



T. C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI REZİN TEMİZLEME YÖNTEMLERİNİN MİNE
YÜZEYİNE ETKİSİNİN İN-VİTRO OLARAK İNCELENMESİ**

Dt. Tülay ÖZKAN

ORTODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Koray HALICIOĞLU

Ekim 2017
BOLU



T. C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

FARKLI REZİN TEMİZLEME YÖNTEMLERİNİN MİNE
YÜZEYİNE ETKİSİNİN İN-VİTRO OLARAK İNCELENMESİ

Dt. Tülay ÖZKAN

ORTODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Koray HALICIOĞLU

Bu çalışma Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. (Proje numarası : 2017.06.03.1180)

Ekim 2017
BOLU

T. C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
Tez Onay Belgesi

Tezin Başlığı : Farklı Resin Temizleme Yöntemlerinin Mine Yüzeyine Etkisinin in-vitro Olarak İncelenmesi

Tezin Savunma Tarihi : 23. 10. 2017

Tezin Danışmanı : Doç. Dr. Koray HALICIOĞLU

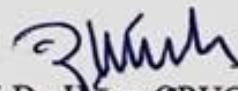
Jüri Başkanı : Prof. Dr. İsmail AFRICA

Üye : Doç. Dr. Koray HALICIOĞLU

Üye : Yrd. Doç. Dr. Yasemin Nur KORKMAZ

DEKANLIK ONAYI

Bu tez "Uzmanlık Tezi" standartlarına uygun bulunmuştur.


Prof. Dr. Hasan ÖRUÇOĞLU

DEKAN V.

FARKLI REZİN TEMİZLEME YÖNTEMLERİNİN MİNE YÜZEYİNE ETKİSİNİN İN-VITRO OLARAK İNCELENMESİ

Bu çalışma, ortodontik adezivin farklı debonding teknikleriyle uzaklaştırılması sonrası mine yüzey pürüzlülüğünü incelemeyi amaçlamaktadır.

Altı gruptan oluşan, toplamda 60 adet diş üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada tüm dişlerin işlem öncesi mine yüzeylerinin pürüzlülük değerleri optik profilometre ile ölçülmüştür. Her gruptan 3'er adet dişin taramalı elektron mikroskop görüntüleri elde edilmiştir. Dişlerin yüzeyine adeziv rezinin bondingi gerçekleştirilmiş ve tüm örnekler, 5 ile 55°C arasında 10.000 kez termal siklus uygulanmıştır. Ardından mine yüzeyinde bulunan adeziv resin 6 farklı yöntem ile temizlenmiştir. Adeziv resin temizlemek için harcanan süreler dijital süreölçer ile kaydedilmiştir. Adeziv rezinin temizlenmesi için 6 bıçak tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) kullanıldığı örnekler 1.Grup (6A), mikromotor ile 20.000 rpm devirde kullanıldığı örnekler 2.Grup (6M20), mikromotor ile 40.000 rpm devirde kullanıldığı örnekler 3.Grup (6M40) olarak tanımlanmıştır. 12 bıçak tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) kullanıldığı örnekler 4.Grup (12A), 20.000 rpm devirde kullanıldığı örnekler 5. Grup (12M20), 40.000 rpm devirde kullanıldığı örnekler ise 6. Grup (12M40) olarak tanımlanmıştır. Adeziv rezinin temizlenmesinin ardından tüm dişlerin mine yüzeyi son pürüzlülük ölçümleri optik profilometre ile gerçekleştirilmiştir. Her gruptan birinci ölçümleri yapılan 3'er adet dişin görüntüleri taramalı elektron mikroskopu ile elde edilmiştir. İşlem sonrası tüm gruplarda mine yüzeyi pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür. 6M40 grubunun pürüzlülük artışı en yüksek bulunmuştur. Ra parametresi için 12A grubunun mine yüzey pürüzlülüğündeki artış; Rq, Rt ve Rz parametreleri için 12A ve 12M20 gruplarının mine yüzey pürüzlülüğündeki artış önemli bulunmamıştır. 6M20 grubunun işlem süresi en yüksek, etkinliği en düşük bulunmuştur. 12A ve 12M40 gruplarının işlem süresi en düşük ve etkinliği en yüksek bulunmuştur. İşlem süresi ile pürüzlülük parametreleri arasında bir ilişki gözlenmemiştir.

Mine yüzeyinde hasar oluşturmayan bir yöntem elde edilememiştir. 12 bıçaklı

tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde dikkatli kullanımı önerilmekte, 6 bıçaklı karbid frezin mikromotor ile 40.000 rpm devirde kullanımı ise mine yüzeyinde kalıcı hasar oluşturduğundan dolayı önerilmemektedir.

Anahtar kelimeler: Mine yüzeyi; Yüzey pürüzlülüğü; Rezin uzaklaştırma; Tungsten karbid frez; Debonding



ABSTRACT

IN-VITRO INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT RESIN REMOVAL METHODS ON THE ENAMEL SURFACE

This study aims to investigate the surface roughness of enamel after removal of orthodontic adhesive with different debonding techniques.

A total of 60 teeth, consisting of 6 groups, were used in this study. The roughness quantitative measurements of enamel surfaces of untreated teeth in the first phase of the study were analyzed with an optical profilometer. For qualitative evaluation, images were taken with scanning electron microscope at 3 random teeth from each group. After the analysis of initial roughness was completed, the bonding of the adhesive resin was performed to the surface of the teeth and all specimens were subjected to 10,000 thermal cycles between 55°C and 5°C. Subsequently, the adhesive resin on the surface of the enamel was removed with 6 different methods and the time spent for each procedure was recorded. These groups were divided according to the method used for adhesive remnant removal: 6 blade tungsten carbide bur at high speed (1.group, 6A), 6 blade tungsten carbide bur at 20.000 rpm (2. Group, 6M20), 6 blade tungsten carbide bur at 40.000 rpm (3. Group, 6M40), 12 blade tungsten carbide bur at high speed (4.group, 12A), 12 blade tungsten carbide bur at 20.000 rpm (5. Group, 12M20), 12 blade tungsten carbide bur at 40.000 rpm (6. Group, 12M40), After removing the adhesive resin, the second measurements of the roughness of the enamel surfaces of the teeth were analyzed with profilometer. The images of the teeth that were previously taken with scanning electron microscope were obtained for the second time. The enamel surface roughness increased significantly in all groups after the resin removal process. The roughness increase of the 6M40 is highest. For the Ra parameter, the increase in surface roughness of the 12A was not significant. For Rq, Rt and Rz parameters, the increase in surface roughness of 12A and 12M20 was not significant. Removing the adhesive remnant with 6 blade tungsten carbide bur at 20.000 rpm is the most time-consuming method. There is no correlation between time and the roughness parameters.

