığında; gruplar arasında “X” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Grup 2 (IDB)ye ait değerler, Grup 1 (DVF) ve Grup 3 (MEMOSİL)e ait değerlere göre anlamlı derecede daha düşük görülmektedir. Yatay ekseninde grup 2’deki braketler anlamlı derecede daha doğru konumda yapışmıştır. Grupların medyan değerleri ise; grup 1 0,09 mm, grup 2 0,05 mm ve grup 3 0,16mm’dir.

Gruplar arasında “Y” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Grup 2 (IDB)ye ait değerler, Grup 1 (DVF) ve Grup 3 (MEMOSİL)e ait değerlere göre anlamlı derecede daha düşük görülmektedir. Dikey ekseninde grup 2’deki braketler anlamlı derecede daha doğru konumda yapışmıştır. Grupların medyan değerleri ise; grup 1 için 0,16 mm, grup 2 için 0,08 mm ve grup 3 için 0,25 mm’dir.

Gruplar arasında “Z” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Grup 2 (IDB)ye ait değerler, Grup 1 (DVF) ve Grup 3 (MEMOSİL)e ait değerlere göre anlamlı derecede daha düşük görülmektedir. Sagittal ekseninde grup 2’deki braketler anlamlı derecede daha doğru konumda yapışmıştır. Grupların medyan değerleri ise; grup 1 için 0,08 mm, grup 2 için 0,06 mm ve grup 3 için 0,08 mm’dir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Gruplar arası doğrusal sapma değerlerinin kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması

		V3						Kruskall-Wallis H testi			
		n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	Ss	Sıra Ort	H	P	İkili Karşılaştırma
X	Grup 1(DVF)	262	,11	,09	,05	,21	,05	39,36	32,3	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2(IDB)	264	,05	,05	,02	,12	,02	14,93			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	,14	,16	,06	,21	,05	46,20			
	Toplam	788	,10	,08	,02	,21	,06				
Y	Grup 1(DVF)	262	,22	,16	,10	,58	,16	40,73	25,9	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2(IDB)	264	,08	,08	,03	,16	,04	16,55			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	,24	,25	,06	,45	,14	43,23			
	Toplam	788	,18	,13	,03	,58	,14				
Z	Grup 1(DVF)	262	,09	,08	,04	,18	,05	36,52	15,7	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2(IDB)	264	,06	,06	,03	,10	,02	20,82			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	,09	,08	,05	,14	,03	43,16			
	Toplam	788	,08	,07	,03	,18	,04				

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

YZ, XZ ve XY düzlemleri üzerindeki açısal sapmalara bakıldığında; gruplar arasında “YZ” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Grup 2 (IDB) ye ait değerler, Grup 1 (DVF) ve Grup 3 (MEMOSİL) e ait değerlere göre anlamlı derecede daha düşük görülmektedir. Grup 2 anlamlı derecede daha az tork sapması göstermiştir. Grupların medyan değerleri ise şu şekildedir; grup 1 2,20°; grup 2; 1,49° ve grup 3 2,65°dir.

Gruplar arasında “XZ” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Grup 3 (MEMOSİL) e ait değerler Grup 1 (DVF) ve Grup 2 (IDB) ye ait değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Grup 3 anlamlı derecede daha çok rotasyon sapması göstermiştir. Grupların medyan değerleri ise şu şekildedir; grup 1 2,66°; grup 2; 2,34° ve grup 3 3,75°dir.

Gruplar arasında “XY” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Grup 2 (IDB) ye ait değerler, Grup 1 (DVF) ve Grup 3 (MEMOSİL) e ait değerlere göre anlamlı derecede daha düşük görülmektedir. Grup 2 anlamlı derecede daha az anguler sapma göstermiştir. Grupların medyan değerleri ise şu şekildedir; grup 1 1,98°; grup 2; 1,74° ve grup 3 2,68°dir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Gruplar arası açısal sapma değerlerinin kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması

		V3						Kruskall-Wallis H testi			
		n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	Ss	Sıra Ort	H	P	İkili Karşılaştırma
YZ	Grup 1(DVF)	262	2,06	2,20	1,41	2,63	,34	32,23	39,4	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2(IDB)	264	1,49	1,49	,43	3,53	,66	16,00			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	2,70	2,65	2,04	3,53	,45	52,27			
	Toplam	788	2,08	2,20	,43	3,53	,70				
XZ	Grup 1(DVF)	262	2,64	2,66	1,86	3,48	,36	27,68	32,9	0,0001	3-1 3-2
	Grup 2(IDB)	264	2,38	2,34	1,30	3,94	,67	20,59			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	3,46	3,57	2,45	3,94	,33	52,23			
	Toplam	788	2,83	2,75	1,30	3,94	,66				
XY	Grup 1(DVF)	262	2,11	1,98	1,31	2,78	,40	31,23	22,5	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2(IDB)	264	1,71	1,74	,91	2,64	,59	21,05			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	2,58	2,68	1,48	3,29	,47	48,23			
	Toplam	788	2,13	2,15	,91	3,29	,60				

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

Diş gruplarının doğrusal değerlerinin grup 1 içinde karşılaştırılması Tablo 4.4'te incelenmiştir. Üç grubun kendi içerisinde keser, kanin, premolar ve molar diş grupları değerlendirilmiştir.

Grup 1 içerisinde diş grupları arasında "X" değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Molar dişlere ait olan değerler premolar, kanin ve keser diş gruplarına ait olan değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Molar dişlere yapıştırılan tüpler, diğer diş gruplarına yapıştırılan braketlere göre X ekseninde anlamlı derecede daha çok sapma göstermiştir. Molar tüplerindeki sapmaların medyan değeri X ekseninde 0,19 mm iken; premolar braketlerindeki sapmanın medyan değeri 0,09 mm; kanin braketlerinde sapmanın medyan değeri 0,07 mm; keser braketlerindeki sapmanın medyan değeri ise 0,06 mm bulunmuştur.

Grup 1 içerisinde diş grupları arasında "Y" değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Molar dişlere ait olan değerler premolar, kanin ve keser diş gruplarına ait olan değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Molar dişlere yapıştırılan tüpler, diğer diş gruplarına yapıştırılan braketlere göre Y ekseninde anlamlı derecede daha çok sapma göstermiştir. Molar tüplerindeki sapmanın medyan değeri Y ekseninde 0,28 mm iken; premolar braketlerindeki sapmanın

medyan değeri 0,18 mm; kanin braketlerinde sapmanın medyan değeri 0,11 mm; keser braketlerindeki sapmanın medyan değeri ise 0,08 mm bulunmuştur.

Grup 1 içerisinde diş grupları arasında “Z” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). Molar tüplerindeki sapmanın medyan değeri Z ekseninde 0,08 mm; premolar braketlerindeki sapmanın medyan değeri 0,07 mm; kanin braketlerinde sapmanın medyan değeri 0,08 mm; keser braketlerindeki sapmanın medyan değeri ise 0,04 mm bulunmuştur (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Diş gruplarının doğrusal değerlerinin grup 1 içinde kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması

		Grup 1 (DVF)						Kruskall-Wallis H testi			
		N	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	SS	Sıra Ort	H	p	İkili Karşılaştırma
X	1=Molar	43	,24	,19	,06	1,02	,22	62,41	17,6	0,001	1-2 1-3 1-4
	2=Premolar	87	,10	,09	,02	,16	,05	45,36			
	3=Kanin	44	,09	,07	,03	,18	,05	38,55			
	4=Keser	88	,08	,06	,01	,29	,07	31,68			
	Toplam	262	,13	,09	,01	1,02	,14				
Y	1=Molar	43	,35	,28	,15	,72	,18	64,64	25,9	0,0001	1-2 1-3 1-4
	2=Premolar	87	,21	,18	,12	,45	,10	49,36			
	3=Kanin	44	,16	,11	,02	,64	,19	30,95			
	4=Keser	88	,20	,08	,01	,78	,27	33,05			
	Toplam	262	,23	,16	,01	,78	,20				
Z	1=Molar	43	,13	,08	,05	,37	,10	50,68	7,5	0,057	-
	2=Premolar	87	,08	,07	,05	,13	,03	49,09			
	3=Kanin	44	,08	,08	,02	,11	,02	46,36			
	4=Keser	88	,09	,04	,02	,32	,10	31,86			
	Toplam	262	,09	,07	,02	,37	,07				

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

Diş gruplarının açısal değerlerinin grup 1 içinde karşılaştırılmasına bakılacak olursa; Grup 1 içerisinde diş grupları arasında “YZ” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Molar dişlere ait olan değerler premolar, kanin ve keser diş gruplarına ait olan değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Keser diş grubuna ait olan değerler, molar ve premolar diş grubuna ait olan değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Molar diş grubunda tüplerin YZ (tork) düzlemindeki sapmasının medyan değeri 2,16 °; premolar diş grubundaki braketlerin açısal sapmasının medyan değeri 1,26 ° derece; kanin diş grubundaki braketlerin açısal sapmasının medyan

değeri 1,68°; keser diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri ise 2,3° bulunmuştur.

Grup 1 içerisinde diş grupları arasında “XZ” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Keser grubuna ait olan değerler, molar grubuna ait ve premolar grubuna ait olan değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Kanin diş grubuna ait olan değerler, molar ve premolar diş grubuna ait olan değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Molar diş grubunda tüplerin XZ (rotasyon) düzlemindeki sapmasının medyan değeri 2,33°; premolar diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri 2,48°; kanin diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri 2,64°; keser diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri ise 2,84° bulunmuştur.

