

T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ŞEFFAF PLAK ATAŞMANLARINDA FARKLI DEBONDİNG  
TEKNİKLERİ SONRASI MİNE YÜZEYİNİN 3 BOYUTLU  
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Kübra Hilal TÜRKÖĞLU BOYNUYOĞUN

Ortodonti Programı  
UZMANLIK TEZİ

ANKARA  
2024

T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ŞEFFAF PLAK ATAŞMANLARINDA FARKLI DEBONDİNG  
TEKNİKLERİ SONRASI MİNE YÜZEYİNİN 3 BOYUTLU  
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Kübra Hilal TÜRKÖĞLU BOYNUYOĞUN

Ortodonti Programı  
UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Ezgi ATİK

ANKARA  
2024

**ONAY SAYFASI**

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına

Dt. Kübra Hilal TÜRKOĞLU BOYNUYOĞU'nun 27.06.2024 tarihinde jürimiz önünde yaptığı savunmasında “Şeffaf Plak Ataşmanlarında Farklı Debonding Teknikleri Sonrası Mine Yüzeyinin 3 Boyutlu Olarak Değerlendirilmesi” başlıklı çalışması jürimiz tarafından Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Hakan EL

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ezgi ATİK

Üye : Doç. Dr. Erdal BOZKAYA

ONAY : Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Tülin TANER  
Dekan

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir (1).
- Enstitü/fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir (2).
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir (3).

..... /..... /.....

(İmza)

Kübra Hilal TÜRKOĞLU BOYNUYOĞUN

*“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” Madde 6.*

- (1) *Madde 6.1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.*
- (2) *Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.*
- (3) *Madde 7.1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.*  
*Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.*

\* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

## ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Ezgi ATİK danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesi 'ne göre yazıldığını beyan ederim.

**Dt. Kübra Hilal TÜRKOĞLU BOYNUYOĞUN**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimime önemli katkıları olan, tez çalışmam sırasında değerli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, yardımını esirgemeyen ve desteğini her zaman hissettiğim saygıdeğer tez danışmanım Doç. Dr. Ezgi Atik'e,

Uzmanlık öğrenciliğim boyunca değerli bilgilerini, deneyimlerini benimle paylaşan, desteğini esirgemeyen değerli hocam Ortodonti Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Tülin Taner'e,

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan ve klinik deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocalarım Doç. Dr. Hakan El, Dr. Öğr. Üyesi Cenk Ahmet Akcan, Doç. Dr. Bengisu Akarsu Güven, Doç. Dr. Ezgi Atik ve Doç. Dr. Hande Görücü Coşkuner'e,

Tez çalışmamın laboratuvar aşamalarını gerçekleştiren, katkı ve yardımlarını esirgemeyen Anatomi Anabilim Dalı Dr. Öğr. Üyesi Mert OCAK'a

Uzmanlık sürecimin her gününü zevkle geçirmemi sağlayan, desteklerini ve sevgilerini her daim hissettiğim canım arkadaşlarım Seher Karaca ve Enes Erdoğan'a,

Uzmanlık sürecinde tanıdığım ve beraber çalışma fırsatı bulduğum asistan arkadaşlarıma, yardımcı personelimize ve teknisyenlerimize, üniversite ve uzmanlık eğitimi döneminde tanıştığım isimleri buraya sığamayacak kadar çok olan canım arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca beni her konuda destekleyen, sevgi ve emeklerini benden esirgemeyen, beni büyüten ve yetiştiren, bugünlere gelmemi sağlayan, en büyük güç kaynaklarım canım annem Güzide Dilek Türkoğlu ve canım babam Nurettin Türkoğlu'a,

Her zaman yanımda olan, desteklerinden büyük güç aldığım ve gurur duyduğum, sevgili ablam Büşra TÜRKOĞLU, sevgili abim Burak Türkoğlu ve sevgili kardeşim Ayliz Ecrin Türkoğlu'na,

Uzun yıllardır desteğini ve sevgisini yanımda hissettiğim canım arkadaşım Fatma Doğan'a

Hayatıma girdiği ilk günden itibaren, iyi günümde kötü günümde yanımda olan sevgili eşim Etkin Boynuyoğun'a

En içten teşekkür ve sevgilerimi sunarım.



## ÖZET

**TÜRKOĞLU BOYNUYOĞUN, H. Şeffaf Plak Ataşmanlarında Farklı Debonding Teknikleri Sonrası Mine Yüzeyinin 3 Boyutlu Olarak Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2024. Amaç:** In-vitro tez çalışmasının amacı 2 farklı viskoziteye sahip akışkan (GC Universal Injectable) ve katı kompozit (GC Genial Restoratif) ile oluşturulmuş ataşmanların farklı debonding yöntemleri (“debonding *plier*” pensi ardından fiberglass frez uygulaması ve karbit frez ardından renew taşı) uygulanması sonrası mine yüzey pürüzlülüğünün ve topografik değişikliklerin 3 boyutlu değerlendirilmesidir. *Plier* yöntemi uygulanan gruplarda farklı kompozitlerin diş yüzeyinden sökülmesi sonrası kalan kompozit hacminin değerlendirilmesi de hedeflenmiştir. **Materyal ve Metod:** 88 adet premolar diş her grupta 44 diş olacak şekilde 2 farklı kompozit rezin grubuna (Grup 1 ve 2) ayrılmıştır. Daha sonra bu gruplar farklı debonding yönteminin kullanılacağı 2 alt gruba (N=22) (A ve B) ayrılmıştır. Grup 1A ve 1B’de GC Universal Injectable kompozit rezini, Grup 2A ve 2B’de GC Genial Restoratif kompozit rezini kullanılarak vertikal dikdörtgen ataşmanlar oluşturulmuştur. Grup 1A ve 2A’da “ataşman debonding *plier*” kullanılarak ataşmanlar diş yüzeylerinden sökülmüş ve sonra “beyaz fiberglass” ile diş yüzeylerinde kalan kompozit rezinler uzaklaştırılmıştır. Bu işlemi takiben “mavi fiberglass” ile diş yüzeylerinde polisaj işlemi yapılmıştır. Grup 1B ve 2B’de 12 bıçaklı karbit frez kullanılarak kompozit ataşmanların önce fazla kısmı alınmış daha sonra mine yüzeyine yaklaşılmca kalan kompozit 24 bıçaklı karbit frez ile temizlenmiştir. Bu işlemi takiben polisaj işlemi için Renew taşı kullanılmıştır. Grup 1A ve 2A’daki dişlerin üzerindeki ataşmanlar “ataşman debonding *plier*” ile uzaklaştırıldıktan sonra kalan kompozit miktarı nicel olarak Geomagic Control X yazılımı kullanılarak, nitel olarak ARI skorlaması ile ölçülmüştür. Ataşmanların debonding ve polisaj süreleri, mine yüzey pürüzlülüğü ve minenin morfolojik değişimi ölçülmüş ve gruplar arasında karşılaştırılmıştır. **Bulgular:**4 farklı grup arasında debonding ve polisaj aşamasında harcanan toplam klinik uygulama sürelerinin ölçüm ortancaları bakımından anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Kalıntı kompozit rezin hacmi kompozit rezin grupları (1A-2A) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir. Grup 2A’da mine

demineralizasyon hacim ve alan değişimi ortancaları (0,49 mm<sup>3</sup> ve 0,52 mm<sup>2</sup>), Grup 2B’de gözlenen hacim ve alan değişimi ortancalarına (0,30 mm<sup>3</sup> ve 0,19 mm<sup>2</sup>) göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde fazla değer göstermiştir (p<0,05). Demineralizasyon derinlik değişimi ve mine mineral densisite değişimi bakımından gruplar arasında (2A-2B) anlamlı bir fark bulunmamıştır. Pürüzlülük parametrelerinden Ra (T1-T0), Ra (T2-T0), Rq (T1-T0) ve Sa (T1-T0) değişimleri bakımından Grup 1A ve Grup 1B arasındaki farklar sırasıyla 0,069 µm, 0,090 µm, 0,068 µm ve 0,653 µm olup, Grup 1B’de Grup 1A’ya göre anlamlı olarak fazla saptanmıştır (p<0,05). Grup 2A ve Grup 2B karşılaştırmasında Ra (T1-T0), Sa (T1-T0) ve Sq (T1-T0) parametreleri bakımından farklar sırasıyla 0,067 µm, 0,067 µm ve 0,664 µm olup, Grup 2B’de Grup 2A’ya göre anlamlı olarak fazla bulunmuştur (p<0,05). Farklı kompozit tiplerinin pürüzlülük parametresi üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, Sa parametresindeki değişim açısından, Grup 2B’de Grup 1B’ye kıyasla başlangıç durumuna göre daha fazla pürüzlülük artışı olmuştur. **Sonuç:** şeffaf plak tedavilerinin debonding aşamasında “ataşman debonding *plier*” ile birlikte fiberglass yönteminin kullanılması konvansiyonel bir yöntem olan karbit frez uygulamasına göre daha pürüzsüz mine yüzeyine neden olurken, polisaj sonrası yapılan mikro-BT değerlendirmelerinde anlamlı düzeyde daha fazla mine demineralizasyon alan ve hacim kaybına neden olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** şeffaf plak, ataşman, debonding, polisaj, pürüzlülük

## ABSTRACT

**TÜRKOĞLU BOYNUYOĞUN, H. 3D evaluation of the enamel surface after different debonding techniques in clear aligner attachments. Hacettepe University Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Specialization Thesis, Ankara, 2024. Aim:** The aim of this in-vitro thesis study was to evaluate the enamel surface roughness and topographic changes in 3D after different debonding methods (*plier* application followed by fiberglass bur and carbide bur followed by renew stone) of attachments formed with 2 different composite resins which were flowable (GC Universal Injectable) and packable (GC Genial Restorative). It was also aimed to evaluate the remaining composite volume after removing different composite resins from the tooth surfaces in the groups where the *Plier* method was applied.

**Materials and Methods:** 88 premolar teeth were divided into 2 different composite resin groups (Group 1 and 2), with 44 teeth in each group. These groups were then divided into 2 subgroups (N=22) (A and B) in which different debonding methods would be used. Vertical rectangular attachments were created using GC Universal Injectable composite resin in Groups 1A and 1B, and GC Genial Restorative composite resin in Groups 2A and 2B. In Groups 1A and 2A, the attachments were removed from the tooth surfaces using the "attachment debonding *plier*" and then the composite resins remaining on the tooth surfaces were removed with "white fiberglass". Following this process, the tooth surfaces were polished with "blue fiberglass". In Groups 1B and 2B, the excess parts of the composite attachments were first removed using a 12-blade carbide bur, and then, when the enamel surface was approached, the remaining composite was cleaned with a 24-blade carbide bur. Following this process, Renew stone was used for polishing. After the attachments on the teeth in Groups 1A and 2A were removed with the "attachment debonding *plier*", the remaining composite amount was measured quantitatively using Geomagic Control X software and qualitatively with ARI scoring. Debonding and polishing times of the attachments, enamel surface roughness and morphological change of the enamel were measured and compared between groups. **Results:** There was no statistically significant difference in the measurement medians of the total clinical practice time spent in the debonding and polishing phase between 4 different groups. Residual composite resin volume did

not show a statistically significant difference between composite resin groups (1A-2A). The enamel demineralization volume and area change medians in Group 2A (0.49 mm<sup>3</sup> and 0.52 mm<sup>2</sup>) were statistically significantly higher than the volume and area change medians observed in Group 2B (0.30 mm<sup>3</sup> and 0.19 mm<sup>2</sup>) (p<0.05). There was no significant difference between the groups (2A-2B) in terms of demineralization depth change and enamel mineral density change. The differences between Group 1A and Group 1B in terms of changes in the roughness parameters Ra (T1-T0), Ra (T2-T0), Rq (T1-T0) and Sa (T1-T0) were 0.069 µm, 0.090 µm, 0.068 µm and 0.653 µm, respectively, and it was found to be significantly higher in Group 1B than in Group 1A (p<0.05). In the comparison of Group 2A and Group 2B, the differences in terms of Ra (T1-T0), Sa (T1-T0) and Sq (T1-T0) parameters were 0.067 µm, 0.067 µm and 0.664 µm, respectively, and were found to be significantly higher in Group 2B compared to Group 2A (p<0.05). When the effect of different composite types on the roughness parameter was evaluated, in terms of the change in the Sa parameter, there was a greater increase in roughness in Group 2B compared to Group 1B. **Conclusion:** While the use of the fiberglass method with the "attachment debonding *plier*" in the debonding phase of clear aligner treatments resulted in a smoother enamel surface compared to the carbide bur application, which is a conventional method, it caused significantly more area and volume loss in terms of enamel demineralization in the Micro-CT evaluations made after polishing.

**Key words:** Clear aligner, attachment, debonding, polishing, roughness

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
İÇİNDEKİLER	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
ŞEKİLLER	xvi
TABLOLAR	xviii
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>4</b>
2.1. Minenin Yapısı	4
2.2. Mine Yüzeyine Bağlanma ve Bonding Prosedürleri	5
2.2.1. Mine Yüzey Temizliği	6
2.2.2. Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi	7
2.2.2.1. Konvansiyonel Asit ile Pürüzlendirme	7
2.3. Şeffaf Plakların Tarihçesi	8
2.4. Şeffaf Plakların Avantaj ve Dezavantajları	9
2.5. Şeffaf Plak Sisteminde Kullanılan Ataşmanlar	10
2.5.1. Fonksiyonlarına Göre Ataşmanların Sınıflandırılması	11
2.5.1.1. Plak Retansiyonu için Ataşman Kullanımı	11
2.5.1.2. Diş Hareketi için Ataşman Kullanımı	12
2.5.1.3. Ankraj için Ataşman Kullanımı	13
2.6. Ataşman Yapımında Kullanılan Kompozitlerin Viskozitelerine Göre Sınıflandırılması	13
2.6.1. Akışkan Tip Kompozitler	13
2.6.2. Tepilebilir Tip Kompozit	14
2.7. Şeffaf Plak Tedavisinde Kullanılan Akışkan ve Tepilebilir Kompozitlerin Karşılaştırılması	15
2.8. Ortodontik Tedavi Sonrası Debonding Yöntemleri	15
2.9. Debonding Sonrası Mine Yüzeyinin Temizlenmesi	17

2.9.1. Ultrason	18
2.9.2. Paslanmaz Çelik ve Elmas Frezler	18
2.9.3. Tungsten Karbit Frezler	18
2.9.4. Fiber Destekli Kompozit Frez ve Arkansas Taşı	20
2.10. Debonding Sonrası Mine Yüzeyinin Polisajlanması	21
2.11. Mine Yüzeyini Değerlendirme Yöntemleri	22
2.11.1. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	23
2.11.2. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)	23
2.11.3. Yüzey Profilometreleri	24
2.11.3.1. Kontak Uç Profilometresi	25
2.11.3.2. Temassız Optik Profilometreleri	25
2.11.3.3. Lazer Profilometreleri	26
2.11.4. Micro-BT	26
<b>3. MATERYAL VE METOD</b>	<b>28</b>
3.1. Örneklerin Hazırlanması ve Gruplandırılması	29
3.2. Ataşmanların Diş Yüzeyine Bondingi	29
3.3. Kompozitlerin Diş Yüzeylerinden Söküm Aşaması	33
3.4. “Ataşman Debonding <i>Plier</i> ” Pensi Uygulanan Gruplarda Kalan Kompozit Hacimlerinin Değerlendirilmesi	35
3.5. 3 Boyutlu Optik Profilometre ile Mine Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi	36
3.6. Micro-BT ile Mine Yüzeylerinin Değerlendirilmesi	38
3.6.1. Micro-BT Görüntü Analizi	39
3.7. İstatiksel Analiz	42
<b>4. BULGULAR</b>	<b>44</b>
4.1. Ataşman Debonding ve Polisaj Sürelerinin Değerlendirilmesi	44
4.2. “Ataşman Debonding <i>Plier</i> ” Pensi Uygulanan Gruplarda Kalan Kompozit Hacimlerinin Değerlendirilmesi	44
4.3. Mikro-BT ile Mine Yüzeyindeki Topografik Değişimlerin Değerlendirilmesi	46
4.4. 3 Boyutlu Optik Profilometre ile Mine Yüzeyinin Pürüzlülük Değişimlerinin Değerlendirilmesi	47

4.4.1. Mine Yüzey Pürüzlülüğünün Zamana Bağlı Değişiminin Gruplar İçerisinde Değerlendirilmesi	48
4.4.2. Mine Yüzey Pürüzlülüğünün Zamana Bağlı Değişiminin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	54
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>57</b>
5.1. Çalışmanın Amacı ve Yöntemin Tartışılması	57
5.2. Bulguların Tartışılması	62
5.2.1. Ataşman Temizleme Sürelerinin Tartışılması	62
5.2.2. “Ataşman Debonding <i>Plier</i> ” Pensi Uygulanan Gruplarda Mine Yüzeyindeki Ataşman Hacim Değişimlerinin Tartışılması	65
5.2.3. Mine Yüzey Pürüzlülüğünün ve Morfolojik Değişiminin Tartışılması	68
<b>6. SONUÇLAR</b>	<b>77</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b>	<b>79</b>
<b>8. EKLER</b>	
Ek-1. Etik Kurul Onayı	
Ek-2. Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Aydınlatılmış Onam Formu	
Ek-3. Orijinallik Raporu	
Ek-4. Dijital Makbuz	

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b><math>\mu</math></b>	: Mikron
<b>3B</b>	: 3 boyutlu
<b>ARI</b>	: Adeziv Remnant İndeks
<b>Ark</b>	: Arkadaşları
<b>BT</b>	: Bilgisayarlı Tomografi
<b>Maks</b>	: Maksimum
<b>Min</b>	: Minimum
<b>Mm</b>	: Milimetre
<b>N</b>	: Birey sayısı
<b>Ra</b>	: Yüzey pürüzlülüğünün aritmetik ortalaması
<b>Rq</b>	: Yüzey pürüzlülüğünün ortalama karekök sapması
<b>Rt</b>	: Maksimum pürüzlülük yüksekliği
<b>Rz</b>	: Maksimum pürüz yüksekliğinin ortalaması
<b>Sa</b>	: Piklerin yüksekliği ve çukurların derinliklerinin örneklenen alan için aritmetik ortalaması
<b>Sn</b>	: Saniye
<b>Sq</b>	: Ortalama alana göre yükseklik dağılımı
<b>St</b>	: Alandaki maksimum tepeden çukura olan uzunluk
<b>STL</b>	: Steriolitografi
<b>Sz</b>	: Alandaki en yüksek beş tepe ile en alçak beş çukur arasındaki ortalama farkı

## ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
3.1. Çalışma grupları	29
3.2. 11 adet üst premolar dişten oluşturulan çalışma modeli	30
3.3. Çalışma modellerinin dijital tarayıcı ile STL görüntülerinin oluşturulması	30
3.4. Mine yüzeyinde pürüzlülük ölçüm alanlarının belirlendiği ataşman plak parçası	31
3.5. G-premio bond-GC Universal Injectable	32
3.6. G-premio bond-GC Genial Restoratif	33
3.7. “Ataşman debonding <i>plier</i> ” pensi ile ataşmanın dış yüzeyinden uzaklaştırılması	34
3.8. Beyaz ve mavi fiberglass frezleri	34
3.9. 12-24 bıçaklı frez- renew polisaj taşı	35
3.10. A: Ataşman uygulanmış modelin hacim değerleri B: Ataşmanların debonding pensi ile uzaklaştırılmasından sonra alınan hacim değerleri	35
3.11. 3 boyutlu optik profilometre (Filmetrics Profilm 3D, KLA) cihazı	37
3.12. Grup 1A’dan örnek dişin 3 Boyutlu optik profilometre ile alınan başlangıç (T0) mine yüzey pürüzlülük ölçüm görüntüsü	38
3.13. Grup 1A’dan örnek dişin 3 Boyutlu optik profilometre ile alınan debonding işlemi sonrası (T1) mine yüzey pürüzlülük ölçüm görüntüsü	38
3.14. Grup 1A’dan örnek dişin 3 Boyutlu optik profilometre ile alınan polisaj işlemi sonrası (T2) mine yüzey pürüzlülük ölçüm görüntüsü	38
3.15. 3’erli gömülmüş premolar	39
3.16. Mikro-BT kullanılarak mine kaybının ölçülmesi: Dişe ataşman yapıştırılmasından önce (T0) ve kompozit rezin çıkarılmasından sonra (T1) çakıştırma sonrası eksenler <b>a</b> aksiyal, <b>b</b> sagittal, <b>c</b> koronal görünümü, <b>d</b> Fark görüntüsünün ilgi alanın ROI içerisine alınması, <b>e</b> toplam mine emineralizasyon alanı, <b>f</b> T0 ve T1 arasındaki farkın segmentasyonu.	40

**3.17.** Bonding öncesi mine yüzeyi (beyaz) ile debonding ve polisaj sonrası mine yüzeyinin çakıştırılma işleminde oluşan kayıp mine yüzeyini (yeşil) gösteren alt grupların örnek fotoğrafları. **A** Grup 2A (plier pensi sonrası fiberglass uygulaması), **B** Grup 2B (12 ve 24 bıçaklı tungsten karbit frez sonrası renew taşı)

41



## TABLOLAR

Tablo	Sayfa
4.1. Her bir grup için ataşman toplam debonding ve polisaj sürelerinin (saniye) karşılaştırılması	44
4.2. Akışkan ve katı kompozit rezin ile oluşturulan ataşmanların <i>plier</i> pensi ile çıkarılması sonrası ARI skorları arasındaki ilişkiler	45
4.3. Ataşmanların debonding <i>plier</i> pensi ile çıkarılması sonrası ataşman hacim değişiminin karşılaştırılması	45
4.4. Mikro-BT ile elde edilen mine yüzeyi topografik değişimlerin (Hacim, Alan ve Derinlik) katı kompozit rezin grubunda farklı debonding yöntemleri arasında karşılaştırılması	46
4.5. Mikro-BT ile elde edilen mine yüzeyi densitesinin ( $gr/cm^3$ ) katı kompozit rezin grubunda farklı debonding yöntemleri arasında (2A-2B) karşılaştırılması ve grup içinde değerlendirilmesi	47
4.6. Mine yüzey pürüzlülüğünün zamana bağlı değişiminin gruplar içerisinde değerlendirilmesi	50
4.7. Mine yüzey pürüzlülüğünün zamana bağlı değişiminin gruplar içerisinde değerlendirilmesi	52
4.8. Mine yüzey pürüzlülüğünün zamana bağlı değişiminin gruplar arasında karşılaştırılması	55
4.9. Mine yüzey pürüzlülüğünün zamana bağlı değişiminin gruplar arasında karşılaştırılması	56

## 1. GİRİŞ

Ortodontik tedavi arayan yetişkinlerin son zamanlarda artmasıyla birlikte, geleneksel sabit apareylere göre hem daha estetik hem de daha konforlu apareylere olan talepte buna paralel bir artış olmuştur (1). Şeffaf plak tedavilerinde klinisyenin dişler hareket ettirilmeden önce tedavi sonucundaki oklüzyona rehberlik eden diş hareket aşamalarını yazılım programında tanımlayıp yapılandırabildiği bir dijital tedavi planından yararlanır (2). Şeffaf plak sisteminde kullanılan ataşmanlar, plak içi kuvvet sistemlerini dişlere uygulamak için tasarlanmıştır (3). Bu kompozit rezin ataşmanlar, diş yüzeyine sadece plak tutuculuğunu arttırmak için değil, aynı zamanda tedavinin estetik görünümünü korurken zor diş hareketlerini elde etmek için de eklenmelidir (4). Ataşman yapımında kullanılan ideal dental kompozit rezinin, ortodontik tedavi süresi boyunca hastanın ağız boşluğunda kalması ve plak tarafından üretilen kuvvet sistemini dişlere aktarabilmesi için aktif yüzey özelliklerini tedavi boyunca koruması gerekmektedir (5).

Şeffaf plak tedavilerinde ataşmanları yerleştirirken en zorlu adım, şablonun boşluklarını etkili bir şekilde doldurmaktır. Ataşmanlar için planlanan konum ve şekil, kullanılan kompozit rezinin malzeme dayanıklılığı ve viskozitesinden etkilenebilir (6). Klinik pratikte farklı doldurucu miktarına sahip kompozit rezinler ataşman yapımında kullanılmaya devam etmektedir. Bazı hekimler akışkan formdaki doldurucu miktarı az olan kompozitleri uygulamanın kısa ve kolay olması nedeniyle tercih ederken; bazı hekimler de ataşman için doldurucusu fazla, yüksek viskoziteli kompozitlerin daha iyi stabilite avantajı sunabileceğini düşünmektedir (7, 8).

Şeffaf plaklarla gerçekleştirilen ortodontik tedavi bitiminden sonraki prosedür, ataşmanların diş yüzeyinden çıkarılmasını içermektedir ve mine yüzeyinin mümkün olduğunca tedavi önceki durumuna dönmesi gerekmektedir. Bu işlem ortodontik tedavide “debonding” adını alır. Debonding işlemi sonrası diş yüzeyinde kalan kompozit kalıntıları, biyofilm birikimine katkıda bulunabilir ve bu nedenle demineralizasyona ve diş çürüğüne karşı artan bir duyarlılık oluşturabilir (9). Ortodontistlerin amacı, mine yüzeyini, iatrojenik hasara yol açmadan ve mine yapısında minimum kayıpla mümkün olduğunca doğal mineye yakın hale getirmek

olmalıdır. Doğal minenin yüzey yapısı 0,59 ila 0,66 mikrometre ( $\mu\text{m}$ ) aralığında mikro pürüzlülüğe sahiptir. Tedavi sonu yapılan debonding işlemi mine yüzeyine zarar vererek çizikler, çatlaklar, oluklar oluşturabilir, flor açısından zengin dış mine tabakasını kaldırabilir ve mine pürüzlülüğünü arttırabilir. Pürüzlü mine yüzeyi uygun temizliği engeller ve böylece plak birikimine, bakteri retansiyonuna, leke oluşumuna davetiye çıkarır ve böylece dişlerin estetik görünümünü azaltır (10).

Mine hasarını değerlendirmek için taramalı elektron mikroskobu (SEM), stereo mikroskopi, temaslı profilometre, temassız beyaz ışık üç boyutlu (3B) profilometre veya atomik kuvvet mikroskobu (AFM) gibi çok sayıda yöntem mevcuttur (11). Son teknolojik gelişmeler, mikron düzeyinde yapısal analize izin veren mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) sistemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Mikro-BT, diş hekimliğinde kök morfolojisinin analizi, kök kanal şekillendirme ve tedavilerinin değerlendirilmesi, mine kalınlığının ölçülmesi ve doku mühendisliğinin değerlendirilmesi gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir (12). Mikro-BT, 3 boyutlu analiz sağlayan etkili bir görüntüleme yöntemi olarak ortaya çıkmıştır (13).

Ortodontik tedavi bitiminden sonra minenin restorasyonu iki ana adımı içerir. Bunlar sırasıyla debonding ve mine yüzeyinin polisajıdır. Diş yüzeyinden kompozit rezin uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen mine yüzey pürüzlülüğünün kullanılan yöntemle bağlı olduğu belgelenmiştir (14). Mine yüzeyinden rezin kalıntıları uzaklaştırmak için en sık kullanılan geleneksel yöntemlerden biri tungsten karbit frez kullanımıdır. Diş yüzeyinde kalan kompozit rezini uzaklaştırmak için geleneksel yöntemler dışında birçok yöntem vardır. Bunlar arasında mine temizliği için kullanılan fiber ile güçlendirilmiş kompozit frezler, elmas parçacıklı parlaticılar, alüminyum oksit lastik ve kumlama gibi birkaç yeni ve daha koruyucu sistemler sayılabilir (15).

Sabit ortodontik tedavi sistemlerinde braket sökümü sonrası debonding aşamasında stainbuster frez, elmas frez, zirkonyum destekli kompozit frez, 8 bıçaklı karbit frez, 12 bıçaklı karbit frez, 24 bıçaklı karbit frez, 30 bıçaklı karbit frez, beyaz taş gibi farklı yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (16-20). Şeffaf plak ile gerçekleştirilen ortodontik tedavilerde kompozitler ile oluşturulan ataşmanların debonding ve polisaj yöntemleri ile ilgili bir çalışma bilginiz dahilinde literatürde

bulunmamaktadır. Eliades ve ark.'nın (21) vurguladığı üzere şeffaf plak tedavilerinin debonding işleminde geleneksel sabit tedavilerle karşılaştırıldığında çok daha fazla kompozitin uzaklaştırılması gerekecektir. Şeffaf plak tedavilerinin debonding aşamasında büyük ve küçük boyutlarda çok sayıda partiküller oluşmakta ve ağız boşluğuna salınmaktadır. Büyük partiküller farekse kadar ulaşabilirken küçük partiküller akciğerlerin terminal bronşlarına kadar inebilmektedir (21). Bu sebeplerden dolayı çalışmamızda oluşabilecek partikül miktarını azaltmak için “ataşman debonding *plier*” pensi kullanımını dahil ederek uzaklaştırılacak kompozit miktarını en aza indirmeyi amaçladık.

Bu in-vitro tez çalışmasının amacı, 2 farklı doldurucu ve viskoziteye sahip akışkan (GC Universal Injectable) ve katı kompozit (GC Genial Restoratif) ile oluşturulmuş ataşmanların farklı debonding yöntemleri (debonding pensi ardından fiberglass frez uygulaması ve karbit frez ardından renew taşı uygulaması) ile diş yüzeyinden uzaklaştırılması sonrası mine yüzey pürüzlülüğünün 3 boyutlu temassız profilometre (Filmetrics Profilm 3D, KLA) ile değerlendirilmesidir. Bunun yanında, mine yüzeyindeki değişikliklerin 3 boyutlu olarak değerlendirilmesi için katı kompozit rezin uygulanan gruplarda Mikro-BT ile değerlendirilme yapılması da hedeflenmiştir. “Ataşman debonding *plier*” yöntemi uygulanan gruplarda farklı viskozitedeki kompozitlerin diş yüzeyinden sökülmesi sonrası ARI skorlaması ile nitel olarak ve Geomagic Control X (3DS Systems, Rock Hill South Carolina, USA) yazılımı ile nicel olarak kalan kompozit hacminin değerlendirilmesi de hedeflenmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Minenin Yapısı

Sabit ortodontik tedavi için kullanılan aygıtlar mine yüzeyine uygulanır. Mine, ektoderm olarak bilinen embriyonik germ tabakasından köken alan sert dokudur (22, 23). Mine oluşumundan sorumlu hücreler olan ameloblastlar diş sürmesi sırasında kaybolur, böylece mine artık yenilenemeyen aselüler bir yapı haline gelir (24). Diş minesini hücrelidir ve tükürüğün sağladığı koruyucu ve remineralizasyon potansiyeli dışında hiçbir fizyolojik onarım aracına sahip değildir (23). Mine, dişin anatomik kuronunu kaplar ve farklı alanlarda kalınlığı değişir. Bir dişin insizal ve oklüzal bölgelerinde mine daha kalındır ve mine-sement bileşkesinde (CEJ) sonlanana kadar giderek inceler. Mine kalınlığı kesici dişlerin insizal kenarlarında 2 mm, premolar dişlerin kasp uçlarında 2,3-2,5 mm, molar dişlerin kasp uçlarında 2,5-3 mm civarındadır (22).

Minenin temel mekanik özellikleri olan aşırı sertliği ve sağlamlılığı olağanüstü esneklikle birleşir; bu da aynı zamanda insan vücudunun aşırı pH ve sıcaklık dalgalanmalarına maruz kalan ağız boşluğunun zorlu ortamında, 770 N'a (Newton) kadar ısırma kuvvetleriyle yüzlerce çiğneme döngüsüne dayanmasını sağlar (25). Mine, yüksek mineral içeriği nedeniyle son derece güçlüdür ve işleyişi sırasında uygulanan mekanik kuvvetlere karşı direnç gösterebilir. Ancak bu sertlik kırılmasını kolaylaştırır. Bu nedenle, minenin bütünlüğünü korumak için daha güçlü bir dentin tabakası gereklidir (24).

Kristaller, mine prizmasına güç ve yapısal kimlik veren belirgin bir oryantasyon modelinde sıkıca paketlenir. Mine prizmalarının baş kısmındaki apatit kristallerinin uzun aksları prizmaların uzun aksına paralel iken (26), kuyruk bölgesindeki kristaller prizma aksına artan açılarla (65°) uzanmaktadır (27). Her bir prizma, bir organik matris kılıfına sarılırken, prizma içindeki kristaller organik ağ örgüsüyle birbirine bitişiktir (28).

Bu kristallerin asidik koşullara duyarlılığı, çürük süreci veya asitleme prosedürünün bir sonucu olarak çözülme işlemleri ile ilişkilidir. Asit kaynaklı mineral çözünmesi (demineralizasyon) her prizmanın baş bölgesinde daha fazla oluşur. Kuyruk bölgesi ve baş bölgesinin çevresi nispeten asidik demineralizasyona daha dayanıklıdır. Mine oluşumu sırasında florür iyonları mevcut olduğunda veya mineye topikal olarak uygulandığında yüzey minesinin çözünürlüğü azalır (22).

## 2.2. Mine Yüzeyine Bağlanma ve Bonding Prosedürleri

Sabit ortodontik tedavilerin başarısını doğrudan etkileyen faktörlerden birisi braketlerin diş yüzeyine yeterli tutuculukla yapıştırılabilmesidir. Eğer bonding işlemi başarılı olmazsa tedavi için zaman kaybı ve maddi kayıp oluşur (29). Braketlerin mine yüzeyine yapıştırma işleminin temeli olan “asitle pürüzlendirme tekniği” ilk olarak Buonocore tarafından 1955 yılında tanıtılmıştır. Buonocore, mine yüzeyini %85’lik fosforik asitle pürüzlendirerek, mineye dental rezinlerin etkin biçimde yapıştırılmasını sağlamıştır (30).

