

T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**DEBONDİNG SONRASI MİNE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN OPTİK
PROFİLOMETRE İLE İNCELENMESİ**

Dt. Engin YILDIRAN

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ

ZONGULDAK

2017

T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DEBONDİNG SONRASI MİNE YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN OPTİK PROFİLOMETRE İLE İNCELENMESİ

Dt. Engin YILDIRAN

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ

ZONGULDAK

2017

KABUL VE ONAY:

'DEBONDİNG SONRASI MİNE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN OPTİK PROFİLOMETRE İLE İNCELENMESİ' başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Ortodonti Anabilim Dalı uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

06.10.2017

Başkan: Doç. Dr. Selma ELEKDAĞ TÜRK



Üye: Yrd. Doç. Dr. Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ



Üye: Yrd. Doç. Dr. Nurhat ÖZKALAYCI



ONAY:

Yukardaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tarih: 06.10.2017



Prof. Dr. Emre BODRUMLU

DEKAN ✓

ÖNSÖZ

Güncel ortodontik tedavilerde sıklıkla uygulanan mine yüzeyi temizleme işlemlerinin yeni yazılım destekli bilgisayar teknolojileri kullanılarak üç boyutlu biçimde detaylı olarak incelenmesinin yöntemlerimize katkıda bulunacağı düşünülmüştür. Bu amaçla en üst seviyede emek harcanılan uzmanlık eğitiminin araştırma konusu belirlenmiştir. Bu çalışma verilen emeğin bir karşılığıdır.

Tez çalışmamda planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Doç. Dr. Fethiye ÇAKMAK ÖZLÜ'ye,

Tez çalışmamda değerli katkılarının yanısıra bilgi ve tecrübelerini paylaşan Sayın Prof. Dr. Tamer TÜRK'e,

Uzmanlık süresince desteğini benden esirgemeyen Pamukkale Üniversitesi'nin değerli öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Osman Ufuk TAŞDEMİR'e,

Örneklerin hazırlanmasında ve çalışma aşamalarında değerli tecrübesi ile yanımda olan Sayın Dr. Fuat TOKALAK'a,

Analiz süresince her zaman yanımda olan Düzce Üniversitesi Bilimsel Teknik Uygulama ve Araştırma merkezi uzmanlarından Sayın Tayfun YARDIM'a,

Uzmanlık süresince değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak yol gösteren Sayın Yrd. Doç. Dr. Nurhat ÖZKALAYCI ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet Savaş KAYASAN'a,

Metal plakalarımızın hazırlanmasında büyük emekleri olan Kayseri Yüksel Torna ekibine, malzeme temininde Mahya Diş Deposu'na, Dentaurum ve Medifarm firmalarına teşekkür ederim.

Son olarak bu zorlu yolda bana güç veren eşim Seda YILDIRAN'a ve her konuda bana emek veren tüm aileme teşekkür ederim.

Engin YILDIRAN

Eylül 2017, ZONGULDAK

ÖZET

Engin Yıldırım, Debonding Sonrası Mine Yüzey Pürüzlülüğünün Optik Profilometre ile İncelenmesi, Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2017

Amaç: Bu tez çalışmasının amacı ortodontik adeziv uzaklaştırma tekniklerinin *in vitro* ortamda mine yüzeyine etkilerinin temassız üç boyutlu optik profilometre kullanılarak değerlendirilmesidir.

Materyal ve metot: Çalışmada 50 adet premolar diş kullanıldı. Dişler alçı kalıplara sabitlendikten sonra rasgele şekilde seçilerek 10'arlı gruplara ayrıldı. Tüm örneklerin mine yüzeylerine %37'lik fosforik asit 20 saniye süreyle uygulandı. Transbond XT yapıştırıcı ile yapıştırılan braketler Howe pensi kullanılarak uzaklaştırıldı. Gruplardaki artık rezin 8, 12 ve 30 bıçaklı tungsten karbit frez, Arkansas taşı ve fiber destekli kompozit bitirme frezi kullanılarak düşük devirde hava soğutması altında temizlendi. Örnekler PoGo polisaj lastikleri kullanılarak 20 saniye cilalandı. Tüm örneklerin yüzey özellikleri uygulama öncesi (T0), rezin temizliği sonrası (T1) ve cilalama sonrası (T2) optik profilometre (PhaseView ZeeScope) kullanılarak üç boyutlu görüntü elde edildi. Ayrıca tüm frezlerin artık rezin uzaklaştırma süreleri de hesaplandı.

Bulgular: Gruplar arası yüzey pürüzlülük parametrelerinde anlamlı bir fark yoktu. ($P \geq 0.05$). Ancak rezin temizleme hızları arasında gruplar arası anlamlı fark bulundu ($P \leq 0.01$). 12 bıçaklı tungsten karbit frez 9.05 (SD 0.58) saniye ile rezini en kısa sürede, Arkansas taşı 25.89 (SD 1.63) saniye ile rezini en uzun sürede mine yüzeyinden uzaklaştırdı.

Sonuç: Bu çalışmanın bulgularına göre, frezlerin mine yüzey pürüzlülüğüne etkileri arasında fark olmadığı, ancak rezin uzaklaştırması için harcanan sürelerin farklı oldukları ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Debonding; tungsten karbit frez; Arkansas taşı; fiber destekli kompozit frez; temassız üç boyutlu optik profilometre.

ABSTRACT

Engin Yıldırım, Evaluation of Enamel Surface Roughness After Debonding With Optical Profilometer. Bülent Ecevit University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, Speciality Thesis, Zonguldak, 2017.

Aim: The aim of this study is to evaluate the effects of different orthodontic adhesive removal techniques on the enamel surface *in vitro* using non-contact three-dimensional optical profilometry.

Material and Methods: 50 premolar teeth were used in the study. After the teeth were fixed in plaster molds, they were randomly selected and divided into 10 groups. 37% phosphoric acid was applied to enamel surfaces of all samples for 20 seconds. Brackets which were bonded with Transbond XT adhesive were removed using a Howe plier. Residual adhesive was removed with air cooling at low speed using 8, 12 and 30 fluted tungsten carbide burs, Arkansas stones and fiber re-inforced composite burs. The samples were polished for 20 seconds with PoGo micro-polishers and pumice with water. The surface characteristics of all samples were evaluated by the GetPhase (PhaseView) software program using optical profilometer (PhaseView ZeeScope) before application (T0), after resin removal (T1) and final polishing (T2). The time spent to remove the resin remnants for all burs was also evaluated.

Results: There were no significant differences in the surface roughness parameters among all groups ($P \geq 0.05$). There were statistically significant differences among the experimental groups ($P \leq 0.01$) for the time spent in removing the residual resin. The minimum time (9.05 ± 0.58 sec) was obtained when the 12-fluted TCB was used for residual removal; and the maximum time (25.89 ± 1.63 sec) was obtained when the Arkansas stone was used for resin removal.

Conclusion: According to the results of this study, there is no difference between the effects of the burs on the surface roughness of the enamel, however the time needed for resin removal is different.

Key Words: Debonding, tungsten carbide bur, Arkansas stone, fiber-reinforced composite bur, noncontact three-dimensional optical profilometer.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
TABLO DİZİNİ	xii
ŞEKİL DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Minenin Yapısı	2
2.2. Mineye Bağlanma ve Bonding Prosedürleri.....	4
2.2.1. Diş yüzeyinin temizlenmesi	4
2.2.2. Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi	5
2.2.2.1. Asitle pürüzlendirme	5
2.2.2.1.1. Asit türü, yoğunluğu ve uygulama süresi	5
2.2.2.2. Kendinden asitli primerler (SEP) ile pürüzlendirme.....	6
2.2.2.3. Mikro pürüzlendirme.....	7
2.2.2.4. Lazer ile pürüzlendirme.....	7
2.2.3. Ortodontik amaçla kullanılan yapıştırıcı siman ve kompozit rezinler	8
2.2.3.1. Simanlar	8
2.2.3.2. Poliasit modifiye kompozit rezinler (PMKR)	9
2.2.3.3. Kompozit rezinler.....	9
2.2.3.3.1. Kimyasal olarak aktive olan kompozit rezinler	9
2.2.3.3.2. Işıkla aktive olan kompozit rezinler	10
2.2.3.3.3. Nem ile aktive olan kompozit rezinler	10
2.3. Işık Kaynakları	10
2.3.1. Konvansiyonel ve hızlı halojen ışık kaynakları:	10
2.3.2. Argon lazerler	11
2.3.3. Plazma ark ışık kaynakları	11
2.3.4. Işık veren diyodlar (LED)	11

2.4. Debonding Yöntemleri	12
2.4.1. Braketlerin uzaklaştırılması	13
2.4.1.1. Braketlerin mekanik yöntemlerle uzaklaştırılması.....	13
2.4.1.2. Metal ve plastik braketlerin mekanik yöntemle uzaklaştırılması.....	13
2.4.1.3. Seramik braketlerin mekanik debonding ile uzaklaştırılması	14
2.4.2. Braketlerin elektrotermal yöntemle uzaklaştırılması	15
2.4.3. Braketlerin ultrasonik yöntemle uzaklaştırılması	15
2.4.4. Braketlerin lazerler ile uzaklaştırılması	16
2.5. Debonding Sonrası Mine Yüzeyinin Temizlenmesi.....	16
2.5.1. Ultrasonik temizleyiciler.....	17
2.5.2. Adeziv temizleyici pens ve küretler.....	17
2.5.3. Frezler	18
2.5.3.1. Paslanmaz çelik ve elmas frezler	18
2.5.3.2. Tungsten karbit frezler	18
2.5.3.3. Fiber destekli kompozit frez ve Arkansas taşı	19
2.5.3.4. Polisaj zımpara ve lastikleri	20
2.6. Mine Yüzeyini Değerlendirme Yöntemleri.....	20
2.6.1. Polarize ışık mikroskopisi (PLM).....	21
2.6.2. Mikroradyografi	21
2.6.3. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)	22
2.6.4. Optik koherens tomografi (OCT).....	23
2.6.5. Konfokal tarama lazer mikroskopisi (CSLM)	23
2.6.6. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM)	24
2.6.7. Yüzey profilometreleri.....	24
2.6.7.1. Kontak uç profilometresi.....	24
2.6.7.2. Temassız optik profilometreler	25
2.6.7.3. Lazer profilometreleri	25
3. GEREÇ VE YÖNTEM	27
3.1. Deneysel Materyal	27
3.2. Optik Profilometre	32
3.3. Optik profilometre incelemesi	34
3.4. İstatistiksel Yöntem	35

4. BULGULAR	37
4.1. Farklı Frez Tiplerine Ait Tanımlayıcı İstatistiksel Veriler	37
4.2. Farklı Frez Tiplerinin Gruplar Arası İstatistiksel Değerlendirilmesi ..	37
4.3. Farklı Frez Tiplerinin Grup İçi Karşılaştırmalarına Ait İstatistiksel Değerlendirmeler	38
4.3.1. Grup içi karşılaştırmada önemli bulunan parametrelerin karşılaştırılmasına ait istatistiksel değerlendirmeler	38
5. TARTIŞMA	55
5.1. Gereç ve Yöntemin Tartışılması.....	55
5.2. Sonuçların Tartışılması.....	62
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	70
7. KAYNAKLAR.....	72
8. EKLER	96
Ek 1. Etik Kurul Onayı	96
9. ÖZGEÇMİŞ	97

SİMGELER VE KISALTMALAR

Gpa	Gigapaskal
kg/mm ²	kilogram/milimetre kare
µm	Mikrometre
Mpa	Megapaskal
mW/cm ²	milliWatt/santimetre kare
mW	milliWatt
nm	Nanometre
P	Olasılık (probability)
%	Yüzde
*	P<0.05
**	P<0.01
***	P<0.001
Rpm	Revolutions per minute
Ra	Pürüzlülük profilinin mutlak değerlerinin aritmetik ortalaması
Rq	Pürüzlülük profilinin kare kök ortalamasıdır.
Rt:	Maksimum tepeden vadiye olan uzunluktur
Rz	Değerlendirme yüksekliği boyunca beş en yüksek tepenin ve en düşük vadinin ortalama mutlak değeri
Rsk	Profilin ortalama çizgi ile ilgili simetrisinin ölçümüdür.
Rku (Kurtozis)	Profil keskinliğinin (sharpness) ölçümü ve yüksekliklerin rastlantısal ölçümü
Sa	Piklerin yüksekliği ve vadilerin derinliklerin örneklenen alan için aritmetik ortalaması
Sq	Ortalama alana göre yükseklik dağılımı
St	Alandaki maksimum tepeden vadiye olan uzunluk
Sz	Örneklem alanı içindeki en büyük zirve yüksekliği ve en büyük çukur veya vadi derinliğinin toplamı
Ssk	Yüzey çizgilerinin ortalama çizgi ile ilgili simetri derecesi
Sku	Yükseklik dağılımının yayılımı
AFM	Atomik Force Microscope
ARI	Adhesive Remnant Index
BisGMA	Bisfenol A Glisid Dimetakrilat

CIS	Cam İyonomer Siman
CNC	Computer Numerical Control
CO ²	Carbon Dioxide
CSLM	Confocal Scanning Laser Microscope
Er:YAG	Erbium: Yttrium Aliminum Garnet
Er,Cr:YSGG	Erbium, Chromium: Yttrium Scandium Gallium Garnet
HEMA	Hidroksietil Metakrilat
LED	Light Emitting Diode
Nd: YAG	Neodmiyum Yttirium Aluminyum Garnet
OCT	Optical Light Tomography
PLM	Polarise Light Microscope
PMKR	Poliasit Modifiye Kompozit Rezin
RMCIS	Rezin Modifiye Cam İonomer Siman
SEM	Scaning Electron Microscope
SEP	Self Etching Primer
WLI	White Light Interferometry

TABLO DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1A: 8 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (Radlansky) kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler.	40
Tablo 1B: 12 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (Dentaurum) kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler.	41
Tablo 1C: Arkansas Taşı kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler.	42
Tablo 1D: Fiber Destekli Kompozit Frez kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler	43
Tablo 1E: 30 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (3M) kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler	44
Tablo 3: Resin temizliği sonrası (T1) yapılan ölçümlerinin gruplar arasında karşılaştırılmasına ilişkin bulgular.	46
Tablo 4: Polisaj işlemi sonrası (T2) yapılan ölçümlerinin gruplar arasında karşılaştırılmasına ilişkin bulgular.	47
Tablo 5: Debonding zamanının gruplar arasında karşılaştırılmasına ilişkin istatistiksel bulgular.....	48
Tablo 6: Debonding zamanının gruplar arasında karşılaştırılmasına ilişkin istatistiksel bulgular.....	48
Tablo 7: 8 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (Radlansky) kullanılan grupta uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasındaki (T2) yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.....	49

Tablo 8:	12 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (Dentaurum) kullanılan grupta uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasında (T2) yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.	50
Tablo 9:	Arkansas Taşı kullanılan grupta uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasında (T2) yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.....	51
Tablo 10:	Fiber Destekli Kompozit Frez kullanılan grupta uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasında (T2) yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.....	52
Tablo 11:	30 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (3M) kullanılan grupta uygulama öncesi(T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasında (T2) yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.....	53
Tablo 12:	Fiber Destekli Kompozit Frez kullanılan grupta Ssk parametresinin uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasında (T2) ölçümlerinin karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.....	54
Tablo 13:	30 bıçaklı Tungsten Karbit Frez kullanılan grupta Rsk parametresinin uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasında (T2) ölçümlerinin karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.	54

ŞEKİL DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1: Dişlerin ve metal plakanın alçıya yerleştirilmesi	28
Şekil 2: Transbond XT ile yapıştırılmış braketli dişe ait görüntü	29
Şekil 3: 8 bıçaklı tungsten karbit frez	30
Şekil 4: 12 bıçaklı tungsten karbit frez	30
Şekil 5: Arkansas taşı	31
Şekil 6: Fiber Destekli Kompozit Frez	31
Şekil 7: 30 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez	32
Şekil 8: PhaseView Zee Scope Compact 3D Dijital Optik Profilometre	33
Şekil 9: Optik profilometre ile analiz sonrası iki ve üç boyutlu görüntüler	33
Şekil 10: 1 No'lu dişe ait başlangıç yüzey profil parametreleri	34
Şekil 11: 1 No'lu dişe ait başlangıç alan parametreleri	35

1. GİRİŞ

Dentofasiyal yapılara kuvvet aktarılması suretiyle sabit ve hareketli apareylerin kullanılması modern ortodontik tedavinin bir parçasıdır. Bounocore'un (14) 1955 yılında mineyi fosforik asitle pürüzlendirme işlemini tanıttıktan sonra braketler bantlar olmadan kullanılabilmeğe başlanmıştır.

Günümüz ortodontik uygulamalarının büyük bir kısmını oluşturan sabit ortodontik aygıtların aktif tedavinin bitirilmesi sonrasında çıkartılması gerekmektedir. Bu amaçla uygulanan debonding işlemi, dişe yapışmış halde bulunan tüm ataçmanların ve adeziv artıklarının tedavi öncesi durumuna benzer şekilde, iatrojenik zarar verilmeksizin uzaklaştırılmasını içeren işlemler dizisi olarak tanımlanabilir. Bu amaçla uygulanan debonding işlemi doğru teknik temellere dayandırılmalıdır (18). Günümüze kadar yapılan *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarda, farklı braket söküm ve artık adeziv temizleme yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin klinik uygulama zamanı açısından verimlilikleri ve mine üzerine etkileri farklılıklar göstermiştir.

Diş hekimliği uygulamalarında hekimlerin birincil amacı hastaya zarar vermemek üzerine olmalıdır. Yanlış debonding teknikleri minede geri dönüşümü olmayan estetik problemler, diş hassasiyeti, artmış çürük riski, pulpa nekrozu, mine yüzeyinde çatlaklar, mine prizmalarında kırılmalar, diş yüzeyinde aşırı plak birikimi, dişeti irritasyonu ve diş yüzeyinde renklenmeler gibi hasarlara neden olabilir. Bu nedenle sağlam mine yapısının korunması ortodontik terapinin birincil amacını oluşturmaktadır (148).

Çalışmamızın amacını debonding işlemi sonrasında mine yüzeyi üzerindeki artık adezivlerin, farklı bıçak sayısı ve farklı yüzey özelliklerine sahip güncel frezlerle temizlenmesi ve parlatılması sonrasında temassız üç boyutlu optik profilometre cihazı kullanılarak değerlendirilmesi, bu sayede en doğru ve hızlı adeziv uzaklaştırma metodunun belirlenmesi ile hasta memnuniyetinin artırılması oluşturmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Minenin Yapısı

Sabit ortodontik aygıtlarla kuvvetin aktarıldığı mine, histolojik olarak incelendiğinde ektoderm olarak adlandırılan embriyolojik germ tabakasından oluşmaktadır. Dişin değişik bölgelerinde farklı oranlarda bulunan mine, dişin anatomik kronunu tamamen sarmaktadır. Minenin kalınlığı en fazla insizal ve oklüzal bölgelerde olup, sement birleşimine doğru kademeli olarak incelmektedir (1).

Kimyasal olarak mine, ağırlıkça %95-98, hacimce %86-92 inorganik materyal içeren yüksek oranda kristalize bir yapıdır. İnorganik yapının başlıca mineral içeriğini saf hidroksiapatit içeren kalsiyum fosfat kristalleri oluşturmaktadır (2). Ancak karbonat, sodyum, magnezyum, klor, potasyum, çinko, silisyum, stronsiyum ve florür gibi elementler bu saflığı kısmen de olsa seyreltmektedir (3, 4). Bu yüksek mineraller mineye sadece sertlik değil, aynı zamanda kırılma da sağlamaktadır. Mine sertlik derecesi Mohs sertlik skalasında 5, Youngs modülünde 83 GPA'dır (2). Hidroksiapatit kristallerinin bir araya gelmesiyle oluşan mine prizmaları, minenin ana yapısını meydana getirirler. Kristallerin farklı boyutlarda ve çok sayıda bulunması, yüzey enerjisini yükselterek mineye dayanıklılık ve yapısal kimlik kazandırır (5). Organik materyal ağırlıkça %1-2 ve hacimce %2-6 arasında bulunmakta, geri kalan kısmı oluşturan su, ağırlıkça %3-4, hacimce %12 oranında hidroksiapatit kristalleri arasında dağılmış halde bulunmaktadır. Su içeriğinin azlığı ise bağlanmayı kolaylaştırmaktadır (1, 6-9).

Minenin yapısal bileşenlerini mine prizması, prizma kını ve interprizmatik matriks oluşturmaktadır. Her mine prizması, içerisinde mine kristallerini barındırmakta ve bu kristaller karmaşık bir düzen sergilemektedir. Ameloblastlar (mine oluşumunu başlatan hücreler), kristallerin şeklini etkilemektedir. Mine prizmalarının baş kısmındaki apatit kristallerinin uzun aksları prizmaların uzun aksına paralel iken (10), kuyruk bölgesindeki kristaller prizma aksına artan açıda eğimle (65°) uzanmaktadır (11). Kristallerin bu durumu, asit ataklarından ve yüzey pürüzlendirme işlemlerine bağlı çözünme işlemlerinden etkilenmektedir. Çözünme, en çok prizmanın baş kısmında gerçekleşirken kuyruk bölgeleri asit ataklarına karşı daha dayanıklıdır. Mine prizmalarının baş ve kuyruk kısımlarının doğrultuları ve boğumlu mine

prizmalarının yönleri, etki eden kuvvetlere karşı direnç göstererek diş dokularına dayanıklılık sağlamaktadır (1, 6, 12).

Vücudun en sert dokusu olarak bilinen mine, düşük gerilme dayanıklılığı ve yüksek elastisite modülü ile kırılğan yapıda mineralize bir dokudur ve çiğneme kuvvetlerine dayanabilmesi için dentin desteğine sahip olması gerekmektedir. Yaygın olarak servikal alanda, daha az sıklıkla da kasp tepelerinde, yaklaşık 30 µm kalınlığında mine prizması olmayan 'aprizmatik tabaka' bulunmaktadır. Bu tabaka daha yüksek oranda mineralize bir yapı sergilemektedir. Sertlik dişin dış yüzeyindeki konuma göre değişebilir; ayrıca en düşük sertlik değeri ve yoğunluğu mine-dentin birleşiminde olacak şekilde dişin iç kısmına doğru gittikçe azalır. Mineralizasyon, özel yapıda fibriler bir protein matriksi üzerinde oluşmaktadır. Bu matriks diğer dokularda kollajen yapıda iken sadece minede keratin yapısındadır (1, 13, 14).

Minenin normal rengi açık sarıdan grimsi beyaza değişebilen renk tonlarında bulunabilir. Altında dentinin bulunmadığı mine bazen hafif mavi tonda görünebilir. Mine yarı saydam olduğu için dentinin rengi ve minenin altındaki herhangi bir materyal dişin görünümünü etkilemektedir. Süt dişi minesinde mavimsi-beyaz, daimi dişlerde sarımsı-beyaz veya grimsi-beyaz olmak üzere üç tip beyaz ton bulunmaktadır. Süt dişleri üzerindeki mine, daha opak bir kristal biçimine sahiptir ve bu nedenle daimi dişlerden daha beyaz görünmektedir (15).

Mine prizmalarının oluşumlarından sonra ameloblast hücreleri canlılıklarını kaybetmektedir. Bu nedenle hasara uğramış minenin kendini tamir etme özelliği bulunmamaktadır. Sert ve sıkı bir yapı olmasına rağmen bazı iyon ve moleküllerin geçişine izin verir. Bu geçiş, az mineralize ve yüksek organik içerikli prizma kılıfı, mine çatlağı ve diğer kusurlu yapısal birimler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu geçirgenlik hayat boyu devam etmekle birlikte yaşla beraber azalır ve bu duruma 'minenin olgunlaşması' adı verilir (1).

Mine asitlere temas ettiğinde çözünür, ancak bu çözünme düzenli olarak oluşmaz. Çözünürlük mine yüzeyinden mine-dentin birleşimine doğru gittikçe artmaktadır. Minenin oluşumu sırasında ortamda florür varsa veya mineye topikal florür uygulandıysa mine yüzeyinin çözünürlüğü azalmaktadır (1).

2.2. Mineye Bağlanma ve Bonding Prosedürleri

Sabit ortodontik aygıtlar ile diş yüzeyine kuvvet verilmesi işlemi 1980'lere kadar daha çok bantlarla sağlanmıştır.

Bounocore (16), 1955 yılında minenin asitle pürüzlendirilmesi sonrası diş yüzeyine adezyonun arttığını bildirmiş, bu durum braketlerin adezivler ile diş yüzeyine yapıştırılmasına öncülük etmiştir. 1965'te Newman (17) epoksi adezivlerle braketleri diş yüzeyine direkt olarak başarılı bir şekilde yapıştırmış, bu gelişmenin ardından braket sistemleri modern ortodontik tedavi uygulamalarında en yaygın kullanılan yöntem olmuştur (18-20).

Başarılı bir yapıştırma işlemi adeziv sistemlerinin gerektirdiği teknik kurallara uymaktan geçmektedir. *In vitro* şartlarda yapıştırma işleminin basamaklarını şu şekilde maddelemek mümkündür (21):

- Diş yüzeyinin temizlenmesi
- Minenin pürüzlendirilmesi
- Adeziv uygulanması

2.2.1. Diş yüzeyinin temizlenmesi

Plak ve organik artıkların uzaklaştırılması amacıyla yapılan diş yüzeyinin temizlenmesi işlemi sırasında dişeti dokusunun zarar görmemesine dikkat edilmelidir (21). Diş yüzeyinin temizlenmesinin tutuculuğu artırdığına dair ilk çalışma 1973 yılında Miura ve ark. (22) tarafından yapılmış, 1983 yılında Main ve ark. (23) yüzey temizliği yapılmamış dişlerin yalnızca asitlenmesiyle organik artıkların uzaklaştırılamadığını rapor etmişlerdir [Yetkiner'den (24)]. 1997'de Reisner (25), diş yüzeyinin asitleme öncesi düşük devirli tungsten karbit frezle temizlenmesinin pomza uygulamasına oranla daha iyi bağlanma kuvveti sağladığını bildirmiştir. Ancak *in vitro* çalışmaların büyük çoğunluğunda florsuz pomza ile diş yüzeyinin 10 sn temizlenmesi tercih edilmiştir (26-29). Yapılan *in vivo* çalışmalarda diş yüzeyinin asitleme öncesi temizlenmesinin bağlanma kuvvetine bir etkisinin olmadığı bildirilmiş, ayrıca bu durumun minede çizik oluşturduğu ve madde kaybına neden olduğu rapor edilmiştir (30-32).

2.2.2. Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi

2.2.2.1. Asitle pürüzlendirme

Mine yüzeylerine asit uygulanması ile mine prizmalarının baş ve kuyruk kısımları çözünerek çok sayıda mikro boşluklar oluşmakta, bu sayede bağlayıcı ajan ve kompozit rezin pörözlü mineye mikro mekanik olarak tutunmaktadır (33). Söz konusu mekanik tutunmayı etkileyen faktörlerin başında minenin yapısı, dışın yaşı, asit konsantrasyonu, yıkama ve uygulanma süresi bulunmaktadır (34, 35).

Uygulanan asidin mine yüzeyindeki penetrasyon derinliği 100-200 µm (mikrometre) arasındadır. Ancak minede oluşabilecek geri dönüşümü olmayan madde kaybı 5-50 µm arasında değişmektedir (24). Asitlemenin derinliği veya asitleme prosedürü sırasında minede oluşacak madde kaybı, kullanılan asidin tipine, uygulama süresine, konsantrasyonuna ve minenin kimyasal yapısına bağlı olarak değişmektedir (6, 36-40).

2.2.2.1.1. Asit türü, yoğunluğu ve uygulama süresi

Ortodontik amaçla yapılan mine yüzeyini pürüzlendirme işleminin hasta rahatsızlığına ve mine hasarına neden olmaması için maksimum bağlanma değil, yeterli bağlanma kuvvetleri hedeflenir (24, 41). Yapılan çalışmalarda braketlerin ağız içi fizyolojik kuvvetlere dayanabilmesi için gereken bağlanma kuvvetlerinin 6-10 MPa (megapaskal) aralığında olduğu bildirilmiştir (42-46). Bununla birlikte mine dayanıklılığı için bağlanma kuvvetlerinin 14 MPa'nın altında olması gerektiği rapor edilmiştir (47, 48).

Pürüzlendirme amacıyla fosforik, maleik ve poliakrilik asit üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Fosforik asidin %10-%37'lik konsantrasyonlarda uygulanması ile yaklaşık 28 MPa, fosforik asitle benzer pürüzlülük görünümü oluşturan maleik asidin %10'luk konsantrasyonda uygulanması ile 18 MPa düzeyinde bağlanma kuvveti oluşturulabilmektedir (43, 49-51). Tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) görüntülerinde, maleik asidin demineralize ettiği mine dokusunun derinliğinin fosforik asidinkine nazaran daha az olduğu bildirilmiştir (52). Poliakrilik asidin çalışma şekli fosforik ve maleik asitten farklılık göstermektedir. İçerdiği sülfat iyonları mine yüzeyinde kalsiyum sülfat kristalleri oluşturmakta, adeziv rezinler yüzeydeki bu

kalsiyum sülfat kristallerine tutunarak bağlanmayı gerçekleştirmektedir (24). Ancak poliakrilik asit uygulamasıyla %60-80 oranda daha düşük bağlanma kuvveti tespit edildiği için pratikte kullanımı tavsiye edilmemektedir (53-56).

Asitleme prosedürleri sırasında minedeki kalıcı madde kaybı, mineyi dekalsifikasyon oluşumuna daha dayanıksız hale getirebilir. Bu durumu destekleyen ve dişlerde ortodontik tedavi devam ederken artan oranda demineralizasyon oluştuğunu gösteren bazı çalışmalar rapor edilmiştir (57-59). Bu nedenle asit konsantrasyonunun ve asitleme zamanının değiştirilmesi önerilmiştir. Literatürde en çok %30 ile %50 arasında ve 60 saniye süre zarfında fosforik asit kullanılmıştır (60-63).

Yapılan çalışmalarda %37'lik fosforik asidin 15 yada 60 saniye kullanılmasının bağlanma kuvvetleri açısından farklılık yaratmadığı, ancak optimal pürüzlendirmenin 30 saniyelik uygulama ile gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Ayrıca 10 saniyenin altında asit uygulanmasının yeterli bağlanma kuvveti oluşturamadığı, 60 saniyenin üzerinde uygulamanın da ilave yapışma kuvveti üretmediği ve mineye zarar verdiği rapor edilmiştir (51, 64-72).

