



T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

DİJİTAL İNDİREKT BONDİNG TEKNİĞİNİN MİKROSIZINTI
VE BAĞLANMA DAYANIMI AÇISINDAN ETKİNLİĞİNİN İN
VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Hasan ÇAVUŞ

Nisan 2019
DENİZLİ

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**DİJİTAL İNDİREKT BONDİNG TEKNİĞİNİN MİKROSIZINTI
VE BAĞLANMA DAYANIMI AÇISINDAN ETKİNLİĞİNİN İN
VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

ORTODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

Hasan ÇAVUŞ

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU

Denizli, 2019

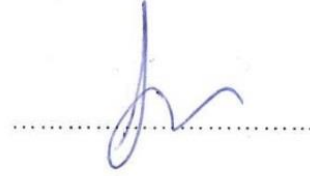
UZMANLIK TEZİ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Öğrencisi Hasan ÇAVUŞ'un Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU yönetiminde uzmanlık tezi olarak hazırladığı "**Dijital İndirekt Bonding Tekniğinin Mikrosızıntı ve Bağlanma Dayanımı Açısından Etkinliğinin İn Vitro Olarak Değerlendirilmesi**" başlıklı bu çalışma, jürimizce Diş Hekimliği Fakültesi Uzmanlık Eğitim Öğretim ve Sınav Yönergesi'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek "**KABUL/RED**" edilmiştir.
17/04/2019

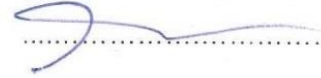
Jüri Başkanı: Prof. Dr. İsmail CEYLAN
Atatürk Üniversitesi



Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU
Pamukkale Üniversitesi



Üye: Doç. Dr. Ali KİKİ
Atatürk Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulu'nun
08.05. / 2019 tarih ve 44. / 4... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hayati Murat AKGÜL

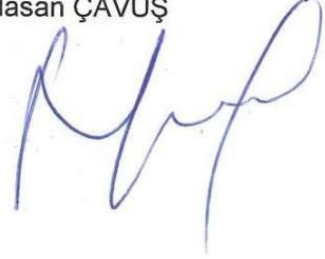
Dekan



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

Öğrenci Adı Soyadı : Hasan ÇAVUŞ

İmza :



ÖZET

DİJİTAL İNDİREKT BONDİNG TEKNİĞİNİN MİKROSIZINTI VE BAĞLANMA DAYANIMI AÇISINDAN ETKİNLİĞİNİN İN VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Hasan ÇAVUŞ

Uzmanlık Tezi, Ortodonti AD

Tez Yöneticisi: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU

Nisan 2019, 75 Sayfa

Çalışmamızın amacı dijital indirekt bonding tekniğinin geleneksel olarak kullanılan bonding yöntemleri ile mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı açısından etkinliğini in vitro olarak karşılaştırmaktır. Çalışmamızda kullanılacak dişler farklı bonding yöntemleri ile braketlenmesi için üç gruba ayrılmış ve her gruptaki dişler mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı değerlendirilmesi için 2 alt gruba bölünmüştür (n=14). Bonding işlemi tamamlanan dişler termal siklus işlemine tabi tutulmuştur. Mikrosızıntı değerlendirilmesi boya çıkarma yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Spektrofotometre cihazı kullanılarak numunelerin absorbans değerleri ölçülmüştür. Bağlanma dayanımı örneklerine sıyırma testi (SBS) uygulanmış ve diş yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı değerlendirilerek AAE skorlaması yapılmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Mikrosızıntı sonuçları açısından grupları karşılaştırdığımızda, dijital indirekt bonding grubunun mikrosızıntı miktarı indirekt bonding grubundan anlamlı derecede düşük bulunurken ($p<0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Bağlanma dayanımı sonuçları incelendiğinde, dijital indirekt bonding grubunun değerleri direkt bonding grubundan anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Tüm gruplardaki bağlanma dayanımı değerlerinin klinik açıdan kabul edilebilir olduğu görülmüştür. Artık adeziv endeks bulguları karşılaştırıldığında dijital indirekt bonding grubu skorlarının diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek olduğu ve bu grupta kopmaların genelde braket-adeziv ara yüzeyinde ve adeziv içerisinde gerçekleştiği görülmüştür ($p<0.05$).

In vitro olarak yapılan bu çalışmada dijital indirekt bonding tekniği ile yapıştırılan braketlerin mikrosızıntı değerleri diğer bonding yöntemlerinden düşük bulunmuştur. Bağlanma dayanımı değerleri klinik kullanım için yeterli olduğundan dijital indirekt bonding tekniğinin klinik uygulamada diğer bonding tekniklerine alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: bağlanma dayanımı, dijital indirekt bonding, mikrosızıntı

Bu çalışma PAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2018DİŞF008).

ABSTRACT

IN VITRO EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF DIGITAL INDIRECT BONDING TECHNIQUE ON MICROLEAKAGE AND BONDING STRENGTH

ÇAVUŞ, Hasan

Speciality Thesis, Orthodontics

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Serpil COKAKOGLU

April 2019, 75 Pages

The purpose of this study was to compare the efficacy of digital indirect bonding technique with conventional bonding methods in terms of microleakage and bond strength. The teeth used in this study were divided into three groups for different bonding methods, and then were divided into 2 subgroups to evaluate microleakage and bond strength (n = 14). After the bonding process, teeth subjected to thermal cycling. Microleakage assessment was performed by dye extraction method. The absorbance values of the samples were measured by using the spectrophotometer. SBS test was applied to the bonding strength samples and adhesive remnant index scoring was performed. Data were analyzed statistically.

When the microleakage results were examined, the amount of microleakage of the dijital indirect bonding group was significantly lower than that of the indirect bonding group ($p < 0.05$) and the differences between the other groups were not statistically significant. When the bond strength results were examined, the values of the digital indirect bonding group were significantly lower than the direct bonding group ($p < 0.05$). The SBS values in all groups were found to be clinically acceptable. When the ARI findings were compared, it was found that the digital indirect bonding group values were significantly higher than the other groups and the bond failure in this group were generally at the bracket-adhesive interface and in the adhesive ($p < 0.05$).

In this in vitro study, the microleakage values of the brackets bonded with the digital indirect bonding technique were found to be lower than the other bonding methods. As the bond strength values are sufficient for clinical use, it is thought that digital indirect bonding technique may be an alternative to other bonding techniques in clinical practice.

Keywords: bond strength, digital indirect bonding, microleakage

This study was supported by Pamukkale University Scientific Research Projects Coordination Unit through project numbers 2018DISF008.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık tez çalışmamın her aşamasında büyük bir sabır ve titizlikle bana yardımcı olan ve yol gösteren, uzmanlık eğitimim süresince değerli bilgilerini ve deneyimlerini benimle paylaşan, daima desteğini hissettiğim çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU'na,

Tez çalışmamın istatistiksel analizinde yardımcı olan Sayın Öğr. Gör. Hande ŞENOL'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca tanımaktan ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm asistan arkadaşlarıma ve anabilim dalımızın diğer çalışanlarına,

Hayatım boyunca benden sevgi ve desteklerini esirgemeyen, beni bu günlere getiren canım annem Emetullah ÇAVUŞ'a ve canım babam Mehmet ÇAVUŞ'a,

Her koşulda yanımda olan, en zor anlarımda büyük sabır ve anlayış gösteren, sevgisini tüm kalbimle hissettiğim, hayat arkadaşım, canım eşim Fatma ÇAVUŞ'a

En içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç.....	2
2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI	3
2.1. Ortodontide Bonding Teknikleri	3
2.1.1. Direkt Bonding Tekniği	3
2.1.1.1. Direkt Bonding Tekniğinin Avantaj ve Dezavantajları.....	3
2.1.2. İndirekt Bonding Tekniği	4
2.1.2.1. İndirekt Bonding Tekniğinin Gelişimi.....	4
2.1.2.2. İndirekt Bonding Tekniğinin Avantaj ve Dezavantajları	5
2.1.2.3. İndirekt Bonding Tekniğinin Laboratuvar Aşamaları.....	7
2.1.2.4. İndirekt Bonding Tekniğinde Rutinde Kullanılan Klinik Yapıştırıcılar	9
2.1.2.5. İndirekt Bonding Tekniğinin Klinik Uygulaması	9
2.1.3. Dijital İndirekt Bonding Tekniği	10
2.1.3.1. Dijital İndirekt Bonding Tekniğinin Gelişimi	10
2.1.3.2. Dijital İndirekt Bonding Tekniğinin Avantajları ve Dezavantajları	11
2.1.3.3. Dijital İndirekt Bonding Tekniğinin Laboratuvar Aşamaları	12
2.2. Ortodontide Mikrosızıntı	13
2.3. Mikrosızıntı Değerlendirme Yöntemleri.....	14
2.3.1. İnvaziv Yöntemler	14
2.3.1.1. Boyama Yöntemi	14
2.3.1.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM) Analiz Yöntemi.....	16
2.3.2. Non İnvaziv Yöntemler	16
2.3.2.1. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT).....	16
2.4. Farklı Bonding Tekniklerinin Mikrosızıntı Üzerine Etkisi.....	16

2.5. Ortodontide Braket Bağlanma Dayanımı	18
2.6. Farklı Bonding Tekniklerinin Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi.....	18
2.7. Hipotez.....	21
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	22
3.1. Etik Kurul Onayı	22
3.2. Örnek Sayısının Belirlenmesi	22
3.3. Örneklerin Toplanması ve Saklanması	22
3.4. Örneklerin Gruplandırılması	22
3.5. Braketlerin Yapıştırılması	23
3.5.1. Direkt Bonding Grubu	23
3.5.2. İndirekt Bonding Grubu.....	25
3.5.3. Dijital İndirekt Bonding Grubu	26
3.6. Termal Siklus Uygulaması.....	29
3.7. Mikrosızıntı Örneklerinin Hazırlanması ve İncelenmesi.....	29
3.8. Bağlanma Dayanımı Örneklerinin Hazırlanması ve İncelenmesi.....	32
3.9. İstatistiksel Yöntem	33
4. BULGULAR	34
4.1. Mikrosızıntı Testine Ait Bulgular	34
4.2. Sıyırma Testine Ait Bulgular	35
4.3. Artık Adeziv Endeks (AAE) Bulguları	36
4.4. Artık Adeziv Endeks (AAE) Bulgularına Ait Görüntüler	37
5. TARTIŞMA.....	40
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
7. KAYNAKLAR.....	54
8. EKLER	61
Ek-1a	61
Ek-1b	62
9. ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Grupların dağılımı	23
Şekil 3.2. Alçı bloklara gömülmüş dişler	24
Şekil 3.3. Direkt bonding grubunda braketlerin yapıştırılması	24
Şekil 3.4. Braketlenmiş direkt bonding grubu örnekleri	25
Şekil 3.5. İndirekt bonding grubu dişlerinin alçı modelleri	25
Şekil 3.6. İndirekt bonding grubunda şeffaf silikon uygulaması	26
Şekil 3.7. Braketlerin sanal ortamda yerleştirilmesi.....	27
Şekil 3.8. Braketlenmiş dişlerin sanal ve plastik görüntüleri.....	27
Şekil 3.9. İndirekt bonding plağının hazırlanması	27
Şekil 3.10. Hazırlanan plakların içerisine braketlerin yerleştirilmesi	28
Şekil 3.11. Dijital indirekt bonding yöntemi ile braketlerin yapıştırılması	28
Şekil 3.12. Çalışmamızda kullanılan termal siklus cihazı	29
Şekil 3.13. Tırnak cilası ile kaplanmış diş	30
Şekil 3.14. Mikrosızıntı örneklerinin asit solüsyonunda bekletilmesi	30
Şekil 3.15. Çalışmamızda kullanılan santrifüj cihazı	31
Şekil 3.16. Çalışmamızda kullanılan spektrofotometre cihazı	31
Şekil 3.17. Çalışmamızda kullanılan instron cihazı	32
Şekil 3.18. Instron cihazına bağlanma dayanımı numunesinin yerleştirilmesi	32
Şekil 4.1. Tüm bonding gruplarına ait mikrosızıntı değerlerinin grafiksel görünümü....	35
Şekil 4.2. Tüm bonding gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin grafiksel görünümü	36
Şekil 4.3. Üç gruba ait AAE skorları grafiği	37
Şekil 4.4. AAE skoru 0 olan dişe ait görüntü.....	38
Şekil 4.5. AAE skoru 1 olan dişe ait görüntü.....	38
Şekil 4.6. AAE skoru 2 olan dişe ait görüntü.....	39
Şekil 4.7. AAE skoru 3 olan dişe ait görüntü.....	39

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Artık Adeziv Endeksi (AAE)	33
Tablo 4.1. Bonding gruplarına ait mikrosızıntı değerlerinin absorbands cinsinden ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri.....	34
Tablo 4.2. Bonding gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin megapaskal cinsinden ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri.....	35
Tablo 4.3. Tüm gruplara ait AAE skorları.....	36



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAE	: Artık adeziv endeksi
Bis-GMA	: Bisfenol a glisidil metakrilat
BT	: Bilgisayarlı tomografi
CAD	: Computer aided design
CAM	: Computer aided manufacturing
cm ²	: Santimetrekare
dk	: Dakika
HEMA	: Hidroksietilmetakrilat
LED	: Light emitting diode
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mm ²	: Milimetrekare
MPa	: Megapaskal
mW	: Miliwatt
N	: Newton
n	: Örnek sayısı
nm	: Nanometre
Ort	: Ortalama
p	: Anlamlılık düzeyi
sn	: Saniye
SS	: Standart sapma
TEGDMA	: Trietilen glikol dimetakrilat
TEM	: Taramalı elektron mikroskobu
UV	: Ultraviyole
W	: Watt
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
°F	: Fahrenheit derece
µm	: Mikrometre

1.GİRİŞ

Günümüzde estetiğe verilen önemin artmasıyla ortodontik tedaviye olan istek de artmaktadır. Ortodonti kliniğinde kuvvet uygulayabilmek için ilk geliştirilen yöntem dişlerin etrafına bantlar yerleştirilmesi olmuştur. 1900'lerin başında molar dişlere vidalarla sıkıştırılan bantlar kullanılmaya başlanmıştır. Sonrasında ise kişiye özel hazırlanan altından yapılmış bantlar gündeme gelmiştir. Altın zaman içinde yerini dişlere özel olarak puntolama yöntemi ile hazırlanan çelik bantlara bırakmıştır. 1960'lı yıllarda ise anatomik olarak tüm dişlere uyabilen hazır paslanmaz çelik bantlar piyasaya sürülmüştür (Karan 2007). Sabit elemanlar olan braketler ve molar tüpler başlangıçta hastanın dişleri üzerine bantlar yardımı ile yapıştırılmıştır. Bu yöntemin en büyük sıkıntısı, bantlar dişlere yapıştırıldığında braketlerin dişler üzerinde her zaman doğru konumda yerleştirilememesidir. 1970'lerde meydana gelen iki gelişme sabit apearelerin geleceğine ışık tutmuştur. Bunlardan birincisi daha detaylı diş hareketi sağlayabilen torklu ve açılı braketlerin geliştirilmesi, bir diğeri ise braketleri dişler üzerine yapıştırırken bantlara ihtiyacı ortadan kaldıran direkt yapıştırma tekniğinin tanıtılmasıdır (Yıldırım ve Aydınatay 2016).

Direkt yapıştırma tekniğinin geliştirilmesiyle braketleme için klinikte harcanan zaman kısalmış, braketlerin bantlara göre diş üzerinde daha az yer kaplaması sonucu hem daha estetik hem de daha hijyenik bir ortodontik tedavi uygulama şansı elde edilmiştir (Yıldırım ve Aydınatay 2016). Ancak arka dişlere ulaşımın güçlüğü ve bu dişleri doğrudan görmenin mümkün olmaması gibi nedenlerle özellikle bu bölgelerde braketlerin doğru konumlandırılmaması problem olmayı sürdürmüştür. Bu probleme çözüm olarak, braketlerin daha uygun ve doğru konuma yerleştirilebilmesi amacıyla indirekt yapıştırma tekniği geliştirilmiştir. Bu teknik iki aşamalı olup; birinci aşamada hastadan elde edilen modeller üzerinde braketler konumlandırılıp transfer kaşıklar oluşturulmakta, ikinci aşamada ise transfer kaşığı yardımı ile braketler diş yüzeyine yapıştırılmaktadır (Silverman vd 1972).

Teknoloji alanındaki gelişmeler ile birlikte bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemleri diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmış ve tedaviler üzerinde büyük etkiler yaratmıştır. Ortodonti alanına bu ileri teknolojinin girmesi ile özellikle komplike hastalarda tanı ve tedavi kolaylaşmıştır (Miyazaki vd 2009). Dijital ortodonti alanındaki

gelişmelere bağlı olarak indirekt bonding tekniğinin bazı aşamalarının dijital ortama aktarılması ile taşıyıcı kaşıkların üretim şekli değişmiştir (Wiechmann vd 2003, Garino ve Garino 2005, Rheude vd 2005, Ciuffolo vd 2006). Ortodontide yakın zaman içinde tanıtılan dijital indirekt bonding tekniği ile hastadan ölçü alınmadan bonding için gereken transfer kaşıkların üretimi dijital ortamda yapılabilmekte üstelik zaman alan hassas laboratuvar aşamalarına gerek kalmamaktadır. Bu yeni yöntem ile ilk önce hastanın dişleri ağız içi tarama cihazı ile taranır ve hasta ağzının dijital görüntüsü elde edilir. İlgili bilgisayar yazılımı kullanılarak bu görüntüler üzerine sanal ortamda braketler yerleştirilir. Daha sonra üç boyutlu yazıcı vasıtası ile braketlenmiş dişlerin plastik modeli elde edilir ve son olarak bu model üzerinde plak hazırlanarak bonding için gereken aşamalar tamamlanmış olur (www.ca-digit.com).

Yapılan literatür incelemesinde konvansiyonel bonding yöntemi ve indirekt bonding yöntemi kullanılarak mikrosızıntı ve bağlanma dayanımını değerlendiren çalışmalara rastlanmıştır (Yi vd 2003, Klocke vd 2003, Polat vd 2004, Daub vd 2006, Linn vd 2006, Öztürk vd 2009, Yagci vd 2010, Swetha vd 2011, Öztürk vd 2016, Demirovic vd 2018). Ancak dijital indirekt bonding yöntemi kullanılarak mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı değerlendiren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Literatürde yalnız bir çalışmada dijital indirekt bonding yönteminin braket bağlanma dayanımı üzerine etkisinin incelendiği görülmüştür. (Sha vd 2018). Bu tez çalışması ile dijital indirekt bonding yönteminin mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı üzerine olan etkileri incelenerek literatürdeki eksikliğin giderilmesi amaçlanmaktadır.

1.1. Amaç

Çalışmamızın amacı, ortodontide yakın zamanda tanıtılan dijital indirekt bonding yöntemi ile geleneksel olarak kullanılan bonding yöntemlerini mikrosızıntı ve braket bağlanma dayanımı açısından karşılaştırmaktır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Ortodontide Bonding Teknikleri

2.1.1. Direkt Bonding Tekniği

Buonocore (1955), mine yüzeyini %85'lik fosforik asit ile pürüzlendirmenin minenin bağlanma gücünü arttırdığını bildirdikten sonra braketlerin doğrudan dişler üzerine yapıştırılması ilk olarak Newman tarafından denenmiştir. Newman, fosforik asit ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyine braketlerin epoksi rezin yardımıyla yapıştırılabileceğini belirtmiştir (Newman 1965). Miura ise 1970'lerin başında polikarbonat plastik braketleri asitlenmiş mine yüzeyine restoratif dolgu materyali ile yapıştırmayı denemiştir (Miura vd 1971).

Büyük bir hasta grubu üzerinde direkt yapıştırma tekniğinin uygulanması ve tüm ortodontik tedavi süreci ve sonrasının ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi ise ilk olarak Zachrisson tarafından 1977 yılında gerçekleştirilmiştir (Zachrisson 1977).

Direkt bonding tekniğinin geliştirilmesiyle braketlerin yapıştırılması için hasta başında harcanan zaman kısalmış, braketlerin bantlara göre daha az yer kaplaması ile daha estetik ve hijyenik bir ortodontik tedavi uygulama şansı elde edilmiştir (Yıldırım ve Aydınatay 2016). Ayrıca direkt bonding tekniğinde kullanılan kimyasal polimerize olan rezinlere alternatif olarak üretilen ışıkla polimerize olan rezinler, uzun olan çalışma süreleri sayesinde braketleme sırasında bir diş üzerine yerleştirilen braketin konumunun doğruluğunu kontrol etmek için ortodontiste daha fazla zaman kazandırmıştır. Ancak posterior dişleri doğrudan görmek mümkün olmadığı için braketleri bu dişlere uygun ve doğru bir şekilde yerleştirmek sorun oluşturmuştur (Yıldırım ve Aydınatay 2016).

Rutinde kullanılan direkt bonding tekniği; diş yüzeyinin temizlenmesi, nem kontrolü, mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi, primer uygulanması ve braketin diş yüzeyine uygulanması aşamalarını içermektedir (Proffit 1993).

2.1.1.1. Direkt Bonding Tekniğinin Avantaj ve Dezavantajları

Direkt bonding tekniğinin avantajları (Zachrisson ve Büyükyılmaz 2005):

- Braket seviyeleri daha kolay ve doğru ayarlanabilir.

- Bantlama öncesi gerekli olan separasyon işlemine gerek yoktur.
- Erüpsiyonu tamamlanmamış dişlere de uygulanabilir.
- Uygulaması kolay ve hızlıdır.
- Tedavi bitiminde bantlardan kaynaklı boşluklar oluşmaz.
- Bantlar ile kıyaslandığında hastalar tarafından kabulü daha kolaydır.
- Bantlara kıyasla irritasyon oluşumu daha azdır.
- Hareket eden bantların altında oluşan dekalsifikasyon sorunu yoktur.
- Bantlara kıyasla daha estetikler.
- Stripping yapılmasına imkan tanır.