Son zamanlarda ortodontik tedavi arayan yetişkinlerin artmasıyla birlikte, geleneksel sabit apaneylere göre hem daha estetik hem de daha konforlu olan apaneylere olan talepte buna paralel bir artış olmuştur (1). 1999'da Align Teknoloji tedaviyi termoplastik plaklar, modern CAD-CAM teknolojisi ve bir diş hareketi simülasyon yazılımı ile birleştiren bir plak sistemini piyasaya sürmüştür (31). Şeffaf plak tedavilerinde klinisyenin dişler hareket ettirilmeden önce tedavi sonucundaki oklüzyona rehberlik eden diş hareket aşamalarını yazılım programında tanımlayıp yapılandırabildiği bir dijital tedavi planından yararlanır (32). Şeffaf plak tedavilerinde ataşmanlar, plak içi kuvvet sistemlerini dişlere uygulamak için tasarlanmıştır. Farklı ataşmanşekilleri retansiyonu arttırmak ve karmaşık ortodontik diş hareketini kolaylaştırmak için uygulanabilmektedir (3).

Şeffaf plak tedavilerinde tüm plakların başlangıç şablonununun ataşmanları ile planlanıp üretildiği göz önüne alındığında, başlangıçtaki bonding hataları, tedavi sırasında sonraki plaklar tarafından düzeltilemeyecek yanlış diş hareketlerine neden olabilir (31).

Dişlerin fasiyal ve lingual yüzeylerine uygulanan direkt bonding işlemindeki aşamalar sırasıyla; diş yüzeyinin temizlenmesi, minenin pürüzlendirilmesi ve ataşmanların mine yüzeyine bondingi şeklindedir (29).

### 2.2.1. Mine Yüzey Temizliği

İdeal bir mine yapıştırma yüzeyi her türlü debristen arındırılmış olmalıdır. Diş yüzeylerinin pomza ile temizlenmesi tüm dişleri kaplayan plak ve organik pelikül ortadan kaldıracaktır (33). Tam olarak sürmemiş dişlerde dişeti marjininin travmatize edilmesinden ve kanamanın başlamasından kaçınmak için dikkatli olunmalıdır (34). Asitle aşındırma öncesinde geleneksel pomza ile temizleme işlemi hastanın ihtiyaç durumuna göre sorgulanmalıdır çünkü temiz minenin pomzalanmasıyla ne bağlanma gücü ne de mine yüzeyi aşındırma modeli değişmemektedir (35). Dişin yüzeyinin temizlenmesi özellikle etkin fırçalama faaliyetinin ulaşamayacağı arka dişlerde mine-rezin ara yüzeyinde sıkışıp kalabilecek plak ve debrisin uzaklaştırılması için tavsiye edilmektedir (36).

Reisner ve ark. (37) asitle pürüzlendirmeden önce mine yüzeyini hazırlamak için en tutarlı sonucun, pomza yerine yavaş hızda bir tungsten karbit frez kullanıldığında elde edileceğini vurgulamıştır. Wilson ve ark. (38) iyonik bağ teorisini desteklemişler ve bonding işleminde hidroksiapatit yüzeyinde iyon değişiminin meydana geldiğini bulmuşlardır. Bu tür bir iyon değişiminin gerçekleşmesi için kontamine olmamış bir mine yüzeyi istenilmektedir (38). Tipik olarak pomzalama işlemi, mine yüzeyini temizlemek için kullanılan aletlerin türüne ve süresine bağlı olarak 5-14 µm mine kaybına ve minede çiziklere neden olabilir (39).

Pek çok adezivde mine yüzeyine bağlanma sorunu, mine yüzeyinden ziyade adeziv-braket ara yüzeyinde meydana geldiği için, pomzalama işlemi temiz bir yüzeye ataşman yapıştırılmasında gereksiz bir adım gibi görünmektedir (40). Ancak bunun aksine mine yüzeyinde bulunan mikrobiyal dental plak ve organik pelikülün temizlik yoluyla uzaklaştırılabileceğini söyleyen çalışmalarda pomza profilaksisinin ortodontik yapıştırma prosedürlerinde yeterli mine aşındırması için bir ön koşul olduğu bildirilmektedir (41).

## 2.2.2. Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi

### 2.2.2.1. Konvansiyonel Asit ile Pürüzlendirme

Diş yüzeyi izolasyonu sonrasında yüzeyin pürüzlendirilmesi takip eder (42). Ortodontik ataşmanların mineye adezyonu, esas olarak asitlenmiş yüzeyde mikro mekanik retansiyonu kolaylaştıran rezin tagların oluşumuna bağlıdır. Adeziv rezinlerin pürüzlendirilmiş minenin mikro pörözitelerine yetersiz penetrasyonu bağlanma gücünün zayıflamasına neden olur (43). İşlem görmemiş mine yüzeyi hidrofobiktir ve ıslanma sınırlıdır. Bu da mine yüzeyine yapışmayı zorlaştırır. Bu ön işlem için genellikle çeşitli asitler kullanılarak yüzeyin pürüzlendirilmesi gerçekleştirilir. En yaygın kullanılan asit %37 ortofosforik asittir ve 15 ila 30 saniye boyunca yüzeye uygulanır (42).

Pürüzlendirici olarak %10'luk bir maleik asit çözeltisi çalışmalarda kullanılmış, ancak fosforik asit ile karşılaştırıldığında daha düşük bağ kuvvetleri ile sonuçlanmıştır (44). Poliakrilik asit kullanımının minede fosforik asitle pürüzlendirmedekine benzer retansiyon alanları sağladığı ve debonding sonrasında daha az mine hasarı riski sağladığı rapor edilmiştir (44). Bununla birlikte, diğer araştırmacılar poliakrilik asit uygulamasının çok daha zayıf bağlar oluşturduğunu bulmuşlardır (45-48).

Mine yüzeyinin pürüzlendirilme işleminin sonunda su spreyi kullanılarak diş yüzeylerindeki asit bol miktarda su ile uzaklaştırılır. Herhangi bir kontaminasyon oluşmadan önce dişeti mine birleşimine koruyucu bir sıvı cila uygulanmasının kan kontaminasyonunun istenmeyen etkilerini önlediği gösterilmiştir (49). Bu ürün, kısmen sürmüş veya gömülü dişler gibi zor yapıştırma alanlarında faydalı olabilir. Daha sonra dişler, iyi bilinen donuk, buzlu görünümü elde etmek için nem ve yağ içermeyen bir hava spreyi ile iyice kurutulur (36).

Fosforik asit ile rutin bir pürüzlendirme tekniği, tekdüze bir derinlik olmasa da mine yüzeyinde 3-10 µm derinliğinde pürüzlülük alanları oluşturur (36, 50). Mine yapısındaki değişiklikler, yüzeyin 100-200 µm altında mikroskobik olarak gözlenebilmesine rağmen, 10 µm'den 170 µm'e kadar büyük bir değişiklik

göstermektedir. Bununla birlikte pürüzlendirilmiş mine, tükürüğe maruz kaldıktan sonraki birkaç gün içinde nispeten hızlı bir şekilde yeniden mineralleşir (50).

### 2.3. Şeffaf Plakların Tarihçesi

Şeffaf plaklar ortodontide nispeten yeni bir tedavi yöntemi gibi görünse de ilk konsepti 20. yüzyılın başlarına kadar uzanmaktadır (51). Şeffaf plakların ortodontik tedavide kullanılması, 1946'da Kesling'in bir seri plak kullanma konseptini geliştirmesiyle ortaya çıkmıştır (52). 1960'lı yıllarda Nahoum ortodontik diş hareketi yapabilen 'Vacuum Former' cihazı ile ilk şeffaf termoplastik apareyi hastada uygulamış ve piyasaya sürmüştür (53). Ponitz, kendi fikrine dayanarak 1971'lerde ilk 'görünmez tutucu' isimli apareyini tanıtmış ve bu daha sonra 1980'lerde McNamara tarafından geliştirilmiştir (54). Essix tutucusu olarak bilinen aparey, 1993 yılında Sheridan tarafından geliştirilmiştir (55).

1997 yılında Align Technology (Santa Clara, Calif), bildiğimiz şekliyle şeffaf plak tedavisini (CAT) tanıtmak için modern teknolojileri uyarlayıp birleştirdi ve ilk kez 1999'da piyasaya sürdü. Kesling'in konseptini uygulanabilir bir ortodontik tedavi seçeneği haline getirdi (56). Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) ve hızlı prototipleme tekniklerindeki son gelişmeler, tedavi planlamasına ve şeffaf termoplastik hizalayıcıların imalatına ve endüstriyel bir yaklaşıma olanak tanımıştır (57, 58). CAD tabanlı süreç, hastaların ağız anatomisinin 3 boyutlu olarak taranmasından plakların imalatına kadar birçok adımı içerir. Dijital rekonstrüksiyonlar, ağız içi tarama veya bir çalışma modelinin dijital taraması yoluyla gerçekleştirilir (59). Daha sonra bilgisayar algoritması, bireysel klinik kronları içeren dijitalleştirilmiş 3 boyutlu modeli bölümlere ayırır. Bu işlemi takiben ortodontik tedavi planı CAD yazılımı tarafından geliştirilir ve daha küçük hareketlere bölünür (51). Tedavinin her aşamasında dişlerin fiziksel modellerinin imalatı hızlı prototipleme tekniği kullanılarak gerçekleştirilir (57, 58). Kişiye özel şeffaf plaklar daha sonra ısıyla şekillendirme işlemi kullanılarak üretilir ve nihai konfigürasyonlara göre kesilir (60). Invisalign plak sistemi, her biri 1-2 hafta boyunca takılan bir dizi şeffaf termoplastik plaklardan oluşur. Her bir şeffaf plak, plak başına yaklaşık 0,25-0,30 mm ortodontik diş hareketi elde edecek şekilde kademelendirilir (51).

Hiçbir yardımcı unsurun dahil edilmediği birinci nesil şeffaf plakların diş hareketinin etkinliği üzerinde sınırlı araştırma mevcuttur ve tek çalışma Djeu ve ark. tarafından yapılmıştır (51, 61).

İkinci nesil Invisalign şeffaf plak sistemiyle birlikte, ortodontik diş hareketinin etkinliğini arttırmak amacıyla çeşitli yardımcı elemanların kullanımına başlanmıştır. Bunlar arasında ataşmanların kullanımı, kompozit butonların eklenmesi ve arklar arasında elastiklerin kullanımı yer alıyordu (51).

Üçüncü nesil Invisalign şeffaf plak sistemi, üreticinin yazılımı tarafından otomatik olarak yerleştirilebilen optimize edilmiş ataşmanlar sunarak bu konsepti daha da geliştirdi. Bu ataşmanların şekillerini bireysel diş morfolojisine göre uyarlayarak diş hareketlerinin kontrolünü iyileştirmesi amaçlanmıştır (51).

#### **2.4. Şeffaf Plakların Avantaj ve Dezavantajları**

Şeffaf plak tedavisinin en büyük avantajı tedavi sırasında estetik bir görünüme sahip olmasıdır. Ziuchkovski ve ark. (62) ankete dayalı bir çalışmayla ortodontik apareylerin estetiğini türlerine göre değerlendirmişlerdir. Şeffaf plaklar seramik braketlerden estetik bulunmuştur. Ayrıca tüm paslanmaz çelik ve kendinden bağlanan braketlerden daha estetik olarak algılanmıştır. Diğer çalışmalar da bu bulguları doğrulamıştır (62).

Şeffaf plağın bir diğer önemli avantajı da çıkarılabilir bir aparey olmasıdır, bu da ağız hijyeni rutinini kolaylaştırır (63). Miethke ve ark. (63) Invisalign sistemi ve sabit lingual apareylerle tedavi sırasında hastaların periodontal sağlığını karşılaştırmıştır. Şeffaf plak hastaları tedavi boyunca önemli ölçüde daha iyi periodontal sağlığı koruyabilmişlerdir (63).

Şeffaf plak tedavisinin diğer avantajları ise genellikle hasta başında geçirilen sürenin daha az ve randevular arasındaki sürenin daha uzun olmasıdır. Bu durum hem hasta hem de ortodontist için faydalıdır (64). Daha az klinik acil durum, konforun

artması, tedavi süresince daha az ağrı hissedilmesi ve yumuşak doku tahrişinin olmaması diğer faydalardandır (65).

Dezavantajlarında maliyet önemli bir faktördür (64). Diğer bir dezavantaj tedavi sonrası nüks oranının sabit ortodontik tedavilere göre daha yüksek olması şeklinde gösterilmiştir (66). Diğer bir sınırlama ise şeffaf plak kullanarak doğru ortodontik hareket elde etme yeteneği ile ilgilidir. Sistematik bir incelemede şeffaf plaklarla arkların hizalanması, anterior dişlerde intrüzyon, posterior dişlerde bukkolingual eğimin düzeltilmesi ve üst molar dişlerinin paralel hareketi öngörülebilir hareket türleridir. Anterior dişlerin bukkolingual eğiminin düzeltilmesi ve diş rotasyonlarının düzeltilmesi gibi hareketlerin öngörülebilirliği düşüktür (67).

Hastaların istenen sonuçları elde etmek için motive olmaları gerekir. Şeffaf plaklarda istenilen sonuçları elde etmek için her gün toplam 22 saat takılması gerekmektedir. Şeffaf plaklar yemek sırasında, deformasyona neden olabilecek sıcak içecekler, şekerli içecekler tüketilirken ve diş fırçalanırken mutlaka çıkarılmalıdır (65).

## **2.5. Şeffaf Plak Sisteminde Kullanılan Ataşmanlar**

Son yıllarda hastaların estetik ortodontik uygulamalara olan talebinde önemli bir artış olduğu kaydedilmiştir (1). Aşırı derecede rotasyona uğramış veya aşırı eğimli dişler, açık kapanış, ekstrüzyon, çapraşıklık ve 5 mm'den fazla diastema plaklarla tedavisi zor olan durumlar olarak tanımlanmıştır. Özellikle bu durumlar için, plak üreticileri yüksek elastisiteye sahip yeni plak malzemeleri sunmaya başlamış ve bunların klinik uygulamalarını genişletmek ve öngörülebilirliğini artırmak için diş yüzeylerinde kompozitten yapılan ataşmanlar gibi yardımcı elemanların kullanımını önermişlerdir (4).

Bu kompozit rezin ataşmanlar diş yüzeyine sadece plakların tutuculuğunu artırmak için değil, aynı zamanda zor diş hareketlerini başarmak ve ankraj sağlamak için eklenmelidir (68). Ataşmanın konumu ve konfigürasyonu, ataşmanın verimliliğini ve plağın uyumunu etkileyen en önemli faktörlerdir (69). Ataşman yapımı için kullanılacak ideal kompozit rezinin ortodontik tedavi süresi boyunca dişlerin üzerinde

kalması gerektiğinden, özelliklerini zaman içerisinde korumalıdır ve daha da önemlisi, iletilen kuvvet sistemiyle güçlü bir şekilde ilişkili olduğu için ataşmanın aktif yüzeyini benzer şekilde hasta ağızına aktarabilmelidir (5).

### **2.5.1. Fonksiyonlarına Göre Ataşmanların Sınıflandırılması**

Şeffaf plak tedavisinde ataşmanlar temel olarak üç ana amaca hizmet edecek şekilde sınıflandırılabilir. Bunlar sırasıyla plak retansiyonu, diş hareketi ve ankrajın sağlanmasıdır.

#### **2.5.1.1. Plak Retansiyonu için Ataşman Kullanımı**

Dijital simülasyonda planlandığı gibi şeffaf plağın uyguladığı ortodontik kuvvetlerin dişlere aktarılabilmesi için şeffaf plağın takılmasından sonra sabit bir şekilde ağız içine oturması ve tedavi süresi boyunca bu şekilde kalması gereklidir. Posterior dişlere etki eden intrüzyon kuvvetleri şeffaf plakta anterior segmentte yerinden çıkma eğilimi yaratabilir ve bunun tersi de gözlemlenebilir. Böyle bir durumda plak retansiyonunun sağlanması oldukça önem arz etmektedir. Ayrıca intermaksiller elastiklerin doğrudan şeffaf plağa bağlanması gerektiği durumlarda uygulanan elastik kuvvetinin yönü plakları yerinden çıkaracak yönde olacaktır ve bu durumda da retansiyonun sağlanması gereklidir (70).

Elipsoid ataşmanlar, öncelikle retansiyon veya ankraj için kullanılan pasif ataşmanlardır. Bu ataşman şekli şeffaf plakların ilk aşamalarından itibaren kullanılabilir. Özellikle diş yüzey alanının sınırlı olduğu maksiller yan kesici dişlerin labial yüzeyinde ve linguale eğilmiş mandibular ikinci molarların lingual yüzeyinde tercih edilirler (2). Yapılan bir çalışmada elipsoid ataşmanları olan veya hiç ataşmanı olmayan bir modelden bir plağı çıkarmak için uygulanan kuvvet karşılaştırıldığında elipsoid ataşman uygulanan grupta daha fazla miktarda kuvvet gerektiği gösterilmiştir (71).

Şeffaf plak retansiyonunun zorunlu olduğu durumlarda yatay dikdörtgen veya oklüzal olarak eğimli tasarlanmış ve mümkün olduğu kadar diş eti marjinine yakın

ataşman kullanımı tercih edilmelidir. Ataşmanlara verilen oklüzal eğim şeffaf plakların yerleştirilmesini kolaylaştıracak ve aynı zamanda plakların çıkarılması için gereken kuvveti artıracaktır (70).

### 2.5.1.2. Diş Hareketi için Ataşman Kullanımı

Şeffaf plaklardaki kompozit ataşmanların temel amacı, sadece plak kullanımı ile mümkün olmayan hareketleri öngörülebilir hale getirmek için özel tamamlayıcı kuvvet vektörleri üretmektir (70). Ataşmanlar sistem üzerinden ekstrüzyon, derotasyon ve kök hareketlerinin gerekli olduğu durumlarda yazılım tarafından otomatik olarak yerleştirilir. Bu amaçla kullanılan en yaygın üç ataşman türü elipsoid, eğimli ve dikdörtgen ataşmanlardır (72).

Elipsoid ataşmanlar, derotasyonlar için tek başına veya kök hareketlerinin istendiği durumlarda çiftler halinde kullanılır. Gingival eğimli ataşmanlar en çok bir dişi ekstrüze etmeye çalışırken tercih edilir. Molar intrüzyonu için, oklüzal olarak eğimli bir yatay ataşmanın kullanılması düşünülebilir. Büyük meziyo-distal hareketler istendiğinde ise dikdörtgen ataşmanlar tercih edilir. Dikdörtgen ataşmanların kuvvet için daha uzun bir aralığa izin vererek dişlerin paralel olarak hareket etmesine olanak sağlayacağı öne sürülmüştür (72).

Elkholy ve ark. (73) çalışmalarında piramidal, çeyrek küre ve vertikal elipsoid ataşmanların geometrisinin, mandibular kanin derotasyonu sırasında uygulanan üç boyutlu kuvvet ve moment değerleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Vertikal elipsoid ve çeyrek küre ataşmanları, mandibular kanin derotasyonu sırasında açıkça daha yüksek rotasyon momentlerine neden olmuştur. Çeyrek küre ataşmanı, distorotasyona uğramış mandibular kaninlerin derotasyonu sırasında intrüzif kuvvetleri önleme konusunda en iyi kapasiteye sahip bulunmuştur.

Simon ve ark. (74) ortalama 2,7 mm'lik bir distalizasyon hareketi önerildiğinde plaklarla üst molar dişlerinin paralel hareketinin yüksek doğrulukta (%88) olduğunu bildirmişlerdir. Hareketin diş yüzeyindeki bir gingival açılı horizontal ataşmanın

varlığıyla desteklenmesi durumunda en iyi doğruluğa sahip olduğunu da vurgulamışlardır (74).

Şeffaf plak tedavilerinde distalizasyon hareketinin öngörülebilirliğini attırmak ve yeterli bir moment yaratmak amacıyla kanin dişinden 2. molar dişe kadar dişlerin bukkal yüzeyine dikdörtgen ve dikey ataşmanların uygulanması önerilir (75).

### **2.5.1.3. Ankraj için Ataşman Kullanımı**

Ankraj, dentofasiyal yapıların uygulanan bir kuvvet altında şekil veya konum değişikliğine karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir (76). Şeffaf plak tedavi sistemlerinde özellikle maksiller arktaki molar distalizasyonu, anterior dişlerden yeterli ankraj kontrolü gerektirir. Aksi takdirde premolar dişlerinde mesializasyon ve kesici dişlerde bukkale devrilme meydana gelebilir (77). Ekstraksiyon boşluğunun kapatılması sırasında ankrajı kontrol etmek için etkili bir strateji gereklidir. Sınıf 2 hastalarda sınıf 1 oklüzyonu sağlamak için posterior ankrajın güçlendirilmesi gerekecektir. Posterior dişlerin bukkal yüzeyinde dikdörtgen yatay ataşmanların bulunması, posterior dişlerin mezializasyonuna direnecek, saat yönünde momentlerle birlikte boşluk kapanmasını sağlayacak ve istenen sınıf 1 oklüzyon elde edilecektir (70).

## **2.6. Ataşman Yapımında Kullanılan Kompozitlerin Viskozitelerine Göre Sınıflandırılması**

### **2.6.1. Akışkan Tip Kompozitler**

Akışkan kompozitler içerik olarak organik, inorganik ve bağlayıcı fazdan oluşurlar.

Organik faz: Monomerler, ko-monomerler, inhibitörler, polimerizasyon başlatıcılar ve ultraviyole stabilizatörlerinden oluşmaktadır. Günümüzde kullanılan kompozit rezinlerin büyük bir kısmı monomer olarak, bisfenol glisidil metakrilat (BisGMA) ile renk değişimine dirençli olan ve daha iyi adezyon sağlayan uretan

dimetaklirat (UDMA) içermektedir(78). Bu iki bileşenin de viskoz yapıya sahip olması nedeniyle matrikse viskoziteyi azaltıcı bir ko-monomer olan trietilen glikol dimetaklirat (TEGDMA) ilave edilmiştir (78).

**İnorganik faz:** Organik matriks fazı içine dağılmış çeşitli büyüklükteki kuartz, borosilikat cam, lityum aliminyum silikat, stronsiyum, baryum gibi inorganik doldurucu partiküllerden oluşur (78).

**Bağlayıcı Faz:** İnorganik faz ve organik fazın bağlanması, bağlayıcı faz (ara faz) ile sağlanır. Ara faz organik silisyum bileşiği olan silanlardan oluşur (78).

Bu kompozitler, hibrid kompozitlerden daha küçük partikül boyutu ve daha az partikül oranı içerirler. Organik matriks oranı arttığı için viskozitesi düşük bir kompozit elde edilir. Bu ürünler, pit ve fissür gibi dar alanlara rahatlıkla uygulanabilir (7, 79).

Literatüre bakıldığında şeffaf plak sistemleriyle ilgili çalışmalarda sıklıkla kullanılan akışkan kompozit rezin türleri olarak Tetric EvoFlow, Amelogen Plus TW, ENAMEL plus HRİ flow, Enaflow, Filtek Z350XT flow, G-aenial Universal Injectable, GC Aligner Connect tercih edildiği görülmektedir (4, 80-84).

### **2.6.2. Tepilebilir Tıp Kompozit**

Yüksek viskoziteli olan bu kompozitler, amalgama alternatif olarak geliştirilmiştir. Hibrit kompozitlerden, daha fazla doldurucu partikül içerdikleri ve partikül dağılımları da daha fazla olduğundan viskoziteleri daha yüksektir (85).

Ataşmanların diş hareketinde ve dolayısıyla tedavi sonuçlarında önemli bir rol oynaması nedeniyle, sert gıdaların çiğnenmesi ve plakların rutin olarak çıkarılıp tekrar takılması sırasında dayanıklı, yüksek kaliteli ataşmanların üretilmesi önemlidir(84). Bu kapsamda literatürdeki çalışmalardan elde edilen bilgilerin ışığında şeffaf plak tedavi sistemlerinde ataşman yapımında sıklıkla kullanılan katı kompozit türleri olarak Filtek Z350XT Universal, Tetric N-Ceram, Tetric Evo Ceram, Filtek Z350XT ve ENAMEL plus HRi tercih edilebilmektedir (4, 84).

## 2.7. Şeffaf Plak Tedavisinde Kullanılan Akışkan ve Tepilebilir Kompozitlerin Karşılaştırılması

D'Anto ve ark.'nın (4) yaptığı çalışmada 3 farklı viskoziteye sahip kompozit rezin kullanılmıştır. Bunlar düşük viskoziteli akışkan kompozit rezin, ortodontik tedavilerde kullanılan orta viskoziteli kompozit rezin ve restoratif işlemlerde kullanılan yüksek viskoziteye sahip kompozit rezindir. Çalışmanın sonuçlarına göre 3 kompozit rezin de ataşman yapımı için uygun bulunmuştur. Ortodontik tedavilerde kullanılan kompozit rezinde akışkan kompozit rezine göre daha fazla taşma miktarı gösterilmiştir.

Chen ve ark. (83) yürüttükleri çalışmada Filtek Z350XT (3M ESPE), Filtek Z350XT akışkan (3M ESPE) ve SonicFill (Kerr) adlı 3 farklı viskoziteye sahip kompozit rezini kullanmışlardır. Çalışmalarında ataşman uygulama süresini ve yerleştirme doğruluğunu değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre Z350XT akışkan kompozit ve SonicFill'in çalışma süresi Z350XT'den daha az bulunmuştur. Yerleştirme doğruluğuna bakıldığında Z350XT akışkan kompozit rezin diğer kompozit rezin türlerine göre daha fazla hacimsel değişim göstermiştir.

Reynolds (86) tarafından belirlendiği gibi, paslanmaz çelik braket ile doğal diş minesini arasındaki klinik olarak uygun bağlanma kuvvetinin 6 ila 8 MPa arasında olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir. Kircelli ve ark.'nın (84) yürüttüğü 2 adet tepilebilir (Tetric N-Ceram, Tetric Evo Ceram) ve 3 adet akışkan kompozitin (Tetric N-Flow, G-aenial Universal Injectable, GC Aligner Connect) karşılaştırıldığı güncel bir çalışmada kullanılan kompozitlerin hepsi 6-8 MPa bağlanma kuvvetini geçmiştir. Uygulama süresi olarak akışkan kompozitin kullanıldığı gruplar daha avantajlı bulunmuştur.

## 2.8. Ortodontik Tedavi Sonrası Debonding Yöntemleri

Debonding, ortodontik tedavi tamamlandıktan sonra mine yüzeyinden ortodontik ataşmanların tüm kalıntı yapıştırıcılarla birlikte çıkarılması işlemidir. Bu işlem sırasında ortodontistlerin temel amacı, mine yüzeyini iatrojenik hasara yol

açmadan ve mine yapısında minimum kayıpla, doğal mineye mümkün olduğunca yakın bir şekilde restore etmektir (87).

Konvansiyonel sabit ortodontik tedavilerde klinik debonding prosedürü braketin çıkarılması ve ardından kalıntı yapıştırıcının çıkarılması şeklinde iki aşamaya ayrılmaktadır (36). Sabit ortodontik tedavilerde braketlerin sökümünde sıklıkla geleneksel yöntem olan pens kullanımının yanında özel uçların kullanılmasını gerektiren ultrasonik yöntem ve ısının braket aracılığıyla kompozit rezine iletilmesini içeren elektrotermal yöntemler mevcuttur (88). Braket sökümü için sıklıkla ligatür kesici, konvansiyonel debonding pensi, braket debonding pensi, How pensi ve Weingart pensi kullanılmaktadır (88-90).

Şeffaf plak tedavilerinde ortodontik tedavi tamamlandığında, yapıştırılan kompozit ataşmanların direkt olarak çıkarılması gerekecektir. Sabit tedavi sistemlerinde braket sökümünde yönelik özel olarak üretilmiş penslere benzer şekilde şeffaf plak tedavilerinde debonding aşamasında ataşmanların sökümü için özel olarak üretilmiş DNT markasında “ataşman debonding *plier*” pensi bulunmaktadır. Ancak literatürde şeffaf plak tedavilerinde debonding için bu pensin kullanımıyla ilişkili hiçbir çalışma bilginiz dahilinde mevcut değildir. Sıklıkla tercih edilen yöntem ataşman rezinlerin frez kullanımıyla sökülmesi işlemidir.

Şeffaf plak tedavileri, konvansiyonel sabit tedavi yöntemleri ile debonding açısından karşılaştırıldığında, kadran başına yaklaşık 3 ataşman içeren şeffaf plakların kullanımının tedavi tamamlandığında sabit tedavi yöntemlerine göre çok daha fazla kompozitin çıkarılmasını gerektirme potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir (91). Eliades ve ark.'nın (21) vurguladığı üzere şeffaf plak tedavilerinin debonding işleminde geleneksel sabit tedavilerle karşılaştırıldığında çok daha fazla kompozitin uzaklaştırılması gerekecektir. Şeffaf plak tedavilerinin debonding aşamasında büyük ve küçük boyutlarda partiküller oluşmaktadır. Büyük partiküller farenkse kadar ulaşabilirken küçük partiküller akciğerlerin terminal bronşlarına kadar inebilmektedir. Debonding işleminde ataşman kompozitleri uzaklaştırma sırasında üretilen solunabilir partiküllerin farklı yapılar içerdiği gösterilmiştir. Bu yapılar içerisinde büyük olasılıkla diş minesinden gelen kalsiyum ve fosfor, kompozitten gelen karbon ve oksijen,

tungsten karbit debonding frezinden gelen tungsten ve büyük olasılıkla döner el aletinin başlığından gelen demir bulunmaktadır. Partikül içerisinde en sık tespit edilen yapı ataşman yapımında kullanılan kompozitten kaynaklanan silikadan oluşmaktadır. Silika için katı işyeri maruziyet limitleri vardır (21). Dolayısıyla kompozit rezinlerin uzaklaştırılması sırasında salınan partikülleri en aza indirmek amacıyla yukarıda bahsedilen “ataşman debonding *plier*” pensinin kullanımı önem arz etmektedir.

## 2.9. Debonding Sonrası Mine Yüzeyinin Temizlenmesi

Ortodontide bonding işlemi mine yüzeyine zarar verme ve rengini değiştirme riskini içeren bir prosedürdür. Bunun yanında, ortodontik tedavinin tamamlanmasının ardından, kalıntı kompozitin çıkarılmasıyla takip edilen debonding prosedürü, mineye daha fazla zarar verip mine yüzeyinde çizikler, çatlaklar ve oyuklar oluşturabilir (10).

Braketlerin sökülmesi genellikle mine yüzeyinde 0,6 ila 2,48 mm<sup>3</sup> artık kompozit hacmi bırakır. Mevcut artık kompozitler ile mine arasındaki renk benzerliğinden dolayı kalan tüm kompozitin tamamen çıkarılması kolay değildir. Bu kalıntılar temizlenmez ise dişte renk değişikliği yaparak estetik sorunlar oluşturabilir (18).

Artık kompozitin uzaklaştırılması florür açısından zengin dış mine tabakasının kaybına ve mine pürüzlülüğünün artmasına neden olur. Pürüzlü mine yüzeyi düzgün temizliği engeller ve dolayısıyla plak birikimine, bakteri birikimine, leke oluşumuna davetiye çıkararak dişlerin estetik görünümünü ve morfolojisini bozar. Mineyi orijinal morfolojisine geri döndürmek zorlu bir iştir (92). Braketlerin sökülmesi için mine yüzeyine en az zarar verecek çeşitli yöntemler tanıtılmıştır. Mine yüzeyindeki artık kompozitlerin temizlemede kullanılan yöntemler; ultrasonik temizleme, elektrotermal temizleme, ağız içi kumlama, zımpara diskleri, elmas frezler, paslanmaz çelik frezler, farklı bıçak sayısına sahip tungsten karbit frezler (düşük veya yüksek hız el aletleri ile), beyaz taş, lazerler ve kompozit frezler olarak sıralanabilir (11, 93).

### **2.9.1. Ultrason**

Bishara ve Trulove 1990 yılında ultrasonik cihazları ortodonti alanında braketlerin debonding işleminde kullanmışlardır (94). Ultrasonik temizleyicilerin mine ve braket tabanı arasındaki kompoziti aşındırmak için braket-kompozit ara yüzeyine uygulanan özel olarak tasarlanmış uçları bulunmaktadır. Ayrıca mine yüzeyinden braketlerin sökülmesinin ardından artık kompozitin temizlenmesi amacıyla da ultrasonik temizleyiciler kullanılabilir (95).

Krell ve ark. yaptığı çalışmada 3 farklı debonding yöntemini karşılaştırmışlardır. 1. grupta pens ile braketlerin sökülmesinin ardından tungsten karbit frez ile polisaj diskleri kullanılmıştır. 2. grupta braketler pens ile uzaklaştırıldıktan sonra ultrasonik temizlik yapılmıştır. 3. grupta braketler ultrasonik teknik ile sökülmüş ardından artık kompozit yine ultrasonik teknik ile temizlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre mineye en az hasar 2. grupta görülmüştür (96).

### **2.9.2. Paslanmaz Çelik ve Elmas Frezler**

Paslanmaz çelik frezler adeziv temizlemek amacıyla denenmiş ancak verimliliği çok düşük olup çalışma zamanını uzattığı için tercih edilmemişlerdir. Elmas frezle yapılan temizliğin mine yüzeyinde polisaj ile düzelmeyen derin oluklar oluşturduğu bildirilmiştir. Elmas frezler debonding sonrası artık kompozitin temizlenmesinde her ne kadar hızlı ve kolay temizlik sağlasalar da mine yüzeyinde oluşturdukları çizikler sebebiyle tercih edilmemektedir (95).

### **2.9.3. Tungsten Karbit Frezler**

Fazla kompozitin çıkarılması için tercih edilen bu yöntem angulduruvaya uygun bir tungsten karbit frezin (No. 1171 veya No. 1172) kullanılmasını içerir. Klinik deneyim ve laboratuvar çalışmaları, diş minesine zarar vermeden kompozitin hızlı bir şekilde çıkarılması için yaklaşık 30.000 rpm'nin optimum hız olduğunu göstermektedir. Minede derin çizikler oluşmaması için frez hafif boyama hareketleriyle kullanılmalıdır. Su minenin kontrastını azalttığı için son kalıntılar

giderilirken su soğutması kullanılmamalıdır. Daha yavaş hızlar (10.000 rpm ve daha az) etkisizdir ve frezin artan titreşimi hastayı rahatsız edebilir (36).