Asitleme süresi, braketlerin uzaklaştırılması sırasında braket-adeziv-mine ara fazlarında bağların kopmasında farklılık yaratmaktadır. Kısa asitleme süresinde kopma adeziv-mine arayüzünde gerçekleşirken, asitleme süresinin uzatılması durumunda kopma adeziv-braket arayüzünde gerçekleşmektedir. Kısa süreli asitleme bağlanma kuvvetini azaltırken daha güvenli braket sökme işlemi yapılmasına olanak vermektedir (72, 73).

2.2.2.2. Kendinden asitli primerler (SEP) ile pürüzlendirme

Aktif madde metakrilat fosforik asit esterleridir. SEP likiti, asitleme ve yapıştırma prosedürlerin tek şişede uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Bu madde mine yüzeyine temas ettiği zaman hidroksiapatitten kalsiyumu çözerek nötralize olmaktadır. Uygulama sonrası yüzeye hava sıkılması ile birlikte solüsyonun içindeki solvent buharlaşmakta ve artan viskozite asidik esterin mineye taşınmasını yavaşlatmaktadır. Son olarak primer, ışık ile birlikte yüzeyde hibrit bir tabaka oluşturarak polimerize olmakta ve primer sertleştikten sonra asit etkinliğini kaybetmektedir. İki işlemin aynı anda gerçekleşebiliyor olması uygulama pratikliği ve zaman kazancı açısından olumlu bir sonuç olduğu bildirilmiştir (21, 43, 74-76).

SEP ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyinin SEM görüntüleri, fosforik asitten daha az pürüzlü, 3-4 µm'lik düzensiz bir hibrit tabaka görüntüsü vermektedir. Bu durum mikromekanik bağlanmadan farklı olarak kalsiyum aracılığıyla kimyasal bir bağlanmanın varlığını düşündürmektedir (75, 77).

SEP'ler, yüzeyin nem ile kontaminasyonunda daha yüksek bağlanma kuvvetleri oluşturabilmektedir. Yüzey pürüzlülüğünün derinliği açısından bütün yayınlar fosforik asidin üstünlüğü konusunda hemfikir iken, kuru ortamda bağlanma kuvveti açısından SEP sistemiyle ilgili görüş birliği bulunmamaktadır (21, 26, 75, 78-82).

Ghiz Ma ve ark. (83) yaptığı çalışmada SEP kullanılmasının zayıf oral hijyenli hastalarda daha fazla white spot lezyonuna neden olduğunu bildirmiştir.

Klinisyen hangi sistemi kullanacağına adezyon kuvvetlerine, yapıştırma ve debonding işlemlerinde zamanla minede oluşacak demineralizasyon dayanıklılıklarına bakarak karar vermelidir.

2.2.2.3. Mikro pürüzlendirme

Mine yüzeyinin fosforik asit ile pürüzlendirilmesiyle oluşan yüzey özellikleri adeziv rezinlerin retansiyonu için oldukça tatmin edici olmasına rağmen, bu yapının çürük ataklarına karşı dirençsiz olması araştırmacıları alternatif materyal arayışlarına itmiştir (84). Bu amaçla uygulanan mikro pürüzlendirme işlemi, 50-90 µm büyüklüğündeki alüminyum oksit partiküllerinin 7 kg/cm² basınçla dış yüzeyine püskürtülmesi işlemidir (24).

Mine yüzeyinde mikro pürüzlendirme ile oluşan madde kaybının fosforik asit uygulamasından daha az bulunduğu rapor edilmiştir (85). Ancak Jones (55) ve Canay (86), bu yöntemle intraoral kuvvetlere dayanıklılık için yeterli adezyon kuvvetlerinin üretilmediğini bildirmişlerdir. Bu nedenden dolayı mikro pürüzlendirmenin kullanım alanları, sabit lingual retainer telinin pürüzlendirilmesi, amalgam gibi metal yüzeylere bağlanma istenilen durumlar ve lingual ortodonti uygulamalarında mine yüzeyinin temizlenmesi ile sınırlı kalmıştır (25, 87-90).

2.2.2.4. Lazer ile pürüzlendirme

Lazer uygulamaları, mine yüzeyinde hidroksiapatit kristallerine etki ederek suyun buharlaşmasına ve ablasyon olarak adlandırılan mikropatlamalara neden olarak

10-20 µm derinlikte pürüzlülük oluşturmaktadır. Uygulanan lazer ışınının tipi ve foton enerjisiyle bağlantılı olarak mine yüzeyinde oluşan etki değişkenlik göstermektedir. Mine yüzeyini pürüzlendirmek amacıyla CO₂, Er:YAG, Nd:YAG ve Er,Cr:YSGG gibi farklı tipte lazerler uygulanmıştır. Oluşan bağlanma kuvvetleri ve pulpa dokusunda oluşan ısı etkisi incelendiğinde, lazer uygulamalarının pürüzlendirmede kullanılabilecek bir seçenek olduğu konusunda fikir birliğine varılamamıştır.

Lazer uygulaması, minede kalsiyum fosfat oranlarını değiştirirerek daha stabil ve asit ataklarına karşı daha az çözünen bir yapı oluşturmakta, bu sayede çürük oluşumuna karşı hassasiyet azalmaktadır. Suyla yıkama ve havayla kurutma işlemleri olmadığından dolayı zamandan tasarruf sağlanabilmektedir. Lazerler kolay kullanılabilen aperlara sahip olması ve gelişen teknolojileri ile sert dokularda kullanılmaya aday bir alternatif olabilmektedir (91-104).

2.2.3. Ortodontik amaçla kullanılan yapıştırıcı siman ve kompozit rezinler

2.2.3.1. Simanlar

Simanlar, farklı uygulamalar ile diş hekimliğinde oldukça geniş bir alanda kullanılan materyallerdir. Toz-likit veya iki pat şeklindeki komponentlerden oluşmaktadır. Likitleri asidik yapıda iken, tozları bazik yapıda cam veya metalik oksitler içermektedir. Toz ve likit karıştırıldığı zaman siman nötralizasyon reaksiyonu ile belli süre içinde sertleşmektedir (105).

Çinkofosfat ve polikarboksilat simanlar flor salınım özellikleri ve bağlanma kuvvetleri açısından ortodonti pratiğinde sıklıkla bantların simantasyonunda kullanılmaktadır. Bağlanma kuvvetlerinin düşük olması nedeniyle sabit ataçman yapıştırılmasında kullanımları önerilmemektedir (21, 106, 107).

Silikat ve polikarboksilat simanlardan türetilmiş cam iyonomer simanların (CIS) braket yapıştırılmasında kullanılabildiğini belirten yayınlar bulunmakla birlikte (108, 109), CIS ile yapıştırılan braketlerin tutuculuğunun yeterli olmadığı bildirilmektedir (110). CIS, mine dokusunda oluşabilecek demineralizasyonu önleme özelliğine sahiptir. Bu nedenle çürüğe meyilli hastalarda bantların yapıştırılmasında tercih edilmektedir (111, 112). Fakat rezinlerle yapıştırılan bantlara göre CIS ile yapıştırılan bantların tutuculuğunun daha zayıf olduğu bildirilmiştir (113-116).

CIS likitindeki suyun yerine HEMA ya da Bis-GMA gibi bir rezin konularak rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCIS) geliştirilmiştir. 'Hibrit CIS' olarak da adlandırılan bu simanlar aktivatör ve stabilizatör içermektedir. Bu simanlar hem geleneksel asit- baz reaksiyonu ile, hem de ışıkla polimerize olan polimer reaksiyonu ile sertleşmektedir (106, 117). Geleneksel CIS'lara göre daha üstün fiziksel özellikleri, flor salınımı ve çürük önlemedeki etkinliğinin benzer oluşu nedeniyle RMCIS'ların ortodontik amaçla kullanımları büyük ölçüde artmıştır (118).

Simanların dişe bağlanma kuvveti arttıkça uygulanan ataçmanların boyutu küçültülerek hasta memnuniyeti artırılmış olacaktır (118, 119).

2.2.3.2. Poliasit modifiye kompozit rezinler (PMKR)

Kompomer olarak da adlandırılan PMKR'ler tek komponentli sistemler olup, aluminosilikat cam, karboksil modifiye rezin monomerler ve ışıkla aktive olan geleneksel rezin monomerlerden oluşmaktadır (120, 121). Sertleşme ışık polimerizasyonu ile başlamakta, asit baz reaksiyonu ile tamamlanmaktadır. Kompomerler tıpkı cam iyonomer simanlar gibi flor salınımı ve reşarj olma özelliğine sahiptirler. Kompomerler fiziksel özellikler bakımından RMCIS'lardan üstün özelliklere sahiptir ve kısa sürede sertleşerek çiğneme kuvvetlerine daha dayanıklı hale gelebilirler. Ancak fiziksel özellikleri kompozit rezinlerden daha düşüktür (43, 122-126).

2.2.3.3. Kompozit rezinler

Rezin monomer ve dolduruculardan oluşmuş olup polimerizasyon şekillerine göre üç grupta toplanabilir:

2.2.3.3.1. Kimyasal olarak aktive olan kompozit rezinler

İki farklı patın karıştırılmasıyla polimerizasyon başlamaktadır. Paslanmaz çelik ataçmanlarla kullanımlarında güçlü fiziksel ve bağlayıcı yapı sergilemektedir. Ancak klinik uygulamaları zaman alıcı ve hassastır. Homojen polimerizasyon göstermemekte ve sertleşme sırasında pöröz yapı oluşturmaktadır. Oksijen inhibisyon tabakası oluşturmaması, alerjen özellikteki sıvı bileşenlerinin polimerize olmadan

kalabilmesi ve sınırlı çalışma zamanları, kimyasal olarak aktive olan adezivlerin başlıca dezavantajları arasındadır (21, 43, 127-129).

2.2.3.3.2. Işıkla aktive olan kompozit rezinler

Bu monomer sisteminde polimerizasyon; ışınlama süresine, ışığın yoğunluğuna ve uygulama uzaklığına, aktivatörün konsantrasyonuna ve kompozitin doldurucu kısmının hacmine bağlıdır. Hekimin isteğine göre polimerizasyonun başlatılabilmesi, hızlı polimerizasyon istenen durumlarda zaman kaybettirmemesi, çalışma zamanının uzun olması ve yeterli bağlanma kuvveti oluşturabilmesi, ışıkla sertleşen adezivlerin başlıca avantajlarındanıdır. Işıkla sertleşen kompozit rezinler günümüzde en sık kullanılan adeziv türüdür (21, 43, 130-134).

2.2.3.3.3. Nem ile aktive olan kompozit rezinler

Nem ile aktive olan adezivler siyanoakrilat bazlı yapıştırıcı grubundandır. Bu yapıştırıcı kan ve tükürük kontaminasyonundan en az düzeyde etkilenir ve polimerizasyon süreleri kısadır. Bağlanma kuvvetlerinin diğer adezivlerden düşük olması, endikasyon alanını cerrahi olarak ekspoz e edilmiş dişlere ataçman yapıştırılması ile sınırlı tutmuştur (135, 136).

2.3. Işık Kaynakları

2.3.1. Konvansiyonel ve hızlı halojen ışık kaynakları:

Diş hekimliğinde kullanılan en yaygın ışık kaynakları 470-475 nm (nanometre) dalga boyunda ışık sağlayabilen halojen ışık kaynaklarıdır. Işık kaynağı, tungsten filament ve mavi ışık dışındaki spektrumun geçişine izin vermeyen filtre içermektedir. Kompozit adezivleri 20 saniyede, RMCIS'ları 40 saniyede sertleştirebilirler. Bu uzun ışınlama süresi klinisyen ve hasta için zahmetlidir. Işınlama süresinin azaltılması amacıyla daha yüksek yoğunluklu lambalara ve ışığı daha küçük bir alana odaklayan turbo uçlara sahip hızlı halojenler geliştirilmiştir. Bu sayede aynı etkiyi geleneksel halojen lambalardan çok daha kısa zamanda oluşturabilirler (21, 137-140).

2.3.2. Argon lazerler

Argon lazerler, 480 nm dalga boyunda yoğun bir ışık demeti oluştururlar. Yapılan araştırmalarda, argon lazerlerin ışınlanmış mine yüzeyini dekalsifikasyona karşı koruduğu rapor edilmiştir (141, 142). Uygulama mesafesi artsa dahi etkinliği sabit kalmakta, uygulama yüzeyindeki ısı artışı halojen kaynaklardan daha az olmaktadır. Doldurucu içermeyen rezinleri 5 saniyede, doldurucu içeren rezinleri 10 saniyede sertleştirebilmelerine rağmen yüksek maliyetleri ve taşınabilirliğinin güç olması nedeniyle ortodonti pratiğinde kullanımları yaygın değildir (21, 143, 144).

2.3.3. Plazma ark ışık kaynakları

1990'ların ortalarında, restoratif diş hekimliğinde kompozit materyallerin yüksek yoğunlukta ışınlabilmesi için xenon plazma ark lambası üretilmiştir. Bağlanma kuvvetini azaltmaksızın uygulama süresini 5-10 sn kısaltabilen plazma ark ışık kaynakları, tungsten anot ve xenon katot tüpünden oluşmaktadır. Bunlar 900-1650 mW (milliWatt) enerji seviyesine sahip cihazlardır. Beyaz ışık, 430 ila 490 nm arasında dar spektrumda mavi dalga boylarına filtrelenmektedir. Geleneksel halojen lambalar 300 mW'lık bir enerji seviyesinde ışık yayarken, plazma ark lambası 900 mW'lık çok yüksek bir tepe enerji seviyesine sahiptir. Konvansiyonel halojenlerle yapılan bonding işlemlerinde pulpal dokuda oluşan sıcaklık artışının, LED veya plazma ark ışık kaynaklarına göre anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, ışıkla sertleşen rezin uygulamalarında, pulpal sağlık için kritik olan 5.5°C değerinin aşılmadığı rapor edilmiştir. RMCIS'lar gibi polimerizasyonun başlangıç aşamasında çok önemli olduğu materyallerde kullanımları önerilmektedir (21, 77, 145-148).

2.3.4. Işık veren diyodlar (LED)

En güncel ışık kaynağı kategorisi LED kaynaklarıdır. Yarı iletken bağlantılar kullanarak elektrolüminesens ile ışık üretmektedirler. Kullandıkları enerji, halojen lambalarla karşılaştırıldığında oldukça düşüktür, bundan dolayı taşınabilir şarjlı üniteler olarak kullanılabilirler. Ortalama 10.000 saatin üzerinde kullanım ömürleri bulunmaktadır. Mavi ışık üretmek, sarsılma ve vibrasyona direnmek için filtre

ihtiyaçları bulunmamaktadır. Ayrıca düşük güç ile çalışabildikleri için bağlanma kuvveti, ışın yeterlilik süresi ve uygulama kolaylığı açısından halojen ışık kaynaklarından daha iyi bir seçenek oluşturdukları bildirilmiştir (21, 138, 149, 150).

2.4. Debonding Yöntemleri

Debonding, sabit ortodontik tedavi sonunda diş yüzeyindeki tüm adeziv artıklarının tedavi öncesi durumuna benzer şekilde, iyatrojenik zarar verilmeksizin uzaklaştırılmasını içeren işlemler dizisidir. Debonding işlemi, doğru teknikler kullanılarak minenin orijinal yüzey özelliklerini koruyacak şekilde uygulanmalıdır. Uygun olmayan veya dikkatsiz uygulamalar, gereksiz zaman kaybına ve mine hasarına neden olmaktadır (21, 43, 151, 152).

Debonding sırasında minenin bütünlüğünün zarar görmemesi için braketlerin, minenin koheziv i gücü olan 14 MPa'yı aşmayan, mekanik, çiğneme ve parafonksiyonel kuvvetlere direnç gösterecek şekilde yağıştırılmaları gerekmektedir (43, 153, 154). En güvenilir debonding yöntemini belirlemek için *in vivo* ve *in vitro* ortamlarda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. *İn vivo* alışma gruplarında debonding işlemi makaslama, kesme ve torsiyonel kuvvetlerle gerçekleştirilebilmektedir ancak kuvvet uygulama oranı sabit değildir. Aynı zamanda yöntem, kişiye zarar verilmemesi için kısıtlanabilir. *İn vitro* ortamlarda ise test cihazları ve yöntemleri braketlere genellikle saf makaslama kuvveti uygulamaktadır ancak yükleme kuvvetleri makinelerce ayarlanabilmektedir. Bu yüzden yapılan çalışmalar sadece yol gösterici olup kullanılan yöntemlerin standardizasyonu için görüş birliği bulunmamaktadır (43, 56, 133, 134, 155-159). 1993 yılında Bishara ve ark. (160) *in vivo* ve *in vitro* ortamda seramik braketlere uygulanan debonding kuvvetlerini karşılaştırdığı çalışmalarında, *in vivo* ortamda uygulanan debonding kuvvetlerinin %30 daha az değerler içerdiğini bildirmiş, bu durumun minede fraktür oluşma ihtimalini azalttığını rapor etmiştir.

Klinik olarak debonding prosedürleri;

- 1) Braketlerin uzaklaştırılması
- 2) Mine yüzeyinin temizlenmesi

olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmektedir (21).

2.4.1. Braketlerin uzaklaştırılması

Debonding işlemi esnasında üç ara yüzden birinde meydana gelen kırılma sayesinde braketler diş yüzeyinden uzaklaştırılmaktadır. Bu kırılma alanları (1) adeziv rezin-braket arasında, (2) adeziv rezinin kendi içerisinde veya (3) diş yüzeyi ile adeziv rezin arasında oluşmaktadır (161).

Braketlerin diş yüzeyinden uzaklaştırılması sırasında hedeflenen kopma, adeziv rezinin kendi içinde ya da adeziv rezin-braket ara fazında gerçekleşmesi şeklinde olmalıdır. Ancak bu şekilde mine yüzeyinde kalan artık adeziv miktarı fazladır; bu da rezin temizliği sırasında harcanan zamanı artırmaktadır. Adeziv rezin-mine ara fazında gerçekleşen kopmalarda diş yüzeyinde artık rezin daha az kalmakta ve temizleme işlemi çok daha kısa sürmektedir. Bununla birlikte mine yüzeyinden parça kopma riski de artmaktadır (21, 43, 162, 163).

2.4.1.1. Braketlerin mekanik yöntemlerle uzaklaştırılması

Sabit ortodontik aygıtların uzaklaştırılma teknikleri, yapıldıkları materyalin fiziksel özelliklerine göre farklılık göstermektedir. Paslanmaz çelik ve plastikten üretilmiş braketler esnek özellik gösterirken seramik braketler daha kırılgandır (43, 164). Braketlerde meydana gelen deformasyonun önlenmesi ve mine yüzeyinde oluşabilecek hasarın azaltılabilmesi amacıyla literatürde mekanik, elektrotermal, ultrasonik ve lazer uygulamalarının kullanıldığı debonding teknikleri bildirilmiştir.

2.4.1.2. Metal ve plastik braketlerin mekanik yöntemle uzaklaştırılması

Adeziv rezinler ile yapıştırılmış metal ve plastik braketlerin yardımcı pensler kullanılarak farklı mekanik kuvvetlerle uzaklaştırılması pratikte yaygın kullanılan bir yöntemdir. Bu amaçla Howe veya Weingart pensleri, keskin uçlu (sharp-edged blades) debonding pensleri ve çekme kuvveti (tensile-type force) uygulayan özel olarak dizayn edilmiş pensler kullanılmaktadır (165).

Howe veya Weingart gibi pensler kullanılarak uygulanan orijinal yöntemde braket kanatları mesio-distal yönde sıkıştırılarak çekme kuvveti uygulanır. Basınç altında esneyen ve dışı doğru açılan braket tabanı ile adeziv rezin arasındaki bağ kırılarak braketin diş yüzeyinden ayrılması amaçlanır. Bu yöntemde yapıştırıcı rezinin

büyük bir kısmı diş yüzeyinde kalmakta, ancak braketin tekrar kullanılması mümkün olmamaktadır (153, 154, 162, 164-166).

Keskin uçlu (sharp-edged blades) debonding penslerinin kullanımlarıyla mine-adeziv rezin ya da braket-adeziv rezin ara yüzünde makaslama kuvveti meydana gelmektedir. Bu yöntemde diş üzerinde kalan yapıştırıcı miktarı minimum seviyededir. Ancak braketlerin bu teknikle sökülmesi sırasında minede kalıcı hasar oluşma ihtimali yüksektir (153, 154, 162, 164-166).

Çekme kuvveti (tensile-type force) uygulayan özel olarak dizayn edilmiş penslerin kullanıldığı yöntemde pensin bir ucu diş insizal kenarından desteklerken diğer uç braketin altından çekme kuvveti uygulamaktadır. Bu yöntemde adeziv rezinin büyük bir kısmı diş yüzeyinde kalmakta, ancak braketin tekrar kullanılması mümkün olmamaktadır (153, 154, 162, 164, 166).

2.4.1.3. Seramik braketlerin mekanik debonding ile uzaklaştırılması

Seramik braketler, metal braketler kadar esneme özelliğine sahip değildir ve deforme edilerek uzaklaştırılmaları mümkün olmamaktadır. Seramik braketlerle yapılan bağlanma kuvveti testlerinde kırılmanın en fazla adeziv-mine arayüzünde gerçekleştiği bildirilmiştir. Bu durum diş yüzeyinden parça kopma riskini artırmaktadır. Adeziv rezinin kendi içinde veya braket- adeziv arayüzünde kırılma sağlamak amacıyla üretici firmalar kendi braketleri için özel olarak tasarlanmış el aleti ve pensler geliştirmiştir. Keskin uçlu penslerle yapılan debonding işleminin seramik braketlerin uzaklaştırılmasında en etkili yöntem olduğu bildirilmiştir (167-169). Bunlardan farklı olarak Swartz (77), seramik braketlerin rotasyonel kuvvet uygulanarak uzaklaştırılmasını önermiştir.

Son yıllarda geliştirilen üçüncü nesil katlanabilir özellikteki seramik braketlerin tabanına yerleştirilen vertikal slotlar sayesinde debonding işleminin kolaylaştığı bildirilmiştir (170). Liu ve ark. (171) yaptığı çalışmada mezio-distal yönde kuvvet verilirken vertikal slotun kırılma noktası oluşturarak katlanmasıyla mineye zarar verilmeksizin seramik braketlerin uzaklaştırılabildiği rapor edilmiştir.

2.4.2. Braketlerin elektrotermal yöntemle uzaklaştırılması

Bu yöntem, şarj edilebilir veya kablosuz aletlerle brakete ısı verilirken bir taraftan da sökücü kuvvet uygulanması prensibiyle çalışmaktadır. Bu yöntemde ısı veren uç vertikal slotta yerleştirilmekte ve uygulanan torsiyonel kuvvet ile braket diş yüzeyinden uzaklaştırılmaktadır. Metal braketlere 200-250 C°, seramik braketlere de 5 saniye boyunca yaklaşık 232 °C ısı uygulanarak braket-adeziv rezin ara fazının deforme olması ve braketin kolaylıkla mine yüzeyinden uzaklaşması sağlanmaktadır (172, 173).

Dişe aşırı kuvvet uygulanmasının engellenmesiyle minenin korunması, braket deformasyonunun önlenmesiyle braketlerin yeniden kullanılabilmesi, hastaların algıladıkları ağrının daha az olması yöntemin başlıca avantajları arasındadır (172-175). Bununla birlikte ısı uygulayan aletin büyüklüğü nedeniyle özellikle küçük ağız bölgesinde uygulama zorluğu, ısınmış braketin hasta ağzına düşme riski, seramik braketlerde uygulanan elektrotermal yöntemin metal braketlerden iki kat daha fazla zaman alması ve ısının pulpaya etkisinin netlik kazanmamış olması yöntemin dezavantajları arasında sayılabilir (176, 177). Ayrıca braketin uzaklaştırılması için gereken ısının kullanılan yapıştırıcı tipine göre değiştiği, yüksek dolduruculu içeren rezinlerde daha fazla ısı gerektiği de rapor edilmiştir (178).

2.4.3. Braketlerin ultrasonik yöntemle uzaklaştırılması

Ultrasonik debonding yönteminde özel olarak tasarlanmış uçlar kullanılarak braket tabanı ile mine arasındaki adeziv aşındırılmaktadır. Braketin uzaklaştırılması için gereken kuvvet geleneksel mekanik yöntemle oranla çok daha azdır. Ayrıca braket uzaklaştırıldıktan sonra yüzeyde kalan adeziv artıkları da temizlenebilmektedir. Ultrasonik debonding yöntemiyle tek bir braketin uzaklaştırılma süresi 30-60 saniye arasında olduğu için yöntem zaman alıcıdır. Kullanılan uçların pahalı olması, erken yıpranması ve hassas dişlerde hastalarda oluşturduğu rahatsızlık yöntemin olumsuzlukları arasındadır. Pulpa dokusunda oluşabilecek zararı en aza indirmek için su spreyi ile ısının kontrol altında tutulması gerekliliği de bu tekniğin bir diğer dezavantajıdır. Özellikle seramik braketlerin uzaklaştırılması için ultrasonik debonding yönteminin klinik kullanımı önerilmemektedir (179-181).

2.4.4. Braketlerin lazerler ile uzaklaştırılması

Lazer uygulanarak braketlerin uzaklaştırılması, prensip olarak elektrotermal yaklaşımla benzerlik gösterir. Lazer ile ısıtılan adezivde deforme olması ile braket dış yüzeyinden kolaylıkla uzaklaştırılabilmektedir (182).

1990'ların başında debonding amacıyla seramik braketler tarafından kolay absorbe edilebilen dalga boyuna sahip CO² lazerler tercih edilmiştir. CO² lazer kullanımının daha az debonding kuvvetiyle daha çok rezini uzaklaştırabildiği, mine hasarı ve braket kırılma risklerini de azattığı rapor edilmiştir. Braketlerin çabuk uzaklaştırılmasıyla braketten depolanmış ısı enerjisinin dış yüzeyine transferinin engellendiği ve pulpada termal hasar oluşmasının önüne geçildiği bildirilmiştir (182-186). Ayrıca Iijima ve ark. (187) yaptıkları çalışmada, dış minesinin sertlik ve elastik modülü gibi mekanik özelliklerinin, CO² lazer ışınlamasından etkilenmediğini rapor etmiştir.

CO² lazere alternatif olarak Nd:YAG lazerle yapılan çalışmalarda mine ve braket hasarı oluşmadığı, ani adeziv rezin reaksiyonundan dolayı pulpa dokusunda oluşan sıcaklık artışının maksimum 5.1 C° olduğu bildirilmiştir (188, 189).

2010 yılında Öztoprak ve ark. (190) yaptıkları çalışmada Nd:YAG veya CO² lazerlere kıyasla daha az termal etki bıraktığı için Er:YAG lazer kullanımı önerilmiştir. Er:YAG lazerler, polikristalin seramik braketlerin makaslama bond kuvvetlerinin azaltılmasında ve dış yüzeyinden güvenli bir şekilde uzaklaştırılmasında etkili olduğu, Er:YAG lazerin 6 sn uygulanmasının pulpa dokusunda ve mine yüzeyinde hasar oluşturmadığı bildirilmiştir.

Lazerler üzerine yapılan birçok araştırmaya rağmen lazer dalga boyu ve çalışma modunun mine veya pulpaya zarar verme ihtimali bulunmaktadır. Lazerin oluşturduğu ısı pulpa dokusunu etkileyebilmektedir. Ayrıca pahalı olmaları da yaygın kullanımlarına olanak vermemektedir (188, 191).

2.5. Debonding Sonrası Mine Yüzeyinin Temizlenmesi

Braketlerin uzaklaştırılmalarından sonra mine yüzeyindeki adeziv kalıntılarının uzaklaştırılması, mine yüzeyinin yapı ve görüntü olarak tedavi öncesi haline getirilmesi ve yüzey pürüzsüzlüğünün sağlanması için etkili ve güvenli yöntem

araştırmaları, çok çeşitli araçların ve prosedürlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır (21, 43, 153, 154, 192-199).

2.5.1. Ultrasonik temizleyiciler

Artık rezin temizlenmesinde hızlı madde kaldırabilme özelliğine sahip ultrasonik temizleyiciler, periodontal olarak diş yüzeyi temizliğinde kullanılan, uçları ultrasonik titreşimler yapan elektronik cihazlardır.

Keith ve ark. (200) yaptıkları çalışmada ultrasonik yöntemi frez ve polisaj disklerini içeren konvansiyonel yöntemle kıyaslamış, ultrasonik yöntemle yapılan adeziv uzaklaştırma işleminin mine yüzeyini belirgin olarak etkilemediğini bildirmiştir.

Yapılan çalışmalarda ultrasonik uçların yanlış açıyla ve sabit şekilde tutulması durumunda, diş yüzeyinde kalıcı çizilmeler oluşturma ihtimalinden dolayı dikkatli kullanılması gerektiği rapor edilmiştir (21, 43).

2.5.2. Adeziv temizleyici pens ve küretler

Adeziv temizleyici pensin bir ucu stoper olarak dişin insizaline temas etmekte, keskin olan aktif uç ise diş yüzeyindeki artık adezivi kazıma şeklinde uzaklaştırmaktadır. Kanin ve premolar gibi bukkal kurvaturü olan diş yüzeylerinde verimli çalışmasına rağmen kalıcı çizik oluşturma riskinin yüksek olduğu bildirilmiştir (21, 43, 166).

Periodontal olarak diş yüzeyinin temizlenmesi ile aynı prensipte çalışarak artık adezivin mine yüzeyinden kopmasını sağlayan küretler, çalışma verimliliği ve hızı bakımından avantajlıdır. Ancak kazıma sırasında mineden parça kopma riskinin yüksek olduğu, diş yüzeyinde oluşabilecek kalıcı çizikler nedeniyle kullanımlarının güvenilir olmadığı bildirilmiştir (21, 43).

2.5.3. Frezler

2.5.3.1. Paslanmaz çelik ve elmas frezler

Paslanmaz çelik frezler restoratif amaçla kavite hazırlanması için kullanılmaktadır. Rezin temizliği amacıyla yapılan çalışmalarda temizleme sırasında frez bıçaklarının körelerek etkinliğini kaybettiği, bıçaklar arasına adeziv kalıntılarının girmesi ile debonding süresinin uzadığı ve debonding sonrası mine yüzeyinde adeziv artıklarının kaldığı bildirilmiştir (151, 166, 201).

Superfine grit elmas frezler debonding sonrası artık adezivin temizlenmesinde çok iyi bir verim sağlarlar da, mine yüzeyinde oluşturdıkları geri dönüşümü olmayan çizikler sebebiyle tercih edilmemektedir (151, 194, 202-206).

2.5.3.2. Tungsten karbit frezler

Debonding sonrası mine yüzeyinin temizlenmesi ve yüzey pürüzsüzlüğünün sağlanması için birçok yöntem geliştirilmiş, ancak hiçbir yöntem korunmuş mine yüzeyi ile aynı şekilde sonlanacak yüzey özelliğini sağlayamamıştır (207-209).