Tekniğin bazı dezavantajları da mevcuttur (Zachrisson ve Büyükyılmaz 2005):

- Tutuculukları bantlara kıyasla daha azdır.
- Debonding işlemi esnasında minede kırık ve çatlaklar oluşabilir.
- Kullanılan adezive bağlı olarak sitotoksik ve alerjik etkiler görülebilir.
- Debonding esnasında diş yüzeyinde kalan adeziv artıklarının temizlenirken minenin flor bakımından en zengin tabakası zarar görebilir.

2.1.2. İndirekt Bonding Tekniği

2.1.2.1. İndirekt Bonding Tekniğinin Gelişimi

İndirekt bonding tekniği, ortodontik braketlerin veya ataçmanların transfer kaşıklar yardımıyla çalışma modellerinden taşınarak dişler üzerine bonding işleminin yapıldığı bir tekniktir (Kalange 2004). Bu teknik ilk kez Silverman ve Cohen tarafından 1972 yılında tanıtılmıştır. Araştırmacılar ilk başta braketleri model üzerine tutturmak için siman, transfer kaşıkları için ise termoplastik malzeme kullanmışlardır (Silverman vd 1972). Aynı araştırmacılar ilerleyen yıllarda farklı rezinler kullanarak bu tekniği geliştirmiş ve 1975'te ışıkla polimerize olan adezivler kullanarak çalışma süresini uzatmışlardır (Silverman ve Cohen 1975). Daha sonra Thomas tarafından braketler alçı model üzerine karamel kullanılarak tutturulmuş, ardından indirekt bonding transfer kaşıkları yapılmış ve braketlerin diş yüzeyine yapıştırılmasında kimyasal polimerize olan rezin kullanılmıştır (Thomas 1979). Ancak braketler etrafında fazla miktarda taşkın rezin oluşmuş ve bunların temizlenmesi için fazladan zaman gerektiği görülmüştür. Bu olumsuzlukları elimine etmek için araştırmacı "custom base indirekt bonding tekniği"ni geliştirmiştir. Bu tekniğe göre braketler model üzerine kimyasal polimerize olan Bis-GMA rezin ile tutturulduktan sonra aktarma kaşıkları oluşturulmaktadır. Bonding aşamasında diş yüzeyine universal rezin, braket tabanına ise katalizör rezin sürülerek aktarma kaşığı dişler üzerine yerleştirilmektedir. Bu yöntemin en büyük dezavantajı

kimyasal polimerizasyonun hasta ağızında başlamasıdır. Polimerizasyon tamamlanmadan kaşığın çıkartılması braketlerde kopma riski oluşturmaktadır. Aynı zamanda kaşığın uzun süre hasta ağızında tutulması hasta konforu için uygun değildir. Bu sorunların üstesinden gelmek için daha sonrasında “modifiye Thomas tekniği” geliştirilmiştir (Miles 2000). Bu teknikte katalizör ve universal rezin ağız dışında karıştırılarak diş yüzeyine ve braket tabanına sürülerek polimerizasyon işlemi güvence altına alınmıştır. Ayrıca polimerizasyon ağız dışında başladığı için indirekt bonding kaşığının ağızda kalma süresi kısaldığından hasta konforu da arttırılmıştır (Pamukçu 2016).

Ardından 1980’lerin başında ısı ile polimerize olan adezivler kullanılmaya başlanmıştır. Braketlerin tutturulduğu çalışma modelleri 250-300°F’de yaklaşık 15-20 dakika ısıtılarak rezinlerin sertleşmesi sağlanmıştır. Ancak bu prosedürde braketler ideal yerlerinden kaymış ve bu yüksek sıcaklıkların seramik olmayan estetik braketler gibi bazı malzemeler için uygun olmadığı görülmüştür (Kasrovi vd 1997).

Hamula 1990’larda ışık ile polimerize olan adezivler üzerinde çalışmış ve bu adezivlerin avantajlarını rapor etmiştir (Hamula 1991). Daha sonra Miles tarafından 2002 yılında geliştirilen akışkan kompozit (FiltekFlow®, 3M ESPE, St.Paul, MN, ABD) indirekt bonding prosedürüne dahil edilmiştir. Bu sayede braket tabanı altında boşluk oluşma riski azaltılmış ve kompozitin iyi bir şekilde dağılımı sağlanmıştır (Miles 2002).

Teknolojideki ilerlemeler ve geliştirilen malzemelerin yardımı ile indirekt bonding tekniği büyük oranda gelişim göstermiştir. Ancak tüm gelişmelere rağmen indirekt bonding tekniğinin, ortodontistler arasında direkt bonding tekniği kadar yaygın olarak kullanılmadığı görülmüştür (Keim vd 2002).

2.1.2.2. İndirekt Bonding Tekniğinin Avantaj ve Dezavantajları

İndirekt bonding tekniğinin direkt bonding tekniğine göre avantajları klinik, teknik ve ergonomik olmak üzere üç başlık altında incelenebilir (Demir 2007):

a) Klinik avantajları

- Braketleme randevusunun kısa sürmesi: Hekimin hasta başında braket konumuna karar vermesi gerekmediği için braketleme randevusu daha kısa sürmektedir (Kalange 1999). Ayrıca molar dişlerde ideal yerlerine tüpler de yerleştirilebildiği için bant ve öncesinde gerekli olan seperasyon işlemine de gerek kalmaz. Böylece hasta konforu da artar.
- Daha doğru aşırı düzeltim (overcorrection) ayarlanabilmesi: Direkt bonding yönteminde braketlerin yerleştirilmesi esnasında overcorrection gereken dişleri belirlemek ve braketleri bu dişlere yerleştirmek zor olabilir. İndirekt bonding

yönteminde bu dişleri belirlemek ve braket konumlarını ayarlamak daha kolaydır.

- Seramik braketler ile daha kolay çalışma imkanı sağlaması: Seramik braketlerin yapışma özelliklerinden dolayı yeniden konumlandırılmaları güçtür (Pamukçu 2016). Ayrıca kapanışta karşı çenedeki dişler ile primer temasa geçerse o dişlerde aşınma yapabilirler (Viazis vd 1990, Karamouzos vd 1997). İndirekt bonding ile bu primer temaslar oluşmayacak şekilde braketler model üzerinde konumlandırılarak aşınmaların önüne geçilebilir.
- İç/Dış -In/Out kontrolünün daha iyi yapılabilmesi: Braket tabanındaki kompozit kalınlığı eşit olmadığına dişlerde labiolingual yönde seviye farklılıkları ve arkta kırıklar oluşabilmektedir. Bu düzensizlikleri elimine etmek için ya braketler yeniden konumlandırılır ya da ikinci düzen bükümler yapılır. İndirekt bonding ile braketler alçı model üzerinde konumlandırılırken baskı uygulanarak braket tabanında homojen bir rezin tabakası oluşturulmakta ve kontak düzensizliklerinin önüne geçilebilmektedir (Demir 2007).
- Düzgün sıralanmış dişlerin konumlarının korunması: Bazı hastalarda posteriodaki dişler düzgün sıralanmış ve iyi bir kapanışta olabilir. Direkt bonding yönteminde yetersiz görüş nedeni ile braketler ideal yerlerine yerleştirilemezlerse bu dişlerin konumları bozulabilir. İndirekt bonding yöntemi ile model üzerinde braketler yerleştirilirken düz bir tel kullanılarak braketlerin slotları aynı düzlemde yerleştirilebilir. Böylece diş grubunun istenmeyen hareketlerinin önüne geçilmiş olur (Demir 2007).

b) Teknik avantajları

- Temporomandibular eklem sağlığının korunması: Roth 1981 yılında yayınladığı makalede diş pozisyonları ile temporomandibular eklem sağlığı arasındaki etkileşimden bahsetmiştir. Erken oklüzal kontakların dişlerde ve eklemden uygun olmayan kuvvetler oluşturduğunu belirtmiştir (Roth 1981). İndirekt bonding tekniği ile braketler ideal yerlerine yerleştirildiğinde uygun olmayan oklüzal kontaklar elimine edilir. Böylece TME rahatsızlıkları, kök rezorpsiyonu ve tedavinin uzaması gibi riskler azalabilir (Roth 1981, Proffit 1993, Bennett ve McLaughlin 1998).
- Daha az kök rezorpsiyonu ve akordeon hareketinin azalması: Ortodontik tedavi esnasında görülen kök rezorpsiyonlarının etiolojileri arasında en sık görülenler horizontal düzlemde dişin hareket etme miktarı, oklüzal erken temaslar ve hipermobilitedir (Baumrind vd 1996, Bennett ve McLaughlin 1998). İndirekt bonding tekniği ile braketler en başta doğru yerlere yerleştirildiği için tedavinin bitim aşamasında daha az diş hareketine ihtiyaç duyulur. Ayrıca dişlerin final

pozisyonuna erkenden ulaşmaları ile oklüzal erken temaslar, akordeon hareketleri ve kök rezorbsiyon riskleri de azalmış olur (Demir 2007).

- Tedavi stabilitesinin artırılması: Ortodontik tedavinin en büyük hedeflerinden birisi tedavi sonuçlarının kalıcılığıdır. Nihai diş pozisyonlarının kalıcı olması dişeti fibrillerinin yeterince reorganize olmasına bağlıdır. Aktif tedavi esnasında dişler ne kadar çabuk final pozisyonlarına gelirlerse geri bozulma da o kadar az beklenir (Reitan 1959). İndirekt bonding ile braketler en başta doğru konumlandırıldığı için dişler final pozisyonlarına hızlıca eriştiğinden dişeti fibrillerinin reorganizasyonu için gereken süre uzamış olur. Sonuç olarak nüks ihtimali de azalır (Kalange 2004).

c) *Ergonomik avantajları*

- Hasta konforunda artış: İndirekt bonding yönteminde braketleme seansı kısa sürdüğü için hasta daha az yorulur. Ayrıca işlem kısa sürdüğü için tükürük ile kontaminasyon riski azalır (Kalange 1999).
- Hekim sağlığının korunması: İndirekt bonding yönteminde braketlerin dişlere yapıştırılması aktarma kaşıkları ile hızlıca yapıldığı için hekimin braketleri tek tek yapıştırmasında maruz kaldığı uzun süreli duruş bozuklukları olmamaktadır.

Tekniğin avantajları yanı sıra birtakım dezavantajları da bulunmaktadır (Thomas 1979, Kasrovi vd 1997, Sondhi 1999, Zachrisson ve Büyükyılmaz 2005):

- Laboratuvar aşamasında hassasiyet gerektirir.
- Fazladan ölçü alınması gereklidir.
- Hastanın katı gıdalar çiğnemesine bağlı olarak arka gruptaki ataçmanların kopma olasılığı daha yüksektir.
- Klinik kron boyu kısa olan dişlerde bu tekniği uygulamak zor olabilmektedir.
- Proksimal bölgelerde oluşan taşkın adeziv nedeni ile kişinin hijyeni kötü etkilenebilir.
- Transfer kaşığının uyumu tam olmalıdır. Kaşığının uyumu iyi değilse braketler dişlere yanlış konumda yapışabilir.
- Adeziv taşkınlıklarının temizlenmesi zor olabilir ve fazladan zaman gerektirebilir.

2.1.2.3. İndirekt Bonding Tekniğinin Laboratuvar Aşamaları

İndirekt bonding prosedürü ile ilgili birçok farklı teknik mevcuttur. Bunların çoğu Thomas'ın geliştirdiği indirekt bonding tekniğinin modifikasyonlarıdır. Bu teknikler arasındaki temel farklılıklar; braketleri modellere tutturmak için kullanılan adezivler, transfer kaşıkları ve braketlerin diş yüzeyine yapıştırılmasında kullanılan adezivlerden kaynaklanmaktadır (Zachrisson ve Büyükyılmaz 2005, Sondhi 2007).

Bonding kaşıklarının hazırlanması esnasında takip edilecek aşamalar (Sondhi 2007):

1. Hastadan alınan aljinat ölçü ile çalışma modelleri oluşturulur. Model dikkatlice trimlenerek küçük boşluklar doldurulur. Hava kabarcıkları kazınır.
2. İnce bir tabaka izolan sürülerek modelin kuruması için yaklaşık bir saat beklenir.
3. Adeziv kaplı braket (APC) kullanılacaksa, braketler ambalajından çıkartılarak model üzerinde konumlandırılır. APC braketler kullanılmayacaksa ışık ile polimerize olan Transbond XT (3M, Monrovia, CA, ABD) adeziv kullanılarak braketler model üzerine yapıştırılır.
4. Tüm braketler yerleştirildikten sonra braketler etrafındaki taşkın adezivler temizlenir. Braketlerin son pozisyonları hekim tarafından kontrol edilir.
5. Tüm braketlerin pozisyonları kontrol edildikten sonra modeller polimerizasyon ünitesinde (Triad 2000, Dentsply International, Inc., York, PA, ABD) 10 dakika bekletilerek adezivin polimerizasyonu sağlanır. Rezinin polimerizasyonu aslında daha kısa sürmektedir. Ancak alçı model ile braketler arasında ışık erişimi sınırlı olduğundan tam bir polimerizasyonun gerçekleşebilmesi için modelin daha fazla süre tutulması gerekmektedir.
6. İndirekt bonding kaşıklarının üretimine başlamadan önce braket hookları gibi önemli andırkat alanlarının blok-out materyali veya mum ile doldurulması önerilir.
7. Blok-out sonrası kaşık yapımına başlanır. Bu işlem için vakumlu essix cihazı (Biostar, Great Lakes Orthodontics, Tonowanda, NY, ABD) kullanılır. Kalınlığı bir mm olan termoplastik ısıyla şekillendirilen materyal (Bioplast, Great Lakes Orthodontics, Tonowanda, NY, ABD) ve üzerine bir mm kalınlığında plaklar (Biocryl, Great Lakes Orthodontics Tonowanda, NY, ABD) kullanılarak kaşıkların üretimi gerçekleştirilir. Kaşıkların sert dış kenarları şekillendirilerek hastayı rahatsız etmemesi sağlanır.
8. Biostar ünitesi yoksa uygun silikon malzemeler kullanılarak transfer kaşıkları yapılabilir. Silikon ilk önce braketlerin üzerini kaplayacak şekilde sürülür. Daha sonra dişlerin oklüzal ve lingual yüzeylerini içerecek şekilde kaşık oluşturulur.
9. Kaşıklar modelden çıkartılır ve bir frez yardımı ile bölümlenir. Polimerize olmamış rezin ihtimali düşünülerek kaşıklar polimerizasyon ünitesinde birkaç dakika daha bekletilir.
10. Braket tabanlarında izolan artıklarının kalıp kalmadığı kontrol edilir. Alüminyum oksit kumlama yardımıyla (50 µm) braket tabanları kumlanır. Bu işlem

esnasında braket tabanındaki rezinin kaldırılmamasına özen gösterilmelidir. Adeziv custom tabanında parmak teması sonucu herhangi bir kontaminasyon oluşmuşsa taban deterjan kullanılarak yıkanır, bol su ile durulanıp kurutulur. Braket tabanındaki kompozitin aseton ile silinmesi önerilmemektedir.

2.1.2.4. İndirekt Bonding Tekniğinde Rutinde Kullanılan Klinik Yapıştırıcılar

2000'li yılların başına kadar indirekt bonding tekniği için özel olarak geliştirilmiş bir klinik yapıştırıcı bulunmamakta ve indirekt bonding için direkt bonding tekniğinde kullanılan klinik rezinlerden yararlanılmaktaydı (Pamukçu 2016).

İlk kez Sondhi tarafından indirekt yapıştırma tekniğine özel kimyasal yolla polimerize olan bir klinik rezin (Sondhi Rapid Set, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) geliştirilmiştir (Pamukçu 2016). Bu set içinde rezin A ve rezin B olmak üzere likit formda iki ayrı rezin mevcuttur. Bu yeni rezinin özelliği viskozitesinin arttırılmış olmasıdır. Yaklaşık olarak %5 oranında ince partiküllü silika eklenerek yoğunluğu arttırılan bu rezin, braket tabanındaki kompozit kaide ile diş yüzeyi arasındaki küçük düzensiz boşlukları doldurmaktadır. Ayrıca rezinin 30 saniyede polimerize olması ile indirekt bonding kaşığının ağızda uzun süre tutulmasına da gerek kalmamaktadır.

İndirekt bonding için geliştirilen bir diğer yapıştırıcı ise Custom IQ (Reliance Orthodontics, Itasca, IL, ABD) materyalidir. Bu sistemde braketleri model üzerine yapıştırmak için ısı ile polimerize olan adeziv (Therma Cure, Reliance Orthodontics, Itasca, IL, ABD) kullanılmaktadır. Hazırlanan kaşık içerisindeki braketlerin mine yüzeyine yapıştırılmasında ise kimyasal polimerize olan rezinler ile birlikte yapıştırma gücünü arttırmak için ilave bir rezin (Enhance, Reliance Orthodontics, Itasca, IL, ABD) uygulanmaktadır (www.relianceorthodontics.com).

Yakın zamanda yine 3M firması tarafından indirekt bonding için kimyasal yolla polimerize olan başka bir klinik rezin geliştirilmiştir. Transbond IDB adı ile piyasaya sürülen bu kitin içeriğinde iki likit mevcuttur. Bonding aşamasında bu iki likit karıştırılarak mine yüzeyine ve braket tabanındaki kompozit kaideye sürülür, ardından bonding kaşığı hasta ağızına yerleştirilerek polimerizasyon tamamlanıncaya kadar hafif parmak basıncı uygulanır. Firma tarafından laboratuvar aşamasında braketlerin yapıştırılması için ışık ile polimerize olan Transbond XT rezin kullanılması önerilmektedir (www.3m.com.tr).

2.1.2.5. İndirekt Bonding Tekniğinin Klinik Uygulaması

İlk hazırlık aşamasında hasta koltuğa oturtulur ve diş yüzeyleri pomza kullanılarak temizlenir. Ardından diş yüzeyleri su ile iyice yıkanır. Hastaya bonding

kaşıkları gösterilir ve prosedür hakkında bilgilendirme yapılır. Eğer bant yapılması gerekiyorsa bu işlem indirekt bonding sonrasında gerçekleştirilir.

Bonding aşamasında aşağıdaki basamaklar takip edilir (Sondhi 1999, 2007):

1. Hastaya bonding aşamasında öncelikle kaşığın tek parça mı yoksa bölümlenerek mi kullanılacağına karar verilmelidir. Bu karar esasen mümkün olan izolasyon derecesine bağlıdır. Ayrıca şiddetli çapraşıklık olan durumlarda kaşığın bölümlenmesi kolaylık sağlayacaktır.
2. Yeterli izolasyon sağlandıktan sonra hava spreyi kullanılarak dişler kurutulur.
3. Asit, diş yüzeylerine sürülerek 30 saniye beklenir.
4. Su ile 15 saniye boyunca asit yıkanır ve hava ile diş yüzeyi kurutulur.
5. Pamuk rulolar yerleştirilerek izolasyon sağlanır.
6. Klinisyen, bonding için neme duyarız primer kullanmaya karar verirse mine yüzeyine bir tabaka primer sürülür ve yaklaşık 3-5 saniye hava ile kurutulur. Eğer klinisyen tarafından neme duyarız primer kullanılmayacak ve bonding sadece rezin ile yapılacaksa diş yüzeyindeki tüm nem kurutularak minede opak ve mat bir görüntü elde edilir. Opak görüntü oluşmazsa 15 saniye daha asit uygulaması yapılır.
7. Kullanılacak rezin set, diş ve braket tabanlarına sürülür. Rezin A diş yüzeyine, rezin B braket tabanına fırça ile uygulanır.
8. Mine yüzeyine fazla miktarda rezin sürülürse fırça ile fazlalık alınır.
9. Kaşık dişler üzerine yerleştirilir. Oklüzalden ve bukkalden 30 saniye parmak basıncı uygulanır. Devamında iki dakika beklenecek rezinin tam polimerizasyonuna izin verilir.
10. Skaler kullanılarak bonding kaşığı çıkartılır. Ara yüzeyler ve braketler etrafındaki fazla rezin yine skaler yardımı ile temizlenir. Son olarak diş ipi ile tüm kontakların açık olduğu kontrol edilir.

2.1.3. Dijital İndirekt Bonding Tekniği

2.1.3.1. Dijital İndirekt Bonding Tekniğinin Gelişimi

Bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM) sistemleri, son yıllarda dental tedavilerin etkinliği ve doğruluğu üzerinde büyük etkiler yaratmıştır (Miyazaki vd 2009). CAD/CAM sistemleri, üretim sürelerinin kısalmasıyla birlikte yüksek kalitede diş hekimliği ürünlerinin üretiminin kolaylaştırılmasını sağlar. Bununla birlikte CAD/CAM işlemlerini içeren ileri teknoloji prosedürleri hata payını azaltmaya yardımcı olur (Davidowitz ve Kotick 2011).

Teknoloji alanındaki ilerlemeler ile birlikte ortodontide bonding teknikleri de gelişmeye devam etmiştir. SureSmile™ (OraMetrix, Richardson, Tex, ABD), 1998'de tanıtılan ancak 2005'e kadar ticari olarak piyasaya sürülemeyen bilgisayar destekli bir tedavi konseptidir. Bu yöntemde dişler ağız içi tarayıcı ile taranarak üç boyutlu görüntüler elde edilir ve braketler bu görüntüler üzerine konumlandırılarak indirekt bonding transfer kaşıkları hazırlanır ve bu bireysel kaşıklar yardımıyla bonding işlemi gerçekleştirilir. (Sachdeva vd 2005).

Dijital indirekt bonding yöntemini kullanan bir diğer yaklaşım olan Insignia (Ormco Corp. Orange, CA, ABD) da ise hastadan ağız içi tarayıcı ile elde edilen üç boyutlu imaj üzerinde dijital set-up yapılır. CAD/CAM tekniği ile tasarım gerçekleştirilir ve bireysel braketler üretilir. Bu braketlere özel tek diş kaşıklarının üretimi yine bilgisayar ortamı aracılığıyla yapılmaktadır. Hekimlerin talebine göre bu kaşıklar üç veya dört diş kapsayacak şekilde üretilebilmektedir. Üretilen bireysel kaşıklar kullanılarak braketleme işlemi gerçekleştirilir (Gracco ve Tracey 2011).