Grup 1 içerisinde diş grupları arasında “XY” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). Molar diş grubunda tüplerin XY (angulasyon) düzlemindeki sapmasının medyan değeri 2,43°; premolar diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri 1,98°; kanin diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri 2,06°; keser diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri ise 1,75° bulunmuştur (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Diş gruplarının açısap değerlerinin grup 1 içinde kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması

		Grup 1(DVF)						Kruskall-Wallis H testi			
		N	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	SS	Sıra Ort	H	p	İkili Karşılaştırma
YZ	1=Molar	43	2,20	2,16	1,22	4,07	,81	50,27	17,99	0,0001	1-2 1-3 4-1 4-3
	2=Premolar	87	1,64	1,26	,93	3,19	,69	30,32			
	3=Kanin	44	1,78	1,68	,78	4,46	,85	37,23			
	4=Keser	88	2,55	2,30	1,18	4,48	,83	60,18			
	Toplam	262	2,04	2,03	,78	4,48	,86				
XZ	1=Molar	43	2,38	2,33	1,24	3,81	,86	35,59	10,92	0,012	4-1 4-2 3-1 3-2
	2=Premolar	87	2,33	2,48	1,22	3,14	,61	36,59			
	3=Kanin	44	2,85	2,64	1,39	4,51	1,03	48,41			
	4=Keser	88	2,98	2,84	1,93	3,82	,53	57,41			
	Toplam	262	2,64	2,53	1,22	4,51	,82				
XY	1=Molar	43	2,49	2,43	,45	5,50	1,35	52,68	5,49	0,139	-
	2=Premolar	87	2,11	1,98	1,67	3,20	,46	45,23			
	3=Kanin	44	2,16	2,06	1,27	3,19	,66	45,32			
	4=Keser	88	1,89	1,75	1,23	2,91	,57	34,77			
	Toplam	262	2,16	2,02	,45	5,50	,85				

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

Grup 2 içerisinde diş grupları arasında “X” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Molar diş grubuna ait olan değerler premolar, kanin ve keser gruplarına ait olan değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Molar tüplerindeki sapmaların medyan değeri X ekseninde 0,07 mm iken; premolar braketlerindeki sapmanın medyan değeri 0,05 mm; kanin braketlerinde sapmanın medyan değeri 0,04 mm; keser braketlerindeki sapmanın medyan değeri ise 0,04 mm bulunmuştur.

Grup 2 içerisinde diş grupları arasında “Y” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Molar diş grubuna ait olan değerler premolar, kanin ve keser gruplarına ait olan değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Molar tüplerindeki sapmaların medyan değeri Y ekseninde 0,21 mm iken; premolar braketlerindeki sapmanın medyan değeri 0,07 mm; kanin braketlerinde sapmanın medyan değeri 0,04 mm; keser braketlerindeki sapmanın medyan değeri ise 0,03 mm bulunmuştur.

Grup 2 içerisinde diş grupları arasında “Z” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p<0,05$). Keser diş grubuna ait olan değerler molar, premolar ve kanin olanlara göre anlamlı derecede daha düşük görülmektedir. Molar tüplerindeki sapmaların medyan değeri Z ekseninde 0,07 mm iken; premolar braketlerindeki sapmanın medyan değeri 0,07 mm; kanin braketlerinde sapmanın medyan değeri 0,07 mm; keser braketlerindeki sapmanın medyan değeri ise 0,04 mm bulunmuştur (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Diş gruplarının doğrusal değerlerinin grup 2 içinde kruskal-wallis testi ile karşılaştırılması

		Grup 2 (IDB)						Kruskal-Wallis H testi			
		N	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	SS	Sıra Ort	H	P	İkili Karşılaştırma
X	1=Molar	44	,09	,07	,03	,46	,09	62,20	16,4	0,001	1-2 1-3 1-4
	2=Premolar	88	,05	,05	,01	,13	,03	40,59			
	3=Kanin	44	,05	,04	,02	,13	,04	43,18			
	4=Keser	88	,04	,04	,01	,08	,02	32,02			
	Toplam	264	,06	,05	,01	,46	,06				
Y	1=Molar	44	,22	,21	,09	,41	,10	75,18	43,4	0,0001	1-2 1-3 1-4
	2=Premolar	88	,06	,07	,01	,15	,04	37,95			
	3=Kanin	44	,06	,04	,02	,15	,05	34,73			
	4=Keser	88	,04	,03	,01	,14	,04	30,14			
	Toplam	264	,10	,06	,01	,41	,10				
Z	1=Molar	44	,07	,07	,04	,12	,03	51,73	14,3	0,002	4-1 4-2 4-3
	2=Premolar	88	,06	,07	,02	,13	,03	47,77			
	3=Kanin	44	,07	,07	,02	,22	,04	51,61			
	4=Keser	88	,04	,04	,02	,09	,02	26,89			
	Toplam	264	,06	,06	,02	,22	,04				

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

Grup 2 içerisinde, diş grupları arasında “YZ” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). Molar diş grubunda tüplerin YZ (tork) düzlemindeki sapmasının medyan değeri $1,71^\circ$; premolar diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri $1,39^\circ$ derece; kanin diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri $1,61^\circ$; keser diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri ise $1,70^\circ$ bulunmuştur.

Grup 2 içerisinde, diş grupları arasında “XZ” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). Molar diş grubunda tüplerin XZ (rotasyon) düzlemindeki sapmasının medyan değeri $2,72^\circ$; premolar diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri $2,17^\circ$; kanin diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri $2,37^\circ$; keser diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri ise $2,66^\circ$ bulunmuştur.

Grup 2 içerisinde, diş grupları arasında “XY” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). Molar diş grubunda tüplerin XY (angulasyon) düzlemindeki sapmasının medyan değeri $1,64^\circ$; premolar diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri $1,77^\circ$; kanin diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri $1,21^\circ$; keser diş grubundaki braketlerin açısapmasının medyan değeri ise $1,65^\circ$ bulunmuştur (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Diş gruplarının açısal değerlerinin grup 2 içinde kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması

		Grup 2 (IDB)						Kruskall-Wallis H testi			
		N	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	SS	Sıra Ort	H	p	İkili Karşılaştırma
YZ	1=Molar	44	1,69	1,71	,41	4,55	1,03	47,77	3,8	0,276	-
	2=Premolar	88	1,27	1,39	,45	3,63	,77	35,41			
	3=Kanin	44	1,66	1,61	,61	3,91	,86	48,91			
	4=Keser	88	1,53	1,70	,34	2,73	,71	45,91			
	Toplam	264	1,54	1,57	,34	4,55	,85				
XZ	1=Molar	44	2,57	2,72	1,37	4,23	,68	49,18	1,35	0,716	-
	2=Premolar	88	2,29	2,17	,99	4,59	,92	40,64			
	3=Kanin	44	2,34	2,37	1,17	5,19	1,04	42,86			
	4=Keser	88	2,41	2,66	,95	3,58	,80	45,32			
	Toplam	264	2,40	2,51	,95	5,19	,86				
XY	1=Molar	44	1,72	1,64	,37	3,77	,98	44,23	1,8	0,606	-
	2=Premolar	88	1,88	1,77	,69	3,14	,79	50,27			
	3=Kanin	44	1,51	1,21	,20	3,23	,79	40,00			
	4=Keser	88	1,63	1,65	,76	2,71	,59	43,50			
	Toplam	264	1,69	1,65	,20	3,77	,79				

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

Grup 3 içerisinde diş grupları arasında “X” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p < 0,05$). Molar diş grubuna ait olan değerler premolar, kanin ve keser diş gruplarına ait olan değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Molar tüplerindeki sapmaların medyan değeri X eksenini üzerinde 0,33 mm iken; premolar braketlerindeki sapmanın medyan değeri 0,14 mm; kanin braketlerinde sapmanın medyan değeri 0,07 mm; keser braketlerindeki sapmanın medyan değeri ise 0,10 mm bulunmuştur.

Grup 3 içerisinde diş grupları arasında “Y” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmektedir. ($p < 0,05$). Molar diş grubuna ait olan değerler premolar, kanin ve keser diş gruplarına ait olan değerlere göre anlamlı derecede daha yüksek görülmektedir. Molar tüplerindeki sapmaların medyan değeri Y eksenini üzerinde 0,39 mm iken; premolar braketlerindeki sapmanın medyan değeri 0,18 mm; kanin braketlerinde sapmanın medyan değeri 0,17 mm; keser braketlerindeki sapmanın medyan değeri ise 0,17 mm bulunmuştur.

Grup 3 içerisinde diş grupları arasında “Z” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p > 0,05$). Molar tüplerindeki sapmaların medyan değeri Z eksenini üzerinde 0,08 mm iken; premolar braketlerindeki sapmanın medyan değeri 0,08 mm; kanin

braketlerinde sapmanın medyan değeri 0,10 mm; keser braketlerindeki sapmanın medyan değeri ise 0,08 mm bulunmuştur (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Diş gruplarının doğrusal değerlerinin grup 3 içinde kruskall-wallis he testi ile karşılaştırılması

		Grup 3 (MEMOSİL)						Kruskall-Wallis H testi			
		N	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	SS	Sıra Ort	H	p	İkili Karşılaştırma
X	1=Molar	43	,29	,33	,08	,43	,13	67,91	33,7	0,0001	1-2 1-3 1-4
	2=Premolar	87	,15	,14	,06	,25	,05	50,09			
	3=Kanin	44	,10	,07	,04	,23	,06	29,68			
	4=Keser	88	,10	,10	,05	,18	,04	30,32			
	Toplam	262	,16	,13	,04	,43	,11				
Y	1=Molar	43	,39	,39	,19	,57	,14	64,82	18,9	0,0001	1-2 1-3 1-4
	2=Premolar	87	,22	,18	,02	,47	,13	39,68			
	3=Kanin	44	,22	,17	,02	,56	,20	38,27			
	4=Keser	88	,20	,17	,01	,67	,19	35,23			
	Toplam	262	,26	,21	,01	,67	,19				
Z	1=Molar	43	,12	,08	,01	,38	,11	42,00	3,9	0,266	-
	2=Premolar	87	,08	,08	,04	,12	,02	39,68			
	3=Kanin	44	,11	,10	,05	,22	,05	53,66			
	4=Keser	88	,08	,08	,04	,13	,03	42,66			
	Toplam	262	,10	,08	,01	,38	,06				

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

Grup 3 içerisinde diş grupları arasında “YZ” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). Molar diş grubunda tüplerin YZ (tork) düzlemindeki sapmasının medyan değeri 3,28°; premolar diş grubundaki braketlerin açısız sapmasının medyan değeri 2,56° derece; kanin diş grubundaki braketlerin açısız sapmasının medyan değeri 3,29°; keser diş grubundaki braketlerin açısız sapmasının medyan değeri ise 2,66° bulunmuştur.

Grup 3 içerisinde diş grupları arasında “XZ” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). Molar diş grubunda tüplerin XZ (rotasyon) düzlemindeki sapmasının medyan değeri 3,71°; premolar diş grubundaki braketlerin açısız sapmasının medyan değeri 3,27°; kanin diş grubundaki braketlerin açısız sapmasının medyan değeri 3,19°; keser diş grubundaki braketlerin açısız sapmasının medyan değeri ise 3,40° bulunmuştur.