Tungsten karbit, materyal olarak Vickers sertlik skalasında 1700-2400 kg/mm² aralığında yer alırken bu değer orijinal diş minesi için ortalama 300-350 kg/mm², adeziv rezinler için 20-100 kg/mm² arasında değişkenlik göstermektedir. Tungsten karbit frezlerin daha yüksek sertliğe sahip olmaları nedeniyle mineden de madde kaldırabilme özelliğine sahip oldukları bildirilmiştir (24).

Tüm literatür çalışmaları incelendiğinde, mine yüzeyinden artık rezinin temizlenmesinde en az iyatrojenik zararın düşük devirde tungsten karbit frez kullanımı ile sağlanabildiğini savunan araştırmacılar çoğunluğu oluştururken (21, 194, 210-212) yüksek hızda tungsten karbit frez kullanımını öneren araştırmacılar da bulunmaktadır (151, 192).

Tungsten karbit frezler 5, 8, 12, 16 ve 30 yivli çeşitli boy ve şekillerde üretilmişlerdir (31, 151, 192, 193, 196, 202-204, 207, 208, 213-216).

Bunlardan 12 ve 30 yivli tungsten karbit frezlerin mine için daha güvenli olduğu (31, 151, 193, 203, 214), yüksek dolduruculu rezin temizliğinde en hızlı ve en etkin frezin 30 yivli tungsten karbit frez olduğu rapor edilmiştir (192, 214).

Radlanski ve ark.(213) yaptıkları çalışmalarında 8 burgulu 130-135 derece oluk açılı, ucu yuvarlatılmış, baş ve sap kısmı arasındaki geçişin yumuşatıldığı yeni jenerasyon tungsten karbit frezin kullanılmasını önermişlerdir.

Band driver, tungsten karbit frez ve adeziv removing pliers arasında yapılan bir çalışmada en etkili materyalin tungsten karbit frezler olduğu bildirilmiştir (217).

Ulusoy (214), mine yüzeyinde orjinaline yakın pürüzsüzlüğün 30 bıçaklı tungsten karbit frez ile artık rezinin uzaklaştırılmasını takiben PoGo polisaj lastiklerinin ve süper snap mikropolisherlerin kullanımıyla sağlanabildiğini bildirmiştir.

Yüksek ve düşük hızda tungsten karbit frez kullanımlarının, Sof-Lex disk ve fiberglass frezlerin kullanımlarına göre daha kısa zamanda adeziv kalıntılarını uzaklaştırdıkları, ancak mine üzerinde daha fazla zarar oluşturdukları rapor edilmiştir (196, 207, 209).

Mine renklenmesi üzerine yapılan çalışmalarda tungsten karbit frez kullanımının en fazla renk değişimine neden olduğu, tungsten karbit frezle birlikte Sof-Lex disk kullanımı ile en az renk değişiminin olduğu, Sof-Lex disk yerine PoGo polisaj lastiklerinin kullanılmasının belirgin fark oluşturmadığı rapor edilmiştir (218, 219).

2.5.3.3. Fiber destekli komporit frez ve Arkansas taşı

Tungsten karbit frezlerin etkili olmalarına rağmen minede oluşturabilecekleri geri dönüşümsüz çizilmelerden dolayı araştırmacılar yeni arayışlara yönelmişlerdir.

Zirkon içeriği ile zenginleştirilmiş fiberglass kompozit frezler ilk olarak minede yüzeylerindeki lekelerin ve renklenmelerin yumuşak bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Sert bir yüzey üzerinde hareket ederken küçük parçalara bölünen zirkon/fiber bölümlerden oluşmaktadır. Dış minesinde aşındırma oluşturmadığı; doldurucu içeren rezinler üzerinde hafif bir aşındırıcı etki elde edildiği bildirilmiştir (204).

Novakülit kayasının öğütülmesi ile elde edilen Arkansas taşı, yoğun sert ve uniform yapıda olan mikrokristalin veya kriptokristalin kuarzın bir formundan oluşmaktadır. Elmas, garnet ve pomza gibi doğal aşındırıcılar sınıfındandır. Beyazdan gri-siyaha değişebilen renk tonları bulunmaktadır. Dış minesinin ve metal alaşımların ince aşındırılmasında kullanılmaktadır (220).

Osorio ve ark. (221), 12 bıçaklı tungsten karbit frez, kompozit bitirme frezi, aliminyum oksit disk, Sof-Lex disk ve Arkansas taşının etkilerini inceledikleri çalışmada, en pürüzsüz mine yüzeyinin kompozit bitirme frezi sonrasında polisaj patlarının kullanımıyla oluştuğunu bildirmiştir. Çalışmada en pürüzlü yüzeyin Arkansas taşı kullanımı sonrası oluştuğu belirtilmiştir. Ayrıca karbit frez, kompozit bitirme frezi ve Sof-Lex disklerinden daha başarısız bulunmuştur. Ancak, hiçbir yöntem ile mine yüzeyine zarar verilmeksizin adezivin uzaklaştırılamadığı rapor edilmiştir.

Karan ve ark. (204) atomik kuvvet mikroskopunda (AFM) yaptıkları çalışmada, fiber destekli kompozit aşındırıcılı frezlerin tungsten karbit frez kullanımına göre artık rezini daha uzun sürede uzaklaştırmasına rağmen mine yüzeyine daha yakın bir etki bıraktığını belirtilmişlerdir.

Er:YAG lazer, tungsten karbit frez ve fiber destekli kompozit frezin karşılaştırıldığı bir çalışmada en pürüzlü yüzeyin Er:YAG lazer uygulamasıyla, en pürüzsüz yüzeyin fiber destekli kompozit frez kullanılması ile oluştuğu bildirilmiştir. Tungsten karbit frezin fiber destekli kompozit frezden daha kaba çizikler ürettiği belirtilmiştir. Ayrıca adeziv uzaklaştırma süreleri de incelenmiş, tungsten karbit frezin adeziv rezini mine yüzeyinden en kısa sürede, Er:YAG lazerin ise en uzun sürede uzaklaştırdığı rapor edilmiştir (222).

2.5.3.4. Polisaj zımpara ve lastikleri

Debonding sonrası mine yüzey pürüzsüzlüğünün sağlanması ve mine yüzeyinin korunması için yalnızca tungsten karbit frezlerin kullanımı yerine aliminyum oksit zımparaların ve çok aşamalı lastiklerin kullanımı daha fazla avantaj içerir. Bu amaçla rubber cup, fine ve ultrafine aliminyum oksit diskleri, mikrofine elmas lastik ve silikon karbit frezlerinin kullanımları, tungsten karbit frezle artık adezivin uzaklaştırılmasını takiben yüzeyin parlatılması amacıyla önerilmektedir (194, 208, 223).

2.6. Mine Yüzeyini Değerlendirme Yöntemleri

Mine yüzey pürüzlülüğüne, yüzeyde oluşan madde kaybına ve yüzeye etki eden faktörlere ilişkin literatürde çok sayıda *in vitro* çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar

genellikle diş kaybının miktarını ölçmektedir. Numune yüzeyinin görsel bir sunumunun oluşturulması yada numunenin sertlik gibi özelliklerini tanımlayan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak teknolojinin ilerlemesi ile yeni yöntemler literatüre girmiştir (31, 204, 205, 207, 212, 217, 224, 225)

2.6.1. Polarize ışık mikroskopisi (PLM)

İlk olarak 1967 yılında diş minesinin görüntülenmesi amacıyla kullanılan PLM, daha sonra *in vitro* yöntemle hazırlanmış diş kesitleri kullanılarak diş çürüklerinin ilerlemesinin araştırmasında ve erozyona bağlı yüzey altı madde kaybının miktarını tahmin etmek için süt dişlerinde kullanılmıştır (226-228). Diferansiyel interferans kontrast mikroskopisinin bir biçimi olan teknik, hazırlanmış diş yüzeylerinin oldukça büyütülmüş ve detaylı bir görüntüsü oluşturmak için polarize ışın demetini kullanmaktadır. Bu yöntemle oluşturulan görüntü yansıması, incelenen yüzeyle örtüşmeyebilir. İncelenen numunelerinin şeffaf olması gerekliliği ve kırılma indeksinde küçük değişiklikler bulunan örneklerde kullanılabilmesi, tekniğin dezavantajları arasındadır (229).

Beyaz ışık interferometrisi (WLI) adı verilen daha yakın zamanda tercih edilen bu teknik de aynı prensibe dayanmaktadır. WLI kendi başına yeni bir teknik olmasa da, bilgisayar ve yazılım destekli sistemlerin geliştirilmesi ile, üç boyutlu yüzey görüntülerinin haritalanmasında hızlı ve etkin bir şekilde kullanılabilir (229). Son yıllarda ağız gargaralarının mine yüzeyindeki erozyon önleyici etkilerinin (230) ve farklı splint kaldırma tekniklerinin mine yüzeyi üzerine etkilerinin araştırmasında (216) kullanılmıştır.

2.6.2. Mikroradyografi

Bu yöntem 1970'lerin ortalarına doğru yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (231). Yüzeyin büyütülmüş bir görüntüsü oluşturmak için düşük enerjili X ışınları ile ince numunelere nüfuz etme prensibiyle çalışmaktadır. Bu teknik PLM'den farklı olarak, toplam mineral kaybının sayısallaştırılmasına olanak sağlar ve büyük miktarda yüzey kaybının beklenildiği durumlarda yararlıdır. Mineral kaybı genellikle bir mikrodensitometre kullanılarak hesaplanır (232), ancak modern kamera ve yazılım sistemleri daha popüler hale gelmektedir (233). Teknik, okuyucu uç

kullanan (yüzey profilometresi) tekniklere göre daha yüksek derinliklerin *in vitro* değerlendirilebilmesine olanak sağlamak ve son zamanlarda aşınma ve erozyon düzeylerini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Mikroradyografi düz yüzeylerle sınırlı kalmaz; modern profillemeye yazılımları ile eğri yüzeylerde matematiksel düzleştirmeye olanak sağlamaktadır. PLM ile birlikte kullanımı, yüzey altı demineralizasyonunu gösterebilmesi açısından birçok tekniğe üstünlük sağlasa da (234), mikroradyografi hâlâ yüzey kalitesi ile ilgili bilgi sağlayamamaktadır (229).

2.6.3. Taramalı elektron mikroskopu (SEM)

SEM, dental sert doku rezorpsiyonunun *in vitro* yöntemle incelenmesinde kullanılan ilk tekniklerden biridir (235, 236) ve günümüzde hâlâ yaygın olarak kullanılmaktadır (237-239).

SEM, elektronları örnek yüzeyine saçarak ve elde edilen sinyal yüzey topoğrafyası ve bileşimi hakkında bilgi sağlayabilir. SEM görüntülerinin geniş bir alan derinliği vardır ve bu nedenle yüksek çözünürlüklü üç boyutlu görüntüler elde edilebilir. Konvansiyonel SEM için, elektrostatik yük birikimini önlemek amacıyla numune yüzeyi iletken olan bir malzeme ile (genellikle altın) kaplanmalıdır. Numune hazırlanması sırasında uygulanan kurutma ve püskürtme işlemleri, numuneleri geri dönüşümsüz bir şekilde etkileyebilmektedir. Bunun için biyolojik numunelere Osmiyum emdirilebilir veya basınçlı bir kap içinde çalışan 'çevresel SEM' kullanılarak görüntülenebilir. İncelenen örnek tahribat riskine karşın kopyalanabilir ancak bu durum boyutsal hatalara neden olabilir (240).

Bu yöntem, artık rezin temizliği sonrası mine yüzey özelliklerinin kalitatif olarak incelenmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntem olmuştur (193, 196, 206, 210, 241).

1979 yılında Zachrisson ve Arthun (210), çeşitli debonding prosedürlerinin mine yüzeyindeki etkilerini SEM'de incelemişlerdir. SEM ile birlikte stereomikroskop (SM) kullanımının, çalışma hızını ve çalışma kolaylığını artırdığını, düşük büyütmelerde klinik olarak anlamlı sonuçlar oluşturabildiğini, aynı zamanda tüm diş yüzeylerinin ayrıntılı topografik değerlendirmesinin sağlanabildiğini bildirmişlerdir (210).

Campbell (192), 1995 yılında yaptığı çalışmada farklı yüzey temizleme tekniklerinin mineye olan etkilerini SEM görüntülerini yorumlayarak sınıflandırmış, aynı yıl bir başka çalışmada SEM'den elde edilen fotomikrograflar, yüzey pürüzlülük indeksine göre sınıflandırılmıştır (195).

2.6.4. Optik koherens tomografi (OCT)

Optik koherens tomografi (OCT), nispeten yeni bir teknik olup, bu teknikte örnek yüzeyinin çapraz kesit görüntüsünü oluşturmak için kızılötesi ışığı kullanılır (242). Çalışma prensibi olarak ultrasona benzerlik göstermektedir, ancak yüksek frekanslı ses yerine yüksek frekanslı ışık (yaklaşık 820 nm) kullanılmaktadır (243). Bu yöntemle diğer yüzey altı tekniklere kıyasla numuneler daha derin olarak incelenebilmekte ve numune yüzeylerine zarar verilmeden yüksek kaliteli üç boyutlu görüntüler sağlanabilmektedir. OCT ile minede oluşabilecek demineralizasyon seviyeleri ve mine kalınlığı incelenebilmektedir (244). *In vivo* olarak sığırlarda (245) ve *in vitro* olarak insan dişlerinde (246) çürüğün ciddiyetinin ve derinliğinin izlenmesi amacıyla kullanılmış olsa da, doku özellikleri açısından yüzey karakteristiklerinin daha fazla analizi yapılamamaktadır (229).

OCT, esas olarak oftalmolojide yaygın olarak kullanılmakla birlikte (247), braket çevresindeki biofilm tabakasının belirlenmesinde (248), ortodontik kuvvetlere karşı periodontal ligamentin verdiği yanıtların değerlendirilmesinde (249) ve artık adezivin mine yüzeyinde yarattığı etkinin kalitatif olarak değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır (250, 251).

2.6.5. Konfokal tarama lazer mikroskopisi (CSLM)

Bu teknik yüksek çözünürlüklü görüntüler üretebilen, numune yüzeylerinde tahrip edici etkisi olmayan üç boyutlu bir tekniktir. Konfokal mikroskobu ışığı, yerini 1980'lerin sonlarına doğru lazer kaynağına bırakmıştır. Yüzey, mikroyapı hakkında dolaylı bilgi sağlayan 1 µm çaplı bir lazer ışını ile taranır. Bu teknik 4 ila 50 µm arasında dikey (Z) bir sınıra sahip olmasına rağmen, derin çukurlar içeren yüzeylerde yüksek kaliteli görüntü oluşturabilmektedir. Numunelerin yüzey görüntüleri, SEM ile benzer özellikte oluşturulabilir, ancak numune hazırlama problemlerinin çoğu bu yöntemde bulunmamaktadır. Geliştirilmiş çözünürlük, odak dışındaki bulanıklığın giderilmesi ve görüntülerin üç boyutlu olarak yeniden oluşturulabilmesi, florasan mikroskobu tekniklerinden daha fazla bilgiye ulaşılabilmesine olanak tanımaktadır (252). Diğer mikroskopi tekniklerinde olduğu gibi, CSLM ile de yüzeyi daha nitelikli kılacak olan dokusal ayrıntılar kaydedilememektedir (152, 208, 224, 229).

2.6.6. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM)

Mikroskobinin çok yüksek çözünürlüklü bir formu olan atomik kuvvet mikroskobisi (AFM) yükseklik değişikliklerini bir atom kadar küçük ölçekbilir (10^{-10} m). AFM, bir konsol yardımıyla numune yüzeylerini taramaktadır. Sabit kuvvet modu, yüzey topografyasını kaydetmede ve yüzeylerin sürtünme özellikleri hakkında bilgi verme konusunda yararlıdır. Çok yumuşak yüzeylerde sürtünme etkileri her zaman tercih edilmemektedir. Analiz öncesi yüzey hazırlığı gerekli değildir, ancak görüntülerde artefaktlar görülebilir. Yumuşak sulu yapıların incelenebilmesi için bir hücre içerisinde hareketsizleştirilmeleri gerekmektedir. AFM, diş minesindeki erozyonu değerlendirmek için kullanılmış; mine demineralizasyonunun erken safhalarını ölçmek için uygun bir araç olduğunu kanıtlamıştır (204, 253-256). Ayrıca bu yöntemle artık rezin temizliği sonrası mine yüzey pürüzlülüğü başarılı bir şekilde incelenmiştir (204).

2.6.7. Yüzey profilometreleri

Kontak uç profilometresi, temassız optik profilometreleri ve lazer profilometreleri olarak üç başlık altında incelenebilir (229).

2.6.7.1. Kontak uç profilometresi

Kontak uç profilometresi daha eski ve daha yerleşmiş bir tekniktir (205, 215). Kontak uç profilometresi incelenecek yüzeyde sivri elmas uçlu bir kalem ile tarama yapmaktadır. Uçlar genellikle 1.5 ile 2.5 μm arasında bir çapa sahiptir, ancak ucun şekli değişebilir (257). İnceleme uçları ölçüm yapılan yüzey üzerinde yüzey düzensizliklerine çapraz yönde ve değerlendirme uzunluğu boyunca hareket ederken meydana gelen titreşimler büyütülerek hareketli bir şerit üzerine kaydedilebilmekte veya göstergeden okunarak yüzey pürüzlülüğü belirlenebilmektedir. Chisel tip uçları ($0.25 \times 0.25 \mu\text{m}$) belirleyici darbeler için kullanılabilirken, konik uçlar mikro pürüzlülük ölçümleri için kullanılmaktadır. Mekanik, pnömatik, optik veya elektronik desenli olarak imal edilen cihazlarda izleyici ucun yüzey üzerindeki basıncı 0.05 ile 100 mg aralığındadır ve pürüzlülük büyütme oranı ise 100.000 kata kadar çıkabilir (258). Yüzeyden doğrusal bir hat boyunca bir pikap iğnesi gibi kayıt yapan Stylus tip cihazlarla genellikle geniş bir dikey aralıkta ($2 \mu\text{m}$ - $250 \mu\text{m}$ arası) tarama

yapılabilmesine rağmen elmas ucunun numuneye zarar verme riski bulunmaktadır. İğnenin uç yarıçapı incelenecek alanlardaki girintilerin yarıçapından küçük olarak seçilmez ise yüzey detayları kaydedilemez ve bu nedenle daha ince yüzey ayrıntıları filtrelenebilir. İğnenin çap genişliği azaldıkça ölçüm hassasiyeti artmaktadır. Elmas uçlar zamanla aşınabilir, bu nedenle ölçümlerin doğruluğundan emin olmak için bu uçların periyodik olarak kontrol edilmeleri gerekmektedir. Kontroller bir referans standardı kullanılarak tamamlanmaktadır (257, 259).

Eliades ve ark (205), 2004 yılında yaptıkları çalışmada mine yüzeyinde meydana gelen değişimleri ve madde kaybını debonding öncesi ve sonrası kontak uç profilometre ile ölçerek rakamsal olarak ifade etmiştir. Takip eden yıllarda farklı bıçak sayılarına ve uygulama hızlarına sahip tungsten karbit frezler, elmas frez, alüminyum oksit kumlama ve lazer uygulamalarının mine yüzeyinde oluşturduğu pürüzlülük değerleri ve madde kayıpları da bu yöntemle kantitatif olarak değerlendirilmiştir (203, 209, 215).

2.6.7.2. Temassız optik profilometreler

Bu yöntemde cihazın optik ucundan yüzeye gönderilen ışık demetlerinin kırılarak yansması sonucu yüzey pürüzlülük profili üç boyutlu olarak belirlenebilmektedir. Bu cihazlar yüksek kararlılığa sahip olup 0.5 mikron olan çizik aralıklarını rahatlıkla görüntüleyebilmektedir. Stylus tip cihazlarda ise kararlılık 2.5 mikronun altına düşmektedir. İncelenen bölgede yüzey karışık olsa dahi rahatlıkla detaylı görüntü elde edilebilmesi, incelenecek numunelerde tahribat yaratmaması ve cihazın yinelenen şekilde kalibreleme gerektirmemesi temassız optik profilometrenin başlıca avantajları arasındadır (25, 260, 261). Çehreli ve ark.(216) ile Fabiano ve ark.(223) debonding sonrası mine yüzey değişimlerini temassız optik profilometre ile inceledikleri çalışmalarında sonuçların kalitatif ve kantitatif olarak net bir şekilde belirlenebildiğini ve tekrarlanabilir ölçümlerde yöntemin güvenilir olduğunu bildirmişlerdir.

2.6.7.3. Lazer profilometreleri

Lazer profilometresi yüzeye temas etmediği için kontak uç profilometresinin birçok dezavantajını aşabilir. Bu yöntemde yüzeye genellikle 100 µm çapında bir ışık

spotu yönlendirilmektedir (262). Lazer profilometresi, ya lazer ışınının sapmasını ölçerek yada beyaz ışık ile konfokal ilkeyi kullanarak yüzey topografisini oluşturabilir (263). Dişin sert dokularında lazer profilometresi ile yapılan taramalarda, sonuçlar renk ve şeffaflıktan etkilenebilmektedir (262, 263). Yüzeydeki yarı saydamlıkların üstesinden gelebilmek için numunenin polivinil siloksan bir baskısının kaydedilmesi gerekmektedir. Buna rağmen lazer profili yüzey renginden etkilenebilir. 785 nm dalga boyunda lazer profilometresinin kullanıldığı bir çalışmada, daha koyu renkli baskı malzemelerinin daha yüksek bir pürüzlülük değerleri gösterdiği ve ayrıca baskı malzemelerinin lazerle aynı dalga boyundaki renkleri emmesi durumunda yüzeyin taranamayacağı bildirilmiştir (262). Yüzeyin kopyalanmasında oluşabilecek boyutsal hatalardan bağımsız olarak, baskı malzemelerinin de lazerden farklı profil sonuçlarına neden olabileceği ileri sürülmüştür (262).

Yüzey özelliklerinin raporlanma biçimini en üst düzeye çıkarmak için tekniklerden bazılarının kombinasyon halinde kullanılması önerilmiştir (264). Ancak tekniklerin spesifik doğası nedeniyle birden fazla yöntem kullanmak mümkün olmamaktadır. Standart profilometre yöntemi, dişin sert doku çalışmalarında yüzey değişimlerinin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri olmaya devam etmektedir (238, 265-271).

Araştırmamızın hedefi bu bilgiler ışığında, rutin ortodonti kliniğinde sıklıkla kullanılan 12 ve 30 bıçaklı tungsten karbit frezlerinin, Radlansky tarafından 2001 yılında geliştirilmiş 8 bıçaklı tungsten karbit frezinin, fiberle güçlendirilmiş kompozit bitirme frezinin ve Arkansas taşının mine yüzeyinde artık rezin temizliği sonrasında oluşturdukları etkileri, temassız üç boyutlu optik profilometre ile kantitatif olarak incelenmesi olacaktır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Fiber ile güçlendirilmiş kompozit bitirme frezinin, Arkansas taşının, 8, 12 ve 30 bıçaklı tungsten karbit frezlerin artık rezin temizliği sonrasında mine yüzeyine olan etkilerini üç boyutlu optik profilometre ile incelemek amacıyla toplam 50 adet premolar diş kullanıldı.

3.1. Deneysel Materyal

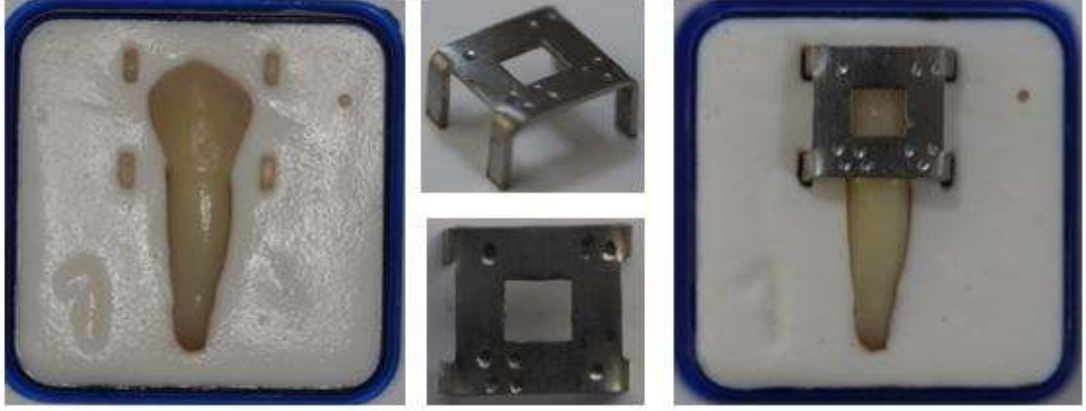
Çalışmaya başlamadan önce Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan çalışmamızın etik yönden uygun olduğuna ilişkin gerekli izin alındı (Ek-1).

Bu çalışmada Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na başvuruda bulunan üst premolar çekimli tedavi endikasyonlu hastalardan ortodontik tedavi amacı ile çekilen 50 adet premolar diş kullanıldı. Dişlerin organik yapısında oluşabilecek bozulma, çürüme ve dehidratasyonun engellenmesi amacıyla dişler çekim sonrasında su altında yıkanıp kurutularak ağırlık ve hacimce %0.1'lik timol solüsyonunda, koyu renkli şişelerde ve üç ayı geçmeyecek şekilde saklandı. Dişlerin çalışmaya dâhil edilme kriterleri taşınabilir transillüminatör (®Registered Trademark, U.S. Patent 6, 406, 293. B1) yardımıyla tek bir hekim tarafından yapılan inceleme sonrası belirlendi. Bu kriterler şunlardır;

1. Diş yapısı ve bütünlüğünün bozulmamış olması,
2. Dişlerin çürük, dolgulu veya çatlak olmaması,
3. Dişlerde davye izinin bulunmaması,
4. Dişlerin periodontal amaçla çekilmemiş olması,
5. Dişlerin çekim tarihinden sonra 3 aydan fazla süre geçmemiş olması.

Çalışmaya dahil edilen tüm dişler ayrı ayrı 3x3x1.1 cm'lik plastik kalıplar içine sert alçı döküldükten sonra sadece bukkal yüzeyleri açıkta kalacak şekilde gömüldü. Computer Numerical Control (CNC) torna makinesinde özel olarak hazırlanan tam ortasında braket genişliği kadar (3.5×3mm) penceresi ve sağ-sol kenarlarında dört adet ayağı bulunan metal plakalar, penceresi braketin yapıştırılacağı yere gelecek şekilde henüz sertleşmemiş alçı kalıplarına yerleştirildi. Metal plakanın her köşesine elmas

frezle rehber noktalar oluşturuldu. Bu şekilde her incelemeden önce plakanın doğru yere yerleştirilmesi sağlandı (Şekil 1).



Şekil 1: Dişlerin ve metal plakanın alçıya yerleştirilmesi

Alçı kalıplara gömülmüş dişlere rastgele 1’den 50’ye kadar numara verildi ve tüm dişlerin mine yüzeyleri, Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi’nde bulunan PhaseView firmasının ürettiği temassız üç boyutlu optik profilometre (Zee Scope Compact 3D Digital Microscope, Verrieres Le Buisson, France) cihazı ile malzeme ve yüzey laboratuvar uzmanı tarafından değerlendirildi (T0).

Mine yüzeylerine yapılan bu taramadan sonra, tüm dişlere %37’lik fosforik asit (Scotchbond Etchant, 3M ESPE) aplikatör yardımıyla 20 saniye uygulandı. 30 saniye basınçlı su ile asit mine yüzeyinden uzaklaştırıldı. Mine yüzeyinde tebeşirimsi beyaz görüntü elde edilecek şekilde 30 saniye yağsız hava ile kurutma işlemi yapıldı. Asitleme işlemi, zamana bağlı nem kaybının engellenmesi amacıyla tüm örneklerle aynı anda değil, teker teker uygulandı.

Asitlenmiş örneklerle Transbond XT primeri (3M ESPE) sürüldükten sonra her dişe ait özel rehber plakalar, alçı kalıp içindeki yuvalarına yerleştirildi. Transbond XT adeziv, .022 inch metal Gemini braketlerin (Lot No: GA5HW, 3M Unitek Orthodontic Products 2724 South Peck Road Monrovia, CA 91016 USA) tabanına ağız spatül yardımı ile yeterli miktarda konuldu. Metal braketler braket tutucu ile yerleştirilip diş yüzeyine oturması amacıyla sıkıca bastırıldı. Braket kenarlarına mesial ve distal yönden 10’ar saniye ışık cihazı (3M Espe Elipar DeepCure-S) ile ışık verilerek adeziv sertleştirildi (Şekil 2).



Şekil 2: Transbond XT ile yapıştırılmış braketli dişe ait görüntü

Braket yapıştırılmış örnekler üzerindeki metal plakalar çıkartıldıktan sonra, adeziv polimerizasyonlarının tamamlanması ve ağız içindeki sıvı ortamının taklit edilmesi için 24 saat oda sıcaklığındaki suda bekletildi (77). Sudan alınan örnekler kurulandıktan sonra braket kanatları düz uçlu Howe pensu yardımıyla mesial ve distal yönde sıkıştırılarak braketlerin braket-adeziv yüzeyinden ayrılması sağlandı. Bu yöntemle adezivin tamamının diş yüzeyinde kalması amaçlandı.

Braketlerin uzaklaştırılmasından sonra mine yüzeyleri taşınabilir transillüminatör (®Registered Trademark, U.S. Patent 6, 406, 293. B1) ile incelenerek yüzeyde kalan adeziv artıkları için tek bir araştırmacı tarafından Adhesive Remnant Index'e göre ARI skorlaması (53) yapıldı. Tüm örnekler için ARI skoru 3 olarak hedeflendi. ARI skoru 3 olmayan 17 örnek çalışmadan çıkartıldı. Örneklerde ARI skoru 3 elde edilene kadar bonding ve debonding prosedürleri aynı araştırmacı tarafından tekrarlandı.

Bu işlemlerden sonra tüm örnekler rastgele beş eşit gruba ayrıldı.

Grup 1: Örneklerde 8 bıçaklı 135 dereceye genişletilmiş kama açısı ve 0-5 derece rölyef açısı ile yuvarlatılmış tungsten karbit frez (Lot No: 588290, 633721 Komet Dental Gebr, Brasseler GmbH & Co.KG Trophagener Weg 25. 32657 Lemgo Germany) (Şekil 3) yardımı ile adeziv mine yüzeyinden 20 bin devirli hava soğutmalı mikromotor kullanarak uzaklaştırıldı.