2.1.3.2. Dijital İndirekt Bonding Tekniğinin Avantajları ve Dezavantajları

Dijital indirekt bonding tekniğinin birtakım avantajları mevcuttur (www.ca-digit.com)

1. Yüksek hassasiyetli sanal planlama ile braketler ideal pozisyonlarına yerleştirilebilir.
2. Braketler en başta mükemmel doğrulukla yerleştirildiği için hastaların tedavisi kesinlikle planlamaya göre ilerler.
3. Bireysel kaşıklar ile bonding işlemi, direkt bonding yöntemine göre daha kolay ve pratiktir.
4. Bonding kaşıkları bölünerek tek diş kaşıkları olarak tekrar kullanılabilir.
5. Bukkal ve lingual tedaviler için bonding kaşıkları üretilebilmektedir.

Direkt bonding yöntemi ile kıyaslandığında, bu yöntem klinisyenin her diş üzerindeki braket pozisyonunu kontrol edebilmesi için gerekli olan zamanın tasarrufuna yardımcı olabilir (Ciuffolo vd 2006). Geleneksel indirekt bonding yöntemi ile kıyaslandığında bu yeni tekniğin temel avantajları, üretim aşamalarındaki azalma ve CAD/CAM teknolojilerinin sunduğu braket konumlandırma optimizasyonudur (Mayhew 2005, Ciuffolo vd 2006). Her ne kadar tatmin edici tedavi sonuçları bildirilmiş olsa da CAD/CAM ve geleneksel indirekt bonding yöntemlerinde braket konumlandırılma farklılıkları olduğu da söylenmiştir (Matthew vd 2011).

Mevcut avantajları dışında tekniğin bazı dezavantajları da mevcuttur:

1. İndirekt bonding kaşıklarının üretilebilmesi için hastadan fazladan ölçü alınması veya ağız içi tarama yapılması gerekmektedir.
2. Bonding esnasında kaşıklar yerleştirildiğinde braketin etrafındaki taşkın rezinler kısmen temizlenebilmektedir. Temizlenemeyen artık rezinlerin, polimerizasyon işlemi sonrasında mikromotor kullanılarak tungsten karpid frez ile temizlenmesi gerekmektedir. Bu da hekim için iş yükü oluşturmakta ve fazladan zaman gerektirmektedir.
3. Konvansiyonel indirekt bonding yöntemine göre polimerizasyon aşaması, her brakete tek tek ışık uygulaması gerektirdiği için vakit alır.
4. Sadece bilgisayar programında tanımlanmış braketler kullanılabilir. Bu da hekimi braket seçimi konusunda sınırlandırmaktadır.
5. Yöntemin maliyeti, geleneksel indirekt bonding yöntemlerine göre daha yüksektir.

2.1.3.3. Dijital İndirekt Bonding Tekniğinin Laboratuvar Aşaması

Dijital indirekt bonding için transfer kaşıklarının üretimi esnasında öncelikle hastanın dişleri ağız içi tarama cihazı kullanılarak taranır ve ağzın sanal görüntüsü elde edilir. Eğer tarama cihazı yoksa hastadan silikon ölçü maddesi ile alınan ölçüler laboratuvara gönderilir ve ölçüler laboratuvar ortamında taranarak hasta ağzının sanal görüntüsü elde edilir. Bir sonraki aşama braketlerin yerleştirilmesidir. İlgili bilgisayar yazılımı kullanılarak uzman bir teknisyen tarafından braketler olması gereken ideal yerlerine yerleştirilirler. Braket tercihi, yazılımda tanımlı olan braketler ile sınırlıdır. Daha sonraki aşamada oluşturulan sanal görüntüden somut bir model oluşturulur. Bunun için yine bilgisayar destekli üç boyutlu yazıcı kullanılır. Üç boyutlu yazıcı kullanılarak braketli çenelerin plastik modeli oluşturulur. Ardından indirekt bonding kaşıklarının üretimine geçilir. Kaşıkların üretimi, uluslararası standartlara uygun olarak biyouyumluluk açısından test edilmiş ve klinik kullanım için onaylanmış polietilenden yapılmaktadır. Polietilen plaklar, vakumlu essix cihazı (Biostar, Great Lakes Orthodontics, Tonawanda, NY, ABD) kullanılarak plastik modellerin üzerine yerleştirilir. Plakların üretimi braketlerin apikal kenarından kesilerek tamamlanır. Model üzerinden plaklar çıkartılır ve braketlerin negatif boşluklarına presel yardımı ile braketler yerleştirilerek indirekt bonding plaklarının üretimi tamamlanmış olur.

2.1.3.4. Dijital İndirekt Bonding Tekniğinin Klinik Uygulaması

Tekniğin klinik uygulaması hastanın hazırlanması ve braketlerin yerleştirilmesi şeklinde iki aşamada gerçekleştirilir (www.ca-digit.com).

a) Hastanın hazırlanması

Hastanın dişleri pomza veya florid içermeyen polisaj pastası ile temizlenir. Bol su ile yıkanarak durulanır ve hava ile kurutulur. Ardından diş yüzeyine asit sürülerek üretici firmanın önerdiği şekilde bekletilir. Asitleme süresi dolduğunda aspiratör yardımı ile asit çekilerek dişler su ile yıkanır. Bu aşamada kendinden asitli primer kullanılacaksa primer diş yüzeyine doğrudan sürülür. Bir sonraki aşamada oral kavitenin izolasyonu sağlanır. Bu esnada pamuk rulolar ve hava kullanılarak diş yüzeyleri kurutulur. Daha sonra klinik pratiğinde rutin olarak uyguladığımız şekilde diş yüzeyine ince bir tabaka primer sürülür ve hafifçe hava sıkılarak kalınlığı inceltir. Bu esnada hekim kendinden asitli primer kullanmayı tercih ederse bu basamak atlanır.

b) Braketlerin yerleştirilmesi

Braket yerleştirilmesi esnasında sırasıyla aşağıdaki basamaklar takip edilir:

1. İnce bir tabaka kompozit braket tabanına uygulanır. Yeterli miktarda yapıştırıcı konulduğuna emin olunmalıdır.
2. Primer ile ıslatılmış bir aplikatör kullanılarak yapıştırıcı kompozit tüm braket tabanına yayılmalıdır.
3. Kaşıklar doğru dişler üzerine yerleştirilir ve hafifçe bastırılarak kaşıkların tam olarak oturduğundan emin olunmalıdır.
4. El aleti kullanılarak braketin apikal kenarından taşkın adezivler uzaklaştırılmalıdır.
5. Uygun ışık kaynağı kullanılarak yapıştırıcı adezivin polimerizasyonu sağlanmalıdır.
6. Uygun el aletlerinin yardımıyla bonding kaşıkları oklüzal yönde hafif kuvvetler uygulanarak çıkartılmalıdır.

2.2. Ortodontide Mikrosızıntı

Çağdaş ortodontik tedavilerde, braketlerin dişe yapıştırılması için rezin materyallerin kullanımı oldukça yaygındır. Ancak oldukça sık kullanılan bu kompozitlerin en büyük dezavantajı polimerizasyon büzülmesi göstermeleridir. Polimerizasyon büzülmesi ile diş-adeziv veya adeziv-braket ara yüzeylerinde açıklık oluşmakta ve bu boşluklardan bakteri veya sıvıların geçişi ile sızıntı oluşabilmektedir (Labella vd 1999).

Mikrosızıntı nedenleri arasında kullanılan restoratif materyalin polimerizasyonu aşamasındaki büzülmesi, kullanılan materyal ve diş dokuları arasındaki termal

genleşme katsayı farklılıkları ve restoratif materyalin sıvı absorpsiyonu sayılabilir (Retief 1994, Labella vd 1999, Dauvillier vd 2000).

Ortodonti pratiğinde braketler altında oluşan mikrosızıntı minede dekalsifikasyon yaparak beyaz nokta lezyonu oluşmasına neden olabilmektedir (Arikan vd 2006). Yapılan çalışmalarda, yetersiz oral hijyen durumunda beyaz nokta lezyonlarının prevalansında artış olduğu, hatta dört hafta gibi kısa bir sürede olduğu rapor edilmiştir (Ogaard vd 1988).

2.3. Mikrosızıntı Değerlendirme Yöntemleri

Diş hekimliğinde restorasyonların prognozunu etkileyen mikrosızıntının belirlenebilmesi için invaziv ve non invaziv yöntemler kullanılmaktadır (Taylor ve Lynch 1992).

2.3.1. İnvaziv Yöntemler

2.3.1.1. Boyama Yöntemi

Mikrosızıntı ölçümlerinde en çok tercih edilen yöntemlerden biridir. Bu yöntemde, mikrosızıntının tespit edilebilmesi için özel boyalardan yararlanır. Bu boyalar, solüsyon veya farklı partikül boyutlarından oluşan süspansiyon şeklindedirler. Sıklıkla kullanılan boyalar; metilen mavisi (%0,2-2), bazik fuksin (%0,5-2), florosan (%2-20), kristal viyole (%0,05), anilin mavisi (%2), gümüş nitrat (%50), toludin mavisi (%0,25), eritrosin (%2) ve rodamin B (%0,2)'dir (Gülçin 2014). Boyama tekniğinde mikrosızıntı bakılacak bölge dışındaki tüm alan bir izolan ile kaplanır. Daha sonrasında örnekler, hazırlanan boyanın cinsine ve yoğunluğuna göre belirli bir süre solüsyonda bekletilir. Oda sıcaklığında yeterli süre bekletilen örnekler sonrasında su ile yıkanır ve izolan temizlenerek sıradaki yöntemlerden biri kullanılarak incelenir (Tiritoğlu 1993):

- a) **Kesit alma yöntemi:** Örneklerden kesit alınarak mikroskop altında boyanın ne kadar penetre olduğuna bakılır ve ölçüm yapılır.
- b) **Şeffaflaştırma yöntemi (dehidratasyon-demineralizasyon):** Dişler, 48 saat kadar %5'lik nitrik asitte bekletilerek dekalsifiye edilir. Daha sonrasında dişler, %80'lik etil alkolde 24 saat ve devamında %90'lık etil alkolde 2 saat bekletilir. Sonrasında %100'lük etil alkolde 3 saat bekletilerek dehidratasyonu sağlanır. Bu uygulamalardan sonra metil salisilatta 24 saat bekletilen dişler tamamen şeffaf hale getirilmiş olur. Şeffaflaştırılarak boyanın görünür hale geldiği örnekler mikrosızıntı miktarı açısından incelenir ve fotoğraflanır (Robertson vd 1980, Swanson ve Madison 1987).

c) Volümetrik ölçüm yöntemi (boya çıkarma yöntemi): Bu yöntemde mikrosızıntının inceleneceği dişler %2'lik metilen mavisinde 72 saat süreyle bekletildikten sonra distile su ile yıkanır ve daha önceden sürülmüş olan tırnak cilası kazınır. Boya olarak metilen mavisinin seçilme nedeni; ucuz olması, kullanımının kolay olması, kolay hazırlanabilmesi ve boyama gücünün yüksek olmasıdır. Örnekler daha sonra % 35'lik nitrik asit solüsyonunda 72 saat bekletilerek braket-diş ara yüzeyine penetre olmuş boyanın aside geçmesi sağlanır. Süre tamamlanınca tüpler santifrij edilerek solüsyondaki katı parçacıkların çökmesi gerçekleşir. Yüzeydeki solüsyondan bir miktar alınarak spektrofotometrik analiz yapılır. Spektrofotometre cihazının kalibrasyonu yine %35'lik nitrik asit içerisine farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış metilen mavisi eklenerek sağlanır (Yavuz ve Atakul 2001, Yavuz ve Aydın 2005).

Boyama yönteminin avantajları arasında kimyasal reaksiyona ve radyasyona gerek duyulmaması, boya ucuz ve kolay temin edilebilir olması sayılabilir. Ayrıca boyama yöntemi örneklerden hızlı ve doğrudan ölçüm yapılabilmesine olanak sağlar. Yöntemin en önemli dezavantajı; üç boyutlu olan mikrosızıntının iki boyutta incelenmesi ve sızıntı yoğunluğundaki farklılaşmanın belirlenememesidir. Bu problemin üstesinden gelebilmek için araştırmacılar genellikle iki farklı bölgeden aldıkları kesitleri incelerler ya da şeffaflaştırma yöntemini kullanırlar (Gülçin 2014).

Kesit alma yönteminde mikrosızıntının tespiti için örneklerin farklı kısımlarından alınan kesitlerin incelenmesi ile sonuçların farklılık gösterebileceği bildirilmiştir (Yavuz ve Atakul 2001). Bu yüzden mikrosızıntının inceleneceği dişten tek bir kesit alınarak değerlendirme yapılması yanlış sonuçların alınmasına sebep olabilir. Stereomikroskopik çalışmalarda yöntem, boşluk çeperindeki boya sızıntısının yorumlanmasına dayanır. Mikrosızıntı sadece kesit alma işleminin yapıldığı yüzeyde değerlendirildiğinden bu yöntem yarı kantitatif bir yaklaşım olarak tanımlanır (Yavuz ve Atakul 2001, Yavuz ve Aydın 2005, Yavuz vd 2006).

Boya çıkarma yönteminde ise araştırmacının gözlem ve yorumları mikrosızıntı hacmi miktarının belirlenmesinde etkili değildir. Bu yöntemde diş-materyal ara yüzeyinde sızıntının meydana geldiği tüm yüzeyler nicel olarak ölçülmektedir (Douglas ve Zakariasen 1981, Yavuz ve Atakul 2001, Yavuz ve Aydın 2005, Yavuz vd 2006). Ayrıca boya çıkarma yönteminde spektrofotometre kullanımı araştırmacıya bağlı oluşabilecek hata payını en aza indirger ve hacimsel boya ölçümü yapıldığından iki boyutlu lineer ölçümlerden daha doğru veri elde etmemizi sağlar.

2.3.1.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM) Analiz Yöntemi

Mikrosızıntının değerlendirilmesinde boyama yöntemlerinden herhangi biri ile birlikte kullanılarak mevcut verilerin doğrulanmasına yardımcı olur (Soares vd 2005). Bu analiz yöntemi ile bağlantının olduğu iki yüzey arasındaki mesafe ölçülebilir ve hatta materyallerin özellikleri de tanımlanabilir. Yöntemin en büyük dezavantajı, örneklerden kesit alınması esnasında oluşabilecek boşlukların ölçüm esnasında yanılgıya neden olabilmesidir (Gülçin 2014).

2.3.2. Non İnvaziv Yöntemler

2.3.2.1. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT)

Mikro-BT obje içinden değişik açılarla geçen X ışınlarının düzlemsel azalma katsayısının bilgisayar programı sayesinde yeniden oluşturulması ve hesaplanmasıdır. Cihaz ile bir kaynak etrafında dönen objenin çoklu projeksiyonları alınır. Bu çoklu projeksiyonlar da X-ray'e bağlı kamera ile bilgisayara aktarılır. Dokular arasındaki düzlemsel azalma katsayısı farkları, X ışınlarının görüntüde kontrast farkına neden olur. Bu da görüntünün sayısal olarak analiz edilebilmesini sağlar (Swain ve Xue 2009).

Yapılan birçok çalışmada mikrosızıntı alanı ve hacminin üç boyutlu olarak değerlendirildiği görülmüştür (Eden vd 2008, Sun vd 2009, Öztürk vd 2016). Bu yöntem non-destrüktif olduğu için dişe zarar vermeden mikrosızıntı incelemesine defalarca kez olanak sağlar ve görüntüleme işleminden sonra diğer testler için diş kullanılabilir. Ayrıca invaziv yöntemlerde olduğu gibi boyama ve kesit alma işlemlerine gerek yoktur (Swain ve Xue 2009). Ancak maliyetinin yüksek olması, bu yöntemin en büyük dezavantajıdır.

2.4. Farklı Bonding Tekniklerinin Mikrosızıntı Üzerine Etkisi

Yapılan literatür incelemesinde farklı bonding tekniklerinin mikrosızıntı üzerine etkilerini değerlendiren sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. İndirekt bonding tekniğinin mikrosızıntı üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada direkt bonding grubu için 25 maksiller premolar diş seçilmiş ve braketler dişlere ışıkla polimerize olan kompozit (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılarak yapıştırılmıştır. İndirekt bonding grubu için seçilen 25 maksiller premolar diş de aynı kompozit uygulanmıştır. Aktarma kaşığı için braketlenmiş model üzerine uygulanan silikon esaslı materyal (Emiluma, Ortho Kinetics, Vista, CA, ABD) üzerine 1 mm kalınlığında essix materyali kullanılarak kaşığın yapımı tamamlanmıştır. Hazırlanan indirekt bonding

kaşığı ile braketler dişlere kimyasal sertleşen bir rezin olan Sondhi Rapid Set (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılarak yapıştırılmıştır. Mikrosızıntının değerlendirilmesi için dişlerden uzun aksı boyunca kesit alınmış ve braket-diş arasındaki mikrosızıntı miktarı değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki bonding tekniği arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı bulunmuştur (Öztürk vd 2009).

İndirekt ve direkt bonding tekniklerinin mikrosızıntı üzerine etkisinin değerlendirildiği başka bir çalışmada direkt bonding grubu için 20 premolar, indirekt bonding grubu için 20 premolar diş kullanılmıştır. Direkt bonding grubunda braketler, diş yüzeyi hazırlandıktan sonra Transbond XT kompozit kullanılarak yapıştırılmış, indirekt bonding grubunda braketlerin model üzerine yapıştırılması için yine Transbond XT kompozit kullanılmıştır. Aktarma kaşıklarının hazırlanması için birer tabaka Bioplast ve Biocryl materyallerinden yararlanılmıştır. Braketlerin dişlere yapıştırılmasında ise Sondhi Rapid Set kullanılmıştır. Mikrosızıntı değerlendirilmesi için dişlerin uzun aksı boyunca kesitler alınarak boya penetrasyonu skorlanmıştır. Elde edilen veriler ışığında braket kenarındaki mikrosızıntı miktarının bonding teknikleri arasında anlamlı farklılığa neden olmadığı bulunmuştur. Araştırmacılar direkt ve indirekt bonding tekniklerinin mikrosızıntı açısından farklılık oluşturmadığını rapor etmişlerdir (Yagci vd 2010).

Farklı bonding teknikleri ve adezivler kullanılarak oluşan mikrosızıntının değerlendirildiği diğer bir çalışmada 30 maksiller premolar diş kullanılmıştır. Her grupta 6 diş olacak şekilde 5 grup oluşturulmuştur. Gruplardan ilki direkt bonding grubudur ve bu grupta braketlerin mine yüzeyine yapıştırılmasında Transbond XT Primer ve Transbond XT kompozit (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılmıştır. İndirekt bonding gruplarında ise farklı yapıştırıcı kompozitler ve rezinler kullanılmıştır. Birinci indirekt bonding grubunda braketlerin model üzerine yapıştırılması için Transbond XT kompozit ve diş yüzeyine yapıştırılması için Custom IQ rezin (Reliance Orthodontic Products, Itasca, Ill, ABD), ikinci indirekt bonding grubunda Transbond XT kompozit ve rezin olarak Sondhi Rapid Set (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılmıştır. Üçüncü indirekt bonding grubunda RBond LC kompozit ve RBond rezin (RMO, Denver, Colorado, ABD) kullanılmıştır. Son indirekt bonding grubunda Transbond XT kompozit ve Transbond IDB rezin (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) yardımıyla bonding işlemi tamamlanmıştır. Araştırmacılar mikrosızıntı değerlendirmesi için mikro-BT yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde Custom IQ, Sondhi ve RBond kullanılan gruplarda mikrosızıntı miktarının diğer gruplardan yüksek olduğu, ancak gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca RBond ve Transbond IDB gruplarında koronal mikrosızıntının gingival mikrosızıntıdan anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür. Gingival bölgedeki

mikrosızıntının koronal bölgedekinden daha fazla bulunduğu diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında farklılığın mikrosızıntı tespiti için kullanılan tekniğin hassasiyetinden kaynaklanabileceği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Öztürk vd 2016).

2.5. Ortodontide Braket Bağlanma Dayanımı

Ortodontik ataçmanların bağlanma dayanımını analiz eden ilk çalışma 1970'lerin sonunda uluslararası literatürde yayımlanmıştır. Reynolds (1975), klinik açıdan kabul edilebilir bağlanma dayanımının 5.9-7.8 MPa olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte ortodontik ataçmanların bağlanma kuvveti, tedavi süresi boyunca yeterli seviyede, debonding safhasında sökümü kolay ve mine yüzeyinde kalıcı hasar oluşturmayacak kadar düşük olmalıdır (Øgaard ve Fjeld 2010).

Ortodontide braketin bağlanma dayanımını etkileyen birçok faktör vardır. Bunlardan başlıcaları; bonding tekniği, bonding esnasında kullanılan ışık kaynağının tipi, ışığın uygulama süresi, pürüzlendirme aşamasında kullanılan asidin tipi ve konsantrasyonu, asitleme süresi, braket tipi, kullanılan yapıştırıcının içeriği ve kullanılan dişlerin mine yapısındaki farklılıklardır (Wang ve Tarng 1991, Triolo vd 1993, Powers vd 1997, Oesterle vd 1998, Swanson vd 2004, Reicheneder vd 2009, Chalipa vd 2016, Oz vd 2016). Bu faktörlerin yanı sıra bağlanma dayanımı test sonuçları; mine yapısı, numunelerin bekletilme koşulları, mine yüzeyinin ön hazırlığı gibi faktörlerden de etkilenebilir (Eliades vd 1991, Barry 1995, Oesterle vd 1998, Burgess vd 2006, Gittner vd 2010). Ayrıca bağlanma dayanımı test yöntemi de sonuçları etkileyebilmektedir (Katona ve Long 2006, Finnema vd 2010). Braket bağlanma dayanımının değerlendirildiği son zamanlardaki çalışmalarda; kuvvet uygulama yeri, yönü ve hızı (Klocke ve Kahl-Nieke 2005, Klocke ve Kahl-Nieke 2006), diş tipi (Hobson vd 2001, Linklater ve Gordon 2001, Öztürk vd 2008, Yassen vd 2011) ve yükleme modunun bağlanma dayanımı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir (Katona ve Long 2006).