A method that does not cause damage to the enamel surface has not been achieved. Careful use of 12 blades of tungsten carbide bur at high speed with an aerator is recommended. The use of 6 blades of carbide bur with micromotor at 40,000 rpm is not recommended because it causes permanent damage on enamel surface.

Key Words: Enamel surfaces; Surface roughness; Resin removal; Tungsten carbide bur; Debonding



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm değerli hocam sayın Doç. Dr. Koray Halıcıoğlu'na,

Asistanlığım süresince bilgilerinden faydalandığım ve ortodonti eğitimime verdiği emekler nedeni ile sayın Yrd. Doç. Dr. Yasemin Nur Korkmaz'a, uzmanlık eğitimim süresince birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Arş. Gör. Ebru Akgül, Arş. Gör. Gülcan Koçal, Arş. Gör. Melis Koçak ve tüm asistan arkadaşlarıma, klinik hemşirelerine ve klinik personeline,

Tez Çalışmam süresince bana büyük özveri ve sevgi ile destek olan, sevgili ablam Melek Özkan'a, her zaman yanımda olan, tüm yaşamım boyunca benim için emek harcayan, desteklerini sevgiyle gösteren sevgili anneme, babama ve canım kardeşim Zafer Özkan'a sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET	ii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar	xii
ŞEKİLLER	xiii
RESİMLER	xvi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Bonding İşlemleri	3
2.1.1. Mine yüzeyinin temizlenmesi	3
2.1.2. Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi	5
2.1.2.1. Ortofosforik asit ile pürüzlendirme	5
2.1.2.2. Kendinden asitli primer ile pürüzlendirme	6
2.1.2.3. Mikro pürüzlendirme	7
2.1.2.4. Lazer ile pürüzlendirme	7
2.1.3. Yapıştırma işlemi	8
2.1.3.1. Transfer	9
2.1.3.2. Pozisyonlandırma	9
2.1.3.3. Uyumlandırma.....	10
2.1.3.4. Fazlalığın alınması	10
2.1.4. Yapıştırıcı tipleri	10

2.1.4.1. Kompozit rezinler.....	10
2.1.4.2. Cam iyonomer simanlar	12
2.1.4.3. Resin modifiye cam iyonomer simanlar	13
2.1.4.4. Kompomerler	13
2.1.5. Görülebilir ışık cihazları	14
2.1.5.1. Kuartz tungsten halojen ışık cihazları (QTH)	14
2.1.5.2. Işık yayan diyotlar (LED)	15
2.1.5.3. Plazma ark cihazları (PAC).....	15
2.1.5.4. Argon lazerleri	16
2.2. Debonding İşlemleri	17
2.2.1. Sabit ataşmanların uzaklaştırılması.....	17
2.2.2. Artık adeziv rezinin uzaklaştırılması	18
2.2.2.1. Adeziv temizleyici pensler.....	18
2.2.2.2. Ultrasonik cihazlar	19
2.2.2.3. Paslanmaz çelik frezler	19
2.2.2.4. Elmas frezler	19
2.2.2.5. Tungsten karbid frezler	20
2.2.2.6. Aşındırıcı diskler.....	22
2.2.2.7. Lazer	22
2.3. Mine yüzeyi inceleme yöntemleri	23
2.3.1. Normal mine yüzeyinin karakteristik özellikleri.....	24
2.3.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)	24
2.3.3. Profilometre.....	25
2.3.4. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM)	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	37
3.1. Kullanılan Gereçler	37
3.1.1. Araştırmada kullanılan dişler	37
3.1.2. Araştırmada kullanılan dişlerin saklanma koşulları	38

3.1.3.	Asit ve Primer	38
3.1.4.	Yapıştırıcı.....	38
3.1.5.	Işık cihazı	39
3.1.6.	Frezler	39
3.1.7.	Turlu aletler.....	40
3.1.8.	Termal döngü cihazı.....	41
3.1.9.	Taramalı elektron mikroskobu	41
3.1.10.	Profilometre	42
3.2.	Yöntem	42
3.2.1.	Deney örneklerinin hazırlanması	42
3.2.2.	Dişlerin akrilik bloklara yerleştirilmesi	43
3.2.3.	Çalışma grupları	45
3.2.4.	Diş yüzeyi başlangıç pürüzlülük değerinin belirlenmesi	46
3.2.5.	Bonding işlemi	48
3.2.6.	Termal Döngü	48
3.2.7.	Adeziv rezinin uzaklaştırılması.....	49
3.2.8.	Diş yüzeyi son pürüzlülük değerinin belirlenmesi.....	49
3.2.9.	İstatistiksel değerlendirme	50
4.	BULGULAR.....	51
4.1.	Mine Yüzey Pürüzlülüğü.....	52
4.1.1.	Araştırma kapsamındaki grupların işlem uygulama öncesi pürüzlülük değerlerinin incelenmesi	55
4.1.2.	Araştırma kapsamındaki grupların işlem uygulama sonrası pürüzlülük değerlerinin incelenmesi	58
4.1.3.	Araştırma kapsamındaki grupların işlem uygulama sonrası pürüzlülük değerlerinde meydana gelen değişikliklerin incelenmesi	59
4.2.	Araştırma kapsamındaki grupların adeziv rezin temizleme işlemi için harcanan sürelerinin karşılaştırılması	66
4.3.	Mine yüzeyinin işlem uygulama öncesi ve sonrası taramalı elektron	

mikroskobu bulguları	68
5. TARTIŞMA	79
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	95
7. KAYNAKLAR	96
8. EKLER.....	111
9. ÖZGEÇMİŞ	113



TABLÖLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Debonding ve rezin uzaklaştırmayı takiben mine yüzeyini inceleyen araştırmalar.....	29
3.1. Çalışma grupları.....	46
4.1. Parametrelerin dağılımı.....	52
4.2. Gruplara göre pürüzlülük parametrelerin karşılaştırılması.	54
4.3. Post-Hoc. ikili karşılaştırma.....	55
4.4. Gruplara göre mine yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük değişiminin karşılaştırması.....	60
4.5. Post-Hoc ikili karşılaştırma analizi.....	61
4.6. İşlem uygulanan mine yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük değişiminin grup içi karşılaştırması.....	62
4.7. Tekrarlanabilirlik Analizi.....	66
4.8. Gruplara göre işlem sürelerinin karşılaştırması.....	66
4.9. Post-Hoc ikili karşılaştırma analizi.....	67
4.10. İşlem süresi ve pürüzlülük parametrelerinin korelasyon analizi.....	67

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Kontakt profilometrisinin limitasyonları. Daha büyük bir uç (sol) uç çapından daha küçük boşluklar (kırmızı gösterilir) kaydetmez. Daha küçük bir uç (sağda) daha ayrıntılı bir kayıt ile sonuçlanır..	27
2.2. Aynı Ra değerine sahip ancak yüzey özelliklerinde belirgin farklılık gösteren iki profil (kırmızı çizgi, yüzeyin 'ideal' formunu gösterir). Profiller aynı Ra değerine sahiptir, çünkü ideal formdan aynı büyüklükte saparlar.	27
2.3. Ra ve Rq parametre şeması.	28
2.4. Rz ve Rt parametre şeması	28
3.1. A,B. Elde edilen parametrik değerlerin güvenilirliğini arttırmak amacı ile yapılan iki farklı çapraz ölçüm, C. Çok uzun dalga boylarının etkisini önlenmek amacı ölçümden çıkartılması.....	47
4.1. Ra parametresinin gruplara göre karşılaştırması.	53
4.2. Rq parametresinin gruplara göre karşılaştırması.....	53
4.3. Rt parametresinin gruplara göre karşılaştırması.	53
4.4. Rz parametresinin gruplara göre karşılaştırması.....	53
4.5. 6A grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.	56
4.6. 6M20 grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.	56
4.7. 6M40 grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.	56
4.8. 12A grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.....	57
4.9. 12M20 grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.	57
4.10. 12M40 grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.	57
4.11. A,a. 6A grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. B,b. 6A grubu örnek 2'nin işlem öncesi (B) ve işlem sonrası	

(b) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. C,c. 6A grubu örnek 3'ün işlem öncesi (C) ve işlem sonrası.	63
4.12. A,a. 6M20 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. B,b. 6M20 grubu örnek 2'nin işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. C,c. 6M20 grubu örnek 3'ün işlem öncesi (A) ve işlem sonrası.	63
4.13. A,a. 6M40 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. B,b. 6M40 grubu örnek 2'nin işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. C,c. 6M40 grubu örnek 3'ün işlem öncesi (A) ve işlem sonrası.	64
4.14. A,a. 12A grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. B,b. 12A grubu örnek 2'nin işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. C,c. 12A grubu örnek 3'ün işlem öncesi (A) ve işlem sonrası.	64
4.15. A,a. 12M20 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. B,b. 12M20 grubu örnek 2'nin işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. C,c. 12M20 grubu örnek 3'ün işlem öncesi (A) ve işlem sonrası.	65
4.16. A,a. 12M40 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. B,b. 12M40 grubu örnek 2'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (a) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü. C,c. 12M40 grubu örnek 3'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası.	65
4.17. ΔR_a ve işlem süresi parametreleri esas alınarak hazırlanan serpilme grafiği. ..	68
4.18. ΔR_q ve işlem süresi parametreleri esas alınarak hazırlanan serpilme grafiği. ..	68
4.19. ΔR_t ve işlem süresi parametreleri esas alınarak hazırlanan serpilme grafiği. ..	68
4.20. ΔR_z ve işlem süresi parametreleri esas alınarak hazırlanan serpilme grafiği. ..	68
4.21. 6A grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.	69
4.22. 6M20 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.	69

4.23. 6M40 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.	70
4.24. 12A grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.	70
4.25. 12M20 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.	71
4.26. 12M40 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.	71
4.27. Çalışma kapsamındaki örneklerin işlem öncesi ve sonrası 3 boyutlu optik profilometre görüntüleri.	73
4.28. Çalışma kapsamındaki örneklerin işlem öncesi ve sonrası SEM görüntüleri. ..	76

RESİMLER

Resim	Sayfa
3.1. Çalışmada kullanılan ortofosforik asit.	38
3.2. Çalışmada kullanılan primer.	38
3.3. Çalışmada kullanılan yapıştırıcı.	39
3.4. Çalışmada kullanılan LED ışık cihazı.	39
3.5. A. Aeratöre takılan 6 bıçaklı, 0.12 cm çapında 4.5 mm uzunluğunda tungsten karbid frez. B. Mikromotora takılan 6 bıçaklı, 0.12 cm çapında 4.5 mm uzunluğunda tungsten karbid frez.	40
3.6. A. Aeratöre takılan 12 bıçaklı, 0.12 cm çapında ve 8 mm uzunluğunda tungsten karbid frez, B. Mikromotora takılan 12 bıçaklı, 2 derece açılı, 0.23 cm çapında tungsten karbid frez.	40
3.7. Termal döngü cihazı.	41
3.8. Taramalı elektron mikroskobu.	42
3.9. Optik profilometre cihazı.	42
3.10. Çalışmada kullanılmak üzere seçilen diş örneği.	43
3.11. Akrilik bloklara sabitleme işlemi esnasında dişleri silikon kalıpta doğru açıda tutacak metal mandalların yerleştirilmesi için diş yüzeyinde açılan oluk.	43
3.12. Silikon kalıplara dişlerin metal mandallar yardımı ile yerleştirilmesi.	44
3.13. Akrilik bloklara sabitlenmiş örnekler.	44
3.14. Pürüzlülüğü incelenecek mine yüzeyini standardize etmek amacı ile hazırlanan plastik kılıf.	45
3.15. SEM ile incelenecek dişin iletkenliğini sağlamak amacı ile yerleştirilen alüminyum kâğıt.	48