Debonding işleminde kalıntı kompoziti çıkarmak için altın standart 12 veya 20 bıçaklı tungsten karbit frezlerdir (97). Sistematik bir incelemeye göre tungsten karbit frezlerin, Sof-Lex diskler, ultrasonik aletler, el aletleri veya kompozit frezlerle karşılaştırıldığında kalıntı kompozitin çıkarılmasında son derece verimli olduğu ve zaman tasarrufu sağladığı kanıtlanmıştır. Ayrıca, tungsten karbit frezlerin Arkansas taşlarından, yeşil taşlardan, elmas frezlerden, çelik frezlerden ve lazerlerden daha az aşındırıcı ve daha az tahrip edici olduğu bulunmuştur (98).

Karbit frezlerin tek başına kullanımının önemli bir mine tabakasını kaldırdığını, mine yüzeyini pürüzlendirdiğini ve bu nedenle çok adımlı Sof-Lex diskleri ve pomza adımlarının takip edilmesi gerektiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (36).

Rahul Garg ve ark. (99) yaptıkları bir çalışmada debonding için tungsten karbit frez, fiber frez ve kompozit frez kullanarak mine yüzeyinin pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Fiber frez ve kompozit frez mine yüzeyi pürüzlülüğü açısından daha iyi sonuç vermesine rağmen bu yöntemlerin zaman alıcı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tenorio ve ark. (9) mine yüzeyi temizleme tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında 18 bıçaklı tungsten karbit frez, fiberglass frez, polimer frez ve 60 sn boyunca etil alkolde bekletilmesinin ardından polimer frezlerin uygulandığı 4 farklı grubu karşılaştırmışlardır. Thawaba ve ark. (100) ise in-vitro olarak yaptıkları çalışmalarında 72 adet insan premolar dişlerini kullanmışlardır. Debonding işlemi için zirkonyum frez, 12 bıçaklı tungsten karbit frez ve beyaz taş kullanmışlardır. Bu iki çalışmada da (9, 100) polisaj işleminin uygulanması gereken bir adım olduğu vurgulanmıştır.

Almudhi ve ark'nın (19) yaptıkları çalışmalarında artık kompoziti temizlemek için Stainbuster frez, elmas frez, karbit frez, OneGloss sistemi, Sof-Lex sistemi,

Enhance Finishing and PoGo Polisaj kiti ve renew polisaj yöntemleri kullanılmıştır. Bütün yöntemler klinik olarak kabul edilebilir seviyede mine yüzeyinin pürüzlülüğünü arttırmıştır.

#### **2.9.4. Fiber Destekli Kompozit Frez ve Arkansas Taşı**

Tungsten karbit frezlerin etkili olmalarına rağmen minede oluşturabilecekleri geri dönüşümsüz zararlarından dolayı araştırmacılar yeni arayışlara yönelmişlerdir. Zirkonyum frezler itrium oksitten kısmen stabilize edilmiş tetragonal zirkonyadan oluşmaktadır (101). Zirkon içeriği ile zenginleştirilmiş fiberglass kompozit frezler ilk olarak mine yüzeyindeki lekelerin ve renklemelerin yumuşak bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Ayrıca ortodontide debonding işleminde temizleme prosedürleri için kullanılmasının da uygun olduğu savunulmuştur (102).

Beyaz taş, konik veya yuvarlak şekle sahip ve yüksek kaliteli ince taneli alüminyum oksitten yapılmış dental döner aletlerdir. Kompozit restorasyonlar, porselen, cam iyonomer siman, abutment dişler ve mine yüzeylerinin şekillendirilmesi, parlatılması ve debondingi için kullanılabilen bir yöntemdir.

Karan ve ark. (102) mine yüzeyini değerlendirmek için atomik kuvvet mikroskopunu kullandıkları çalışmalarında fiber destekli kompozit aşındırıcı frezlerin, tungsten karbit frez kullanımına göre artık rezini daha uzun sürede uzaklaştırdıklarını ancak mine yüzeyine daha yakın bir etki bıraktığını belirtmişlerdir.

Thawaba ve ark. (100) mine yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmalarında zirkonyum frez, 12 bıçaklı tungsten karbit frez ve beyaz taş kullandıkları 3 farklı debonding yöntemini karşılaştırmışlardır. Zirkonyum frez en düşük yüzey pürüzlülüğüne ve en az mine hasarına neden olduğu için kompozitin çıkarılmasında etkili bir yöntem olarak görülmüştür. Beyaz taş uygulaması en az zaman harcanan yöntem olmasına rağmen en büyük yüzey pürüzlülüğü ve geri dönüşü olmayan mine hasarı yarattığı bulunmuştur.

Yassaei ve ark. (20) mine yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmalarında yüksek hız ile 12 bıçaklı karbit frez, yavaş hız ile 12 bıçaklı karbit frez ve zirkonyum frezi kullandıkları 3 debonding yöntemini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmanın sonucuna göre zirkonyum frez uygulanan grupta debonding işlemi sonrası mine yüzey pürüzlülüğünün daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

Shah ve ark.(10) mine yüzeyinde kalan kompoziti temizlemede kullanılan 4 farklı sistemi yüzey pürüzlülüğü bakımından karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucuda, Stainbuster frez doğal mineye en yakın mine yüzeyini oluşturmuş ve bunu Enhance sistemi, One gloss sistemi ve Soflex disk ve tekerlekler izlemiştir(10).

### **2.10. Debonding Sonrası Mine Yüzeyinin Polisajlanması**

Debonding işlemi sonrası önemli aşamalardan birisi mine yüzeyinin polisaj aşamasıdır. Polisaj uygulaması standart değildir ve çok çeşitli yöntemler mevcuttur. Melvin ve ark.'nın (103) yürüttükleri çalışmada debonding sonrası polisaj için üretilen sistemler ile ortodontik uygulamalar haricinde kullanılan polisaj sistemleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre sistemler arasında mine yüzey pürüzlülüğü ile ilgili bir fark bulunmamıştır. Bitirme frezleri, fırçalar, diskler, parlatma lastikleri gibi yöntemler, profilaktik veya parlatma macunlarıyla kombine olarak sıklıkla kullanılmaktadır.

Ortodonti pratiğinde dört farklı bitirme ve cilalama sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. One Gloss tek aşamalı sistemde (Shofu Dental Corporation, Japonya) bağlayıcı olarak silikon ile yüksek konsantrasyonda alüminyum oksit kullanılır (104). Enhance bitirme ve Pogo parlatma sistemi de (Dentsply, Milford, ABD) yaygın olarak kullanılmaktadır ve polimerize üretilen dimetakrilat rezin, alüminyum oksit, silikon dioksit ve ince elmas tozundan oluşmaktadır (105). Son olarak Soflex diskleri veya spiral tekerlek içeren 3M Soflex sistemi (3 M ESPE, St. Paul, MN, ABD) de ortodontistler tarafından kullanılmaktadır (106). Yeni bir frez olan zirkon açısından zengin cam elyafla zenginleştirilmiş kompozit bir frez üretilmiştir (107). Shah ve ark.(106) tarafından Stainbuster (Abrasive Technology Inc., Lewis Centre, Ohio) adlı bu fiber destekli kompozit frez ile One Gloss sistem, Enhance

bitirme ve polisaj sistemi, Sof-Lex disk ve tekerlek polisaj sistemlerini karşılaştıran bir çalışma yapılmıştır. Stainbuster frezi doğal mineye en yakın mine yüzeyini oluşturmuş, bunu Enhance sistemi, One Gloss sistemi ve Soflex disk ve tekerlekler izlemiştir.

Thys ve ark. (108) braketlerin debonding işleminden sonra kalan adezivi 24 bıçaklı karbit frez ile uzaklaştırdıktan sonra polisaj için 4 farklı yöntemin mine yüzeyine etkisini karşılaştırmak için in-vitro bir çalışma yapmışlardır. Grup 1 için Enhance (Dentsply, Milford, ABD), grup 2 için Fiberglass (TDV, Pomerode, Brezilya), grup 3 için DU10CA-Ortho (Dian Fong Industrial, Shenzhen, Çin) ve grup 4 için Sof-Lex Pop-On (3M ESPE, Seefeld, Almanya) uygulanmıştır. Tüm yöntemlerde bir miktar mine hasarı meydana gelmiştir. En düşük pürüzlülük DU10CA-Ortho ve Sof-Lex Pop-On gruplarında ölçülmüştür. Bunun sebebi olarak bu iki uygulamanın polisaj ve çoklu basamağa sahip olması olarak düşünülebilir.

Tenório ve ark.'nın (9) yaptıkları çalışmada artık adezivi temizlemede tungsten karbit frez, fibergloss frezlerden daha fazla pürüzlülük oluşturmuşken, polisaj sonrası temel yüzey pürüzlülüğünde istatistiksel olarak benzer nihai yüzey pürüzlülüğü sağlanmıştır. Bundan dolayı polisaj aşaması için ince ve ultra ince aliminyum oksit diskleri, mikro ince elmas lastikler ve silikon karbit frezler vb. sistemler tungsten karbit frezle artık adezivin uzaklaştırılmasını takiben yüzeyin parlatılması amacıyla önerilmektedir.

## 2.11. Mine Yüzeyini Değerlendirme Yöntemleri

Mine yüzeyinde uygulanan işlemler sonrasında mine hasarını değerlendirmek için SEM, stereomikroskopi, temaslı profilometre, temassız beyaz ışık 3B profilometresi veya atomik kuvvet mikroskobu (AFM) gibi çok sayıda yöntem mevcuttur (11).

Son teknolojik gelişmeler, mikron düzeyinde yapısal analize izin veren mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) sistemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Mikro-BT, diş hekimliğinde kök morfolojisinin analizi, kök kanal şekillendirme ve tedavilerinin değerlendirilmesi, mine kalınlığının ölçülmesi ve doku mühendisliğinin değerlendirilmesi gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir (12). Mikro-BT, üç boyutlu analiz sağlayan etkili bir

görüntüleme yöntemi olarak ortaya çıkmıştır (13).

### **2.11.1. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)**

İlk elektron mikroskobu Knoll ve Ruska tarafından Almanya'da geliştirilmiştir. 1962'den bu yana diş hekimliğinde uzun süredir araştırmalarda yararlı bir araç olmuştur. SEM, görüntülerin yüksek büyütme oranları ile görüntülenmesine olanak sağlar. Bu teknikte bir elektron ışını yüzeyi tarayarak çeşitli sinyaller üretir ve bu sinyaller bir dedektör tarafından toplanır (109).

Işık mikroskobunda boyanmış preparatlar, ışığın örneğin içinden geçmesi yolu ile incelenerek, tıp ve mühendislik gibi birçok alanda kullanılır. Ancak atom gibi çok küçük cisimcikleri görmemiz için gerekli olan yüksek büyütmeleri veremezler. Elektron mikroskobu ise büyük bir alan derinliğine sahiptir ve yüksek rezolüsyonlu görüntüler oluşturur. Her geçen gün geliştirilen özellikleri ile SEM, ışık mikroskobundan 300 defa daha fazla fokus derinliğine ve 20 ile 100.000 arasında net görme oranına sahiptir (110, 111).

SEM, bir yüzeyin topografik özelliklerini ayrıntılı olarak görselleştirmek için mükemmel bir araç olmasına rağmen, ölçümlerin objektifliğini ve tekrarlanabilirliğini sağlayan niceliksel bir ölçeğin bulunmaması nedeniyle bulguların karşılaştırılmasına izin vermez (112).

### **2.11.2. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)**

Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM), yüzey topografisini 100 mikrona ( $\mu$ ) kadar görüntüleyebilme kabiliyetine sahip bir mikroskoptur. Bu cihaz ile moleküller arası kuvvetler hassas bir şekilde ölçülebilir ve özel bir hazırlama işlemi gerektirmeden malzemeler her ortamda görüntülenebilir. AFM'de, incelenecek malzemenin fotoğrafını oluşturmak için çapı 100 nanometre'den daha küçük olan çok ince silikon bir uç kullanılır. Silikon uç malzeme yüzeyinde hareket ederken malzeme üzerindeki atomlar silikon uçtaki atomları itmekte, silikon ucun yüksekliği ayarlanarak malzeme yüzeyine uygulanan kuvvetin sabit kalması sağlanmaktadır. Ölçümlendirme

mekanizması, ucun yukarı aşağı hareketlerini kaydederek bu bilgileri örnek malzemenin yüzeyinin üç boyutlu resmini oluşturacak olan bilgisayara aktarmaktadır. Böylece tam yüzey topografisi kesin yükseklik bilgisiyle birlikte kaydedilebilmekte ve yüzeydeki her bir atom görülebilmektedir. AFM, görüntü elde edilmesinin yanında nano yapıların oluşturulmasında da kullanılmaktadır (113). Ayrıca minimal numune hazırlama, aynı anda iki boyutlu ve üç boyutlu görüntüler elde etme ve numunenin yeniden incelenme imkanı gibi birçok avantaj sunmaktadır (114, 115). AFM, mikro düzensizlikler sergileyen sert yüzeylerin analizi için uygun bir yöntem olarak kabul edilmektedir (114, 116). Ayrıca bu yöntemle artık rezin temizliği sonrası mine yüzey pürüzlülüğü başarılı bir şekilde incelenebilmektedir (102).

Doddavarapu ve ark. (15) farklı iki tür yapıştırıcının kullanıldığı çalışmalarında debonding sonrası mine pürüzlülüğünü değerlendirmek için yöntem olarak atomik kuvvet mikroskopunu kullanmışlardır. Mohebi ve ark. (117) çalışmalarında beyaz taş, 12 bıçaklı tungsten karbit frez ve loop altında 12 bıçaklı tungsten karbit frez kullanarak kalan adezivin çıkarılması sonrası mine yüzey düzensizliklerin değerlendirilmesinde etkili olduğu kanıtlanmış bir yöntem olan AFM'yi kullanmışlardır.

AFM, biyomalzemelerin görüntülemesinde doğal yüzeye belirgin zarar vermediğinden önem kazanmaktadır. En belirgin dezavantajı, konsol ucu boyutunun genel olarak incelenen nano malzemelerin boyutlarından daha büyük olması ve bu nedenle numunelerin boyutlarını olumsuz şekilde aşırı tahmin edilmesine neden olmasıdır (113).

### **2.11.3. Yüzey Profilometreleri**

Yüzey morfolojisinin değerlendirilmesinde iki ana teknoloji vardır. Bunlardan birincisi kalem ucu ile test yüzeyi arasında temas gerektiren teknik iken, ikincisi morfolojik bilginin sensör ile test yüzeyi arasında herhangi bir temas olmadan optik olarak elde edildiği temassız tekniktir (118).

### 2.11.3.1. Kontak Uç Profilometresi

Temaslı profilometreler, daha eski ve iyi bilinen cihazlardır. Yüzey profilini kaydetmek için yüzey boyunca hareket ettirilen bir kalem ile tarama yapmaktadır. Bu geleneksel yöntem nispeten basit olmasına rağmen, ölçümü etkileme ve temasın bir sonucu olarak numuneye zarar verme riskine sahiptir (119). Uçlar genellikle 1,5 ile 2,5 µm arasında bir çapa sahiptir, ancak ucun şekli değişebilir(120). *Chisel* tip uçları (0,25×0,25µm) belirleyici darbeler için kullanılabilirken, konik uçlar mikro pürüzlülük ölçümleri için kullanılmaktadır. Bu cihazlarda izleyici ucun yüzey üzerindeki basıncı 0,05 ile 100 mg aralığındadır (121).

Temaslı profilometreler ile hem dijital hem de analog donanım ve yazılım kullanılarak değerler kaydedilebilmektedir. Bu değerlerden “Ra” belirli bir ölçüm mesafesinde tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasını, “Rmax” belirli mesafedeki en yüksek ve en derin noktalar arası mesafeyi, “Rz” ise belirli mesafedeki birbirini izleyen 5 maksimum yükseklik ve derinliğin ortalamasını ifade etmektedir. Yüzey pürüzlülüğü çoğunlukla aritmetik ortalama pürüzlülük (Ra) olarak ifade edilir (122).

### 2.11.3.2. Temassız Optik Profilometreleri

Temassız optik profilometre, herhangi bir yüzeyden üç boyutlu topografik verileri çıkarmak için kullanılan bir cihazdır. Bu yöntemle yüzey morfolojisini ve yüzey pürüzlülüğünü elde etmek mümkündür. Optik profilometre, fiziksel bir uç yerine ışık kullanır. Bu tekniğin ana bileşeni olan ışığı yüzeye odaklayarak temassız ölçüm yapmak mümkündür. Böylece yüzeydeki nanometre düzeyindeki değişimlerin ölçülmesi daha kolay olur. Optik profilometre, yüzey alanının pürüzlülüğünü yani topoğrafyayı hem görsel hem de sayısal verilerle değerlendirme olanağı sağlar (123).

Ferreira ve ark. 'nın (124) yaptıkları çalışmada, yüksek çözünürlüklü üç boyutlu bir optik profilometre kullanılarak, braketlerin debonding işleminden sonra mine yüzeylerindeki değişikliklerin kalitatif ve kantitatif bir değerlendirmesi yapılmış ve tekniğin doğruluğu araştırılmıştır. Optik profilometre yüzeyin düz, kavisli,

basamaklı, pürüzlü veya pürüzsüz olmasına bakılmaksızın, aynı diş alanının tekrarlanan ölçümleri sırasında doğru kalitatif ve kantitatif nano ölçekli veriler sağlayabilmiştir (124).

Eichenberger ve ark. (125) lingual braketler ile tedavi sonrası mine pürüzlülük parametrelerindeki değişiklikleri kantitatif olarak değerlendirmek için 3 boyutlu optik profilometre kullanmışlardır. Pürüzlülük parametreleri için Sa-Sz genlik parametreleri, Sdr hibrid parametresi ve Sc-Sv fonksiyonel parametreler kullanılmıştır. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında işlem gören dişlerde pürüzlülüğün arttığı bulunmuştur.

Katsigialou ve ark.'nın (126) çalışmalarında çekimi planlanan premolar dişlere çekimden 6 ay önce 2 farklı interproksimal redüksiyon uygulaması yapılmıştır. Çekimden sonra işlemin uygulandığı yüzeylerde optik profilometre yöntemi ile pürüzlülük değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre her iki yöntemde mine yüzeyinde pürüzlülük oluşturmuştur. Başlangıçtaki mine pürüzsüzlüğünü geri kazanmak için daha fazla polisajlama gereklidir.

### **2.11.3.3. Lazer Profilometreleri**

Lazer profilometresi yüzeye temas etmediği için mekanik profilometrenin birçok dezavantajını aşabilir. Bu yöntemde yüzeye genellikle 100 µm çapında bir ışık spotu yönlendirilmektedir (127). Dişin sert dokularında lazer profilometresi ile yapılan taramalarda, sonuçlar renk ve şeffaflıktan etkilenebilmektedir (120).

### **2.11.4. Micro-BT**

Klinik bilgisayarlı tomografi (BT) tarayıcıları tipik olarak 1 mm<sup>3</sup> hacimli elemanlardan (vokseller) oluşan görüntüler üretirken, 1980'lerin başında geliştirilen mikro bilgisayarlı tomografi (Micro-BT) sistemleri çok daha iyi uzaysal çözünürlüğe sahiptir ve 5-50 mm<sup>3</sup> aralığında voksel üretirler. Hacim veya µm olarak BT voksellerinden yaklaşık 1.000.000 kat daha küçüktür (128).

Dişler, kemik gibi mineralize dokular ve seramik, polimerler ve biyomateryal iskeleler vb. gibi malzemeler dahil olmak üzere çok çeşitli örnekler doğrudan Mikro-BT kullanılarak incelenebilir (128).

Mikron düzeyinde yapısal analize izin veren mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) sistemleri diş hekimliğinde kök morfolojisinin analizi, kök kanal şekillendirme ve tedavilerinin değerlendirilmesi, mine kalınlığının ölçülmesi ve doku mühendisliğinin değerlendirilmesi gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir (12). Mikro-BT, üç boyutlu analiz sağlayan etkili bir görüntüleme yöntemi olarak ortaya çıkmıştır (13).

Cesur ve ark. (12) metal ve seramik braketlerin çıkarılmasından sonra uygulanan farklı kompozit uzaklaştırma ve polisajlama tekniklerinin mine üzerindeki etkilerini mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT) kullanarak in-vitro olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre bütün artık kompozit uzaklaştırma yöntemleri mine yüzeyine değişen derecelerde zarar vermiştir.

Olejniczak ve ark. (13) çalışmalarında premolar dişlerdeki minenin kalınlığını ve farklı mineralizasyon derecelerinin ölçümü için yüksek çözünürlüğe sahip Mikro-BT görüntülerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Mikro-BT yöntemi mine kalınlığını ölçmek için doğru bir tekniktir, ancak yoğun mineralize dişlerde diş dokularını ayırt etmede daha dikkatli olunmalıdır.

Literatürde konvansiyonel sabit tedavi sonrası farklı debonding yöntemleri uygulanarak mine yüzeyindeki değişimleri Mikro-BT ile inceleyen az sayıda çalışma (12) mevcut olup bilginiz dahilinde şeffaf plak tedavilerinde bitim aşamasında ataşman debonding sonrası mine yüzeyini Mikro-BT yöntemi kullanarak değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır.

### 3. MATERYAL VE METOD

İn-vitro olarak planlanan bu tez çalışması için GO 23/487 numaralı etik kurul onayı Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 11.07.2023 tarihinde 2023/12-37 karar numarası ile alınmıştır (bkz-ek 1). Shah ve ark.'nın (106) 2019 yılında yaptığı çalışmaya dayanarak 0,05 anlamlılık düzeyinde %80 güç ile her bir ana grup için gerekli örneklem sayısı 40 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na başvuruda bulunan premolar çekimli tedavi endikasyonu olan hastalardan ortodontik tedavi amacı ile çekilmiş 88 adet küçük azı dişleri kullanılmıştır. Özellikle bu araştırma için diş çekimi yapılmamış, ortodontik sebep ile çekimi kararlaştırılmış dişler (12 ile 25 yaş arası hastaların dişleri) hastaların da onamı ile araştırmaya dahil edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- 1) Diş yapısı ve bütünlüğünün bozulmamış olması,
- 2) Dişlerde davye izinin bulunmamasıdır.

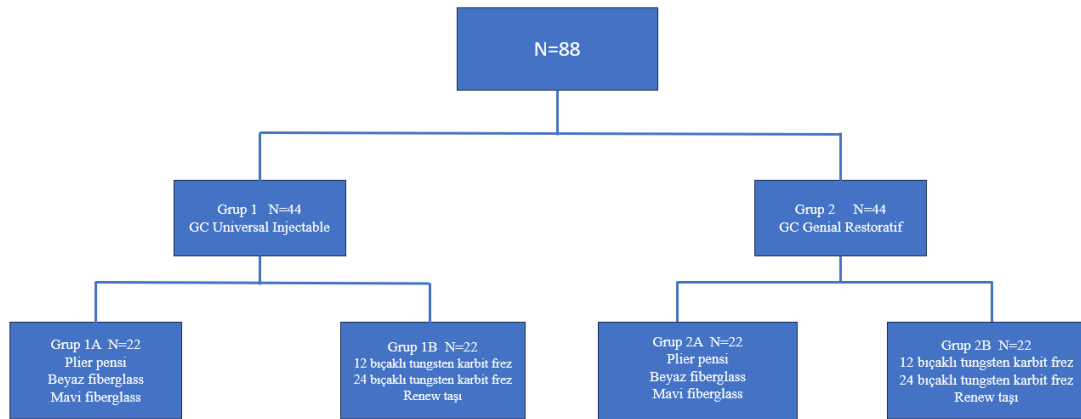
Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri;

- 1) Kök ve kron kısmında çürük olan,
- 2) Çatlak olan,
- 3) Kırık olan,
- 4) Daha önceden kanal tedavisi veya dolgu yapılmış,
- 5) Daha önceden ortodontik braket veya ataşman yapıştırılmış,

6) Hidrojen peroksit veya formalin gibi kimyasal bir ajanın uygulandığı dişler çalışmaya dahil edilmeyecektir.

### 3.1. Örneklerin Hazırlanması ve Gruplandırılması

Dişler %0,1'lik timol solüsyonu içerisinde dahil edilme kriterlerine göre seçilmiştir. Dişlerin üzerindeki debrisler 10 saniye boyunca flor içermeyen pomza ve polisaj lastiği kullanılarak temizlenmiş ve hava spreyi ile kurutulmuştur. Sonrasında dişler rastgele olarak kullanılan kompozit türüne göre her bir grupta 44 adet diş olacak şekilde 2 ana gruba ayrılmıştır (N=44). Daha sonra bu gruplar farklı debonding tekniklerine göre kendi arasında 2 ayrı alt gruba ayrılmıştır. Toplamda 4 grup oluşturulmuştur (N=22). Örneklerin gruplandırılması aşağıdaki gibi yapılmıştır:

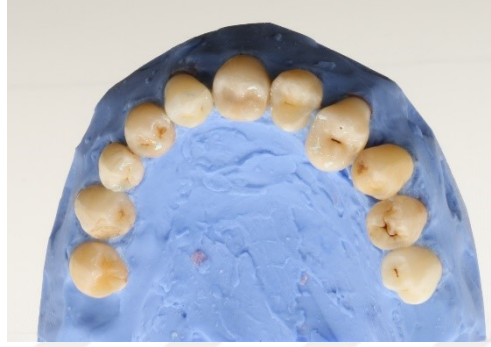


Şekil 3.1. Çalışma grupları

### 3.2. Ataşmanların Diş Yüzeyine Bondingi

Tüm dişler ataşman plakları üretilmeden önce kronları açıkta kalacak ve horizontal düzleme dik olacak biçimde (11 tane premolar diş 'U' şeklinde bir diş arkı oluşturacak şekilde) alçı bloklara gömülmüştür. (Şekil 3.2.) Bu şekilde her bir grupta 2 tane diş arkı olacak şekilde toplamda 8 diş arkı elde edilmiştir. Elde edilen 8 çalışma modeli ataşman plak üretimi için iTero Element® (iTero; Align Technologies, San Jose, Calif) dijital tarayıcı (Şekil 3.3.) ile taranmış ve STL görüntüleri elde edilmiştir. Orthero (Orthero, Istanbul, Turkey) firması tarafından Ortho Planner™ yazılımı üzerinden boyutları 5 mm x 2 mm x1,25 mm olan dikdörtgen vertikal şeklindeki

ataşmanlar her bir premolar dişte olacak şekilde sanal ortamda planlanmış ve uygun ataşman plakları üretilmiştir. Her bir ark modeli için 2 set şablon ataşman plağı üretilmiştir. Üretilen bu şablonlardan birisi ataşmanların diş yüzeylerine yapıştırılmasında kullanılmış, diğeri ise mine yüzeyinde pürüzlülük ölçüm yapılacak alanın standardizasyonu için anahtar plak olarak kullanılmıştır. (Şekil 3.4.)



**Şekil 3.2.** 11 adet üst premolar dişte oluşturulan çalışma modeli

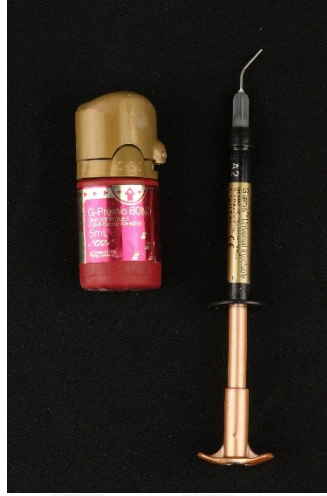


**Şekil 3.3.** Çalışma modellerinin dijital tarayıcı ile STL görüntülerinin oluşturulması



**Şekil 3.4.** Mine yüzeyinde pürüzlülük ölçüm alanlarının belirlendiği ataşman plak parçası

**Grup 1 (GC Universal Injectable):** İlk gruptaki 4 farklı ark modeli üzerindeki dişler (N=44) %37'lik ortofosforik asit (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) ile 30 saniye pürüzlendirildikten sonra su ile yıkanmış ve ardından hava ile kurutulmuştur. Sonrasında G-premio bond (GC Corp, Tokyo, Japan) pürüzlendirilen mine yüzeyine 10 saniye boyunca dairesel hareket ile sürülmüştür, 5 saniye boyunca hava tutulmuştur ve ışık uygulanmıştır. GC Universal Injectable (GC Corp, Tokyo, Japan) kompoziti ataşman plağı içerisindeki ataşman boşluklarına enjekte edilerek yerleşmesi sağlanmıştır. Işık cihazı (VALO Ortho; Ultradent Products, South Jordan, Utah) ataşman plağına 1-2 mm mesafe uzaklıkta tutularak (3sn, 3200mW/cm<sup>2</sup> güç) kompozit polimerizasyonu sağlanmıştır. Bu grupta kullanılan yapıştırma materyalleri Şekil 3.5.'te gösterilmiştir.



**Şekil 3.5.** G-premio bond-GC Universal Injectable

**Grup 2 (GC Genial Restoratif):** İkinci gruptaki 4 farklı ark modeli üzerindeki dişler (N=44) %37'lik ortofosforik asit (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) ile 30 sn pürüzlendirildikten sonra su ile yıkanmış ve ardından hava ile kurutulmuştur. Sonrasında G-premio bond (GC Corp, Tokyo, Japan) pürüzlendirilen mine yüzeyine 10 saniye boyunca dairesel hareket ile sürülmüştür, 5 saniye boyunca hava tutulmuştur ve ışık uygulanmıştır. GC Genial Restoratif (GC Corp, Tokyo, Japan) posterior kompozit ataşman plağı içerisindeki ataşman boşluklarına ağız spatülü yardımıyla yerleştirilmiştir. Işık cihazı (VALO Ortho; Ultradent Products, South Jordan, Utah) ataşman plağına 1-2 mm mesafe uzaklıkta tutularak (3sn, 3200mW/cm<sup>2</sup> güç) kompozit polimerizasyonu sağlanmıştır. Bu grupta kullanılan yapıştırma materyalleri Şekil 3.6.'da gösterilmiştir.



**Şekil 3.6.** G-premio bond-GC Genial Restoratif

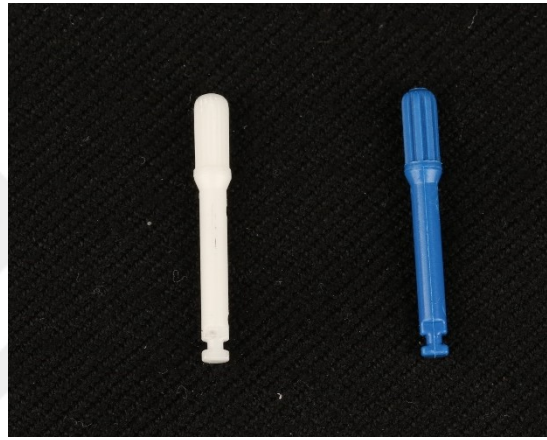
### 3.3. Kompozitlerin Diş Yüzeylerinden Söküm Aşaması

Her bir ana grup (Grup 1 ve Grup 2) kendi içerisinde farklı ataşman söküm tekniklerine göre 2 alt gruba ayrılmıştır.

Grup 1A ve Grup 2A’da arklar üzerindeki dişler için (N=22) “ataşman debonding *plier*” pensi (Şekil 3.7.) kullanılarak ataşmanlar diş yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. “Ataşman debonding *plier*” pensi ile kompozit rezinin uzaklaştırılması sonrası, mor ışık altında ataşman boşluğuna göre kalan kompozit rezin miktarı hesaplanarak modifiye ARI skorlaması yapılmıştır. “0” skoru yapıştırma alanında diş üzerinde rezin kalmadığını, “1” skoru diş üzerinde toplam rezinin yarısından azının kaldığını, “2” skoru diş üzerinde toplam rezinin yarısından fazlasının kaldığını göstermiştir. Daha sonra 20.000 Rpm devirli mikromotor ile “beyaz fiberglass” (Morelli, Brazil) ile diş yüzeylerinde kalan kompozit rezinler uzaklaştırılmıştır. Bu işlemi takiben “mavi fiberglass” (Morelli, Brazil) ile diş yüzeylerinde polisaj işlemi yapılmıştır. “Ataşman debonding *plier*” pensi ile kompozitlerin uzaklaştırılmasından sonra artık kompoziti uzaklaştırma aşamasında “beyaz fiberglass” (Morelli, Brazil) uygulamasında süre dijital kronometre kullanılarak kaydedilmiştir. Daha sonra “mavi fiberglass” (Morelli, Brazil) kullanıldığı polisaj aşamasında da süre kaydı yapılmıştır. Bu gruplarda kullanılan frezler ve polisaj taşı şekil 3.8.’da gösterilmiştir.



**Şekil 3.7.** “Ataşman debonding *plier*” pensi ile ataşmanın diş yüzeyinden uzaklaştırılması



**Şekil 3.8.** Beyaz ve mavi fiberglass frezleri

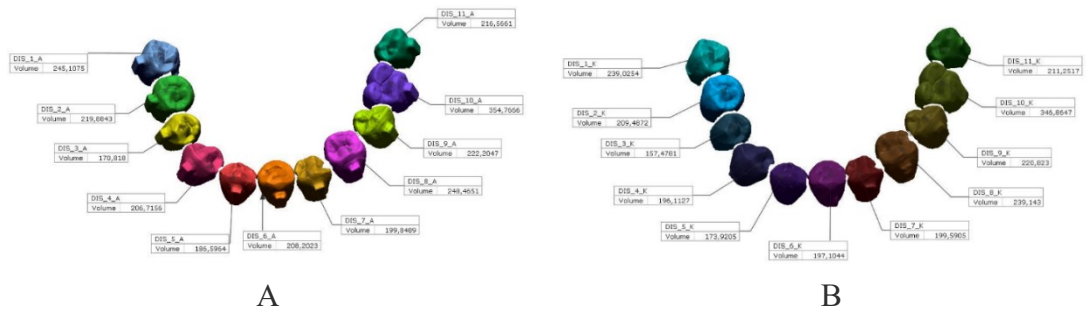
Grup 1B ve Grup 2B’de arklar üzerindeki dişler için (N=22) 20.000 Rpm devirli aeratör ile 12 bıçaklı karbit frez (Frank dental, Germany) kullanılarak kompozit ataşmanların önce fazla kısmı alınmış daha sonra mine yüzeyine yaklaşılnca kalan kompozit 24 bıçaklı karbit frez (Frank dental, Germany) ile temizlenmiştir. Bu işlemi takiben polisaj işlemi için Renew taşı (Renew finishing system; Reliance Orthodontic Products Inc., IL, USA) kullanılmıştır. Kompozit ataşmanları uzaklaştırmak için ilk aşamada kullanılan 12 bıçaklı ve 24 bıçaklı tungsten karbit frez aşamasında süre dijital kronometre kullanılarak kaydedilmiştir. Polisaj için kullanılmış olan Renew taşı (Renew finishing system; Reliance Orthodontic Products Inc., IL, USA) aşamasında da süre kaydı yapılmıştır. Bu gruplarda kullanılan frezler ve polisaj taşı şekil 3.9.’de gösterilmiştir.