Grup 3 içerisinde diş grupları arasında “XY” değişkeni açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir. ($p>0,05$). Molar diş grubunda tüplerin XY (angulasyon) düzlemindeki sapmasının medyan değeri 2,94°; premolar diş grubundaki braketlerin açısal sapmasının medyan değeri 2,64°; kanin diş grubundaki braketlerin açısal sapmasının medyan değeri 2,46°; keser diş grubundaki braketlerin açısal sapmasının medyan değeri ise 2,48° bulunmuştur (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Diş gruplarının açısal değerlerinin grup 3 içinde kruskall-wallis h testi ile karşılaştırılması

		Grup 3 (MEMOSİL)						Kruskall-Wallis H testi			
		N	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	SS	Sıra Ort	H	p	İkili Karşılaştırma
YZ	1=Molar	43	3,00	3,28	1,45	4,55	,97	49,36	3,4	0,333	-
	2=Premolar	87	2,29	2,56	,11	3,63	1,09	36,18			
	3=Kanin	44	2,60	3,29	,08	3,91	1,36	45,18			
	4=Keser	88	3,01	2,66	2,06	4,90	,88	47,27			
	Toplam	262	2,73	2,74	,08	4,90	1,11				
XZ	1=Molar	43	3,73	3,71	2,37	5,22	,92	51,27	4,8	0,183	-
	2=Premolar	87	3,51	3,27	2,02	4,59	,72	44,64			
	3=Kanin	44	3,19	3,19	2,38	3,92	,46	34,95			
	4=Keser	88	3,44	3,40	2,69	4,51	,43	47,14			
	Toplam	262	3,47	3,30	2,02	5,22	,68				
XY	1=Molar	43	2,87	2,94	1,10	3,97	,93	53,95	4,3	0,228	-
	2=Premolar	87	2,57	2,64	1,65	3,31	,48	41,86			
	3=Kanin	44	2,58	2,46	1,09	3,78	,77	43,18			
	4=Keser	88	2,44	2,48	,95	3,90	,77	39,00			
	Toplam	262	2,61	2,51	,95	3,97	,76				

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

Grup 1’e ait braket ve tüplerin toplam yüzde 48,48’i X düzlemi üzerinde negatif yönde (sağa) sapmış, yüzde 50,76’sı ise pozitif yönde (sola) sapmıştır. Kalan braket veya tüplerde ise sapma yoktur. Grup 1’e ait braket ve tüplerin yüzde 77,27’si Y düzlemi üzerinde negatif yönde (yukarı), yüzde 21,97’si ise pozitif yönde (aşağı) sapma göstermiştir. Kalan braket veya tüplerde ise sapma yoktur. Grup 1’e ait braket ve tüplerin toplam yüzde 10,61’i Z düzlemi üzerinde negatif yönde (içeri) sapmış, yüzde 88,64’  ise pozitif yönde (dışarı) sapmıştır. Kalan braket veya tüplerde ise sapma yoktur.

Grup 2’ye ait braket ve tüplerin toplam yüzde 42,42’si X düzlemi üzerinde negatif yönde (sağa) sapmış, yüzde 55,3’  ise pozitif yönde (sola) sapmıştır. Kalan braket veya tüplerde ise sapma yoktur. Grup 2’ye ait braket ve tüplerin yüzde 51,14’  Y düzlemi üzerinde negatif yönde (yukarı), yüzde 40,15’i ise pozitif yönde (aşağı) sapma göstermiştir.

Kalan braket veya tüplerde ise sapma yoktur. Grup 2'ye ait braket ve tüplerin toplam yüzde 7,2'si Z düzlemi üzerinde negatif yönde (içeri) sapsmış, yüzde 92,05'i ise pozitif yönde (dışarı) sapsmıştır. Kalan braket veya tüplerde ise sapma yoktur.

Grup 3'e ait braket ve tüplerin toplam yüzde 48,11'i X düzlemi üzerinde negatif yönde (sağa) sapsmış, yüzde 51,89'u ise pozitif yönde (sola) sapsmıştır. Kalan braket veya tüplerde ise sapma yoktur. Grup 3'e ait braket ve tüplerin yüzde 67,42'si Y düzlemi üzerinde negatif yönde (yukarı), yüzde 31,06'sı ise pozitif yönde (aşağı) sapma göstermiştir. Kalan braket veya tüplerde ise sapma yoktur. Grup 3'e ait braket ve tüplerin toplam yüzde 14,02'si Z düzlemi üzerinde negatif yönde (içeri) sapsmış, yüzde 85,61'i ise pozitif yönde (dışarı) sapsmıştır. Kalan braket veya tüplerde ise sapma yoktur (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Doğrusal değerlerde sapmaların gruplar arası yön dağılımı

		Grup						Kruskall-Wallis H testi			
		n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	ss	Sıra Ort.	H	p	İkili Karşılaştırma
Negatif Sapma Yüzde X	Grup 1(DVF)	262	48,48	41,67	25	91,67	17,37	33,95	3,2	0,199	-
	Grup 2(IDB)	264	42,42	41,67	16,67	75	14,98	28,2			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	48,11	50	25	58,33	9,6	38,34			
Pozitif Sapma Yüzde X	Grup 1(DVF)	262	50,76	58,33	8,33	75	18,35	33,77	2,11	0,0347	2-1 2-3
	Grup 2(IDB)	264	55,3	54,17	8,33	83,33	17,36	37,45			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	51,89	50	41,67	75	9,6	29,27			
Negatif Sapma Yüzde Y	Grup 1(DVF)	262	77,27	75	58,33	100	12,91	45,41	20,9	0,0001	2-1 2-3 1-3
	Grup 2(IDB)	264	51,14	45,83	25	91,67	18,77	19,45			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	67,42	75	50	100	16,65	35,64			
Pozitif Sapma Yüzde Y	Grup 1(DVF)	262	21,97	25	0	41,67	13,5	23,18	13,2	0,001	2-1 2-3 1-3
	Grup 2(IDB)	264	40,15	41,67	8,33	66,67	15,57	43,91			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	31,06	25	0	50	15,68	33,41			
Negatif Sapma Yüzde Z	Grup 1(DVF)	262	10,61	8,33	0	25	8,98	36,27	1,09	0,581	-
	Grup 2(IDB)	264	7,2	8,33	0	16,67	5,92	30,52			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	14,02	8,33	0	50	18,61	33,7			
Pozitif Sapma Yüzde Z	Grup 1(DVF)	262	88,64	91,67	75	100	8,35	30,27	1,2	0,528	-
	Grup 2(IDB)	264	92,05	91,67	83,33	100	5,44	36,48			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	85,61	91,67	50	100	18,4	33,75			

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

Grup 1'e ait braket ve tüplerin yüzde 51,14'ü YZ düzleminde negatif yönde sapma (bukkal kök torku) gösterirken, 48,86'sı pozitif yönde (lingual kök torku) sapma göstermiştir.

Grup 2'ye ait braket ve tüplerin yüzde 53,79'ü YZ düzleminde negatif yönde sapma (bukkal kök torku) gösterirken, 46,21'i pozitif yönde sapma (lingual kök torku) göstermiştir.

Grup 3'e ait braket ve tüplerin yüzde 46,21'i YZ düzleminde negatif yönde sapma (bukkal kök torku) gösterirken, 53,79'u pozitif yönde sapma (lingual kök torku) göstermiştir (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. YZ açışal değerlerinde sapmaların gruplar arası yön dağılımı

		Grup						Kruskall-Wallis H testi			
		n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	ss	Sıra Ort.	H	p	İkili Karşılaştırma
Negatif Sapma Yüzde YZ	Grup 1(DVF)	262	51,14	58,33	0	83,33	24,3	35,18	2,4	0,294	-
	Grup 2(IDB)	264	53,79	62,5	0	100	33,5	36,89			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	46,21	50	0	75	18,85	28,43			
Pozitif Sapma Yüzde YZ	Grup 1(DVF)	262	48,86	41,67	16,67	100	24,3	31,82	2,4	0,294	-
	Grup 2(IDB)	264	46,21	37,5	0	100	33,5	30,11			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	53,79	50	25	100	18,85	38,57			

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

Grup 1'e ait braket ve tüplerin yüzde 23,86'sı XZ düzleminde negatif yönde sapma (sağa rotasyon) gösterirken, 76,14'sı pozitif yönde sapma (sola rotasyon) göstermiştir.

Grup 2'ye ait braket ve tüplerin yüzde 52,27'si XZ düzleminde negatif yönde sapma (sağa rotasyon) gösterirken, 47,73'ü pozitif yönde sapma (sola rotasyon) göstermiştir.

Grup 3'e ait braket ve tüplerin yüzde 28,03'ü XZ düzleminde negatif yönde sapma (sağa rotasyon) gösterirken, 71,97'si pozitif yönde sapma (sola rotasyon) göstermiştir (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. XZ açısıl değerlerinde sapmaların gruplar arası yön dağılımı

		Grup						Kruskall-Wallis H testi			
		n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	ss	Sıra Ort.	H	p	İkili Karşılaştırma
Negatif Sapma Yüzde XZ	Grup 1(DVF)	262	23,86	25	0	66,67	15,91	21,02	23,08	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2(IDB)	264	52,27	62,5	8,33	75	21,08	47,93			
	Grup 3 (MEMOSİ L)	262	28,03	33,33	0	33,33	11,66	31,55			
Pozitif Sapma Yüzde XZ	Grup 1(DVF)	262	76,14	75	33,33	100	15,91	45,98	23,008	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2(IDB)	264	47,73	37,5	25	91,67	21,08	19,07			
	Grup 3 (MEMOSİ L)	262	71,97	66,67	66,67	100	11,66	35,45			

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

Grup 1'e ait braket ve tüplerin yüzde 50,38'i XY düzleminde negatif yönde sapma (distal tip) gösterirken, 49,62'si pozitif yönde (mezial tip) sapma göstermiştir.

Grup 2'ye ait braket ve tüplerin yüzde 51,14'ü XY düzleminde negatif yönde sapma (distal tip) gösterirken, 48,86'sı pozitif yönde sapma (mezial tip) göstermiştir.