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µm	Mikrometre
AFM	Atomic force microscopy
BisEMA	Etoksilenmiş bisfenol A glikol dimetakrilat
BisGMA	Bisfenol A glisidil dimetakrilat
BSE	Back-scattered Electron Detector
CİS	Cam iyonomer siman
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondiyoksit
dk	Dakika
EDX	Energy Dispersive X-Ray Analysis
Er: YAG	Erbiyum: yitriyum alüminyum garnet lazer
ESEM	Environmental scanning electron microscope
gr	Gram
kHz	Kilohertz
LED	Light emitting diodes
mg	Miligram
mJ	Milijoule
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MPa	Megapaskal
ms	Milisaniye
mv	Milivolt
nm	Nanometre
p	Olasılık (probability)
p-n	proton-nötron
PAC	Plazma ark cihazı
pH	Power of Hydrogen
QTH	Kuartz tungsten halojen

r	Korelasyon katsayısı
Ra	Merkez çizgisinden sapmalarının aritmetik ortalamasıdır
Ra_baş.	İşlem uygulama öncesi Ra parametresi
Ra_bit	İşlem uygulama sonrası Ra parametresi
RMCİS	Rezin modifiye cam iyonomer siman
rpm	Revolutions per Minute
Rq	Merkez çizgisinden sapmalarının geometik ortalamasıdır
Rq_baş.	İşlem uygulama öncesi Rq parametresi
Rq_bit	İşlem uygulama sonrası Rq parametresi
Rt	Değerlendirme uzunluğu boyunca en yüksek ve en düşük noktalar arasındaki düşey yüksekliktir
Rt_baş.	İşlem uygulama öncesi Rt parametresi
Rt_bit	İşlem uygulama sonrası Rt parametresi
Rz	Birbirini takip eden beş değerlendirme uzunluğundaki beş pürüzlülük derinliğinin ortalamasıdır
Rz_baş.	İşlem uygulama öncesi Rz parametresi
Rz_bit	İşlem uygulama sonrası Rz parametresi
SE	Secondary electron detector
SEM	Scanning electron microscopy
SEP	Self etching primers
sn	Saniye
TEGDMA	Trietilenglikol dimetakrilat
UDMA	Üretan dimetakrilatlar
W	Watt
ΔRa	Ra parametresi pürüzlülük değişimi
ΔRq	Rq parametresi pürüzlülük değişimi
ΔRt	Rt parametresi pürüzlülük değişimi
ΔRz	Rz parametresi pürüzlülük değişimi

1. GİRİŞ

Günümüzde ortodontik tedavi oldukça yaygın uygulanmaktadır. Ortodontik tedavi sırasında dişlerde istenilen hareketi sağlamak amacı ile klinisyenler diş yüzeyine doğrudan ataşmanlar yerleştirirler. Geçmişte bu amaç için dişler etrafına uygulanan, braket lehimlenmiş bantlar kullanılmaktaydı. Ancak bu uygulama komşu iki diş arasında yer ihtiyacı oluşturmakta, meşakkatli, zaman gerektiren, hasta için konforu düşük ve özellikle ön dişler için estetik olmayan bir uygulamaydı (1).

Braketlerin diş minesine yapıştırılması fikri, ilk olarak 1955'te Buonocore'nin (2) fosforik asitle mine yüzeyini pürüzlendirmesi ile ortaya çıkmıştır. Newman (3) ise 1965'de ortodontik ataşmanların epoksi rezinler ile yapıştırılması hakkında ilk makaleyi yayınlamıştır. Zachrisson (4) 1977'de geniş bir denek grubunda direkt bonding ile ilgili tedavi sonrası ilk detaylı değerlendirmeyi yayınlamıştır. Daha sonraları bonding adezivlerin geliştirilmesi ile her bir dişe rutin olarak bant yerleştirilmesi fikri terk edilmiştir. Son yıllarda yapılan bir çalışmaya göre, 2002 yılında ortodontistler tarafından bantlanma oranı en yüksek dişin maksiller 1. molar dişler olduğu belirtilmiştir (5). Diş yüzeyine doğrudan yerleştirilen bonding ataşmanları bazı belirgin avantajlara sahiptir. Bonded ataşmanların interproksimal unsurları yoktur. Bu sayede dişlerin separasyonuna gereksinim duyulmaz ve daha ağrısızdırlar. Yerleştirilmeleri ve çıkartılmaları bantlara göre daha kolaydır aynı zamanda son derece dikkat çekici olan metalik bandı içermedikleri için çok daha estetikler. Bonded ataşmanların temizliği daha kolaydır, diş etinde daha az irritasyona neden olurlar, beyaz nokta ve dekalsifikasyon oluşturmaya da daha az eğilimlidirler, fakat bu sorunu tamamen ortadan kaldırmamaktadırlar(6). İnterproksimal alana erişilebilirlik, bu bölgedeki çürümelerin daha erken tespit edilmesini ve restorasyonunu mümkün kılmakta ve stripping işlemi daha kolay uygulanabilmektedir. Bonded ataşmanların kullanımı ile tedavi sonrası bantlar nedeniyle oluşan boşlukların kapatılması işlemi tamamen ortadan kalkmaktadır. Kısmen sürmüş ve seviyesi bozuk dişlere, daha önceleri

bantlama ile mümkün olmayan, erken kuvvet uygulanması bonded ataşmanlar ile mümkün olmaktadır (7, 8). Buna karşılık direkt bonding tekniğinde asitle pürüzlendirmeye bağlı mine kayıplarının oluşması, ağız hijyeni iyi olmayan hastalarda braketler etrafında dekalsifikasyon oluşması ve braketlerin sökümü sırasında minenin florürden zengin tabakasında kayıplar oluşması gibi dezavantajlar bulunmaktadır (9).