Şekil 3: 8 bıçaklı tungsten karbit frez

Grup 2: Örneklerde 12 bıçaklı 2.35 mm gövdeli, kalın grenli tungsten karbit frez (Lot No: 98897 Dentaureum Turnstr. 31 75228 Ispringen, Germany) (Şekil 4) yardımı ile adeziv mine yüzeyinden 20 bin devirli hava soğutmalı mikromotor kullanarak uzaklaştırıldı.



Şekil 4: 12 bıçaklı tungsten karbit frez

Grup 3: Örneklerde 2 mm genişlik, 6 mm uzunlukta, ekstra ince gritli Arkansas taşı (Lot No: 884090 Komet Dental, Gebr, Brasseler GmbH & Co.KG Trophagener Weg 25. 32657 Lemgo Germany) (Şekil 5) yardımı ile adeziv mine yüzeyinden 20 bin devirli hava soğutmalı mikromotor kullanarak uzaklaştırıldı.



Şekil 5: Arkansas taşı

Grup 4: Örneklerde 2.5 mm uzunlukta, alev uçlu, ters açılı Fiber Destekli Kompozit Frez (Lot No: 813318, Stainbuster Abrasive Technology 8400 Green Meadows Dr. Lewis Center, OH 43035 USA) (Şekil 6) yardımı ile adeziv mine yüzeyinden 20 bin devirli hava soğutmalı mikromotor kullanarak uzaklaştırıldı.



Şekil 6: Fiber Destekli Kompozit Frez

Grup 5: Örneklerde 30 bıçaklı, sağa açılı, ultra ince grenli karbit frez (Lot No: 827342 Komet Dental Gebr, Brasseler GmbH & Co.KG Trophagener Weg 25. 32657 Lemgo Germany) (Şekil 7) yardımı ile adeziv mine yüzeyinden 20 bin devirli hava soğutmalı mikromotor kullanarak uzaklaştırıldı.



Şekil 7: 30 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez

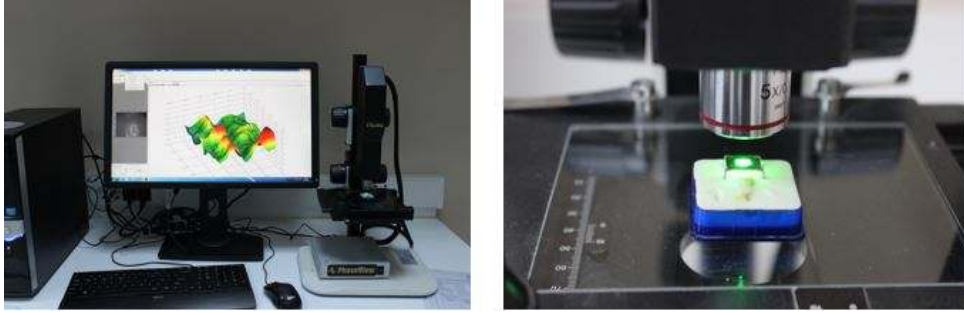
Tüm gruplarda adeziv artıklarının tamamının mine yüzeyinden uzaklaştırılması aynı hekim tarafından yapıldı ve geçen süre yardımcı araştırmacı tarafından rapor edildi. Tüm örneklerle metal plakalar yerleştirildikten sonra optik profilometre cihazı ile mine yüzeyleri aynı uzman tarafından tekrar tarandı (T1).

Bütün örneklerin polisaj işlemleri PoGo polisaj lastikleri (Lot No: 394455 Komet Dental Gebr, Brasseler GmbH & Co.KG Trophagener Weg 25. 32657 Lemgo Germany) ve polisaj patıyla 20 saniye süre uygulanarak tamamlandıktan sonra metal plakalar yerleştirilip optik profilometre cihazı ile aynı uzman tarafından mine yüzeyleri son kez tarandı (T2).

3.2. Optik Profilometre

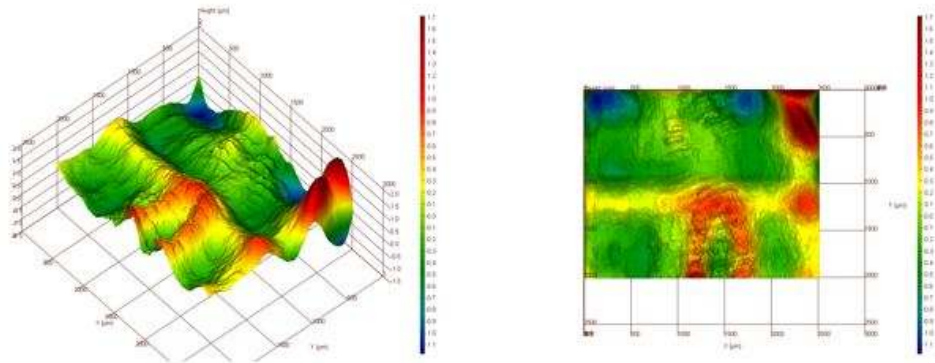
Analiz aşamaları esnasında mine yüzeyleri, Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan PhaseView firmasının ürettiği temassız üç boyutlu optik profilometre (Zee Scope Compact 3D Digital Microscope, Verrieres Le Buisson, France) ile malzeme ve yüzey laboratuvar uzmanı tarafından değerlendirildi. Cihaz cilalanmış, pürüzlü, eğri, düz veya kademeli yüzey alanlarının net bir şekilde ölçülebilmesine imkan sağlayan gelişmiş hassas optik tarama interferometresiydi.

Kamera 1280X1024 Bütünleyici Metal Oksit Yarı iletken (CMOS) özelliğinde, 5.2 µm kare piksel ve maksimum çözünürlükte saniyede 30 görüntü hızına (fps) sahip teknoloji barındırmaktaydı. Işık kaynağı olarak yerleşik co-axial LED ve sonlu ve sonsuz tipte birbirleriyle değiştirilebilir objektifler içermekteydi (Şekil 8).



Şekil 8: PhaseView Zee Scope Compact 3D Dijital Optik Profilometre

GetPhase görüntü işlem algoritması (GetPhase® GUI software, PhaseView) kullanılarak hesaplanan tipik nesnel büyütme performansı; $0.74\ \mu\text{m}$ vertikal çözünürlük (Z axis), $74\ \mu\text{m}$ vertikal menzil (Z Range), $2.8\ \mu\text{m}$ X ve Y lateral çözünürlüğü ile geniş tarama aralığına sahipti. 1280×1024 piksel boyutundaki görüntülerde bir milyonun üzerinde veri noktalarıyla yüzeyin net bir şekilde niceliksel ölçümünün sağlanması ve yüzey karakteristiklerinin net kopyalarının hazırlanabilmesi için ölçüm verileri yazılım kullanılarak işlendi (GetPhase® GUI software, PhaseView). Yazılım, iki (2D) ve üç boyutlu (3D) görüntü analizlerinin otomatik olarak elde edilmelerinden, dökümantasyon ve raporlara kadar kapsamlı araçlar sunmuştur ve Windows 8, 7, XP ve Vista işletim sistemleri ile uyumluluk göstermiştir. Yazılım aynı zamanda Z yükseklik ölçümü, görüntü füzyonu (Genişletilmiş Derinlik Alanı), üç boyutlu (3D) yeniden yapılandırma, ölçümler ve çoklu görüntüleme modlarını (DIC, faz, parlak alan, karanlık alan, yüzey ve profil pürüzlülüğü, basamak yüksekliği ölçümlerini) içermektedir (Şekil 9).



Şekil 9: Optik profilometre ile analiz sonrası iki ve üç boyutlu görüntüler

3.3. Optik profilometre incelemesi

Örneklerin prosedür öncesi orijinal yüzey özellikleri (T0), debonding sonrası adeziv artıklarının temizlenmesinden sonraki yüzey özellikleri (T1) ve final polisaj işlemlerinden sonraki yüzey özellikleri (T2), dişlere ait plakalar yuvalarına yerleştirildikten sonra plaka penceresi altındaki yüzeylerden 500x500 µm kesit (Cut-Off) alınarak 5X büyütme altında, PhaseView ZeeScope optik profilometre ile incelendi. Analiz sonuçlarına göre temel parametre tanımları aşağıdaki gibidir;

Profil Parametreleri (Şekil 10):

Ra: Pürüzlülük profilinin mutlak değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Profil alan verileri için kullanılabilir. Aritmetik ortalama sapmasıdır.

Rq: Değerlendirme uzunluğu veya alanı içinde alınan ve ortalama doğrusal yüzeyden ölçülen yükseklik sapmalarının ortalamasıdır. Profildeki tepelere Ra'dan daha duyarlı kare kök ortalamasıdır.

Rt: Maksimum tepeden vadiye olan uzunluktur. En yüksek ve derin noktalar arasındaki mutlak değeri temsil eder.

Rz: Değerlendirme yüksekliği boyunca beş en yüksek tepenin ve en düşük vadinin ortalama mutlak değeridir. On nokta yüksekliğidir.

Rsk (Skewness): Profilin ortalama çizgi ile ilgili simetrisinin ölçümüdür.

Rku (Kurtosis): Profil keskinliğinin (sharpness) ölçümü ve yüksekliklerin rastlantısal ölçümüdür.



Şekil 10: 1 No'lu diş ait başlangıç yüzey profil parametreleri

Alan Parametreleri (Şekil 11):

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

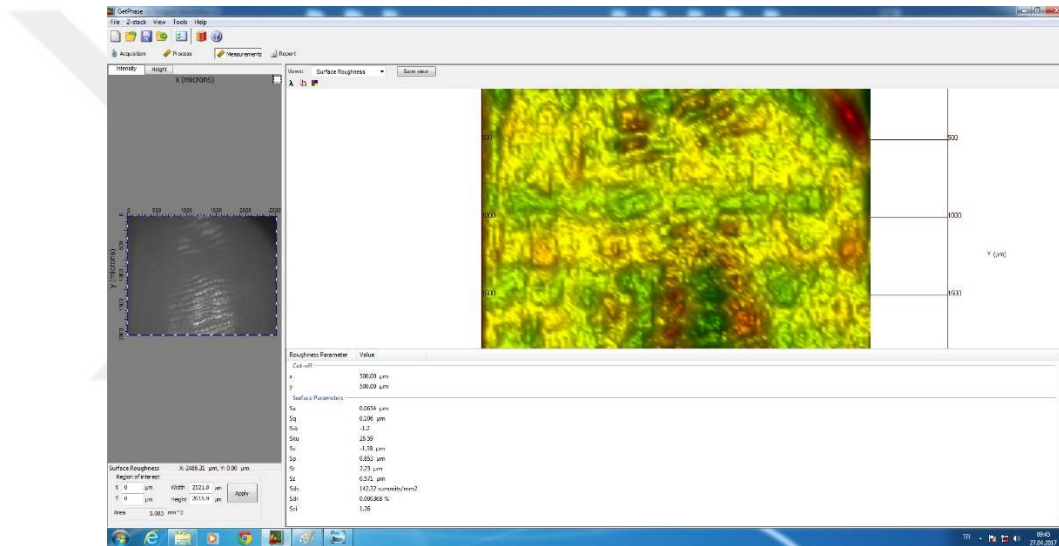
Sq: Ortalama alana göre yükseklik dağılımını belirtir.

St: Alandaki maksimum tepeden vadiye olan uzunluktur.

Sz: Örneklem alanı içindeki en büyük zirve yüksekliği ve en büyük çukur veya vadi derinliğinin toplamı olarak tanımlanır.

SsK (Skewness): Topografya yükseklik dağılımının şeklini tanımlar. Yüzey çizgilerinin ortalama çizgi ile ilgili simetri derecesidir.

Sku: Yükseklik dağılımının yayılımını tanımlar.



Şekil 11: 1 No'lu dişe ait başlangıç alan parametreleri

3.4. İstatistiksel Yöntem

Elde edilen veriler SBSS 21 yazılımı kullanılarak değerlendirildi. Analiz sonuçlarına göre elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluklarının değerlendirilmesi için Shapiro-Wilk testi uygulandı. Analizin sonuçlarına göre bazı değerler normal dağılım göstermediği ve gruplardaki örnek sayısı 30'dan az olduğu için non-parametrik testler kullanıldı. T0, T1 ve T2 dönemlerinde yapılan yüzey pürüzlülüğü ölçümleri ve debond zamanının gruplar arasında karşılaştırmasında Kruskal Wallis testi kullanıldı. Gruplar arası fark olduğunda, farkın hangi gruplar arasında olduğunun belirlenebilmesinde Mann-Whitney U testi kullanıldı. Her bir grup içerisinde T0, T1 ve T2 dönemlerinde yapılan yüzey pürüzlülüğü değerlerini

karşılaştırmada Friedman testi kullanıldı. Grup içerisinde fark bulunduğunda, farkın hangi ölçümler arasında olduğunun belirlenmesinde Wilcoxon testi kullanıldı.



4. BULGULAR

4.1. Farklı Frez Tiplerine Ait Tanımlayıcı İstatistiksel Veriler

Beş farklı frezin uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait maksimum, minimum ve ortalama değerleri, standart sapma ile birlikte milimikron (μm) cinsinden Tablo 1’de sunulmaktadır.

4.2. Farklı Frez Tiplerinin Gruplar Arası İstatistiksel Değerlendirilmesi

Grupların uygulama öncesi (birinci), rezin temizliği sonrası (ikinci) ve polisajlama sonrası (üçüncü) değerlerine ait gruplar arası karşılaştırmalı verileri, sırası ile Tablo 2, 3 ve 4’de verilmektedir.

Bu sonuçlara göre; Ra, Rq, Rt, Rz, Rsk, Rku, Sa, Sq, St, Sz, Ssk ve Sku ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($P \geq 0.05$).

Bununla birlikte gruplar arası debonding zamanları saniye cinsinden değerlendirilmiş olup, istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($P \leq 0.01$). Debonding zamanının gruplar arası karşılaştırılmasına ilişkin istatistiksel değerlendirme Tablo 5’de gösterilmektedir.

Debonding zamanına ait istatistiksel farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunun belirlenmesi için Mann-Whitney U testi sonucu; 8 bıçaklı tungsten karbit frez ile 12 bıçaklı tungsten karbit frez, 8 bıçaklı tungsten karbit frez ile Arkansas frezi, 8 bıçaklı tungsten karbit frez ile fiber destekli kompozit frezi, 12 bıçaklı tungsten karbit frez ile Arkansas frezi ve 12 bıçaklı tungsten karbit frez ile 30 bıçaklı tungsten karbit frez arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($P \leq 0.01$). Bu değerlendirmeye ilişkin istatistiksel veriler Tablo 6’da gösterilmektedir.

4.3. Farklı Frez Tiplerinin Grup İçi Karşılaştırmalarına Ait İstatistiksel Değerlendirmeler

8 Bıçaklı tungsten karbit frez (Radlansky) kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular Tablo 7’de sunuldu. Buna göre 8 bıçaklı tungsten karbit frez kullanılan grupta hiçbir yüzey pürüzlülüğü ölçümünde grup içi istatistiksel önemli farklılık izlenmedi ($P \geq 0.05$).

12 Bıçaklı tungsten karbit frez (Dentaurum) kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular Tablo 8’de sunuldu. Buna göre 12 bıçaklı tungsten karbit frez kullanılan grupta hiçbir yüzey pürüzlülüğü ölçümünde grup içi istatistiksel önemli farklılık izlenmedi ($P \geq 0.05$).

Arkansas frez kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular Tablo 9’da sunuldu. Buna göre Arkansas frez kullanılan grupta hiçbir yüzey pürüzlülüğü ölçümünde grup içi istatistiksel önemli farklılık izlenmedi ($P \geq 0.05$).

Fiber destekli kompozit frez kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular Tablo 10’da sunuldu. Buna göre fiber destekli kompozit frez kullanılan grupta Ssk ve Sku parametrelerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu ($P \leq 0.05$).

30 bıçaklı tungsten karbit frez kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular Tablo 11’de sunuldu. 30 bıçaklı tungsten karbit frez gruplarının grup içi karşılaştırmalarında sadece Rsk parametresi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P \leq 0.01$).

4.3.1. Grup içi karşılaştırmada önemli bulunan parametrelerin karşılaştırılmasına ait istatistiksel değerlendirmeler

Fiber destekli kompozit frez kullanılan grupta Ssk ve Sku parametreleri için hangi ölçümler (uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri

sonrası) arasında fark olduğunu yapılan istatistiksel değerlendirmeye ilişkin bulgular Tablo 12’de sunuldu.

Fiber destekli kompozit frez grubunda Ssk parametresinin üçüncü ve birinci Ssk değerleri ile üçüncü ve ikinci Ssk değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($P=0.017$).

30 bıçaklı tungsten karbit frez kullanılan grupta Rsk parametresi için hangi ölçümler (uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrası) arasında fark olduğunu yapılan istatistiksel değerlendirmeye ilişkin bulgular Tablo 13’de sunuldu.

30 bıçaklı tungsten karbit frez grubunun ikinci ve birinci Rsk değerleri ile üçüncü ve ikinci Rsk değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P=0.013$).

Tablo 1A. 8 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (Radlansky) kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler.

	Minimum	Maksimum	Median	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma
Ra_1	0.021670	0.0119400	0.03058500	0.04584800	0.010326289	0.032654592
Ra_2	0.023600	0.147500	0.03083500	0.04643200	0.012241396	0.038710692
Ra_3	0.024120	0.095890	0.03142500	0.03987300	0.006913675	0.021862960
Rq_1	0.030640	0.177200	0.04204000	0.06414300	0.015248419	0.048219734
Rq_2	0.031030	0.240400	0.04408500	0.06917600	0.020417681	0.064566376
Rq_3	0.033680	0.140300	0.04398000	0.05734500	0.010142676	0.032073959
Rt_1	0.194600	1.070000	0.36695000	0.5686000	0.085519846	0.270437498
Rt_2	0.261300	1.701000	0.36915000	0.52740000	0.138022324	0.436464913
Rt_3	0.275100	0.865900	0.41325000	0.45735000	0.056601180	0.178988648
Rz_1	0.114700	0.560100	0.16030000	0.23370000	0.048043471	0.151926795
Rz_2	0.131900	0.805600	0.18125000	0.25261000	0.063935074	0.202180455
Rz_3	0.131600	0.444200	0.16905000	0.21366000	0.030858693	0.097583755
Rsk_1	-1.601000	0.618600	-0.75645000	-0.50764800	0.281748241	0.890966169
Rsk_2	-2.853000	1.384000	-0.60845000	-0.49338600	0.401226573	1.268789828
Rsk_3	-2.034000	1.459000	-1.06205000	-0.89215000	0.293328784	0.927587061
Rku_1	3.619000	11.158000	6.18500000	6.97840000	0.787391519	2.489950611
Rku_2	4.177000	26.016000	6.74100000	9.07470000	2.189282648	6.923119609
Rku_3	3.799000	16.729000	8.54450000	9.40820000	1.430165078	4.522579077
Sa_1	0.048600	0.162000	0.06915000	0.08663000	0.011946130	0.037776979
Sa_2	0.058800	0.200000	0.07755000	0.08916000	0.013359701	0.042247083
Sa_3	0.055800	0.117000	0.08760000	0.08774000	0.007050756	0.022296447
Sq_1	0.080200	0.253000	0.11100000	0.13463000	0.019035616	0.060195903
Sq_2	0.085500	0.327000	0.12700000	0.13733000	0.022493955	0.071132131
Sq_3	0.097500	0.176000	0.14050000	0.14005000	0.009072073	0.028688412
St_1	1.140000	3.910000	2.61000000	2.50600000	0.340784063	1.077653830
St_2	1.150000	4.810000	2.37500000	2.41200000	0.331487556	1.048255694
St_3	1.830000	3.900000	2.76000000	2.73000000	0.165260737	0.522600336
Sz_1	0.383000	1.190000	0.59000000	0.68910000	0.096297508	0.304519458
Sz_2	0.448000	1.560000	0.65000000	0.70800000	0.102323778	0.323576197
Sz_3	0.522000	0.899000	0.69700000	0.71010000	0.046908054	0.148336292
Ssk_1	-2.550000	0.850000	-1.08100000	-0.95750000	0.295167043	0.933400146
Ssk_2	-2.230000	1.610000	-0.42450000	-0.57159000	0.353133826	1.116707210
Ssk_3	-3.260000	0.336000	-1.19300000	-1.37050000	0.374558088	1.184456673
Sku_1	8.510000	37.440000	18.81000000	20.04600000	3.407177457	10.774441156
Sku_2	6.730000	26.440000	20.11500000	16.79200000	2.080864564	6.580271524
Sku_3	9.670000	54.270000	22.80000000	25.80600000	4.658316625	14.730890597
Debonding zamanı	12.090000	19.080000	16.2800000	16.13400000	0.746594044	2.360937667

Tablo 1B. 12 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (Dentaurum) kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler.

	Minimum	Maksimum	Median	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma
Ra_1	0.024110	0.066310	0.03469000	0.03814200	0.003937475	0.012451389
Ra_2	0.012870	0.044270	0.03023444	0.03006800	0.002611832	0.008259337
Ra_3	0.016990	0.084030	0.04590000	0.04131600	0.006514093	0.020599371
Rq_1	0.031680	0.101300	0.04926000	0.05697200	0.006250059	0.019764421
Rq_2	0.017950	0.060830	0.04625500	0.04370400	0.004059493	0.012837243
Rq_3	0.024890	0.149000	0.06220000	0.06032200	0.011530304	0.036462024
Rt_1	0.196300	0.875100	0.46830000	0.48939000	0.057926987	0.183181218
Rt_2	0.134900	0.614200	0.40140000	0.37126000	0.052961269	0.167478239
Rt_3	0.225900	1.171000	0.42150000	0.46173000	0.087004375	0.275131993
Rz_1	0.100000	0.399800	0.19555000	0.21160000	0.026227628	0.082939041
Rz_2	0.076000	0.238700	0.18370000	0.17883000	0.016314881	0.051592184
Rz_3	0.093900	0.411700	0.22210000	0.21564000	0.031088931	0.098311830
Rsk_1	-2.337000	1.148000	-1.17200000	-0.79968500	0.385302527	1.218433574
Rsk_2	-2.556000	0.301500	-0.92790000	-1.06789000	0.331616565	1.048663655
Rsk_3	-1.714000	1.867000	-0.54270000	-0.47222000	0.336711472	1.064775164
Rku_1	5.074000	19.548000	8.78750000	10.12300000	1.598382453	5.054529124
Rku_2	2.598000	23.931000	6.23450000	10.23700000	2.545653970	8.050064679
Rku_3	3.858000	12.877000	7.59350000	7.68060000	1.070050427	3.383796559
Sa_1	0.053700	0.101000	0.07805000	0.07704000	0.004592220	0.014521876
Sa_2	0.046600	0.109000	0.07330000	0.07431000	0.005953196	0.018825659
Sa_3	0.041100	0.125000	0.08895000	0.08391000	0.008513877	0.026923243
Sq_1	0.087400	0.172000	0.12150000	0.12497000	0.008736031	0.027625755
Sq_2	0.074700	0.152000	0.13250000	0.12034000	0.009048526	0.028613952
Sq_3	0.062100	0.188000	0.13000000	0.12420000	0.012176307	0.038504863
St_1	1.240000	3.900000	2.31000000	2.30900000	0.241032271	0.762210965
St_2	1.230000	3.530000	2.11000000	2.32900000	0.237900306	0.752306823
St_3	1.160000	3.380000	1.89000000	2.04000000	0.205323593	0.649290211
Sz_1	0.429000	0.803000	0.62750000	0.61810000	0.040657226	0.128569436
Sz_2	0.405000	0.801000	0.64450000	0.61340000	0.042148204	0.133284324
Sz_3	0.329000	1.040000	0.66550000	0.64230000	0.071836860	0.227168097
Ssk_1	-4.470000	0.295000	-0.90650000	-1.56470000	0.507304359	1.604237240
Ssk_2	-4.310000	1.210000	-1.33000000	-1.45060000	0.607066227	1.919711969
Ssk_3	-1.640000	0.559000	-1.08500000	-0.89520000	0.208287184	0.658661910
Sku_1	6.750000	57.520000	17.20500000	23.47000000	5.269460862	16.663498366
Sku_2	7.400000	54.020000	21.91000000	26.19900000	5.595114625	17.693305985
Sku_3	5.550000	23.120000	16.36500000	15.20800000	1.793330112	5.671007749
Debonding zamanı	6.320000	11.350000	9.05500000	9.05400000	0.584382295	1.847979076

Tablo 1C. Arkansas Taşı kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler.

	Minimum	Maksimum	Median	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma
Ra_1	0.019730	0.150300	0.03538500	0.06563200	0.015315988	0.048433407
Ra_2	0.016440	0.098310	0.03976500	0.04914400	0.008867015	0.028039964
Ra_3	0.027950	0.428500	0.04955000	0.10080900	0.038232262	0.120901028
Rq_1	0.026490	0.246600	0.04921000	0.10115400	0.026399153	0.083481451
Rq_2	0.022400	0.180100	0.05631000	0.07321700	0.015842405	0.050098082
Rq_3	0.040950	0.225600	0.06208500	0.09246600	0.019630238	0.062076263
Rt_1	0.166300	1.633000	0.51925000	0.71035000	0.163501645	0.517037599
Rt_2	0.153200	1.241000	0.44925000	0.49887000	0.105128808	0.332446480
Rt_3	0.401900	1.547000	0.44140000	0.64904000	0.121011131	0.382670796
Rz_1	0.111700	0.757100	0.19670000	0.33043000	0.075894802	0.240000435
Rz_2	0.097200	0.481300	0.20615000	0.24808000	0.043038143	0.136098557
Rz_3	0.168700	0.643100	0.23865000	0.31676000	0.049694914	0.157149117
Rsk_1	-2.892000	1.182000	0.22835000	-0.41662000	0.451753594	1.428570298
Rsk_2	-1.390000	2.287000	-0.01680000	-0.12389000	0.327419224	1.035390499
Rsk_3	-1.694000	1.317000	-0.41535000	-0.34086000	0.298559933	0.944129405
Rku_1	2.882000	22.654000	7.89950000	9.53470000	2.143935338	6.779718825
Rku_2	2.570000	12.030000	5.48150000	6.23030000	1.047749578	3.313275085
Rku_3	3.446000	13.982000	5.93400000	6.85410000	0.955532632	3.021659494
Sa_1	0.057200	0.142000	0.09125000	0.09717000	0.009777696	0.030919790
Sa_2	0.047100	0.111000	0.08105000	0.08211000	0.006205597	0.019623821
Sa_3	0.057500	0.148000	0.09570000	0.10032000	0.008603511	0.027206690
Sq_1	0.085200	0.217000	0.14100000	0.15052000	0.014901281	0.047121988
Sq_2	0.071200	0.205000	0.12900000	0.13311000	0.013024988	0.041188630
Sq_3	0.085000	0.231000	0.14850000	0.15270000	0.014038083	0.044392317
St_1	1.360000	3.250000	2.12000000	2.28000000	0.211696848	0.669444214
St_2	1.160000	5.590000	1.95500000	2.48700000	0.445383854	1.408427413
St_3	1.280000	3.120000	2.65000000	2.53600000	0.188321239	0.595524046
Sz_1	0.451000	1.210000	0.73800000	0.76120000	0.079003629	0.249831410
Sz_2	0.363000	0.908000	0.66800000	0.66830000	0.057378868	0.181447911
Sz_3	0.433000	1.230000	0.80850000	0.81550000	0.077179769	0.244063858
Ssk_1	-2.490000	1.180000	-0.29300000	-0.63812000	0.357680200	1.131084106
Ssk_2	-3.220000	6.370000	-0.57650000	-0.21380000	0.814415275	2.575407230
Ssk_3	-1.270000	0.175000	-0.41150000	-0.48850000	0.162532134	0.513971735
Sku_1	6.450000	29.110000	12.62000000	14.03000000	2.200138885	6.957450044
Sku_2	5.310000	111.200000	13.05500000	25.98800000	10.147951386	32.090639965
Sku_3	8.180000	22.000000	12.39500000	13.05500000	1.339737329	4.236621426
Debonding zamanı	18.340000	32.580000	26.87000000	25.89000000	1.632384759	5.162053855

Tablo 1D. Fiber Destekli Kompozit Frez kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler

	Minimum	Maksimum	Median	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma
Ra_1	0.019850	0.075030	0.03769889	0.03867300	0.005777127	0.018268878
Ra_2	0.016670	0.086860	0.03486500	0.03986000	0.006760128	0.021377401
Ra_3	0.019400	0.093180	0.03423000	0.04460100	0.007833610	0.024772049
Rq_1	0.024130	0.104100	0.54420000	0.05357000	0.007873459	0.024898064
Rq_2	0.020900	0.131300	0.04705000	0.05702700	0.011254289	0.035589186
Rq_3	0.027990	0.128100	0.04771500	0.06273700	0.011161089	0.035294464
Rt_1	0.151700	0.632100	0.38230000	0.36261000	0.044087157	0.139415832
Rt_2	0.024700	0.782300	0.32090000	0.35404000	0.076102385	0.240656871
Rt_3	0.205200	0.922100	0.40335000	0.47588000	0.070092026	0.221650450
Rz_1	0.094000	0.374500	0.19270000	0.19782000	0.027855942	0.088088223
Rz_2	0.080000	0.394700	0.16730000	0.19182000	0.030487450	0.096409783
Rz_3	0.114200	0.551900	0.18735000	0.23771000	0.043325575	0.137007497
Rsk_1	-2.204000	0.912800	0.00310000	-0.33689000	0.310184169	0.980888467
Rsk_2	-0.539300	1.070000	0.00015000	0.07611300	0.164917247	0.521514126
Rsk_3	-1.872000	0.890300	-0.44770000	-0.35150700	0.280813859	0.888011393
Rku_1	2.950000	19.579000	4.42600000	6.60530000	1.727531495	5.462934255
Rku_2	3.338000	8.583000	4.56200000	4.68750000	0.475321184	1.503097561
Rku_3	2.991000	15.105000	5.85150000	6.99540000	1.051305170	3.324518852
Sa_1	0.060000	0.148000	0.08585000	0.09278000	0.009125298	0.028856727
Sa_2	0.047600	0.129000	0.08695000	0.08190000	0.007157451	0.022633849
Sa_3	0.049500	0.200000	0.08170000	0.09509000	0.013657911	0.043190108
Sq_1	0.078100	0.273000	0.12850000	0.14033000	0.018030456	0.057017308
Sq_2	0.070300	0.192000	0.12550000	0.12198000	0.010836264	0.034267276
Sq_3	0.081800	0.296000	0.13450000	0.14614000	0.019639983	0.062107080
St_1	0.930000	5.290000	1.67000000	2.06700000	0.383359564	1.212289386
St_2	1.210000	2.920000	1.75000000	1.86300000	0.196101164	0.620126331
St_3	1.590000	4.330000	2.42000000	2.46200000	0.266365663	0.842322187
Sz_1	0.347000	1.220000	0.66750000	0.68690000	0.080691794	0.255169856
Sz_2	0.338000	0.906000	0.60100000	0.58810000	0.051942158	0.164255526
Sz_3	0.406000	1.640000	0.65400000	0.75260000	0.112836480	0.356820278
Ssk_1	-1.400000	0.738000	-0.10295000	-0.25959000	0.252767516	0.799321068
Ssk_2	-1.110000	1.710000	-0.38950000	-0.07960000	0.283053399	0.895093440
Ssk_3	-2.250000	-0.126000	-1.32000000	-1.24480000	0.254358531	0.804352300
Sku_1	5.220000	20.730000	11.00500000	11.34500000	1.802630331	5.700417626
Sku_2	4.680000	20.210000	10.56000000	11.85400000	1.527534106	4.830486978
Sku_3	9.350000	33.400000	16.21000000	18.25200000	2.670456390	8.444724586
Debonding zamanı	14.860000	27.710000	23.49500000	22.39200000	1.364261135	4.314172510