Grup 3'e ait braket ve tüplerin yüzde 58,33'ü XY düzleminde negatif yönde sapma (distal tip) gösterirken, 41,67'si pozitif yönde sapma (mezial tip) göstermiştir (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. XY açısıl değerlerinde sapmaların gruplar arası yön dağılımı

		Grup						Kruskall-Wallis H testi			
		n	Ortalama	Medyan	Minimum	Maximum	ss	Sıra Ort.	H	p	İkili Karşılaştırma
Negatif Sapma Yüzde XY	Grup 1(DVF)	262	50,38	58,33	0	75	23,07	30,93	2,4	0,291	-
	Grup 2(IDB)	264	51,14	58,33	0	75	22,46	30,91			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	58,33	66,67	16,67	75	20,73	38,66			
Pozitif Sapma Yüzde XY	Grup 1(DVF)	262	49,62	41,67	25	100	23,07	36,07	2,4	0,291	-
	Grup 2(IDB)	264	48,86	41,67	25	100	22,46	36,09			
	Grup 3 (MEMOSİL)	262	41,67	33,33	25	83,33	20,73	28,34			

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

X eksenindeki sapma miktarı 0,5 mm'den fazla olan braket sayısı grup 1'de 5; grup 2'de 1; grup 3'te 11'dir. X eksenindeki sapmanın 0,5 mm'den büyük olma durumu grup 2'de (IDB) grubunda diğer gruplara göre ve grup 1 (DVF) grubunda grup 2 (memosil)

grubuna göre daha düşük görülmektedir. En fazla grup 3'te (memosil) 0,5 mm'den fazla sapma gösteren braket gözlenmiştir ($p<0,05$).

Y eksenindeki sapma miktarı 0,5 mm'den fazla olan braket sayısı grup 1'de 12; grup 2'de 3; grup 3'te 11'dir. Y eksenindeki sapmanın 0,5 mm'den büyük olma durumu grup 2'de (IDB) diğer gruplara göre anlamlı derecede daha düşük görülmektedir ($p<0,05$).

Z eksenindeki sapma miktarı 0,5 mm'den fazla olan braket sayısı grup 1'de 4; grup 2'de 0; grup 3'te 2'dir. Z düzlemindeki sapmanın 0,5 mm'den büyük olma durumu açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). Grup 2'de 0,5 mm'den daha fazla doğrusal sapma gösteren braket yoktur.

YZ düzlemi üzerindeki sapma miktarı 2 dereceden fazla olan braket sayısı grup 1'de 22; grup 2'de 19; grup 3'te 22'dir. YZ düzlemindeki açısal sapmanın 2 dereceden fazla olma durumu grup 2'de (IDB) diğer gruplara göre anlamlı derecede düşük görülmektedir ($p<0,05$).

XZ düzlemi üzerindeki sapma miktarı 2 dereceden fazla olan braket sayısı grup 1'de 22; grup 2'de 22; grup 3'te 20'dir. YZ düzlemindeki açısal sapmanın 2 dereceden fazla olma durumunda anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

XY düzlemi üzerindeki sapma miktarı 2 dereceden fazla olan braket sayısı grup 1'de 22; grup 2'de 19; grup 3'te 22'dir. XY düzlemindeki açısal sapmanın 2 dereceden fazla olma durumu grup 2'de (IDB) diğer gruplara göre anlamlı derecede düşük görülmektedir ($p<0,05$) (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Doğrusal ve açılal olarak kabul edilebilir aralıktaki değerden sapmış braket sayıları

		V3						Kruskal-Wallis H testi			
		n	Mean	Median	Minimum	Maximum	ss	Sıra Ort.	H	p	İkili Karşılaştırma
X	Grup 1 (DVF)	5	,11	,09	,05	,21	,05	39,36	32,3	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2 (IDB)	1	,05	,05	,02	,12	,02	14,93			
	Grup 3 (MEMOSİL)	11	,14	,16	,06	,21	,05	46,20			
Y	Grup 1 (DVF)	12	,22	,16	,10	,58	,16	40,73	25,9	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2 (IDB)	3	,08	,08	,03	,16	,04	16,55			
	Grup 3 (MEMOSİL)	11	,24	,25	,06	,45	,14	43,23			
Z	Grup 1 (DVF)	4	,09	,08	,04	,18	,05	36,52	15,7	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2 (IDB)	0	,06	,06	,03	,10	,02	20,82			
	Grup 3 (MEMOSİL)	2	,09	,08	,05	,14	,03	43,16			
YZ	Grup 1 (DVF)	22	2,06	2,20	1,41	2,63	,34	32,23	39,5	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2 (IDB)	19	1,49	1,49	,43	3,53	,66	16,00			
	Grup 3 (MEMOSİL)	22	2,70	2,65	2,04	3,53	,45	52,27			
XZ	Grup 1 (DVF)	22	2,64	2,66	1,86	3,48	,36	27,68	32,9	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2 (IDB)	22	2,38	2,34	1,30	3,94	,67	20,59			
	Grup 3 (MEMOSİL)	20	3,46	3,57	2,45	3,94	,33	52,23			
XY	Grup 1 (DVF)	22	2,11	1,98	1,31	2,78	,40	31,23	22,5	0,0001	2-1 2-3
	Grup 2 (IDB)	19	1,71	1,74	,91	2,64	,59	21,05			
	Grup 3 (MEMOSİL)	22	2,58	2,68	1,48	3,29	,47	48,23			

ss: standart sapma; p:anlam derecesi

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışma Amacının Tartışması

İndirekt yapıştırma yöntemi, ortodontistin direkt yapıştırma yöntemi ile yaşadığı klinik zorlukların çoğu olmadan braketleri doğru bir şekilde yerleştirmesine yardımcı olmak için geliştirilmiştir (56). Literatürde indirekt braketlemede konum doğruluğunu araştıran pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların sonuçları konumsal ve açısal doğruluk ile ilgili fikir vermektedir. Yapıştırma hatalarının yönü ve sıklığı ve hataların kabul edilebilir sınırlar içinde olup olmadığını araştıran çalışmalar mevcuttur(9,11,64). Ayrıca yaygın olarak kabul edilen, posterior dişlerde anterior dişlere kıyasla braketlerde daha fazla konum ve açı tutarsızlığı olduğu gibi, varsayımlar oluşmuştur. Bu bulgunun sebebinin arka bölgeye ulaşmanın zorluğu olabileceği düşünülmüştür. Bazı klinisyenler tarafından kabul edilen bir başka varsayım da, dikey konumlandırma hatalarının çoğunun okluzale meyilli olduğudur, çünkü transfer kaşığının tam olarak oturtamamak, klinik yapıştırma prosedürü sırasında fazla yerleştirmekten daha olasıdır. Ancak bunun tam tersini bulan çalışmalar da mevcuttur. Özellikle esnek transfer kaşıklarında fazla basınç ile braketlerin daha gingivale konumlanması mümkündür (95).

Kabul edilen üçüncü bir varsayım da klinik yapıştırma prosedürü sırasında braketlere ve dişlere uygulanan adezivin bir sonucu olarak bukkale doğru sapma olabileceğidir. Birçok çalışmada bukkale sapma daha çok bulunmuş olsa da özellikle kişiye özel rezin kaidesi olan braketlerde kumlamanın fazla yapılması sonucunda tersi hareket de bulunabilir.

Bu in vitro çalışma, indirekt braketlemede kullanılan, üç farklı transfer kaşığının, braketleri aktarmadaki başarısını karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu transfer kaşıklarının karşılaştırılması klinik açıdan önemlidir çünkü, üç boyutlu yazıcı ile yapılan transfer kaşıkları, transfer kaşıkları arasında en yeni ve güncel olan yöntemlerden bir tanesidir. Memosil ve DVF'dan yapılan transfer kaşıkları ise uzun zamandır kullanılan ve üzerinde çalışma yapılan transfer kaşıklarıdır. Ancak çalışmamızda, diğer çalışmalardan farklı olarak bu gruplarda da braketleme dijital ortamda yapılmış ve reçineden oluşturulmuş braketli modeller üzerine bu kaşıklar oluşturulmuştur. Literatürde bu üç yöntemin dijital olarak karşılaştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır.

4.2. Çalışma Yönteminin Tartışması

Modeller elde edilirken daha önce kayıt amaçlı elde edilmiş üst çene modellerinden az miktarda çapraşıklığa (6 mm'den az) sahip olan 22 üst çene modeli seçilmiş ve bu modellerden a tipi silikon ölçü maddesi ile iki defa ölçü alınmıştır. Her bir ölçüden üçer model elde edilmiştir. Ölçüler elde edilirken bir miktar deformasyon olma ihtimali olsa da a tipi silikonlar yüzde 99,8'lik bir esnekliğe sahip olduğu için, bu hata ve buna bağlı ölçümlerdeki yanlışlıkların ihmal edilebilir düzeyde olduğu düşünülmektedir. Elde edilen 6 modelden de en iyi 4 model seçildiği için bu hata payı iyice düşürülmüştür (99).

Toplamda 66 alçı model üzerine 660 braket, 132 adet tüp yapıştırılmıştır. Bunlardan 2 adet braket, 2 adet tüp braketleme esnasında kopmuştur. Bu yüzden ölçümlere dahil edilememiştir. Braketler yapıştırılmadan braket kaidesine Transbond XT uygulanarak braketlerin alçı dişlere yapışması sağlanmıştır. Her ne kadar çalışmamızda ışıkla sertleşen kompozit kullanılmış olsa da braketler ve alçı arasında bağlantıyı sağlayabilecek kompozit ile aynı kıvamda herhangi bir materyal de bu tarz çalışmalarda kullanılmıştır. Ancak, yumuşak karamel, mum ve tutkal gibi materyallerin kullanımına dikkat edilmelidir çünkü; sıcak su içerisinde tam eriyemediklerinde klinik yapıştırıcı, artık rezine bulaşarak yapıştırıcı etkinliğini azaltabilmektedir (79). Kimyasal yolla sertleşen kompozitlerin kullanımında ise ısı uygulaması ile bazı braketler yer değiştirebilmektedir (73).