Ortodontik tedavinin bitirilmesi ile birlikte mine yüzeyinden ataşmanların ve kalan adeziv rezinin mekanik olarak uzaklaştırılması debonding denilen işlem ile gerçekleştirilmektedir. Debonding işleminde amaç diş yüzeyine bağlı tüm ataşmanların, takiben kalan tüm adeziv rezinin, mümkün olduğunca iatrojenik hasar oluşturmada uzaklaştırılması ve diş yüzeyini tedavi öncesi orijinal durumuna olabildiğince geri döndürülmesidir (10). Minenin en dış tabakası, mineral içeriği en yüksek ve diğer tabakalardan daha fazla florid içeriğine sahip olması nedeniyle diş sağlığı açısından önemli bir tabakadır. Debonding sırasında bu tabakada oluşabilecek hasarın en aza indirilmesine özen gösterilmelidir. Bu tabaka yapısı gereği dişin dekalsifikasyona dirençli olmasında büyük rol oynamaktadır. Lokalize bir sert doku kaybı mine yüzeyinden kalsiyumun uzaklaşması ile sonuçlanabilir. Ayrıca yüzey pürüzlülüğü; plağın diş yüzeyine tutunmasına, leke oluşumuna ve mikrobiyal aktivite yolu ile demineralizasyon oluşumuna sebep olabilir. Bu nedenle debonding aşaması önem arz etmektedir (10). Adeziv uzaklaştırma yöntemleri farklı debonding frezleri ve döner aletin farklı hızlarda kullanımı ile başarıyla yapılabilmektedir. Mine yüzeyinde kalan artık adezivi temizleme yöntemleri birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve bu amaçla kullanılan çok sayıda gereç ve yöntem ortaya atılmıştır.

Çalışmamızın amacı 6 ve 12 bıçak sayısına sahip farklı tungsten karbid frezlerin aeratör ile yüksek hızda (360.000 rpm) ve mikromotor ile farklı düşük hızlarda (20.000 rpm ve 40.000 rpm) kullanımıyla yapılan adeziv temizleme işlemlerinin mine üzerine etkisini in-vitro koşullarda incelemek ve aynı zamanda bu yöntemlerin etkinliğini süre baz alınarak karşılaştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Bonding İşlemleri

Braketlerin ve diğer ortodontik ataşmanların bondingi, tedavi sürecinin önemli bir aşamasıdır. Bu aşamadaki küçük hatalar dişlerin hatalı seviyelenmesine, ataşmanların erken kopması ile birlikte maliyetin artması ve zaman kaybının oluşmasına, ataşman çevresinde demineralizasyona duyarlılığın artışına neden olarak aktif tedaviyi önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle görünüşte basit algılanan bu aşama her bir ataşman için dikkatle uygulanmalıdır (10).

Bonding işlemi, adezivin mine yüzeyindeki düzensizliklere mekanik olarak tutunmasını temel alır ve bu kilitleme diş yüzeyinde olduğu gibi braket tabanında da gerçekleşmektedir. Bu nedenle başarılı bir bonding için mine yüzeyi ve mine yüzeyinin hazırlanması, ataşman tabanının tasarımı ve adeziv materyali önemli olmaktadır (6). Bonding işlemi her basamağı hassasiyet gerektiren çok aşamalı bir uygulamadır. Bu aşamalar şunlardır:

1. Mine yüzeyinin temizlenmesi
2. Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi
3. Mine yüzeyinin örtülmesi
4. Yapıştırma işlemleri (10).

2.1.1. Mine yüzeyinin temizlenmesi

Ortodontik ataşmanların yapıştırılmasında ilk adım mine yüzeyinin iyi bir şekilde temizlenmesidir. Genellikle kauçuk fırça ve pomza yardımı ile yapılan bu işlemde amaç diş eti dokusunu zedelemekten diş yüzeyinden plak ve organik artıkları uzaklaştırmaktır (10, 11). Tutuculuğu arttırmak amacı ile yapıştırma işlemi öncesi diş yüzeyinin temizlenmesi düşüncesi ilk olarak 1973’de Miura ve ark. (12), tarafından ileri sürülmüştür. Main ve ark. (13) ise 1983’te, asitleme öncesinde temizlik yapılmış ve yapılmamış dişleri karşılaştırmışlar ve asitlemenin organik artıkları uzaklaştırmada tek başına yeterli olmadığını bildirmişlerdir.

Yapılan ilgili in-vitro çalışmaların büyük çoğunluğunda bu amaç için kauçuk veya kıl fırça yardımıyla sulandırılmış florsuz pomzanın 10 saniye boyunca düşük devirde diş yüzeyine uygulanması önerilmektedir (14-16). Bu işlem peliklî uzaklaştırmakta, minenin doğal yapısında bulunan düzensizlikleri belirginleştirmekte ve asit için mine yüzeyinin ıslanabilirliğini artırmaktadır (17, 18). Aboush ve ark. (19) diş yüzeyinin temizlenmesinde kullanılan pomzanın florid veya yağ içermesine bağlı olmaksızın organik artık ve peliklî kaldırılmasında yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan in-vivo çalışmalarda ise yapıştırma işlemi öncesinde pomza uygulamasının bağlanma kuvvetine etki etmediği gibi uygulama zamanını artırması, hastaya ek rahatsızlık vermesi, mine yüzeyinde çiziklere ve gereksiz madde kaybına neden olması, uygulama sırasında diş eti zedelenme ihtimalinin bulunması gibi olumsuz yönleri vurgulanmıştır (20, 21).