2.6. Farklı Bonding Tekniklerinin Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi

Literatür incelendiğinde konvansiyonel indirekt bonding ve direkt bonding yöntemlerinin braket bağlanma dayanımı üzerine etkisinin araştırıldığı birçok çalışmanın bulunduğu görülmüştür. Ancak adeziv teknolojisindeki hızlı ilerlemeler nedeni ile bunları karşılaştırmanın oldukça zor olduğu bildirilmiştir (Pamukçu ve Özsoy 2016).

Bağlanma dayanımının incelendiği bir çalışmada, 54 premolar diş ve APC braketler kullanılmıştır. Direkt bonding grubundaki 27 adet diş Transbond XT Primer (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) ve indirekt bonding grubundaki 27 diş Sondhi Rapid Set (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılarak braketlenmiş ve koparma testine tabi tutulmuştur. Bu çalışmada direkt bonding grubunun bağlanma dayanımı ortalama değeri 10.9 MPa ve indirekt bonding grubunun bağlanma dayanımı ortalama değeri ise 11.2 MPa olarak bulunmuş ve gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı rapor edilmiştir. Ayrıca AAE skorlarının da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamsız olduğu bildirilmiştir (Yi vd 2003).

Sığır dişleri kullanılarak yapılmış bir çalışmada, braketler dişlere Thomas tekniği, modifiye Thomas tekniği ve direkt bonding tekniği ile yapıştırılmış ve bağlanma dayanımı testi uygulanmıştır. Bu çalışmada gruplar; modifiye Thomas tekniği kullanılarak ısı ile polimerize olan kaide kompoziti (Therma cure, Reliance Orthodontic Products, Itasca, Ill, ABD) ve kimyasal polimerize olan rezinin (Maximum cure, Reliance Orthodontic Products, Itasca, Ill, ABD) kullanıldığı Grup 1, Thomas tekniği kullanılarak ısı ile polimerize olan kaide kompoziti (Therma cure) ve kimyasal polimerize olan rezinin (Custom IQ, Reliance Orthodontic Products, Itasca, Ill, ABD) kullanıldığı Grup 2, Thomas tekniği kullanılarak ışık ile polimerize olan kaide kompoziti (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) ve kimyasal polimerize olan rezinin (Sondhi Rapid Set, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanıldığı Grup 3, modifiye Thomas tekniği kullanılarak kimyasal polimerize olan kaide kompoziti (Phase II, Reliance Orthodontic Products, Itasca, Ill, ABD) ve kimyasal polimerize olan rezinin (Maximum cure) kullanıldığı Grup 4 ve Transbond XT kullanılarak direkt bonding yönteminin kullanıldığı Grup 5 olarak sınıflandırılmıştır. Bağlanma dayanımı değerleri Grup 3, Grup 4 ve Grup 5 arasında anlamsız bulunurken, Grup 1 ve 2'nin değerlerinin diğer gruplardan anlamlı derecede düşük olduğu gözlenmiştir. AAE skorlarının Grup 4'te en düşük; Grup 1, Grup 2 ve Grup 3'te en yüksek olduğu bulunmuş ve farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu rapor edilmiştir (Klocke vd 2003).

Direkt ve indirekt bonding yöntemleri ve farklı yapıştırıcılar kullanılarak gerçekleştirilen başka bir çalışmada 60 adet premolar diş kullanılmıştır. Bu çalışmada üç grup oluşturulmuştur. Birinci gruptaki dişler indirekt bonding yöntemi kullanılarak ısı ile polimerize olan kompozit (Therma Cure, Reliance Orthodontic Products, Itasca, Ill, ABD) ve kimyasal polimerize olan rezin (Custom IQ, Reliance Orthodontic Products, Itasca, Ill, ABD) ile braketlenmiştir. İkinci grupta indirekt bonding yöntemi kullanılmış ve ışık ile polimerize olan kompozit (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) ve kimyasal polimerize olan rezin (Sondhi Rapid Set, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılmıştır. Üçüncü grupta braketler ışık ile polimerize olan kompozit (Transbond XT,

3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılarak direkt bonding yöntemi ile yapıştırılmıştır. Bağlanma dayanımı testi yapılmış ve ortalama bağlanma dayanımı değerleri birinci grup için 10.3 MPa, ikinci grup için 6.1 MPa ve üçüncü grup için 12.8 MPa olarak hesaplanmıştır. Grup 1 ve Grup 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı, Grup 2'nin bağlanma dayanımı değerlerinin diğer gruplardan anlamlı derecede düşük olduğu bildirilmiştir (Polat vd 2004).

Direkt ve indirekt bonding yöntemi kullanılarak yapılan başka bir çalışmada gruplar arasında bağlanma dayanımı ve AAE skorları açısından farklılık araştırılmıştır. Bu çalışmada her grupta 20 premolar diş olacak şekilde 3 grup oluşturulmuştur. Direkt bonding grubunda (Grup 1) ışık ile polimerize olan adeziv ve primer (Transbond XT) kullanılmıştır. İndirekt bonding grubunda (Grup 2) ışık ile polimerize olan kompozit (Transbond XT) ve kimyasal sertleşen rezin (Sondhi Rapid Set) kullanılmıştır. Üçüncü grup yine indirekt bonding grubudur, ancak bu grupta ışık ile polimerize olan adeziv (Enlight LV) ve primer (Orthosolo) kullanılmıştır. Grupların ortalama bağlanma dayanımı değerleri sırası ile 16.27 MPa, 13.83 MPa ve 14.76 MPa olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak gruplar arasında farklılığın anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar AAE skorları açısından Grup 2'nin değerlerinin diğer gruplardan anlamlı derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir (Linn vd 2006).

Diğer bir çalışmada farklı bonding teknikleri ve farklı adezivler kullanılarak bağlanma dayanımı testi yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında her grupta 20 diş olacak şekilde toplamda 60 adet premolar diş kullanılmıştır. Birinci gruptaki dişlere direkt bonding yöntemi ile Transbond XT set (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılarak braketler yapıştırılmıştır. İkinci grupta şeffaf polivinil siloksan malzeme (Memosil 2) kullanılarak indirekt bonding kaşıkları hazırlanmış ve Transbond XT ile Sondhi Rapid Set (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılarak braketler yapıştırılmıştır. Üçüncü grupta indirekt bonding kaşıklarının üretimi ikinci grup ile aynı şekilde yapılmış, ancak kullanılan adeziv ve primer farklılık göstermiştir. Bu grupta ışık ile polimerize olan Enlight LV (Ormco, Glendora, Calif, ABD) adeziv ve yine ışık ile polimerize olan Orthosolo rezin (Ormco, Glendora, Calif, ABD) kullanılmıştır. Grupların ortalama bağlanma dayanımı değerleri 13.6 MPa, 12.3 MPa ve 11.6 MPa olarak bulunmuş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı rapor edilmiştir (Daub vd 2006).

Öztürk ve arkadaşları (2009), ortodontik amaçlı çekilmiş 30 adet maksiller premolar diş kullanarak direkt ve indirekt bonding yöntemlerinin braket bağlanma dayanımı üzerine olan etkisini karşılaştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda direkt bonding grubunun ortalama bağlanma dayanım değerleri 12.69 MPa ve indirekt bonding grubunun ortalama değerleri 11.43 MPa bulunmuştur. Bağlanma dayanımı

sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa neden olmadığı bildirilirken, indirekt bonding grubunun AAE skorlarının anlamlı derecede düşük olduğu rapor edilmiştir.

Swetha ve arkadaşları (2011), indirekt bonding yönteminin bağlanma dayanımı üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışma 40 premolar diş kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İndirekt bonding grubunda braketler Thomas tekniği kullanılarak yapıştırılmıştır. Elde edilen veriler analiz edildiğinde bağlanma dayanımı için her iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir. Diş yüzeyleri AAE skorlaması için incelenmiş ve direkt bonding grubunun AAE değerleri indirekt bonding grubundan anlamlı derecede yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Maksiller ve mandibular 60 adet birinci premolar diş kullanılarak indirekt bonding tekniğinin braket bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği güncel bir çalışmada direkt bonding grubunda Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD), indirekt bonding grubunda ise Transbond XT ve Sondhi Rapid Set (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) kullanılmıştır. Bağlanma dayanımı değerleri direkt bonding grubunda 7.48 MPa ve indirekt bonding grubunda 7.82 MPa olarak hesaplanmıştır. Braketlerin kopartıldığı diş yüzeyleri de incelenerek AAE skorlaması yapılmıştır. Bağlanma dayanımı ve AAE skorları incelendiğinde gruplar arasında anlamlı farklılık olmadığı bulunmuştur (Demirovic vd 2018).

Son olarak yapılmış güncel bir çalışmada kişiye özel olarak üretilen ve fabrikasyon braketler kullanılmıştır. Bu çalışmada fabrikasyon olarak üretilen braketler direkt bonding yöntemi ve kişiye özel braketler de üretici firmanın indirekt bonding taşıyıcı kaşıkları kullanılarak yapıştırılmıştır. Çalışmadaki tüm gruplarda dual cure (RelyXTM U200, ESPE Dental Products, 3M Deutschland GmbH, Neuss, Almanya) yapıştırıcı kullanılmıştır. Fabrikasyon braketlerin kullanıldığı direkt bonding grubunun ortalama bağlanma dayanımı değerleri 6.73 MPa, Harmony grubunun 6.1 MPa, İncognito grubunun 3.58 MPa, İnsignia grubunun 9.99 MPa ve Orapix grubunun ortalama değerleri 11.46 MPa olarak bulunmuştur. Orapix grubu ve İncognito grubu arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir. AAE skorlarının sonuçlarına göre İncognito grubunun değerlerinin diğer gruplardan anlamlı derecede düşük olduğu gösterilmiştir (Sha vd 2018).

2.7. Hipotez

Çalışmamız kapsamında “dijital indirekt bonding yöntemi ile yapıştırılan braketlerin mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı değerleri ile direkt veya indirekt teknikle yapıştırılan braketlerin değerleri arasında herhangi bir farklılık yoktur” şeklinde kurulmuş olan başlangıç hipotezinin doğruluğu değerlendirilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Etik Kurul Onayı

Çalışmamız için Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan 03.04.2018 tarih ve 07 sayılı karar ile etik kurul onayı alınmıştır (Ek-1a,b).

3.2. Örnek Sayısının Belirlenmesi

Referans çalışmalar esas alınarak yapılan istatistiksel güç analizi sonucunda üç grup arasında elde edilebilecek olan farklılığın orta derecede etki büyüklüğüne ($f=0.5$) sahip olabileceği varsayıldığında %95 güvenle %80 güç için çalışmada her gruba en az 14 diş alınması gerektiği hesaplanmıştır. Çalışmamızda mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı olmak üzere 2 farklı değişken inceleneceğinden örneklem sayısı toplamda 84 diş olarak belirlenmiştir.

3.3. Örneklerin Toplanması ve Saklanması

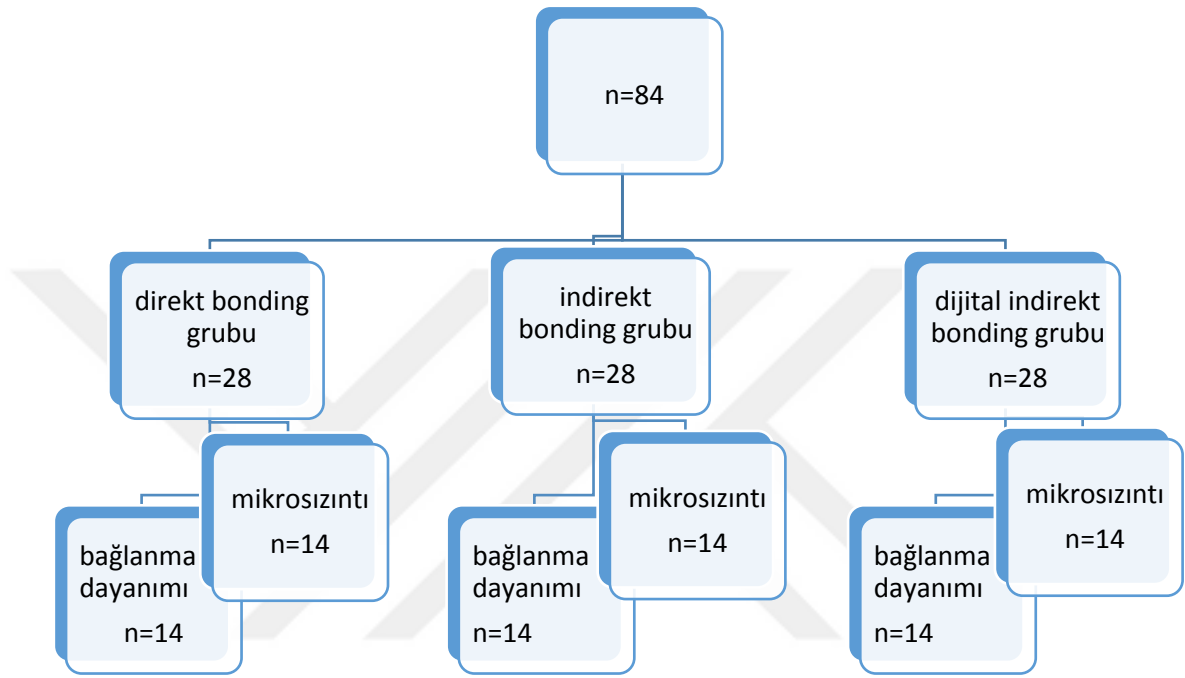
Çalışmamızda Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedavi gören hastalardan tedavi amacıyla çekilmiş üst küçük azı dişler kullanılmıştır. Dişler %0.5'lik kloramin T solüsyonunda bir hafta bekletildikten sonra oda sıcaklığında distile suda saklanmıştır. Mikrobiyal kolonizasyonu engellemek için distile su haftada bir değiştirilmiştir. Çalışma için sadece sağlam dişler seçilmiş olup çürük, çatlak, kırık, atipik ve dolgulu dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.4. Örneklerin Gruplandırılması

Çalışmamızda direkt bonding, indirekt bonding ve dijital indirekt bonding olmak üzere 3 grup oluşturulmuştur.

- Grup 1: Direkt bonding grubu
- Grup 2: İndirekt bonding grubu
- Grup 3: Dijital indirekt bonding grubu

Toplanan 84 diş, her bir grupta 28 adet olacak şekilde üç gruba rastgele ayrılmıştır. Braketler yapıştırıldıktan sonra mikrosızıntı ve braket bağlanma dayanımının değerlendirilebilmesi için her bir gruptaki dişler rastgele olacak şekilde ikiye ayrılmıştır. şekil 3.1'de grupların dağılımı gösterilmiştir.

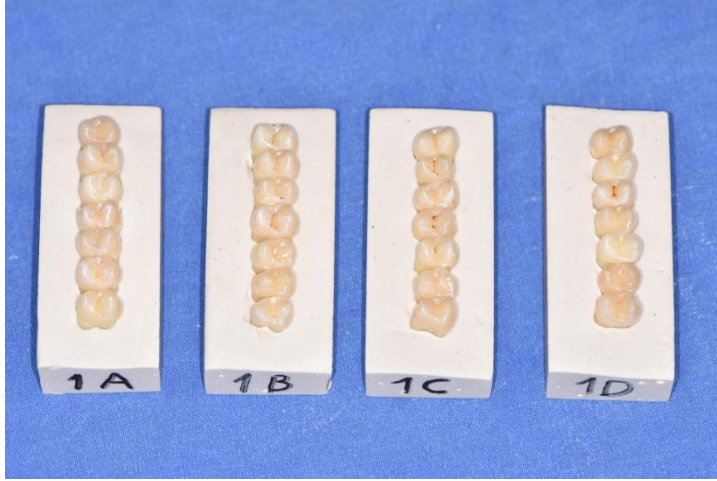


şekil 3.1. Grupların dağılımı

3.5. Braketlerin Yapıştırılması

3.5.1. Direkt Bonding Grubu

Direkt bonding grubunda yer alan 28 diş, 7'şerli olmak üzere alçı bloklara gömülerek toplamda 4 adet blok oluşturulmuştur (şekil 3.2).



Şekil 3.2. Alçı bloklara gömülmüş dişler

Diş yüzeylerindeki plak ve kalıntılar düşük hızla çalışan mikromotor kullanılarak pomza ve polisaj lastiği ile 10 saniye boyunca temizlendikten sonra 10 saniye hava-su spreyi ile diş yüzeyi durulanmış ve 5 saniye süresince kurutulmuştur. Daha sonra dişlerin labial yüzeyine %37'lik fosforik asit (Ultra-Etch, Ultradent, South Jordan, UT, ABD) sürülerek 30 saniye bekletildikten sonra 20 saniye su ile durulanmış ve ardından 20 saniye hava ile kurutulmuştur. Bu işlem sonunda asitlenmiş mine yüzeyi, opak beyaz bir renk almış ve bonding prosedürü için hazır hale getirilmiştir.

Bonding işlemine başlarken ilk önce ince bir tabaka primer (Transbond XT Primer, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) diş yüzeyine sürülmüştür. Braket tabanına da adeziv kompozit sürülmüş ve braket, dişin klinik kronunun merkezine yerleştirilmiştir. Braket-diş ara yüzünde bağlantının sıkı olması ve standardizasyonun sağlanması amacıyla her bir braket 10 saniye boyunca 300 gram kuvvet (Morelli, Dental Morelli Ltd., Sao Paulo, Brezilya) uygulanmak suretiyle yapıştırılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Direkt bonding grubunda braketlerin yapıştırılması

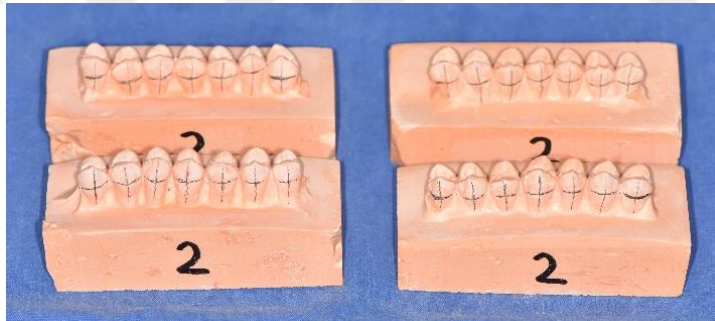
Braket etrafındaki adeziv taşkınlıklar el aleti ile temizlendikten sonra adezivin polimerizasyonu braketin mezial ve distalinden 3'er saniye olacak şekilde toplamda 6 saniye süresince LED ışık kaynağı (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, ABD) kullanılarak sağlanmıştır. Şekil 3.4'te braketlenmiş direkt bonding grubu örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Braketlenmiş direkt bonding grubu örnekleri

3.5.2. İndirekt Bonding Grubu

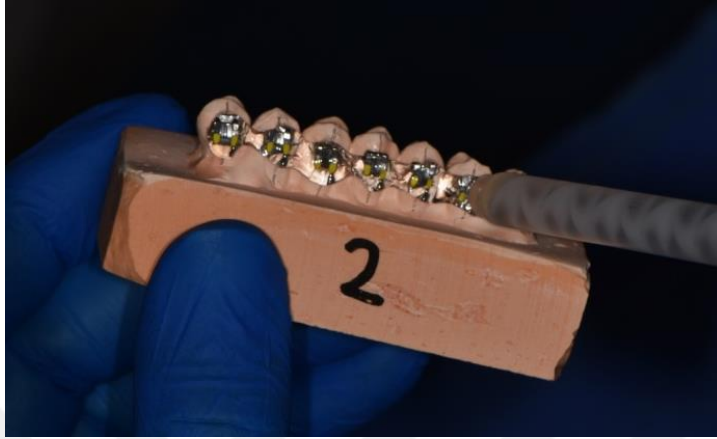
İndirekt bonding grubunda kullanılacak dişler de birinci gruptaki dişler gibi alçıya gömülmüşlerdir. Oluşturulmuş olan kalıplardan silikon ölçü maddesi (Elite HD+, Zhermack S.p.A., Badia Polesine, İtalya) ile ölçü alınmıştır. Ölçülere sert alçı dökülüp model elde edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. İndirekt bonding grubu dişlerinin alçı modelleri

Braketlerin yerleştirilmesine kolaylık sağlayan rehber çizgiler model üzerine çizilmiş ve braketlerin daha sonradan modelden kolay ayrılabilmesi için lak sürülmüş ve modeller kuruması için bekletilmiştir. Bonding için kullanılacak braketlerin tabanına yapıştırıcı kompozit (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) uygulanmış ve braket modeldeki dişin labial merkezine yerleştirilmiştir. Taşan adeziv artıkları el aleti ile temizlenmiş ve bağlantı ara yüzünün sıkı olması için kuvvetölçer (Morelli, Dental Morelli Ltd., Sao Paulo, Brezilya) yardımı ile brakete 10 saniye boyunca 300 gram kuvvet uygulanmıştır. Son olarak her bir braketin mezial ve distalinden 4'er saniye olmak üzere toplamda 8 saniye boyunca ışık uygulanarak adezivin polimerizasyonu

sağlanmıştır. Braketlerin yapıştırılma işlemi bittikten sonra indirekt bonding kaşığının yapımına başlanmıştır. Bu amaçla modeldeki braketlerin üzerini örtecek şekilde yumuşak transparan silikon Emiluma (Ortho Kinetics, Vista, CA, ABD) sürülmüş ve kuruduktan sonra üzerine Lumaloc (Ortho Kinetics, Vista, CA, ABD) uygulanmıştır (Şekil 3.6).