Şekil 3.9.12-24 bıçaklı frez- renew polisaj taşı

### 3.4. “Ataşman Debonding Plier” Pensi Uygulanan Gruplarda Kalan Kompozit Hacimlerinin Değerlendirilmesi

Grup 1A ve 2A’da dişler üzerindeki ataşmanların pens ile sökümü sonrasında modifiye ARI skorlaması sonrasında tüm modeller dijital tarayıcı iTero Element® (Align Technology) ile taranarak 3 boyutlu STL görüntüleri oluşturulmuştur. Dijital olarak bu modeller için öncesinde bondingi yapılmış ataşmanların STL görüntüleri ile ataşman sökümünden sonra elde edilen STL görüntüleri kullanılarak diş yüzeyinde kalan artık kompozit ataşmanların hacimleri Geomagic Control X (3DS Systems, Rock Hill South Carolina, USA) yazılımı ile hesaplanmıştır. Ataşmanların çakıştırma işlemi sırasında referans noktaları olarak dişlerin okluzal yüzeyleri alınmış ve ‘best-fit’ çakıştırma metodu uygulanmıştır. (Şekil 3.10.) Her bir diş çakıştırma işleminden sonra segmente edilmiştir. Geomagic Control X (3DS Systems, Rock Hill South Carolina, USA) yazılımı ile ataşmanlı dişler ve ataşmanı uzaklaştırılmış dişlerin ayrı ayrı hacim ölçümü yapılmıştır.



Şekil 3.10. A: Ataşman uygulanmış modelin hacim değerleri B: Ataşmanların debonding pensi ile uzaklaştırılmasından sonra alınan hacim değerleri

### 3.5.3 Boyutlu Optik Profilometre ile Mine Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Çalışmaya dahil edilen bütün dişler üzerinde (N=88) ataşman yapıştırılmadan önce (T0) 3 boyutlu optik profilometre cihazı (Filmetrics Profilm 3D, KLA) ile yüzey pürüzlülük ölçümü yapılmıştır. Analiz aşamaları esnasında mine yüzeyleri, Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan Filmetrics firmasının ürettiği temassız üç boyutlu optik profilometre (Filmetrics Profilm 3D, KLA) ile malzeme ve yüzey laboratuvar uzmanı tarafından değerlendirilmiştir. Cihaz iki boyutlu ve üç boyutlu olarak kalınlık, alan ve çizgi pürüzlülüğünün net bir şekilde ölçülebilmesine imkân sağlayan gelişmiş hassas optik tarama interferometresidir.

Optik profilometre analizleri için Filmetrics a KLA Company (USA) marka Profilm3B model cihaz kullanılmıştır. Belirtilen cihaz ile numunelerin iki boyutlu, üç boyutlu, alan ve çizgi pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Profilm3B optik profilometre ile numunelerin yüzey profillerini ve pürüzlülüğünü ölçmek için temassız bir optik yöntem olan beyaz ışık interferometrisi (WLI) kullanılmıştır. Numuneler 1,0 x 0,85 mm görüş alanına sahip 20X büyütme lensler ile 2X yakınlaştırmada uzamsal örnekleme ile 500x500 µm alanda taratılmıştır. Elde edilen ham data Profilm yazılım vasıtasıyla raporlanmıştır.

Çalışmada değerlendirmeye alınan profil parametreleri şu şekildedir:

**Ra** : Yüzey pürüzlülüğünün aritmetik ortalamasıdır.

**Rq** : Yüzey pürüzlülüğünün ortalama karekök sapmasıdır.

**Rt** : Maksimum tepeden çukura olan uzunluğun mutlak değeridir.

**Rz** : Beş en yüksek tepenin ve en düşük çukurun ortalama mutlak değeridir.

Çalışmada değerlendirmeye alınan alan parametreleri şu şekildedir:

**Sa** : Piklerin yüksekliği ve çukurların derinliklerinin örneklenen alan için aritmetik ortalamasıdır.

**Sq** : Ortalama alana göre yükseklik dağılımını belirtir.

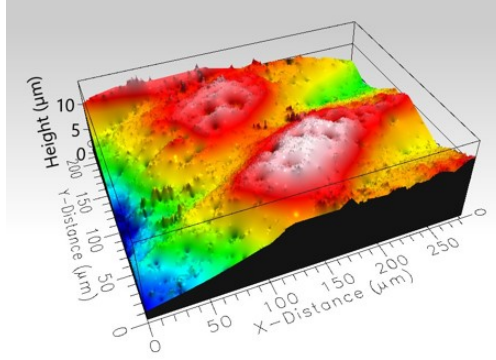
**St** : Alandaki maksimum tepeden çukura olan uzunluktur.

**Sz** : Alandaki en yüksek beş tepe ile en alçak beş çukur arasındaki ortalama farkı temsil eder.

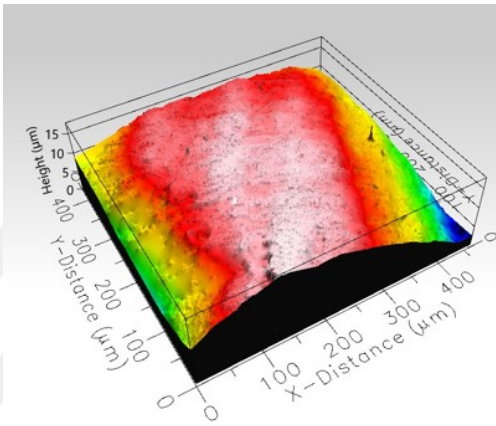
“Ataşman Debonding *Plier*” pensi uygulanan alt gruplarda (Grup 1A ve 2A) (N=44) “beyaz fiberglass” (Morelli, Brazil) uygulama aşamasından sonra, karbit frez uygulanan alt gruplarda (Grup 1B ve 2B) (N=44) 24 bıçaklı karbit frez uygulama aşamasından sonra (T1) tekrar 3 boyutlu optik profilometre (Filmetrics Profilm 3D, KLA) cihazı ile yüzey pürüzlülük ara ölçümleri yapılmıştır. “Ataşman Debonding *Plier*” pensi uygulanan alt gruplarda (Grup 1A ve 2A) (N=44) polisaj aşaması için “mavi fiberglass” (Morelli, Brazil) uygulaması yapıldıktan sonra, karbit frez uygulanan alt gruplarda (Grup 1B ve 2B) (N=44) renew taşı ile polisaj (Renew finishing system; Reliance Orthodontic Products Inc., IL, USA) işlemi uygulandıktan sonra (T2) tekrar 3 boyutlu optik profilometre (Filmetrics Profilm 3B, KLA) cihazı ile yüzey pürüzlülük final ölçümleri yapılmıştır. Sonuç olarak her bir diş için 3 ayrı zamanda (T0, T1 ve T2) yüzey pürüzlülük ölçümü yapılmıştır. Pürüzlülük ölçümleri için kullanılan cihaz şekil 3.11’de gösterilmiştir.



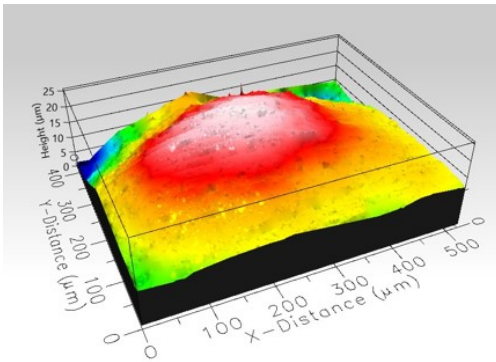
**Şekil 3.11.** 3 boyutlu optik profilometre (Filmetrics Profilm 3D, KLA) cihazı



**Şekil 3.12.** Grup 1A'dan örnek dişin 3 Boyutlu optik profilometre ile alınan başlangıç (T0) mine yüzey pürüzlülük ölçüm görüntüsü



**Şekil 3.13.** Grup 1A'dan örnek dişin 3 Boyutlu optik profilometre ile alınan debonding işlemi sonrası (T1) mine yüzey pürüzlülük ölçüm görüntüsü



**Şekil 3.14.** Grup 1A'dan örnek dişin 3 Boyutlu optik profilometre ile alınan polisaj işlemi sonrası (T2) mine yüzey pürüzlülük ölçüm görüntüsü

### 3.6. Micro-BT ile Mine Yüzeylerinin Değerlendirilmesi

Mikro-BT ile değerlendirme için Grup 2A ve Grup 2B'den 15'er diş seçilmiştir. Seçilen dişlerde ataşman yapıştırılmadan önce (T0) ve polisaj işleminden sonra (T1) olacak şekilde 2 ölçüm yapılmıştır. Dişler 3'erli gruplar halinde marjinal

sırtları aynı hizada olacak şekilde alçı bloklara gömülmüştür. (Şekil 3.15.) Çalışmamızda seçilen dişler üzerinde Mikro-BT uygulaması ile diş yüzeyinden uzaklaştırılan mine dokusunun miktar ve bölgesi değerlendirilmiş ve iki farklı diş yüzeyi temizleme protokollerinin mine yüzey kaybındaki etkileri ortaya çıkartılmıştır.



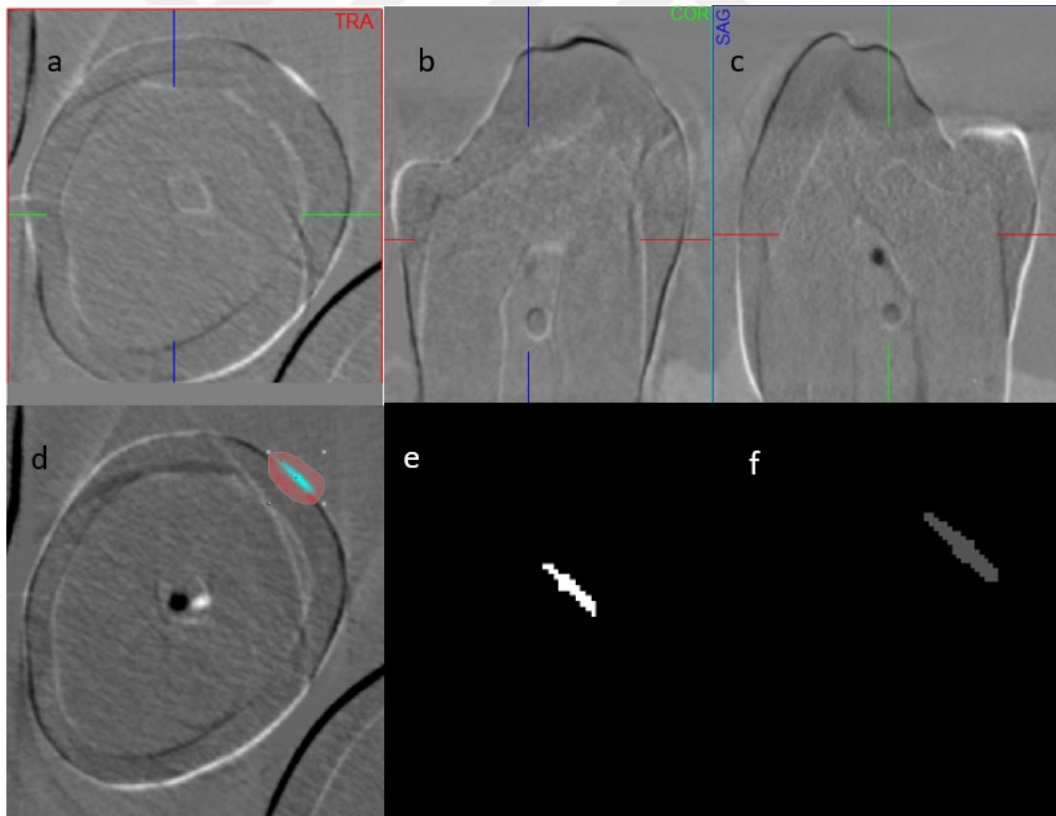
**Şekil 3.15.** 3'erli gömülmüş premolar

Dişler 80 kVp, 125 mA, Al/Cu filtre, 22 µm piksel boyutu ve 0,2 adım rotasyon ayarlarında yüksek çözünürlüklü mikro-BT sistemi (Bruker Skyscan 1275, Kontich, Belçika) kullanılarak taranmıştır. Tarama süresi yaklaşık 1 saat sürmüştür. Halka artefaktlarını en aza indirmek için her taramadan önce dedektörün hava kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir. Her numune 5 dakikalık bir entegrasyon süresi içinde 360° döndürülmüştür. Her diş, aynı tarama parametreleriyle çalışmanın standardizasyonunu sağlamak için braketlerin debonding prosedüründen önce ve sonra iki kez taranmıştır.

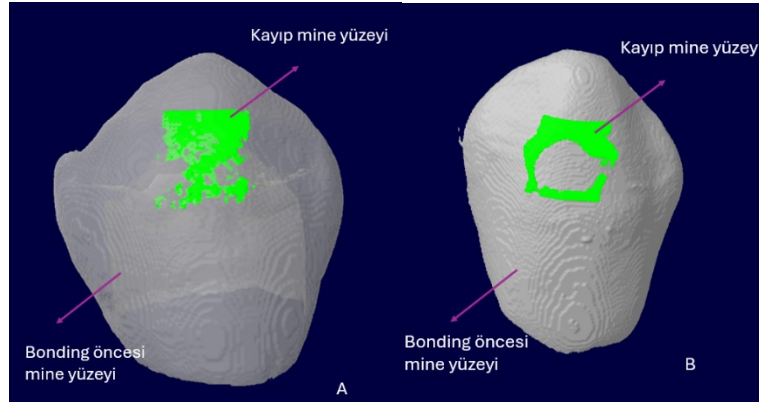
### 3.6.1. Micro-BT Görüntü Analizi

Örneklerin görüntülenmesi ve kantitatif ölçümleri, aksiyal, iki boyutlu (2D), 1000 × 1000 piksel görüntüler sağlayan NRecon (ver. 1.6.10.4, SkyScan, Bruker, Billerica, MA; ABD) ve CT-analiz yazılımı (CTAn, ver. 1.17.7.2, SkyScan, Bruker, Billerica, MA, ABD) programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yeniden yapılandırma parametreleri için halka artefaktı düzeltmesi ve yumuşatma sıfıra sabitlenmiştir. Işın artefakt düzeltmesi %38 olarak ayarlanmıştır. Kontrast limitleri SkyScan'ın talimatlarına göre uygulanmıştır. NRecon yazılımı kullanılarak, tarayıcı tarafından elde edilen görüntüler 2 boyutlu dilimleri gösterecek şekilde yeniden yapılandırılmıştır. Toplamda, tüm hacimden yaklaşık 1200 kesitsel görüntü yeniden yapılandırılmıştır.

Yeniden yapılandırılan görüntülerin ilk olarak DataViewer yazılımı (sürüm 1.5.6.2, SkyScan, Bruker, Billerica, MA, ABD) kullanılarak çakıştırılma işlemi yapılmıştır. T0 ve T1 görüntülerinin çakıştırılması için diş kuspları referans noktaları olarak seçilmiştir. Bir subtraksiyon görüntüsü oluşturmak için hedef görüntüler çakıştırılmıştır. Bu görüntü debonding, temizleme ve polisaj işleminin neden olduğu mine kaybının alanını ve hacmini temsil etmiştir. Daha sonra, 3B volümetrik görselleştirme ve hacim ölçümü için CTAn yazılımı (SkyScan, Bruker, Billerica, MA, ABD) kullanılmıştır. Rekonstrüksiyondan sonra ilgili bölgeler (ROI) CTAn yazılımı kullanılarak çizilmiştir. ROI'ler mine yüzeyinden yaklaşık 150 $\mu$ m derinliğe kadar uzanmaktadır. CTAn 2B/3B (Bruker Micro-CT, Bruker, Billerica, MA SA) ile hesaplanan parametreler demineralizasyon alanı ( $\text{mm}^2$ ), demineralizasyon derinliği (mm) ve kompozit adeziv çıkarıldıktan sonraki demineralizasyon hacmini ( $\text{mm}^3$ ) içermiştir. (Şekil 3.16) (Şekil 3.17)



**Şekil 3.16.** Mikro-BT kullanılarak mine kaybının ölçülmesi: Dişe ataşman yapıştırılmasından önce (T0) ve kompozit rezin çıkarılmasından sonra (T1) çakıştırma sonrası eksenler **a** aksiyal, **b** sagittal, **c** koronal görünümü, **d** Fark görüntüsünün ilgi alanın ROI içerisine alınması, **e** toplam mine demineralizasyon alanı, **f** T0 ve T1 arasındaki farkın segmentasyonu.



**Şekil 3.17.** Bonding öncesi mine yüzeyi (beyaz) ile debonding ve polisaj sonrası mine yüzeyinin çakıştırılma işleminde oluşan kayıp mine yüzeyini (yeşil) gösteren alt grupların örnek fotoğrafları. **A** Grup 2A (plier pensi sonrası fiberglass uygulaması), **B** Grup 2B (12 ve 24 bıçaklı tungsten karbit frez sonrası renew taşı)

Ayrıca, CTAn yazılımı, veri setlerinin Hounsfield birimleri (HU) ve mineral yoğunluğu (MD) ölçeklerine entegre bir şekilde kalibre edilmesini sağlamıştır. Bu amaçla, kalibrasyon ölçümleri için 0,25 ve 0,75 g/cm<sup>3</sup> kalsiyum hidroksiapatit (CaHA) mineral konsantrasyonlarına sahip iki farklı konik MD (fantom) çubuğu kullanılmıştır.

Numune ve MD fantom çubukları kalibrasyon taraması için aynı tüplere yerleştirilmiştir. Bu da yoğunluk değerinin her bir tarama için bağımsız olarak kalibre edilmesini sağlamıştır. Taramadan sonra gri tonlama değerleri, iki fantom çubuktan elde edilen gri tonlama değerlerine dayanan doğrusal bir kalibrasyon eğrisi ile mineral yoğunluğu değerlerine dönüştürülmüştür. Mineyi diğer yapılardan ayırmak için uygun bir eşik gereklidir. Bu nedenle, CTAn yazılımı kullanılarak global bir eşikleme uygulanmıştır; tüm prosedür aynı yazılım kullanılarak yarı otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Dentin mineral yoğunluğunu 3B hacimlerde analiz etmek için orijinal gri tonlamalı görüntüler gürültü azaltma amacıyla Gauss alçak geçiren filtre ile işlenmiş ve otomatik segmentasyon eşiği kullanılmıştır. Sadece siyah/beyaz piksellerden oluşan bir görüntü elde etmek için gri seviye aralığının işlendiği bir eşikleme (binarizasyon) işlemi uygulanmıştır. Her bir kesit için, mineral yoğunluğunu analiz etmek üzere bütünüyle tek bir nesneyi içeren bir ROI seçilmiştir. Her numune için nihai mineral yoğunluğu (g/cm<sup>3</sup>) hesaplanmıştır.

Yeniden yapılandırılan görüntüler ayrıca görselleştirme için SkyScan CTVOX'ta (ver. 3.3.0, SkyScan, Bruker, Billerica, MA, ABD) işlenmiştir. Tüm rekonstrüksiyonlar, 75 Hz'de  $2048 \times 2560$  çözünürlüğe ve 0,17 mm nokta aralığına sahip, 11,9 bit ile çalışan 0,3 inç düz panel renkli aktif matris TFT medikal ekran (NEC MultiSync MD215MG, Münih, Almanya) ile yapılmıştır.

### 3.7. İstatiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 23V programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sayısal değişkenler sayı, yüzde, ortalama, standart sapma, ortanca, en küçük değer, en büyük değer ile özetlenmiştir. İstatistiksel analizin ilk adımı olarak sayısal değişkenlerin dağılımının normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk normallik testi ile değerlendirilmiştir.

ARI skorlarının istatistiksel analizinde, iki kategorik değişken arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı Pearson Ki-kare testi ile incelenmiştir.

Geomagic Control X ile yapılan ataşman hacim kayıplarının ve Mikro-BT ölçümlerinin iki bağımsız grup arasında sayısal bir değişken bakımından fark olup olmadığına parametrik test varsayımlarının sağlanması durumunda iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (Bağımsız Örneklem T testi), sağlanmaması durumunda Mann-Whitney U testi ile bakılmıştır. Mikro-BT ölçümleri için grup içinde iki bağımlı değişken (zaman) arasında fark olup olmadığı, parametrik test varsayımları sağlandığı için parametrik testlerden iki eş arasındaki farkın anlamlılık testi (Eşleştirilmiş Örneklem T testi) ile değerlendirilmiştir.

Debonding süresi ölçümlerinin ikiden fazla bağımsız grup arasında sayısal değişken bakımından karşılaştırılmasında parametrik test varsayımları sağlanmadığı için parametrik olmayan yöntemlerden Kruskal Wallis testi kullanılmıştır.

Pürüzlülük ölçümlerinde grup içinde iki bağımlı değişken (zaman) arasında fark olup olmadığı, parametrik test varsayımları sağlandığı durumlarda parametrik

testlerden iki eş arasındaki farkın anlamlılık testi (Eşleştirilmiş Örneklem T testi) ile, sağlanmadığı durumlarda Wilcoxon testi ile değerlendirilmiştir. İlgilenilen iki faktörün (Faktör 1: Grup 1 veya 2 olması; Faktör 2: Grup A veya B olması) zamanlar arasındaki değişimler üzerindeki etkileri iki yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) sonucunda elde edilen Bonferroni ikişerli karşılaştırma testi sonuçları ile değerlendirilmiştir.

Pürüzlülük ölçümlerinde grup içindeki değişimler için istatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,017$  olarak alınırken, diğer tüm analizlerde bu düzey  $p < 0,05$  olarak alınmıştır.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Ataşman Debonding ve Polisaj Sürelerinin Değerlendirilmesi

Tüm gruplar için ataşman debonding ve polisaj sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Debonding ve polisaj işlemlerinde harcanan süre toplam süre olarak kaydedilmiştir. Grup 1A (akışkan kompozit, beyaz fibreglass, mavi fibreglass) için geçen toplam sürenin ortanca değeri 26,43 (17,17-53,18) saniye olarak bulunmuştur. Grup 1B (akışkan kompozit, 12 ve 24 bıçaklı karbit frez, renew taşı) için geçen sürenin ortanca değeri 27,84 (22,51-43,34) saniye olarak belirlenmiştir. Grup 2A (katı kompozit, beyaz fibreglass, mavi fibreglass) için geçen toplam sürenin ortanca değeri 25,57 (16,77-51,47) saniye olarak bulunmuştur. Grup 2B (katı kompozit, 12 ve 24 bıçaklı karbit frez, renew taşı) için geçen sürenin ortanca değeri 27,41 (22,86-39,84) saniye olarak belirlenmiştir. (Tablo 4.1)

4 farklı grup karşılaştırıldığında debonding ve polisaj aşamasında harcanan toplam klinik uygulama sürelerinin ölçüm ortancaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir. ( $p=0,696$ ) (Tablo 4.1)

**Tablo 4.1.** Her bir grup için ataşman toplam debonding ve polisaj sürelerinin (saniye) karşılaştırılması

Grup	N	Min. (sn)	Maks. (sn)	Ortanca (sn)	Ortalama (sn)	SS (sn)	P
1A	22	17,17	53,18	26,43	30,73	11,40	0,696
1B	22	22,51	43,34	27,84	29,42	6,30	
2A	22	16,77	51,47	25,57	28,53	10,62	
2B	22	22,86	39,84	27,41	28,27	4,10	

\* $p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

\*Süre değerlendirmesinde ikiden fazla bağımsız grup arasında sayısal değişken bakımından karşılaştırmalar parametrik test varsayımlarının sağlanmadığı için parametrik olmayan yöntemlerden Kruskal Wallis testi ile yapılmıştır.

\*Min.=Minimum; Maks=Maksimum; SS=Standart Sapma

### 4.2. “Ataşman Debonding Plier” Pensi Uygulanan Gruplarda Kalan Kompozit Hacimlerinin Değerlendirilmesi

Farklı viskoziteye sahip kompozit rezin (1A=GC Universal Injectable, 2A=GC Genial Restoratif) ile oluşturulan ataşmanların *plier* pensi ile çıkarılması sonrası nitel olarak belirlenen ARI skorları sayı ve yüzde olarak Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Grup

1A’da ARI skorlarının yüzdesel dağılımı “0” için %36,4 (N=8), “1” için %36,4 (N=8) ve “2” için %27,3 (N=6) olarak bulunmuştur. Grup 2A’da ARI skorlarının yüzdesel dağılımı “0” için %31,8 (N=7), “1” için %50 (N=11) ve “2” için %18,2 (N=4) olarak bulunmuştur. Analizler sonucunda ARI skorları ile kompozit rezin grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde edilmemiştir ( $p=0,625$ ).

**Tablo 4.2.** Akışkan ve katı kompozit rezin ile oluşturulan ataşmanların *plier* pensi ile çıkarılması sonrası ARI skorları arasındaki ilişkiler

Kompozit Resin Grupları	N	ARI SKORU			p
		ARI 0 N (%)	ARI 1 N (%)	ARI 2 N (%)	
1A (GC Universal Injectable)	22	8 %36,4	8 %36,4	6 %27,3	0,625
2A (GC Genial Restoratif)	22	7 %31,8	11 %50	4 %18,2	

\* $p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

\*İki farklı kompozit ile oluşturulmuş ataşmanların *plier* pensi ile sökülmesinin ardından yapılan ARI skorlamasının karşılaştırılmasında iki kategorik değişken arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı Pearson Ki-kare testi ile incelenmiştir.

Farklı viskoziteye sahip kompozit rezin (1A=GC Universal Injectable, 2A=GC Genial Restoratif) ile oluşturulan ataşmanların “ataşman debonding *plier*” pensi ile çıkarılması sonrası diş yüzeyinde kalan ataşmanların hacim değişikliği nicel olarak Geomagic Control X yazılımı ile hesaplanmıştır. Debonding pensi ile ataşman çıkarılması sonrası ataşman hacim değişimine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.3’te gösterilmiştir. Grup 1A’da ataşman hacim değişiminin ortanca değeri 7,72 (0,49-9,83)  $\text{mm}^3$  iken, Grup 2A’da ortanca değeri 7,40 (0,26-10)  $\text{mm}^3$  olarak saptanmıştır. Analizler sonucunda kompozit rezin grupları arasında koparılan ataşman hacimleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmemiştir. ( $p=0,851$ ).

**Tablo 4.3.** Ataşmanların debonding *plier* pensi ile çıkarılması sonrası ataşman hacim değişiminin karşılaştırılması

Kompozit Resin Grupları	N	Min. ( $\text{mm}^3$ )	Maks. ( $\text{mm}^3$ )	Ortanca ( $\text{mm}^3$ )	Ortalama ( $\text{mm}^3$ )	SS ( $\text{mm}^3$ )	P
1A (GC Universal Injectable)	22	0,49	9,83	7,72	6,88	2,58	0,851
2A (GC Genial Restoratif)	22	0,26	10	7,40	6,99	2,48	

\* $p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

\*İki farklı kompozit rezin ile oluşturulmuş ataşmanların *plier* pensi ile sökülmesinden sonra oluşan hacim değişiklik ölçümünün karşılaştırılmasına Mann-Whitney U testi ile bakılmıştır.

\*Min.=Minimum; Maks=Maksimum; SS=Standart Sapma

### 4.3. Mikro-BT ile Mine Yüzeyindeki Topografik Değişimlerin Değerlendirilmesi

İki farklı debonding yönteminin uygulandığı katı kompozit rezin grubunda (Grup 2) mine yüzeyinde Mikro-BT ile elde edilen topografik değişimlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4.4.'te gösterilmiştir.

Grup 2A'da demineralizasyon hacim değişimi ortancası 0,49 (0,24-0,59) mm<sup>3</sup> olup, Grup 2B'de gözlenen demineralizasyon hacim ölçüm ortancasına (0,30 (0,08-0,57) mm<sup>3</sup>) göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde fazla değer göstermiştir (p=0,006). Grup 2A'da demineralizasyon alan değişimi ortancası 0,52 (0,21-0,73) mm<sup>2</sup> olup, Grup 2B'de gözlenen demineralizasyon alan ölçüm ortancasına (0,19 (0,07-0,86) mm<sup>2</sup>) göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur (p=0,005). Demineralizasyon derinlik değişimi ortancası Grup 2A'da 0,39 (0,23-0,58) mm ve Grup 2B'de 0,29 (0,15-0,59) mm olup, gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05).

**Tablo 4.4.** Mikro-BT ile elde edilen mine yüzeyi topografik değişimlerin (Hacim, Alan ve Derinlik) katı kompozit rezin grubunda farklı debonding yöntemleri arasında karşılaştırılması

Mikro-BT ölçüm parametreleri	Grup	N	Ortalama±SS	Min.	Maks.	Ortanca	p
Demineralizasyon Hacmi (T1-T0) (mm <sup>3</sup> )	Grup 2A	15	0,47 ± 0,11	0,24	0,59	0,49	<b>0,006*</b>
	Grup 2B	15	0,32 ± 0,16	0,08	0,57	0,30	
Demineralizasyon Alanı (T1-T0) (mm <sup>2</sup> )	Grup 2A	15	0,55 ± 0,14	0,21	0,73	0,52	<b>0,005*</b>
	Grup 2B	15	0,30 ± 0,26	0,07	0,86	0,19	
Demineralizasyon Derinliği (T1-T0) (mm)	Grup 2A	15	0,40 ± 0,12	0,23	0,58	0,39	0,056
	Grup 2B	15	0,30 ± 0,14	0,15	0,59	0,29	

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

\*İki bağımsız grup arasında sayısal bir değişken bakımından fark olup olmadığına parametrik test varsayımlarının sağlanmaması durumunda Mann-Whitney U testi ile bakılmıştır.

\*Min.=Minimum; Maks.=Maksimum; SS=Standart Sapma

Mine yüzeyindeki mineral densisite değişimi bakımından grupların kendi içerisinde değerlendirilmesi Tablo 4.5'te sunulmuştur. Grup 2A'da T0 zamanından (2,61±0,09 gr/cm<sup>3</sup>) T1 zamanına (2,56±0,09 gr/cm<sup>3</sup>) olan mineral densisite değişimi -

0,05±0,03 gr/cm<sup>3</sup> olup istatistiksel olarak anlamlı bir değişim saptanmıştır (p<0,001). Grup 2B’de T0 zamanından (2,62±0,07 gr/cm<sup>3</sup>) T1 zamanına (2,55±0,07 gr/cm<sup>3</sup>) olan mineral densisite değişimi -0,07±0,04 gr/cm<sup>3</sup> olup istatistiksel olarak anlamlı bir değişim saptanmıştır (p<0,001). Katı kompozit rezinin (GC Genial Restoratif) kullanıldığı Grup 2A ve Grup 2B için debonding ve polisaj işleminden sonra istatistiksel olarak anlamlı mineral densisite kaybı oluşmuştur.

Gruplar arası karşılaştırmada iki grup arasında mineral densisite değişimi (T1-T0) bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p=0,107).

**Tablo 4.5.** Mikro-BT ile elde edilen mine yüzeyi densitesinin (gr/cm<sup>3</sup>) katı kompozit resin grubunda farklı debonding yöntemleri arasında (2A-2B) karşılaştırılması ve grup içinde değerlendirilmesi

Grup	N	Ölçüm Zamanı	Ortalama± SS (gr/cm <sup>3</sup> )	Min. (gr/cm <sup>3</sup> )	Maks. (gr/cm <sup>3</sup> )	Ortanca (gr/cm <sup>3</sup> )	p <sup>b</sup> - (T1-T0) Gruplar arası
Grup 2A	15	T0	2,61±0,09	2,47	2,78	2,62	0,107
		T1	2,56±0,09	2,41	2,74	2,56	
		T1-T0	-0,05±0,03	-0,13	-0,01	-0,05	
		<b>Grup içi p<sup>a</sup>-(T1-T0)</b>					
<b>&lt;0,001*</b>							
Grup 2B	15	T0	2,62±0,07	2,49	2,75	2,63	
		T1	2,55±0,07	2,41	2,68	2,56	
		T1-T0	-0,07±0,04	-0,14	-0,01	-0,08	
		<b>Grup içi p<sup>a</sup>-(T1-T0)</b>					
<b>&lt;0,001*</b>							

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

\*p<sup>a</sup>: Grup içinde iki bağımlı değişken (zaman) arasında fark olup olmadığı, parametrik test varsayımları sağlandığı için parametrik testlerden iki eş arasındaki farkın anlamlılık testi (Eşleştirilmiş Örneklem T testi) ile değerlendirilmiştir.

\*p<sup>b</sup>: İki bağımsız grup arasında sayısal bir değişken bakımından fark olup olmadığına parametrik test varsayımlarının sağlanması durumunda iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (Bağımsız Örneklem T testi) bakılmıştır.

\*Min.=Minimum; Maks.=Maksimum, SS=Standart Sapma

#### 4.4.3 Boyutlu Optik Profilometre ile Mine Yüzeyinin Pürüzlülük Değişimlerinin Değerlendirilmesi

Debonding öncesi (T0), kalıntı kompozit resin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasındaki (T2) mine yüzey pürüzlülük parametrelerine ait ortalama, standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum değerleri mikrometre (µm) cinsinden Tablo 4.6 ve 4.7’de sunulmuştur.