Reisner ve ark. (22), dişlerin bukkal yüzeylerinin asitleme öncesi pomza uygulamasına karşılık tungsten karbid frez ile düşük devirde temizlenmesinin bağlanma kuvveti açısından daha etkili sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır. Diş yüzeyinden plak ve peliklî uzaklaştırmada diğer bir alternatif yöntem 1977'de Dentsplay firması tarafından tanımlanan hava tozu uygulamasıdır. Barnes ve ark. (23) diş yüzeyinin temizlenmesinde hava tozu uygulamasının en az lastik frez ve pomza kullanımı kadar etkili olduğu belirtilmiştir. Pus ve Way (24), polisaj sırasında kullanılan yöntemlere göre lastik disk kullanıldığında 5 µm, kıl fırça kullanıldığında ise 10,7 µm mine kaybının olduğunu ve bu iki yöntem arasındaki farkın önemli olduğunu bildirilmişlerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre farklı polisaj yöntemlerinin, farklı miktarlarda mine kaybına neden olduğu ileri sürülmektedir.

2.1.2. Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi

2.1.2.1. Ortofosforik asit ile pürüzlendirme

Müdahale edilmemiş bir mine yüzeyi hidrofobiktir, ıslanabilirliği sınırlıdır ve yüzey pürüzlülüğü ortodontik yapıştırıcılar ile yeterli mikro mekanik bağlantı sağlanamayacak kadar azdır. Bu durum diş yüzeyine bonding materyalinin adezyonunu zorlaştırmaktadır. Başarılı bir bonding işlemi için mine yüzeyinin hazırlanması veya pürüzlendirilmesi gereklidir (1, 20). Diş yüzeyine asit uygulanması mine prizmaları ve interprizmatik alanlarda farklı oranlarda çözünmeye neden olarak mikropörözite oluşturur ve yüzey gerilimini düşürür. Yüzeye uygulanan asit mine prizmaları arasında kalsiyum monofosfat ve kalsiyum sülfat oluşumuna neden olur. Yüzeyin yıkanması ile bu artık ürünler temizlenir ve mine prizmalarında mikro delikler açığa çıkar. Böylelikle adeziv rezinler oluşan boşluklara penetre olarak pürüzlendirilmiş mine prizmaları arasına tutunur (10).

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde en sık kullanılan asit % 37 konsantrasyonunda ortofosforik asittir (24-30). Birçok yazar ortofosforik asidin yüzey özelliklerinde mine kaybı, dekalsifikasyona bağlı beyaz mat görüntü ve kristal yapıda deformasyon oluşturmaları gibi değişiklikler meydana getirdiğini rapor etmiştir (1, 31-35). Fosforik asit mine yüzeyine 30 saniye uygulandıktan sonra minenin izolasyonuna dikkat edilmelidir. Asitleme süresinin 15 ile 60 saniye arasındaki değişimi yapıştırıcının bağlanma dayanıklılığını etkilememektedir. Ancak 15 saniyeden az veya 60 saniyeden fazla bir asitleme süresi bağlanma dayanıklılığını azaltmaktadır (1). Mine yüzeyine % 85'lik fosforik asidin 30 saniye uygulanması ilk olarak 1955'te Bounocore tarafından önerilmiştir (2). Lagler ve ark. (36), ortofosforik asidin % 30-60 konsantrasyonunda 30-60 saniye mine yüzeyine uygulanmasını önermektedirler (36). Buna karşı birkaç araştırmacı yaptıkları çalışmada 30 saniyeden daha az asit uygulanmasının yapıştırma dayanıklılığını etkilemediğini bildirmiştir (37-39). Asitleme periyodu bittikten sonra asidin diş yüzeyinden bol su ile yıkanması sonrasında dişlerin yağ içermeyen ve kuru hava spreyi ile kurutulması önerilmektedir. Dişlerin kurutulması ile iyi bilinen 'buzlu' görüntü elde edilir. Eğer buzlu görüntü elde edilmez ise asitleme işlemi tekrar yapılması gerekmektedir (1).

2.1.2.2. Kendinden asitli primer ile pürüzlendirme

Braketin dış yüzeyine yapıştırma tekniğini geliştirmek ve optimize etmek amacı ile ortodontide çalışmalar devam etmektedir. Pürüzlendirme ve primer uygulama aşamalarını tek bir adımda birleştirmek, klinik çalışma zamanını ve maliyeti azaltacaktır (1, 40). Kendinden asitli primer (Self etching primer, SEP) kullanımı kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır ve geleneksel asit uygulamasına iyi bir alternatif olduğu düşünülmüştür (17, 41-47). SEP'in aktif maddesi metakrile edilmiş bir fosforik asit esteridir. Asitleme ve primer uygulama aynı zamanda gerçekleştirmek üzere fosforik asit ve metakrilat grubu bir molekülde birleştirilmiştir. Fosfat grubu kalsiyumu eritip hidroksiapatitten uzaklaştırır. SEP sisteminde asitleme sonrası açığa çıkan artık madde yıkanmaz. Çözünen kalsiyum, fosfat grubu ile kompleks oluşturur ve uygulanan primer polimerize edildiğinde bu komplekse dahil olur. Yüzeyin pürüzlmesi ve primerin oluşan mine girintilerine penetrasyonu eş zamanlı olmaktadır. Bu nedenle asidin pürüzlendirme ve primerin penetrasyon derinliği aynıdır (1). Geleneksel adeziv sistemlerdeki iki aşamanın tek bir basamakta birleştirilmesi nedeniyle uygulama süresinin daha kısa olması, yıkama gerektirmediğinden hasta konforunun artması ve minede hasar miktarının daha az olması bu sistemin avantajları arasındadır (28).