Bu çalışmada 658 braket ve 130 adet tüp değerlendirilmiştir. Braketlerin yapıştırılmasının ardından, transfer kaşıkları alçı modelden ayrılırken braket kopmaması için oldukça hassas çalışılmıştır. Kaşıklar parçalara ayrıldığı için braketler üzerine daha az kuvvet gelmiştir. Mine yüzeyi ile bağlantı daha iyi olduğu için braketlerin alçı model üzerinden kopması daha kolaydır. Ancak çalışma hassasiyeti sayesinde kopan braket sayısı, diğer çalışmalara kıyasla oldukça düşük bulunmuştur (12, 95).

Bu çalışmada 0,018 slot MBT braketler (American Orthodontics mini masters, American Orthodontics, Washington, DC, ABD) kullanılmıştır. Ancak farklı marka ve modellerde braketlerin yapısı değiştiği için diğer braketlerde sonuç farklı olabilir.

Modellerin taranması için ağız içi tarayıcı (Trios 3Shape A/S Copenhagen, Denmark) kullanılmıştır. Altı farklı ağız içi tarayıcıyı karşılaştıran bir çalışmada, tüm

tarayıcılar kabul edilebilir hassasiyette sonuçlar vermiş olsa da, Trios (3Shape A/S Copenhagen, Denmark) tarayıcı en yüksek hassasiyeti ve gerçekliği göstermiştir (100). Braketli modellerin taranması için ise model tarayıcı kullanılmıştır. Braketlerin parlamasını önlemek için ince bir tabaka sprey sıkılmıştır. Bu spreyn sıkılması tarama sırasında braketlerin oluşturduğu yansımayı azaltarak, braketlerin daha iyi taranması için gereklidir. Bu spreyi, homojen bir şekilde sıkmak önemlidir. Ancak; el ile sıkıldığı için bu homojenlik tam anlamıyla sağlanamamış olabilir. Bu da sonrası modellerde az da olsa bir hata payı meydana getirebilir (101).

Bu çalışmada modellerin karşılaştırılıp, braketlerdeki ve tüplerdeki sapma miktarlarını ölçmek için GOM Inspect software yazılımı kullanılmıştır. GOM Inspect Sürüm 8, verileri 1 µm'ye kadar doğrulukla ölçebilmektedir. Ayrıca dişlerin ayrı ayrı ölçülmesine olanak sağlar (102).

Literatürde, transfer kaşıklarının konum doğruluğunu değerlendirmek için; intraoral tarayıcılar, 3D-model tarayıcıları, fotoğraflar veya konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) gibi çalışma modellerinin sayısallaştırılması için farklı prosedürler tanımlanmıştır (11, 94, 102, 103). Ağız içi tarayıcılar ile elde edilmiş modelleri, sanal olarak planlanmış referans modellerle karşılaştırmak en sık kullanılan yöntem gibi görünmektedir ve bu çalışmada da bu yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem in vivo ve in vitro ortamlarda kolayca uygulanabilmesi avantajına sahiptir, oysa mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-CT) sadece in vitro çalışmalar ile sınırlıdır. Bununla birlikte braketlerin varlığı tarama doğruluğu üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir, dolayısıyla elde edilen sonuçları etkileyebilir (104, 105). İş akış doğruluğunun değerlendirildiği bir çalışmada, tarayıcılar ile elde edilen modellerle, sanal ortamda elde edilen modellerin karşılaştırılması ile transfer kaşıklarının doğruluğuna bakılması yöntemi düşük güvenilirlik göstermiştir. Bu düşük güvenilirliğin sebebi; metal braket ve tüplerdeki önemli artefaktlar olabilir. Bu çalışmada daha önceki çalışmalarda sıklıkla uygulanan ve bizim çalışmamızda da uyguladığımız yöntem kullanılmış, tarayıcı ile elde edilen braketli modeller referans modellerle, GOM yazılımı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Yazılımda sadece eşleşen braket yüzeyleri referans alındığı halde güvenilirlik düşük bulunmuştur. Mikro CT ile yapılan karşılaştırmaların güvenilirliği ise oldukça yüksektir (14).

Sapma miktarı ile ilgili olarak, Amerikan Ortodontistler Kurulu (ABO) ve daha bazı çalışmalar tarafından önerildiği gibi, $\leq 0,5$ mm'lik doğrusal sapmalar ve $\leq 2^\circ$ açısal sapmaların kabul edilebilir sınır olduğu bildirilmiştir (13,95,107). Ancak bazı yazarlar daha küçük sapmaları güvenilir olarak kabul etmiştir (12). Amstrong ve arkadaşları (108) keser dişlerde 0,25 mm'lik sapmayı klinik olarak kabul edilebilir bulurken, diğer dişler için sapma miktarının 0,5 mm'ye kadar kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Castilla ve arkadaşları (8) ise yan yana konumlanmış braketler için, zıt yönde 0,13 mm'lik farkların klinik olarak kabul edilebilir olduğu sonucuna varmıştır.

İndirekt yapıştırma tekniğinde şeffaf transfer kaşığı üretmek için sıklıkla termoplastik veya silikon bazlı malzemeler kullanılmaktadır. Çift tabakalı transfer kaşıkları 1990'lı yıllarda araştırılmaya ve kullanılmaya başlanmıştır (60, 73). Tipik olarak dış katman braket konumlandırmasının stabilitesini sağlamak için sert, iç katman ise transfer kaşığının braketlerden kolay ayrılmasını sağlamak için yumuşaktır (109). Çalışmamızda da Grup 1'de çift tabakalı transfer kaşığı kullanılmıştır. Grup 3 için ise transfer kaşığı yapımında şeffaf silikon ölçü maddesi Memosil (Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) materyali kullanılmıştır. Silikon transfer kaşıkları da indirekt yapıştırma yönteminde kullanılan ve bazı çalışmalarda yüksek konum doğruluğu sunduğu gösterilen transfer kaşıklarındandır (13). Başkent Üniversitesi klinik pratiğinde ve çalışmalarda sıklıkla indirekt transfer kaşığı yapımında kullanılan bu materyalden transfer kaşığı yapımı oldukça pratik bulunmakta ve kısa sürmektedir (110). Braketleme sonrası hasta ağzından uzaklaştırması da oldukça kolaydır. İndirekt braketlemede şeffaf materyallerin kullanımı ışıqla sertleşen rezin kullanımını mümkün kılmaktadır. Lingual ortodontide lingual yüzeylerin morfolojik yapısındaki farklılık nedeniyle indirekt yapıştırma yönteminin kullanımı labial ortodontiden çok daha büyük önem taşımaktadır. Lingual ortodontide de şeffaf silikon transfer kaşık materyalleri sıklıkla kullanılmaktadır (8).

3 boyutlu yazıcılar ilk olarak 1986'da tanıtılmıştır. 3 boyutlu yazıcı teknolojisi özelleştirilebilir olmaktadır, bu da amaca yönelik kişiye özel üretimlere olanak sağlamaktadır. Tüm bu özelliklerinden dolayı 3 boyutlu yazıcılar; diş hekimliğinde, bireyselleştirilmiş braketler, ortodontik modeller ve transfer kaşıkları oluşturmak için sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (111). Çalışmamızda da grup 2 için transfer kaşığı üretiminde bu teknolojiye faydalanılmıştır.

4.3. Çalışma Bulgularının Tartışması

Yapılan analizler sonucunda yatay eksendeki sapmaların medyan değerleri grup 1 için 0,09mm, grup 2 için 0,05mm grup 3 için 0,16mm'dir. Dikey eksendeki sapmaların medyan değerleri ise; grup 1 için 0,16mm, grup 2 için 0,08mm, grup 3 için 0,25mm'dir. Sagittal eksendeki sapmaların medyan değerleri ise; grup 1 için 0,08mm, grup 2 için 0,06mm, grup 3 için 0,08mm'dir. Doğrusal yönde sapmaların ortalaması tüm gruplar için tüm eksenlerde 0,5 mm'den daha küçük ve kabul edilebilir aralıkta çıkmıştır. Bu da önceki çalışmaların bulgularıyla uyumludur (9, 11, 13, 14). YZ düzlemindeki sapmalar; grup 1'de 2,20°, grup 2 'de 1,49 °, grup 3'te 2,65° bulunmuştur. XZ düzlemindeki sapmalar; grup 1'de 2,66°, grup 2 'de 2,34 °, grup 3'te 3,75° bulunmuştur. XY düzlemindeki sapmalar; grup 1'de 1,98°, grup 2 'de 1,74°, grup 3'te 2,68° bulunmuştur. Açısal sapmalar ise doğrusal sapmalara göre daha yüksek değerde bulunmuş ve çoğu değer kabul edilebilir referans değer olan 2 derece üzerinde bulunmuştur. Grup 3'e ait tüm açısal değerler 2 derece üzerindeyken, grup 1 XY (angulasyon) düzlemi üzerinde 1,98 derece; grup 2 XY (angulasyon) düzleminde 1,74 derece, YZ (tork) düzleminde 1,49 derecelik değerle kabul edilebilir açısal sapma değerleri vermiştir. Açısal değerlerin doğrusal değerlerden daha fazla sapma göstermiş olması da literatürde birçok çalışma ile uyumlu bulunmuştur (9, 11, 13, 14). Açısal değerlerde daha fazla sapma olmasının sebeplerinden bir tanesinin, açısal değerlerin ölçümlerinin yapılmasının doğrusal değerlerin ölçümlerinin yapılmasından daha zor olması olduğu düşünülebilir.

3D yazıcı ile yapılmış transfer kaşıklarının konum doğruluğunu araştıran az sayıda çalışma vardır. Zhang ve arkadaşları (10) yaptıkları çalışmada tüm arkı kapsayan ve tek dişi kapsayan 3D yazıcı ile yapılmış transfer kaşıkları ile iç katmanı yumuşak 1 mm'lik dış katmanı 0,6 mm veya 0,8 mm'lik sert plaktan yapılmış transfer kaşıklarını karşılaştırmıştır. Tek dişi kapsayan ya da tüm arkı kapsayan üç boyutlu yazıcı ile yapılmış transfer kaşıkları arasında anlamlı bir fark bulunmazken, dış katmanı 0,6 mm'lik plaktan yapılan çift katmanlı transfer kaşıkları 0,8 mm'lik dış katmana sahip transfer kaşıklarından anlamlı derecede daha iyi bulunmuştur. Tüm arkı kapsayan 3D yazıcı ile hazırlanmış transfer kaşıkları ile dış katmanı 0,6 mm'den oluşan çift katmanlı transfer kaşığı kıyaslandığında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak çalışmada ölçüm yöntemi olarak referans olarak işaretlenen noktalardan kumpasla ölçüm yapılmıştır. Bu da güvenilir bir ölçüm yöntemi değildir.