#### 4.4.1. Mine Yüzey Pürüzlülüğünün Zamana Bağlı Değişiminin Gruplar İçerisinde Değerlendirilmesi

Akışkan kompozit rezin ve “ataşman debonding *plier*” sonrası fiber destekli kompozit frez uygulaması yapılan Grup 1A’da Ra, Sq, St ve Sz parametrelerinde 3 farklı zaman dönemleri arasındaki (T1-T0, T2-T1, T2-T0) pürüzlülük ölçüm değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,017$ ). Sq, St ve Sz parametreleri için T1 zamanındaki pürüzlülük değeri başlangıç (T0) pürüzlülük değerine göre artmış, T2 zamanındaki pürüzlülük değeri T1 zamanındaki pürüzlülük değerine göre azalmış ve T2 zamanındaki pürüzlülük değeri T0 zamanındaki pürüzlülük değerine göre artış göstermiştir. Ra parametresi için T1 zamanındaki pürüzlülük değeri başlangıç (T0) pürüzlülük değerine göre artmış, T2 zamanında pürüzlülük değeri T1 pürüzlülük değerine göre azalmış ve T2 zamanındaki pürüzlülük değeri T0 zamanındaki pürüzlülük değerine göre azalmıştır. Rq parametresi için T2-T1 zamanları arasındaki pürüzlülük değişim farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve T2 zamanındaki pürüzlülük değeri T1 zamanındaki pürüzlülük değerine göre azalmıştır ( $p<0,017$ ). Sa parametresi için T1-T0 ve T2-T0 zamanları arasındaki pürüzlülük değişim farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve T1 ve T2 zamanlarındaki pürüzlülük değerleri başlangıç pürüzlülük değerine göre artmıştır ( $p<0,017$ ) (Tablo 4.6 ve Tablo 4.7)

Akışkan kompozit rezin ve karbit frez-renew taşı uygulaması yapılan Grup 1B’de Sq, St ve Sz parametrelerinde 3 farklı zaman dönemleri arasındaki (T1-T0, T2-T1, T2-T0) pürüzlülük ölçüm değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,017$ ). Bu parametreler için T1 zamanındaki pürüzlülük değeri başlangıç (T0) pürüzlülük değerine göre artış, T2 zamanındaki pürüzlülük değeri T1 zamanındaki pürüzlülük değerine göre azalma ve T2 zamanındaki pürüzlülük değeri T0 zamanındaki pürüzlülük değerine göre artış göstermiştir. Ra ve Rq parametreleri için T1-T0 ve T2-T1 zamanları arasındaki pürüzlülük değişim farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,017$ ). T1 zamanındaki pürüzlülük değerinde başlangıç pürüzlülük değerine göre artış ve T2 zamanındaki pürüzlülük değerinde T1 zamanındaki pürüzlülük değerine göre azalma bulunmuştur. Sa parametresi için T1-T0 ve T2-T0 zamanları arasındaki pürüzlülük değişim farkı istatistiksel olarak anlamlı

bulunmuş ( $p<0,017$ ) ve T1 ve T2 zamanlarındaki pürüzlülük değerleri T0 zamanına göre artış göstermiştir. Rt pürüzlülük değeri T1 zamanında T0 zamanına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir ( $p<0,017$ ) (Tablo 4.6 ve 4.7)

Katı kompozit rezin ve “ataşman debonding *plier*” sonrası fiber destekli kompozit frez uygulaması yapılan Grup 2A’da Ra, Rq, Rt, Rz, Sa, Sq ve St parametrelerinde 2 farklı zaman dönemi arasındaki pürüzlülük ölçüm değişimleri (T1-T0 ve T2-T1) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,017$ ). Bütün bu parametreler için T0’dan T1 dönemine pürüzlülük değeri artış gösterirken, T1’den T2’ye azalma göstermiştir. Sz parametresi için T1 zamanındaki pürüzlülük değerinde başlangıç pürüzlülük değerine göre artış, T2 zamanındaki pürüzlülük değerinde T1 zamanındaki pürüzlülük değerine göre azalma ve T2 zamanındaki pürüzlülük değerinde başlangıç pürüzlülük değerine göre artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,017$ ). (Tablo 4.6 ve Tablo 4.7)

Katı kompozit rezin ve karbit frez-renew taşı uygulaması yapılan Grup 2B’de Ra, Rq, Rt, Rz, Sq, St ve Sz parametrelerinde 2 farklı zaman dönemi arasındaki pürüzlülük ölçüm değişimleri (T1-T0 ve T2-T1) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,017$ ). Bütün bu parametreler için T0’dan T1 dönemine pürüzlülük değeri artış gösterirken, T1’den T2’ye azalma göstermiştir. Sa parametresi için T1 zamanındaki pürüzlülük değerinde başlangıç pürüzlülük değerine göre artış, T2 zamanındaki pürüzlülük değerinde T1 zamanındaki pürüzlülük değerine göre azalma ve T2 zamanındaki pürüzlülük değerinde başlangıç pürüzlülük değerine göre artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,017$ ). (Tablo 4.6 ve Tablo 4.7)

**Tablo 4.6.** Mine yüzey pürüzlülüğünün zamana bağlı değişiminin gruplar içerisinde değerlendirilmesi

Değişkenler	Zaman	Grup 1A		Grup 1B		Grup 2A		Grup 2B	
		Ortalama±SS Ortanca (Min.-Maks.)	p- Grup içi	Ortalama±SS Ortanca (Min.-Maks.)	p- Grup içi	Ortalama±SS Ortanca (Min.-Maks.)	p- Grup içi	Ortalama±SS Ortanca (Min.-Maks.)	p- Grup içi
Ra (µm)	T0	0,20±0,12 0,15 (0,07-0,50)		0,15±0,07 0,13 (0,07-0,31)		0,16±0,07 0,13 (0,05-0,31)		0,14±0,06 0,14 (0,05-0,34)	
	T1	0,23±0,10 0,21 (0,09-0,48)		0,25±0,09 0,24 (0,13-0,46)		0,23±0,07 0,22 (0,12-0,37)		0,27±0,13 0,23 (0,1-0,56)	
	T2	0,12±0,04 0,11 (0,06-0,24)		0,17±0,05 0,16 (0,08-0,26)		0,15±0,04 0,14 (0,1-0,25)		0,14±0,06 0,12 (0,05-0,29)	
	T1-T0	0,04±0,05 0,03 (-0,04-0,14)	<b>0,003<sup>a*</sup></b>	0,1±0,09 0,11 (-0,1-0,25)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	0,07±0,06 0,05 (-0,01-0,18)	<b>≤0,001<sup>b*</sup></b>	0,13±0,1 0,10 (0,02-0,38)	<b>≤0,001<sup>b*</sup></b>
	T2-T1	-0,11±0,1 -0,1 (-0,37-0,01)	<b>≤0,001<sup>b*</sup></b>	-0,09±0,07 -0,07 (-0,25-0,0)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	-0,08±0,07 -0,08 (-0,22-0,04)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	-0,13±0,11 -0,11 (-0,41-0,04)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>
	T2-T0	-0,07±0,12 -0,04(-0,39-0,12)	<b>0,010<sup>a*</sup></b>	0,01±0,06 0,00 (-0,16-0,12)	0,286 <sup>a</sup>	-0,01±0,07 0,00 (-0,19-0,17)	0,477 <sup>a</sup>	0,00±0,07 0,01 (-0,17-0,15)	0,897 <sup>a</sup>
Rq (µm)	T0	0,26±0,16 0,20 (0,10-0,66)		0,21±0,09 0,18 (0,1-0,4)		0,21±0,1 0,18 (0,07-0,42)		0,18±0,08 0,19 (0,07-0,4)	
	T1	0,29±0,14 0,27 (0,12-0,67)		0,31±0,09 0,29 (0,17-0,52)		0,29±0,08 0,29 (0,16-0,49)		0,28±0,08 0,27 (0,19-0,48)	
	T2	0,22±0,12 0,20 (0,08-0,52)		0,20±0,07 0,19 (0,09-0,45)		0,20±0,05 0,19 (0,12-0,33)		0,19±0,08 0,19 (0,07-0,34)	
	T1-T0	0,03±0,12 0,08 (-0,23-0,2)	0,209 <sup>a</sup>	0,1±0,09 0,09 (-0,02-0,31)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	0,07±0,09 0,04 (-0,08-0,23)	<b>0,001<sup>a*</sup></b>	0,10±0,09 0,09 (-0,07-0,3)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>
	T2-T1	-0,07±0,13 -0,08 (-0,46-0,13)	<b>0,012<sup>a*</sup></b>	-0,11±0,1 -0,1 (-0,34-0,13)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	-0,09±0,1 -0,08 (-0,27-0,07)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	-0,09±0,08 -0,09(-0,25-0,05)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>
	T2-T0	-0,04±0,13 -0,03 (-0,35-0,18)	0,159 <sup>a</sup>	-0,01±0,11 -0,02 (-0,22-0,34)	0,810 <sup>a</sup>	-0,01±0,1 0,00 (-0,25-0,21)	0,509 <sup>a</sup>	0,01±0,1 0,02 (-0,31-0,15)	0,236 <sup>b</sup>

**Tablo 4.6. (Devam) Mine yüzey pürüzlülüğünün zamana bağlı değişiminin gruplar içerisinde değerlendirilmesi**

Rt ( $\mu\text{m}$ )	T0	1,52±0,90 1,15 (0,68-4,16)		1,31±0,62 1,14 (0,58-2,79)		1,36±0,61 1,07 (0,52-2,49)		1,11±0,41 1,06 (0,52-2,09)	
	T1	1,64±0,66 1,48 (0,72-3,17)		1,80±0,93 1,59 (0,68-5,33)		1,77±0,65 1,71 (0,88-3,18)		1,81±0,71 1,86 (0,54-3,96)	
	T2	1,20±0,65 1,00 (0,71-3,52)		1,34±0,46 1,33 (0,71-2,60)		1,23±0,38 1,14 (0,67-1,9)		1,04±0,43 0,97 (0,46-2)	
	T1-T0	0,13±1,15 0,15 (-2,57-2,26)	0,609 <sup>a</sup>	0,48±0,83 0,54 (-1,07-2,74)	<b>0,013<sup>a*</sup></b>	0,41±0,65 0,46 (-0,83-1,69)	<b>0,008<sup>a*</sup></b>	0,70±0,57 0,77 (-0,34-2,16)	<b>&lt;0,001<sup>a*</sup></b>
	T2-T1	-0,44±0,82 -0,34 (-2,24-1,31)	0,020 <sup>a</sup>	-0,46±1,07 -0,5 (-4,15-1,27)	0,033 <sup>b</sup>	-0,54±0,76 -0,41 (-2,13-1,01)	<b>0,003<sup>a*</sup></b>	-0,77±0,82 -0,75(-3,37-0,48)	<b>&lt;0,001<sup>b*</sup></b>
	T2-T0	-0,31±1,01 -0,24 (-3,22-1,72)	0,161 <sup>a</sup>	0,02±0,72 -0,08 (-1,45-1,79)	0,873 <sup>a</sup>	-0,13±0,68 -0,16 (-1,39-1,15)	0,390 <sup>a</sup>	-0,07±0,53 0,05 (-1,21-0,68)	0,546 <sup>a</sup>
Rz ( $\mu\text{m}$ )	T0	1,17±0,64 0,94 (0,60-3,14)		0,90±0,38 0,76 (0,39-1,7)		0,84±0,34 0,74 (0,36-1,55)		0,68±0,25 0,68 (0,32-1,41)	
	T1	1,20±0,70 1,05 (0,49-3,96)		1,09±0,36 0,98 (0,48-1,91)		1,06±0,33 1,05 (0,62-1,78)		1,08±0,41 0,90 (0,47-1,86)	
	T2	1,12±0,83 0,81 (0,39-3,67)		0,97±0,36 0,93 (0,49-1,8)		0,80±0,21 0,76 (0,51-1,24)		0,64±0,22 0,61(0,32-1,08)	
	T1-T0	0,03±0,58 0,28 (-1,3-0,82)	0,485 <sup>b</sup>	0,19±0,41 0,15 (-0,82-0,97)	0,041 <sup>a</sup>	0,22±0,35 0,27 (-0,56-0,77)	<b>0,008<sup>a*</sup></b>	0,40±0,39 0,40 (-0,2-1,29)	<b>&lt;0,001<sup>a*</sup></b>
	T2-T1	-0,08±0,71 -0,29 (-1,37-1,75)	0,586 <sup>a</sup>	-0,12±0,38 -0,12 (-0,73-0,57)	0,152 <sup>a</sup>	-0,25±0,39 -0,19 (-0,99-0,55)	<b>0,006<sup>a*</sup></b>	-0,44±0,45 -0,32(-1,45-0,16)	<b>&lt;0,001<sup>a*</sup></b>
	T2-T0	-0,05±0,58 -0,07 (-0,93-1,79)	0,390 <sup>b</sup>	0,07±0,41 0,10 (-0,89-1,21)	0,442 <sup>a</sup>	-0,03±0,4 -0,02 (-0,88-0,72)	0,706 <sup>a</sup>	-0,04±0,34 0,00 (-1,01-0,47)	0,588 <sup>a</sup>

\*p<0,017 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir

\*p<sup>a</sup>: Grup içinde iki bağımlı değişken (zaman) arasında fark olup olmadığı, parametrik test varsayımları sağlandığı durumlarda parametrik testlerden iki eş arasındaki farkın anlamlılık testi (Eşleştirilmiş Örneklem T testi) ile değerlendirilmiştir

\*p<sup>b</sup>: Grup içinde iki bağımlı değişken (zaman) arasında fark olup olmadığı, parametrik test varsayımları sağlanmadığı durumlarda Wilcoxon testi ile değerlendirilmiştir.

\*Min.=Minimum; Maks.=Maksimum, SS=Standart Sapma

**Tablo 4.7.** Mine yüzey pürüzlülüğünün zamana bağlı değişiminin gruplar içerisinde değerlendirilmesi

Değişkenler	Zaman	Grup 1A		Grup 1B		Grup 2A		Grup 2B	
		Ortalama±SS Ortanca (Min.-Maks.)	p- Grup İçi	Ortalama±SS Ortanca (Min.-Maks.)	p- Grup İçi	Ortalama±SS Ortanca (Min.-Maks.)	p- Grup İçi	Ortalama±SS Ortanca (Min.-Maks.)	p- Grup İçi
Sa (µm)	T0	1,49±0,72 1,42 (0,65-3,64)		1,95±0,54 1,99 (1,05-2,92)		2,61±0,77 2,71 (1,01-3,92)		2,70±0,8 2,67 (1,32-4,38)	
	T1	2,29±0,61 2,20 (1,27-3,61)		3,39±0,65 3,33 (2,37-4,74)		3,89±0,99 3,90 (2,11-5,73)		4,70±1,28 4,71 (1,21-7,52)	
	T2	2,25±0,76 2,20 (1,18-3,68)		3,21±0,75 3,28 (1,47-4,99)		3,18±0,78 3,16 (1,51-4,87)		3,52±0,82 3,57 (2,02-5)	
	T1-T0	0,79±0,48 0,82 (-0,26-1,63)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	1,45±0,69 1,47 (0,27-3,32)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	1,28±1,09 1,39 (-0,68-2,78)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	2,01±1,01 2,08 (-0,16-3,92)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>
	T2-T1	-0,04±0,66 -0,23 (-0,91-1,20)	0,548 <sup>b</sup>	-0,18±0,89 -0,23 (-1,45-1,97)	0,357 <sup>a</sup>	-0,71±1,15 -0,50 (-3,81-0,91)	<b>0,008<sup>a*</sup></b>	-1,18±1,21 -1,09 (-3,82-1,52)	<b>0,001<sup>b*</sup></b>
	T2-T0	0,76±0,64 0,69 (-0,30-1,86)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	1,27±1,01 1,13 (-1,15-3,01)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	0,57±1,09 0,38 (-1,70-2,29)	0,023 <sup>a</sup>	0,82±0,95 0,85 (-1,35-2,92)	<b>0,001<sup>a*</sup></b>
Sq (µm)	T0	1,82±0,88 1,69 (0,78-4,43)		2,43±0,69 2,45 (1,26-3,9)		3,53±0,83 3,57 (2,06-4,83)		3,76±1,3 3,44 (1,6-7,1)	
	T1	3±0,78 2,93 (0,97-4,21)		4,03±0,92 4,08 (1,92-5,3)		4,83±0,79 4,98 (3,04-5,96)		5,73±1,62 5,57 (3,02-8,89)	
	T2	2,71±1,09 2,48 (0,87-5,36)		3,36±0,93 3,14 (1,67-4,92)		3,80±0,86 3,78 (2,03-5,77)		4,21±0,96 4,11 (2,23-6,2)	
	T1-T0	1,18±0,95 1,20 (-1,35-2,62)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	1,60±1,11 1,59 (-1,17-3,87)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	1,30±1 1,22 (-0,14-3,21)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	1,96±1,13 2,01 (-0,4-4)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>
	T2-T1	-0,29±0,79 -0,34 (-1,67-2,29)	<b>0,012<sup>b*</sup></b>	-0,67±1,03 -0,39 (-2,8-1,08)	<b>0,006<sup>a*</sup></b>	-1,04±1,04 -1,00 (-2,81-0,88)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	-1,52±1,15 -1,27 (-4,08-0,31)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>
	T2-T0	0,89±0,84 0,66 (-0,3-3,12)	<b>≤0,001<sup>a*</sup></b>	0,93±1,1 0,90 (-1,22-3,41)	<b>0,001<sup>a*</sup></b>	0,27±0,78 0,21 (-1,7-2,04)	0,128 <sup>a</sup>	0,44±1,27 0,90 (-2,45-2,22)	0,077 <sup>b</sup>

**Tablo 4.7. (Devam) Mine yüzey pürüzlülüğünün zamana bağlı değişiminin gruplar içerisinde değerlendirilmesi**

St ( $\mu\text{m}$ )	T0	10,23 $\pm$ 4,42 9,65 (3,35-20,59)		14 $\pm$ 4,8 13,54 (7,06-29,31)		18,58 $\pm$ 4,97 18,04 (11,92-30,39)		17,69 $\pm$ 5,18 16,45 (10,67-27,04)	
	T1	16,16 $\pm$ 3,07 16,18 (9,15-22,39)		21 $\pm$ 4,55 20,27 (14,2-33,25)		24,87 $\pm$ 4,62 23,76 (17,78-32,8)		25,15 $\pm$ 5,91 25,06 (15,39-39,66)	
	T2	14,58 $\pm$ 3,26 14,80 (8,2-21,9)		18,93 $\pm$ 4,28 18,58 (11,39-28)		19,66 $\pm$ 3,57 19,56 (14-25,86)		19,12 $\pm$ 3,07 18,65 (13,45-24,47)	
	T1-T0	5,93 $\pm$ 4,23 5,35 (-2,92-15,2)	<b>&lt;0,001**</b>	7 $\pm$ 3,37 5,91 (3,56-16,42)	<b>&lt;0,001<sup>b</sup>*</b>	6,29 $\pm$ 4,25 5,20 (1,61-15,93)	<b>&lt;0,001<sup>b</sup>*</b>	7,47 $\pm$ 6,61 7,27 (-6,38-20,4)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup>*</b>
	T2-T1	-1,58 $\pm$ 2,57 -1,40 (-6,18-4,88)	<b>0,009**</b>	-2,07 $\pm$ 1,97 -2,54 (-5,25-3,89)	<b>0,001<sup>b</sup>*</b>	-5,21 $\pm$ 4,36 -4,50 (-14,33-3,37)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup>*</b>	-6,04 $\pm$ 4,93 -5,70 (-16,53-1,12)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup>*</b>
	T2-T0	4,35 $\pm$ 3,90 4,27 (-4,59-10,83)	<b>&lt;0,001**</b>	4,93 $\pm$ 3,49 4,25 (-1,31-14,15)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup>*</b>	1,08 $\pm$ 3,81 1,24 (-10,36-10,24)	0,046 <sup>b</sup>	1,43 $\pm$ 4,78 3,19 (-7,63-7,89)	0,176 <sup>a</sup>
Sz ( $\mu\text{m}$ )	T0	10,23 $\pm$ 4,42 9,65 (3,35-20,59)		14 $\pm$ 4,8 13,54 (7,06-29,31)		18,58 $\pm$ 4,97 18,04 (11,92-30,39)		17,69 $\pm$ 5,18 16,45 (10,67-27,04)	
	T1	16,43 $\pm$ 2,75 16,18 (9,15-22,39)		21 $\pm$ 4,55 20,27 (14,2-33,25)		25,32 $\pm$ 4,73 24,23 (17,78-32,80)		25,15 $\pm$ 5,91 25,06 (15,39-39,66)	
	T2	14,91 $\pm$ 2,93 15,07 (9-21,9)		18,47 $\pm$ 3,91 18,58 (11,39-24,45)		21,06 $\pm$ 2,98 20,63 (15,13-27,23)		19,12 $\pm$ 3,07 18,65 (13,45-24,47)	
	T1-T0	6,19 $\pm$ 4,18 5,52 (-2,92-15,2)	<b>&lt;0,001**</b>	7 $\pm$ 3,37 5,91 (3,56-16,42)	<b>&lt;0,001<sup>b</sup>*</b>	6,74 $\pm$ 4,02 5,58 (1,61-15,93)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup>*</b>	7,47 $\pm$ 6,61 7,27 (-6,38-20,40)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup>*</b>
	T2-T1	-1,52 $\pm$ 2,58 -1,11 (-6,18-4,88)	<b>0,012**</b>	-2,53 $\pm$ 2,68 -2,64 (-10,38-3,89)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup>*</b>	-4,26 $\pm$ 4,03 -3,89 (-11,97-3,37)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup>*</b>	-6,04 $\pm$ 4,93 -5,70 (-16,53-1,12)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup>*</b>
	T2-T0	4,68 $\pm$ 3,86 4,44 (-4,59-10,83)	<b>&lt;0,001**</b>	4,47 $\pm$ 4,08 4,25 (-6,44-12,6)	<b>&lt;0,001<sup>a</sup>*</b>	2,48 $\pm$ 4,21 2,54 (-10,36-10,24)	<b>0,012<sup>a</sup>*</b>	1,43 $\pm$ 4,78 3,19 (-7,63-7,89)	0,176 <sup>a</sup>

\*p<0,017 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir

\*p<sup>a</sup> : grup içinde iki bağımlı değişken (zaman) arasında fark olup olmadığı, parametrik test varsayımları sağlandığı durumlarda parametrik testlerden iki eş arasındaki farkın anlamlılık testi (Eşleştirilmiş Örneklem T testi) ile değerlendirilmiştir

\*p<sup>b</sup> : grup içinde iki bağımlı değişken (zaman) arasında fark olup olmadığı, parametrik test varsayımları sağlanmadığı durumlarda Wilcoxon testi ile değerlendirilmiştir.

\*Min.=Minimum; Maks.=Maksimum, SS=Standart Sapma

#### 4.4.2. Mine Yüzey Pürüzlülüğünün Zamana Bağlı Değişiminin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

Akışkan kompozit uygulanan örnekler için Grup 1A ve Grup 1B karşılaştırmasında Ra (T1-T0), Ra (T2-T0), Rq (T1-T0) ve Sa (T1-T0) parametreleri arasındaki farklar sırasıyla 0,069 (0,023-0,115)  $\mu\text{m}$ , 0,090 (0,038-0,142)  $\mu\text{m}$ , 0,068 (0,009-0,128)  $\mu\text{m}$  ve 0,653 (0,140-1,167)  $\mu\text{m}$  olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu değişimler Grup 1B’de Grup 1A’ya göre anlamlı olarak fazla saptanmıştır ( $p<0,05$ ). (Tablo 4.8 ve Tablo 4.9)

Katı kompozit uygulanan örnekler için Grup 2A ve Grup 2B karşılaştırmasında Ra (T1-T0), Sa (T1-T0) ve Sq (T1-T0) parametreleri arasındaki farklar sırasıyla 0,067 (0,021-0,113)  $\mu\text{m}$ , 0,067 (0,021-0,113)  $\mu\text{m}$  ve 0,664 (0,034-1,293)  $\mu\text{m}$  olup istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Bu değişimler Grup 2B’de Grup 2A’ya göre anlamlı olarak fazla bulunmuştur. (Tablo 4.8 ve Tablo 4.9)

Kompozit tiplerinin pürüzlülük değişimleri üzerindeki faktör etkisine T1-T0 ve T2-T0 zamanları arasındaki değişimler için bakılmıştır. “Ataşman debonding *plier*” sonrası fiber destekli kompozit frez uygulaması yapılan örnekler için (Grup A) farklı kompozit rezin grupları (Grup 1A ve Grup 2A) arasında Ra (T2-T0), Sq (T2-T0), St (T2-T0) parametrelerindeki farklar sırasıyla 0,063 (0,012-0,115)  $\mu\text{m}$ , 0,620 (0,01-1,231)  $\mu\text{m}$  ve 3,270 (0,856-5,684)  $\mu\text{m}$  olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Sq (T2-T0) ve St (T2-T0) parametrelerine bakıldığında her iki grupta başlangıç pürüzlülük değerine göre polisaj sonrası pürüzlülük değerlerinde artış görülmüştür. Ayrıca polisaj işlemi ve başlangıç pürüzlülük değer farkı grup 1A’da grup 2A’ya göre daha yüksek bulunmuştur. (Tablo 4.8 ve Tablo 4.9)

Karbit frez-renew taşı uygulaması yapılan örnekler için (Grup B) farklı kompozit rezin grupları (Grup 1B ve Grup 2B) arasında Sa (T1-T0), St (T2-T0) ve Sz (T2-T0) parametrelerindeki farklar sırasıyla 0,559 (0,046-1,073)  $\mu\text{m}$ , 3,501 (1,087-5,915)  $\mu\text{m}$  ve 3,04 (0,493-5,588)  $\mu\text{m}$  olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Sa (T1-T0) parametresine bakıldığında Grup 2B’de başlangıç durumuna göre daha fazla pürüzlülük artışı olmuştur. St (T2-T0) ve Sz (T2-T0) parametrelerine

göre her iki grupta polisaj sonrası pürüzlülük değeri başlangıç pürüzlülük değerine göre daha fazla bulunmuştur. Ancak 1B'deki başlangıç pürüzlülük değeri ile polisaj sonrasındaki pürüzlülük değer farkı Grup 2'deki pürüzlülük değer farkından daha fazla bulunmuştur. (Tablo 4.8 ve Tablo 4.9)

**Tablo 4.8.** Mine yüzey pürüzlülüğünün zamana bağlı değişiminin gruplar arasında karşılaştırılması

Zamanlar Arasındaki Parametre Değişimi	Karşılaştırılan Gruplar	Ortalama Fark	95% Güven Aralığı	p-Gruplar Arası
Ra T1-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,031	-0,015 – 0,077	0,188
	1B-2B	0,029	-0,017 – 0,075	0,211
	1A-1B	0,069	0,023 – 0,115	<b>0,004*</b> (B>A)
	2A-2B	0,067	0,021 – 0,113	<b>0,005*</b> (B>A)
Ra T2-T1 ( $\mu\text{m}$ )	1A-1B	0,021	-0,034-0,075	0,452
	2A-2B	0,054	-0,001-0,109	0,052
Ra T2-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,063	0,012-0,115	<b>0,017*</b> (2>1)
	1B-2B	0,013	-0,039-0,065	0,620
	1A-1B	0,090	0,038-0,142	<b>0,001*</b> (B>A)
	2A-2B	0,013	-0,038-0,065	0,609
Rq T1-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,041	-0,019-0,101	0,175
	1B-2B	0,001	-0,059-0,061	0,971
	1A-1B	0,068	0,009-0,128	<b>0,026*</b> (B>A)
	2A-2B	0,028	-0,031-0,088	0,349
Rq T2-T1 ( $\mu\text{m}$ )	1A-1B	0,035	-0,027-0,097	0,270
	2A-2B	0,004	-0,058-0,067	0,877
Rq T2-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,025	-0,041-0,091	0,458
	1B-2B	0,015	-0,051-0,081	0,651
	1A-1B	0,033	-0,033-0,100	0,317
	2A-2B	0,024	-0,042-0,090	0,477
Rt T1-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,281	-0,217-0,778	0,265
	1B-2B	0,222	-0,276-0,719	0,378
	1A-1B	0,354	-0,144-0,851	0,161
	2A-2B	0,295	-0,203-0,792	0,242
Rt T2-T1 ( $\mu\text{m}$ )	1A-1B	0,016	-0,510-0,543	0,950
	2A-2B	0,237	-0,289-0,763	0,373
Rt T2-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,185	-0,267-0,637	0,417
	1B-2B	0,094	-0,358-0,546	0,679
	1A-1B	0,337	-0,115-0,789	0,142
	2A-2B	0,058	-0,394-0,510	0,800
Rz T1-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,188	-0,079-0,455	0,165
	1B-2B	0,210	-0,057-0,477	0,121
	1A-1B	0,157	-0,110-0,423	0,246
	2A-2B	0,179	-0,088-0,446	0,186
Rz T2-T1 ( $\mu\text{m}$ )	1A-1B	0,038	-0,263-0,339	0,803
	2A-2B	0,186	-0,115-0,487	0,223
Rz T2-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,018	-0,248-0,283	0,896
	1B-2B	0,109	-0,157-0,374	0,418
	1A-1B	0,119	-0,146-0,384	0,375
	2A-2B	0,007	-0,258-0,272	0,957

\* $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir

\* İlgilenilen iki faktörün (Faktör 1: Grup 1 veya 2 olması; Faktör 2: Grup A veya B olması) zamanlar arasındaki değişimler üzerindeki etkileri iki yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) sonucunda elde edilen Bonferroni ikişerli karşılaştırma testi sonuçları ile değerlendirilmiştir.

**Tablo 4.9.** Mine yüzey pürüzlülüğünün zamana bağlı değişiminin gruplar arasında karşılaştırılması

Zamanlar Arasındaki Parametre Değişimi	Karşılaştırılan Gruplar	Ortalama Fark	95% Güven Aralığı	p- Gruplar Arası
Sa T1-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,484	-0,029– 0,998	0,064
	1B-2B	0,559	0,046– 1,073	<b>0,033*</b> (2>1)
	1A-1B	0,653	0,140– 1,167	<b>0,013*</b> (B>A)
	2A-2B	0,067	0,021 – 0,113	<b>0,005*</b> (B>A)
Sa T2-T1 ( $\mu\text{m}$ )	1A-1B	0,141	-0,460-0,742	0,642
	2A-2B	0,470	-0,130-1,071	0,123
Sa T2-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,188	-0,374-0,750	0,507
	1B-2B	0,443	-0,119-1,004	0,121
	1A-1B	0,512	-0,050-1,074	0,074
	2A-2B	0,258	-0,304-0,820	0,364
Sq T1-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,125	-0,504-0,755	0,363
	1B-2B	0,363	-0,267-0,992	0,255
	1A-1B	0,426	-0,204-1,055	0,182
	2A-2B	0,664	0,034-1,293	<b>0,039*</b> (B>A)
Sq T2-T1 ( $\mu\text{m}$ )	1A-1B	0,381	-0,226-0,988	0,216
	2A-2B	0,485	-0,122-1,092	0,116
Sq T2-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,620	0,010-1,231	<b>0,047*</b> (1>2)
	1B-2B	0,487	-0,123-1,098	0,116
	1A-1B	0,045	-0,566-0,656	0,884
	2A-2B	0,178	-0,432-0,789	0,563
St T1-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,367	-2,493-3,277	0,799
	1B-2B	0,468	-2,392-3,328	0,746
	1A-1B	1,071	-1,789-3,931	0,459
	2A-2B	1,172	-1,688-4,032	0,418
St T2-T1 ( $\mu\text{m}$ )	1A-1B	0,493	-1,706-2,691	0,657
	2A-2B	0,824	-1,374-3,023	0,458
St T2-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	3,270	0,856-5,684	<b>0,009*</b> (1>2)
	1B-2B	3,501	1,087-5,915	<b>0,005*</b> (1>2)
	1A-1B	0,578	-1,836-2,993	0,635
	2A-2B	0,348	-2,066-2,762	0,775
Sz T1-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	0,557	-2,273-3,373	0,699
	1B-2B	0,468	-2,355-3,291	0,743
	1A-1B	0,805	-2,018-3,628	0,572
	2A-2B	0,723	-2,100-3,546	0,612
Sz T2-T1 ( $\mu\text{m}$ )	1A-1B	1,013	-1,197-3,223	0,364
	2A-2B	1,778	-0,432-3,988	0,113
Sz T2-T0 ( $\mu\text{m}$ )	1A-2A	2,193	-0,354-4,741	0,091
	1B-2B	3,040	0,493-5,588	<b>0,020*</b> (1>2)
	1A-1B	0,208	-2,339-2,755	0,872
	2A-2B	1,055	-1,492-3,602	0,413

\* $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir

\* İlgilenilen iki faktörün (Faktör 1: Grup 1 veya 2 olması; Faktör 2: Grup A veya B olması) zamanlar arasındaki değişimler üzerindeki etkileri iki yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) sonucunda elde edilen Bonferroni ikişerli karşılaştırma testi sonuçları ile değerlendirilmiştir.

## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Çalışmanın Amacı ve Yöntemin Tartışılması

Ortodontik tedavide hastaların tedavi ihtiyaçlarına göre kullanılabilen farklı hareketli ve sabit aparey teknikleri mevcuttur. Şeffaf hizalama tekniği, özellikle estetik avantajları nedeniyle ortodontik tedavi yaklaşımlarında hastalar için giderek daha popüler hale gelmiştir (129). Şeffaf plak tedavisinde klinisyenler tedaviye başlamadan önce tedavinin sonucunda oluşacak nihai oklüzyona ulaşabilmek için gerekli olan diş hareketleri için bilgisayar programları ile dijital bir tedavi planı oluşturabilmektedir (2). Ataşmanlar şeffaf plak tedavisinde plağın tutuculuğunu ve diş hareketi verimliliğini artıran önemli yardımcı bileşenlerdir (130). Ataşmanlar yazılım programlarının planladığı diş hareketlerine uygun şekilde dişler üzerine kuvvetin yönü, kuvvetin uygulanacağı nokta ve kuvvet miktarına göre yerleştirilir (71).

Şeffaf plak tedavilerinde ataşmanları yerleştirirken en zorlu ve zaman alıcı adım ataşman şablonunun boşluklarını etkili bir şekilde doldurmaktır. Ataşmanlar için planlanan konum ve şekil, kullanılan kompozit rezinin malzeme dayanıklılığı ve viskozitesinden etkilenebilmektedir (6). Klinik uygulamalarda ataşman yapımı için farklı viskoziteye sahip kompozitler kullanılmaktadır. Bazı klinisyenler düşük viskoziteli kompozitlerin ataşman yapımında uygulama süresini kısaltması ve uygulama kolaylığı sağlamasından dolayı tercih etmektedirler. Doldurucu miktarı az olan akışkan kompozitlerin basınca karşı dayanıklılıklarının az olması dezavantaj oluşturmaktadır. Bazı klinisyenler de ataşman yapımı için doldurucu miktarı fazla olan yüksek viskoziteli kompozitlerin kullanımını tercih etmektedir. Daha iyi stabilite sağlamaları ve basınca karşı dayanıklı olmaları gibi avantajlar sunabileceğini düşünmektedirler. Viskozite arttıkça kompozitler kondanse edilebilir bir hale gelmekte ve bu da klinik uygulama süresini arttırmaktadır (7, 8, 131).