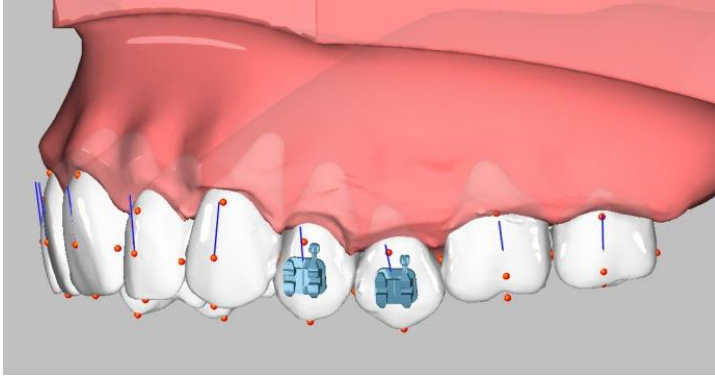
Şekil 3.6. İndirekt bonding grubunda şeffaf silikon uygulaması

Lumaloc sertleştikten sonra model ılık suda 20 dakika bekletilmiş ve en başta sürülmüş olan lakın çözünmesi sağlanmıştır. Son olarak transfer kaşığı modelden çıkartılmış ve içindeki braketlerin tabanlarında kalan lak artıkları kumlama cihazı ile tekrar temizlenerek indirekt bonding plağı elde edilmiştir. Daha sonrasında oluşturulan plaklar yardımıyla bonding işlemi yapılmıştır. Öncelikle Grup'1 de olduğu gibi bonding yapılacak yüzeyler pomza ile temizlenmiş, 30 saniye asitlenmiş, 20 saniye durulanmış ve 20 saniye kurutularak diş yüzeyi hazırlanmıştır. Daha sonra indirekt bonding için üretilmiş olan rezin sisteminin A komponenti (Sondhi Rapid Set, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) hazırlanmış olan diş yüzeyine ince bir tabaka halinde, B komponenti (Sondhi Rapid Set, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) plağın içindeki braket tabanına sürülerek plak dişler üzerine yerleştirilmiştir. İlk 30 saniye parmak baskısı uygulanmış ve devamında 2 dakika beklenmiştir. Polimerizasyon tamamlandıktan sonra plak çıkartılarak indirekt bonding işlemi tamamlanmıştır.

3.5.3. Dijital İndirekt Bonding Grubu

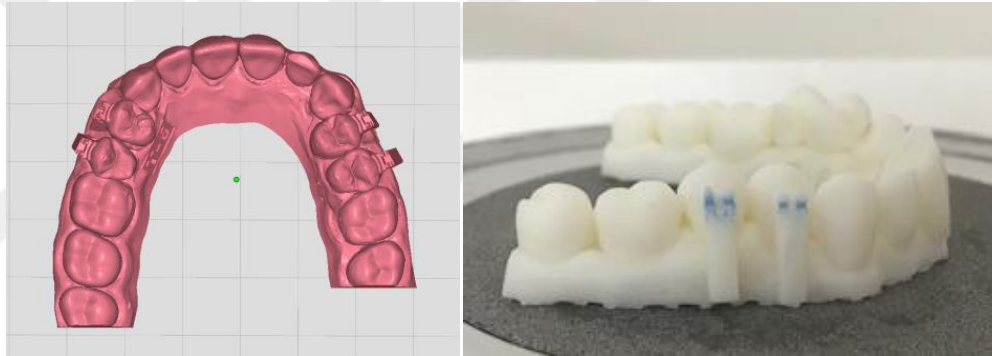
Dijital indirekt bonding grubunda kullanılacak dişler, diğer gruptakilerden farklı olarak alçıya gömülmeyip fantom çeneye yerleştirilmiştir. Hasta ağzını taklit etmesi için fantom çenelerdeki küçük azı dişleri çıkartılmış ve yerlerine çalışmada kullanılacak olan küçük azı dişleri yerleştirilmiştir. Elde edilen çeneler TRIOS (3Shape, Copenhagen, Danimarka) ağız içi tarama cihazı ile taranmış ve çenelerin sanal görüntüleri elde

edilmiştir. Braketler OnyxCeph (CA Digital GmbH, Hilden, Almanya) yazılımı kullanılarak sanal görüntüler üzerinde ideal yerlerine konumlandırılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Braketlerin sanal ortamda yerleştirilmesi

Elde edilen görüntülerin üç boyutlu yazıcı (Imprimo, Scheu-Dental GmbH, Iserlohn, Almanya) kullanılarak plastik kopyaları üretilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Braketlenmiş dişlerin sanal ve plastik görüntüleri

Üretilen plastik model üzerinde vakumlu essix cihazı (Biostar, Great Lakes Orthodontics, Tonowanda, NY, ABD) kullanılarak indirekt bonding plağı oluşturulmuştur (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. İndirekt bonding plağının hazırlanması

Hazırlanan plağın içine, braketterin yerleştirilmesi için bırakılmış rehber bölgelere ilgili braketter yerleştirip bonding plaklarının üretimi tamamlanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Hazırlanan plakların içerisine braketterin yerleştirilmesi

Daha sonrasında birinci ve ikinci grupta olduğu gibi bonding yapılacak diş yüzeyleri hazırlanmıştır. Diş yüzeyine ince bir tabaka primer (Transbond XT Primer, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) sürülmüş ve bonding kaşıklarının içindeki braket tabanlarına da bir miktar kompozit rezin (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) uygulanarak kaşıklar çeneler üzerindeki yerlerine yerleştirilmiştir. Braketter etrafındaki adeziv taşkınlıklar bonding kaşığının izin verdiği ölçüde braketin apikalinden temizlenmiştir. Polimerizasyon LED ışık kaynağı (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, ABD) kullanılarak her diş için mezialinden ve distalinden 3'er saniye olacak şekilde toplamda 6 saniye süresince gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.11). Son olarak indirekt bonding kaşıkları çıkartılarak bonding işlemi tamamlanmıştır. Bonding işlemleri tamamlanan dişler, alçı bloklardan ve fantom çenelerden çıkartılarak 37 °C distile suda 24 saat süreyle bekletilmiştir.



Şekil 3.11. Dijital indirekt bonding yöntemi ile braketterin yapıştırılması

3.6. Termal Siklus Uygulaması

Distile suda bekletilen numuneler ardından termal siklus işlemine tabi tutulmuşlardır. Bu işlemde dişler, sıcaklıkları 5 °C ve 55 °C olan iki sıcak su banyosuna dönüşümlü olarak 500 kez batırılmışlardır. Solüsyonda bekleme süresi 30 saniye ve solüsyonlar arası transfer süresi de 15 saniye olacak şekilde belirlenmiştir. Termal siklus uygulaması Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı bünyesinde bulunan termal siklus cihazı (Julabo, FT400, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Çalışmamızda kullanılan termal siklus cihazı

3.7. Mikrosızıntı Örneklerinin Hazırlanması ve İncelenmesi

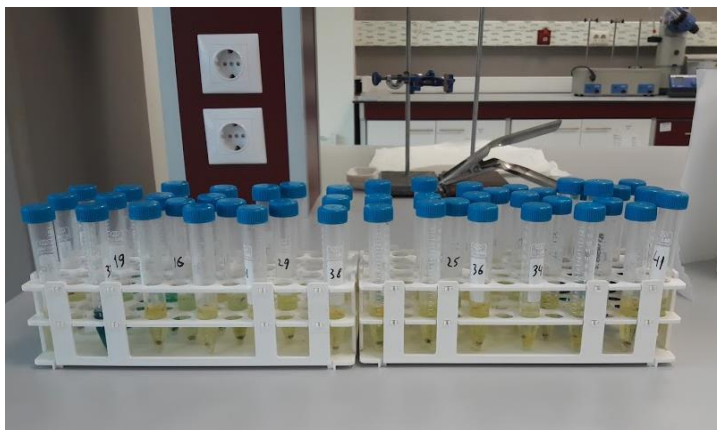
Termal siklus işleminden sonra mikrosızıntı örneklerinin hazırlanması ve değerlendirilmesi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

Kullanılacak boyayıcı ajanın, braket çevresindeki alanlar haricindeki bölgelerden sızmasını engellemek için öncelikle dişlerin kök uçları sıcak mum kullanılarak kapatılmıştır. Daha sonrasında braketin etrafında 1 milimetre boşluk kalacak şekilde tüm diş yüzeyine bir kat tırnak cilası sürülerek dişler kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Tırnak cilası ile kaplanmış diş

Birinci katın kurummasının ardından aynı sınırlar korunarak ikinci bir kat cila tekrar uygulanmıştır. Tırnak cilası kuruduktan sonra dişler hazırlanan boya solüsyonunda bekletilmiştir. Boyayıcı ajan olarak 2 gram metilen mavisi tozu ve 98 ml distile sudan hazırlanan %2'lik metilen mavisi solüsyonu kullanılmıştır. Oda sıcaklığında boya solüsyonunda 24 saat bekletilen dişler, fazla boyanın giderilmesi için 30 dakika boyunca akan su altında yıkanmıştır. Daha sonrasında sürülmüş olan tırnak cilası keskin bir bistüri kullanılarak tüm diş yüzeyinden kazınarak temizlenmiştir. Bu aşamadan sonra mikrosızıntı miktarının tespiti için gereken hazırlıklar yapılmıştır. Bunun için konsantrasyonu %35'lik olan nitrik asit kullanılmıştır. Her diş için içinde 3 ml nitrik asit olan steril tüpler hazırlanmış ve dişler tüplerin içerisine konularak kapakları kapatılmıştır (Şekil 3.14). Oda sıcaklığında 72 saat bekletilerek dişlerin asit içerisinde çözünmeleri sağlanmıştır. Süre tamamlandıktan sonra tüpler santrifüj edilerek içerisindeki katı parçacıkların tüpün dibine çökmesi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.14. Mikrosızıntı örneklerinin asit solüsyonunda bekletilmesi

Santrifüj işlemi, Pamukkale Üniversitesi İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan santrifüj cihazı (Nüve NF400, European Authorized Representative Obelis S.A, Belçika) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Çalışmamızda kullanılan santrifüj cihazı

Santrifüj işlemi 4000 devirde 2 dakika olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Santrifüj işleminden sonra numunelerin UV spektrofotometre incelemesi yapılarak solüsyonlardaki boya miktarının absorbansı ölçülmüştür. Bu işlem için her tüpün parçacık içermeyen üst kısmından 2.5 ml sıvı alınmış ve spektrofotometre cihazında (Optizen Pop, Mecasys Co. Ltd, Kore) ölçüm yapılmıştır (Şekil 3.16). Metilen mavisinin maksimum absorbans değeri 607 nm olarak ölçülmüş ve numunelerin ölçümü bu değer esas alınarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.16. Çalışmamızda kullanılan spektrofotometre cihazı

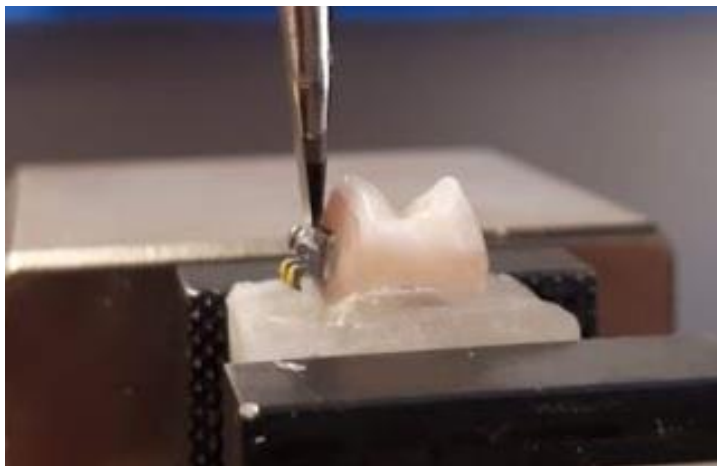
3.8. Bağlanma Dayanımı Örneklerinin Hazırlanması ve İncelenmesi

Termal siklus işleminde sonra her gruptan rastgele seçilen 14 diş braket bağlanma dayanımı için değerlendirilmiştir. Bu dişler, uzun aksları yer düzlemine dik mine-sement sınırının 1 mm apikaline kadar olacak şekilde otopolimerizan akrilikten oluşan dikdörtgen prizması şeklindeki bloklara gömülmüşlerdir. Braket bağlanma dayanımı, universal test cihazı (Instron, 3345, Norwood, ABD) kullanılarak Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Çalışmamızda kullanılan instron cihazı

Bağlanma dayanımı testinde, bıçağın kuvvet uygulama yeri braket tabanı ile slotu arasında olacak şekilde ayarlanmış ve kuvvet uygulama hızı 0.5 mm/dk olarak belirlenmiştir (Şekil 3.18). Kopma değeri cihazda Newton (N) olarak ölçülmüş ve braket taban alanına bölünerek megapaskal (MPa) değeri hesaplanmıştır.



Şekil 3.18. Instron cihazına bağlanma dayanımı numunesinin yerleştirilmesi

Bağlanma dayanımı testinden sonra braketlerin koptuğu diş yüzeyleri, mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı için skorlanmıştır. Dişlerin skorlaması, Artun ve Bergland (1984) tarafından tanımlanan “Artık Adeziv Endeksi”ne (AAE) göre yapılmıştır. Bu endeks skorları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Artık Adeziv Endeksi (AAE)

Skor	Kriter
0	Diş yüzeyinde yapıştırıcı yoktur.
1	Diş yüzeyinde %50 den az yapıştırıcı vardır.
2	Diş yüzeyinde %50 den fazla yapıştırıcı vardır.
3	Yapıştırıcının hepsi diş yüzeyindedir.

3.9. İstatistiksel Yöntem

Çalışmamızda veriler SPSS versiyon 24.0 (IBM Corp, Armonk, NY, ABD, 2016) paket programıyla analiz edilmiştir. Sürekli değişkenler ortalama±standart sapma, minimum, maksimum ve kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak verilmiştir. Parametrik test varsayımları sağlandığında bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis varyans analizi kullanılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki farklılıklar ise Ki kare analizi ile incelenmiştir. Tüm analizlerde $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Mikrosızıntı Testine Ait Bulgular

Direkt bonding (Grup 1), indirekt bonding (Grup 2) ve dijital indirekt bonding (Grup 3) yöntemi ile yapıştirılan braketlerin mikrosızıntı değerlerine ait ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerler absorbands cinsinden Tablo 4.1'de verilmiştir.

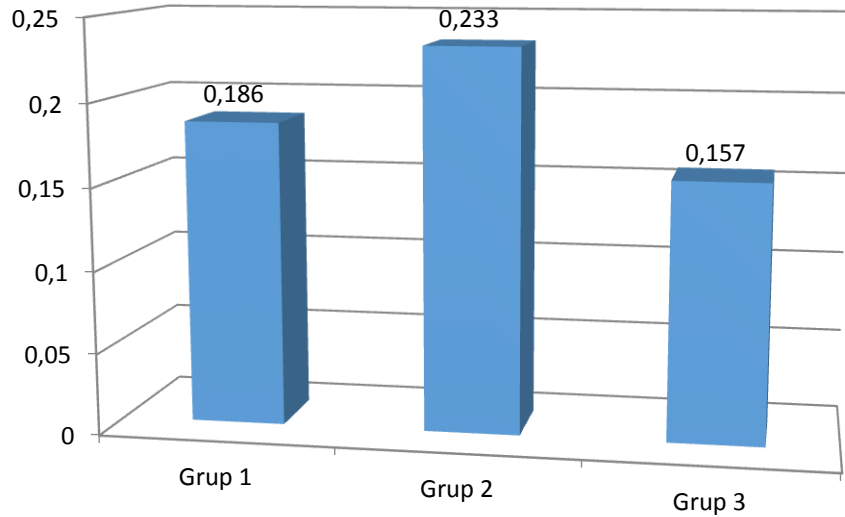
Tablo 4.1. Bonding gruplarına ait mikrosızıntı değerlerinin absorbands cinsinden ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri

Bonding Grupları	n	Ort \pm SS	Maksimum	Minimum	p	Post hoc test
Grup 1	14	0.186 \pm 0.07	0.393	0.108	0.008*	G2-G3*
Grup 2	14	0.233 \pm 0.07	0.354	0.133		
Grup 3	14	0.157 \pm 0.07	0.363	0.073		

*p<0.05

Üç farklı bonding yönteminin kullanıldığı gruplardaki ortalama mikrosızıntı değerleri incelendiğinde mikrosızıntı miktarı en yüksek Grup 2'de, en düşük ise Grup 3'te bulunmuştur. En yüksek ve en düşük mikrosızıntı değerlerine baktığımızda en yüksek değerin 0.393 ile Grup 1'de, en düşük değerin 0.073 ile Grup 3'te bulunduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu, Grup 2'deki mikrosızıntı miktarının Grup 3'ten anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur.

Şekil 4.1'de tüm bonding gruplarına ait mikrosızıntı değerleri grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Tüm bonding gruplarına ait mikrosızıntı değerlerinin grafiksel görünümü

4.2. Sıyırma Testine Ait Bulgular

Direkt bonding (Grup 1), indirekt bonding (Grup 2) ve dijital indirekt bonding (Grup 3) yöntemi ile yapıştırılan braketlerin bağlanma dayanımı değerlerine ait ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerler Tablo 4.2’de megapaskal cinsinden verilmiştir.

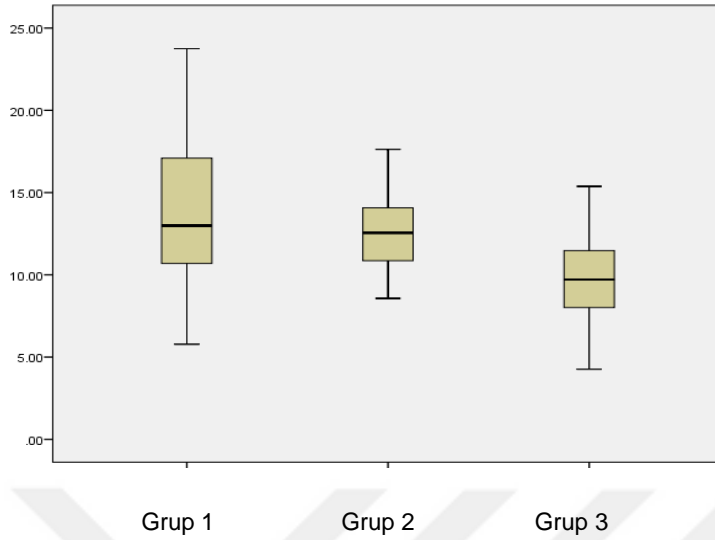
Tablo 4.2. Bonding gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin megapaskal cinsinden ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri

Bonding Grupları	n	Ort ±SS	Maksimum	Minimum	p	Post hoc test
Grup 1	14	13.77±4.72	23.75	5.78	0.026*	G1-G3*
Grup 2	14	12.71±2.86	17.63	8.57		
Grup 3	14	9.99±3.05	15.38	4.26		

*p<0.05

Farklı bonding yöntemlerinin kullanıldığı gruplardaki bağlanma dayanımı değerlerini incelediğimizde ortalama değer en yüksek Grup 1’de, en düşük Grup 3’te olduğu bulunmuştur. Üç grup arasında en yüksek ve en düşük bağlanma dayanımı değerlerine baktığımızda en yüksek bağlanma dayanımı değerinin 23.75 MPa ile Grup 1’de, en düşük bağlanma dayanımı değerinin 4.26 MPa ile Grup 3’te hesaplandığı görülmüştür. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda bağlanma dayanımı açısından gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Grup 1’in bağlanma dayanımı değerleri Grup 3’e göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Şekil 4.2'de tüm bonding gruplarına ait bağlanma dayanımı değerleri grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Tüm bonding gruplarına ait bağlanma dayanımı değerlerinin grafiksel görünümü

4.3. Artık Adeziv Endeks (AAE) Bulguları

Direkt bonding (Grup 1), indirekt bonding (Grup 2) ve dijital indirekt bonding (Grup 3) yöntemi ile yapıştırılan braketlerin AAE skor dağılımları Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Tüm gruplara ait AAE skorları

Bonding Grupları	0 n(%)	1 n(%)	2 n(%)	3 n(%)	n	p	Post hoc test
Grup 1	5 (50)	3 (30)	2 (20)	-	10	0.0001*	G1-G3* G2-G3*
Grup 2	1 (9.1)	7 (63.6)	3 (27.3)	-	11		
Grup 3	-	1 (7.7)	5 (38.5)	7 (53.8)	13		

*p<0.05

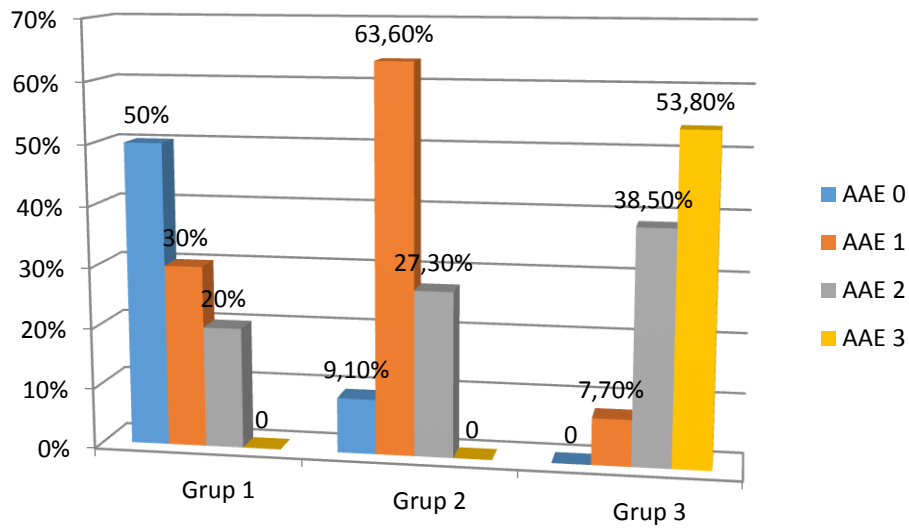
Gruplardaki AAE skorlarına baktığımızda Grup 1'de dişlerin %50'sinde mine yüzeyinde hiç adeziv bulunmadığı, dişlerin %30'unda mine yüzeyinde kalan adeziv miktarının %50'den az ve örneklerin %20'sinde mine yüzeyinde kalan adeziv miktarının %50'den fazla olduğu gözlenmiştir.

Grup 2'de yer alan dişlerin %9.1'inde diş yüzeyinde adeziv kalmadığı görülmüştür. Aynı gruptaki dişlerin %63.6'sında diş yüzeyinde kalan adeziv miktarının %50'den az ve örneklerin %27.3'ünde diş yüzeyinde kalan adeziv miktarının %50'den fazla olduğu görülmüştür.