Niu ve arkadaşları (96) ise yaptıkları çalışmada 3D yazıcı ile yapılmış transfer kaşıklarının vakumla şekillendirilen transfer kaşıklarına kıyasla daha iyi konum doğruluğu sağladığını ve doğrusal kontrolün açısal kontrolden daha üstün olduğunu göstermişlerdir. Aynı zamanda konumsal değerlerin ABO için kabul edilebilir değerler arasında olduğunu ancak açısal değerlerin kabul edilebilir değerleri aştığını göstermiştir. Bu bulgular çalışmamızın bulguları ile uyumludur. Bu çalışmada çift katmanlı transfer kaşığının iç katmanı 2 mm'lik yumuşak plak dış katmanı ise 1,5 mm'lik sert plaktan oluşmaktadır. Ölçümler ise çalışmamızda olduğu gibi GOM Inspect Software programı kullanılarak yapılmıştır. Aynı çalışmada, 3D yazıcı ile hazırlanmış transfer kaşığı grubu ve vakumla şekillendirilmiş transfer kaşığı grubu, sırasıyla %79.6 ve %93.3 oranında oklüzal yöne sapmış transfer hatalarına sahip; sırasıyla %61.1 ve %87.5 meziale doğru; sırasıyla %73,2 ve %61,5 oranında bukkale doğru sapmış braket oranlarına sahip bulunmuştur. Açısal sapmalar için ise belirgin bir yön eğilimi bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda da grup 1, grup 2 ve grup 3 için sırasıyla braketlerin %77,27; %51,14; %67,42'si oklüzal yönde sapma göstermişlerdir. Yine sırasıyla %88,64; %92,05; %85,61'i bukkal yönde sapma göstermişlerdir. Yani bu çalışmayla uyumlu olarak braketler genelde bukkal ve oklüzal yönde sapma göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda bu çalışmadakinin aksine braketlerin mezial distal hareketi yerine sağa ya da sola saptığına bakılmıştır. Bizim çalışmamızda da rotasyon değerleri dışında açısal sapmalarda belirgin bir yönelim bulunmamıştır.

Chaudhary ve arkadaşları (112) yaptıkları çalışmada 3 boyutlu yazıcı ile yazdırılmış transfer kaşıkları ile polivinil siloksandan yapılmış transfer kaşıklarını doğrusal ve açısal yönlerden karşılaştırmışlardır. Dikey ekseninde polivinil siloksandan yapılmış transfer kaşıklarının konum doğrulukları daha yüksek bulunurken diğer tüm doğrusal ve açısal ölçümlerde 3 boyutlu yazıcı ile hazırlanmış transfer kaşıkları daha yüksek konum doğrulukları göstermiştir. 3 boyutlu transfer kaşıkları için dikey eksenindeki bu sapmayı, 3 boyutlu transfer kaşığı ile hazırlanmış transfer kaşıklarının yapıldığı materyalin silikon materyalinden daha az esnek olmasına ve dolayısıyla en ufak bir hatada daha oklüzalde konumlanmasına bağlamışlardır. Braketlerin dikey ekseninde daha oklüzale yapışması çalışmamızın sonuçlarıyla benzerdir. Ayrıca çalışmamızla uyumlu olarak braketlerin çoğu bukkal yönde sapma göstermiştir. Bu çalışmada da her ne kadar 3 boyutlu yazıcı ile yapılmış transfer kaşıkları çoğu doğrusal ve tüm açısal ölçümlerde daha doğru sonuçlar verse de her iki kaşık da klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunmuştur.

Xue ve arkadaşları (11) yaptıkları çalışmada konumlandırma şablonu hazırlamışlardır. Konumlandırma şablonu sayesinde braket pozisyonlarının önceden planlanabildiği bir direkt yapıştırma prosedürü yapılabilmektedir. Bu da çalışmayı ilgi çekici kılmıştır. Bu çalışma sonucunda konumlandırma şablonu ile yapılan braketlemede tüm konumsal ve açısal değerlerin kabul edilebilir aralıkta yerleştirildiği bulunmuştur. Açısal sapmalardan da en düşük açısal sapma tork değerinde bulunmuştur. Bu yöntemin indirekt transfer kaşıklarına alternatif olduğu bildirilmiştir.

Pottier ve arkadaşları (13) ise şeffaf silikondan hazırlamış transfer kaşıkları ile 3D yazıcı ile yazdırılmış transfer kaşıklarını karşılaştırdığı çalışmalarında her iki grubu da klinik olarak kabul edilebilir değerlere sahip bulmuş olsalar da bizim çalışmamızın aksine, silikon (memosil) transfer kaşıklarını konum doğruluğu açısından daha başarılı bulmuşlardır. Bu çalışmada silikon transfer kaşıkları 5 mm'lik kalınlığa sahiptir bizim çalışmamızda ise 3-4 mm kalınlığa sahip yapılmıştır. 3D yazıcı ile yapılmış transfer kaşıklarında da yapan firmaya göre farklılık olabilmektedir. Çalışma sonuçlarındaki farklılıklar metottaki bu farklılıklara bağlı olmuş olabilir. Ayrıca silikon transfer kaşıkları, braketleri bu çalışmada tamamen sarmaktadır bu da braket hareketliliğini azaltmaktadır. Buna karşın 3D yazıcı ile yapılmış transfer kaşıklarının malzeme özelliği nedeniyle braketleri tam olarak kapsaması mümkün değildir. Çapraşıklığın fazla olduğu durumlarda sert transfer kaşıklarına braketleri yerleştirmek daha zor olabilmektedir. Bu çalışma gibi silikon transfer kaşıklarının güvenilir olduğunu gösteren çalışmalar da literatürde mevcuttur (8, 12).

Jungbauer ve arkadaşları (14) yaptıkları çalışmada çapraşıklık miktarına göre transfer kaşığı seçiminin daha doğru olacağını göstermişlerdir. Şiddetli çapraşıklık durumunda yumuşak transfer kaşığı seçimi daha doğru bulunmuştur. Aynı zamanda bu çalışmada mikro-CT kullanımı, 3 boyutlu tarayıcılara göre daha güvenilir bulunmuştur. Bizim çalışmamızın aksine bu çalışmada yapıştırma hatalarından en çok ön diş grubunun etkilendiği bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise en çok molar dişlere ait tüpler etkilenmiştir. Bu fark hem ölçümdeki metot farkından kaynaklanmış olabilir hem de bizim çalışmamızdaki çapraşıklığın tüm modellerde az olmasından kaynaklanmış olabilir. Molar dişlerdeki sapmanın fazla olması transfer kaşıklarının en uç kısmında bulunmasına ve bu bölgede yapıştırma esnasında hareketin daha fazla olmasına bağlanabilir. Ağız içinde bu bölge ulaşılması en zor alan olduğu için bu başarısızlığın artması beklenebilir. Bizim

çalışmamızdaki gibi başka in vitro çalışmalarda da molar dişlerdeki sapmayı daha fazla bulan çalışmalar da vardır. Bu sonuç molar tüpünün dizaynının braketten farklı ve daha hacimli olmasına da bağlı olabilir (9).

Çalışmamızda doğrusal yönde sapma en çok Y ekseninde olmuştur. Bu sapma da yüksek oranda okluzal yönde olmuştur. Bu sonuç da yapılan bazı çalışmalarla uyumludur (8, 12). Genel olarak beklenti braketlerin okluzal yönde sapması yönündedir çünkü transfer kaşıklarının tam oturmayıp bir miktar okluzalde kalması daha olası bir sonuçtur. Ancak bu beklentinin aksine gingivale daha çok sapma gösteren çalışmalar da mevcuttur. Bu da transfer kaşıklarına uygulanan fazla basınç sonucu, kaşığın esnemesinin bir sonucu olabilir(95).

Sagittal yöndeki sapmalar için ise genel olarak beklenti bukkal yönde sapma görülmesidir. Sebebi ise rezine bağlı braket tabanındaki fazlalık ile braketin istenenden bukkale sapmasının daha olası görülmesidir. Bizim çalışmamızda da literatürdeki bazı çalışmalarla uyumlu olarak sapmanın çoğu bukkal yönde olmuştur (96). Ancak tam tersi hareket de görülebilir. Özellikle kişiye özel rezin kaidesi olan braketlerde kumlamanın fazla yapılması sonucu istenenden lingual yönde sapma görülmesi ihtimali vardır.

4.4. Çalışmanın Limitasyonları

Bu çalışmada tek çeşit braket ve tüp markası kullanılmıştır. Farklı braket modellerinde braket tasarım farkına göre indirekt braketleme başarısı değişebilir.

Çalışmada modellerin elde edilmesi için 3 boyutlu tarayıcılar kullanılmış ve elde edilen STL dosyaların karşılaştırılması için de GOM Inspect programı kullanılmıştır. Ancak yapılan bir çalışmada üç boyutlu yazıcılar ile elde edilen modellerin güvenilirliğinin düşük olduğu bulunmuştur ve tarayıcılar yerine mikro-CT'ler daha güvenilir bulunmuştur (14). Ancak mikro-CT kullanımı çalışma maliyetini çok arttırmaktadır ve in-vivo çalışmalar için kullanımı uygun değildir.

Çalışmamız in vitro yapıda bir çalışmadır ve braketlemeler alçı modeller üzerine yapılmıştır. Hasta ağızında tüm ortam değişmekte, tükürük kaynaklı farklı izolasyon sorunları gelişmekte, özellikle posterior dişlerin görülmesi güçlüğüle sağlanmakta ve

braketleme daha zor olabilmektedir. Tüm bunlar braketlerin konum doğruluğunu etkileyebilecek faktörlerdir.

Grup 3'te reçine modeller üzerine memosil ile transfer kaşığı hazırlanıp sonrasında braketlerin yerleştirilmesi, bu grubun başarısı üzerinde etki etmiş olabilir. Braketlemenin sanal ortamda değil alçı model üzerinde yapıp, memosil ile braketlerin alçı modelden birlikte ayrıldığı yöntemde materyal başarısı daha yüksek gözlenebilir. Ancak bu yöntemde kişiye özel kompozit rezin olacağı ve diğer gruplarda braket tabanlarında kişiye özel kompozit rezin bulunmayacağı için, tüm grupları standardize etmek amacı ile memosil grubu da reçine modeller üzerinden elde edilmiştir.