Kırçelli ve ark. (84) şeffaf plak tedavisinde ataşman yapımı için kullanılan 3 farklı düşük ve 2 farklı yüksek viskoziteli kompozitleri bağlanma dayanıklılığı ve uygulama süresi bakımından karşılaştırmışlardır. Yüksek viskoziteli kompozit olarak Tetric Evo Ceram (Ivoclar VivadentAG, Lihtenştayn) (Grup 1) ve Tetric NCeram (Ivoclar VivadentAG, Lihtenştayn) (Grup 2) kullanılmıştır. Akışkan kompozit olarak

Tetric N-Flow (GC Dental Products, Tokyo, Japonya) (Grup 3), G-aenial Universal Injectable (GC Dental Products, Tokyo, Japonya) (Grup 4) ve GC Aligner Connect (GC Dental Products, Tokyo, Japonya) (Grup 5) kullanılmıştır. Her bir gruptaki her bir ark için, her premolar dişe yönelik standartlaştırılmış ve eşit boyutlu horizontal ataşman (4,3 mm x 2,1 mm) tasarımları içeren anahtar şablon üretilmiştir. Çalışmada test edilen kompozitlerin bağlanma dayanıklılığı istatistiksel olarak farklı bulunsada da hepsi klinik olarak yeterli kabul edilen 6-8 MPa değerini aşmışlardır. Ayrıca akışkan kompozitin uygulanma süresi yüksek viskoziteli kompozite göre önemli ölçüde daha az zaman gerektirmiştir.

Lin ve ark. (132) akışkan bir kompozit (Filtek Z350XT Flowable Restoratif) ile tepilebilir bir kompoziti (Filtek Z350 XT Universal Restoratif) klinik bonding süresi ve şeffaf plak ataşmanının 1 yıl diş üzerinde sağ kalım süresi bakımından karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre ağız içinde sağ kalım süreleri açısından akışkan ve tepilebilir kompozit grupları arasında bir fark bulunamamıştır. Akışkan kompozitlerin uygulama süresi bakımından tepilebilir kompozitlere göre zaman tasarrufu sağlayabileceği bulunmuştur.

Chen ve ark. (83) şeffaf plaklarda ataşman yapmak için kullanılan 3 farklı kompozitin (Filtek Z350XT, Filtek Z350XT Flowable ve SonicFill) çalışma süresini, bağlanma dayanıklılığını, yerleştirme doğruluğunu ve aşınma direncini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Z350XT Flowable ve SonicFill'in çalışma süresi Z350XT'den daha kısa bulunmuştur. SonicFill isimli kompozitin bağlanma dayanıklılığı diğer iki kompozit rezine göre yüksek bulunmuştur. SonicFill ve Z350XT'nin aşınma bakımından hacim kaybı Z350XT Flowable rezinden daha az bulunmuştur.

D'Anto ve ark.'nın (4) çalışmalarında üç farklı viskozitede kompozit rezin kullanılmıştır. Bunlar düşük viskoziteli akışkan kompozit rezin (ENAMEL plus, HRi®Flow HF, GDF GmbH), ortodontik tedavilerde kullanılan orta viskoziteli kompozit rezin (Bracepaste®, AO) ve restoratif işlemlerde kullanılan yüksek viskoziteye sahip kompozit rezinlerdir (ENAMEL plus HRi®Emamel, GDF GmbH). Çalışma sonucunda farklı viskozitelere sahip farklı kompozitlerin kullanımının, şeffaf plak ataşmanlarının şeklini ve hacmini etkilemediğini göstermişlerdir. Ayrıca,

ortodontik kompozit rezin, akışkan kompozit rezine kıyasla daha fazla taşma miktarı göstermiştir.

Yukarıda bahsedilen çalışmaların ışığında (4, 83, 84, 132) şeffaf plak ataşmanlarının yapımında düşük viskoziteli akışkan, yüksek viskoziteli katı restoratif ve ortodontik amaçlı üretilmiş rezinlerin tercih edilebileceği gözlenmektedir. Bizim çalışmamızda GC Genial Restoratif (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) ve GC Universal Injectable (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) kompozitlerin tercih edilmesinin sebebi bu iki kompoziti kıyaslayan bir literatür çalışmasının olmamasıdır.

Şeffaf plak tedavilerinde diğer önemli bir nokta ise tedavi bitimi aşamasında kompozit ataşmanların diş yüzeyinden uzaklaştırılma işlemi ve kullanılacak yöntemlerdir. Literatürde bilginiz dahilinde şeffaf plak tedavilerinde ataşmanların pens kullanılarak uzaklaştırılması ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Konvansiyonel sabit tedavi yöntemlerinde de braket söküm tekniklerinin mine yüzeyindeki etkilerini inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır (89, 90, 133, 134).

Zarrinnia ve ark. (133) farklı braket söküm tekniklerini mine yüzey yapısında meydana gelen mikroskobik değişim bakımından incelemiştir. 3 farklı braket söküm yöntemi olarak How, ligatür kesici ve braket söküm pensi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre How pensi ve braket söküm pensi braket ve adeziv arasındaki bağlantıda kopma sağlayarak artık adezivin sağlam mine yüzeyinde kaldığını bulmuşlardır. Bu ayrılma modeli mine ile adeziv arasında daha az stres oluşturduğu için mine hasarı olasılığının daha az olduğu sonucuna varmışlardır.

Sadri ve ark. (89) çalışmalarında braket sökümü için ultrasonik yöntem, ligatür kesici pensi, braket söküm pensi, How pensi, kron çıkarma aleti kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre kullanılan 5 yöntemden hiçbirisi horizontal çatlak oluşturmamıştır. Uygulanan bütün yöntemler mine yüzeyinde karışık çatlak paterni oluşturmuştur. Aralarından en az karışık çatlak paternini ise ultrasonik yöntem oluşturmuştur.

Gibas-Stanek ve ark. (90)'nın çalışmalarında 3 farklı braket çeşidi (entegre tabanlı metal, folyo ağ tabanlı metal ve seramik braketler) alt gruplara ayrılarak 3

farklı debonding yöntemi ile uzaklaştırılmıştır. Braketleri sökmek için braket söküm pensi, Weingart pensi ve Lift-Off pensleri kullanılmış ve mine yüzeyi kalan artık kompozit alanını ölçmek, mine çatlak sayısını belirlemek ve kalıntı kompozit indeksini (ARI) hesaplamak için taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. Braketlerin sökülmesinden sonra mine çatlak sayısı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Braketler çıkarıldıktan sonra dişlerde kalan kompozitin miktarı gruplar arasında anlamlı derecede farklı bulunmuştur. Lift-Off ve Weingart pensleri, entegre tabanlı metal braketlerin debonding için en güvenli yöntemler olarak kabul edilirken, Lift-Off pensi folyo ağ tabanlı metal braketler için en iyi yöntem olarak bulunmuştur. Braket söküm pensinin ise, seramik braketler için tercih edilebilecek bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

Braket söküm tekniklerini inceleyen çalışmalarda (89, 90, 133, 134) farklı braket söküm penslerinin etkileri araştırılmıştır ancak şeffaf plak tekniğinde ataşmanların sökümünde herhangi bir pens ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Klinik uygulamamızda DNT markalı “ataşman debonding *plier*” pensi ataşmanların çıkartılmasında kullanılabilir. Bu pens çalışmamızda farklı viskoziteye sahip kompozit ataşmanların uzaklaştırılması için tercih edilmiştir.

Sabit geleneksel ortodontik tedavi yönteminde braketlerin pensler ile söküm işleminden sonra mine yüzeyinde farklı miktarlarda kompozit artık rezinler kalabilmektedir. Kalıntı kompozit rezinler mine yüzeyinden temizlenirken mine yüzeyinde pürüzlü alanlar bırakılırsa bu işlem dental plak birikimine, ardından mine demineralizasyonuna ve çürümeye neden olabilmektedir. Bir başka problem ise kalıntı kompozitlerin tamamen uzaklaştırılmadığı durumlarda kompozit kalıntılarının zamanla renk değiştirerek estetik olmayan bir görünüme neden olmasıdır. Bu nedenle, debonding işleminin birincil amacı, ataşmanların sökümü ardından adeziv kalıntılarını iyatrojenik hasara neden olmadan diş yüzeylerinden uzaklaştırmaktır (135).

Çeşitli çalışmalarda adeziv rezin kalıntılarının çıkarılması için farklı yöntemler önerilmiştir. Bunlar arasında küret veya bant çıkarma pensleri ile manuel çıkarma yöntemleri, düşük veya yüksek hızlı el aletleri ile kullanılan 8 ila 30 bıçaklı tungsten karbit frezler, bitirme ve parlatma diskleri, pomza veya zirkonyum macunları, ultrasonik cihazlar, hidroabrazyon ve lazer yöntemleri bulunmaktadır. Elmas

partiküllü parlaticılar, alüminyum oksit parlaticılar ve zirkonyum silikat ile güçlendirilmiş fiberglass uçlar gibi daha koruyucu yöntemler de tanıtılmıştır. Resin kalıntısının giderilmesi için kullanılan tüm yöntemler, az ya da çok, diş yüzeyinde oluklar, çatlaklar, çöküntüler ve mine kaybı gibi istenmeyen değişiklikler meydana getirebilmektedir. (108)

Sabit geleneksel tedavi yöntemlerinde debonding ve polisaj uygulamaları ile ilgili literatürde birçok çalışma (9, 20, 100, 135, 136) bulunmaktadır. Bu çalışmalarda farklı mine yüzeyi temizleme yöntemleri debonding süresi, mine yüzey pürüzlülük değişimi ve mine yüzeyinin topografik değişimi bakımından karşılaştırılmıştır. Buna rağmen bilginiz dahilinde şeffaf plak ortodontik tedavilerinde farklı kompozitler ile oluşturulan ataşmanların debonding ve polisaj yöntemleri ile ilgili literatürde bir çalışma bulunmaktadır.

Mine hasarını değerlendirmek için kullanılan yöntemler arasında SEM, stereomikroskopi, temaslı profilometre, temassız beyaz ışık 3 boyutlu profilometresi veya atomik kuvvet mikroskobu (AFM) gibi çok sayıda yöntem bulunmaktadır (11). Bir yüzeyin topografik özelliklerini ayrıntılı olarak görselleştirmek için mükemmel bir yöntem olan SEM, ölçümlerin objektifliğini ve tekrarlanabilirliğini sağlayan nicel bir ölçeğin bulunmaması nedeniyle bulguların karşılaştırılmasına izin vermez (112). Biyomalzemelerin görüntülemesinde doğal yüzeye belirgin zarar vermediğinden AFM yöntemi önem kazanmaktadır. Konsol ucu boyutunun genel olarak incelenen nano malzemelerin boyutlarından daha büyük olması ve bu nedenle numunelerin boyutlarının aşırı tahmin edilmesi AFM yönteminin en büyük dezavantajıdır. Temaslı profilometrelerde, yüzey profilini kaydetmek için yüzey boyunca hareket ettirilen bir kalem uç kullanılır. Bu geleneksel yöntem nispeten basit olmasına rağmen, sonuçları etkileme ve temasın bir sonucu olarak numuneye zarar verme riskine sahiptir (119). Optik profilometrede ise ana bileşeni olan ışığı yüzeye odaklayarak temassız ölçüm yapmanın mümkün olduğu görülmüştür. Böylece yüzeydeki nanometre düzeyindeki değişimlerin ölçülmesine olanak tanır. Optik profilometre, yüzey alanının pürüzlülüğünü hem görsel hem de sayısal verilerle değerlendirme olanağı sağlamaktadır (123). Mikro-BT, mikron düzeyinde yapısal analize olanak tanıyan üç boyutlu etkili bir görüntüleme yöntemi olarak ortaya çıkmıştır.(13) Mikro-BT yöntemi

geleneksel BT ile görüntülenen alanlardan 1.000.000 kat daha küçük alanların incelenmesine olanak sağlar.(12) Ortodontik tedavi bitiminde adezivlerin mine yüzeyinden temizleme işlemi sonrasında mine yüzeyini 3 boyutlu temassız profilometre ve Mikro-BT ile değerlendiren sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (12, 19, 124, 125, 136).

Yukarıda belirtilen bilgiler doğrultusunda, çalışmamızın amacı 2 farklı doldurucu ve viskoziteye sahip akışkan (GC Universal Injectable) ve katı (GC Genial Restoratif) kompozit ile oluşturulmuş ataşmanların farklı söküm yöntemleri (*plier* pensi ve fibergloss yöntemi/ karbit frez ve renew taşı yöntemi) ile diş yüzeyinden uzaklaştırılması sonrası mine yüzey pürüzlülüğünün 3 boyutlu temassız profilometre (Filmetrics Profilm 3D, KLA) ile değerlendirilmesidir. Bunun yanında, katı kompozit rezin uygulanan gruplarda mine yüzeyindeki değişikliklerin Mikro-BT ile 3 boyutlu olarak değerlendirilmesi de hedeflenmiştir. *Plier* debonding yöntemi uygulanan gruplarda, farklı viskozitedeki kompozitlerin diş yüzeyinden sökülmesi sonrası ARI skorlaması ile nitel olarak ve Geomagic Control X (3DS Systems, Rock Hill South Carolina, USA) yazılımı ile nicel olarak kalan kompozitin değerlendirilmesi de hedeflenmiştir.

Çalışmamızın geçersiz hipotezleri şu şekildedir:

1-) Farklı kompozit rezinler arasında “ataşman debonding *plier*” pensi kullanımı sonrasında diş yüzeyinde kalan kompozit miktarı bakımından bir fark olmadığıdır.

2-) Farklı debonding yöntemleri arasında debonding ve polisaj süreleri, mine yüzey pürüzlülüğü ve mine yüzey morfolojisindeki değişiklikler bakımından bir fark olmadığıdır.

## **5.2. Bulguların Tartışılması**

### **5.2.1. Ataşman Temizleme Sürelerinin Tartışılması**

Kompozit kalıntısının diş yüzeyinden uzaklaştırılmasına yönelik tüm yöntemler az ya da çok diş yüzeyinde oluklar, çatlaklar ve mine kaybı gibi istenmeyen

değişiklikler meydana getirmektedir. Ayrıca, bazı güvenli yöntemler olmasına rağmen, klinik uygulamada kullanım için bu yöntemler aşırı zaman alıcı olabilmektedir (108). Literatürde farklı ortodontik debonding yöntemlerinin uygulama süresini karşılaştıran birçok çalışma bulunmaktadır (9, 19, 102, 135, 137-141).

Çalışmamızda akışkan kompozit ile oluşturulan ataşmanların debondinginde kullanılan yöntemlerden 12 ve 24 bıçaklı karbit frez ile renew polisaj sisteminde debonding süresinin ortanca değeri 27,84 sn iken beyaz ve mavi fiberglass sisteminde ortanca değer 26,43 sn olarak bulunmuştur. Katı kompozit ile oluşturulan ataşmanların debondingi için kullanılan yöntemlerden 12 ve 24 bıçaklı karbit frez ile renew polisaj sisteminde debonding süresinin ortanca değeri 27,41 sn iken beyaz ve mavi fiberglass sisteminde ortanca değer 25,57 sn olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Ghaleb ve ark. (135) artık kompozit uzaklaştırmak için yavaş hızda 12 bıçaklı tungsten karbit frez, Sof-Lex disk ve elmas frezden oluşan 3 ana grup oluşturmuşlardır. Daha sonra her grup iki alt gruba (*loupe* kullanılmadığı ve *loupe* kullanıldığı alt gruplar) ayrılmıştır. Farklı sistemlerle kalıntı kompozitin uzaklaştırılmasından sonra polisaj işlemi OneGloss sistemi ile yapılmıştır. Debonding için harcanan süreler incelendiğinde *loupe* kullanılan gruplarda harcanan süre *loupe* kullanılmayan gruplara kıyasla önemli ölçüde daha kısa bulunmuştur. Uygulamalar arasında tungsten karbit frez uygulanan gruplarda harcanan süre en kısa bulunmuştur. Ghaleb ve ark. (135)'nin çalışmasının sonucuna benzer şekilde Tenório ve ark. (9), Ulusoy (140) ve Shafiee ve ark. (139) çalışmalarında tungsten karbit frez ile kompozit rezinlerin uzaklaştırılması için harcanan sürenin diğer gruplara kıyasla daha kısa süre gerektirdiğini göstermişlerdir.

Almudhi ve ark.'nın (19) çalışmalarında braketlerin çıkarılmasından sonra kalan kompozitin uzaklaştırılması sırasında harcanan süreyi değerlendirmek ve karşılaştırmak için yedi farklı kompozit temizleme sistemi kullanılmıştır. Yedi farklı yöntem olarak Stainbuster frez, elmas frez, karbit frez, OneGloss sistemi, Sof-Lex sistemi, Enhance bitirme ve PoGo polisaj kiti ve Renew polisaj sistemleri kullanılmıştır. Çalışma süreleri sırasıyla Enhance bitirme ve PoGo polisaj kiti (12,2 s),

karbit frez (15,6 s), OneGloss (17,5 s), Renew polisaj sistemleri (19,4 s), Stainbuster (27,6 s), Sof-Lex (28,5 s) ve elmas frez (30,4 s) şeklinde takip etmiştir.

Thys ve ark.'nın (108) çalışmalarında 4 farklı debonding sistemi olan Enhance (Dentsply, Milford, ABD), Fiberglass (TDV, Pomerode, Brezilya), DU10CA-Ortho (Dian Fong Industrial, Shenzhen, Çin) ve Sof-Lex Pop-On (3M ESPE, Seefeld, Almanya) kullanılmıştır. Kompozit kalıntılarının uzaklaştırılması ve mine yüzeyinin polisajı için harcanan süre fiberglass grubunda diğer yöntemlere kıyasla daha fazla zaman alıcı bulunmuştur. Ancak bizim çalışmamızda bu çalışmanın sonuçlarının aksine fiberglass kullanılan gruplarda diğer gruplara benzer debonding süresi saptanmıştır.

Ruiz ve ark.'nın (141) çalışmalarında şeffaf plak sisteminde kullanılan ataşmanların debondingi için grupların birisinde tungsten karbit frez ve diğerinde karbit frez ile ataşmanın fazla kısmı uzaklaştırıldıktan sonra Stainbuster frez kullanılmıştır. İki debonding yöntemi için süre ölçümü yapılmış ve karbit frez ile ataşmanın fazla kısmı uzaklaştırıldıktan sonra stainbuster frez uygulanan grup için ortalama debonding süresi tungsten karbit frez uygulanan gruptan istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur. Bu durum için araştırmacılar ataşmanların pens kullanılarak uzaklaştırıldıktan sonra Stainbuster frez kullanılması sonucunda debonding süresinin kısaltılabileceğini düşünmüşlerdir. Çalışmamızda Ruiz ve ark.'nın çalışmalarında önerdiği gibi “ataşman debonding *plier*” pensi ile ataşmanların sökümünden sonra fiberglass yöntemi uygulanmış ve tungsten karbit frez grubu kıyaslandığında aralarında debonding süresi bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Bizim çalışmamızın yukarıdaki çalışmalardan (19, 108, 135, 141) farkı fiberglass uyguladığımız katı ve akışkan kompozit gruplarında (Grup 1A ve Grup 2A) işlem öncesi ataşmanları uzaklaştırmak için “ataşman debonding *plier*” pensinin kullanılmış olmasıdır. Daha sonrasında fiberglass yöntemi ile artık kompozit uzaklaştırılmıştır. Şeffaf plak tedavilerinde bu debonding yönteminin dezavantajı olan fazla süre harcanması durumunun bu şekilde ortadan kaldırılabileceğini ve konvansiyonel olarak sıklıkla adeziv uzaklaştırılmasında tercih edilen tungsten karbit frezlere klinik uygulama süresi bakımından alternatif olacağını düşünmekteyiz.

### 5.2.2. “Ataşman Debonding Plier” Pensi Uygulanan Gruplarda Mine Yüzeyindeki Ataşman Hacim Değişimlerinin Tartışılması

Mine yüzeyinin debonding prosedürü sonrasında mümkün olduğunca işlemten önceki durumuna yakın bir şekilde işlemin bitirilmesi önemlidir. Bu nedenle kompozit kalıntısının doğru değerlendirilmesi, debonding sonrası mine yüzey temizliğinin sürecinde çok önemli bir rol oynamaktadır (142). Artun ve Bergland (45) tarafından geliştirilen Kompozit Kalıntı İndeksi (ARI), braket veya ataşmanların manuel yöntemler ile uzaklaştırılması sonrasında mine yüzeyindeki kalıntı kompozit hakkında bilgi vermek için kullanılabilir. ARI skorlamasında tanımlanan değerlerde skor 0 mine yüzeyinde hiç adezivin bulunmaması, skor 1 mine yüzeyinde %50'den az adezivin bulunmasıdır, skor 2 ise mine yüzeyinde %50'den fazla adezivin bulunmasıdır (45).

Yadav ve ark. (143) yürüttükleri in-vitro bir çalışmada üç farklı braket uzaklaştırma yöntemini kullanarak mine yüzeyindeki kalıntı kompozit indeksini (ARI) değerlendirmişlerdir. Braket uzaklaştırma yöntemi olarak düz kesici pensi, Howe pensi ve Lift-Off pensini kullanmışlardır. ARI skorlamasındaki 0 ve 1 değeri en çok düz kesici pensi kullanılan grupta görülmüştür. Çalışmalarının sonuçlarına göre düz kesici pensinin uygulanması sonrasında daha az kalıntı kompozit mine yüzeyinde kalmıştır. Mine ile kompozit arasında daha fazla kuvvet oluşturmuş ve mine hasarı olasılığının daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Yadav ve ark.'nın (143) çalışmalarının sonucuna benzer şekilde Bennett ve ark.'nın (144) çalışmalarında ve Artun ve Bergland'ın (45) çalışmalarında da debonding sırasındaki kırılma hattının kompozit tabakanın içinde olması durumunda mine için daha güvenli bir işlem olacağı belirtilmiştir.

Gibas-Stanek ve ark. (90) 3 farklı braket çeşidini (entegre tabanlı metal, folyo ağ tabanlı metal ve seramik braketler) alt gruplara ayırarak 3 farklı debonding yöntemi (braket söküm pensi, Weingart pensi ve Lift-Off pensi) kullandıkları çalışmalarında, mine yüzeyinde kalan artık kompozit alanını ölçmek ve kalıntı kompozit indeksini (ARI) hesaplamak için taramalı elektron mikroskopunu kullanmışlardır. Lift-Off pensi ile daha çok ARI skoru olarak 2 skoru, braket söküm

pensi ve Weingart pensi ile çoğunlukla ARI skoru olarak 1 ve 2 skorları elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda yukarıdaki iki çalışmadan farklı olarak tek pens kullanılmış ve şeffaf plak ataşmanlarının debonding işlemi değerlendirilmiştir. Çalışmamızın sonuçları Yadav ve ark.'nın (143) düz kesici pensi kullanarak braketleri uzaklaştırma sonrasında buldukları mine yüzeyindeki ARI skorlaması sonuçları ile benzerlik gösterirken, Gibas-Stanek ve ark.'nın (90) çalışmalarında buldukları ARI skorlaması sonuçlarından farklılık göstermektedir. “Ataşman debonding *plier*” pensi ile söküm sonrasında çoğunlukla 0 ve 1 skorlamasının görülmesinin sebebi ataşmanların belirli bir kompozit hacmine sahip olması ve debonding pensinin mine yüzeyine çok yakın bir noktadan kuvvet uygulaması sonucunda kopmanın dış yüzeyine yakın bir yerde meydana gelmesinden kaynaklanıyor olabilir. Literatürde ataşmanların pens ile uzaklaştırılmasını araştıran bir çalışma olmadığı için bu konu ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Ghaleb ve ark.'nın (135) çalışmalarında mine yüzeyindeki artık kompoziti uzaklaştırmak için üç farklı debonding yöntemi kullanılarak üç ana grup oluşturulmuştur. Tüm gruplarda debonding pensi ile braketler söküldükten sonra debonding yöntemi olarak 12 bıçaklı tungsten karbit frez, Sof-Lex disk ve elmas frez kullanılmıştır. Braketlerin söküm işleminden sonra bizim çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde gruplar arasında ARI skorlaması açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Literatürde “ataşman debonding *plier*” pensi kullanılarak koparılan kompozit ataşmanların dış yüzeyinde kalan kompozit miktarını hem nitel (ARI skorlaması ile) hem de nicel değerlendiren bir çalışma bilginiz dahilinde mevcut değildir. Sadece şeffaf plak tedavisi için uygulanacak ataşmanların boyutsal doğruluğunu değerlendirmek için üç boyutlu hacimsel ölçüm yapılan az sayıda çalışma bulunmaktadır (4, 83).

D'Antò ve ark. (4) çalışmalarında şeffaf plak ataşmanlarının doğruluğunu değerlendirmek için Geomagic Control X yazılımı ile ataşmanların hacimsel ölçümlerini yapmışlardır. Üç farklı viskoziteye sahip kompozitin kullanıldığı çalışmada ortodontik tedavi için kullanılan orta viskoziteli kompozit grubunun düşük viskoziteli kompozit grubuna göre daha fazla taşma miktarı gösterdiği bulunmuştur.

Ayrıca oluşturulan ataşmanların hacimleri aynı ataşmanın sanal plan ile oluşturulan ataşman hacmi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan hacimsel karşılaştırmaya göre test edilen tüm kompozit rezinler tarafından ataşmanların düzgün bir şekilde oluşturulduğu ve gruplar arasında hiçbir farkın olmadığı sonucuna varılmıştır. Chen ve ark.'nın (83) yaptıkları benzer bir çalışmada Filtek Z350XT, Filtek Z350XT Flowable ve SonicFill kompozitlerinin yerleştirme doğruluğunu Geomagic Control X yazılımını kullanarak karşılaştırmışlardır. Filtek Z350XT Flowable kompozit grubu planlanan ve diş yüzeyinde oluşturulan ataşmanlar arasındaki uyum açısından diğer 2 kompozite göre daha fazla hacimsel değişim ve 3 boyutlu sapma sergilemiştir.

Çalışmamızda akışkan ve katı kompozitten oluşturduğumuz 2 grubumuz için “ataşman debonding *plier*” pensi ile ataşmanların uzaklaştırılması sonrası kalan kompoziti hem nicel (Geomagic Control X yazılımı) hem de nitel (ARI skorlaması) olarak değerlendirdik. Çalışmamızın nicel sonuçlarına göre akışkan kompozit rezin grubunda ortalama  $7,72 (0,49-9,83) \text{ mm}^3$ , katı kompozit rezin grubunda ortalama  $7,4 (0,26-10) \text{ mm}^3$  şeklinde hacimsel ataşman uzaklaştırma miktarı bulunmuştur. Nitel olarak akışkan kompozit rezin grubunda “0” skorlaması % 36,4 , “1” skorlaması % 36,4 ve “2” skorlaması %27,3 iken katı kompozit rezin grubunda “0” skorlaması % 31,8, “1” skorlaması %50 ve “2” skorlaması %18,2 olarak bulunmuştur. Her iki hacim değerlendirme yönteminde de gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre “ataşman debonding *plier*” pensi ile her iki kompozit tipinde total ataşman hacminin %50’sinden fazlası uzaklaştırılmış olup, sonuçlar kompozitin viskozitesinden etkilenmemiştir. Bu kapsamda klinik olarak “ataşman debonding *plier*” pensinin hem akışkan hem de katı kompozit tipinde ataşman sökülümünde aynı düzeyde etkiye sahip olduğunu ve her iki kompozit tipinin hekimin tercihinine göre seçilebilir olabileceğini düşünmekteyiz.

Şeffaf plak tedavilerinin debonding aşamasında, geleneksel sabit tedavilerin debonding aşamasında oluşan kompozit rezin partiküllerine oranla daha fazla partikül oluşmaktadır. Eliades ve ark.'nın (21) çalışmalarında bahsettiği gibi kompozitlerin uzaklaştırılması sürecinde çıkan partiküllerin sağlığa olan zararlı etkilerinden dolayı biz de çalışmamızda debonding amacıyla her bir kompozit rezin grubu için alt grupların birisinde “ataşman debonding *plier*” pensini kullanmayı tercih ettik.

Debonding pensi ile ataşmanların büyük bir kısmının uzaklaştırılabiliyor olması bitim aşamasında oluşabilecek kompozit partikül miktarını önemli derecede azaltabilir ve klinik kapsamda hekim açısından büyük bir avantaj sağlayabilir. Bu uygulamanın şeffaf plak tedavilerinin debonding aşamasında hem hastanın hem de debonding uygulamasını yapan hekimin sağlığını korumaya yönelik önemli bir adım olduğunu ve rutin olarak debonding aşamasına eklenmesi gerektiğine inanmaktayız.

### **5.2.3. Mine Yüzey Pürüzlülüğünün ve Morfolojik Değişiminin Tartışılması**

Çalışmamızda oluşturulan 4 farklı grup değerlendirildiğinde bütün gruplarda başlangıç aşamasındaki (T0) pürüzlülük değerine göre debonding sonrası (T1) pürüzlülük değeri artmıştır. Polisaj aşamasından sonra (T2) gruplarda pürüzlülük değeri debonding sonrasındaki (T1) pürüzlülük değerine göre azalmıştır. Ancak başlangıç pürüzlülük değerinden daha yüksek pürüzlülük değeri göstermiştir. Gruplar arası karşılaştırmaya baktığımızda birçok parametreye göre debonding işleminden sonra fiberglass yöntemi uygulanan gruplarda daha pürüzsüz mine yüzeyi oluşmuştur. Gruplar arası karşılaştırmada polisaj aşamasında (T1'den T2'ye olan değişim) uygulanan yöntemler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu da bize polisaj işleminde seçilecek yöntemden ziyade debonding aşamasında tercih edilecek yöntemin daha önemli olduğunu göstermektedir. Karbit frez-renew taşı uygulaması yapılan örneklerde (Grup B) farklı kompozit rezin grupları (Grup 1B ve Grup 2B) arasında Sa (T1-T0) parametresindeki fark 0,559  $\mu\text{m}$  olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu sonuç katı kompozitler ile yapılan ataşmanların debonding sonrasında pürüzlülük miktarında daha fazla artışa sebep olabileceğini düşündürmektedir. Bu konu ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Doddavarapu ve ark.'nın (15) yürüttükleri çalışmada kompozit (Transbond XT, 3M Unitek, Monrovia, CA) ve rezin cam iyonomer siman (GC Fuji Ortho LC, Tokyo, Japonya) kullanılarak bondingi yapılan dişlerin debonding sonrası mine yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi atomik kuvvet mikroskobu ile yapılmıştır. Ra, Rq ve Rmax pürüzlülük değerleri T1 (bonding öncesi) ve T2 (debonding ve polisaj uygulamalarından sonra) aşamalarında ölçülmüştür. Her iki grupta da kalıntı kompozitlerin uzaklaştırılması düşük hızda 12 bıçaklı tungsten karbit frez kullanılarak

gerçekleştirilmiştir. Kompozit uygulanan grupta her 3 pürüzlülük parametresi daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışma ile bizim çalışmamızın benzer yanı dayanıklılığı fazla olan rezinlerin diş yüzeyinden uzaklaştırılması sonrasında diş yüzey pürüzlülüğünün artabilecek olmasıdır. Bizim çalışmamızda akışkan (Grup 1) ve katı kompozit (Grup 2) ile hazırlanmış ataşmanların debonding işleminde tungsten karbit frez (Grup1B - Grup 2B) yöntemi kullanıldıktan sonra yapılan pürüzlülük ölçümlerinde Sa (T1-T0) parametresine bakıldığında Grup 2B’de başlangıç durumuna göre daha fazla pürüzlülük artışı bulunmuştur. Katı kompozitlerde doldurucu partikül içerikleri yüksek olduğundan viskoziteleri daha yüksek ve dayanıklılıkları daha fazladır (85). Bu sebepten dolayı katı kompozitler ile oluşturulan ataşmanların debonding işleminde artık kompozit rezinler uzaklaştırılırken diş yüzeyine daha fazla kuvvet uygulanması ve daha fazla temas gerekebilir. Bundan dolayı çalışmamızda katı kompozit ile hazırlanmış olan ataşmanların debonding işlemi sonrasında daha pürüzlü bir mine yüzeyi oluşmuş olabilir. Tek bir parametrede gördüğümüz bu durum ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca çalışmamızda başlangıç yüzey pürüzlülük (T0) değeri ile polisaj sonrası (T2) oluşan yüzey pürüzlülük değer farkı akışkan kompozit kullanılan gruplarda katı kompozit kullanılan gruplara göre anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur. Debonding aşamasından sonra yüzeyde kompozit kalmadığı için bu konuda kompozit faktörüne bağlı bir yorum yapmanın klinik olarak anlamlı olmadığını düşünmekteyiz.

Karan ve ark.’nın (102) çalışmasında braketlerin sökümü sonrası 2 farklı debonding prosedürü uygulanmış ve mine yüzey pürüzlülüğü AFM yöntemi ile bonding öncesi (T0) ve artık kompozitin uzaklaştırılması sonrasında (T1) ölçülmüştür. Grup 1’de 8 bıçaklı tungsten karbit frez ve Grup 2’de fiber destekli kompozit frez uygulanmış ve tungsten karbit frez fiber destekli kompozit freze kıyasla mine yüzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde pürüzlülüğü daha fazla arttırmıştır (102). Bizim çalışmamızda benzer şekilde fiber destekli kompozit frez ve tungsten karbit frez debonding yöntemlerini içermektedir. Grup 1A (beyaz ve mavi fiberglass) ve Grup 1B (12 ve 24 bıçaklı tungsten karbit frez-renew taşı) karşılaştırmasında Ra (T1-T0), Rq (T1-T0) ve Sa (T1-T0) parametreleri arasındaki farklar sırasıyla 0,069 (0,023-0,115)  $\mu\text{m}$ , 0,068 (0,009-0,128)  $\mu\text{m}$  ve 0,653 (0,140-1,167)  $\mu\text{m}$  olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Katı kompozit uygulanan örnekler

için Grup 2A ve Grup 2B karşılaştırmasında Ra (T1-T0), Sa (T1-T0) ve Sq (T1-T0) parametreleri arasındaki farklar sırasıyla 0,067 (0,021-0,113)  $\mu\text{m}$ , 0,067 (0,021-0,113)  $\mu\text{m}$  ve 0,664 (0,034-1,293)  $\mu\text{m}$  olup istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Bu değişimler Grup 2B’de Grup 2A’ya, Grup 1B’de Grup 1A’ya göre anlamlı olarak fazla saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Çalışmamızın sonuçlarına göre debonding işlemi sonrasındaki mine yüzey pürüzlülük ölçüm sonuçları Karan ve ark.’nın (102) çalışması ile uyumlu bulunmuştur.