SEP'in bağlanma dayanımı incelendiğinde yapılan in-vitro araştırmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. SEP'in bağlanma dayanımının geleneksel asitlere göre düşük olduğunu ileri süren çalışmalar olduğu gibi (42, 48), “ideal” şartlar altında kullanıldığında SEP'in geleneksel asitleme ile benzer bağlanma dayanımı gösterdiğini iddia eden çalışmalar da bulunmaktadır (20, 49-52). Ayrıca mine yüzeyine nem temasının olduğu durumlarda yapılan çalışmalar SEP'in geleneksel asitlere göre daha fazla ve klinik olarak kabul edilebilir bir performans gösterdiğini ortaya koymuşlardır (53-55).

Günümüzde, SEP kullanımı geleneksel asit uygulamasının önüne geçememiştir. Klinik çalışmalar SEP sisteminin kullanımı ile bond hata oranının arttığını belirtmektedir (10).

2.1.2.3. Mikro pürüzlendirme

Mine yüzeyini pürüzlendirmek için kullanılan diğer bir yöntem kumlama olarak da bilinen mikro pürüzlendirme yöntemidir. Bu işlemde 50-90 µm büyüklüğündeki alüminyum oksit partikülleri 7 kg/cm² basınçla dış yüzeyine püskürtülerek minede aşınma etkisi oluşturur. Bu aşınma minede bir miktar madde kaybı ile birlikte pürüzlü bir yüzey ile sonuçlanır. Canay ve ark. (56), minenin pürüzlendirilmesi için geleneksel olarak kullanılan % 37'lik ortofosforik asit ile 50 µm alüminyum oksit partiküllü kumlama yöntemini ortodontik braketlerin bağlanma dayanımı yönünden incelemişlerdir. Araştırmanın sonucuna göre tek başına kumlama ile oluşturulan pürüzlülüğün yeterli bağlanma dayanımı oluşturmadığı ileri sürülmüştür. Van Waveren Hogervorst ve ark. (57) 50 µm alüminyum oksit kumu ile mine yüzeyinde yeterli pürüzlülüğün sağlandığını, bu esnada oluşan mine kaybı miktarının fosforik asit uygulamasından daha az olduğunu ancak bonding için yeterli bağlanma dayanımının sağlanamadığını belirtmişlerdir. Büyükyılmaz ve Zachrisson (58) amalgam, porselen ve altın yüzeylere bağlanmayı arttırmak için bonding öncesi kumlama ile pürüzlendirme yapılmasını önermişlerdir.

Sonuç itibari ile mine yüzeyinin kumlama yöntemi ile pürüzlendirilmesi bağlanma kuvveti açısından fosforik aside oranla daha az bulunmuştur. Bu nedenle daha çok amalgam gibi metal yüzeylerde bağlantı kuvvetinin artırılması veya lingual sabit pekiştirici telin pürüzlendirilmesi amacı ile kullanımı önerilmektedir (22, 58-60).

2.1.2.4. Lazer ile pürüzlendirme

Lazer tedavisinin ortodontik uygulamaları, daha önceleri lazerler ile yapılan sert doku çalışmalarına dayanmaktadır. Lazer ışınlaması, özellikle mine yüzeyinde termal olarak indüklenen değişikliklere neden olmaktadır. Lazer uygulanan yüzeyde, hidroksiapatit matrisi içinde sıkışmış olan su partikülleri sürekli buharlaşmakta ve bu esnada ablasyon denilen mikro-patlamalar meydana gelmektedir. Böylelikle uygulanan lazerin tipine ve foton enerjisine bağlı olarak 10 ile 20 µm derinliklerinde

asitle aşındırmaya benzer şekilde yüzey pürüzlülüğü ve düzensizlikler oluşmaktadır (1, 61).

Lazer ile pürüzlendirme ağrısızdır ve titreşim ya da ısı oluşturmaz, bu nedenle rutin kullanım için tercih edilebilmektedir. Ayrıca, mine veya dentinin lazerle aşındırılmasının adezyon kuvveti için ideal pürüzlülükte bir yüzey oluşturduğu ve açık dentin tübülleri ürettiği bildirilmiştir (62). Lazer uygulaması dental sert dokularda, kalsiyum-fosfor oranını değiştirmekte, karbonat-fosfat oranı ile birlikte su ve organik bileşen içeriğini azaltmakta, daha kararlı ve aside dirençli bileşiklerin oluşumuna yol açmaktadır. Böylelikle lazer ile pürüzlendirilen minenin dekalsifikasyona daha dirençli bir hale geldiği düşünülmektedir (63, 64).

Lazer ile yapılan uygulamaların dekalsifikasyona oluşturduğu dirençten dolayı geleneksel yöntemle göre daha avantajlı olduğu düşünülse de pulpal dokuda istenmeyen ısı artışı oluşturması ve canlı dokuya zarar verebilme ihtimali lazer uygulamalarının en büyük dezavantajıdır. Ayrıca bu ısı artışları, mine yüzeyi ve dentinde çatlaklara neden olup ağır hasarlar da bırakabilmektedir (65).

Tüm bu bilgiler ışığında geleneksel asit uygulamasının braketlerin diş yüzeyine yapıştırılmasında en çok kullanılan yöntem olduğu söylenebilir (1, 10). Yapılan karşılaştırmalı incelemeler sonucu mine yüzey pürüzlendirmesinde kullanılan alternatif yöntemlerin geleneksel asit uygulama yönteminin önüne geçemediği ileri sürülmektedir (22, 57, 66, 67).

2.1.3. Yapıştırma işlemi

Hazırlanan tüm dişlerin yüzeyleri primer ile örtüldükten hemen sonra ortodontik ataşmanların yapıştırılması işlemi ile devam edilmelidir (10). Direkt ve indirekt olmak üzere iki yöntem bulunmaktadır. Günümüzde klinisyenlerin büyük çoğunluğu tarafından direkt yöntem daha fazla tercih edilmektedir (7). Direkt yapıştırma, asit uygulanan mine yüzeyine braketin kimyasal veya ışıkla sertleşen kompozitle direkt olarak yapıştırılmasını ifade etmektedir. Amerika Birleşik

Devletleri'nde 2002 yılında yapılan bir ankete göre ortodontistlerin % 90'ından fazlası rutin olarak direkt tekniği kullanırken, indirekt yapıştırma tekniğinin kullanım oranı % 10 olarak tespit edilmiştir (5).