Tablo 1E. 30 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (3M) kullanılan grupta uygulama öncesi, artık rezin temizliği sonrası ve polisaj işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük parametrelerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler

	Minimum	Maksimum	Median	Ortalama	Std. Hata	Std. Sapma
Ra_1	0.018200	0.081260	0.02852500	0.03816000	0.007046399	0.022282669
Ra_2	0.021620	0.071860	0.02521500	0.03721200	0.005881735	0.018599680
Ra_3	0.019180	0.087480	0.03511000	0.04025000	0.006758663	0.021372769
Rq_1	0.025780	0.112200	0.04480000	0.05518600	0.010067879	0.031837427
Rq_2	0.027520	0.124100	0.03570000	0.05534000	0.010323729	0.032646497
Rq_3	0.024470	0.135400	0.05000500	0.06070300	0.011096139	0.035089071
Rt_1	0.209700	0.801800	0.41920000	0.45626000	0.060256889	0.190549015
Rt_2	0.172400	1.075000	0.34835000	0.42791000	0.085640639	0.270819478
Rt_3	0.195300	0.846000	0.44125000	0.48722000	0.062503427	0.197653191
Rz_1	0.102000	0.438700	0.17130000	0.20705000	0.033891681	0.107174906
Rz_2	0.119800	0.438400	0.13685000	0.20562000	0.035997036	0.113832624
Rz_3	0.101100	0.359200	0.18470000	0.20538000	0.024962656	0.078938848
Rsk_1	-1.944000	0.543400	-0.92470000	-1.02433000	0.241298383	0.763052487
Rsk_2	-1.525000	1.390000	0.09077500	-0.06267500	0.293411565	0.927848838
Rsk_3	-1.980000	0.228900	-1.00995000	-0.91584000	0.239422687	0.757121014
Rku_1	4.805000	16.884000	8.35250000	9.65070000	1.360948885	4.303698256
Rku_2	2.696000	11.845000	5.77350000	7.07080000	1.208295023	3.820964358
Rku_3	3.895000	19.301000	9.62450000	10.11940000	1.667529851	5.273192396
Sa_1	0.045000	0.118000	0.08685000	0.08396000	0.007754786	0.024522788
Sa_2	0.047400	0.108000	0.06880000	0.07189000	0.005851105	0.018502820
Sa_3	0.050300	0.106000	0.08375000	0.07938000	0.005980632	0.018912418
Sq_1	0.059600	0.178000	0.12750000	0.13061000	0.012397441	0.039204151
Sq_2	0.079200	0.178000	0.10000000	0.11212000	0.009823462	0.031064514
Sq_3	0.087800	0.169000	0.13250000	0.12874000	0.008745236	0.027654865
St_1	0.680000	4.040000	2.10500000	2.28500000	0.285634771	0.903256454
St_2	1.200000	2.780000	1.88500000	1.86900000	0.171486637	0.542288361
St_3	1.280000	3.810000	2.23000000	2.25200000	0.236712672	0.748551193
Sz_1	0.316000	0.893000	0.63400000	0.64270000	0.061119382	0.193276457
Sz_2	0.420000	0.957000	0.50200000	0.57160000	0.054756877	0.173156448
Sz_3	0.400000	0.812000	0.66600000	0.61660000	0.047373739	0.149808915
Ssk_1	-2.980000	0.228000	-0.72250000	-0.90540000	0.314093022	0.993249348
Ssk_2	-2.630000	0.402000	-0.33500000	-0.72810000	0.328219048	1.037919762
Ssk_3	-3.740000	1.140000	-0.65950000	-1.20640000	0.525306603	1.661165334
Sku_1	5.590000	38.090000	16.63000000	17.31500000	2.856833231	9.034099906
Sku_2	7.920000	44.010000	11.56500000	16.43300000	3.480145926	11.005187716
Sku_3	6.630000	49.620000	18.59500000	22.62400000	4.832012279	15.280164484
Debonding zamanı	14.930000	37.650000	19.41000000	22.92500000	2.289737612	7.240786099

Tablo 2. Başlangıç ölçümlerinin (T0) gruplar arasında karşılaştırılmasına ilişkin bulgular.

Gruplar		N	Sıra ortalaması	X ²	df	P
Ra_1	8 Bıçaklı TKF	10	24.50	2.446	4	0.654
	12 Bıçaklı TKF	10	27.00			
	Arkansas	10	30.70			
	Fiber	10	24.30			
	30 Bıçaklı TKF	10	21.00			
Rq_1	8 Bıçaklı TKF	10	23.00	2.439	4	0.656
	12 Bıçaklı TKF	10	27.40			
	Arkansas	10	30.90			
	Fiber	10	23.90			
	30 Bıçaklı TKF	10	22.30			
Rt_1	8 Bıçaklı TKF	10	22.10	5.479	4	0.242
	12 Bıçaklı TKF	10	29.20			
	Arkansas	10	32.20			
	Fiber	10	18.70			
	30 Bıçaklı TKF	10	25.30			
Rz_1	8 Bıçaklı TKF	10	23.20	2.568	4	0.632
	12 Bıçaklı TKF	10	26.30			
	Arkansas	10	31.65			
	Fiber	10	23.10			
	30 Bıçaklı TKF	10	23.25			
Rsk_1	8 Bıçaklı TKF	10	27.30	3.107	4	0.540
	12 Bıçaklı TKF	10	22.70			
	Arkansas	10	28.80			
	Fiber	10	28.90			
	30 Bıçaklı TKF	10	19.80			
Rku_1	8 Bıçaklı TKF	10	23.10	7.679	4	0.104
	12 Bıçaklı TKF	10	31.90			
	Arkansas	10	25.60			
	Fiber	10	16.10			
	30 Bıçaklı TKF	10	30.80			
Sa_1	8 Bıçaklı TKF	10	22.45	2.847	4	0.584
	12 Bıçaklı TKF	10	21.30			
	Arkansas	10	30.20			
	Fiber	10	28.80			
	30 Bıçaklı TKF	10	24.75			
Sq_1	8 Bıçaklı TKF	10	22.20	2.059	4	0.725
	12 Bıçaklı TKF	10	23.75			
	Arkansas	10	30.95			
	Fiber	10	25.35			
	30 Bıçaklı TKF	10	25.25			
St_1	8 Bıçaklı TKF	10	27.75	2.522	4	0.641
	12 Bıçaklı TKF	10	26.55			
	Arkansas	10	26.95			
	Fiber	10	19.00			
	30 Bıçaklı TKF	10	27.25			
Sz_1	8 Bıçaklı TKF	10	23.55	2.006	4	0.735
	12 Bıçaklı TKF	10	22.90			
	Arkansas	10	31.00			
	Fiber	10	25.85			
	30 Bıçaklı TKF	10	24.20			
Ssk_1	8 Bıçaklı TKF	10	21.80	5.208	4	0.267
	12 Bıçaklı TKF	10	19.80			
	Arkansas	10	28.00			
	Fiber	10	33.10			
	30 Bıçaklı TKF	10	24.80			
Sku_1	8 Bıçaklı TKF	10	30.00	6.408	4	0.171
	12 Bıçaklı TKF	10	31.00			
	Arkansas	10	21.70			
	Fiber	10	17.30			
	30 Bıçaklı TKF	10	27.50			

Tablo 3. Rezin temizliği sonrası (T1) yapılan ölçümlerinin gruplar arasında karşılaştırılmasına ilişkin bulgular.

Gruplar		N	Sıra ortalaması	X ²	df	P
Ra_2	8 Bıçaklı TKF	10	26.60	2.516	4	0.642
	12 Bıçaklı TKF	10	22.05			
	Arkansas	10	30.85			
	Fiber	10	25.90			
	30 Bıçaklı TKF	10	22.10			
Rq_2	8 Bıçaklı TKF	10	26.60	1.323	4	0.857
	12 Bıçaklı TKF	10	23.00			
	Arkansas	10	29.50			
	Fiber	10	25.00			
	30 Bıçaklı TKF	10	23.40			
Rt_2	8 Bıçaklı TKF	10	28.00	1.951	4	0.745
	12 Bıçaklı TKF	10	24.10			
	Arkansas	10	29.10			
	Fiber	10	21.00			
	30 Bıçaklı TKF	10	25.30			
Rz_2	8 Bıçaklı TKF	10	27.90	1.773	4	0.777
	12 Bıçaklı TKF	10	24.20			
	Arkansas	10	29.55			
	Fiber	10	22.40			
	30 Bıçaklı TKF	10	23.45			
Rsk_2	8 Bıçaklı TKF	10	23.80	6.482	4	0.166
	12 Bıçaklı TKF	10	16.30			
	Arkansas	10	26.60			
	Fiber	10	31.10			
	30 Bıçaklı TKF	10	29.70			
Rku_2	8 Bıçaklı TKF	10	30.20	5.663	4	0.226
	12 Bıçaklı TKF	10	30.30			
	Arkansas	10	24.40			
	Fiber	10	16.90			
	30 Bıçaklı TKF	10	25.70			
Sa_2	8 Bıçaklı TKF	10	26.60	2.208	4	0.698
	12 Bıçaklı TKF	10	23.40			
	Arkansas	10	29.00			
	Fiber	10	27.85			
	30 Bıçaklı TKF	10	20.65			
Sq_2	8 Bıçaklı TKF	10	25.35	1.713	4	0.788
	12 Bıçaklı TKF	10	25.60			
	Arkansas	10	29.95			
	Fiber	10	25.15			
	30 Bıçaklı TKF	10	21.45			
St_2	8 Bıçaklı TKF	10	28.60	3.146	4	0.534
	12 Bıçaklı TKF	10	29.50			
	Arkansas	10	27.10			
	Fiber	10	20.50			
	30 Bıçaklı TKF	10	21.80			
Sz_2	8 Bıçaklı TKF	10	28.20	3.047	4	0.550
	12 Bıçaklı TKF	10	26.15			
	Arkansas	10	30.05			
	Fiber	10	23.15			
	30 Bıçaklı TKF	10	19.95			
Ssk_2	8 Bıçaklı TKF	10	25.90	3.384	4	0.496
	12 Bıçaklı TKF	10	19.80			
	Arkansas	10	24.60			
	Fiber	10	31.70			
	30 Bıçaklı TKF	10	25.50			
Sku_2	8 Bıçaklı TKF	10	27.00	4.983	4	0.289
	12 Bıçaklı TKF	10	31.50			
	Arkansas	10	27.40			
	Fiber	10	17.65			
	30 Bıçaklı TKF	10	23.95			

Tablo 4. Polisaj işlemi sonrası (T2) yapılan ölçümlerinin gruplar arasında karşılaştırılmasına ilişkin bulgular.

Gruplar		N	Mean Rank	Chi-Square	df	P
Ra_3	8 Bıçaklı TKF	10	22.70	5.674	4	0.225
	12 Bıçaklı TKF	10	23.50			
	Arkansas	10	35.20			
	Fiber	10	24.20			
	30 Bıçaklı TKF	10	21.90			
Rq_3	8 Bıçaklı TKF	10	22.80	3.457	4	0.484
	12 Bıçaklı TKF	10	24.30			
	Arkansas	10	33.10			
	Fiber	10	23.90			
	30 Bıçaklı TKF	10	23.40			
Rt_3	8 Bıçaklı TKF	10	23.80	2.574	4	0.631
	12 Bıçaklı TKF	10	22.10			
	Arkansas	10	31.40			
	Fiber	10	23.50			
	30 Bıçaklı TKF	10	26.70			
Rz_3	8 Bıçaklı TKF	10	22.70	4.770	4	0.312
	12 Bıçaklı TKF	10	23.60			
	Arkansas	10	34.45			
	Fiber	10	24.00			
	30 Bıçaklı TKF	10	22.75			
Rsk_3	8 Bıçaklı TKF	10	19.60	4.456	4	0.348
	12 Bıçaklı TKF	10	27.10			
	Arkansas	10	29.60			
	Fiber	10	30.10			
	30 Bıçaklı TKF	10	21.10			
Rku_3	8 Bıçaklı TKF	10	30.10	4.074	4	0.396
	12 Bıçaklı TKF	10	23.95			
	Arkansas	10	21.15			
	Fiber	10	21.50			
	30 Bıçaklı TKF	10	30.80			
Sa_3	8 Bıçaklı TKF	10	25.90	3.247	4	0.517
	12 Bıçaklı TKF	10	24.05			
	Arkansas	10	31.80			
	Fiber	10	25.45			
	30 Bıçaklı TKF	10	20.30			
Sq_3	8 Bıçaklı TKF	10	27.40	2.348	4	0.672
	12 Bıçaklı TKF	10	21.50			
	Arkansas	10	30.20			
	Fiber	10	25.75			
	30 Bıçaklı TKF	10	22.65			
St_3	8 Bıçaklı TKF	10	32.85	7.265	4	0.123
	12 Bıçaklı TKF	10	17.80			
	Arkansas	10	30.15			
	Fiber	10	25.60			
	30 Bıçaklı TKF	10	21.10			
Sz_3	8 Bıçaklı TKF	10	26.60	4.381	4	0.357
	12 Bıçaklı TKF	10	22.50			
	Arkansas	10	32.90			
	Fiber	10	25.30			
	30 Bıçaklı TKF	10	20.20			
Ssk_3	8 Bıçaklı TKF	10	21.30	5.022	4	0.285
	12 Bıçaklı TKF	10	25.40			
	Arkansas	10	34.00			
	Fiber	10	21.40			
	30 Bıçaklı TKF	10	25.40			
Sku_3	8 Bıçaklı TKF	10	32.75	5.942	4	0.204
	12 Bıçaklı TKF	10	23.00			
	Arkansas	10	17.75			
	Fiber	10	25.80			
	30 Bıçaklı TKF	10	28.20			

Tablo 5. Debonding zamanının gruplar arasında karşılaştırılmasına ilişkin istatistiksel bulgular.

Grup		N	Sıra ortalaması	X ²	df	P
Debond Time	8 Bıçaklı TKF	10	18.70	33.907	4	0.000***
	12 Bıçaklı TKF	10	5.50			
	Arkansas	10	39.25			
	Fiber	10	32.15			
	30 Bıçaklı TKF	10	31.90			
***P≤0.001						

Tablo 6. Debonding zamanının gruplar arasında karşılaştırılmasına ilişkin istatistiksel bulgular

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
8 Bıçaklı TKF	10	15.50	155.00	0.000	0.000157***
12 Bıçaklı TKF	10	5.50	55.00		
8 Bıçaklı TKF	10	5.70	57.00	2.000	0.0002851***
Arkansas	10	15.30	153.00		
8 Bıçaklı TKF	10	6.70	67.00	12.000	0.004072**
Fiber	10	14.30	143.00		
8 Bıçaklı TKF	10	7.30	73.00	18.000	0.015564
30 Bıçaklı TKF	10	13.70	137.00		
12 Bıçaklı TKF	10	5.50	55.00	0.000	0.000157***
Arkansas	10	15.50	155.00		
12 Bıçaklı TKF	10	5.50	55.00	0.000	0.00016***
30 Bıçaklı TKF	10	15.50	155.00		
Arkansas	10	12.55	125.50	29.500	0.121085
Fiber	10	8.45	84.50		
Arkansas	10	12.40	124.00	31.000	0.150927
30 Bıçaklı TKF	10	8.60	86.00		
Fiber	10	10.40	104.00	49.000	0.939743
30 Bıçaklı TKF	10	10.60	106.00		
P≤0.01, *P≤0.001					

Tablo 7: 8 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (Radlansky) kullanılan grupta uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasındaki (T2) yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.

	N	Sıra ortalaması	X ²	df	P
Ra_1	10	1.90	0.200	2	0.905
Ra_2	10	2.00			
Ra_3	10	2.10			
Rq_1	10	1.70	1.800	2	0.407
Rq_2	10	2.00			
Rq_3	10	2.30			
Rt_1	10	1.50	4.200	2	0.122
Rt_2	10	2.10			
Rt_3	10	2.40			
Rz_1	10	1.80	0.600	2	0.741
Rz_2	10	2.10			
Rz_3	10	2.10			
Rsk_1	10	2.10	0.600	10	0.741
Rsk_2	10	2.10			
Rsk_3	10	1.80			
Rku_1	10	1.70	1.400	2	0.497
Rku_2	10	2.20			
Rku_3	10	2.10			
Sa_1	10	2.00	0.200	2	0.905
Sa_2	10	2.10			
Sa_3	10	1.90			
Sq_1	10	1.90	0.200	2	0.905
Sq_2	10	2.10			
Sq_3	10	2.00			
St_1	10	2.10	0.600	2	0.741
St_2	10	1.80			
St_3	10	2.10			
Sz_1	10	1.90	0.200	2	0.905
Sz_2	10	2.10			
Sz_3	10	2.00			
Ssk_1	10	2.10	2.000	2	0.368
Ssk_2	10	2.25			
Ssk_3	10	1.65			
Sku_1	10	1.80	2.400	2	0.301
Sku_2	10	1.80			
Sku_3	10	2.40			

Tablo 8: 12 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (Dentaurum) kullanılan grupta uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasındaki (T2) yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.

	N	Sıra ortalaması	χ^2	df	P
Ra_1	10	2.30	3.800	2	0.150
Ra_2	10	1.50			
Ra_3	10	2.20			
Rq_1	10	2.30	3.800	2	0.150
Rq_2	10	1.50			
Rq_3	10	2.20			
Rt_1	10	2.30	2.600	2	0.273
Rt_2	10	1.60			
Rt_3	10	2.10			
Rz_1	10	2.20	2.400	2	0.301
Rz_2	10	1.60			
Rz_3	10	2.20			
Rsk_1	10	1.80	1.400	10	0.497
Rsk_2	10	1.90			
Rsk_3	10	2.30			
Rku_1	10	2.40	2.600	2	0.273
Rku_2	10	1.90			
Rku_3	10	1.70			
Sa_1	10	2.00	1.800	2	0.407
Sa_2	10	1.70			
Sa_3	10	2.30			
Sq_1	10	2.10	0.200	2	0.905
Sq_2	10	1.90			
Sq_3	10	2.00			
St_1	10	2.00	0.200	2	0.905
St_2	10	2.10			
St_3	10	1.90			
Sz_1	10	2.20	0.800	2	0.670
Sz_2	10	1.80			
Sz_3	10	2.00			
Ssk_1	10	1.90	0.200	2	0.905
Ssk_2	10	2.10			
Ssk_3	10	2.00			
Sku_1	10	2.00	0.000	2	1.000
Sku_2	10	2.00			
Sku_3	10	2.00			

Tablo 9: Arkansas Taşı kullanılan grupta uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasındaki (T2) yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.

	N	Sıra ortalaması	X ²	df	P
Ra_1	10	2.00	5.000	2	0.082
Ra_2	10	1.50			
Ra_3	10	2.50			
Rq_1	10	2.10	4.200	2	0.122
Rq_2	10	1.50			
Rq_3	10	2.40			
Rt_1	10	2.20	1.400	2	0.497
Rt_2	10	1.70			
Rt_3	10	2.10			
Rz_1	10	1.90	2.600	2	0.273
Rz_2	10	1.70			
Rz_3	10	2.40			
Rsk_1	10	1.90	0.200	10	0.905
Rsk_2	10	2.10			
Rsk_3	10	2.00			
Rku_1	10	2.30	1.800	2	0.407
Rku_2	10	1.70			
Rku_3	10	2.00			
Sa_1	10	2.00	3.200	2	0.202
Sa_2	10	1.60			
Sa_3	10	2.40			
Sq_1	10	2.00	1.800	2	0.407
Sq_2	10	1.70			
Sq_3	10	2.30			
St_1	10	1.85	2.513	2	0.285
St_2	10	1.75			
St_3	10	2.40			
Sz_1	10	1.90	4.200	2	0.122
Sz_2	10	1.60			
Sz_3	10	2.50			
Ssk_1	10	2.00	0.800	2	0.670
Ssk_2	10	1.80			
Ssk_3	10	2.20			
Sku_1	10	2.00	0.000	2	1.000
Sku_2	10	2.00			
Sku_3	10	2.00			

Tablo 10: Fiber Destekli Kompozit Frez kullanılan grupta uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasındaki (T2) yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.

	N	Sıra ortalaması	X ²	df	P
Ra_1	10	1.90	1.400	2	0.497
Ra_2	10	1.80			
Ra_3	10	2.30			
Rq_1	10	1.80	2.400	2	0.301
Rq_2	10	1.80			
Rq_3	10	2.40			
Rt_1	10	2.00	5.000	2	0.082
Rt_2	10	1.50			
Rt_3	10	2.50			
Rz_1	10	1.80	3.800	2	0.150
Rz_2	10	1.70			
Rz_3	10	2.50			
Rsk_1	10	2.00	1.800	10	0.407
Rsk_2	10	2.30			
Rsk_3	10	1.70			
Rku_1	10	1.80	3.800	2	0.150
Rku_2	10	1.70			
Rku_3	10	2.50			
Sa_1	10	2.30	1.800	2	0.407
Sa_2	10	1.70			
Sa_3	10	2.00			
Sq_1	10	2.00	0.200	2	0.905
Sq_2	10	1.90			
Sq_3	10	2.10			
St_1	10	1.85	3.231	2	0.199
St_2	10	1.70			
St_3	10	2.45			
Sz_1	10	2.10	1.400	2	0.497
Sz_2	10	1.70			
Sz_3	10	2.20			
Ssk_1	10	2.20	7.800	2	0.020*
Ssk_2	10	2.50			
Ssk_3	10	1.30			
Sku_1	10	1.50	7.800	2	0.020*
Sku_2	10	1.80			
Sku_3	10	2.70			

Tablo 11: 30 Bıçaklı Tungsten Karbit Frez (3M) kullanılan grupta uygulama öncesi(T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasındaki (T2) yüzey pürüzlülük ölçümlerinin grup içi karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.

	N	Sıra ortalaması	X ²	df	P
Ra_1	10	1.70	1.400	2	0.497
Ra_2	10	2.10			
Ra_3	10	2.20			
Rq_1	10	1.90	0.200	2	0.905
Rq_2	10	2.00			
Rq_3	10	2.10			
Rt_1	10	2.10	1.400	2	0.497
Rt_2	10	1.70			
Rt_3	10	2.20			
Rz_1	10	2.00	0.800	2	0.670
Rz_2	10	1.80			
Rz_3	10	2.20			
Rsk_1	10	1.50	9.800	10	0.007**
Rsk_2	10	2.80			
Rsk_3	10	1.70			
Rku_1	10	2.20	2.400	2	0.301
Rku_2	10	1.60			
Rku_3	10	2.20			
Sa_1	10	2.20	1.400	2	0.497
Sa_2	10	1.70			
Sa_3	10	2.10			
Sq_1	10	2.15	2.513	2	0.285
Sq_2	10	1.60			
Sq_3	10	2.25			
St_1	10	2.10	0.600	2	0.741
St_2	10	1.80			
St_3	10	2.10			
Sz_1	10	2.20	0.800	2	0.670
Sz_2	10	1.80			
Sz_3	10	2.00			
Ssk_1	10	1.70	1.800	2	0.407
Ssk_2	10	2.30			
Ssk_3	10	2.00			
Sku_1	10	2.10	.600	2	0.741
Sku_2	10	1.80			
Sku_3	10	2.10			

Tablo 12: Fiber Destekli Kompozit Frez kullanılan grupta Ssk parametresinin uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasındaki (T2) ölçümlerinin karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.

Ölçüm	Sıralar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Ssk_2 - Ssk_1	Negatif Sıralar	3 ^a	6.33	19.00	-0.866	0.386
	Pozitif Sıralar	7 ^b	5.14	36.00		
	Eşit	0 ^c				
	Total	10				
Ssk_3 - Ssk_1	Negatif Sıralar	9 ^d	5.67	51.00	-2.395	0.017*
	Pozitif Sıralar	1 ^e	4.00	4.00		
	Eşit	0 ^f				
	Total	10				
Ssk_3 - Ssk_2	Negatif Sıralar	8 ^g	6.38	51.00	-2.395	0.017*
	Pozitif Sıralar	2 ^h	2.00	4.00		
	Eşit	0 ⁱ				
	Total	10				
	Total	10				
*P≤0,05						

Tablo 13: 30 bıçaklı Tungsten Karbit Frez kullanılan grupta Rsk parametresinin uygulama öncesi (T0), artık rezin temizliği sonrası (T1) ve polisaj işlemleri sonrasındaki (T2) ölçümlerinin karşılaştırmalarına ait istatistiksel bulgular.

Ölçüm	Sıralar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Rsk_2 - Rsk_1	Negatif Sıralar	1 ^a	3.00	3.00	-2.497	0.013*
	Pozitif Sıralar	9 ^b	5.78	52.00		
	Eşit	0 ^c				
	Total	10				
Rsk_3 - Rsk_1	Negatif Sıralar	4 ^d	5.50	22.00	-0.561	0.575
	Pozitif Sıralar	6 ^e	5.50	33.00		
	Eşit	0 ^f				
	Total	10				
Rsk_3 - Rsk_2	Negatif Sıralar	9 ^g	5.78	52.00	-2.497	0.013*
	Pozitif Sıralar	1 ^h	3.00	3.00		
	Eşit	0 ⁱ				
	Total	10				
*P≤0.05						

5. TARTIŞMA

5.1. Gereç ve Yöntemin Tartışılması

Ortodontik adezivlerin diş yüzeyine bağlanma özellikleri ve debonding yöntemlerine ilişkin yapılan *in vitro* çalışmalarda materyal olarak insan dişleri (25-27, 29, 31, 38, 207, 224, 225) ve hayvan dişleri (85, 152, 155, 272) kullanılmıştır. Fowler ve ark. (155) insan ve hayvan dişlerinden elde edilen sonuçların benzer olduğunu belirtirken, Oesterle ve ark. (272), insan dişlerinin sığır dişlerine göre bağlanma direncinin %21-44 daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda klinik uygulamalara benzerliği sağlamak amacıyla, ortodontik tedavi için çekilmiş insan dişleri kullanılmıştır.

İnsan dişi kullanılarak yapılan *in vitro* çalışmalarda en fazla çekim endikasyonu konulan dişler, premolar ve üçüncü molar dişler olmakla birlikte kanin ve kesici dişlerin kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır (37, 192, 206, 213, 223, 251). Çalışmamızda elde edilme kolaylığı ve literatürde uygulanma sıklığı göz önünde bulundurularak üst çeneye ait birinci ve ikinci premolar dişler kullanılmıştır.

Çekim sırasında diş yüzeylerinde oluşabilecek hasarlar çalışma sonuçlarını direkt olarak etkilemektedir. Bu nedenle çalışmamızda kullanılacak dişlerin seçim kriterleri diğer *in vitro* çalışmalarda olduğu gibi diş bütünlüğünün korunmuş olması, davye izi bulunmaması, çürük, dolgulu, çatlak olmaması ve periodontal nedenlerle çekilmemiş olmasıdır (26, 27, 203, 204, 215, 217-219, 223).

Toplanan dişlerin bakteriyel infiltrasyon olmaksızın organik yapılarının bozulmadan korunabilmesi amacıyla farklı materyaller denenmiştir. Bu amaçla distile deiyonize su (36, 203, 204, 206, 209, 224), -20 C° çeşme suyu (273), oda sıcaklığında çeşme suyu (28) ve tuzlu su (215, 217), %4 ve 10'luk formalin (81, 192), %70'lik etil alkol (29, 210), %0.5'lik kloramin (272), %0.9'luk NaCl içeren serum fizyolojik solüsyonu (274) ve %4, %0.1, %0.02'lik konsantrasyonlarda timol solüsyonları (26, 27, 151, 170, 208, 214, 218, 251) kullanılmıştır. Williams ve ark. (275), saklama koşulları ve saklanma süresinin bağlanma kuvvetleri üzerine etkilerini incelediği çalışmasında timol ve distile suda saklanan dişlerin beş yıla kadar bağlanma kuvvetlerinin değişmediğini bildirmiştir.

Timol solüsyonlarının güçlü antiseptik etkisi, organik yapıların solüsyon içinde bozulmadan uzun süre saklanabilmesi, toplanan dişlerin saklama süresinin uzun olması ve literatürde uygulama sıklığı göz önüne alınarak çalışmamızda kullanılan çekilmiş dişler %0.1'lik timol solüsyonunda saklandı.

Bağlanma kuvvetleri ve debonding tekniklerinin değerlendirildiği çalışmalarda araştırmacılar diş örneklerini farklı materyallere gömerek kalıplar oluşturmuşlardır. Bu amaçla alçı (80, 192), dental beyaz taş bloklar (215), polyester (18), kendi kendine sertleşen akrilik rezinler (20, 27-29, 31, 36, 203, 218, 224) kullanılmıştır.

Diş örneklerinin kolaylıkla ve istenilen açıyla alçı içerisine gömülebilir olması, alçının çalışma ve sertleşme zamanının uygun olması, incelenecek diş yüzeyindeki bölgenin sabitlenmesi amacıyla kullanılan metal plaka ayaklarının alçı içerisinde kolaylıkla tutunabilmesi ve fazla deformasyona uğramadan rahatlıkla çıkartılabilmesi, metal plakaların çalışmalar sırasında alçı içerisinde stabil kalabilmesi ve bütünlüğünün bozulmaması nedeniyle çalışmamızda ortodontik sert alçı tercih edilmiştir.