Tenorio ve ark. (9) braketlerin sökümü sonrası uygulanan debonding yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında 18 bıçaklı tungsten karbit frez, fiberglass frez, polimer frez ve debonding işlemi uygulanacak dişin 60 sn boyunca etil alkolde bekletilmesinin ardından polimer frez uyguladıkları 4 farklı grup oluşturmuşlardır. Mine yüzey pürüzlülüğü SEM ve profilometre ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre polimer frezler, fiberglass ve karbit frezlere göre daha yüksek mine yüzey pürüzlülüğüne neden olmuştur. Pomza ile polisaj işlemi öncesi fiberglass grubu tungsten karbit frez grubundan daha düşük mine pürüzlülüğü sağlarken, polisaj sonrası gruplar arasında bir fark görülmemiştir. Araştırmacılar tarafından ileriki çalışmalarda mine yüzey topografisinin incelenmesi ve mine yüzey pürüzlülüğünün daha iyi değerlendirilebilmesi için 3 boyutlu analizlerin yapılmasının faydalı olacağı vurgulanmıştır. Bu çalışmanın sonucu bizim çalışmamızın sonucu ile uyumludur. Ayrıca bu çalışmada belirtilen 3 boyutlu analizlerin yapılmasının faydalı olacağı önerisi bizim çalışmamızda uygulanarak 3 boyutlu optik profilometre ve Mikro-BT yöntemleri kullanılarak mine yüzey topografisinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Her iki debonding yönteminde kalıntı kompozit rezinin uzaklaştırılmasından sonra başlangıç mine yüzey pürüzlülüğü artmıştır. İki debonding yöntemi aralarında karşılaştırıldığında, mine yüzey pürüzlülük artışı tungsten karbit frez (Grup 1B-Grup 2B) uygulanan gruplarda fiberglass uygulanan gruplara (Grup 1A-Grup 2A) kıyasla istatistiksel olarak fazla bulunmuştur ve polisaj sonrası gruplar arasında Ra parametresi haricinde diğer tüm parametrelerde bir fark görülmemiştir. Ancak Ra parametresi için Tenorio ve ark.’nın aksine çalışmamızda mavi fiberglass ile polisaj yapılan 1A grubu, renew taşı ile polisaj yapılan 1B grubuna göre anlamlı olacak şekilde daha pürüzsüz yapı sergilemiştir.

Ruiz ve ark.'nın (141) çalışmalarında şeffaf plak tedavilerinde kullanılan ataşmanların debondingi için iki farklı yöntem değerlendirilmiştir. Ataşmanların debondingi için grupların birisinde tungsten karbit frez ve diğerinde tungsten karbit frez ile ataşmanın fazla kısmı uzaklaştırıldıktan sonra Stainbuster frez kullanılmıştır. Debonding sonrasında mine yüzeyinin pürüzlülük değişimini değerlendirmek için SEM ve temassız 3 boyutlu pürüzlülük ve morfoloji ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ra ve Rz parametrelerinde karbit frez kullanılmış grupta, karbit frez uygulaması sonrası Stainbuster frez kullanılan gruba oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yaklaşık iki katı fazla olacak şekilde pürüzlülük değeri ölçülmüştür. Bu çalışmanın mine yüzey pürüzlülük sonuçları bizim çalışmamızın sonuçları ile uyumludur. Çalışmamızda farklı olarak 3 farklı zaman dönemindeki (T1-T0, T2-T1, T2-T0) pürüzlülük ölçüm değişiklikleri değerlendirilmiş ve polisaj aşamasının debonding sonrası mine yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca bizim çalışmamızda mine yüzeyindeki topografik değişikliği ölçebilmek için Mikro-BT yöntemi kullanılmış ve fiberglass kullanılacak gruplarda zaman dezavantajını ortadan kaldırmak için ataşman debonding pensi kullanılmıştır.

Thawaba ve ark. (100) in-vitro olarak yaptıkları çalışmalarında 72 adet premolar dişin mine yüzeyindeki artık adezivin uzaklaştırılması için üç farklı debonding yöntemi olarak zirkonyum frez, 12 bıçaklı tungsten karbit frez ve beyaz taş kullanmışlardır. Her grupta kompozitin uzaklaştırılmasının ardından orta, ince ve süper ince Sof-Lex disklerle hafif ila orta basınçta 15-20 saniye boyunca polisaj yapılmıştır. Mine yüzeyindeki değişiklikler SEM ve kontak profilometre ile değerlendirilmiştir. Profilometre ile yüzey pürüzlülük ölçümü bonding öncesi, debonding sonrası ve polisaj işleminden sonra olacak şekilde 3 aşamada yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre zirkonyum frez en düşük mine yüzey pürüzlülüğü ve en az mine hasarına neden olan ve orta derecede zaman alan bir yaklaşım olarak düşünülmüştür. Beyaz taş grubu ise en az zaman alıcı yöntem olmasına rağmen mine yüzeyinde en fazla pürüzlülüğe neden olan yöntem olarak bulunmuştur. Aynı zamanda mine yüzeyinde geri dönüşümü olmayan hasarlar oluşturmuştur. Çalışmanın sonucuna göre polisaj adımının debonding prosedüründe gerekli bir aşama olduğu belirtilmiştir.

Yassasei ve ark. (20) çalışmalarında düşük hızlı el aleti ile kullanılan 12 bıçaklı karbit frez, yüksek hızlı el aleti ile kullanılan 12 bıçaklı karbit frez ve zirkonyum frezi içerecek şekilde 3 farklı debonding yöntemini karşılaştırmışlardır. Uygulanan yöntemlerin diş rengine ve mine yüzeyine olan etkilerini değerlendirmişlerdir. Mine yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için SEM yöntemi kullanılmıştır. Zirkonyum frez debonding işleminden sonra en pürüzsüz mine yüzeyi sağlamıştır. Ayrıca tedavi süresince dişlerde oluşan renklenmeleri gidererek en yüksek renk değişikliğini sağlamış ve daha beyaz bir mine yüzeyi oluşturmuştur. Bu çalışmanın sonuçları Erdur (145) ve Arbutina'nın (146) kompozit frez ile tungsten karbit frezi karşılaştırdığı ve kompozit frezin daha pürüzsüz bir mine yüzeyi sağladığını bildirilen çalışma sonuçları ile uyumludur.

Özer ve ark'nın (147) çalışmasında mine debondingi için farklı el aleti hızlarında tungsten karbit frez, fiberglass frez ve Sof-Lex diskleri kullanılmış ve mine yüzeyi kontak profilometre ile değerlendirilmiştir. Pürüzlülük parametresi olarak bakılan Ra, Rq, Rt değerleri debonding prosedürlerinin tamamı için artmıştır. Uygulamalar arasında Sof-Lex grubunda mine yüzeyi eski durumuna en yakın hale getirilebilmiştir. Fiberglass frezler de uygulanabilir diğer bir yöntem olarak belirtilmiştir. Çalışmada fiberglass frezlerin dezavantajı olarak maliyeti vurgulanmıştır.

Shah ve ark. (106) çalışmalarında dört farklı artık kompozit uzaklaştırma ve polisaj sistemini kullanarak işlem sonrası mine yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmeyi ve karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Her bir grup 22 premolar dişten oluşmakla birlikte birinci grupta One Gloss sistemi (Shofu Dental Corporation, Japan), ikinci grupta Enhance bitirme ve Pogo polisaj sistemi (Dentsply, Milford, USA), üçüncü grupta fiber destekli Stainbuster frez (Abrasive Technology Inc., Lewis Centre, Ohio), dördüncü grupta Sof-Lex disk ve tekerlek (3 M ESPE, St. Paul, MN, USA) kullanılmıştır. Mine yüzeyindeki değişiklikler için elektron mikroskobu ve kontak profilometre kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Stainbuster frez, doğal mineye en yakın ve en pürüzsüz mine yüzeyini oluşturmuştur. Bu sonucu polisaj sonrası ortalama pürüzlülük (Ra) değerine göre Enhance sistemi, One gloss sistemi ve Sof-Lex disk ve tekerlek izlemiştir. Polisaj sonrası maksimum pürüzlülük yüksekliği (Rt) ve ortalama

pürüzlülük derinliği (Rz) Stainbuster grubunda en az, Sof-Lex disk ve tekerlek grubunda ise en yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada aynı zamanda bizim sonuçlarımıza benzer şekilde tüm debonding yöntemlerinde polisaj sonrası pürüzlülük değerleri başlangıç pürüzlülük değerlerine yaklaşmış ancak yine de fazla değerler göstermiştir. Bu sonuçlar bizim sonuçlarımızda da gördüğümüz gibi mine yüzeyinin tamamen eski haline dönemeyeceğini vurgulamaktadır.

Almudhi ve ark.'nın (19) yaptıkları çalışmada yedi farklı yöntem (Stainbuster frez, elmas frez, karbit frez, OneGloss sistemi, Sof-Lex sistemi, Enhance bitirme ve PoGo polisaj kiti ve renew polisaj sistemleri) kullanılmıştır. Mine yüzeyi, üç boyutlu temassız optik profilometre kullanılarak braketleme öncesi ve artık kompozitin çıkarılmasından sonra pürüzlülük için ölçülmüştür. Kullanılan yöntemler en yüksek pürüzlülük değerinden en az pürüzlülük değerine doğru sırasıyla Renew elmas frez (4,716  $\mu\text{m}$ ), Enhance frez (1,773  $\mu\text{m}$ ), karbit frez (1,585  $\mu\text{m}$ ), Renew bitirme sistemi (1,349  $\mu\text{m}$ ), OneGloss sistemi (1,023  $\mu\text{m}$ ), Stainbuster (1,005  $\mu\text{m}$ ) ve Sof-Lex (0,760  $\mu\text{m}$ ) şeklinde bulunmuştur. Bununla birlikte, Sof-Lex sistemi uygulanan grupta daha fazla zaman tüketimi ve ısı üretimi oluşmuştur. İn-vitro olarak yapılan bu çalışmada kullanılan yöntemlerden hiçbiri mine yüzeyini işlem öncesindeki haline geri döndürememiştir.

Yukarıdaki çalışmaların (19, 20, 100, 106, 147) sonuçları ile bizim çalışmamızın sonuçları benzer bulunmuştur. Fiber destekli kompozit (fiberglass) frez uygulamasında tungsten karbit frez uygulamasına kıyasla daha az mine yüzey pürüzlülüğüne neden olunmuştur. Bizim klinik gözlemimiz de fiberglass yönteminin dış yüzeyinde gözle görülebilir bir fark ile daha pürüzsüz bir mine yüzeyi oluşturması şeklindedir. Çalışmamızda polisaj aşamasında (T1'den T2'ye olan değişim) yüzey pürüzlülüğü bakımından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Thawaba ve ark. (100)'nın çalışmalarında belirtildiği gibi biz de ortodontik tedavilerin bitim aşamasında debondingten sonra polisaj adımının eklenmesi gerektiğini düşünmekteyiz. Ayrıca Vercelino ve ark. (136), Melvin ve ark. (103) ve Ryf ve ark.'nın (18) yaptıkları çalışmaların sonuçlarına bakıldığında kullanılacak olan debonding yöntemine polisaj aşamasında kullanılacak yöntemden daha fazla dikkat edilmelidir. Bu yorum bizim çalışmamızın sonuçları ile uyumludur. Çalışmamızda polisaj aşamasında kullanılan

yöntemin türünden bağımsız olarak debonding sonrası artan yüzey pürüzlülük miktarı başlangıç mine yüzey pürüzlülük durumuna yaklaşmaktadır.

Thys ve ark. (108) yaptıkları in-vitro bir çalışmada braketlerin uzaklaştırılma işleminden sonra kalan adezivi 24 bıçaklı karbit frez ile uzaklaştırmışlardır. Bu işlemden sonra polisaj aşaması için kullandıkları 4 farklı yöntemin mine yüzeyine etkisini karşılaştırmışlardır. Grup 1’de Enhance (Dentsply, Milford, ABD), Grup 2’de Fiberglass (TDV, Pomerode, Brezilya), Grup 3’te DU10CA-Ortho (Dian Fong Industrial, Shenzhen, Çin) ve Grup 4’te Sof-Lex Pop-On (3M ESPE, Seefeld, Almanya) yöntemleri uygulanmıştır. Pürüzlülük bonding işlemi öncesi ve kalıntı adezivin tamamen çıkarılmasından sonra ölçülmüştür. Kalıntı adezivin çıkarılmasından sonra ve polisaj işleminden sonra her gruptan bir örnek üzerinde SEM analizi yapılmıştır. Tüm yöntemlerde bir miktar mine hasarı meydana gelmiştir. En düşük pürüzlülük DU10CA-Ortho ve Sof-Lex Pop-On gruplarında ölçülmüştür. Bunun sebebi olarak bu iki uygulamada polisaj sisteminin çoklu basamağa sahip olmasından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmüştür. Bu sebepten dolayı daha fazla polisaj adımını içeren sistemlerin dış yüzeyinde daha fazla aşınmaya yol açtığını ve dolayısıyla pürüzlülüğü azalttığını öne sürmüşlerdir. Bu çalışmaya benzer bir sonuç Can-Karabulut ve ark. (148) tarafından Sof-Lex grubunun fiberglass grubundan daha düşük yüzey pürüzlülük değeri gösterdiği çalışmalarında bulunmuştur.

Thys ve ark.’nın güncel çalışmalarının (108) sonuçlarına göre debonding sonrası daha pürüzsüz bir mine yüzeyi oluşuyorken, mine yüzeyinde daha fazla aşınma oluyor mu sorusunu cevaplayabilmek için çalışmamıza Mikro-BT ölçüm yöntemini ekledik ve daha fazla pürüzlülük görmeyi beklediğimiz katı kompozit grubunda (Grup 2) bu ölçümleri gerçekleştirdik.

Literatürde bulunan Mikro-BT yöntemi ile debonding sonrası mine yapısını inceleyen tek çalışma olan Cesur ve ark.’nın (12) yaptıkları çalışmada 1. grupta metal braketler ve 2. grupta seramik braketler kullanılmıştır. Oluşturulan iki ana grup 3 alt gruba ayrılmıştır. Alt gruplarda sırasıyla 8 bıçaklı karbit frez ile pomza uygulaması, fiber destekli stainbuster kompozit frez ile Detartrine patı uygulaması ve en kalından inceye doğru Sof-Lex disk uygulaması yapılmıştır. Mikro-BT ölçüm yöntemi ile mineral yoğunluğu, demineralizasyon hacmi, demineralizasyon alanı ölçülmüştür.

Çalışmanın sonuçlarına göre tungsten karbit frez ile pomza uygulaması yapılan grupta en büyük hasar oluşturulmuştur. Metal braket gruplarında debonding işleminden sonra, kompozit frezler ve ardından polisaj patları veya Sof-Lex diskler kullanılarak rezin uzaklaştırılması en iyi mine yüzeyi korumasını sağladığı bulunmuştur. Seramik braketlerde debonding işleminden sonra, Sof-Lex disk uygulanan grupta en uygun kompozit çıkarma yöntemi olacağı gösterilmiştir.

Bizim çalışmamızın sonuçları Cesur ve ark.'nın (12) yaptıkları çalışmanın sonuçlarından farklı bulunmuştur. Gruplar arası karşılaştırmada Grup 2A'da demineralizasyon hacim değişimi ortancası  $0,49 \text{ mm}^3$  olup, Grup 2B'de gözlenen demineralizasyon hacim ölçüm ortancasına ( $0,30 \text{ mm}^3$ ) göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde fazla değer göstermiştir ( $p=0,006$ ). Grup 2A'da demineralizasyon alan değişimi ortancası  $0,52 \text{ mm}^2$  olup, Grup 2B'de gözlenen demineralizasyon alan ölçüm ortancasına ( $0,19 \text{ mm}^2$ ) göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur ( $p=0,005$ ). Çalışmamızda Grup 2A'da (debonding pensi ile ataşman sökümünden sonrası beyaz fiberglass-mavi fiberglass) demineralizasyon alan ve hacim değişimi Grup 2B'ye (12 bıçaklı karbit frez sonrası 24 bıçaklı karbit frez-renew taşı) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde fazla değer göstermiştir. Mineral densisite değişimi Grup 2A'da  $-0,05 \pm 0,03 \text{ gr/cm}^3$  ve Grup 2B'de  $-0,07 \pm 0,04 \text{ gr/cm}^3$  olup her iki grupta istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). Her iki grupta mine yüzeyine bir zarar geldiği görülmektedir. Ancak bizim çalışmamızda mineral densisite değişimi bakımından Cesur ve ark.'nın (12) çalışmasından farklı olarak (T1-T0) bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Sonuçlarımıza baktığımızda Grup 2A'da Ra (T1-T0), Sa (T1-T0) ve Sq (T1-T0) pürüzlülük parametrelerindeki değişim Grup 2B ile kıyaslandığında anlamlı olarak az bulunmuştur. Mikro-BT sonuçlarımıza baktığımızda ise Grup 2A'da demineralizasyon hacim ve alan değişimi Grup 2B'de gözlenen değişimler ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı şekilde fazla bulunmuştur. Mine kalınlığının  $1500 \mu\text{m}$  ile  $2000 \mu\text{m}$  arasında değiştiği belirtilmiş ve florürün en yüksek konsantrasyonunun minenin kalınlığının ilk  $20 \mu\text{m}$ 'sinde olduğu ve  $20 \mu\text{m}$ 'den sonra büyük ölçüde azaldığı bildirilmiştir (149, 150). Bu sebepten dolayı hekimler debonding işleminden sonra mine kaybının miktarı az olsa da kalıcı hasar meydana

getirebileceğinin farkında olmalıdır (150). Suliman ve ark.'nın (150) çalışmalarında demineralizasyon derinliğinin klinik olarak daha önemli bir ölçüm olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda demineralizasyon derinliği bakımından Grup 2A ve Grup 2B arasında anlamlı bir fark bulunmamış olsa da her iki yöntemde mine yüzeyindeki kayıplar mikron düzeyinde oldukça yüksek değerler göstermiştir. Mine yüzeyindeki değişimleri değerlendirdiğimiz iki yöntemin ölçüm sonuçlarına baktığımızda fiberglass yöntemi ile daha pürüzsüz bir mine yüzeyi oluşturulurken daha fazla mine kaybına sebep olabileceğini düşünmekteyiz. Bu konu ile ilgili az sayıda çalışma olduğu için daha doğru yorumlar yapabilmek adına daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

Ağız içi faktörler kompozitin bağlanma kuvvetini etkileyebileceğinden debonding sonrası oluşacak mine hasarını da değiştirebilir (150). Çalışmamızın in-vitro dizaynı bir çalışma olması sebebiyle tükürük, sıcaklık, pH gibi ağız içi faktörler dikkate alınmadığından sonuçlar daha dikkatli yorumlanmalıdır.

## 6. SONUÇLAR

Bu in-vitro çalışmada farklı viskoziteye sahip kompozit rezinler (Grup 1: GC Universal Injectable ve Grup 2: GC Genial Restoratif) ile premolar dişler üzerinde oluşturulmuş ataşmanlar 2 farklı debonding yöntemi (A: fiberglass, B: 12 ve 24 bıçaklı tungsten karbit frez) kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Ra, Rq, Rt, Rz, Sa, Sq, St ve Sz parametreleri kullanılarak dişlerin başlangıç, debonding sonrası ve polisaj sonrası yüzey pürüzlülükleri 3 boyutlu optik profilometre ile değerlendirilmiştir. Debonding ve polisaj aşamalarında harcanan toplam süre hesaplanmıştır. Mine yüzeyindeki topografik değişikliklerin değerlendirilmesi için Mikro-BT yöntemi kullanılmış ve mine mineral densitesi, demineralizasyon hacmi, demineralizasyon alanı ve demineralizasyon derinliği değişimleri (başlangıçtan polisaj sonrasına olan değişim) incelenmiştir. 2 farklı viskoziteye sahip kompozit ataşmanların “ataşman debonding *plier*” pensi ile sökümü sonrası ataşman hacim kaybı nitel olarak ARI skorlaması ile, nicel olarak Geomagic Control X yazılımı ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara dayanarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1) Çalışmamızın sonuçlarına göre farklı viskoziteye sahip kompozit rezinler ile oluşturulan ataşmanların debonding ve polisaj işlemleri için harcanan çalışma süreleri ve ataşmanların debonding pensi ile sökülmesinin ardından hacim değişimleri bakımından farklılık olmadığı yönündeki geçersiz hipotez kabul edilmiştir. Farklı debonding yöntemleri arasında mine yüzey pürüzlülüğü ve mine yüzey morfolojisindeki değişiklikler bakımından bir farklılık olmadığı yönündeki geçersiz hipotez ise reddedilmiştir.

2) Debonding süresi bakımından gruplar arası (Grup 1A, Grup 1B, Grup 2A, Grup 2B) karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

3) Grup 1A (akışkan kompozit) ve Grup 2A’da (katı kompozit) “ataşman debonding *plier*” pensi kullanımından sonra uzaklaştırılan ataşman hacim farkı için nicel ve nitel ölçümlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

4) “Ataşman debonding *plier*” pensinin kullanılması sonrası ataşmanların %50’sinden fazlasının uzaklaştırılması şeffaf plak tedavilerinin debonding aşamasında etrafa yayılabilecek partikül miktarında önemli bir azalma sağlayacaktır.

5) Katı kompozit rezinin kullanıldığı Grup 2A’da demineralizasyon hacim ve alan değişimi, Grup 2B’deki ölçümlere göre anlamlı olacak şekilde daha yüksek bulunmuştur.

6) Katı kompozit rezinin kullanıldığı Grup 2A ve Grup 2B için debonding ve polisaj işleminden sonra mineral densite kaybı oluşmuş ancak iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

7) Farklı viskoziteye sahip kompozit rezinden yapılmış ataşmanların sökümü için uygulanan iki farklı debonding tekniğinde başlangıç pürüzlülük değeri (T0) debonding sonrasında (T1) artmış ve polisaj işlemi sonrasında (T2) azalmıştır ve başlangıç pürüzlülük değerine yaklaşmıştır.

8) Kompozit türü ne olursa olsun debonding aşaması sonrasında (T1) başlangıç pürüzlülük değerine göre fiberglass yönteminde karbit frez yöntemine göre daha az pürüzlülük artışı görülmüştür. Sonrasında uygulanan polisaj aşaması için (T2-T1) iki uygulama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

9) Akışkan (Grup 1) ve katı kompozit (Grup 2) ile hazırlanmış ataşmanların debonding işleminde tungsten karbit frez (Grup 1B-Grup 2B) yöntemi kullanıldıktan sonra yapılan pürüzlülük ölçümlerinde Sa (T1-T0) parametresine bakıldığında Grup 2B’de başlangıç durumuna göre daha fazla pürüzlülük artışı bulunmuştur.

10) Yöntem ne olursa olsun debonding prosedürü sonrası mine yüzeyinde pürüzlülük artmaktadır. Bu sebepten dolayı mutlaka polisaj aşaması bitim aşamasına eklenmelidir.

11) Mine yüzeyindeki Mikro-BT değişimlerine baktığımızda fiberglass yöntemi ile daha pürüzsüz bir mine yüzeyi oluşturulurken daha fazla mine kaybı olduğu görülmüştür.

## 7. KAYNAKLAR

1. Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian dental journal*. 2017;62:58-62.
2. Tai S. Clear aligner technique: ChinaEs; 2022.
3. Ho C-T, Huang Y-T, Chao C-W, Huang T-H, Kao C-T. Effects of different aligner materials and attachments on orthodontic behavior. *Journal of Dental Sciences*. 2021;16(3):1001-9.
4. D'Antò V, Muraglie S, Castellano B, Candida E, Sfondrini MF, Scribante A, et al. Influence of dental composite viscosity in attachment reproduction: an experimental in vitro study. *Materials*. 2019;12(23):4001.
5. Mantovani E, Castroflorio E, Rossini G, Garino F, Cugliari G, Deregibus A, et al. Scanning electron microscopy analysis of aligner fitting on anchorage attachments. *JOURNAL OF OROFACIAL ORTHOPEDICS*. 2019;80(2):79-87.
6. Roche PA. A simple technique for placing Invisalign attachments. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 2008;42(10):594.
7. Bayne SC, Thompson JY, Swift Jr EJ, Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *The Journal of the American Dental Association*. 1998;129(5):567-77.
8. Choi KK, Ferracane JL, Hilton TJ, Charlton D. Properties of packable dental composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2000;12(4):216-26.
9. Tenório KCS, Feres MFN, Tanaka CJ, Augusto MKM, Rodrigues JA, da Silva HDP, et al. In vitro evaluation of enamel surface roughness and morphology after orthodontic debonding: Traditional cleanup systems versus polymer bur. *International Orthodontics*. 2020;18(3):546-54.
10. Shah P, Sharma P, Goje SK, Kanzariya N, Parikh M. Comparative evaluation of enamel surface roughness after debonding using four finishing and polishing systems for residual resin removal—an in vitro study. *Progress in Orthodontics*. 2019;20(1):1-10.
11. Janiszewska-Olszowska J, Tandecka K, Szatkiewicz T, Stępień P, Sporniak-Tutak K, Grocholewicz K. Three-dimensional analysis of enamel surface alteration resulting from orthodontic clean-up—comparison of three different tools. *BMC Oral Health*. 2015;15(1):1-7.
12. Cesur E, Arslan C, Orhan AI, Bilecenoğlu B, Orhan K. Effect of different resin removal methods on enamel after metal and ceramic bracket debonding: An in vitro micro-computed tomography study. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2022;83(3):157-71.

13. Olejniczak AJ, Grine FE. Assessment of the accuracy of dental enamel thickness measurements using microfocal X-ray computed tomography. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology: An Official Publication of the American Association of Anatomists*. 2006;288(3):263-75.
14. Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *The European Journal of Orthodontics*. 2004;26(3):333-8.
15. Doddavarapu S, Brahmani K, Singaraju GS, Priyanka JY, Reddy GV, Mandava P, et al. A Comparative Evaluation of Enamel Surface Roughness of Two Different Bonding Adhesives After Debonding With Atomic Force Microscopy. *Cureus*. 2022;14(11).
16. Iglesias A, Flores T, Moyano J, Artés M, Botella N, Gil J, et al. Enamel evaluation after debonding of fixed retention and polishing treatment with three different methods. *Materials*. 2023;16(6):2403.
17. Gorucu-Coskuner H, Atik E, Taner T. Tooth color change due to different etching and debonding procedures. *The Angle Orthodontist*. 2018;88(6):779-84.
18. Ryf S, Flury S, Palaniappan S, Lussi A, Van Meerbeek B, Zimmerli B. Enamel loss and adhesive remnants following bracket removal and various clean-up procedures in vitro. *The European Journal of Orthodontics*. 2012;34(1):25-32.
19. Almudhi A, Aldeeri A, Aloraini AAA, Alomar AIM, Alqudairi MSM, Alzahrani OAA, et al. Comparison of Enamel Surface Integrity after De-Bracketing as Affected by Seven Different Orthodontic Residual Cement Removal Systems. *Diagnostics*. 2023;13(20):3284.
20. Yassaei S, Joshan N, Abdolahy S, Abadi AHR. Comparative evaluation of three methods of adhesive remnant removal after orthodontic bracket debonding. *Dental Press J Orthod*. 2023;27:e2220352.
21. Eliades T, Papageorgiou SN, Ireland AJ. The Use of Attachments in Aligner Treatment: Analyzing the ‘Innovation’ of Expanding the Use of Acid Etching-Mediated Bonding of Composites to Enamel and Its Consequences. *Debonding and Fixed Retention in Orthodontics: An Evidence-Based Clinical Guide*. 2023:185-204.
22. Ritter AV. *Sturdevant's art & science of operative dentistry-e-book*: Elsevier Health Sciences; 2017.
23. Hu JC-C, Chun Y-HP, Al Hazzazzi T, Simmer JP. Enamel formation and amelogenesis imperfecta. *Cells Tissues Organs*. 2007;186(1):78-85.
24. MIHU CM, DUDEA D, BOCŞA B. Tooth enamel, the result of the relationship between matrix proteins and hydroxyapatite crystals. *Applied Medical Informatics*. 2008;23(3, 4):68-72.
25. Varga S, Spalj S, Lapter Varga M, Anic Milosevic S, Mestrovic S, Slaj M. Maximum voluntary molar bite force in subjects with normal occlusion. *The European Journal of Orthodontics*. 2011;33(4):427-33.

26. Díaz C, Swartz M. Debonding a new ceramic bracket: a clinical study. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 2004;38(8):442-5.
27. Pascon T. Associação do Diabetes Mellitus Gestacional com os Defeitos de Desenvolvimento de Esmalte na Dentição da Criança. 2017.
28. Habelitz S, Marshall S, Marshall Jr G, Balooch M. Mechanical properties of human dental enamel on the nanometre scale. *Archives of Oral Biology*. 2001;46(2):173-83.
29. Atik E, Ciğer S. Ortodontik bonding işleminde self-etch primer ve konvansiyonel asit-etch tekniklerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2014;24(3).
30. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of dental research*. 1955;34(6):849-53.
31. Weckmann J, Scharf S, Graf I, Schwarze J, Keilig L, Bourauel C, et al. Influence of attachment bonding protocol on precision of the attachment in aligner treatments. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2020;81(1).
32. Tai S. Clear aligner technique. (No Title). 2018.
33. Aboush Y, Tareen A, Elderton R. Resin-to-enamel bonds: effect of cleaning the enamel surface with prophylaxis pastes containing fluoride or oil. *British dental journal*. 1991;171(7):207-9.
34. Zachrisson B, Usumez S. Buyukyilmaz. Bonding in orthodontics. *Orthodontics: Current Principles and techniques Missouri: Mosby*. 2012:727-84.
35. Graber LW, Vanarsdall RL, Vig K, Huang GJ. *Orthodontics-e-book: current principles and techniques*. St Louis, Missouri: Elsevier Health Sciences. 2016.
36. Huang GJ, Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KW. *Orthodontics-E-Book: current principles and techniques: Elsevier Health Sciences; 2016*.
37. Reisner KR, Levitt HL, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: a comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;111(4):366-73.
38. Wilson A, Prosser H, Powis D. Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. *Journal of dental research*. 1983;62(5):590-2.
39. Pus MD, Way DC. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *American journal of orthodontics*. 1980;77(3):269-83.
40. Ogaard B. , Enamel effects during bonding-debonding and treatment with fixed appliances. *Risk management in orthodontics: experts' guide to malpractice*. 2004.
41. Alkan Ö, Çöven BO, Özçopur B, Kazancı F, Kaya Y, Aydoğan C, et al. Effects of ozone and prophylactic antimicrobial applications on shear bond strength of orthodontic brackets. *Turkish journal of orthodontics*. 2017;30(4):101.

42. Keim RG, Gottlieb EL, Vogels 3rd DS, Vogels PB. 2014 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 2014;48(10):607-30.
43. Yetkiner E, Ozcan M, Wegehaupt FJ, Wiegand A, Eden E, Attin T. Effect of a low-viscosity adhesive resin on the adhesion of metal brackets to enamel etched with hydrochloric or phosphoric acid combined with conventional adhesives. *J Adhes Dent*. 2013;15(6):575-81.
44. Maijer R, Smith D. Corrosion of orthodontic bracket bases. *American Journal of Orthodontics*. 1982;81(1):43-8.
45. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *American journal of orthodontics*. 1984;85(4):333-40.
46. Bishara SE, Fehr DE, editors. *Ceramic brackets: something old, something new, a review*. *Seminars in orthodontics*; 1997: Elsevier.
47. Farquhar RB. Direct bonding comparing a polyacrylic acid and a phosphoric acid technique. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1986;90(3):187-94.
48. Read M, Ferguson J, Watts D. Direct bonding: crystal growth as an alternative to acid-etching? *The European Journal of Orthodontics*. 1986;8(2):118-22.
49. Sayinsu K, Isik F, Sezen S, Aydemir B. Effect of blood and saliva contamination on bond strength of brackets bonded with a protective liquid polish and a light-cured adhesive. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;131(3):391-4.
50. Øgaard B, Fjeld M, editors. *The enamel surface and bonding in orthodontics*. *Seminars in orthodontics*; 2010: Elsevier.
51. Lou T, Mair A. *An historical overview of clear aligner therapy the evolution of clear aligners*. Oral Health Group. 2020.
52. Kesling HD. The philosophy of the tooth positioning appliance. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*. 1945;31(6):297-304.
53. Nahoum HI. The vacuum formed dental contour appliance. *NY State Dent J*. 1964;9:385-90.
54. RJ. P. Invisible retainers. . *Am J Orthod* 1971.
55. JJ S. Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. *J Clin Orthod*. 1993;27:37-45.
56. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *The Angle Orthodontist*. 2015;85(5):881-9.
57. Beers A, Choi W, Pavlovskaja E. Computer-assisted treatment planning and analysis. *Orthodontics & craniofacial research*. 2003;6:117-25.