4.5. Klinik Yorumlar ve Öneri

Bu in-vitro çalışmada üç farklı transfer kaşığı çeşidi konum doğruluğu yönünden karşılaştırılmıştır. Grup 2'de üç boyutlu yazıcı yardımı ile elde edilmiş transfer kaşıkları firma tarafından içine braketler yerleştirilerek gönderilmiştir. Ancak kaşıklar çalışmacıya ulaştığında braketlerin çoğu kaşıktan ayrılmış şekilde gelmiştir. Bunun sebebi transfer kaşığının özellikle gingival kısımdan braketleri iyi tutmamasıdır. Buna rağmen bu grubun konum doğruluğunun daha doğru çıkmasının sebebi; transfer kaşığı modeller üzerine yerleştirirken braketleri okluzale itecek bir kuvvet oluşması ve kaşığın braketleri bu yönde iyi kapatması olabilir. Aynı zamanda bu kaşıkların braketleme sırasında modele oturması ve braketleme sonrası modelden ayrılması çok kolay ve kısa sürmektedir. Diğer transfer kaşıklarına göre bu grubun maliyeti fazladır ve klinik kullanımında hekim maliyetini arttıracaktır. Artan maliyete rağmen braket transferinde sağladığı konum doğruluğu ve braketleme sırasında hekime sağladığı kolaylık sebebiyle klinik pratiğinde kullanımı tavsiye edilebilir.

Çalışmamızda doğrusal sapmalar arasında en yüksek değer Y ekseninde olan sapma değerleridir. Bu da literatürdeki çalışmalarla uyumludur (8, 9, 12). Y ekseninde daha fazla sapma olması kaşığın oturtulması sırasında oluşan problemlere bağlı oluşabilir. Çalışmamızda 3 grup için de braketlerin yarısından fazla Y ekseninde yukarı yönde sapma göstermiştir. Bu durum kaşığın yeterince iyi oturmamasına bağlanabilir. Z ekseninde ise braketlerin büyük çoğunluğu 3 grupta da bukkal yönde

yani dışarı doğru olmuştur. Bu sonuç da literatürdeki bazı çalışmalarla uyumludur (9, 12). Bu durum braket tabanlarına gelen rezin kalınlığının bir sonucu olarak yorumlanabilir.

Transfer kaşıklarının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi için daha çok in vitro ve özellikle de in vivo çalışmalara ihtiyaç vardır.



6. SONUÇ

- Üç grupta bulunan transfer kaşıklarının hepsinde doğrusal yönde sapmalar açısal yöndeki sapmalardan daha az ve daha kabul edilebilirdir.
- Üç boyutlu yazıcı ile yapılmış transfer kaşıkları için doğrusal ve açısal sapmalar diğer gruplara göre daha düşük bulunmuştur.
- Molar diş grubundaki sapmalar diğer diş gruplarından daha fazla bulunmuştur.
- Braketlerin yarısından fazlası üç grup için de okluzal ve bukkal yönde sapma göstermiştir.
- Maliyeti fazla olsa da grup 2’de kullanılan üç boyutlu yazıcı ile yapılmış transfer kaşıklarının kullanımı kolay ve konum doğruluğu açısından başarısı yüksektir.

KAYNAKLAR

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849–53.
2. Mewman G V. Bonding plastic orthodontic attachments to tooth enamel. *J NJ Dent Soc.* 1964;35:346–58.
3. Andrews LF. Straight-wire appliance origin, controversy, commentary. *J Clin Orthod.* 1976;10:99–114.
4. McLaughlin RP. Finishing and detailing with a preadjusted appliance system. *JCO.* 1991;4:251–64.
5. Thomas RG. Indirect bonding: simplicity in action. *J Clin Orthod JCO.* 1979;13(2):93.
6. Silverman E, Cohen M. A report on a major improvement in the indirect bonding technique. *J Clin Orthod JCO.* 1975;9(5):270.
7. Suganya S. Measurement and Comparison of Bracket Transfer Accuracy of Five Indirect Bonding Techniques: An In Vitro study. Adhiparasakthi Dental College and Hospital, Melmaruvathur; 2017.
8. 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):607–14.
9. 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.
10. 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):1–8.

11. Xue C, Xu H, Guo Y, Xu L, Dhami Y, Wang H, et al. Accurate bracket placement using a computer-aided design and computer-aided manufacturing-guided bonding device: An in vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2020;157(2):269–77.
12. Schmid J, Brenner D, Recheis W, Hofer-Picout P, Brenner M, Crismani AG. Transfer accuracy of two indirect bonding techniques—an in vitro study with 3D scanned models. *Eur J Orthod*. 2018;40(5):549–55.
13. Pottier T, Brient A, Turpin YL, Chauvel B, Meuric V, Sorel O, et al. Accuracy evaluation of bracket repositioning by indirect bonding: hard acrylic CAD/CAM versus soft one-layer silicone trays, an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2020;24(11):3889–97.
14. Jungbauer R, Breunig J, Schmid A, Hüfner M, Kerberger R, Rauch N, et al. Transfer Accuracy of Two 3D Printed Trays for Indirect Bracket Bonding—An In Vitro Pilot Study. *Appl Sci*. 2021;11(13):6013.
15. Yildirim K, Aydinatay BS. Ortodontide indirekt yapistirma teknigi. *Acta Odontol Turc*. 2016;33(3):153.
16. Miura F, Nakagawa K, Masuhara E. New direct bonding system for plastic brackets. *Am J Orthod*. 1971;59(4):350–61.
17. Zachrisson BU. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod*. 1977;71(2):173–89.
18. Yadav J, Mehrotra P, Kapoor S, Mehrotra R. Basis of orthodontics-bonding—A review. *Int J Dent Sci Res*. 2013;1(1):28–33.
19. Arhun N, Arman A. Effects of orthodontic mechanics on tooth enamel: a review. In: *Seminars in Orthodontics*. Elsevier; 2007. p. 281–91.
20. Garcia-Godoy F, Martin S. Shear strength of ceramic brackets bonded to etched or unetched enamel. *J Clin Pediatr Dent*. 1995;19(3):181–3.
21. Øgaard B, Fjeld M. The enamel surface and bonding in orthodontics. In: *Seminars in orthodontics*. Elsevier; 2010. p. 37–48.

22. Reisner KR, Levitt HL, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: a comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997;111(4):366–73.
23. Goldstein RE, Parkins FM. Air-abrasive technology: its new role in restorative dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1994;125(5):551–7.
24. van Waveren Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prahl-Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;117(1):20–6.
25. Fritz UB, Diedrich P, Finger WJ. Self-etching primers—an alternative to the conventional acid etch technique? *J Orofac Orthop der Kieferorthopädie.* 2001;62(3):238–45.
26. Cacciafesta V, Sfondrini MF, De Angelis M, Scribante A, Klersy C. Effect of water and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional, hydrophilic, and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;123(6):633–40.
27. Tanna N, Kao E, Gladwin M, Ngan PW. Effects of sealant and self-etching primer on enamel decalcification. Part I: an in-vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;135(2):199–205.
28. Türköz Ç, Ulusoy Ç. Evaluation of different enamel conditioning techniques for orthodontic bonding. *Korean J Orthod.* 2012;42(1):32–8.
29. Lindauer SJ, Shroff B, Marshall F, Anderson RHB, Moon PC. Effect of pumice prophylaxis on the bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997;111(6):599–605.
30. Zachrisson BU, Büyükyilmaz T, Graber TM, Vanarsdall RL, Vig WL. *Orthodontics: current principles and techniques.* St Louis Mosby. 2005;579–80.
31. Carlson SK, Johnson E. Bracket positioning and resets: five steps to align crowns and roots consistently. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2001;119(1):76–80.

32. Arnich N, Canivenc-Lavier M-C, Kolf-Clauw M, Coffigny H, Cravedi J-P, Grob K, et al. Conclusions of the French Food Safety Agency on the toxicity of bisphenol A. *Int J Hyg Environ Health*. 2011;214(3):271–5.
33. Akyüz S, Yarat A, Egil E. Bisfenol-A içelikli dental materyallere güncel yaklaşım. *Clin Exp Heal Sci*. 2011;1(3):190–5.
34. Mandall NA, Millett DT, Mattick CR, Hickman J, Worthington H V, Macfarlane T V. Orthodontic adhesives: a systematic review. *J Orthod*. 2002;29(3):205–10.
35. Kiremitçi A, Altıncı P. Self-Etch Adeziv Sistemlerde Güncel Gelişmeler Bölüm I: Farklı Özelliklerde Diş Sert Dokularına Bağlanma Etkinliği. *Hacettepe Diş Hekim Fakültesi Derg*. 2008;32(4):33–48.
36. ATİK E, CİĞER S. Ortodontik bonding işleminde self-etch primer ve konvansiyonel asit-etch tekniklerinin karşılaştırılması. 2014;
37. Kramer PF, Zelante F, Lorenzetti Simionato MR. The immediate and long-term effects of invasive and noninvasive pit and fissure sealing techniques on the microflora in occlusal fissures of human teeth. *Pediatr Dent*. 1993;15:108.
38. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Scribante A, Boehme A, Jost-Brinkmann P-G. Effect of light-tip distance on the shear bond strengths of composite resin. *Angle Orthod*. 2005;75(3):386–91.
39. Ewoldsen N, Demke RS. A review of orthodontic cements and adhesives. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2001;120(1):45–8.
40. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res*. 2000;79(2):709–14.
41. Coups-Smith KS, Rossouw PE, Titley KC. Glass ionomer cements as luting agents for orthodontic brackets. *Angle Orthod*. 2003;73(4):436–44.
42. Sakaguchi RL, Powers JM. Craig's restorative dental materials-e-book. Elsevier Health Sciences; 2012.