Grup 3'te yer alan dişlerin %53.8'inde adezivin tamamı diş yüzeyinde kalmış ve dişlerin %38.5'inde mine yüzeyinde kalan adeziv miktarı %50'den fazla bulunmuştur. Yine aynı grupta dişlerin %7.7'sinde mine yüzeyinde kalan adeziv miktarı %50'den azdır. Tüm bonding gruplarına ait AAE skorları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren gruplar olduğu görülmüştür. Grup 3'ün AAE skorları, Grup 1 ve Grup 2'den anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Bağlanma dayanımı testi esnasında gruplardaki dişlerin bazılarında mine kırığı gerçekleşmiştir. Grup 1'de dört, Grup 2'de üç ve Grup 3'te bir adet örnekte mine kırığına rastlanmıştır.

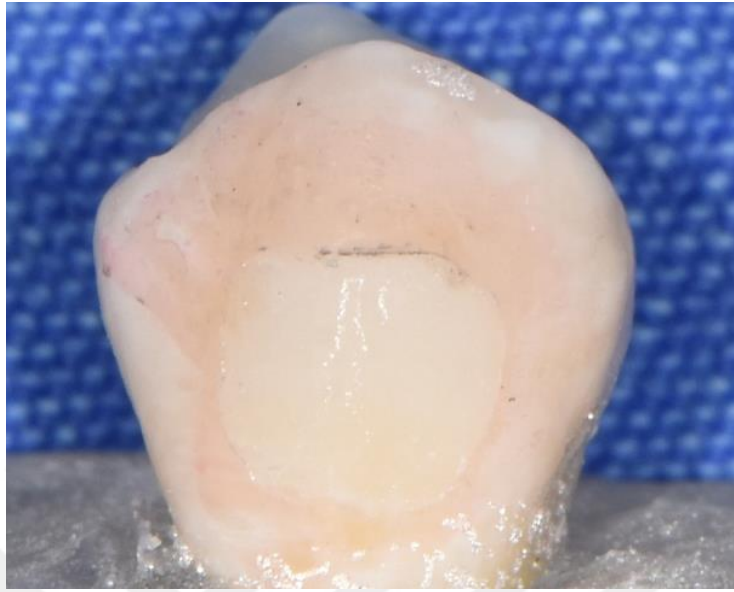
Üç gruba ait AAE skorlarının grafiği şekil 4.3'te gösterilmektedir.



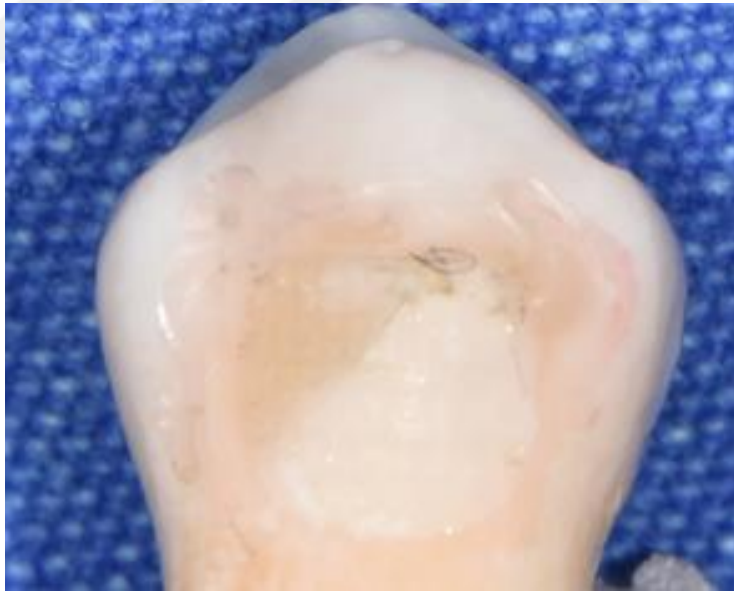
Şekil 4.3. Üç gruba ait AAE skorları grafiği

4.4. Artık Adeziv Endeks (AAE) Bulgularına Ait Görüntüler

Artık adeziv endeks skorları 0, 1, 2 ve 3 olan dişlerin görüntüleri Şekil 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7'te gösterilmektedir.



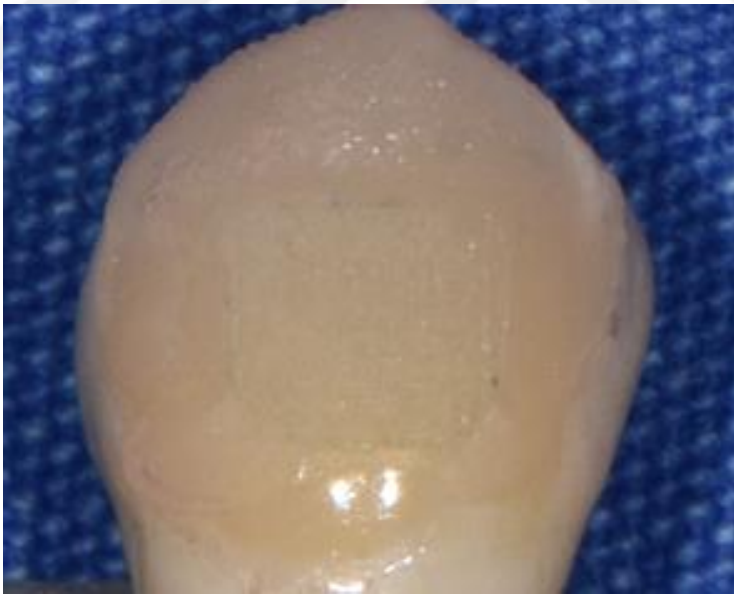
Şekil 4.4. AAE skoru 0 olan dişe ait görüntü



Şekil 4.5. AAE skoru 1 olan dişe ait görüntü



Şekil 4.6. AAE skoru 2 olan dişe ait görüntü



Şekil 4.7. AAE skoru 3 olan dişe ait görüntü

5. TARTIŞMA

Buonocore (1955), mine yüzeyini %85'lik fosforik asit ile pürüzlendirmenin bağlanma kuvvetini arttırılabileceğini gösterdikten sonra braketlerin doğrudan dış yüzeyine yapıştırılması ilk olarak Newman tarafından epoksi rezin kullanılarak denenmiştir (Newman 1965). Direkt bonding tekniğinde kullanılan kimyasal polimerize olan adezivlere ek olarak ışık ile polimerize olan adezivlerin geliştirilmesi, hasta başında braket konumlandırılması için hekimlere fazladan zaman kazandırmıştır. Ancak arka bölgedeki dişlere olan ulaşım ve görüş zorluğu braketlerin doğru konumlandırılmasını zorlaştırmaktadır (Sondhi 1999). Bu sorunların üstesinden gelebilmek için indirekt bonding tekniği Silverman ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (Silverman vd 1972). Tanıtıldığı dönemde “metal ve plastik braketler için evrensel bir direkt yapıştırma sistemi” olarak tanıtılan daha sonrasında aynı araştırmacılar tarafından “indirekt yapıştırma tekniği” olarak adı değiştirilen bu teknikte braketler hastadan elde edilen model üzerinde konumlandırılmış ve braketlerin hasta ağızına transferini sağlayan taşıyıcı kaşıklar oluşturulmuştur. Thomas (1979), Silverman ve arkadaşlarının tanıttığı indirekt bonding tekniğini geliştirmeye çalışmış ve braketleri model üzerinde tutturmak için kimyasal polimerize olan Bis-GMA rezin kullanmıştır. Braketlerin hasta ağızına yapıştırılması esnasında diş ve braket tabanlarına sırası ile universal ve katalizör rezin uygulanmıştır.

Teknoloji alanındaki gelişmeler ile birlikte bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemlerinin, diş hekimliğindeki tedavilerin verimliliği ve doğruluğu üzerinde etkileri artmıştır (Miyazaki vd 2009). Bu sistemlerin diş hekimliğinde kullanılmaya başlanması ile birlikte ortodonti alanında da bazı uygulamalarda kullanımına geçilmiştir. Günümüzde CAD/CAM teknolojisi kullanılarak kişiye özel olarak tedavi edici şeffaf plaklar üretilmektedir (Davidowitz ve Kotick 2011). Ayrıca hastadan ağız içi tarayıcı ile elde edilen dijital görüntüler üzerinde braketlerin konumlandırılması ve tedavi planlaması yapılabilmektedir (Rheude vd 2005).

Çalışmamızda dijital indirekt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin mikrosızıntı, bağlanma dayanımı ve mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı direkt bonding ve geleneksel indirekt bonding yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Dijital indirekt bonding yönteminde braketlerin konumlandırılması bilgisayar ortamında yapıldığı için

teknik hassasiyeti diğer bonding yöntemlerinden daha yüksektir. Ayrıca braketlerin konumlandırılması esnasında diş braket tabanı arasında hiç boşluk bırakılmadığından diğer bonding yöntemleri ile kıyaslandığında mikrosızıntının daha az ve bağlanma dayanımının daha yüksek olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın dijital indirekt bonding yönteminin mikrosızıntı ve braket bağlanma dayanımı üzerine etkilerinin birlikte değerlendirildiği literatürdeki ilk çalışma olması çalışmamızın özgün değerini oluşturmaktadır.

Ortodonti alanında yapılmış çalışmalara bakıldığında temini kolay olduğu için ortodontik amaçlı çekilmiş premolar dişlerin kullanıldığı görülmüştür. Sığır dişlerinin insan dişlerinden daha kolay ve hızlı temin edilebilir olmasına rağmen literatürde sığır dişleri ile yapılan çalışmalardan elde edilen braket bağlanma dayanımı değerlerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (Oesterle vd 1998).

Literatür incelemesinde mikrosızıntı ve bağlanma dayanımını inceleyen çalışmalarda premolar dişlerin özellikle de maksiller premolar dişlerin kullanıldığı görülmüştür (Daub vd 2006, Öztürk vd 2009, Yağcı vd 2010, Öztürk vd 2016, Demirovic vd 2018). Çalışmamızda elde edilecek sonuçların diş materyal farklılıklarından kaynaklanmadan diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılabilir olması için klinikte rutin bir şekilde ortodontik amaçla çekimi gerçekleştirilen üst birinci premolar dişler kullanılarak çalışmanın gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

Yapılan çalışmalarda çekilmiş dişlerin saklanma koşulları ile ilgili belli standartların bulunmadığı ve kullanılacakları zamana kadar geçen sürede farklı solüsyonlarda bekletildikleri görülmüştür. Bu amaçla kullanılan solüsyonlar; timol (Polat vd 2004, Demirovic vd 2018), salin (Sha 2018), kloramin T (Klocke vd 2003, Yi vd 2003, Öztürk vd 2009) ve distile sudur (Daub vd 2006, Linn vd 2006). Dişlerin solüsyonda bekletilme amacı minenin organik yapısının bozulmasını engellemek ve bakteriyel çoğalmanın önüne geçmektir. Mikrosızıntı ve bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda kullanılan solüsyonların genellikle ayda bir değiştirildiği görülmüştür. Ayrıca bazı çalışmalarda kullanılan saklama solüsyonlarının bağlanma dayanımını etkileyebileceği de bildirilmiştir (Finnema vd 2010, Gittner vd 2010). Önceki çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da dişler bir hafta kloramin T solüsyonunda bekletildikten sonra deney aşamalarına kadar geçen sürede oda sıcaklığında distile suda bekletilmiştir (Klocke vd 2003, Yi vd 2003, Öztürk vd 2009). Bakteriyel kolonizasyonu engellemek için distile su solüsyonları haftada bir değiştirilmiştir.

Asit uygulaması öncesi mine yüzeyinin organik atıklardan arındırılması ve optimal bağlanma dayanımı elde edilebilmesi için mine yüzeyinin pomza ile temizlenmesi önerilmektedir (Øgaard ve Fjeld 2010). Mine yüzeyinde kalabilecek

herhangi bir debris varlığının sonuçlarımızı olumsuz etkileyebileceği düşüncesiyle literatürde yer alan çalışmalarda da uygulandığı şekilde (Barry 1995, Burgess vd 2006), tüm örneklerimizin mine yüzeyleri mikromotora takılan lastik ve pomza yardımıyla 10 saniye boyunca temizlenmiştir.

Braketlerin yapıştırılacağı mine yüzeyinin asitlenmesi, rezinin penetre olabileceği mikroskobik boşluklar oluşturarak bağlanmanın daha sıkı olmasını sağlar. Ortodonti pratiğinde sıklıkla mine yüzeyinin asitlenmesi için konsantrasyonu %35-37 olan fosforik asit kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda mine yüzeyinin 15-30 saniye asitlenmesi ile braketler için yeterli bağlanma dayanımı sağlandığı bildirilmiştir (Wang ve Tarnog 1991, Triolo vd 1993, Øgaard ve Fjeld 2010). Bizim çalışmamızda da %37'lik konsantrasyonda jel formunda fosforik asit kullanılarak mine yüzeyi 30 saniye süresince asitlenmiştir.

Yapılan literatür taraması sonucunda çalışmalarda en yaygın kullanılan yapıştırıcının Transbond XT olduğu görülmüştür. Çalışmamız sonucunda elde edilen mikrosızıntı ve bağlanma dayanımı sonuçlarının kıyaslanabilir olması için çalışmamızda da braketlerin yapıştırılması esnasında tüm bonding gruplarında Transbond XT yapıştırıcı kompozit kullanılmıştır. Çalışmamızın direkt bonding ve dijital indirekt bonding gruplarında da aynı tip primer (Transbond XT), indirekt bonding grubunda ise kimyasal olarak polimerize olan ve indirekt bonding için özel olarak geliştirilmiş bir resin olan Sondhi Rapid Set kullanılmıştır.

Dijital indirekt bonding yönteminde kullanılacak braketlerin seçimi sadece yazılımda tanımlı olan braketler arasından yapılabildiği için braket tercihimizi sınırlandırmıştır. Bu nedenle çalışmamızda dijital indirekt bonding kaşıklarının üretimini yapan firmanın yazılımında mevcut olan ve kliniğimizde sıklıkla kullanılan 0.022 slot MBT sistem, üst birinci premolar metal braketler (Avex Suite Mx, Opal Orthodontics, Ultradent, South Jordan, UT, ABD) kullanılmıştır. Braketlerin taban alanı 10,68 mm²'dir.

Çalışmamızda direkt bonding grubunda braketler diş üzerine ve indirekt bonding grubunda model üzerine yapıştırılırken uygulanan basıncın standardize edilebilmesi için bir kuvvetölçerden faydalanılmıştır. İdeal konumuna yerleştirilen braketlere 300 gram kuvvet uygulanmış ve braketin pozisyonu değiştirilmeden ışık uygulanarak adeziv rezinin polimerizasyonu sağlanmıştır. Bu uygulama braket-diş ara yüzeyinde sıkı bir bağlantının olması için yapılmıştır.

Ortodonti pratiğinde yapıştırıcının polimerizasyonu için sıklıkla LED ışık cihazları kullanılmaktadır. Çalışmalarda LED ışık kaynakları ile braketlere 20 saniye süreyle ışık uygulanmasının yeterli bağlanma dayanımı sağladığı bildirilmiştir (Krishnaswamy ve Sunitha 2007, Rachala ve Yelampalli 2010). Standart LED ışık kaynakları ve ekstra güç modunda kullanılan LED ışık kaynaklarının karşılaştırılarak

bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda sonucun etkilenmediği ve klinik olarak kabul edilebilir bağlanma dayanımının elde edildiği bildirilmiştir (Ward vd 2015, Chalipa vd 2016, Oz vd 2016). Bizim çalışmamızda da kliniğimizde bulunan LED ışık kaynağı ekstra güç modunda kullanılarak yapıştırıcının polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir. Cihazın en yüksek modu olan 3200 mW/cm² güçte direkt bonding ve dijital indirekt bonding grubunda yer alan her bir diş için 3'er saniye mezialden ve distalden olmak üzere toplamda 6 saniye süresince adezivin polimerizasyonu sağlanmıştır. İndirekt bonding grubunda ise braketlerin model üzerinde yapıştırılması esnasında birer saniye daha fazla olacak şekilde her bir braketin mezialinden ve distalinden 4'er saniye olmak üzere toplamda 8 saniye süreyle ışık uygulanmıştır. Polimerizasyon süresinin indirekt bonding grubunda fazla olmasının nedeni; bonding işleminin diğer gruplarda diş yüzeyinde, indirekt bonding grubunda ise alçı model üzerinde yapılmasıdır. Alçı ve minenin ışık geçirgenliği farklı olduğundan indirekt bonding grubunda ışık uygulama süresi arttırılarak polimerizasyonun tam olduğundan emin olunmak istenmiştir.

Braketlerin yapıştırılması için kullanılan adezivler, ağız ortamında farklı sıcaklık değişimine maruz kalmaktadırlar. In vitro çalışmalarda, materyalin ağız ortamında maruz kaldığı sıcaklık değişimlerini taklit edebilmesi için termal siklus işlemi uygulanmaktadır. Termal siklus prosedüründe kullanılan solüsyon sıcaklıkları genelde 5°C ile 55°C ve tur sayısı da 500 ile 20000 arasında değişmektedir. Çalışmamızda ISO/TR 11405 standartlarına uygun olarak sıcaklıkları 5°C ile 55°C'de, tur sayısı 500, solüsyonda bekleme süresi 30 saniye olacak şekilde tüm örnekler termal siklus uygulaması yapılmıştır. Benzer şekilde farklı bonding tekniklerinin mikrosızıntı ve braket bağlanma dayanımına etkisini değerlendiren çalışmalarda da örnekler 500 defa termal siklus uygulandığı görülmüştür (Daub vd 2006, Öztürk vd 2009). Ayrıca yapılan in vitro çalışmalarda termal siklus işleminin braket bağlanma dayanımını etkilediği bildirilmiştir (Bishara vd 2003, Turk vd 2010, Jurubeba vd 2017).

Ortodonti alanında mikrosızıntıyı değerlendiren çalışmalarda genellikle kesit alma yönteminin kullanıldığı görülmüştür. Ancak bu yöntemle sadece kesitin alındığı bölgeden skorlamanın yapılabilir olması ve tekniğin incelemeyi yapan kişinin subjektif değerlendirmesini gerektirmesi nedeniyle yarı kantitatif bir yöntem olarak kabul edilebileceği söylenmiştir (Yavuz ve Atakul 2001, Yavuz ve Aydın 2005). Bu yöntemde sonuçların doğruluğunu arttırmak için inceleme yapılacak bölgenin farklı kısımlarından kesitler alınması ve skorlamanın farklı zamanlarda tekrarlanması gerekmektedir. Ayrıca kesit alma işlemi esnasında örnek zarar görebilir ve bu durum mikrosızıntı değerlendirmesini imkansız hale getirir.

Literatürde mikrosızıntının değerlendirilmesi için boya çıkarma yönteminin kullanıldığı çalışmaların genellikle endodonti alanında yapılmış olduğu ve ortodontide mikrosızıntı tespiti için bu yöntemin kullanıldığı herhangi bir çalışmanın olmadığı görülmüştür. Her ne kadar alanımız dahilindeki mikrosızıntı çalışmalarının verileri ile sonuçlarımızın birebir karşılaştırılamayacak olması söz konusu olsa da mikrosızıntı çalışmalarından elde edilen bulguların kesit alma yöntemi ile tesbitinin güvenilir sonuçlar oluşturmayacağı düşüncesinden yola çıkılarak, çalışmamızda mikrosızıntı değerlendirmesi boya çıkarma yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Boya çıkarma yönteminin kullanıldığı çalışmalarda, mikrosızıntı miktarı belirlenirken araştırmacının gözlem ve yorumuna gereksinim duyulmamaktadır. Bununla birlikte bu yöntemle mikrosızıntı araştırmacıdan bağımsız olarak hesaplanır ve oluşmuş olan tüm mikrosızıntının nicel olarak ölçülmesine olanak sağlar (Douglas ve Zakariasen 1981, Yavuz vd 2006). Bu nedenlerden ötürü çalışmamızda boya çıkarma yöntemi kullanılarak braket-adeziv-diş ara yüzelerindeki mikrosızıntı miktarı tespit edilmiştir.

Boya çıkarma yönteminin kullanıldığı mikrosızıntı çalışmalarında, dişlerin boyanması için genellikle konsantrasyonu %2 olan metilen mavisi kullanılmaktadır (Douglas ve Zakariasen 1981, Yavuz ve Atakul 2001, Yavuz ve Aydın 2005, Yavuz vd 2006, Sinhal vd 2018). Metilen mavisinin seçilme nedeni; ucuz olması, kullanımının kolay olması, boyama gücünün yüksek olması ve molekül ağırlığının düşük olmasıdır. Tüm bu avantajları göz önünde bulundurularak çalışmamızda da boyayıcı ajan olarak konsantrasyonu %2 olan metilen mavisi boyası kullanılmıştır.

Yapılan literatür taraması sonucunda boya çıkarma yönteminin kullanıldığı çalışmalarda dişlerin, çözülebilmesi için konsantrasyonu %35-65 arasında değişen nitrik asit solüsyonu içerisinde bekletildiği görülmüştür (Yavuz vd 2006, Kaya vd 2015, Sinhal vd 2018). Çalışmamızda da çözünme işlemi konsantrasyonu %35 olan nitrik asit solüsyonu içerisinde braketlenmiş dişlerin 72 saat bekletilmesi suretiyle gerçekleştirilmiştir.

Mikrosızıntı çalışmalarında boya çıkarma yöntemi esnasında gerçekleştirilen santrifüj işlemi ile ilgili görüş birliği bulunmadığı ve santrifüj işleminin 200-14000 devir arasında gerçekleştirildiği görülmüştür (Kaya vd 2015, Sinhal vd 2018). Oldukça geniş bir aralıkta uygulanan santrifüj devir işlemi için çalışmamızda son güncel bir çalışmada esas alınan santrifüj hızı olan 4000 devir/dakika tercih edilmiştir (Sinhal vd 2018)

Yapılan mikrosızıntı araştırmalarında metilen mavisinin kullanıldığı boya çıkarma yönteminde numunelerin absorbans ölçümlerinin 550 ile 670 nm arasında değiştiği görülmüştür (Yavuz vd 2006, Sinhal vd 2018). Çalışmamızda metilen mavisinin maksimum absorbans değerinin 607 nm olduğu belirlenerek bu değer standart olarak alınmasına ve ölçümlerin bu değerde yapılmasına karar verilmiştir.