58. Martorelli M, Gerbino S, Giudice M, Ausiello P. A comparison between customized clear and removable orthodontic appliances manufactured using RP and CNC techniques. *Dental Materials*. 2013;29(2):e1-e10.
59. Cuperus AMR, Harms MC, Rangel FA, Bronkhorst EM, Schols JG, Breuning KH. Dental models made with an intraoral scanner: a validation study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012;142(3):308-13.
60. Barone S, Paoli A, Razionale AV, Savignano R. Computational design and engineering of polymeric orthodontic aligners. *International journal for numerical methods in biomedical engineering*. 2017;33(8):e2839.
61. Djeu G, Shelton C, Maganzini A. Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2005;128(3):292-8.
62. Ziuchkovski JP, Fields HW, Johnston WM, Lindsey DT. Assessment of perceived orthodontic appliance attractiveness. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(4):S68-S78.
63. Miethke R-R, Brauner K. A Comparison of the periodontal health of patients during treatment with the Invisalign system and with fixed lingual appliances. *Journal of orofacial orthopedics= Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*. 2007;68(3):223-31.
64. Feinberg KB. Translucency, stain resistance and hardness of composites used for invisalign attachments: The University of Alabama at Birmingham; 2015.
65. Kandhan G. Clear aligners in orthodontic tooth movement: A conceptual review. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*. 2022;10(4):40-3.
66. Kuncio D, Maganzini A, Shelton C, Freeman K. Invisalign and traditional orthodontic treatment postretention outcomes compared using the American Board of Orthodontics objective grading system. *The Angle Orthodontist*. 2007;77(5):864-9.
67. Zheng M, Liu R, Ni Z, Yu Z. Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & craniofacial research*. 2017;20(3):127-33.
68. Morton J, Derakhshan M, Kaza S, Li C, editors. Design of the Invisalign system performance. *Seminars in orthodontics*; 2017: Elsevier.
69. Savignano R, Valentino R, Razionale A, Michelotti A, Barone S, D'anto V. Biomechanical effects of different auxiliary-aligner designs for the extrusion of an upper central incisor: a finite element analysis. *Journal of Healthcare Engineering*. 2019;2019.
70. Nanda R, Castroflorio T, Garino F, Ojima K. Principles and Biomechanics of Aligner Treatment-E-Book: Elsevier Health Sciences; 2021.
71. Dasy H, Dasy A, Asatrian G, Rózsa N, Lee H-F, Kwak JH. Effects of variable attachment shapes and aligner material on aligner retention. *The Angle Orthodontist*. 2015;85(6):934-40.

72. Hennessy J, Al-Awadhi EA. Clear aligners generations and orthodontic tooth movement. *Journal of orthodontics*. 2016;43(1):68-76.
73. Elkholy F, Mikhael B, Repky S, Schmidt F, Lapatki BG. Effect of different attachment geometries on the mechanical load exerted by PET-G aligners during derotation of mandibular canines: An in vitro study. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopadie*. 2019;80(6).
74. Simon M, Keilig L, Schwarze J, Jung BA, Bourauel C. Treatment outcome and efficacy of an aligner technique—regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. *BMC oral health*. 2014;14:1-7.
75. Schupp W, Haubrich J, Neumann I. Class II correction with the Invisalign system. *J Clin Orthod*. 2010;44(1):28-35.
76. Higley LB. Anchorage in orthodontics. *American Journal of Orthodontics*. 1960;46(6):456-65.
77. Jia L, Wang C, Li L, He Y, Wang C, Song J, et al. The effects of lingual buttons, precision cuts, and patient-specific attachments during maxillary molar distalization with clear aligners: Comparison of finite element analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2023;163(1):e1-e12.
78. ULUAKAY M, Hüseyin İ, YAMANEL K, ARHUN N. Kompozit rezinler ve polimerizasyon büzülmesi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*. 2011;5(2):895-902.
79. Burgess J, Norling B, Rawls H, Ong J. Directly placed esthetic restorative materials--the continuum. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*. 1996;17(8):731-2, 4 passim; quiz 48.
80. Bellocchio AM, Portelli M, Ciraolo L, Ciancio E, Militi A, Peditto M, et al. Evaluation of the Clinical Variables Affecting Attachment Reproduction Accuracy during Clear Aligner Therapy. *Materials*. 2023;16(20):6811.
81. Valeri C, Aloisio A, Mummolo S, Quinzi V. Performance of rigid and soft transfer templates using viscous and fluid resin-based composites in the attachment bonding process of clear aligners. *International Journal of Dentistry*. 2022;2022.
82. Barreda GJ, Dzierewianko EA, Muñoz KA, Piccoli GI. Surface wear of resin composites used for Invisalign® attachments. *Acta odontologica latinoamericana: AOL*. 2017;30(2).
83. Chen W, Qian L, Qian Y, Zhang Z, Wen X. Comparative study of three composite materials in bonding attachments for clear aligners. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2021;24(4):520-7.
84. Kircelli BH, Kilinc DD, Karaman A, Sadry S, Gonul EY, Gögen H. Comparison of the bond strength of five different composites used in the production of clear aligner attachments. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. 2023;124(6):101481.
85. GÖKÇE K. Kompozit restorasyonlarda son gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2005;2005(3):52-60.

86. Reynolds I. A review of direct orthodontic bonding. *British journal of orthodontics*. 1975;2(3):171-8.
87. Chen H-Y, Su M-Z, Chang H-FF, Chen Y-J, Lan W-H, Lin C-P. Effects of different debonding techniques on the debonding forces and failure modes of ceramic brackets in simulated clinical set-ups. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;132(5):680-6.
88. Mahdi HA, Ghaib NH, Saloom APDHF. Evaluation of enamel surface damage after debonding using three different pliers" An in vitro study". *Mustansiria Dental Journal*. 2011;8(3):281-7.
89. Sadri K, Shayan AM, Behroozian A, Fathi P. Comparison of the Direction of Enamel Microcracks in Five Different Debonding Methods: An in Vitro Study. *Iranian Journal of Orthodontics*. 2021;16(1):1-6.
90. Gibas-Stanek M, Pihut M. Safe debonding of fixed appliances: a comparison of traditional techniques and lodi devices on different bracket types in terms of enamel cracks, site of bond failure, and bracket reusability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(19):10267.
91. Eliades T, Katsaros C. Debonding and Fixed Retention in Orthodontics.
92. Janiszewska-Olszowska J, Tomkowski R, Tandecka K, Stepien P, Szatkiewicz T, Sporniak-Tutak K, et al. Effect of orthodontic debonding and residual adhesive removal on 3D enamel microroughness. *PeerJ*. 2016;4:e2558.
93. Eminkahyagil N, Arman A, Çetinşahin A, Karabulut E. Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *The Angle Orthodontist*. 2006;76(2):314-21.
94. Se B. Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;98:145-53.
95. ÖZBEK A, AKSOY A. ORTODONTİDE DEBONDİNG YÖNTEMLERİ. *Black Sea Journal of Health Science*. 2018;1(2):40-5.
96. KV K. Orthodontic bracket removal using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss, and time requirements. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1993;103:258-66.
97. Webb BJ, Koch J, Hagan JL, Ballard RW, Armbruster PC. Enamel surface roughness of preferred debonding and polishing protocols. *Journal of orthodontics*. 2016;43(1):39-46.
98. Grazioli G, Hardan L, Bourgi R, Nakanishi L, Amm E, Zarow M, et al. Residual adhesive removal methods for rebonding of debonded orthodontic metal brackets: systematic review and meta-analysis. *Materials*. 2021;14(20):6120.
99. after Debonding ESR. Enamel surface roughness after debonding: a comparative study using three different burs. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2018;19(5):521-6.
100. Thawaba AA, Albelasy NF, Elsherbini AM, Hafez AM. Evaluation of enamel roughness after orthodontic debonding and clean-up procedures using zirconia,

- tungsten carbide, and white stone burs: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):478.
101. Guess PC, Kuliš A, Witkowski S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub JR. Shear bond strengths between different zirconia cores and veneering ceramics and their susceptibility to thermocycling. *Dental materials*. 2008;24(11):1556-67.
  102. Karan S, Kircelli BH, Tasdelen B. Enamel surface roughness after debonding: comparison of two different burs. *The Angle Orthodontist*. 2010;80(6):1081-8.
  103. Melvin EA, Yu Q, Xu X, Laird CG, Armbruster PC, Ballard RW. A comparison of traditional orthodontic polishing systems with composite polishing systems following orthodontic debonding. *The Saudi Dental Journal*. 2021;33(8):877-83.
  104. Atabek D, Bani M, Öztaş N, Ekçi ES. The effect of various polishing systems on the surface roughness of composite resins. *Acta Odontologica Turcica*. 2016;33(2).
  105. Singh S, Mandlik J, Kanyal K, Jadhav A, Handa A. An in-vitro evaluation of effect of three finishing and polishing systems on the surface of nanofilled composite resin. *IJCE*. 2016;1(2):37-41.
  106. Shah P, Sharma P, Goje SK, Kanzariya N, Parikh M. Comparative evaluation of enamel surface roughness after debonding using four finishing and polishing systems for residual resin removal—an in vitro study. *Progress in orthodontics*. 2019;20:1-10.
  107. Ahrari F, Akbari M, Akbari J, Dabiri G. Enamel surface roughness after debonding of orthodontic brackets and various clean-up techniques. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*. 2013;10(1):82.
  108. Thys DG, Martins FRP, Cardinal L, Ribeiro GLU. In vitro enamel surface roughness analysis of 4 methods for removal of remaining orthodontic adhesive after bracket debonding. *The Angle Orthodontist*. 2023;93(2):213-21.
  109. Paradella TC, Bottino MA. Scanning Electron Microscopy in modern dentistry research. *Brazilian Dental Science*. 2012;15(2):43-8.
  110. Bozzola JJ, Russell LD. *Electron microscopy: principles and techniques for biologists*: Jones & Bartlett Learning; 1999.
  111. Hayat MA. *Principles and Techniques of Scanning Electron Microscopy: Biological Applications*; Edited by MA Hayat: Van Nostrand Reinhold; 1974.
  112. Koretsi V, Chatzigianni A, Sidiropoulou S. Enamel roughness and incidence of caries after interproximal enamel reduction: a systematic review. *Orthodontics & craniofacial research*. 2014;17(1):1-13.
  113. Mehmet A. Nanoparçacıkların ölçme ve inceleme teknikleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 2018;11(1):63-9.


114. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2007;18:155-63.
115. Tholt B, Miranda-Júnior WG, Prioli R, Thompson J, Oda M. Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Operative dentistry*. 2006;31(4):442-9.
116. Marshall Jr G, Balooch M, Gallagher R, Gansky S, Marshall S. Mechanical properties of the dentinoenamel junction: AFM studies of nanohardness, elastic modulus, and fracture. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials and The Japanese Society for Biomaterials*. 2001;54(1):87-95.
117. Mohebi S, Shafiee H-A, Ameli N. Evaluation of enamel surface roughness after orthodontic bracket debonding with atomic force microscopy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017;151(3):521-7.
118. Yun J-P, Chang S-P, Xie T-B, Zhang L-L, Hu G-Y. A novel contact and non-contact hybrid profilometer. *Precision engineering*. 2009;33(2):202-8.
119. Paepegaey A-M, Barker ML, Bartlett DW, Mistry M, West NX, Hellin N, et al. Measuring enamel erosion: a comparative study of contact profilometry, non-contact profilometry and confocal laser scanning microscopy. *Dental Materials*. 2013;29(12):1265-72.
120. ÇÖKÜK DN. TAM SERAMİK SİSTEMLERİNE UYGULANAN FARKLI POLİSAJ METOTLARININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2009;2009(2):98-104.
121. ŞAHİN C, Gülay U. CAD/CAM BLOKLARDAN ELDE EDİLEN RESTORASYONLARDA BİTİM İŞLEMLERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE VE SİTOKSİSİTEYE ETKİSİ. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2020;30(4):633-8.
122. Yamikoğlu ND, Sakarya RE. Test methods used in the evaluation of the structure features of the restorative materials: a literature review. *Journal of Materials Research and Technology*. 2020;9(5):9720-34.
123. Ekici Ö, Aslantaş K, Kanık Ö, Keleş A. Evaluation of surface roughness after root resection: An optical profilometer study. *Microscopy Research and Technique*. 2021;84(4):828-36.
124. Ferreira FG, Nouer DF, Silva NP, Garbui IU, Correr-Sobrinho L, Nouer PR. Qualitative and quantitative evaluation of human dental enamel after bracket debonding: a noncontact three-dimensional optical profilometry analysis. *Clinical oral investigations*. 2014;18:1853-64.
125. Eichenberger M, Iliadi A, Koletsi D, Eliades G, Verna C, Eliades T. Enamel surface roughness after lingual bracket debonding: an in vitro study. *Materials*. 2019;12(24):4196.


126. Katsigialou N, Sifakakis I, Zinelis S, Papageorgiou SN, Eliades T. Manual and mechanical stripping-induced enamel roughness and elemental composition in vivo. *European Journal of Orthodontics*. 2023;45(3):250-7.
127. Rodriguez JM, Curtis RV, Bartlett DW. Surface roughness of impression materials and dental stones scanned by non-contacting laser profilometry. *Dental materials*. 2009;25(4):500-5.
128. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *International journal of oral science*. 2009;1(4):177-88.
129. Keilig L, Fittgen A, Schneider H, Sifa R, Schwarze J, Bourauel C, et al. Accuracy of Digital Orthodontic Treatment Planning: Assessing Aligner-Directed Tooth Movements and Exploring Inherent Intramaxillary Side Effects. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(8):2298.
130. Li Q, Yang K. Loss of attachments in patients during orthodontic therapy with clear aligners: a prospective clinical study. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2024;27(2):244-50.
131. Helvatjoglu-Antoniades M, Papadogiannis Y, Lakes R, Dionysopoulos P, Papadogiannis D. Dynamic and static elastic moduli of packable and flowable composite resins and their development after initial photo curing. *Dental Materials*. 2006;22(5):450-9.
132. Lin S, Huang L, Li J, Wen J, Mei L, Xu H, et al. Assessment of preparation time and 1-year Invisalign aligner attachment survival using flowable and packable composites: A split-mouth clinical study. *The Angle Orthodontist*. 2021;91(5):583-9.
133. Zarrinnia K, Eid N, Kehoe M. The effect of different debonding techniques on the enamel surface: an in vitro qualitative study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(3):284-93.
134. Yadav J, Yadav M, Khan DU, Grover N. Feasibility of Different Methods after Debonding of Orthodontic Brackets: An In Vivo Study. *International Journal of Dental and Medical Specialty*. 2019;6(1):4-8.
135. Ghaleb L, Al-Worafi NA, Thawaba A, Abdulqader AA, Alkamel A, Abdo Y, et al. Evaluation of enamel surface integrity after orthodontic bracket debonding: comparison of three different system. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):358.
136. Pinzan-Vercelino CRM, Costa ACS, Gurgel JA, Freitas KMS. Comparison of enamel surface roughness and color alteration after bracket debonding and polishing with 2 systems: A split-mouth clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2021;160(5):686-94.
137. Sigilião LCF, Marquezan M, Elias CN, Ruellas AC, Sant'Anna EF. Efficiency of different protocols for enamel clean-up after bracket debonding: an in vitro study. *Dental Press J Orthod*. 2015;20:78-85.
138. Vidor MM, Felix RP, Marchioro EM, Hahn L. Enamel surface evaluation after bracket debonding and different resin removal methods. *Dental Press J Orthod*. 2015;20:61-7.

139. Shafiee HA, Mohebi S, Ameli N, Omidvar R, Akbarzadeh A. Enamel surface roughness after orthodontic bracket debonding and composite resin removal by two types of burs. 2015.
140. Ulusoy Ç. Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding. *Journal of Applied Oral Science*. 2009;17:209-15.
141. Ruiz JL, Finger WJ, Sasazaki H, Komatsu M. Removal of Invisalign retention attachments: a new minimally invasive method. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*. 2009;30(9):634-6, 8, 40 passim.
142. Mohamed JP, Kommi PB, Kumar MS, Kumar AN. Evaluating the type of light transmittance in mono crystalline, poly crystalline and sapphire brackets-An invitro spectrofluorometer study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2016;10(8):ZC18.
143. Yadav J, Yadav M, Khan DU, Grover N. An in vivo Study of the Feasibility of Different Methods after Debonding of Orthodontic Brackets. *New Frontiers in Medicine and Medical Research*. 2021:28.
144. Bennett C, Shen C, Waldron J. The effects of debonding on the enamel surface. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1984;18(5):330-4.
145. Erdur EA, Akın M, Cime L, İleri Z. Evaluation of enamel surface roughness after various finishing techniques for debonding of orthodontic brackets. *Turkish Journal of Orthodontics*. 2016;29(1):1.
146. Arbutina A, Arapović-Savić M, Umićević-Davidović M, Kuzmanović-Radman I, Nedeljković N, Glišić B. Evaluation of enamel surface after bracket debonding and adhesive removal with six different methods. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*. 2020;148(7-8):404-9.
147. Özer T, Başaran G, Kama JD. Surface roughness of the restored enamel after orthodontic treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2010;137(3):368-74.
148. Can-Karabulut DC, Ozyurt P, Gurbuz A, Gullu A. Usage of fiber-reinforced resin instruments in interproximal surfaces. *European Journal of Dentistry*. 2008;2(02):096-101.
149. Hirasuna KA. Selective Removal of Residual Orthodontic Composite Using a Rapidly-Scanned CO2 Laser: UCSF; 2012.
150. Suliman SN, Trojan TM, Tantbiroj D, Versluis A. Enamel loss following ceramic bracket debonding: A quantitative analysis in vitro. *The Angle Orthodontist*. 2015;85(4):651-6.

## 8. EKLER

## Ek-1. Etik Kurul Onayı

Tarih: 31/07/2023 15:18  
 Sayı: E.16969337-030.01.04-  
 00002970877  
  
 00002970877



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

**KURUL KARARI**

OTURUM TARİHİ	OTURUM SAYISI	KARAR SAYISI
11.07.2023	2023/12	2023/12-37
Araştırma Numarası : GO 23/487		Değerlendirme Tarihi : 06.06.2023

Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Ezgi ATİK'in sorumlu araştırmacı olduğu, Dr. Kübra Hilal Türkoğlu BOYNUYOĞUN'un uzmanlık tezi olan, GO 23/487 kayıt numaralı "*Şeffaf Plak Ataşmanlarında Farklı Debonding Teknikleri Sonrası Mine Yüzeyinin 3 Boyutlu Olarak Değerlendirilmesi*" başlıklı araştırma önerisi gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 12 Temmuz 2023 - 12 Temmuz 2024 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur.**

Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

Prof. Dr. Nüket PAKSOY ERBAYDAR Kurul Başkanı	Prof. Dr. Güzide Burça AYDIN Kurul Üyesi	Prof. Dr. Mehmet Özgür UYANIK Kurul Üyesi	Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER Kurul Üyesi
Prof. Dr. Sibel PEHLİVAN Kurul Üyesi	Prof. Dr. Burcu Balam DOĞU Kurul Üyesi	Prof. Dr. Tolga YILDIRIM Kurul Üyesi	<b>İZİNLİ</b> Prof. Dr. Hande GÜNEY DENİZ Kurul Üyesi
Doç. Dr. Betül ÇELEBİ SALTIK Kurul Üyesi	Doç. Dr. Merve BATUK Kurul Üyesi	Doç. Dr. Gülten IŞIK KOÇ Kurul Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR Kurul Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Burcu Ersöz ALAN Kurul Üyesi	<b>İZİNLİ</b> Av. Buket ÇINAR Kurul Üyesi		

## Ek-2. Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Aydınlatılmış Onam Formu

### ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU (ERİŞKİN)

Hekimin Açıklaması

Çalışmanın Adı:

Sayın Katılımcılar;

Günümüzde şeffaf plak tedavisi güncel uygulanan bir ortodontik tedavi şeklidir. Şeffaf plak tedavisi sırasında plaklar; dişlere yapıştırılan, diş rengine yakın renkteki ataşman denilen çıkıntılar sayesinde dişlere kuvvet iletir ve hareket etmelerini sağlar. Bu ataşmanlar kompozit ajanlardan yapılır. Şeffaf plak ortodonti tekniğinde ataşmanların çıkartılması ve diş yüzeyinin polisajı için uygulanan farklı tipteki uygulamaların mine yüzeyindeki pürüzlülük değişikliklerini karşılaştırmak amacıyla çekilmiş dişler üzerinde “**Şeffaf plak ataşmanlarında farklı debonding teknikleri sonrası mine yüzeyinin 3 boyutlu olarak değerlendirilmesi**” isimli bir çalışma planlamaktayız. Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı’nda yürütülecektir. Şeffaf plak tedavi içerisinde uygulanan ataşmanların diş yüzeyinden temizlenmesi için farklı özelliklerde bitirme ve polisaj materyalleri hekimin tercihinə göre kullanılabilir. Çalışmanın amacı 2 farklı doldurucu ve viskoziteye sahip kompozit ile oluşturulmuş ataşmanların farklı debonding ve polisaj yöntemlerinin uygulanma sonrası mine yüzey pürüzlülüğünü 3 boyutlu temassız profilometre ile değerlendirmektir. Bunun yanında dişlerin yüzey özellikleri 3 boyutlu görüntüleme yöntemi kullanılarak değerlendirilecektir. Planladığımız çalışma hastalardan çekilen dişler üzerinde yürütülecektir. Bu amaçla diş eti problemi nedeni veya ortodontik tedavi amacı ile zaten çekilmesi planlanmış dişiniz, izniniz dahilinde çalışmamızda kullanılacaktır. Dişinizin çekimi sonrası herhangi bir şikâyet varlığında çekimi gerçekleştiren hekimden bilgi alabilirsiniz.

Araştırma sırasında kimlik bilgileriniz saklı tutularak başka amaçlarla kullanılmayacaktır. Bu çalışmanın yürütülmesi için size bir ödenek yapılmayacak ve sizden herhangi bir maddi katkıda bulunmanız istenmeyecektir. Bu çalışmaya

katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahiptir.

Araştırmaya katılmanız gönüllülük esasına dayalıdır. Önceden çekilmiş olan dişleriniz üzerinde yapılan ölçümler sayesinde elde edilecek bilgiler gizli kalacaktır ve sadece araştırma amacıyla (veya "bilimsel amaçlar için") kullanılacaktır. Bu amaçların dişında bu kayıtlar kullanılmayacak ve başkalarına verilmeyecektir. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Size ait verilerin bu çalışmaya dahil edilmesini reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme hakkına sahiptir. Çalışma ile ilgili herhangi bir sorunuz olduğunda aşağıdaki kişilerle iletişim kurabilirsiniz:

Çalışma ile ilgili herhangi bir sorunuz olduğunda aşağıdaki kişilerle iletişim kurabilirsiniz:

Doç. Dr. Ezgi Atik, Dt. Kübra Hilal TÜRKOğLU BOYNUYOğUN

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A.D.

Tel:

Doç. Dr. Ezgi Atik Tel:

Dt. Kübra Hilal TÜRKOğLU BOYNUYOğUN Tel:

*Katılımcının/Hastanın Beyanı*

Sayın Doç. Dr. Ezgi ATİK ve Dt. Kübra Hilal TÜRKOĞLU BOYNUYOĞUN tarafından Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda yürütülecek olan tıbbi bir çalışma için Doç. Dr. Ezgi ATİK tarafından yukarıdaki bilgiler doğrultusunda bilgilendirilerek, zaten muayene sonucunda çekimine karar verilen dişimin bu çalışmada kullanılmasına izin veriyorum. Araştırma sırasında kimlik bilgilerimin saklı tutularak başka amaçlarla kullanılmayacağı konusunda bilgilendirildim. Bu çalışma için herhangi bir ödenek talebinde bulunmayacağım ve aynı şekilde çalışmanın yürütülmesi için herhangi bir maddi katkıda bulunmayacağım.

Çalışmaya katılmayı reddetmem durumunda şahsıma uygulanacak tedavilerde herhangi bir değişiklik olmayacağı tarafıma izah edildi. Bu çalışmaya katılımımın tamamen gönüllülük prensibine dayandığımı ve kararın tamamen şahsımın özgür iradesine bağlı olduğunun bilincindeyim.

Yapılan tüm açıklamaları net olarak anlamış bulunmaktayım. Çekim sonrası bir şikayetimin olması durumunda çekimi gerçekleştiren ilgili hekim ile çalışma ile ilgili bir sorunum veya sorum olduğu takdirde Doç. Dr. Ezgi ATİK ile yüz yüze ya da ..... numaralı telefonda istediğim zamanda görüşebileceğim konusunda bilgilendirildim. Bu bilgiler ışığında hakkında bilgilendirildiğim bilimsel çalışmaya katılmayı gönüllülükle ve kendi isteğim ile hiçbir baskı yapılmaksızın kabul ediyorum. İmzalı bu belgenin bir kopyası tarafıma verilecektir.

## ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU (VELİ)

### (Hasta Grubu)

#### (Hekimin Açıklaması)

Günümüzde şeffaf plak tedavisi güncel uygulanan bir ortodontik tedavi şeklidir. Şeffaf plak tedavisi sırasında plaklar; dişlere yapıştırılan, diş rengine yakın renkteki ataşman denilen çıkıntılar sayesinde dişlere kuvvet iletir ve hareket etmelerini sağlar. Bu ataşmanlar kompozit ajanlardan yapılır. Şeffaf plak ortodonti tekniğinde ataşmanların çıkartılması ve diş yüzeyinin polisajı amacıyla kullanılan farklı tipteki uygulama yöntemlerinin dişlerdeki mine yüzeyi pürüzlülüğünü karşılaştırmak amacıyla çekilmiş dişler üzerinde “**Şeffaf plak ataşmanlarında farklı debonding teknikleri sonrası mine yüzeyinin 3 boyutlu olarak değerlendirilmesi**” isimli bir çalışma planlamaktayız. Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı’nda yürütülecektir. Şeffaf plak tedavi içerisinde uygulanan ataşmanların diş yüzeyinden temizlenmesi için farklı özelliklerde bitirme ve polisaj materyalleri hekimin tercihinə göre kullanılabilir. Çalışmanın amacı 2 farklı doldurucu ve viskoziteye sahip kompozit ile oluşturulmuş ataşmanların farklı debonding ve polisaj yöntemlerinin uygulanma sonrası mine yüzey pürüzlülüğünü 3 boyutlu temassız profilometre ile değerlendirmektir. Bunun yanında dişlerin yüzey özellikleri 3 boyutlu görüntüleme yöntemi kullanılarak değerlendirilecektir. Planladığımız çalışma hastalardan çekilen dişler üzerinde yürütülecektir. Bu amaçla diş eti problemi nedeni veya ortodontik tedavi amacı ile zaten çekilmesi planlanmış dişiniz, izniniz dahilinde çalışmamızda kullanılacaktır. Çocuğunuzun dişinin çekimi sonrası herhangi bir şikâyet varlığında çekimi gerçekleştiren hekimden bilgi alabilirsiniz.

Araştırma sırasında çocuğunuzun kimlik bilgileri saklı tutularak başka amaçlarla kullanılmayacaktır. Bu çalışmanın yürütülmesi için size bir ödenek yapılmayacak ve sizden herhangi bir maddi katkı bulunmanız istenmeyecektir. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde çocuğunuza uygulanan tedavide herhangi bir

değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme hakkına da sahiptir.

Araştırmaya katılmanız gönüllülük esasına dayalıdır. Önceden çekilmiş olan çocuğunuzun dişleri üzerinde yapılan ölçümler sayesinde elde edilecek bilgiler gizli kalacaktır ve sadece araştırma amacıyla (veya "bilimsel amaçlar için") kullanılacaktır. Bu amaçların dışında bu kayıtlar kullanılmayacak ve başkalarına verilmeyecektir. Çocuğunuzla ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Çocuğunuza ait verilerin bu çalışmaya dahil edilmesini reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekme hakkına sahiptir. Çalışma ile ilgili herhangi bir sorunuz olduğunda aşağıdaki kişilerle iletişim kurabilirsiniz:

Doç. Dr. Ezgi Atik, Dt. Kübra Hilal TÜRKOĞLU BOYNUYOĞUN

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A.D.

Tel:

Doç. Dr. Ezgi Atik Tel:

Dt. Kübra Hilal TÜRKOĞLU BOYNUYOĞUN Tel:

*(Katılımcının/Hastanın Beyanı)*

Sayın Doç. Dr. Ezgi Atik ve Dt Kübra Hilal TÜRKOĞLU BOYNUYOĞUN tarafından Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırma için çocuğuma ait olan çekilmesi zaten ortodontik tedavi veya periodontal problemler nedeni ile planlanmış dişlerin kullanılması için davet edildik. Eğer çocuğum bu araştırmaya katılırsa hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebiliriz. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekilebileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim.) Ayrıca çocuğumun tıbbi durumuna herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalar ile ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılamayacaktır.

Araştırma sırasında bir sorum olduğunda; herhangi bir saatte, Doç. Dr. Ezgi Atik'i .....(iş) veya ..... (cep) no'lu telefonlardan ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı adresinden arayabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde çocuğumun "katılımcı" olarak yer alması kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyoruz. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

**Katılımcı (velisinin/ vasisinin 1)**

Adı, soyadı:

Adresi:

Tel:

Tarih:

İmza:

**Katılımcı (velisinin/ vasisinin 2)**

Adı, soyadı:

Adresi:

Tel:

Tarih:

İmza:

**Görüşme tanığı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

**Katılımcı ile görüşen hekim**

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel:

İmza

Tarih:

## ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇOCUK BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sevgili Kardeşim,

Benim adım Doç. Dr. Ezgi ATİK. Şeffaf plak tedavisinde plaklar; dişlere yapıştırılan, diş rengine yakın renkteki ataşman denilen çıkıntılar sayesinde kuvvet iletilmesini ve dişlerin hareket etmesini sağlarlar. Ataşmanların tedavi sonunda diş yüzeyinden temizlenmesi ve parlatılması için farklı özelliklerdeki materyaller hekimin tercihinine göre kullanılabilir. Araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz. Bu araştırmaya katılmanı öneriyoruz.

Araştırmayı ben, Dt. Kübra Hilal TÜRKOĞLU BOYNUYOĞUN, birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan, önce, senin ortodontik tedavinin bir parçası olarak önceden çekilmesi planlanmış küçük azı dişlerini kullanacağız. Bu dişler üzerinde gerekli tüm ölçümleri yapacağız ve elde edeceğimiz verileri çalışmamıza dahil edeceğiz. Bu araştırmanın sanaolumsuz yönde hiçbir etkisi yoktur.

Bu araştırmanın sonuçları, dişlere ataşmanların temizlenmesinde yöntemlerden hangisinin daha etkili olduğunu ortaya çıkarmak açısından yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz ama senin adını söylemeyeceğiz.

Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin.

Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da doktorlar muayene ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kağıtta yazıyor.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya lütfen adını ve soyadını yaz ve imzanı at.

İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Velisi/vasisi bulunduğum hastam doktoru tarafından aydınlatılmıştır.

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih: :

Velisinin adı, soyadı (Veli 1):

Velisinin imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı (Veli 2):

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştırıcının adı, soyadı, ünvanı: Doç. Dr. Ezgi ATİK

Adres: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı

Tel:

### Ek-3. Orijinallik Raporu

## ŞEFFAF PLAK ATAŞMANLARINDA FARKLI DEBONDİNG TEKNİKLERİ SONRASI MİNE YÜZEYİNİN 3 BOYUTLU OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

### ORJİNALLİK RAPORU

% <b>12</b> BENZERLİK ENDEKSİ	% <b>10</b> İNTERNET KAYNAKLARI	% <b>5</b> YAYINLAR	% <b>3</b> ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
----------------------------------	------------------------------------	------------------------	--------------------------------

### BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<a href="http://acikbilim.yok.gov.tr">acikbilim.yok.gov.tr</a> İnternet Kaynağı	% <b>3</b>
<b>2</b>	<a href="http://dergipark.org.tr">dergipark.org.tr</a> İnternet Kaynağı	% <b>2</b>
<b>3</b>	<a href="http://openaccess.hacettepe.edu.tr:8080">openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>4</b>	Submitted to Konya Necmettin Erbakan University Öğrenci Ödevi	<% <b>1</b>
<b>5</b>	<a href="http://docplayer.biz.tr">docplayer.biz.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>6</b>	<a href="http://docs.neu.edu.tr">docs.neu.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
<b>7</b>	Daniela Greenhalgh Thys, Fabiola Roberta Pizzolatti Martins, Lucas Cardinal, Gerson Luiz Ulema Ribeiro. "In vitro enamel surface roughness analysis of 4 methods for removal of remaining orthodontic adhesive after	<% <b>1</b>

## Ek-4. Dijital Makbuz



### Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen:	Kübra Hilal TÜRKÖĞLU BOYNUYOĞUN
Ödev başlığı:	ŞEFFAF PLAK ATAŞMANLARINDA FARKLI DEBONDİNG TEKNİK...
Gönderi başlığı:	ŞEFFAF PLAK ATAŞMANLARINDA FARKLI DEBONDİNG TEKNİK...
Dosya adı:	Hilal_T_RKO_LU.docx
Dosya boyut:	3.21 M
Sayfa sayısı:	85
Kelime sayısı:	20,176
Karakter sayısı:	140,515
Gönderim tarihi:	24-Haz-2024 13:12ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim numarası:	2407804397

#### 1. GİRİŞ

Özetle, bu çalışmada, farklı malzemelerin birleştirilmesiyle elde edilen, geleneksel malzeme yapısına göre daha dayanıklı ve daha kaliteli yapılar elde edilerek, bu yapıların kullanım alanları genişletilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, farklı malzemelerin birleştirilmesiyle elde edilen yapıların mekanik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada, farklı malzemelerin birleştirilmesiyle elde edilen yapıların mekanik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada, farklı malzemelerin birleştirilmesiyle elde edilen yapıların mekanik özellikleri araştırılmıştır.

Şeffaf plak teknolojilerinde kullanılan malzemelerin en yaygın olanı, polikarbonat (PC) ve akrilik (PMMA) malzemeleridir. Bu malzemelerin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada, farklı malzemelerin birleştirilmesiyle elde edilen yapıların mekanik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada, farklı malzemelerin birleştirilmesiyle elde edilen yapıların mekanik özellikleri araştırılmıştır.

Şeffaf plaklar, genellikle, mekanik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada, farklı malzemelerin birleştirilmesiyle elde edilen yapıların mekanik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada, farklı malzemelerin birleştirilmesiyle elde edilen yapıların mekanik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada, farklı malzemelerin birleştirilmesiyle elde edilen yapıların mekanik özellikleri araştırılmıştır.

Makale hakkında daha fazla bilgi için lütfen makaleyi (PDF) indiriniz veya makaleyi, makale profiline, makale sayfası ile ilgili (PDF) profiline veya makale sayfası