43. Schneider LFJ, Cavalcante LM, Consani S, Ferracane JL. Effect of co-initiator ratio on the polymer properties of experimental resin composites formulated with camphorquinone and phenyl-propanedione. *Dent Mater.* 2009;25(3):369–75.
44. Wang WN, Meng C-L. A study of bond strength between light-and self-cured orthodontic resin. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1992;101(4):350–4.
45. O'brien KD, Read MJF, Sandison RJ, Roberts CT. A visible light-activated direct-bonding material: an in vivo comparative study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1989;95(4):348–51.
46. Sfondrini MF, Cacciafesta V, Pistorio A, Sfondrini G. Effects of conventional and high-intensity light-curing on enamel shear bond strength of composite resin and resin-modified glass-ionomer. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2001;119(1):30–5.
47. Eliades T. Orthodontic materials research and applications: part 2. Current status and projected future developments in materials and biocompatibility. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;131(2):253–62.
48. NOMOTO R. Effect of light wavelength on polymerization of light-cured resins. *Dent Mater J.* 1997;16(1):60–73.
49. Gronberg K, Rossouw PE, Miller BH, Buschang P. Distance and time effect on shear bond strength of brackets cured with a second-generation light-emitting diode unit. *Angle Orthod.* 2006;76(4):682–8.
50. Eliades T. Polymerization lamps and photocuring in orthodontics. In: *Seminars in orthodontics.* Elsevier; 2010. p. 83–90.
51. Swanson T, Dunn WJ, Childers DE, Taloumis LJ. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with light-emitting diode curing units at various polymerization times. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;125(3):337–41.
52. Lalani N, Foley TF, Voth R, Banting D, Mamandras A. Polymerization with the argon laser: curing time and shear bond strength. *Angle Orthod.* 2000;70(1):28–33.

53. Thind BS, Stirrups DR, Lloyd CH. A comparison of tungsten-quartz-halogen, plasma arc and light-emitting diode light sources for the polymerization of an orthodontic adhesive. *Eur J Orthod.* 2006;28(1):78–82.
54. Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Comparative bond strength of brackets cured using a pulsed xenon curing light with 2 different light-guide sizes. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002;122(3):242–50.
55. Ward JD, Wolf BJ, Leite LP, Zhou J. Clinical effect of reducing curing times with high-intensity LED lights. *Angle Orthod.* 2015;85(6):1064–9.
56. Silverman E, Cohen M, Gianelly AA, Dietz VS. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1972;62(3):236–44.
57. Pithon MM, Oliveira MV de, Ruellas AC de O, Bolognese AM, Romano FL. Shear bond strength of orthodontic brackets to enamel under different surface treatment conditions. *J Appl Oral Sci.* 2007;15(2):127–30.
58. Kalange JT. Prescription-based precision full arch indirect bonding. In: *Seminars in Orthodontics.* Elsevier; 2007. p. 19–42.
59. Miles PG. Indirect bonding with a flowable light-cured adhesive. *J Clin Orthod.* 2002;36(11):646–7.
60. Hickham JH. Predictable indirect bonding. *J Clin Orthod JCO.* 1993;27(4):215.
61. Kalange JT. Indirect bonding: a comprehensive review of the advantages. *World J Orthod.* 2004;5(4).
62. Kalange JT. Ideal appliance placement with APC brackets and indirect bonding. *J Clin Orthod.* 1999;9:516–26.
63. Karamouzios A, Athanasiou AE, Papadopoulos MA. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: a comprehensive review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997;112(1):34–40.

64. Sondhi A. Precise bracket placement: effective and efficient indirect bonding. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL Orthod Curr Princ Tech 4th ed St Louis Elsevier Mosby. 2005;661.
65. Roth RH. Functional occlusion for the orthodontists part I. J Clin Orthod. 1981;15:1532–51.
66. Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1996;110(3):311–20.
67. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2001;119(5):511–5.
68. Boese LR. Increased stability of orthodontically rotated teeth following gingivectomy in *Macaca nemestrina*. Am J Orthod. 1969;56(3):273–90.
69. Reitan K. Tissue rearrangement during retention of orthodontically rotated teeth. Angle Orthod. 1959;29(2):105–13.
70. Klocke A, Shi J, Kahl-Nieke B, Bismayer U. In vitro evaluation of a moisture-active adhesive for indirect bonding. Angle Orthod. 2003;73(6):697–701.
71. White LW. A new and improved indirect bonding technique. J Clin Orthod JCO. 1999;33(1):17–23.
72. Hodge TM, Dhopalkar AA, Rock WP, Spary DJ. The Burton approach to indirect bonding. J Orthod. 2001;28(4):267–70.
73. Sondhi A. Efficient and effective indirect bonding. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1999;115(4):352–9.
74. Kasrovi PM, Timmins S. A new approach to indirect bonding using light-cure composites. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1997;111(6):652–6.
75. Hocevar RA, Vincent HF. Indirect versus direct bonding: bond strength and failure location. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1988;94(5):367–71.
76. Klocke A, Shi J, Kahl-Nieke B, Bismayer U. In vitro investigation of indirect bonding with a hydrophilic primer. Angle Orthod. 2003;73(4):445–50.

77. 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.
78. White LW. An expedited indirect bonding technique. *J Clin Orthod JCO*. 2001;35(1):36–41.
79. Milne JW, Andreassen 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.
80. Sinha PK, Nanda RS, Ghosh J. A thermal-cured, fluoride-releasing indirect bonding system. *J Clin Orthod JCO*. 1995;29(2):97–100.
81. Schlosser JB, Preston CB, Lampasso J. The effects of computer-aided anteroposterior maxillary incisor movement on ratings of facial attractiveness. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2005;127(1):17–24.
82. Moskowitz EM, Knight LD, Sheridan JJ, Esmay T, Tovilo K. A new look at indirect bonding. *J Clin Orthod JCO*. 1996;30(5):277–81.
83. Collins J. A precise and predictable laboratory procedure for indirect bonding. *J Clin Orthod JCO*. 2000;34(12):702.
84. Cooper RB, Sorenson NA. Indirect bonding with adhesive precoated brackets. *J Clin Orthod JCO*. 1993;27(3):164–7.
85. Matsuno I, Okuda S, Nodera Y. The hybrid core system for indirect bonding. *J Clin Orthod JCO*. 2003;37(3):160–1.
86. Kyung H-M, Park H-S, Sung J-H. The mushroom bracket positioner for lingual orthodontics. *J Clin Orthod JCO*. 2002;36(6):320–8.
87. Buso-Frost L, Fillion D. An overall view of the different laboratory procedures used in conjunction with lingual orthodontics. In: *Seminars in Orthodontics*. Elsevier; 2006. p. 203–10.

88. Hiro T, Iglesia FD, Andreu P. Indirect bonding technique in lingual orthodontics: the HIRO system. *Prog orthod.* 2008;9(2):34–45.
89. Cunningham SJ. *Invisible Orthodontics: Current Concepts and Solutions in Lingual Orthodontics.* By G Scuzzo and Kyoto Takemoto. Pp. 173; 642 illustrations;£ 65. Chicago & London: Quintessence 2003. ISBN 3876521815. 2004.
90. Echarrri P, Kim T-W. Double transfer trays for indirect bonding. *J Clin Orthod JCO.* 2004;38(1):8.
91. Daub J, Berzins DW, Linn BJ, Bradley TG. Bond strength of direct and indirect bonded brackets after thermocycling. *Angle Orthod.* 2006;76(2):295–300.
92. Ciuffolo F, Epifania E, Duranti G, De Luca V, Raviglia D, Rezza S, et al. Rapid prototyping: a new method of preparing trays for indirect bonding. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;129(1):75–7.
93. Gracco A, Tracey S. The insignia system of customized orthodontics. *J Clin Orthod.* 2011;45(8):442–51.
94. Sachdeva RCL. SureSmile technology in a patient-centered orthodontic practice. *J Clin Orthod.* 2001;35(4):245–53.
95. Grünheid T, Lee MS, Larson BE. Transfer accuracy of vinyl polysiloxane trays for indirect bonding. *Angle Orthod.* 2016;86(3):468–74.
96. 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.* 2020;91(1):67–73.
97. 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):92–9.
98. Reichheld SJ, Ritucci RA, Gianelly AA. An indirect bonding technique. *J Clin Orthod JCO.* 1990;24(1):21–4.

99. Craig RG, Powers JM, Wataha JC. Zahnärztliche Werkstoffe: Eigenschaften und Verarbeitung. Elsevier, Urban&FischerVerlag; 2006.
100. Hack GD, Patzelt SBM. Evaluation of the accuracy of six intraoral scanning devices: an in-vitro investigation. *ADA Prof Prod Rev*. 2015;10(4):1–5.
101. Dehurtevent M, Robberecht L, Béhin P. Influence of dentist experience with scan spray systems used in direct CAD/CAM impressions. *J Prosthet Dent*. 2015;113(1):17–21.
102. Anh J, Park J-M, Chun Y-S, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod*. 2016;46(1):3–12.
103. Süpple J, von Glasenapp J, Hofmann E, Jost-Brinkmann P-G, 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.
104. Möhlhenrich SC, Alexandridis C, Peters F, Kniha K, Modabber A, Danesh G, et al. Three-dimensional evaluation of bracket placement accuracy and excess bonding adhesive depending on indirect bonding technique and bracket geometry: an in-vitro study. *Head Face Med*. 2020;16(1):1–10.
105. Heo H, Kim M. The Effects of Orthodontic Brackets on the Time and Accuracy of Digital Impression Taking. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(10):5282.
106. Kim Y-K, Kim S-H, Choi T-H, Yen EH, Zou B, Shin Y, et al. Accuracy of intraoral scan images in full arch with orthodontic brackets: A retrospective in vivo study. *Clin Oral Investig*. 2021;1–9.
107. Casco JS, Vaden JL, Kokich VG, Damone J, James RD, Cangialosi TJ, et al. Objective grading system for dental casts and panoramic radiographs. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1998;114(5):589–99.
108. Armstrong D, Shen G, Petocz P, Darendeliler MA. A comparison of accuracy in bracket positioning between two techniques—localizing the centre of the clinical

- crown and measuring the distance from the incisal edge. *Eur J Orthod.* 2007;29(5):430–6.
109. Nojima LI, Araújo AS, Alves M. Indirect orthodontic bonding-a modified technique for improved efficiency and precision. *Dental Press J Orthod.* 2015;20:109–17.
 110. Pamukcu H, Özsoy ÖP, Dağalp R. In vitro and in vivo comparison of orthodontic indirect bonding resins: A prospective study. *Niger J Clin Pract.* 2018;21(5):614–23.
 111. Groth C, Kravitz ND, Jones PE, Graham JW, Redmond WR. Three-dimensional printing technology. *J Clin Orthod.* 2014;48(8):475–85.
 112. 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.