Diş örneklerinin bukkal yüzeylerinde debonding yapılacak alanların uygulama öncesi sabitlenmesi amacıyla literatürde farklı yöntemler kullanılmıştır. Kim ve ark. (215) intraoral kumlama ve düşük hızda el aletlerinin artık rezin temizliği üzerindeki etkinliklerini, 5×3 mm² boşluk içeren seloteypler kullanarak araştırmıştır. Benzer şekilde Trakyalı ve ark. (219) ve Eliades ve ark. (205) dişlerin vertikal olarak ortasının ve mesiodistal orta üçlüsünün kesiştiği bölgeyi braket yapıştıracak şekilde açıkta bırakarak kalan bukkal yüzeyleri siyah bant ile kaplamışlardır. Fabiano ve ark. (223) braket debondingi sonrası mine yüzeylerini optik profilometre ile değerlendirdikleri çalışmada, dişlerin bukkal orta üçlüsünün braket yapıştırılacak alanla eşleşmesi için 4×5 mm² çapında sarı renkli dikdörtgen adeziv bant kullanmış, bant köşelerine düşük hızda elmas disk içeren turlu alet ile mesiodistal ve gingivooklüzal yönde rehber oluklar oluşturmuşlardır. Bu şekilde dişlerin bukkal ve lingual yüzeylerinin iyi muhafaza edilerek mine ve dentinin toplam kalınlığının korunduğunu, böylece numune bütünlüğünün sağlandığını bildirmişlerdir. Sacha ve ark. (208), silikon baskılar kullanarak örnek dişlerin bukkal yüzeylerinin dental modellerini çıkartmış ve lazer ile taramıştır. Referans noktası olarak elmas frezle bukkal yüzeyde üç küçük çukur oluşturmuşlardır. Ahrari ve ark. (203) her dişin bukkal yüzeyini iki tabakalı olacak şekilde tırnak cilası ile kaplamış, orta kısımda 3 mm çapında dairesel bir alan oluşturmuşlardır. Bu sayede çalışma aşamaları arasında ölçüm alanının korunduğunu bildirmişlerdir.

Bant ve cila kullanılması, çalışmalar sırasında yıpranma riski taşıyabilir ve türlü alet kullanılarak rehber oluklar oluşturulması diş bütünlüğüne zarar verebilir. İncelenecek alanın sabitlenmesi için çalışmamızda tam ortasında üst premolar braket tabanı genişliğinde (3.5×3mm) penceresi ve sağ-sol köşelerinde ayakları olan alüminyum metal plakalar kullanılmıştır.

Debonding yöntemlerinin incelendiği *in vitro* çalışmaların çoğunluğunda diş yüzeyleri üzerindeki organik plak ve pelikülün temizlenmesi amacıyla flor içermeyen pomza-su karışımı (26-28, 31, 204, 206, 215, 218, 224) ve yüzey temizleme patları (80) kullanılmıştır. Ancak bu uygulamaların minede aşınma ve çizilmelere neden olduğu bildirilmiştir (30-32). Yapılan çalışmalarda fırça kullanılarak pomza uygulamasının mine yüzeyinde ortalama 10,7 µm-14,38 µm derinlikte madde kaybına, lastik kullanılarak pomza uygulanmasının da ortalama 5 µm-6.90 µm derinlikte madde kaybına neden olduğu rapor edilmiştir (194, 276).

Çalışmamızda pomza ve lastik uygulamalarının mine yüzeyinde oluşturduğu madde kaybı göz önünde bulundurularak çalışma öncesinde diş örneklerine herhangi bir işlem yapılmamıştır.

Mine yüzeyi üzerine asit uygulaması, mine prizmaları ve interprizmatik alanda çözünme oluşturur. Oluşan çözünme mine yapısında mikropöröziteye neden olarak yüzey gerilimini düşürür. Böylelikle adeziv rezinler boşluklara penetre olarak pürüzlendirilmiş mine prizmaları arasına tutunur (21, 43). Asidin mine yüzeyinde oluşturduğu değişiklik asidin türüne, konsantrasyonuna ve uygulanma süresine bağlıdır (6, 31, 36-39).

Fosforik ve maleik asit uygulamaları sonucu oluşan pürüzlülük, 12-14 MPa aralığında bağlanma kuvvetleri oluşturarak yeterli tutuculuğu sağlamaktadır. Ancak maleik asitle daha az mine kaybı oluşmasına rağmen debonding sırasında adeziv-mine ara yüzünde istenmeyen kopma oluşabilmektedir (277-279). Minede oluşan madde kaybını azaltmak amacıyla poliakrilik asit denenmiş, ancak konvansiyonel asitleme yöntemi olan fosforik asit uygulaması ile karşılaştırıldığında yeterli bağlanma kuvvetleri sağlanamadığı bildirilmiştir (280-283).

Zanet ve ark. (39) fosforik asit ile kendinden asitli primer uygulamasını bağ kuvveti açısından karşılaştırdıkları çalışmada, 15 saniye %37'lik fosforik asit uygulamasının direkt bonding açısından en iyi yöntem olduğunu belirtmiştir.

Günümüzde en sık kullanılan ve önerilen asit tipi jel formunda %37'lik fosforik asidin 15-30 saniye arasında uygulanmasıdır (31, 49, 67, 144).

Çalışmamızda yeterli bağlanma kuvveti sağlaması, literatürde referans ürün olması ve klinik uygulamalara paralellik sağlaması amacıyla %37'lik jel formunda fosforik asit 20 saniye süre ile uygulanmıştır.

Ark telinin uyguladığı kuvvetin dişlere aktarılması sırasında stabil bir adeziv arayüzünün oluşması biyomekanik açıdan önemlidir. Braket-adeziv bağlantısı oluşturulurken manuel olarak kuvvet uygulanması sırasında belirlenemeyen miktarda kuvvet aktarımı ile ilgili kaygılar ifade edilmiştir (284). Eliades ve ark. (285) ortodontik bondingin sağladığı *in vitro* kuvvetlerin hesaplanmasında daha tutarlı sonuçlar elde edilebilmesi için, brakete bir cihaz yardımıyla sabit yükleme kuvveti uygulanmasını önermişlerdir. Ancak standart bir kuvvetle braketin diş bastırılması halinde klinik uygulamalardan daha az yada daha fazla kuvvet uygulama probleminin oluşabileceğini belirtmişlerdir. Optimum yapışma kuvveti elde edebilmek için minimal bir adeziv kalınlığının gerekli olduğu, ancak adeziv kalınlığının artmasının polimerizasyon büzülmesini artıracaklarını, buna bağlı olarak da braket-adeziv bağlantısının zayıflayacağı bildirilmiştir (286). Ortodontik bonding sistemleri tarafından sağlanan *in vitro* dayanıklılığı hesaplamak için güvenilir bir protokol henüz tanımlanamamıştır (284). Farklı metodolojiler, materyaller ve braketler kullanıldığında, çalışmalar birbirleri ile karşılaştırılamayacağı için bireysel çalışmaların bulguları tutarsızdır (287).

Çalışmamızda *in vitro* bonding prosedürü, üretici firmanın talimatlarına ve Zachrisson (128, 211) ve Jost-Brinkmann (288) tarafından önerilen klinik yapıştırma prosedürlerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Yapıştırıcıların ışıkla polimerizasyonları için farklı ışık kaynakları ve etkileri rapor edilmiştir. Mirabella ve ark.(138) LED ışık kaynağını halojen ışık kaynağı ile karşılaştırmış, bağlanma kuvveti açısından LED'in aynı etkiyi %50 daha kısa sürede sağladığını belirtmişlerdir. Mavropoulos ve ark. (150), LED ışık kaynağı ile halojen ışık kaynağını karşılaştırdıkları çalışmada 10 saniyelik LED uygulaması ile 40 saniyelik halojen ışık uygulamasının benzer sonuçlar ürettiğini bildirmişlerdir. Kazanılan zaman ve LED lambasının uzun ömürlü olması sebebiyle araştırmacılar LED kullanımını önermişlerdir.

Pettemerides (147) ve Sfondrini (137) halojen ışık kaynağı ile plazma ark ışık kaynağının etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında, plazma ark lambasının çok kısa sürede yeterli bağlanma kuvvetini sağlayabilme özelliğinden dolayı

polimerizasyonun hemen gerçekleşmesi istenen durumlarda kullanılmasını önermiş, ancak maliyetinin yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Talbot ve ark. (144), lazer ile polimerizasyonun daha kısa sürede yeterli bağlanma kuvveti oluşturabildiğini ancak maliyetinin yüksek olmasının büyük dezavantaj oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda zaman kazandıran pratikliği, klinik güvenilirliği ve verim/maliyet oranı göz önünde bulundurularak 1470 mW/cm² yoğunlukta ışık sağlayabilen LED ışık kaynağı kullanılmıştır.

Çalışmamızda, literatür çalışmaları ile paralelik gösterecek şekilde, braketler örneklenen dişlere yapıştırıldıktan sonra 24 saat boyunca oda sıcaklığında su içinde bekletilmiş, debonding öncesi adeziv polimerizasyonlarının tamamlanması sağlanmıştır (77).

Adeziv rezinler ile yapıştırılmış braketlerin uzaklaştırılmasında farklı yöntemler tarif edilmiştir. Bennett (165), üç farklı metal braket kaldırma tekniğini karşılaştırdığı çalışmasında braket kanatlarının bir pens yardımı ile sıkıştırılarak mine ve adezive aktarılan stresin en aza indiğini, bu şekilde adezivin tamamının yada çoğunluğunun mine yüzeyinde kaldığını rapor etmiştir. Braket tabanına ve adeziv-braket tabanı arasına uygulanan kesme kuvvetinin mine yüzeyinde gerilim oluşturduğunu, buna bağlı olarak debonding sırasında mine yüzeyinde hasar oluşma riskinin arttırdığını bildirmiştir. Oliver (166), braket kanatlarının sıkıştırılmasının veya braket söküm aleti tarafından gerilim tipi kuvvet uygulanmasının rezidüel adeziv miktarında çok az farklılık oluşturduğunu bildirmiştir. Zarrinnia ve ark. (151) braket söküm pensi ve Howe pensiyle yapılan uzaklaştırma işleminin braket-adeziv arayüzünde tutarlı kırılmalara neden olduğu ve rezinin sağlam mine yüzeyinde kaldığını belirtmiş, ancak Howe pensinin braket kanatlarında deformasyon yarattığını bildirmiştir.

Çalışmamızda, debonding sonrası braketler yeniden kullanılmadığı için sağlam mine yüzeyinin korunması amacıyla Howe pensi ile braket kanatlarına mesiodistal yönde basınç yapılarak braketler uzaklaştırılmış, bu sayede adezivin tamamının diş yüzeyinde kalması (ARI skor 3) sağlanmıştır.

Mine yüzeyleri üzerinde farklı yüzey temizleme tekniklerinin detaylı olarak incelendiği ilk çalışma 1979 yılında Zachrisson ve Artun (210) tarafından yapılmıştır. Debonding sonrası mine yüzeylerindeki artık rezinleri elmas frez, tungsten karbit frez,

kağıt zımpara ve diskler, çeşitli lastikler ve pomza kullanarak temizlemiş ve düşük devirli tungsten karbit frez kullanımını altın standart olarak önermişlerdir.

Çalışmamızda, Zachrisson ve Artun'un çalışması rehber alınarak mine yüzeyi üzerindeki artık adezivler düşük devirli frez uygulamaları ile (20.000 Rpm) temizlendi, polisajları da düşük devirli lastik ve pomza uygulaması ile yapıldı. Bu şekilde mine yüzeyinde oluşabilecek iyatrojenik hasarlar en aza indirilmeye çalışılmıştır.

Diş yüzey topografyasındaki morfolojik değişiklikler, özellikle mine kaybı ve pürüzlülüğü ile ilgili ise klinik önemi büyüktür (223). Debonding işlemi sırasında minede oluşturulan etkilerin farklı yönleri ve minede oluşan kayıplar çeşitli yöntemlerle kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla SEM (236, 282), gravimetre (225), surfometre (31), atomik kuvvet mikroskobu (204), lazer tarama cihazları (224, 289), profilometre (205, 215) gibi yöntemler kullanılmıştır. Bununla birlikte, diş yüzeyinin kesin bir şekilde değerlendirmesi için tek bir teknik yeterli olmayabilir. Her teknik, örnekte oluşabilecek tahribat, analiz sırasında spesifik çevresel koşullara duyulan ihtiyaç, kantitatif olarak yüzey özelliklerini uygun biçimde değerlendirilmede yetersizlik veya sonuçların yorumlanmasında zorluk gibi kendi limitasyonlarını barındırmaktadır (229).

SEM ile yapılan standart mikroskopik teknikler kantitatif bir ölçüğe sahip değildir ve bu nedenle işlem görmüş yüzeylerin pürüzlülüğünün karşılaştırmalı değerlendirmesi için kullanılamamaktadır. Oluşturulan bilgiler subjektiftir ve sadece kantitatif değerlendirme yöntemleri için destekleyici bir araç olarak kullanılabilir. Ayrıca incelenecek yüzeylerin hazırlanması sırasında örneklerde tahribat oluşma riski bulunmaktadır (205, 290, 291). Literatürde konu ile ilişkin sunulan raporlar klinisyenler için rehber ilkeler hazırlanmasında büyük bir rol oynar (201). Ancak protokollerin çoğunun güvenilirliği kalitatif değerlendirme yapılmasından dolayı şüphelidir (205).

David ve ark. (225) gravimetre cihazı kullandığı çalışmada debonding yapılmış dişleri kalitatif yöntemle değerlendirmiş, artık adeziv miktarını kantitatif verilerle karşılaştırmış, yeni tanıtılan kalitatif yöntem grafiğinin alan verilerini daha iyi yansıttığını bildirmiştir. Ayrıca kütle ölçümü yapılabilmesi ile kalan adeziv miktarının belirlenmesinde kullanılabilecek bir yöntem olduğunu bildirmiştir.

Hosein ve ark. (31), 2004 yılında yaptıkları çalışmada bonding, debonding ve cilalama aşamaları sırasında mine yüzey yükseklik değişimlerini planer surfometre kullanarak rakamsal olarak ifade etmişlerdir.

Atomik kuvvet mikroskopisi gibi üç boyutlu tekniklerle tarayıcı prob mikroskobu kullanılarak dental yüzeyler incelenebilir. Tarayıcı probun yüzey üzerinde deformasyon oluşturmaması için ultra düz ve rijit yüzeylere ihtiyaç duyulur (292). Düz mine yüzeylerinin elde edilme zorluğundan dolayı doğru atomik çözünürlüğe sahip görüntülerin sağlanması zordur. Analiz, yüzeyin çok küçük alanlarını kullanarak gerçekleştirilmektedir; bu da ölçümlerin temsil edilebilirliğini azaltır ve yüzeyin geniş alanlarının hassas haritalanmasını engeller. Ayrıca ölçüm döngüleri uzar; bu da araştırmanın zaman ve maliyetini artırır (293).

Debondingden sonra diş yüzeylerini değerlendiren birçok çalışmada doğrusal temas ölçüm cihazları kullanılmıştır (205, 215, 224). Kontak tip profilometre cihazları yüzey üzerinde ilerleyen ve yüzeye kuvvet uygulayan elmas uç vasıtası ile tarama yapmaktadır. Ancak elmas ucun yüzey üzerinde izlediği hat boyunca tahribat meydana gelmekte ve aynı yüzey üzerinde tekrar edilen analizlerde yanıltıcı sonuçlar oluşmaktadır (193).

Yeni yazılım destekli bilgisayar tabanlı teknolojilerle yüzeylerin hızlı ve yüksek çözünürlüklü görüntüleri elde edilebilir. Temassız lazer problemleri kullanan lazer tarama cihazları (224, 289) ve beyaz ışık interferometrisi kullanan optik profilometrik cihazlar (216, 229) bu amaç doğrultusunda geliştirmiştir.

Koordinat lazer metodolojisi, incelenecek yüzeyden polivinil siloksan gibi hassas bir ölçü maddesiyle alınan ölçüden elde edilen alçı modeller üzerinde lazer tarama uygulamasıdır. Ancak taranan yüzeyde meydana gelen ışın yansımaları sebebiyle orijinal diş yüzeyleri üzerinde kullanılamamaktadır (262).

Sadece elmas ucun geçtiği doğrusal hat boyunca kayıt yapabilen kontak uç profilometrelerinin aksine optik profilometrik cihazlarla mine yüzey topografyasının birbirini izleyen, tahribatsız, nitel ve nicel ölçümleri, incelenecek yüzey alanlarının boyutlarından bağımsız olarak net bir şekilde yapılabilir (193, 216, 261, 294).

Literatür taraması ve en son teknolojik gelişmeler göz önüne alındığında, çalışmamızda debonding işlemi sonrasında mine yüzeyi üzerindeki kantitatif değişimler, sub-nanometrik çözünürlüğe sahip son derece hassas, temassız üç boyutlu optik profilometre cihazı kullanılarak değerlendirilmiştir.

5.2. Sonuçların Tartışılması

Retief ve Denys (206), yüzey temizleme tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında 12 bıçaklı yüksek hızda tungsten karbit frez, elmas frez, paslanmaz çelik frez uygulamasını, braket sökücü pens ve periodontal küretler kullanılarak adezivin kazınmasını, alüminyum oksit lastiklerin ve disklerin kullanılmasını karşılaştırmışlardır. Mine yüzeyinde oluşan pürüzlülüğü SEM kullanarak değerlendirmişlerdir. Araştırmacıların yüzey temizliğine ilişkin önerileri, artık rezinin kaba kütlesinin 12 bıçaklı karbit frez kullanılarak yüksek hızda hava soğutması altında aerotör ile uzaklaştırılıp alüminyum oksit diskler ile polisaj yapıldıktan sonra su ve pomza ile lastiklenmesidir.

Bertrand ve ark. (193), *in vivo* ortamda braketleri uzaklaştırdıktan sonra rezin temizliği için düşük hızda 12 bıçaklı tungsten karbit frez, yüksek hızda su soğutmalı tungsten karbit ultrafine frez ve kazıyıcı kullanmışlar, yüzey özelliklerini SEM fotomikrografilerinin sıralamasıyla incelediklerini bildirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre tungsten karbit ultrafine frezin kontrol grubuna en yakın pürüzsüz yüzey oluşturduğunu, düşük hızda 12 bıçaklı tungsten karbit frez ile daha pürüzlü yüzey oluştuğunu ve en pürüzlü yüzeyin kazıyıcı kullanımı sonrası oluştuğunu bildirmişlerdir. Pomza ve lastik uygulamasıyla yüzeydeki tüm derin çizik ve olukların uzaklaştırılamadığını, ancak mine yüzeyinde kalan rezidüel rezin bölgelerinin azaldığını rapor etmişlerdir.

Howell ve ark. (196) 135 adet premolar diş kullanarak yaptıkları çalışmada braketleri yapıştırmak için yüksek doldurucu içeren, düşük doldurucu içeren ve doldurucu içermeyen üç farklı tipte adeziv rezin kullanmışlardır. Debonding işlemini takiben mine yüzeyindeki artık rezinleri, 12 bıçaklı tungsten karbit frezin üç farklı şekliyle (çapraz kesimli, fiçi ve torpido şekilli) temizlemiş ve temizlenen dişlere beş farklı polisaj işlemi (ultrafine pasta, floran pasta, pomza ve su karışımı, Sof-Lex disk ve pomza uygulaması ile sadece frezle temizleme) uygulamışlardır. Yüzey özelliklerini 200 büyütme mikrogram ile sınıflandırmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre yapıştırıcı materyal tipi yüzey bitim kalitesini etkilememiştir. Kullanılan karbit frez tipinin mine yüzeyinde önemli bir etkisinin olmadığını, sadece frez uygulaması sonrası kabul edilemez yüzeyler oluştuğunu, pomza proflaksisi ile cilalama işleminin en kabul edilebilir yüzeyler oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Zarrinnia ve ark. (151), yedi farklı yüzey temizliği tekniklerinin mineye olan etkilerini inceledikleri kalitatif araştırmayla, spiral şekilli tungsten karbit frezin yüksek hızda kullanılması sonrası alüminyum oksit diskleri ile polisaj yapılmasını ve zirkat pastalar ile lastik uygulamasını önermişlerdir. Yüksek hızlı 12 bıçaklı tungsten karbit frez kullanılması rezin temizliğinde çok etkili olduğunu, ancak minede hasar oluşturmadan rezin temizliği yapabilmenin çok zor olduğunu rapor etmişlerdir. Bunun yanı sıra yalnızca karbit frez kullanımının mine yüzeyinde tatmin edici bir sonuç oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Campbell (192), yeşil taş, elmas frez, keskin bant driver, 30 bıçaklı tungsten karbit frez, çapraz kesimli tungsten karbit frez ve abraziv diskler içeren kapsamlı çalışmada 30 bıçaklı yüksek hızlı tungsten karbit frez kullanımını takiben pomzalı su karışımı ile final polisajı yapılmasını, ardından kahverengi ve yeşil lastikler kullanılarak iyi derecede cilalanmış yüzey görünümü oluşturulmasını önermiştir. Çapraz kesitli tungsten karbit frez kullanımının etkili olduğunu ve klinik olarak iyi görünmesine rağmen mikroskopik incelemede mine yüzeyinde vertikal ve horizontal çizikler oluştuğunu rapor etmiştir.

Oshorio ve ark. (221) rezin temizliği amacı ile yüksek ve düşük hızda 12 bıçaklı tungsten karbit frez, Arkansas taşı, düşük hızda alüminyum oksit diski, geliştirilmiş kompozit bitirme frezi ve polisaj lastikleri ile birlikte geliştirilmiş kompozit bitirme frezini düşük hızda kullanmış, sonuçları SEM’de değerlendirmişlerdir. En pürüzsüz yüzeylerin polisaj patları kullanılan kompozit bitirme frezleri ile sağlandığını, sadece kompozit bitirme frezinin kullanılmasının Sof-Lex disklerden daha pürüzlü yüzeyler oluşturduğunu bildirmişlerdir. Mikromorfolojik olarak en pürüzlü yüzeyin Arkansas taşı ile oluştuğunu belirtmişlerdir. Düşük ve yüksek hızda tungsten karbit frez kullanılmasının benzer yüzey pürüzlülüğü oluşturduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca tekniklerin tamamında mine yüzeyindeki artık rezin uzaklaştırılırken kalıcı hasar oluştuğu rapor edilmiştir.

Ulusoy (214), artık rezin temizliğini 12 ve 30 bıçaklı tungsten karbit frezlerle yüksek hızda su soğutması altında yapmış, farklı polisaj sistemlerini düşük hızda kullanarak mine yüzeyinde oluşan düzensizlikleri SEM’de incelemiştir. 12 bıçaklı tungsten karbit frezin yatay çizikler bırakarak düzensiz mine yüzeyi oluşturduğunu, 30 bıçaklı tungsten karbit frezin mine yüzeyinde daha az çizik bıraktığını belirtmiştir. Ancak her iki frez de mine yüzeyinde kalıntı bırakmıştır. Parlatma gruplarında tek aşamalı elmas emdirilmiş PoGo polisaj lastiklerinin kullanımıyla, mine yüzeyinde bir

miktar artık gözlemlenmesine rağmen herhangi bir çizik oluşmaksızın en iyi yüzey oluştuğu bildirilmiştir.

Radlansky (213), 2001 yılında yaptığı çalışmada dört farklı özellikte frezi yüksek ve düşük hızlarda kullanarak sonuçları SEM’de karşılaştırmıştır. Çalışmada kullanılan frezleri konvansiyonel 8 bıçaklı 80° kama açılı karbit frez, ön ve arkası aynı kesme açısına sahip sadece yüksek hızda kullanılan 5 düz bıçaklı karbit frez (Prototip 1), yuvarlatılmış 8 bıçaklı 110° kama açılı hafif konik karbit frez (Prototip 2) ve yuvarlak uçlu, 8 bıçaklı, 130°-135° oluk açılı, baş ve sap kısmı arasındaki geçişin yumuşatıldığı karbit frez (Prototip 3) oluşturmuştur. Çalışma sonucuna göre geleneksel karbit frez kullanımının mine yüzeyinde paralel çizikler oluşturduğunu ve bu çiziklerin polisaj patlarıyla giderilemediğini bildirmiştir. Prototip 3 kullanımı sonrası mine yüzeyinde yumuşak çizikler görülmesine rağmen cilalama sonrasında doğal mineden daha pürüzsüz veya daha az çukur alanlar oluştuğu rapor edilmiştir. Ayrıca cilalama sonrası artık rezinin yüzeyden tamamen uzaklaştırıldığını belirtmiştir. Çalışmamızda kullanılan frez gruplarının orijinal mine yüzeyleri, artık rezin temizliği sonrası ve cilalama işlemi sonrası yüzey pürüzlülük değerleri R_a , R_q , R_t , R_z , R_{sk} , R_{ku} , S_a , S_q , S_t , S_z , S_{sk} ve S_{ku} pürüzlülük parametreleri kullanılarak karşılaştırıldı, frezler arasında anlamlı bir farklılık bulunamadı.

30 bıçaklı tungsten karbit frez ile artık rezinin uzaklaştırılmasından ve cilalama işlemlerinden sonra mine yüzey profilinin ortalama çizgisiyle ilgili simetrisinde (R_{sk}) anlamlı farklılık bulundu. R_{sk} parametresi rastlantısal derin vadilere veya yüksek tepelere duyarlılığı ölçmek için kullanılan bir parametredir. Sıfır R_{sk} değeri, vadiler kadar doruk noktalarının olduğu simetrik bir yükseklik dağılımı gösterir. Tepelerin yaygın olduğu profildeki derin çatlaklar veya çizikler negatif R_{sk} değerini, vadilerin yaygın olduğu profildeki yüksek tepeler ise pozitif R_{sk} değerini göstermektedir. R_{sk} parametresi, aynı R_a veya R_q değerleri olan ancak farklı şekillere sahip iki profil arasında ayırım yapmak amacıyla kullanılabilir (295). Çalışmamızda-Buna göre 30 bıçaklı tungsten karbit -frez kullanılan-ile yapılan rezin temizliği sonrası grubun uygulama öncesi ortalama- R_{sk} değeri -1.02 ± 0.76 iken orijinal mine yüzeyinden anlamlı farklılık gösterirken, lastik ve pomza ile yapılan polisaj sonrasında oluşan R_{sk} değeri orijinal mine yüzeyinden anlamlı farklılık göstermemiştir. Ancak bu grubun uygulama öncesi, rezin temizliği sonrası ve polisaj sonrası R_a ve R_q değerleri anlamlı farklılık göstermemiştir. 30 bıçaklı tungsten karbit frezin şeklinin, bıçak sayısı ve kesim açısının orijinal mine yüzeyindeki tepelerin eğim açılarını etkilediğini, böylece

yüzeyde bulunan vadilerin ve çukurların oranlarının etkilendiğiⁿⁱ, ancak bu durumun ortalama yüzey pürüzlülük değerine herhangi bir etkisinin olmadığını düşünmekteyiz.

Fiber destekli kompozit frez ile artık rezinin uzaklaştırılmasından ve cilalama işlemlerinden sonra mine yüzey topografyasının yükseklik dağılımlarının şeklinde (Ssk) anlamlı farklılık bulundu. Ssk (Skewness), amplitüd^{te} dağılım eğrisinden türemiş, ortalama düzlem etrafında profil simetrisinin ölçüsüdür. Buna göre simetrik bir topografyaya sahip yüzeylerin Ssk değeri sıfırdır. Bu parametre, profil sivriliklerinin ortalama düzlemin üstünde veya altında eşit şekilde dağılıp dağılmadığını ve izole tepelerin veya vadilerin kuvvetli bir şekilde etkilenip etkilenmediğini ayırt edemez. Ancak bir amplitüd dağılım eğrisinin yukarı veya aşağı yönünde fikir verebilir. Simetrik bir profil, merkez çizgisi üzerinde simetrik olan bir amplitüd dağılım eğrisi verirken, simetrik olmayan bir profil yamuk bir eğri çizer. Eğriliğin yönü, materyalin hacminin ortalama düzlemin üstünde (negatif Ssk) veya ortalama düzlemin altında (pozitif Ssk) olup olmadığına bağlıdır. Bu parametrenin kullanılması ile aynı Sa değerine sahip iki yüzey arasında ayırım yapılabilmektedir. Pozitif Ssk değerine sahip yüzeyler, ortalama düzlemin üzerinde çıkıntı yapan yüksek sivri uçlara sahiptir (296). Fiber destekli kompozit frez ile yapılan rezin temizliği sonrasında Ssk parametresi, orijinal mine yüzeyinden anlamlı farklılık göstermezken, pomza ve lastik uygulaması sonrası anlamlı olarak artmıştır. Bu durum bize fiber destekli kompozit frezin mine yüzeyi üzerindeki mikro çukurlara penetre olmuş kompoziti yumuşak bir şekilde uzaklaştırırken, yüzey üzerindeki çukurları ve tepeleri etkilemediğini, bu sayede rezin temizliği sonrası orijinal mine topografyasının değişmediğini, ancak lastik ve pomza uygulaması sonrası anlamlı farklılık gösteren Ssk parametresine göre sadece fiber destekli kompozit frez uygulamasının rezin temizliğinde yeterli olduğunu, ilave polisajlama işleminin yüzey özelliklerine katkısının olmadığını düşündürmektedir.

Çalışmamızda beş farklı frez ile rezin temizliği öncesi işlem görmemiş mine yüzeyleri (T0), rezin temizliği sonrası (T1) ve polisajlama sonrası (T2) yüzey pürüzlülük parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Çalışma sonuçlarımız Radlansky ve ark. (213) ile Howell ve ark.'nın (196) çalışma sonuçlarıyla paralellik göstermesine rağmen Zarrinia ve ark. (151), Campbell ve ark. (192), Rouleau ve ark. (193), Retief ve Denys (206) ve Ulusoy'un (214) çalışma sonuçlarıyla paralellik göstermemektedir. SEM ile incelenecek örneklerin hazırlık aşaması sırasında kurutma ve püskürtme işlemleriyle geri dönüşümsüz şekilde etkilenebildiği (205, 240, 290, 291) ve SEM altında yapılan çalışmaların kantitatif bir

ölçeğe sahip olmadığı bildirildiği (205, 290, 291) için çalışmamız ile karşılaştırılma yapılmasının uygun olmadığını düşünmekteyiz.

Hosein ve ark. (31), iki farklı adeziv sisteminin ve dört farklı yüzey temizleme tekniğinin minede oluşturduğu madde kaybını planer surfometre kullanarak karşılaştırmışlardır. Adeziv grupları arasında en fazla madde kaybının konvansiyonel asitleme sonrası oluştuğunu bildirmişlerdir. Çalışmada yüzey temizleme yöntemi olarak 7400 ve 300.000 devirde 12 bıçaklı tungsten karbit frez , ultrasonik kazıyıcı ve braket sökücü pensleri kullanmışlardır. Resin uzaklaştırma yöntemi arasında en büyük madde kaybı ultrasonik kazıyıcı (1.27 μm -31.41 μm) ile, en az madde kaybı 7400 devirde 12 bıçaklı tungsten karbit frez (0.05 μm -4.43 μm) kullanımı ile oluştuğu bildirilmiştir.