Bağlanma dayanımı çalışmalarında sıyırma testi esnasında dişlerin cihaza sabitlenmesi ve test sırasında kuvvetin brakete doğru bir şekilde aktarılabilmesi için dişler akrilik bloklara gömülmektedir (Yi vd 2003, Polat vd 2004, Linn vd 2006, Öztürk vd 2009, Demirovic vd 2018). Bizim çalışmamızda da sıyırma testine tabi tutacak örnekler uzun aksları yer düzlemine dik olacak şekilde akrilikten prizmalara gömülmüştür.

Literatür incelemesi yapıldığında, bağlanma dayanımı testi için bıçak hızının 0.1-5 mm/dk aralığında değişkenlik gösterdiği, ancak yapılan birçok çalışmada tercih edilen bıçak hızının 0.5 mm/dk olduğu görülmüştür (Polat vd 2004, Öztürk vd 2009, Swetha vd 2011). Ayrıca bıçağın dişe değme açısının bağlanma dayanımını etkilediği ve bıçağın dişe temas etme açısının artması ile bağlanma dayanımının düştüğü de rapor edilmiştir (Klocke ve Kahl-Nieke 2006). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda bıçağın doğrultusu braket tabanına paralel ve hızı 0.5 mm/dk olacak şekilde ayarlanmıştır.

Braket bağlanma dayanımını değerlendiren çalışmalarda, braketler kopartıldıktan sonra diş yüzeyinde kalan adeziv miktarını belirlemek ve skorlamak için Artun ve Bergland (1984) ile Olsen ve arkadaşlarının (1997) geliştirdikleri endekslerin kullanıldığı görülmüştür. Ancak literatürde Artun ve Bergland'ın tanımladığı endeksi kullanan çalışmalar (Yiv d 2003, Daub vd 2006, Linn vd 2006, Öztürk vd 2009, Turk vd 2010, Swetha vd 2011) modifiye AAE endeksinin kullanıldığı çalışmalardan daha fazladır (Polat vd 2004). Bu nedenle çalışmamızda Olsen ve arkadaşlarının tanımladığı modifiye AAE endeksi yerine Artun ve Bergland'ın tanımladığı AAE endeksinden faydalanılarak mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı değerlendirilmiştir.

Tartışma bölümünün bundan sonraki kısmında bulgularımız tartışılacaktır. Çalışmamızda dijital indirekt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin mikrosızıntı, bağlanma dayanımı ve mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı açısından diğer bonding yöntemleri ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Çalışmamızda tüm gruplarda mikrosızıntı izlenmiştir. Konvansiyonel indirekt bonding grubundaki ortalama mikrosızıntı miktarı dijital indirekt bonding grubundan anlamlı derecede yüksek bulunmuş, ancak direkt bonding ile indirekt bonding grubu arasında ve dijital indirekt bonding grubu ile direkt bonding grubu arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Mikrosızıntı farklılığı, indirekt bonding grubunda diğer gruplardan farklı olarak braketlerin diş yüzeyine yapıştırılmasında farklı rezin (Sondhi Rapid Set) kullanılmasından ve dijital indirekt bonding yöntemi ile indirekt bonding yöntemi arasındaki teknik farklılıktan kaynaklanabilir. Konvansiyonel indirekt bonding grubunda braket tabanında mevcut olan Transbond XT yapıştırıcı kompozitin kalınlığı ve kullanılan rezin materyallerin asitlenmiş mine yüzeyinde oluşan pörözitelere

yeterince nüfuz edememesine bağlı olarak bu grupta mikrosızıntı değerlerinin yüksek olduğu düşünülebilir.

Literatür incelemesinde dijital indirekt bonding yönteminin, direkt bonding yöntemi ve geleneksel indirekt bonding yöntemi ile mikrosızıntı açısından karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmadığı için çalışmamızdaki dijital indirekt bonding grubuna ait mikrosızıntı sonuçları detaylı olarak tartışılmamıştır. Çalışmamızın geleneksel indirekt bonding ve direkt bonding gruplarına ait mikrosızıntı ve braket bağlanma dayanımı bulguları benzer bonding tekniklerinin mikrosızıntı ve bağlanma dayanımına etkilerinin değerlendirildiği diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılarak tartışılacaktır.

Geleneksel indirekt bonding yönteminin direkt bonding yöntemi ile mikrosızıntı açısından değerlendirildiği bir çalışmada, (Öztürk vd 2009) mikrosızıntı değerlendirme yöntemi olarak boya penetrasyonu sonrasında kesit alma yöntemi kullanılmıştır. Stereomikroskop incelemesinde dış-adeziv-braket ara yüzelerindeki mikrosızıntı miktarı skorlanmış ve her iki bonding yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın bulunmadığı açıklanmıştır. Benzer şekilde çalışmamızda da direkt bonding ve indirekt bonding grupları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Bu durum Öztürk ve arkadaşlarının çalışmalarında yer alan bonding gruplarında çalışmamızla benzer yapıştırıcı materyali kullanmaları ve bonding esnasında takip edilen basamakların aynı olmasıyla açıklanabilir.

Yagci ve arkadaşları (2010), farklı bonding yöntemlerinin mikrosızıntı üzerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında bizim de uyguladığımız şekilde direkt bonding grubunda braketlerin yapıştırılmasında Transbond XT kompozit ve primer, indirekt bonding grubunda ise Transbond XT kompozit ve Sondhi Rapid Set rezin kullanmışlardır. İndirekt bonding grubunda polimerizasyon ünitesi kullanılarak braketlerin altındaki kompozit kaide sertleştirilmiştir. Bonding işlemi tamamlanan dişlerden mikrosızıntı değerlendirilmesi amacıyla her diş için dört bölgeden kesit alınmış ve bu bölgelerdeki sızıntı miktarları dijital kumpas kullanılarak skorlanmıştır. Bulgularımızın aksine çalışma sonucunda direkt bonding grubunda indirekt bonding grubundan daha yüksek mikrosızıntı olduğu bulunmuştur. Ancak sonuçlarımıza benzer şekilde bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar kompozit kalınlığına bağlı oluşabilecek polimerizasyon büzülmesini ve devamında gelişecek mikrosızıntıyı azaltmak için her iki grupta da kompozit uygulamasını ince tabaka halinde gerçekleştirdiklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki indirekt bonding grubunda da braket tabanına kompozit ince tabaka halinde uygulanmış, ancak kompozitin sertleştirilmesinde polimerizasyon ünitesi yerine kliniğimizde bulunan LED ışık cihazı kullanılmıştır. Polimerizasyon ünitesinin kullanılması braket tabanındaki

kompozit kaidenin tam olarak sertleşebileceğini ve diş yüzeyine yapıştırılması esnasında kullanılan rezin ile daha iyi birleşme sağlayabileceğini ve bu durumun mikrosızıntı miktarını azaltabileceğini düşündürmektedir.

Çalışmamızın bulguları değerlendirildiğinde Yağcı ve arkadaşlarının bulgularının aksine direkt bonding grubunda indirekt bonding grubuna göre daha az mikrosızıntı görülmüş, ancak benzer şekilde gruplar arasındaki farklılığın anlamlı olmadığı bulunmuştur. Gruplar arasında gözlenen anlamlı olmayan farklılıklar aynı zamanda mikrosızıntı değerlendirmesinde kullanılan teknikten de kaynaklanabilir. Her iki çalışmada da örnekler boya penetrasyonuna maruz bırakılmış olsa da Yağcı ve arkadaşları çalışmalarında yarı kantitatif bir yöntem olan kesit alma yöntemini kullanarak sonuca ulaşmışlardır. Çalışmamızda kullanılan boya çıkarma yöntemi sağladığı sayısal veriler sayesinde farklı sonuçların elde edilmesine neden olmuş olabilir. Ancak her iki çalışmada farklı değerlendirme yöntemleri kullanılmış olmasına rağmen direkt ve indirekt bonding gruplarına ait sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan farklılıkların olduğu bulunmuştur.

Öztürk ve arkadaşları (2016), mikrosızıntı miktarını mikro-BT ile değerlendirdikleri çalışmalarında, Transbond XT primer kullandıkları direkt bonding grubu ve Transbond IDB kullanılan indirekt bonding grubundaki mikrosızıntı miktarının Sondhi Rapid Set, Custom IQ ve RMBond kullanılan indirekt bonding gruplarından daha düşük olduğunu, ancak farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. RMBond ve Transbond IDB kullanılan gruplardaki koronal mikrosızıntı miktarı gingival bölgedeki mikrosızıntıdan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bu çalışma ile aynı yapıştırıcı kompozit ve rezinlerin kullanıldığı direkt bonding ve indirekt bonding gruplarımız arasındaki mikrosızıntı miktarı istatistiksel olarak anlamsız bulursa da indirekt bonding grubumuzdaki mikrosızıntı miktarının benzer şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür. Her iki çalışmada da farklı mikrosızıntı değerlendirme teknikleri kullanılmış olmasına rağmen karşılaştırılan bonding gruplarında aynı yapıştırıcıların kullanılmış olması ve braketlerin diş yüzeyine yapıştırılması esnasında braket-diş ara yüzeylerindeki adaptasyonun daha iyi olabilmesi için kuvvetölçer yardımıyla kuvvet uygulanmış olması sonuçlardaki benzerliğin sebebi olabilir.

Elde edilen bağlanma dayanımı sonuçları değerlendirildiğinde, direkt bonding grubunun ortalama bağlanma dayanımı değeri konvansiyonel indirekt bonding grubundan; konvansiyonel indirekt bonding grubunun değeri de dijital indirekt bonding grubundan daha yüksek bulunmuştur. Dijital indirekt bonding grubundaki bağlanma dayanımı değerlerinin daha düşük bulunması diğer iki grupta da kompozit kalınlığının kuvvetölçer kullanılarak homojenize edilmiş olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca kuvvetin optimize edilmesi braketlerin diş yüzeyine yapıştırılması esnasında diş-braket

ara yüzeyinde daha sıkı bir bağlanmaya neden olmuş olabilir. Ancak dijital indirekt bonding grubunda braketlerin dişler üzerine konumlandırılması yazılım üzerinde gerçekleştirildiği için bu grupta braketlerin üzerine kuvvet uygulanması mümkün değildir. Her ne kadar dijital indirekt bonding grubunda direkt bonding grubuna kıyasla anlamlı derecede daha düşük bağlanma dayanımı değerleri elde edilmiş olsa da bu değerler Reynolds'un belirttiği klinik açıdan kabul edilebilir sınırların oldukça üzerinde bulunmuştur (Reynolds 1975).

Yapılan literatür incelemesinde farklı bonding yöntemlerinin braket bağlanma dayanımı üzerine etkilerini karşılaştıran çalışmaların mevcut olduğu görülmüştür. Yi ve arkadaşları (2003), çalışmalarında direkt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin ortalama bağlanma dayanımı değerini, indirekt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin bağlanma dayanımı değerinden daha düşük olduğunu ancak gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bulmuşlardır. Bu bulguların aksine çalışmamızda direkt bonding grubunun değerleri indirekt bonding grubu değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Sonuçlar arasındaki farklılık çalışmalarda kullanılan braket tipinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Yi ve arkadaşları çalışmalarında her iki grupta da APC braketleri kullanmışlardır.

Klocke ve arkadaşları (2003), farklı bonding yöntemlerinin bağlanma dayanımı üzerine etkisini sığır dişlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Direkt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin ortalama bağlanma dayanımı değerini, indirekt bonding yöntemi kullanılarak yapıştırılan braketlerin bağlanma dayanımı değerinden daha düşük bulmuşlardır. Ancak her iki grup arasındaki farklılığın anlamlı olmadığını da bildirmişlerdir. Literatürde sığır dişlerinin kullanıldığı çalışmalarda bağlanma dayanımı değerlerinin insan dişlerine kıyasla %21-44 oranında daha düşük olduğu söylenmesine rağmen (Oesterle vd 1998), araştırmacıların direkt bonding grubunun bağlanma dayanımı değerlerinin çalışmamızda elde edilen değerlere oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir. Buna rağmen indirekt bonding grubundaki ortalama değerler çalışmamızın indirekt bonding grubu değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmalardan elde edilen çelişkili sonuçlar Klocke ve arkadaşlarının çalışmalarında dişleri termal siklus uygulamasına tabi tutmamış olmasından kaynaklanabilir.

Polat ve arkadaşları (2004), bonding tekniklerinin bağlanma dayanımına olan etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, direkt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin ortalama bağlanma dayanımı değerini indirekt bonding grubundan daha yüksek bulmuşlardır. Ancak bulgularımızın aksine gruplar arasındaki farklılığın anlamlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada direkt bonding grubunun bağlanma dayanımı değeri çalışmamızda elde ettiğimiz değere benzer bulunmuş, ancak indirekt bonding grubunun bağlanma dayanımı değerinin çalışmamızdaki değerden daha düşük olduğu

görülmüştür. Bu çalışmada indirekt bonding grubunda braketlerin transferini sağlayan taşıyıcı plak çalışmamızda kullanılan farklı olarak full ark formunda dizayn edilmiştir. İndirekt bonding taşıyıcı kaşığının tek parça halinde ark formunda yapılması braketlerin yapıştırılması esnasında kaşığın dişler üzerinde tam olarak konumlandırılmamasına bağlı olarak her bölgeden yeterli miktarda kuvvetin uygulanamamış olmasına neden olmuş olabilir. Çalışmamızın indirekt bonding grubunda daha yüksek bağlanma dayanımı değerlerinin ölçülmesi taşıyıcı kaşık tasarımındaki farklılıklardan kaynaklanabilir.

Linn ve arkadaşları (2006), farklı bonding tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, direkt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin bağlanma dayanımı değerlerini, indirekt bonding yöntemi ile yapıştırılmış olanlardan daha yüksek bulmuş, ancak farklılığın istatistiksel olarak anlamsız olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada her iki yöntem ile yapıştırılan braketlerin ortalama bağlanma dayanımı değerleri bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda elde edilen bağlanma dayanımı değerlerinin daha düşük bulunması, literatürde termal siklus uygulamasının braket bağlanma dayanımını azalttığını gösteren çalışmaların bulgularıyla uyumludur (Bishara vd 2003, Turk vd 2010).

Daub ve arkadaşları (2006) ile Öztürk ve arkadaşları (2009), direkt ve indirekt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin bağlanma dayanımlarını termal siklus uygulaması sonrası değerlendirmişlerdir. Direkt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin ortalama bağlanma dayanımı değeri, çalışmamızla benzer yapıştırıcının kullanıldığı indirekt bonding grubunun ortalama bağlanma dayanımı değerinden daha yüksek bulunmuştur. Ancak gruplar arasındaki farklılık, çalışmamızdaki direkt ve indirekt bonding grupları arasında olduğu gibi anlamsız bulunmuştur. Her iki çalışmanın termal siklus protokolünü de içeren materyal ve metod benzerliği birbirine oldukça yakın bağlanma dayanımı değerlerinin elde edilmesinin nedeni olabilir.

Yapılmış güncel bir çalışmada direkt ve indirekt bonding yöntemlerinin bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada direkt ve indirekt bonding gruplarının ortalama bağlanma dayanımı değerleri çalışmamız değerlerinden oldukça düşük bulunmuştur (Demirovic vd 2018). Ancak bulgularımızı destekler şekilde gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu çalışmadan elde edilen daha düşük braket bağlanma dayanımı sonuçları kullandığımız sıyırma kuvvetinden farklı olarak araştırmacılar tarafından test esnasında çekme kuvvetinin tercih edilmiş olmasından kaynaklanabilir. Literatürde çekme testinin germe komponentleri içermesi nedeniyle hatalı sonuçlar verebileceği ve gerçek bir sıyırma testi olmadığı görüşü mevcuttur (Thomas vd 1999, Finnema vd 2010).

Yapılmış başka bir güncel çalışmada direkt bonding yöntemi ile yapıştırılmış standart fabrikasyon braketler ve CAD/CAM teknolojisi kullanılarak üretilen indirekt bonding kaşıkları ile yapıştırılmış braketlerin bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırılmıştır. Direkt bonding yöntemi ile yapıştırılan grubun ortalama bağlanma dayanımı değeri 6.73 ± 1.36 MPa, CAD/CAM ile üretilen indirekt bonding kaşığının kullanıldığı grubun ortalama bağlanma dayanımı değeri 11.46 ± 7.22 MPa olarak bulunmuştur (Sha vd 2018). Bu çalışmada gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken, direkt bonding grubumuzun bağlanma dayanımı değeri dijital indirekt bonding grubumuzdan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda dijital indirekt bonding grubunda kullanılan taşıyıcı kaşığın üretim şekli araştırmacıların çalışmalarında kullandıkları yöntem ile birebir aynı değildir. Ayrıca kullanılan yapıştırıcıların farklı olması da söz konusu farklılığa sebep olmuş olabilir.

Literatür incelendiğinde braket kopma bölgelerinin değerlendirilmesi açısından iki zıt görüşün mevcut olduğu görülmüştür. Birinci görüş braket-adeziv ara yüzeyinde veya adezivin kendi içinde meydana gelen kopmaların daha güvenli olduğu, mine-adeziv ara yüzeyinde meydana gelen kopmaların minede kırık oluşturabileceği yönündedir (Bishara vd 1999). İkinci görüş ise kopmanın mine-adeziv içerisinde olmasının daha güvenli olduğu, kopmanın braket-adeziv ara yüzünde olması durumunda yapıştırıcının temizlenmesi esnasında minede hasar oluşma ihtimalinin olabileceği şeklindedir (Trites vd 2004).

Çalışmamızda AAE sonuçları değerlendirildiğinde, gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Direkt bonding grubunda kopmalar daha çok mine-adeziv ara yüzeyinde ve adeziv tabakada meydana gelmiştir. İndirekt bonding grubunda kopmaların genellikle adezivin kendi içerisinde olduğu görülmüştür. Dijital indirekt bonding grubundaki kopmalar ise daha çok braket-adeziv ara yüzünde ve adezivin kendi içerisinde gerçekleşmiştir. Daha yüksek AAE skorları gösteren dijital indirekt bonding grubunun değerleri diğer iki grubun değerlerinden istatistiksel olarak farklılık göstermiştir.

Bulgularımızın aksine Yi ve arkadaşlarının (2003), yaptığı çalışmada direkt ve indirekt bonding gruplarında kopmaların daha çok adeziv içerisinde ve braket-adeziv ara yüzünde meydana geldiği görülmüştür. Bu çalışmada gruplar arasında AAE skorları açısından farklılığın olmadığı bulunmuştur. Sonuçlarımız arasındaki farklılıklar Yi ve arkadaşlarının kendinden adezivli APC braketleri kullanmış olmasından kaynaklanabilir.

Yapılmış başka bir çalışmada kopma bölgeleri incelenmiş ve bulgularımızla benzer şekilde kopmaların adeziv tabakası içerisinde meydana geldiği görülmüştür (Klocke vd 2003). Polat ve arkadaşlarının (2004), yaptığı çalışmada direkt bonding ve

indirekt bonding yöntemleri ile yapıştırılmış braketlerin kopma bölgeleri incelenmiş ve kopmanın daha çok diş-adeziv arasında ve adeziv tabakası içerisinde olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar çalışmamızın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Yapılmış başka bir çalışmada her iki bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin kopma bölgeleri arasında farklılık olduğu görülmüştür. Direkt bonding grubunda kopmalar daha çok adeziv içerisinde, indirekt bonding grubunda ise kopmaların diş-adeziv ara yüzünde ve adeziv tabakası içerisinde olduğu görülmüştür (Linn vd 2006). Diğer bir çalışmada da farklı bonding yöntemleri ile yapıştırılmış braketlerin kopma bölgeleri incelenmiş ve bonding yönteminin AAE sonuçları üzerinde farklılığa neden olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki direkt bonding grubunda kopmaların sonuçlarımızdan farklı olarak adeziv içerisinde ve indirekt bonding grubunda ise çalışmamızda olduğu gibi diş-adeziv arasında ve daha çok adeziv içerisinde gerçekleştiği görülmüştür (Daub vd 2006). Öztürk ve arkadaşlarının (2009) çalışmasında indirekt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin AAE değerleri, direkt bonding yöntemi ile yapıştırılmış braketlerin AAE değerlerinden anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Bu çalışmada direkt bonding grubunda kopmaların bir kısmı braket-adeziv ara yüzeyinde gerçekleşmiş, çalışmamızda ise bu ara yüzde hiç kopma olmadığı görülmüştür. İndirekt bonding grubundaki kopmaların bir kısmı diş-adeziv ara yüzeyinde izlenmiş, çalışmamızda ise bu ara yüzeyde kopma oranı çok daha düşük bulunmuştur. Demirovic ve arkadaşları (2018), direkt bonding ve indirekt bonding yöntemlerini karşılaştırdıklarında gruplar arasında AAE ortalamalarının benzer olduğunu ve istatistiksel olarak fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamız sonucunda elde edilen direkt ve indirekt bonding gruplarının ortalamaları bu çalışmanın değerlerine benzerlik göstermektedir.

Yapılmış güncel bir çalışmada direkt bonding yöntemi ve CAD/CAM teknolojisi kullanılarak üretilmiş taşıyıcı kaşık ile yapıştırılmış indirekt bonding gruplarının AAE skorları karşılaştırılmıştır (Sha vd 2018). Bu çalışmadaki indirekt bonding yöntemi dijital indirekt bonding yöntemimize benzerlik göstermekle birlikte AAE bulgularının sonuçlarımız ile uyumlu olduğu görülmüştür. Ancak araştırmacılar tarafından gruplar arasındaki farklılığın anlamsız olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda ise dijital indirekt bonding grubunda adeziv tabakası içerisinde ve braket-adeziv ara yüzünde gerçekleşen kopmaların gruplar arasında anlamlı olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızın bağlanma dayanımı değerleri ile AAE skorları değerlendirildiğinde en yüksek bağlanma dayanımını ölçtüğümüz direkt bonding grubunda kopmaların genellikle diş-adeziv ara yüzünde ve adeziv tabakanın içerisinde meydana geldiği görülmüştür. Diş üzerinde kalan adeziv miktarının az olması bu grupta mine hasarı

oluşma ihtimalini yükseltmektedir. Nitekim en fazla mine kırığına direkt bonding grubunda rastlanmıştır.