Ireland ve ark. 'nın (212) 2005 yılında yaptıkları çalışmalarında iki farklı adeziv sistemi ve dört farklı yüzey temizleme işleminin minede oluşturduğu madde kaybını planer surfometre yardımıyla değerlendirmişlerdir. Fosforik asitle pürüzlendirilen ve Transbond XT ile yapıştırılan örnekler ile poliakrilik asit ile pürüzlendirilen ve Fuji Ortho LC ile yapıştırılan örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($P=0.001$). Transbond XT ile yapıştırılan örneklerde en fazla madde kaybı oluştuğunu bildirmişlerdir. Adeziv temizliği sonrası en yüksek madde kaybının ultrasonik kazıyıcı (1.27 μm -31.41 μm) ile olduğu, en az madde kaybının düşük hızda tungsten karbit frez ile (0.05 μm -4.43 μm) olduğunu belirtmişlerdir.

Profilin maksimum yüksekliğini tanımlayan Rz değeri klinik gözlemler için ve minedeki madde kaybını belirlemek için kullanılabilir (215, 216). Çalışmamızda braketler Transbond XT ile yapıştırılmıştır. Resin temizliği öncesi orijinal mine yüzeyi ve 12 bıçaklı tungsten karbit frezle resin temizliği sonrası mine yüzeyi Rz değerleri sırasıyla 0.21 μm ve 0.17 μm dir. Ortalama mine kaybı 0.04 μm dir. Bulgularımız Hosein ve ark.(31) ile Ireland ve ark. (212) bulguları tarafından desteklenmektedir.

Cilalama sonrasındaki Rz değerleri, işlem öncesi Rz değerleri ile benzerdir. Sz değeri işlem öncesi ve resin temizliği sonrası değişmemiş, cilalama işlemi sonrasında 0.03 μm artmıştır. Sz değerinin cilalama işlemi sonrası artışı, PoGo polisaj lastikleri ve pomza uygulaması sırasında mine yüzeyine yapılan basınçtan ve polisaj sırasında minede oluşan aşınmadan kaynaklanabilir (194, 276).

Eliades ve ark.'nın (206) yüksek devirde turlu alet kullanarak yaptıkları çalışmalarında 8 bıçaklı tungsten karbit frezin yüzey pürüzlülük ölçümlerini uygulama öncesi, rezin temizliği sonrasında ve cilalama sonrasında kontak uç profilometre kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada mine yüzey pürüzlülük parametreleri Ra, Rq parametreleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızdaki yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri (Ra ve Rq), Eliades ve ark. bulgularıyla benzerlik göstermesine rağmen çalışmamızda daha düşük bulunmuştur. Bu sonucun çalışmamızda temassız optik profilometre kullanımının bir sonucu olduğunu düşünmekteyiz.

Aynı çalışmada mine yüzey kaybı miktarı Rt ve Rz değerleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Eliades ve ark. çalışmasında minedeki kayıp miktarı (Rt ve Rz), rezin temizliği ve polisajlama ile artmıştır. Bu durumun yüksek devirde frez kullanımı ve polisajlama işlemindeki farklı materyal kullanımı sonucu oluştuğunu düşünmekteyiz.

Ahrari ve ark.'nın (203) 2013 yılında yaptıkları çalışmalarında düşük hızda 12 bıçaklı tungsten karbit frez için ölçtükleri pürüzlülük değerlerinin (Ra, Rq, Rt, Rz) işlem öncesi, rezin temizliği sonrası ve polisajlama sonrasında anlamlı bir farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Bu bulgular çalışma bulgularımızla örtüşmektedir.

Özer ve ark.'nın (209), 2010 yılında yaptıkları çalışmalarında rezin temizliği amacıyla yüksek ve düşük hızda tungsten karbit frez, fiberglass frez ve Sof-Lex disk kullanmışlar, frezlerin mine yüzeyinde bıraktıkları düzensizlikleri kontak uç profilometresi ve SEM ile kalitatif ve kantitatif olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada Ra değerinin örnek yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesinde yetersiz kaldığı belirtilerek, yüzeylerin analizini daha tanımlayıcı parametreler olan Rq ve Rt ile desteklemişlerdir. Ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır. Tüm mine yüzey pürüzlülük parametrelerinin korunmuş mine yüzeylerinden daha yüksek olduğu, çalışmada kullanılan hiçbir yöntemin minenin orijinal pürüzsüzlüğünü sağlayamadığı rapor edilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan fiber destekli kompozit frez ve düşük devirde kullanılan tungsten karbit frezler ile yüzey pürüzlülük parametrelerinde (Ra, Rq ve Rt) anlamlı farklılık bulunmaması, Özer ve ark.'nın (209) bulguları ile örtüşmektedir. Ancak araştırmacıların çalışmasından farklı olarak bizim çalışmamızda rezin temizliği öncesinde, sonrasında ve final polisaj işlemleri sonrasında yüzey pürüzlülük değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Çalışmamızda 12 bıçaklı frez grubunun tedavi öncesi, rezin temizliği sonrası ve lastik ve pomza ile cilalama sonrası Sa ve Sz parametrik değerleri istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber Fabiano ve ark.'nın (223) çalışmasındaki Sa ve Sz parametrik değerleriyle benzerlik göstermiştir. Çalışmamızda Ssk parametresi uygulama öncesi ve pomzayla lastik uygulanması sonrası anlamlı farklılık göstermezken, Fabiano ve arkadaşlarının çalışmasında pomza ve lastik grubu uygulanması sonrası mine yüzey pürüzlülüğü anlamlı miktarda azalma göstermiştir. Fabiano ve ark.'nın 12 bıçaklı tungsten karbit frezini yüksek hızda kullanması nedeniyle Ssk değerlerinin farklılık gösterdiğini düşünmekteyiz.

Karan ve ark. (204), 2010 yılında atomik kuvvet mikroskobu kullanarak fiber destekli kompozit frez ve 8 bıçaklı tungsten karbit frezin debonding sonrası mine yüzeyindeki etkilerini ve temizlik sırasında geçen süreyi araştırdıkları çalışmalarında, Sa, Sq ve Smax (St) pürüzlülük parametreleri ile sonuçları değerlendirmişler ve tüm parametrik değerlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulmuşlardır. Çalışmada tungsten karbit frez kullanımının, bonding öncesi ve debonding sonrası mine yüzeyleri üzerinde daha fazla pürüzlülük oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Karan ve ark. (204) atomik kuvvet mikroskobu altında yaptıkları değerlendirme sonuçları çalışmamızda elde edilen sonuçlardan farklılık göstermektedir. Çalışmada uygulanan yöntem, yüzeyin herhangi üç noktası belirlenerek atomik boyutlarda ölçüm yapmaktadır. Bu nedenle işlem yapılmış tüm yüzeyin değerlendirilmesinde atomik kuvvet mikroskobunun güvenilir olmadığını düşünmekteyiz.

~~Çalışmamızda, Ssk ve Sku parametreleri, Fiber destekli kompozit frez ile yapılan rezin temizliği öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir. PoGo polisaj lastikleri ve pomzalı su ile polisaj işlemi sonrasında bulunan Ssk ve Sku parametreleri, hem işlem öncesi, hemde rezin temizliği sonrası Ssk ve Sku parametrelerinden istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir.???????~~

~~30 bıçaklı tungsten karbit frez grubunun rezin temizliği öncesi ve sonrası Rsk değerleri ile rezin temizliği sonrası ve polisajlama sonrası Rsk değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir (P=0.013). 30 bıçaklı tungsten karbit frezle yapılan rezin temizliği sonrası profil simetrisinde azalma oluşmakla birlikte, PoGo polisaj lastikleri ile polisaj sonrasında işlem öncesi yüzey simetri değerleri yeniden sağlanmıştır.??????~~

Çalışmamızda beş farklı frezle yapılan artık rezin temizleme hızları değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Mine yüzeyinden artık rezini en hızlı 12 bıçaklı tungsten karbit frez, 9.05 ± 0.58 saniye ile uzaklaştırmıştır. Daha sonra sırasıyla 8 bıçaklı tungsten karbit frez 16.13 ± 0.74 saniyede, fiber destekli kompozit frez 22.39 ± 1.36 saniyede, 30 bıçaklı tungsten karbit frez 22.92 ± 2.28 saniyede kompozit rezini mine yüzeylerinden uzaklaştırabilmiştir. Arkansas taşı 25.89 ± 1.03 saniye ile artık rezini en uzun sürede uzaklaştıran frez olmuştur.

Yapılan çalışmalarda 8 bıçaklı tungsten karbit frezin düşük devirde uygulanması ile artık rezin mine yüzeylerinden 3.13 ile 47.1 saniye arasında uzaklaştırılırken (204, 207, 213, 215), yüksek devirde uygulanmasıyla 6.36 ile 10.3 saniye arasında uzaklaştırılmıştır (205, 209). Kim ve ark. (215) 8 bıçaklı tungsten karbit frezi düşük devirde kullanarak artık rezini mine yüzeyinden en hızlı şekilde uzaklaştırırken, Radlansky yeni geliştirilen karbit frez ile 47.1 saniye süre ile artık rezini mine yüzeyinden en uzun sürede uzaklaştırmıştır. Çalışmalarda fiber destekli kompozit frez 23.62 ile 84.2 saniye süre arasında rezin temizliği sağlamıştır (204, 209). Çalışmamızda tüm frezler düşük devirde kullanılmış olup 12 bıçaklı tungsten karbit frez en kısa (9.05 sn), Arkansas taşı en uzun (25.89 sn) sürede artık rezini mine yüzeylerinden uzaklaştırmıştır. 12 bıçaklı tungsten karbit frezden daha uzun sürede rezin temizliği gerçekleştiren 8 bıçaklı tungsten karbit frez (16.13 saniye) artık rezini en hızlı temizleyen ikinci frez olmuştur. Fiber destekli kompozit frez ve 30 bıçaklı tungsten karbit frezin rezin uzaklaştırma süreleri benzer olup 8 bıçaklı tungsten karbit frezden daha uzun sürede rezini mine yüzeyinden uzaklaştırmıştır.

Debonding işleminden sonra mine yüzeyinde gözle görülen artık rezinlerin tamamen uzaklaştırılması, uygulayıcıya bağımlı bir işlemdir ve bu nedenle farklı araştırmacılar tarafından farklı sonuçlar bildirilmektedir. Çalışmalarda frez bıçak sayıları ve uzaklaştırma hızları arasında fikir birliği yoktur. Genel olarak yüksek devirde frez uygulamaları düşük devirde frez uygulamalarından daha çabuk artık rezin temizliği gerçekleştirmiştir (204, 205, 207-209, 213-215). Ayrıca rezinin içeriğindeki doldurucu oranlarının, frez materyallerinin bileşiminin, uygulama sırasında oluşturulan basıncın da rezin temizliğinin hızını etkileyebileceğini düşünmekteyiz.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada maksiller premolar dişlere ait orijinal mine yüzey pürüzlülüğü, debonding sonrası mine yüzeyi üzerindeki artık rezinlerin beş farklı frez kullanılarak temizlenmesi sonrasında oluşan yüzey pürüzlülüğü ve lastiklerle pomza ve su uygulanarak final polisaj işlemleri sonrası yüzey pürüzlülüğü optik profilometre ile Ra, Rq, Rt, Rz, Rsk, Rku, Sa, Sq, St, Sz, Ssk, Sku parametreleri kullanılarak değerlendirilmiş, rezin temizliği için harcanan süre hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara dayanarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Gruplar arası karşılaştırmada uygulama öncesi, frezlerle rezin uzaklaştırılması sonrası ve cilalama aşamaları sonrası mine yüzey pürüzlülüğü üzerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır. ($P \geq 0.05$)
2. Gruplar arası rezin uzaklaştırma süreleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. 12 bıçaklı Tungsten Karbit frez 9.05 ± 0.58 saniye ile artık rezini en kısa sürede temizleyen frez grubu olurken, Arkansas Taşı 25.89 ± 1.03 saniye ile artık rezini en uzun sürede uzaklaştıran frez grubu olmuştur.
3. 30 bıçaklı Tungsten Karbit Frez grubunun Rsk 2 ve Rsk 1 değerleri ile Rsk 2 ve Rsk 3 değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, Rsk 3 ve Rsk 1 değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. 30 bıçaklı Tungsten Karbit Frez ile yapılan rezin temizliği sonrası mine yüzeyinin pomza ve lastik ile cilalanması önerilmektedir.

4. Fiber Destekli Kompozit Frezin Ssk 3 ve Ssk 1 değerleri ile Ssk 3 ve Ssk 2 değerleri arasında anlamlı fark bulunurken, Ssk 1 ve Ssk 2 değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Fiber Destekli Kompozit Frez ile yapılan rezin temizliği sonrası mine yüzeyinin pomza ve lastik ile cilalanması önerilmemektedir.
5. Örneklem sayısı artırılarak daha evrensel sonuçların elde edilebilmesi amacıyla daha fazla araştırma yapılmalıdır.



7. KAYNAKLAR

1. Heymann HO, Swift Jr EJ, Ritter AV. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry-E-Book: Elsevier Health Sciences; 2014.
2. Staines M, Robinson W, Hood J. Spherical indentation of tooth enamel. Journal of materials science. 1981;16(9):2551-6.
3. White S, Luo W, Paine M, Fong H, Sarikaya M, Snead M. Biological organization of hydroxyapatite crystallites into a fibrous continuum toughens and controls anisotropy in human enamel. Journal of dental research. 2001;80(1):321-6.
4. Dilber E. Farklı yüzey işlemlerinin mine ve dentinin mineral içeriğine ve bağlantısına olan etkisi: Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2012.
5. Öztürk A, Aykent F. Dentin bonding ajanlar ve simantasyon. Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi. 2001;4(2):128-31.
6. Nordenvall K, Brännström M, Malmgren O. Etching of deciduous teeth and young and old permanent teeth: a comparison between 15 and 60 seconds of etching. American Journal of Orthodontics. 1980;78(1):99-108.
7. Lyon D, Darling A. Orientation of the crystallites in human dental enamel. Br dent J. 1957;102:483-8.
8. Gwinnett A. Interactions of dental materials with enamel. Trans Acad Dent Mater. 1990;3:30.
9. Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. Operative dentistry. 1992;111-24.
10. Díaz C, Swartz M. Debonding a new ceramic bracket: a clinical study. Journal of clinical orthodontics: JCO. 2004;38(8):442-5.
11. Ross, H. M, G.I. K, W aP. Histology: a text and atlas, 5th ed., Philadelphia; London: Lippincott Williams & Wilkins, ISBN 0-7817-7221-4. 2006.
12. Van Meerbeek BV LK, Munck JD, Inoue S, Yoshida Y, Perdigao J, Lambrechts P, Peumans M. Bonding to Enamel and Dentin. China, Quintessence Publishing Co Inc. 2006;3.
13. Moss SJ. Growing up cavity free: a parent's guide to prevention: Edition Q; 1993.
14. Cengiz T. Endodonti. 4. baskı. Barış Yayınları, izmir. 1996;267.
15. Maria P. Evalution of enamel cracks after using different bracket types and debonding techniques. Marmara University institute of Health Sciences. 2013.

16. 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.
17. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *American journal of orthodontics*. 1965;51(12):901-12.
18. Larmour C, Bateman G, Stirrups D. An investigation into the bonding of orthodontic attachments to porcelain. *The European Journal of Orthodontics*. 2005;28(1):74-7.
19. Cozza P, Martucci L, De Toffol L, Penco SI. Shear bond strength of metal brackets on enamel. *The Angle Orthodontist*. 2006;76(5):851-6.
20. Faltermeier A, Behr M, Rosentritt M, Reicheneder C, Müßig D. An in vitro comparative assessment of different enamel contaminants during bracket bonding. *The European Journal of Orthodontics*. 2007;29(6):559-63.
21. Graber TM, Vanarsdall, R.L.Jr., Vig, K.W.L. *Orthodontics: Current Principles&Techniques*, Fifth Edition, St. Louis, Mosby 2012:579-660.
22. Miura F, Nakagawa K, Ishizaki A. Scanning electron microscopic studies on the direct bonding system. *The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University*. 1973;20(3):245.
23. Main C, Thomson J, Cummings A, Field D, Stephen K, Gillespie F. Surface treatment studies aimed at streamlining fissure sealant application. *Journal of oral rehabilitation*. 1983;10(4):307-17.
24. Yetkiner E. Investigation of the effects of the different bonding materials and debonding techniques on enamel surface. *Ege üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü* 2009:120.
25. 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.
26. Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Laffoon JF. Comparison of the shear bond strength of 2 self-etch primer/adhesive systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;125(3):348-50.
27. Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. *The Angle orthodontist*. 2005;75(5):832-5.

28. Eminkahyagil N, Korkmaz Y, Gokalp S, Baseren M. Shear bond strength of orthodontic brackets with newly developed antibacterial self-etch adhesive. *The Angle Orthodontist*. 2005;75(5):843-8.
29. Sayinsu K, Isik F, Sezen S, Aydemir B. New protective polish effects on shear bond strength of brackets. *The Angle Orthodontist*. 2006;76(2):306-9.
30. Barry G. A clinical investigation of the effects of omission of pumice prophylaxis on band and bond failure. *British journal of orthodontics*. 1995;22(3):245-8.
31. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;126(6):717-24.
32. Ireland A, Sherriff M. The effect of pumicing on the in vivo use of a resin modified glass poly (alkenoate) cement and a conventional no-mix composite for bonding orthodontic brackets. *Journal of Orthodontics*. 2002;29(3):217-20.
33. Gwinnett A, Matsui A. A study of enamel adhesives: the physical relationship between enamel and adhesive. *Archives of Oral Biology*. 1967;12(12):1615IN41-20IN46.
34. Bayırlı G, S. Ş. Restoratif Tedavi. Taş Matbaası, İstanbul. 1985:187-91.
35. Summitt J, Chan D, Burgess J, Dutton F. Effect of air/water rinse versus water only and of five rinse times on resin-to-etched-enamel shear bond strength. *Operative dentistry*. 1991;17(4):142-51.
36. Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of self-etching primers on bond strength—are they reliable? *The Angle orthodontist*. 2003;73(1):64-70.
37. Hobson R, McCabe J, Hogg S. Bond strength to surface enamel for different tooth types. *Dental Materials*. 2001;17(2):184-9.
38. Tagami J, Hosoda H, Fusayama T. Optimal technique of etching enamel. *Operative dentistry*. 1988;13(4):181.
39. Zanet C, Arana-Chavez V, Fava M. Scanning electron microscopy evaluation of the effect of etching agents on human enamel surface. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2006;30(3):247-50.
40. Retief D, Harris B, Bradley E, Denys F. Pyruvic acid as an etching agent in clinical dentistry. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. 1985;19(3):335-48.
41. Millett DT, Glenny AM, Mattick RC, Hickman J, Mandall NA. Adhesives for fixed orthodontic bands. *The Cochrane Library*. 2016.

42. Bishara SE, Ostby AW, Laffoon JF, Warren J. Shear bond strength comparison of two adhesive systems following thermocycling: a new self-etch primer and a resin-modified glass ionomer. *The Angle orthodontist*. 2007;77(2):337-41.
43. Brantley WA, Eliades T. *Orthodontic Materials*, Thieme, Stuttgart- New York. 2001.
44. Reynolds I. A review of direct orthodontic bonding. *British journal of orthodontics*. 1975;2(3):171-8.
45. Keizer S, Ten Cate J, Arends J. Direct bonding of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics*. 1976;69(3):318-27.
46. Akin-Nergiz N, Nergiz I, Behlfelt K, Platzer U. Shear bond strength of a new polycarbonate bracket—an in vitro study with 14 adhesives. *The European Journal of Orthodontics*. 1996;18(1):295-301.
47. Turgut MD, Attar N, Korkmaz Y, Gokcelik A. Comparison of shear bond strengths of orthodontic brackets bonded with flowable composites. *Dental Materials Journal* 2011; 30(1): 66–71.
48. Pickett KL, Lionel Sadowsky P, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *The Angle orthodontist*. 2001;71(2):141-8.
49. Carstensen W. Effect of reduction of phosphoric acid concentration on the shear bond strength of brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(3):274-7.
50. Garcia-Godoy F, Martin S. Shear strength of ceramic brackets bonded to etched or unetched enamel. *The Journal of clinical pediatric dentistry*. 1994;19(3):181-3.
51. Johnston CD, Burden DJ, Hussey DL, Mitchell CA. Bonding to molars-the effect of etch time (an in vitro study). *The European Journal of Orthodontics*. 1998;20(2):195-9.
52. Mizrahi E. Orthodontic bands and directly bonded brackets: a review of clinical failure rate. *Journal of dentistry*. 1983;11(3):231-6.
53. 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.
54. 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.

55. Jones S, Gledhill J, Davies E. The crystal growth technique-a laboratory evaluation of bond strengths. *The European Journal of Orthodontics*. 1999;21(1):89-93.
56. Powers JM, Kim HB, Turner DS, editors. *Orthodontic adhesives and bond strengthtesting*. Seminars in orthodontics; 1997: Elsevier.
57. Ceen RF, Gwinnett A. White spot formation associated with sealants used in orthodontics. *Pediatr Dent*. 1981;3(2):174-78.
58. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *American journal of orthodontics*. 1982;81(2):93-8.
59. Sadowsky PL, Retief D. A comparative study of some dental cements used in orthodontics. *The Angle Orthodontist*. 1976;46(2):171-81.
60. Brännström M, Malmgren O, Nordenvall K. Etching of young permanent teeth with an acid gel. *American journal of orthodontics*. 1982;82(5):379-83.
61. Gorelick L. Bonding metal brackets with a self-polymerizing sealant-composite: a 12-month assessment. *American journal of orthodontics*. 1977;71(5):542-53.
62. Retief D. Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. *Journal of Dental Research*. 1973;52(2):333-41.
63. Wei SH. Electron microprobe analyses of the remineralization of enamel. *Journal of dental research*. 1970;49(3):621-5.
64. Brännström M, Nordenvall KJ. The effect of acid etching on enamel, dentin, and the inner surface of the resin restoration: a scanning electron microscopic investigation. *Journal of dental research*. 1977;56(8):917-23.
65. Mardaga W, Shannon I. Decreasing the depth of etch for direct bonding in orthodontics. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1982;16(2):130.
66. Barkmeier W, Gwinnett A, Shaffer S. Effects of enamel etching time on bond strength and morphology. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1985;19(1):36.
67. Legler L, Retief D, Bradley E, Denys F, Sadowsky P. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on the shear bond strength of an orthodontic bonding resin to enamel: an in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1989;96(6):485-92.
68. Kinch AP, Taylor H, Warltler R, Oliver RG, Newcombe RG. A clinical trial comparing the failure rates of directly bonded brackets using etch times of 15 or 60 seconds. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;94(6):476-83.

69. Sadowsky P, Retief D, Cox P, Hernandez-Orsini R, Rape W, Bradley E. Effects of etchant concentration and duration on the retention of orthodontic brackets: an in vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990;98(5):417-21.
70. Özgünaltay G, Görücü J, Alparslan G. Asit Uygulama Süresinin Kompozit Rezin-Mine Bağlanma Kuvvetine Etkisi. *Acta Odontologica Turcica*. 1992;9(2):181.
71. Bin Abdullah MS, Rock W. The effect of etch time and debond interval upon the shear bond strength of metallic orthodontic brackets. *British journal of orthodontics*. 1996;23(2):121-4.
72. Johnston CD, Hussey DL, Burden DJ. The effect of etch duration on the microstructure of molar enamel: an in vitro study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1996;109(5):531-4.
73. Knoll M, Gwinnett A, Wolff M. Shear strength of brackets bonded to anterior and posterior teeth. *American journal of orthodontics*. 1986;89(6):476-9.
74. Miller RA. Laboratory and clinical evaluation of a self-etching primer. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 2001;35(1):42-5.
75. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives: Part II: etching effects on unground enamel. *Dental Materials*. 2001;17(5):430-44.
76. Cinader D. Chemical processes and performance comparisons of Transbond Plus self-etching primer. *Orthod perspect*. 2001;8:5-6.
77. Swartz ML. Orthodontic Bonding, *Orthod. Select*, 16; 1-4. 2004.
78. Elekdag-Turk S, Isci D, Turk T, Cakmak F. Six-month bracket failure rate evaluation of a self-etching primer. *The European Journal of Orthodontics*. 2008;30(2):211-6.
79. Holzmeier M, Schaubmayr M, Dasch W, Hirschfelder U. A new generation of self-etching adhesives: comparison with traditional acid etch technique. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2008;69(2):78-93.
80. Vicente A, Bravo LA, Romero M. Influence of a nonrinse conditioner on the bond strength of brackets bonded with a resin adhesive system. *The Angle orthodontist*. 2005;75(3):400-5.
81. Zeppieri IL, Chung C-H, Mante FK. Effect of saliva on shear bond strength of an orthodontic adhesive used with moisture-insensitive and self-etching primers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;124(4):414-9.

82. Ireland AJ, Knight H, Sherriff M. An in vivo investigation into bond failure rates with a new self-etching primer system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;124(3):323-6.
83. Ghiz MA, Ngan P, Kao E, Martin C, Gunel E. Effects of sealant and self-etching primer on enamel decalcification. Part II: an in-vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;135(2):206-13.
84. Martínez-Insua A, da Silva Dominguez L, Rivera FG, Santana-Penín UA. Differences in bonding to acid-etched or Er: YAG-laser-treated enamel and dentin surfaces. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2000;84(3):280-8.
85. van Waveren Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prahl-Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;117(1):20-6.
86. Canay Ş, Kocadereli İl, Akça E. The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;117(1):15-9.
87. Millett D, McCabe J, Gordon P. The role of sandblasting on the retention of metallic brackets applied with glass ionomer cement. *British Journal of Orthodontics*. 1993;20(2):117-22.
88. Sonis AL. Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1996;110(1):96-8.
89. Zachrisson BU. Orthodontic bonding to artificial tooth surfaces: clinical versus laboratory findings. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;117(5):592-4.
90. Zachrisson BU, Büyükyılmaz T, Zachrisson Y. Improving orthodontic bonding to silver amalgam. *The Angle orthodontist*. 1995;65(1):35-42.
91. Eliades T, Trapalis C, Eliades G, Katsavrias E. Salivary metal levels of orthodontic patients: a novel methodological and analytical approach. *The European Journal of Orthodontics*. 2003;25(1):103-6.
92. Gokcelik A, Ozel Y, Ozel E, Arhun N, Attar N, Firatli S, et al. The influence of Er: YAG laser conditioning versus self-etching adhesives with acid etching on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2007;25(6):508-12.

93. Üşümez S, Orhan M, Üşümez A. Laser etching of enamel for direct bonding with an Er, Cr: YSGG hydrokinetic laser system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;122(6):649-56.
94. Von Fraunhofer J, Allen D, Orbell G. Laser etching of enamel for direct bonding. *The Angle Orthodontist*. 1993;63(1):73-6.
95. Özer T, Başaran G, Berk N. Laser etching of enamel for orthodontic bonding. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;134(2):193-7.
96. Visuri S, Gilbert J, Wright D, Wigdor H, Walsh Jr J. Shear strength of composite bonded to Er: YAG laser-prepared dentin. *Journal of Dental Research*. 1996;75(1):599-605.
97. Oho T, Morioka T. A possible mechanism of acquired acid resistance of human dental enamel by laser irradiation. *Caries research*. 1990;24(2):86-92.
98. Lee B-S, Hsieh T-T, Lee Y-L, Lan W-H, Hsu Y-J, Wen P-H, et al. Bond strengths of orthodontic bracket after acid-etched, Er: YAG laser-irradiated and combined treatment on enamel surface. *The Angle Orthodontist*. 2003;73(5):565-70.
99. Kim J-H, Kwon O-W, Kim H-I, Kwon YH. Effectiveness of an Er: YAG laser in etching the enamel surface for orthodontic bracket retention. *Dental materials journal*. 2005;24(4):596-602.
100. Fuhrmann R, Gutknecht N, Magunski A, Lampert F, Diedrich P. Conditioning of Enamel with Nd: YAG and CO2 Dental Laser Systems and with Phosphoric Acid An In-Vitro Comparison of the Tensile Bond Strength and the Morphology of the Enamel Surface. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2001;62(5):375-86.
101. Ariyaratnam M, Wilson M, Blinkhorn A. An analysis of surface roughness, surface morphology and composite/dentin bond strength of human dentin following the application of the Nd: YAG laser. *Dental Materials*. 1999;15(4):223-8.
102. Basaran G, Özer T, Berk N, Hamamcı O. Etching enamel for orthodontics with an erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet laser system. *The Angle Orthodontist*. 2007;77(1):117-24.
103. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Matsumoto N, Matsumoto K. Effects of Er, Cr: YSGG laser irradiation in human enamel and dentin: ablation and morphological studies. *Journal of clinical laser medicine & surgery*. 1999;17(4):155-9.

104. Ansari ZJ, Fekrazad R, Feizi S, Younessian F, Kalhori KA, Gutknecht N. The effect of an Er, Cr: YSGG laser on the micro-shear bond strength of composite to the enamel and dentin of human permanent teeth. *Lasers in medical science*. 2012;27(4):761-5.
105. McCabe J, Walls A. *Applied Dental Materials* 8th ed. London: Blackwell Science Ltd; 1998, 46–85.
106. Darendeliler N, Ulusoy Ç. Ortodontik Amaçla Kullanılan Yapıştırma Simanları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2006;7(2).
107. Millett D, Cummings A, Letters S, Roger E, Love J. Resin-modified glass ionomer, modified composite or conventional glass ionomer for band cementation?—an in vitro evaluation. *The European Journal of Orthodontics*. 2003;25(6):609-14.
108. Voss A, Hickel R, Mölkner S. In vivo bonding of orthodontic brackets with glass ionomer cement. *The Angle Orthodontist*. 1993;63(2):149-53.
109. LW. W. Glass ionomer cement. *J Clin Orthod*. 1986; 20: 387–391 as quoted Ewoldsen N, Demke RS. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2001; 120: 45–8.
110. Millett D, McCabe J. Orthodontic bonding with glass ionomer cement. *The European Journal of Orthodontics*. 1996;18(1):385-99.
111. E M. Glass ionomer cements in orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1988; 93: 505–7.
112. O'reilly M, Featherstone J. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1987;92(1):33-40.
113. Fajen W, Duncanson M, Nanda R, Currier G, Angolkar P. An in vitro evaluation of bond strength of three glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990; 97: 316–22.
114. Miguel JAM, Almeida MA, Chevitarese O. Clinical comparison between a glass ionomer cement and a composite for direct bonding of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;107(5):484-7.
115. Miller JR, Mancl L, Arbuckle G, Baldwin J, Phillips RW. A three-year clinical trial using a glass ionomer cement for the bonding of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*. 1996;66(4):309-12.
116. Wiltshire WA. Shear bond strengths of a glass ionomer for direct bonding in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1994;106(2):127-30.

117. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1999;81(2):135-41.
118. Eliades T, Kakaboura A, Eliades G, Bradley TG. Comparison of enamel colour changes associated with orthodontic bonding using two different adhesives. *The European Journal of Orthodontics*. 2001;23(1):85-90.
119. Anusavice K. Restorative resins. *Composite restorative materials*. Phillips' science of dental materials. 1996.
120. Bala O. Poliasit modifiye kompozit rezinler (kompomerler) CÜ Diş.Hek. Fak. Derg. 1998; 1: 113–8.
121. Gross L, Ann G, Casamassimo P. Compomers as class II restorations in primary molars. *Pediatric Dentistry*. 2001;23(1):24-7.
122. Abu-bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2000;84(4):444-52.
123. Millett D, McCluskey L-A, McAuley F, Creanor S, Newell J, Love J. A comparative clinical trial of a compomer and a resin adhesive for orthodontic bonding. *The Angle orthodontist*. 2000;70(3):233-40.
124. Tate W, You C, Powers J. Bond strength of compomers to human enamel. *Operative dentistry*. 2000;25(4):283-91.
125. Yip H-k, Smales RJ. Fluoride release from a polyacid-modified resin composite and 3 resin-modified glass-ionomer materials. *Quintessence International*. 2000;31(4).
126. McCabe JF. Resin-modified glass-ionomers. *Biomaterials*. 1998;19(6):521-7.
127. Endo T, Finger WJ, Hoffmann M, Kanehira M, Komatsu M. The role of oxygen inhibition of a self-etch adhesive on self-cure resin composite bonding. *American journal of dentistry*. 2007;20(3):157-60.
128. Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives. *American journal of orthodontics*. 1978;74(1):62-78.
129. Fredericks HE. Mutagenic potential of orthodontic bonding materials. *American journal of orthodontics*. 1981;80(3):316-24.
130. Chamda RA, Stein E. Time-related bond strengths of light-cured and chemically cured bonding systems: an in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;110(4):378-82.

131. Oesterle LJ, Messersmith ML, Devine SM, Ness CF. Light and setting times of visible-light-cured orthodontic adhesives. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1995;29(1):31-6.
132. Rode K, Kawano Y, Turbino M. Evaluation of curing light distance on resin composite microhardness and polymerization. *Operative Dentistry*. 2007;32(6):571-8.
133. Eliades T. Orthodontic materials research and applications: part 1. Current status and projected future developments in bonding and adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;130(4):445-51.
134. Eliades T. Orthodontic materials research and applications: part 2. Current status and projected future developments in materials and biocompatibility. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;131(2):253-62.
135. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Gatti S, Klersy C. Effect of water and saliva contamination on the shear bond strength of a new light-cured cyanoacrylate adhesive. *Prog Orthod*. 2007;8(1):100-11.
136. Öztoprak MO, Isik F, Sayınsu K, Arun T, Aydemir B. Effect of blood and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with 4 adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;131(2):238-42.
137. Sfondrini MF, Cacciafesta V, Pistorio A, Sfondrini G. Effects of conventional and high-intensity light-curing on enamel shear bond strength of composite resin and resin-modified glass-ionomer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2001;119(1):30-5.
138. Mirabella D, Spena R, Scognamiglio G, Luca L, Gracco A, Siciliani G. LED vs halogen light-curing of adhesive-precoated brackets. *The Angle orthodontist*. 2008;78(5):935-40.
139. Signorelli MD, Kao E, Ngan PW, Gladwin MA. Comparison of bond strength between orthodontic brackets bonded with halogen and plasma arc curing lights: an in-vitro and in-vivo study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2006;129(2):277-82.
140. Üşümez S, Büyükyılmaz T, Karaman AI. Effects of fast halogen and plasma arc curing lights on the surface hardness of orthodontic adhesives for lingual retainers. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2003;123(6):641-8.
141. Noel L, Rebellato J, Sheats RD. The effect of argon laser irradiation on demineralization resistance of human enamel adjacent to orthodontic brackets: an in vitro study. *The Angle Orthodontist*. 2003;73(3):249-58.

142. Anderson AM, Kao E, Gladwin M, Benli O, Ngan P. The effects of argon laser irradiation on enamel decalcification: An in vivo study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2002;122(3):251-9.
143. Cassoni A, Rodrigues J. Argon laser: a light source alternative for photopolymerization and in-office tooth bleaching. *General dentistry*. 2007;55(5):416-9.
144. Talbot TQ, Blankenau RJ, Zobitz ME, Weaver AL, Lohse CM, Rebellato J. Effect of argon laser irradiation on shear bond strength of orthodontic brackets: an in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;118(3):274-9.
145. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Klersy C, Sfondrini G. Polymerization with a micro-xenon light of a resin-modified glass ionomer: a shear bond strength study 15 minutes after bonding. *The European Journal of Orthodontics*. 2002;24(6):689-97.
146. Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Rapid curing of bonding composite with a xenon plasma arc light. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2001;119(6):610-6.
147. Pettemerides A, Sherriff M, Ireland A. An in vivo study to compare a plasma arc light and a conventional quartz halogen curing light in orthodontic bonding. *The European Journal of Orthodontics*. 2004;26(6):573-7.
148. Sfondrini MF, Cacciafesta V, Scribante A, Klersy C. Plasma arc versus halogen light curing of orthodontic brackets: a 12-month clinical study of bond failures. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2004;125(3):342-7.
149. Koupis NS, Eliades T, Athanasiou AE. Clinical evaluation of bracket bonding using two different polymerization sources. *The Angle orthodontist*. 2008;78(5):922-5.
150. Mavropoulos A, Staudt C, Kiliaridis S, Krejci I. Light curing time reduction: in vitro evaluation of new intensive light-emitting diode curing units. *The European Journal of Orthodontics*. 2005;27(4):408-12.
151. 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.
152. Brauchli LM, Baumgartner E-M, Ball J, Wichelhaus A. Roughness of enamel surfaces after different bonding and debonding procedures. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2011;72(1):61-7.

153. Katona TR. A comparison of the stresses developed in tension, shear peel, and torsion strength testing of direct bonded orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;112(3):244-51.
154. Katona TR. Stresses developed during clinical debonding of stainless steel orthodontic brackets. *The Angle orthodontist*. 1997;67(1):39-46.
155. Fowler C, Swartz M, Moore B, Rhodes B. Influence of selected variables on adhesion testing. *Dental Materials*. 1992;8(4):265-9.
156. Fox NA, McCabe JF, Buckley JG. A critique of bond strength testing in orthodontics. *British journal of orthodontics*. 1994;21(1):33-43.
157. Sernetz F. Standardization of Orthodontic Products—Does it Make Sense? *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2005;66(4):307-18.
158. Stanford SK, Wozniak WT, Fin P, editors. *The need for standardization of test protocols. Seminars in orthodontics*; 1997: Elsevier.
159. Stanley HR. Guest editorial: an urgent plea for a standardized bonding (adhesion) test. *Journal of dental research*. 1993;72(10):1362-3.
160. Bishara SE, Fonseca JM, Fehr DE, Boyer DB. Debonding forces applied to ceramic brackets simulating clinical conditions. *The Angle orthodontist*. 1994;64(4):277-82.
161. Proffite W, Fields H, Sarver DM. *Contemporary orthodontics*. ST. Louis, Elsevier/Mosby. 2007;3:360-430.
162. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2001;119(6):621-4.
163. Bishara SE, Gordan VV, VonWald L, Jakobsen JR. Shear bond strength of composite, glass ionomer, and acidic primer adhesive systems. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1999;115(1):24-8.
164. Zinelis S, Eliades T, Eliades G, Makou M, Silikas N. Comparative assessment of the roughness, hardness, and wear resistance of aesthetic bracket materials. *Dental Materials*. 2005;21(9):890-4.
165. Bennett CG, Shen C, Waldron JH. The Effects of Debonding On Enamel Surface. *J Clin Orthod* 1984; 18:330-4.
166. Oliver R. The effect of different methods of bracket removal on the amount of residual adhesive. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;93(3):196-200.

167. Sinha PK, Rohrer MD, Nanda RS, Brickman CD. Interlayer formation and its effect on debonding polycrystalline alumina orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(5):455-63.
168. Sinha PK, Nanda RS. The effect of different bonding and debonding techniques on debonding ceramic orthodontic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1997;112(2):132-7.
169. Theodorakopoulou LP, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Evaluation of the debonding characteristics of 2 ceramic brackets: an in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;125(3):329-36.
170. Bishara SE, Olsen ME. Evaluation of debonding characteristics of a new collapsible ceramic bracket. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;112(5):552-9.
171. Liu J-K, Chung C-H, Chang C-Y, Shieh D-B. Bond strength and debonding characteristics of a new ceramic bracket. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005;128(6):761-5.
172. Sheridan JJ, Brawley G, Hastings J. Electrothermal debracketing Part I. An in vitro study. *American journal of orthodontics*. 1986;89(1):21-7.
173. Sheridan JJ, Brawley G, Hastings J. Electrothermal debracketing Part II. An in vivo study. *American journal of orthodontics*. 1986;89(2):141-5.
174. Arıcı S, Turk T, Ozer M. Metal braketlerde klasik ve elektrotermal debonding yöntemlerinin karşılaştırılması: Bir in vivo çalışma *Türk Ortodonti Dergisi*. Nisan 1999;12 (1).
175. Bishara SE, Trulove TS. Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: An in vitro study: Part II. Findings and clinical implications. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990;98(3):263-73.
176. Dovgan JS, Walton RE, Bishara SE. Electrothermal debracketing: patient acceptance and effects on the dental pulp. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(3):249-55.
177. Jost-Brinkmann P-G, Stein H, Miethke R-R, Nakata M. Histologic investigation of the human pulp after thermodebonding of metal and ceramic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1992;102(5):410-7.
178. Rueggeberg FA, Lockwood P. Thermal debracketing of orthodontic resins. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990;98(1):56-65.

179. Diaz-Arnold A, Schneider R, Aquilino S. Bond strengths of intraoral porcelain repair materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1989;61(3):305-9.
180. Boyer DB, Engelhardt G, Bishara SE. Debonding orthodontic ceramic brackets by ultrasonic instrumentation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(3):262-6.
181. Bishara SE, Ortho D, Truiove TS. Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: an in vitro study: Part I. Background and methods. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1990;98(2):145-53.
182. Strobl K, Bahns TL, Wiliham L, Bishara SE, Stwalley W. Laser-aided debonding of orthodontic ceramic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1992;101(2):152-8.
183. Rickabaugh JL, Marangoni RD, McCaffrey KK. Ceramic bracket debonding with the carbon dioxide laser. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1996;110(4):388-93.
184. Ma T, Marangoni RD, Flint W. In vitro comparison of debonding force and intrapulpal temperature changes during ceramic orthodontic bracket removal using a carbon dioxide laser. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1997;111(2):203-10.
185. Ahrari F, Heravi F, Fekrazad R, Farzanegan F, Nakhaei S. Does ultra-pulse CO2 laser reduce the risk of enamel damage during debonding of ceramic brackets? *Lasers in medical science*. 2012;27(3):567-74.
186. Tehranchi A, Fekrazad R, Zafar M, Eslami B, Kalhori KA, Gutknecht N. Evaluation of the effects of CO2 laser on debonding of orthodontics porcelain brackets vs. the conventional method. *Lasers in medical science*. 2011;26(5):563-7.
187. Iijima M, Yasuda Y, Muguruma T, Mizoguchi I. Effects of CO2 laser debonding of a ceramic bracket on the mechanical properties of enamel. *The Angle orthodontist*. 2010;80(6):1029-35.
188. Tocchio RM, Williams PT, Mayer FJ, Standing KG. Laser debonding of ceramic orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;103(2):155-62.
189. Hayakawa K. Nd: YAG laser for debonding ceramic orthodontic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2005;128(5):638-47.

190. Oztoprak MO, Nalbantgil D, Erdem AS, Tozlu M, Arun T. Debonding of ceramic brackets by a new scanning laser method. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;138(2):195-200.
191. Roberts-Harry D. Lasers in orthodontics. *British journal of orthodontics*. 1994;21(3):308-12.
192. Campbell PM. Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *The Angle orthodontist*. 1995;65(2):103-10.
193. Rouleau BD, Marshall GW, Cooley RO. Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. *American journal of orthodontics*. 1982;81(5):423-6.
194. 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.
195. Hong Y, Lew K. Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding. *European Journal of Orthodontics*. 1995;17(2):121-8.
196. Howell S, Weekes W. An electron microscopic evaluation of the enamel surface subsequent to various debonding procedures. *Australian dental journal*. 1990;35(3):245-52.
197. Burapavong V, Marshall G, Apfel D, Perry H. Enamel surface characteristics on removal of bonded orthodontic brackets. *American journal of orthodontics*. 1978;74(2):176-87.
198. Smith S, Walsh L, Taverne A. Removal of orthodontic bonding resin residues by CO² laser radiation: surface effects. *Journal of clinical laser medicine & surgery*. 1999;17(1):13-8.
199. Thomas BW, Hook CR, Draughn RA. Laser-aided degradation of composite resin. *The Angle Orthodontist*. 1996;66(4):281-6.
200. Krell KV, Courey JM, Bishara SE. Orthodontic bracket removal using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss, and time requirements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993;103(3):258-66.
201. Oliver R, Griffiths J. Different techniques of residual composite removal following debonding—time taken and surface enamel appearance. *British journal of orthodontics*. 1992;19(2):131-7.

202. Nishimura K, Ikeda M, Yoshikawa T, Otsuki M, Tagami J. Effect of various grit burs on marginal integrity of resin composite restorations. *Journal of medical and dental sciences*. 2005;52(1):9-15.
203. 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.
204. Karan S, Kircelli BH, Tasdelen B. Enamel surface roughness after debonding: comparison of two different burs. *The Angle Orthodontist*. 2010;80(6):1081-8.
205. 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.
206. Retief D, Denys F. Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments. *The Angle orthodontist*. 1979;49(1):1-10.
207. 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.
208. 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*. 2011;34(1):25-32.
209. 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.
210. Zachrisson BU, Årthun J. Enamel surface appearance after various debonding techniques. *American journal of orthodontics*. 1979;75(2):121-37.
211. Zachrisson BU. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *American journal of orthodontics*. 1977;71(2):173-89.
212. Ireland A, Hosein I, Sherriff M. Enamel loss at bond-up, debond and clean-up following the use of a conventional light-cured composite and a resin-modified glass polyalkenoate cement. *The European Journal of Orthodontics*. 2005;27(4):413-9.
213. Radlanski RJ. A new carbide finishing bur for bracket debonding. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2001;62(4):296-304.
214. Ulusoy Ç. Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding. *Journal of Applied Oral Science*. 2009;17(3):209-15.

215. Kim S-S, Park W-K, Son W-S, Ahn H-S, Ro J-H, Kim Y-D. Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: a 3-dimensional surface profilometry study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;132(1):71-6.
216. Cehreli ZC, Lakshmipathy M, Yazici R. Effect of different splint removal techniques on the surface roughness of human enamel: a three-dimensional optical profilometry analysis. *Dental Traumatology*. 2008;24(2):177-82.
217. Mikšić M, Šljaj M, Meštrović S. Stereomicroscope analysis of enamel surface after orthodontic bracket debonding. *Collegium antropologicum*. 2003;27(2):83-9.
218. Ye C, Zhao Z, Zhao Q, Du X, Ye J, Wei X. Comparison of enamel discoloration associated with bonding with three different orthodontic adhesives and cleaning-up with four different procedures. *Journal of dentistry*. 2013;41:e35-e40.
219. Trakyalı G, Özdemir FI, Arun T. Enamel colour changes at debonding and after finishing procedures using five different adhesives. *The European Journal of Orthodontics*. 2009;31(4):397-401.
220. Trubitt, Beth M. 12 February 2013 Arkansas Novaculite: A Virtual Comparative Collection. Arkansas Archeological Survey. <http://arkarcheology.uark.edu/novaculite/index.html>.
221. Osorio R, Toledano M, García-Godoy F. Enamel surface morphology after bracket debonding. *ASDC journal of dentistry for children*. 1998;65:313-7.
222. Yassaei S, Aghili H, Joshan N. Effects of removing adhesive from tooth surfaces by Er: YAG laser and a composite bur on enamel surface roughness and pulp chamber temperature. *Dental research journal*. 2015;12(3):254.
223. 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(7):1853-64.
224. Al Shamsi AH, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. Three-dimensional measurement of residual adhesive and enamel loss on teeth after debonding of orthodontic brackets: an in-vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;131(3):301. e9-. e15.
225. David VA, Staley RN, Bigelow HF, Jakobsen JR. Remnant amount and cleanup for 3 adhesives after debracketing. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;121(3):291-6.

226. Gustafson A-G. A new method of microphotography of dental enamel in polarised light. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1967;25(6):647-55.
227. Mor B, Rodda J, editors. Histopathology of artificial carious lesions produced by lactate buffers with additives. *Journal of Dental Research*; 1980: Amer Assoc Dental Research 1619 Duke ST, Alexandria, Va 22314.
228. Smith A, Shaw L. Baby fruit juices and tooth erosion. *British Dental Journal*. 1987;162(2):65-7.
229. Field J, Waterhouse P, German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *Journal of dentistry*. 2010;38(3):182-90.
230. Gracia L, Fowler C, Brown A, Shenton S. Enamel erosion inhibition by a new anti-erosion mouthrinse. Glasgow: British Society for Dental Research. 2009.
231. Groeneveld A, Arends J. The effect of SnF₂ and cetylaminohydrofluoride solutions on the acid demineralisation of enamel. *Caries research*. 1974;8(3):275-82.
232. Ganss C, Hardt M, Blazek D, Klimek J, Schlueter N. Effects of toothbrushing force on the mineral content and demineralized organic matrix of eroded dentine. *European journal of oral sciences*. 2009;117(3):255-60.
233. Mandelis A, Diebold GJ, Kitamori T, Hibara A, Vitkin IA. Preface to Special Topic: Applied Biophysics. optics and spectroscopy. 2009;32:42.
234. Klimek J, Ganss C, Jung M. Quantification of the erosive effect of dietary acids by longitudinal microradiography and profilometry. *Caries Research*. 1996;30:279.
235. Boyde A, Lester K. Electron microscopy of resorbing surfaces of dental hard tissues. *Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie*. 1967;83(4):538-48.
236. Gwinnett AJ, Gorelick L. Microscopic evaluation of enamel after debonding: clinical application. *American journal of orthodontics*. 1977;71(6):651-65.
237. Sorvari R, Peltari A, Meurman J. Surface ultrastructure of rat molar teeth after experimentally induced erosion and attrition. *Caries research*. 1996;30(2):163-8.
238. Schmidlin P, Göhring T, Schug J, Lutz F. Histological, morphological, profilometric and optical changes of human tooth enamel after microabrasion. *American journal of dentistry*. 2003;16:4A-8A.
239. Ferrazzano G, Cantile T, Quarto M, Ingenito A, Chianese L, Addeo F. Protective effect of yogurt extract on dental enamel demineralization in vitro. *Australian dental journal*. 2008;53(4):314-9.

240. Faria ACL, Rodrigues RCS, Macedo AP, Mattos MdGCd, Ribeiro RF. Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. *Brazilian oral research*. 2008;22(4):293-8.
241. Sandison R. Tooth surface appearance after debonding. *British journal of orthodontics*. 1981;8(4):199-201.
242. Warren J, Gelikonov G, Gelikonov V, Feldchtein F, Beach N, Moores M, et al., editors. Imaging and characterization of dental structure using optical coherence tomography. *Lasers and Electro-Optics, 1998 CLEO 98 Technical Digest Summaries of papers presented at the Conference on; 1998: IEEE*.
243. Arevalo JF, Krivoy D, Fernandez CF. How does optical coherence tomography work? Basic principles. *Retinal angiography and optical coherence tomography*. 2009:217-22.
244. Wilder-Smith CH. Quantification of dental erosions in patients with GERD using optical coherence tomography before and after double-blind, randomized treatment with esomeprazole or placebo. *The American journal of gastroenterology*. 2009;104(11):2788.
245. Amaechi B, Higham S, Podoleanu A, Rogers JA, Jackson DA. Use of optical coherence tomography for assessment of dental caries: quantitative procedure. *Journal of oral rehabilitation*. 2001;28(12):1092-3.
246. Jones R, Darling C, Featherstone J, Fried D. Imaging artificial caries on the occlusal surfaces with polarization-sensitive optical coherence tomography. *Caries research*. 2006;40(2):81-9.
247. Hee MR, Puliafito CA, Wong C, Duker JS, Reichel E, Rutledge B, et al. Quantitative assessment of macular edema with optical coherence tomography. *Archives of ophthalmology*. 1995;113(8):1019-29.
248. Garcez AS, Suzuki SS, Ribeiro MS, Mada EY, Freitas AZ, Suzuki H. Biofilm retention by 3 methods of ligation on orthodontic brackets: a microbiologic and optical coherence tomography analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;140(4):e193-e8.
249. Baek JH, Na J, Lee BH, Choi E, Son WS. Optical approach to the periodontal ligament under orthodontic tooth movement: a preliminary study with optical coherence tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;135(2):252-9.

250. Leão Filho JCB, Braz AKS, de Souza TR, de Araujo RE, Pithon MM, Tanaka OM. Optical coherence tomography for debonding evaluation: an in-vitro qualitative study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2013;143(1):61-8.
251. Leão Filho JCB, Braz AKS, Araujo RE, Tanaka OM, Pithon MM. Enamel quality after debonding: evaluation by optical coherence tomography. *Brazilian dental journal*. 2015;26(4):384-9.
252. Duschner H, Götz H, Walker R, Lussi A. Erosion of dental enamel visualized by confocal laser scanning microscopy. *Tooth Wear and Sensitivity London, Martin Dunitz*. 2000:67-73.
253. Finke M, Jandt KD, Parker DM. The early stages of native enamel dissolution studied with atomic force microscopy. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2000;232(1):156-64.
254. Marshall G, Chang Y, Gansky S, Marshall S. Demineralization of caries-affected transparent dentin by citric acid: an atomic force microscopy study. *Dental Materials*. 2001;17(1):45-52.
255. Marshall GW, Marshall SJ, Balooch M, Kinney JH. Evaluating demineralization and mechanical properties of human dentin with AFM. *Atomic Force Microscopy: Biomedical Methods and Applications*. 2004:141-59.
256. Lippert F, Parker DM, Jandt KD. In vitro demineralization/remineralization cycles at human tooth enamel surfaces investigated by AFM and nanoindentation. *Journal of colloid and interface science*. 2004;280(2):442-8.
257. Bhushan B. *Modern tribology handbook*. 2. Materials, coatings, and industrial applications: CRC Press; 2001.
258. Stachowiak G, Batchelor A, Stachowiak G. *Experimental methods in tribology*. 44th ed. Amsterdam, Oxford: Elsevier. 2004.
259. Øen J, Gjerdet N, Wisth P. Glass ionomer cements used as bonding materials for metal orthodontic brackets. An in vitro study. *The European Journal of Orthodontics*. 1991;13(3):187-91.
260. Ren Y-F, Zhao Q, Malmstrom H, Barnes V, Xu T. Assessing fluoride treatment and resistance of dental enamel to soft drink erosion in vitro: applications of focus variation 3D scanning microscopy and stylus profilometry. *journal of dentistry*. 2009;37(3):167-76.

261. Chalas R, Bachanek T, Kuczumow A, Nowak J, Lekki J. Non-contact optical profilometry for detection of surface changes of hydroxyapatite discs during acid attack. *Caries Res.* 2009;43:179-244.
262. 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.
263. McBride J. The 3D measurement and analysis of high precision surfaces using con-focal optical methods. *IEICE Transactions on Electronics.* 2004;87(8):1261-7.
264. Borjian A. Pop-Colas and Dental Corrosion: McGill University (Canada); 2011.
265. Vieira A, Overweg E, Ruben J, Huysmans M. Toothbrush abrasion, simulated tongue friction and attrition of eroded bovine enamel in vitro. *Journal of dentistry.* 2006;34(5):336-42.
266. Wiegand A, Schwerzmann M, Sener B, Carolina Magalhaes A, Roos M, Ziebolz D, et al. Impact of toothpaste slurry abrasivity and toothbrush filament stiffness on abrasion of eroded enamel—an in vitro study. *Acta Odontologica Scandinavica.* 2008;66(4):231-5.
267. Rios D, Honório HM, Magalhães AC, Buzalaf MAR, Palma-Dibb RG, Machado MAdAM, et al. Influence of toothbrushing on enamel softening and abrasive wear of eroded bovine enamel: an in situ study. *Brazilian Oral Research.* 2006;20(2):148-54.
268. Sales-Peres S, Pessan JP, Buzalaf M. Effect of an iron mouthrinse on enamel and dentine erosion subjected or not to abrasion: an in situ/ex vivo study. *archives of oral biology.* 2007;52(2):128-32.
269. Attin T, Deifuss H, Hellwig E. Influence of acidified fluoride gel on abrasion resistance of eroded enamel. *Caries Research.* 1999;33(2):135-9.
270. Attin T, Knöfel S, Buchalla W, Tütüncü R. In situ evaluation of different remineralization periods to decrease brushing abrasion of demineralized enamel. *Caries research.* 2001;35(3):216-22.
271. Hemingway C, Parker D, Addy M, Barbour M. Erosion of enamel by non-carbonated soft drinks with and without toothbrushing abrasion. *British dental journal.* 2006;201(7):447.
272. Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1998;114(5):514-9.

273. Coups-Smith K, Rossouw P, Titley K. Glass ionomer cements as luting agents for orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*. 2003;73(4):436-44.
274. Hocevar RA, Vincent HF. Indirect versus direct bonding: bond strength and failure location. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;94(5):367-71.
275. Williams V, Svare C. The effect of five-year storage prior to bonding on enamel/composite bond strength. *Journal of dental research*. 1985;64(2):151-4.
276. Thompson RE, Way DC. Enamel loss due to prophylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic attachments. *American journal of orthodontics*. 1981;79(3):282-95.
277. Urabe H, Rossouw P, Titley K, Yamin C. Combinations of etchants, composite resins, and bracket systems: an important choice in orthodontic bonding procedures. *The Angle orthodontist*. 1999;69(3):267-75.
278. Olsen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Evaluation of Scotchbond Multipurpose and maleic acid as alternative methods of bonding orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;111(5):498-501.
279. Hermesen R, Vrijhoef M. Loss of enamel due to etching with phosphoric or maleic acid. *Dental Materials*. 1993;9(5):332-6.
280. Jones M, Pizarro K. A comparative study of the shear bond strengths of four different crystal growth solutions. *British journal of orthodontics*. 1994;21(2):133-7.
281. Kapoor D, Mahendru D, Sharma V, Tandon P. Photographic appraisal of crystal lattice growth technique. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2005;23(4):171.
282. Fjeld M, Øgaard B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;130(5):575-81.
283. Es-Souni M, Fischer-Brandies H, Zaporozhenko V, Es-Souni M. On the interaction of polyacrylic acid as a conditioning agent with bovine enamel. *Biomaterials*. 2002;23(14):2871-8.
284. Eliades T, Brantley W. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *The European Journal of Orthodontics*. 2000;22(1):13-23.
285. Kao E, Eliades T, Rezvan E, Johnston W. Torsional bond strength and failure pattern of ceramic brackets bonded to composite resin laminate veneers. *The European Journal of Orthodontics*. 1995;17(6):533-40.

286. Arici S, Caniklioglu CM, Arici N, Ozer M, Oguz B. Adhesive thickness effects on the bond strength of a light-cured resin-modified glass ionomer cement. *The Angle orthodontist*. 2005;75(2):254-9.
287. Guzman UA, Jerrold L, Vig PS, Abdelkarim A. Comparison of shear bond strength and adhesive remnant index between precoated and conventionally bonded orthodontic brackets. *Progress in orthodontics*. 2013;14(1):39.
288. Jost-Brinkmann P, Schiffer A, Miethke R. The effect of adhesive-layer thickness on bond strength. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1992;26(11):718.
289. van Waes H, Matter T, Krejci I. Three-dimensional measurement of enamel loss caused by bonding and debonding of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;112(6):666-9.
290. Piacentini C, Sfondrini G. A scanning electron microscopy comparison of enamel polishing methods after air-rotor stripping. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1996;109(1):57-63.
291. Winchester L. Direct orthodontic bonding to porcelain: an in vitro study. *British journal of orthodontics*. 1991;18(4):299-308.
292. Jandt KD. Atomic force microscopy of biomaterials surfaces and interfaces. *Surface Science*. 2001;491(3):303-32.
293. Kubinek R, Zapletalova Z, Vujtek M, Novotný R, Kolarova H, Chmelickova H. Examination of dentin surface using AFM and SEM. 2007.
294. Edblad T, Hoffman M, Hakeberg M, Ortengren U, Milledning P, Wennerberg A. Micro-topography of dental enamel and root cementum. *Swed Dent J*. 2009;33(1):41-8.
295. Gadelmawla E, Koura M, Maksoud T, Elewa I, Soliman H. Roughness parameters. *Journal of materials processing technology*. 2002;123(1):133-45.
296. Leach R, Brown L, Jiang X, Blunt R, MAUGER M. Measurement Good Practice Guide No. 108: Guide to the Measurement of Smooth Surface Topography using Coherence Scanning Interferometry. National Physical Laboratory London, United Kingdom. 2008.

8. EKLER

Ek 1. Etik Kurul Onayı



T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

TOPLANTI TARİHİ : 21/10/2015
TOPLANTI NO : 2015/09

KARARLAR :

- 18- B.E.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 2015-101-21/10 Protokol no'lu "Debonding Sonrası Mine Yüzey Pürüzlülüğünün Optik Profilometre İle İncelenmesi" konulu çalışmasının Etik Kurul İlkelerine uygun olduğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A S L I G İ B İ D İ R

Doç. Dr. Günhur ÖZBAKİŞ DENGİZ
B.E.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Engin YILDIRAN

Doğum Yeri/Tarihi: Ankara / 30.11.1983

Telefon: 05066699229

e-posta: sekereng83@gmail.com

Yabancı Dil: İngilizce

EĞİTİM BİLGİLERİ:

Mezun Olduğu Lise ve Tarihi: Mersin Tevfik Sırrı Gür Anadolu Lisesi 2001

Mezun Olduğu Fakülte ve Tarihi. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
(2001-2006)

Ulusal ve Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler:

Fethiye Çakmak Özlü, Hakan Yılmaz, **Engin Yıldırım**, M. İnanç Cengiz, Akif Türer:
Farklı Teknikler Kullanılarak Gömülü Santral Dişlerin Sürdürülmesi: İki Olgu
Sunumu, Türk Ortodonti Derneği, XV. Uluslararası Kongresi, 1-5 Ekim Antalya, 2016