Direkt bonding grubunun aksine dijital indirekt bonding grubunda kopmaların daha çok braket-adeziv ara yüzünde ve adeziv içerisinde gerçekleştiği görülmüştür. Bu grupta adeziv materyalin diş yüzeyinde fazla kalmış olması daha az mine hasarının görülmesi ihtimali açısından önemlidir. Bu grupta daha az örnekte mine hasarının görülmüş olması dijital indirekt bonding grubunda gözlenen artmış AAE skorlarıyla ilişkilendirilebilir. Ancak yapılan literatür incelemesinde farklı bonding tekniklerinin bağlanma dayanımı üzerine olan etkilerini değerlendiren çalışmalarda bağlanma dayanımı testi sonrasında minede hasar oluşup oluşmadığına dair herhangi bir veriye ulaşılamamıştır. Çalışmamızda gözlenen mine hasarlarının test esnasında oluşabilecek metot hatalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda bu durum AAE skoru daha yüksek olan dijital indirekt bonding grubunda daha düşük bağlanma dayanımı sonuçlarının elde edilmesine de neden olmuş olabilir.

Çalışmamızdan elde edilen veriler sonucunda dijital indirekt bonding grubunun mikrosızıntı açısından konvansiyonel indirekt bonding grubuna, bağlanma dayanımı açısından direkt bonding grubuna göre anlamlı derecede düşük değerler göstermesi nedeniyle başlangıç hipotezimiz kısmen reddedilmiştir.

Çalışmamız kapsamında mikrosızıntı değerlendirilmesi amacıyla sayısal veriler sağladığı gerekçesiyle boya çıkarma yöntemi kullanılmış olsa da bu teknikte mikrosızıntının hangi bölgede gerçekleştiğinin değerlendirilememesi çalışmamızın eksik bir yönüdür. Mevcut eksikliğin giderilebilmesi için ileriki çalışmalarda non invaziv değerlendirmeye olanak sağlayan mikro-BT yöntemi ile mikrosızıntı gerçekleşen bölgelerin tespiti yapılabilir ve her iki yöntem ile belirlenen toplam mikrosızıntı miktarları karşılaştırılarak çalışmalardan elde edilen sonuçların doğruluğu artırılabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda dijital indirekt bonding yöntemi, indirekt bonding yöntemi ve direkt bonding yöntemi ile braketler yapıştırılmıştır. Mikrosızıntı, bağlanma dayanımı ve AAE açısından elde edilen sonuçlar aşağıda bildirilmiştir.

1. Başlangıç hipotezimiz kısmen reddedilmiştir.
2. Tüm mikrosızıntı sonuçları değerlendirildiğinde en düşük değerlerin dijital indirekt bonding grubunda olduğu görülmüştür.
3. Dijital indirekt bonding grubunun mikrosızıntı değeri konvansiyonel indirekt bonding grubundan anlamlı derecede düşük bulunmuştur.
4. Tüm bağlanma dayanımı sonuçları incelendiğinde, en düşük bağlanma dayanımının dijital indirekt bonding grubunda olduğu görülmüştür.
5. Dijital indirekt bonding grubunun ortalama bağlanma dayanımı değeri direkt bonding grubundan anlamlı derecede düşük bulunmuştur.
6. Tüm gruplar arasında en düşük bağlanma dayanımı değeri dijital indirekt bonding grubunda olsa da tekniğin klinik kullanım açısından yeterli bağlanma dayanımı sağladığı görülmüştür.
7. Direkt bonding grubundaki kopmalar adeziv içerisinde ve dış-adeziv ara yüzünde gerçekleşmiştir.
8. İndirekt bonding grubunda kopmaların daha çok adeziv içerisinde ve çok az dış-adeziv ara yüzünde gerçekleştiği görülmüştür.
9. Dijital indirekt bonding grubunda kopmaların daha çok braket-adeziv ara yüzünde ve adeziv içerisinde olduğu görülmüştür.
10. En az mine hasarı dijital indirekt bonding grubunda, en fazla mine hasarı direkt bonding grubunda izlenmiştir.
11. Dijital indirekt bonding yönteminin kullanıldığı grupta düşük mikrosızıntı değerleri ve kabul edilebilir bağlanma dayanımı sonuçları elde edildiğinden yöntemin klinik kullanım için yeterli olabileceği düşünülmektedir. Ancak yöntemin diğer bonding teknikleri ile klinik performans açısından kıyaslanabilmesi için daha fazla in-vitro ve in-vivo çalışmanın yapılmasına ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

Arikan S, Arhun N, Arman A, Cehreli SB. Microleakage beneath ceramic and metal brackets photopolymerized with LED or conventional light curing units. **Angle Orthod** 2006; 76(6): 1035–1040.

Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. **Am J Orthod** 1984; 85(4): 333-340.

Barry GR. A clinical investigation of the effects of omission of pumice prophylaxis on band and bond failure. **Br J Orthod** 1995; 22(3): 245-258.

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

Bennett JC, McLaughlin RP. Orthodontic management of the dentition with the preadjusted appliance. **Oxford Isis Medical**, Oxford, 1998, s.37.

Bishara SE, Gordan VV, VonWald L, Jakobsen JR. Shear bond strength of composite, glass ionomer, and acidic primer adhesive systems. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1999; 115(1): 24-28.

Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF. Effect of thermocycling on the shear bond strength of a cyanoacrylate orthodontic adhesive. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2003; 123(1): 21-24.

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

Burgess AM, Sherriff M, Ireland AJ. Self-etching primers: is prophylactic pumicing necessary? A randomized clinical trial. **Angle Orthod** 2006; 76(1): 114-118.

Chalipa J, Jalali YF, Gorjizadeh F, Baghaeian P, Hoseini MH, Mortezaei O. Comparison of Bond Strength of Metal and Ceramic Brackets Bonded with Conventional and High-Power LED Light Curing Units. **J Dent** 2016; 13(6): 423-430.

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

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.

Dauvillier BS, Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Visco-elastic parameters of dental restorative materials during setting. **J Dent Res** 2000; 79(3): 818-823.

Davidowitz G, Kotick PG. The use of CAD/CAM in dentistry. **Dent Clin North Am** 2011; 55(3): 559-570.

Demirovic K, Slaj M, Spalj S, Slaj M, Kobaslija S. Comparison of Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Using Direct and Indirect Bonding Methods in Vitro and in Vivo. **Acta Inform Med** 2018; 26(2): 125-129.

Demir D. İndirekt bonding ile yapıştırılan braketlerin bağlanma kuvvetleri üzerine farklı ışık kaynaklarının etkisi: Laboratuvar ve klinik çalışması. Doktora Tezi, **Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, 2007, s. 92.

Douglas WH, Zakariasen KL. Volumetric assessment of apical leakage utilizing a spectrophotometric dye recovery method. **J Dent Res** 1981; 60(1): 438-443.

Eden E, Topaloglu-Ak A, Cuijpers V, Frencken JE. Micro-CT for measuring marginal leakage of Class II resin composite restorations in primary molars prepared in vivo. **Am J Dent** 2008; 21(6): 393-397.

Eliades T, Viazis AD, Eliades G. Bonding of ceramic brackets to enamel: morphologic and structural considerations. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1991; 99(4): 369-375.

Finnema KJ, Ozcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU. In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2010; 137(5): 615-622.

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

Gittner R, Müller-Hartwich R, Jost-Brinkmann PG. Influence of Various Storage Media on Shear Bond Strength and Enamel Fracture When Debonding Ceramic Brackets: An In Vitro Study. **Semin Orthod** 2010; 16(1): 49-54.

Gülçin S. Farklı ışık kaynaklarıyla polimerize edilen rezin esaslı fissür örtücülerin suda çözünürlüğü emilimi ve mikrosızıntı açısından değerlendirilmesi, Doktora Tezi, **Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Diyarbakır, 2014, s.

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

Hamula W. Direct bonding with light-cured adhesives. **J Clin Orthod** 1991; 25(7): 437-438.

Hobson RS, McCabe JF, Hogg SD. Bond strength to surface enamel for different tooth types. **Dent Mater** 2001; 17(2): 184-189.

Jurubeba JEP, Costa AR, Correr-Sobrinho L, Tubel CAM, Correr AB, Vedovello SA, Crepaldi MV, Vedovello M Filho. Influence of Thermal Cycles Number on Bond Strength of Metallic Brackets to Ceramic. **Braz Dent J** 2017; 28(2): 206-209.

Kalange JT. Ideal appliance placement with APC brackets and indirect bonding. **J Clin Orthod** 1999; 33(9): 516-526.

Kalange JT. Indirect bonding: a comprehensive review of the advantages. **World J Orthod** 2004; 5(4): 301-307.

Karamouzou A, Athanasiou AE, Papadopoulos MA. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: a comprehensive review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1997; 112(1): 34-40.

Karan S. Ortodontide seramik ve kompozit yüzeylere bağlanma: Farklı materyal ve yüzey değişikliği uygulamalarının metal ve porselen braketlerin basma dayanıklılığı üzerindeki etkileri, Doktora Tezi, **Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Adana, 2007, s. 100.

- Kasrovi PM, Timmins S, Shen A. A new approach to indirect bonding using light-cure composites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 111(6): 652-656.
- Katona TR, Long RW. Effect of loading mode on bond strength of orthodontic brackets bonded with 2 systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129(1): 60-64.
- Kaya S, Yiğit Özer S, Adigüzel Ö, Oruçoğlu H, Değer Y, Tümen EC, Uysal İ. Comparison of apical microleakage of dual-curing resin cements with fluid-filtration and dye extraction techniques. *Med Sci Monit* 2015; 31(21): 937-944.
- Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH. JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures. Part 1. Results and trends. *J Clin Orthod* 2002; 36(10): 553-568.
- Klocke A, Shi J, Kahl-Nieke B, Bismayer U. Bond Strength with Custom Base Indirect Bonding Techniques. *Angle Orthod* 2003; 73(2): 176-180.
- Klocke A, Kahl-Nieke B. Influence of cross-head speed in orthodontic bond strength testing. *Dent Mater* 2005; 21(2): 139-144.
- Klocke A, Kahl-Nieke B. Influence of force location in orthodontic shear bond strength testing. *Dent Mater* 2005; 21(5): 391-396.
- Klocke A, Kahl-Nieke B. Effect of debonding force direction on orthodontic shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129(2): 261-265.
- Krishnaswamy NR, Sunitha C. Light-emitting diode vs halogen light curing of orthodontic brackets: a 15-month clinical study of bond failures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132(4): 518-523.
- Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater* 1999; 15(2): 128-137.
- Linklater RA, Gordon PH. An ex vivo study to investigate bond strengths of different tooth types. *J Orthod* 2001; 28(1): 59-65.
- Linn BJ, Berzins DW, Dhuru VB, Bradley TG. A comparison of bond strength between direct- and indirect-bonding methods. *Angle Orthod* 2006; 76(2): 289-294.
- Matthew I, Budi K, Carla AE, Ellen B. A comparison of traditional and computer-aided bracket placement methods. *Angle Orthod* 2011; 81(5): 828-835.
- Mayhew MJ. Computer-aided bracket placement for indirect bonding. *J Clin Orthod* 2005; 39(11): 653-660.
- Miles PG. A comparison of retention rates of brackets with thermally-cured and light-cured custom bases in indirect bonding procedures. *Aust Orthod J* 2000; 16(2): 115-117.
- Miles PG. Indirect bonding with a flowable light-cured adhesive. *J Clin Orthod* 2002; 36(11): 646-647.
- Miura F, Nakagawa K, Masuhara E. New direct bonding system for plastic brackets. *Am J Orthod* 1971; 59(4): 350-361.
- Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009; 28(1): 44-56.
- Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod* 1965; 51(12): 901-912.

- Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 1998; 114(5): 514-519.
- Øgaard B, Fjeld M. The Enamel Surface and Bonding in Orthodontics. ***Semin Orthod*** 2010; 16(1): 37-48.
- Ogaard B, Rolla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 1988; 94(1): 68-73.
- Olsen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Evaluation of Scotchbond Multipurpose and maleic acid as alternative methods of bonding orthodontic brackets. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 1997; 111(5): 498-501.
- Oz AA, Oz AZ, Arici S. In-vitro bond strengths and clinical failure rates of metal brackets bonded with different light-emitting diode units and curing times. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 2016; 149(2): 212-216.
- Öztürk B, Malkoç S, Koyutürk AE, Çatalbaş B, Özer F. Influence of different tooth types on the bond strength of two orthodontic adhesive systems. ***Eur J Orthod*** 2008; 30(4): 407-412.
- Öztürk F, Babacan H, Nalçacı R, Kuştarıcı A. Effects of direct and indirect bonding techniques on bond strength and microleakage after thermocycling. ***Korean J Orthod*** 2009; 39(6): 393-401.
- Öztürk F, Ersöz M, Öztürk SA, Hatunoğlu E, Malkoç S. Micro-CT evaluation of microleakage under orthodontic ceramic brackets bonded with different bonding techniques and adhesives. ***Eur J Orthod*** 2016; 38(2): 163-169.
- Pamukçu H, Özsoy ÖP. Indirect Bonding Revisited. ***Turk J Orthod*** 2016; 29(3): 80-86.
- Pamukçu H. İndirekt yapıştırma tekniğinde kullanılan yapıştırıcıların bağlanma dayanıklılıklarının in vitro ve in vivo karşılaştırılması, Doktora Tez, ***Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü***, Ankara, 2016, s. 303.
- Polat O, Karaman AI, Buyukyılmaz T. In vitro evaluation of shear bond strengths and in vivo analysis of bond survival of indirect-bonding resins. ***Angle Orthod*** 2004; 74(3): 405-409.
- Powers JM, Kim HB, Turner DS. Orthodontic adhesives and bond strength testing. ***Semin Orthod*** 1997; 3(3): 147-156.
- Proffit WR. Contemporary Orthodontics. Elsevier ***Mosby Year Book***, St. Louis, 1993, s.768.
- Rachala MR, Yelampalli MR. Comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with light emitting diode (LED). ***Int J Orthod Milwaukee*** 2010; 21(4): 31-35.
- Reicheneder CA, Gedrange T, Lange A, Baumert U, Proff P. Shear and tensile bond strength comparison of various contemporary orthodontic adhesive systems: an in-vitro study. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop*** 2009; 135(4): 422-423.
- Reitan K. Tissue rearrangement during retention of orthodontically rotated teeth. ***Angle Orthod*** 1959; 29(2): 105-113.
- Retief DH. Do adhesives prevent microleakage? ***Int Dent J*** 1994; 44(1): 19-26.
- Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. ***Br J Orthod*** 1975; 2: 171-178.

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

Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endodont* 1980; 6(1): 421-424.

Roth RH. Functional occlusion for the orthodontists. *J Clin Orthod* 1981; 15(1): 32-40, 44-51.

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

Sha HN, Choi SH, Yu HS, Hwang CJ, Cha JY, Kim KM. Debonding force and shear bond strength of an array of CAD/CAM-based customized orthodontic brackets, placed by indirect bonding- An In Vitro study. *PLoS One* 2018; 13(9): e0202952.

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

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

Sinhal TM, Shah RRP, Jais PS, Shah NC, Hadwani KD, Rothe T, Sinhal NN. An In vitro Comparison and Evaluation of Sealing Ability of Newly Introduced C-point System, Cold Lateral Condensation, and Thermoplasticized Gutta-Percha Obturating Technique: A Dye Extraction Study. *Contemp Clin Dent* 2018; 9(2): 164-169.

Soares CJ, Celiberto L, Dechichi P, Fonseca RB, Martins LR. Marginal integrity and microleakage of direct and indirect composite inlays: SEM and stereomicroscopic evaluation. *Braz Oral Res* 2005; 19(4): 295-301.

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

Sondhi A. "Precise bracket placement: Effective and efficient indirect bonding", *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, Graber TM, Vanarsdall RL, Mosby, St.Louis, 2005, s.661-673.

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

Sun J, Eidelman N, Lin-Gibson S. 3D mapping of polymerization shrinkage using X-ray micro-computed tomography to predict microleakage. *Dent Mater* 2009; 25(3): 314-320.

Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci* 2009; 1(4): 177-188.

Swanson K, Madison S: An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. *J Endodont* 1987; 13(2): 56-59.

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 Dentofacial Orthop* 2004; 125(3): 337-341.

Swetha M, Pai VS, Sanjay N, Nandini S. Indirect versus direct bonding--a shear bond strength comparison: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract* 2011; 12(4): 232-238.

- Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent* 1992; 20(1): 3-10.
- Thomas RG. Indirect bonding: simplicity in action. *J Clin Orthod* 1979; 13(2): 93-106.
- Thomas RL, de Rijk WG, Evans CA. Tensile and shear stresses in the orthodontic attachment adhesive layer with 3D finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116(5): 530-532.
- Tiritoğlu M. Kenar sızıntısı belirleme yöntemleri. *Hacettepe Dis Hek. Fak. Dergisi* 1993; 17 (1-4): 11-15.
- Triolo PT Jr, Swift EJ Jr, Mudgil A, Levine A. Effects of etching time on enamel bond strengths. *Am J Dent* 1993; 6(6): 302-304.
- Trites B, Foley TF, Banting D. Bond strength comparison of 2 self-etching primers over a 3-month storage period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126(6): 709-716.
- Turk T, Elekdag-Turk S, Isci D, Cakmak F, Ozkalayci N. Shear bond strength of a self-etching primer after 10,000 and 20,000 thermal cycles. *J Adhes Dent* 2010; 12(2): 117-122.
- Uysal T, Ustdal A, Kurt G. Evaluation of shear bond strength of metallic and ceramic brackets bonded to enamel prepared with self-etching primer. *Eur J Orthod* 2010; 32(2): 214-248.
- Viazis AD, DeLong R, Bevis RR, Rudney JD ve Pintado MR. Enamel abrasion from ceramic orthodontic brackets under an artificial oral environment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 98(2): 103-109.
- Wang WN, Tarng TH. Evaluation of the sealant in orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 100(3): 209-211.
- Ward JD, Wolf BJ, Leite LP, Zhou J. Clinical effect of reducing curing times with high-intensity LED lights. *Angle Orthod* 2015; 85(6): 1064-1069.
- WEB_1. Ca dijital internet sitesi. <https://www.ca-digit.com/en/produkte/individua/> (alındığı tarih: 15.03.2019)
- WEB_2. 3M internet sitesi. http://www.3m.com/3M/en_US/company-us/all-3m-products/~/Transbond-IDB-Pre-Mix-Chemical-Cure-Adhesive (alındığı tarih: 20.03.2019)
- WEB_3. Reliance Orthodontics internet sitesi. <https://www.relianceorthodontics.com/category-s/1825.htm> (alındığı tarih: 20.03.2019)
- Wiechmann D, Rummel V, Thalheim A, Simon JS, Wiechmann L. Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124(5): 593-599.
- Yagci A, Uysal T, Ulker M, Ramoglu SI. Microleakage under orthodontic brackets bonded with the custom base indirect bonding technique. *Eur J Orthod* 2010; 32(3): 259-263.
- Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *J Oral Sci* 2011 Sep; 53(3): 273-282.
- Yavuz I, Atakul F. The comparison of amount of leaking occurred in different sections of in vitro prepared restorations in cow permanent teeth. *Balkan Journal of Stomatology* 2001; 5: 104-107.

Yavuz I, Aydın H. New method for measurement of surface areas of microleakage at the primary teeth by biomolecule characteristics of methylene blue. **Biotechnology and Biotechnological Equipment** 2005; 19(1): 181-187.

Yavuz, I, Aydın H, Ulku R, Kaya S, Tumen C. A new method: measurement of microleakage volume using human, dog and bovine permanent teeth. **Electronic Journal of Biotechnology** 2006; 9(1)

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

Yi GK, Dunn WJ, Taloumis LJ. Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2003; 124(5): 577-581.

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

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

8. EKLER

Ek-1a

Evrak Tarih ve Sayısı: 16/04/2018-E.26817



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

Sayı :60116787-020/26817
Konu :Başvurunuz hk.

16/04/2018

Sayın Doç. Dr. Fırat ÖZTÜRK

İlgi :29.03.2018 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**Dijital İndirek Bonding Tekniğinin Mikrosızıntı ve Bağlanma Dayanımı Açısından Etkinliğinin İn Vitro Olarak Değerlendirilmesi**" konulu çalışmanız **03.04.2018 tarih ve 07 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

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

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Tahir TURAN
Başkan

Ek-1b

Evrak Tarih ve Sayısı: 19/10/2018-E.71457



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

Sayı :60116787-020/71457
Konu :Başvurunuz hk.

19/10/2018


Sayın Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU

İlgi :21.09.2018 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**Dijital İndirek Bonding Tekniğinin Mikrosızıntı ve Bağlama Dayanımı Açısından Etkinliğinin İn Vitro Olarak Değerlendirilmesi**" konulu çalışmanın sorumlu yürütücüsü Doç.Dr.Fırat ÖZTÜRK'ün istifası nedeniyle, sorumlu yürütücü değişiklik talebiniz **16.10.2018 tarih ve 19 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra, söz konusu çalışmasının sorumlu yürütücüsü olarak görevlendirilmenizde **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.


Prof. Dr. Tahir TURAN
Başkan

19/10/2018 Ver.Haz.Kont.İş.

: A.ÖZKAN

9. ÖZGEÇMİŞ

21.06.1984 yılında Bulgaristan'da dünyaya gelen Hasan ÇAVUŞ İlkokulu Bulgaristan'da okudu. Öğrenimine Bursa'nın Orhangazi ilçesindeki Atatürk Ortaokulu'nda ve yine aynı ilçede bulunan Öğretmen Eyüp Topçu Anadolu Lisesi'nde devam etmiştir. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinden 2008 yılında mezun olmuştur. Askerliğini yedek subay olarak İstanbul'da yapmış ve Orhangazi Devlet Hastanesi'nde diş hekimi olarak 2010-2014 yılları arasında çalışmıştır. Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'daki uzmanlık eğitimine 2014 Aralık ayında başlamıştır.