Ataşmanların yapıştırılması amacı ile kullanılan çok sayıda farklı yapıştırıcı bulunmaktadır ve her geçen gün yeni materyaller üreilmeye devam edilmektedir. Farklı malzemeler için temel yapıştırma tekniği, her bir üreticinin talimatlarına göre kısmen değiştirilmiştir. En temel yapıştırma yöntemi braketin tabanına bir miktar fazla olacak şekilde adeziv yerleştirmek ve braketin diş üzerindeki doğru konumuna pozisyonlandırmaktır (10). Kullanılan yapıştırıcı fark etmeksizin tavsiye edilen direkt braket yapıştırma prosedürü aşağıdaki basamaklardan oluşmaktadır (4, 10, 68):

- Transfer
- Pozisyonlandırma
- Uyumlandırma
- Fazlalığın alınması.

2.1.3.1. Transfer

Klinisyen, braketin tutucu ile tutar. Braketin tabanına yapıştırıcıyı yerleştirir. Mümkün olan en kısa sürede braketin diş yüzeyine uygun şekilde yerleştirilir (10).

2.1.3.2. Pozisyonlandırma

Braket klinik kronun tahmini orta noktasına konumlandırılır ve braketin kanatları klinik kronun uzun eksenine paralel olacak şekilde yerleştirilir (69). Dikey yöndeki pozisyonlandırma için haç şeklinde veya farklı şekillerde ölçüm aletleri kullanılır. Horizontal yöndeki konumları ağız aynası ile kontrol edilir (10). Braket daha sonra diş yüzeyine doğru dörtte üç oranında bastırılır (69).

2.1.3.3. Uyumlandırma

Rotasyonel ve yatay konumlandırma yeniden kontrol edilir ve daha sonra braket mine yüzeye tamamen bastırılır (69).

2.1.3.4. Fazlalığın alınması

Braketin bastırılmasından sonra, braket etrafına taşan yapıştırıcı, donmadan önce keskin uçlu bir spatül yardımıyla temizlenir veya donduktan sonra frez yardımı ile uzaklaştırılır. Taşan yapıştırıcı uzaklaştırılmadığı takdirde gingival iritasyona ve periodontal hasara veya braket etrafında plak birikimine neden olabileceğinden mutlaka kaldırılmalıdır. Ayrıca taşan yapıştırıcı kaldırılmadığı durumda ağız ortamında renk değiştirecek ve estetik olmayan bir görüntü oluşturacaktır. Fazlalığın alınması işleminin ardından, eğer yapıştırıcı ışıkla polimerize oluyorsa polimerizasyonu sağlanır (10).

2.1.4. Yapıştırıcı tipleri

2.1.4.1. Kompozit rezinler

Ortodontik ataşmanların yapıştırılmasında kullanılan kompozit rezinler polimer yapıda olup, akrilik veya diakrilik rezinler olarak sınıflandırılan iki temel formda bulunmaktadır. Her iki rezin materyalinin dolduruculu ve doldurucusuz formları mevcuttur. Akrilik rezinler kendiliğinden sertleşen yapıda olmakla birlikte metilmetakrilat monomer ve ultra ince tozdan oluşurlar (10). Diakrilik rezinler ise bisfenol A glisidil dimetakrilat (BisGMA), etoksilenmiş bisfenol A glikol dimetakrilat (BisEMA), üretan dimetakrilatlar (UDMA) ve trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) gibi işlevsel bir organik monomer matriks ile silika, cam ve seramik cam gibi inorganik dolduruculardan oluşan iki temel bileşene sahiptirler (70, 71). Diakrilik rezinler arasında en çok kullanılanı 1962 yılında Bowen (72) tarafından sentezlenen ve Bowen rezini olarak da isimlendirilen BisGMA'dır (73). Pek çok bağımsız araştırma, BisGMA içerikli rezinlerinin en iyi fiziksel özelliklere

sahip olduklarını ve metal braketler için en güçlü adeziv olduklarını ortaya koymaktadır (10, 68, 74, 75).

Günümüzde ortodontik ataşmanların yapıştırılmasında kullanılan rezinler polimerizasyon şekillerine göre; kimyasal olarak polimerize olan, ışık ile polimerize olan ve hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan simanlar olarak üç gruba ayrılmaktadır. Kimyasal olarak polimerize olan rezin sistemlerin bir biri ile temasa geldiğinde reaksiyona giren baz ve katalizör olmak üzere iki ayrı bileşeni bulunmaktadır. Bu rezinler çift patlı ve pasta-likit sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Çift patlı sistemlerde iki ayrı şişede farklı solüsyonlar bulunmaktadır. İlk aşama, bunların karıştırılıp diş yüzeyine sürülmesidir. İkinci aşama ise iki ayrı tüpte bulunan patın eşit miktarlarda karıştırılıp, braket tabanına yerleştirilmesi ve braketin diş yüzeyine pozisyonlandırılmasıdır. Pasta-likit sistemlerde ise, primer diş yüzeyine ve braket tabanına sürüldükten sonra adeziv braket tabanına yerleştirilmeli ve takiben diş yüzeyinde pozisyonlandırılmalıdır. Primer ile pastanın temasa geçmesi ve hafif bir basınç uygulanması ile hızlı bir şekilde polimerizasyon gerçekleşmektedir ve 5 dakika sonrasında aktif ark teli yerleştirilebilmektedir (76, 77). Pasta-likit sistemlerinin en önemli dezavantajı kullanılan primerlerin toksik olmasından dolayı hasta, hekim ve asistanlar için tehlike oluşturmalarıdır (78).

Işık ile polimerize olan kompozit rezinler, ultraviyole ve görünür ışık ile aktive olan rezinler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ultraviyole ışık kaynakları ile polimerize olan rezinlerin, yetersiz mekanik özelliklere sahip olması, pulpada istenmeyen histopatolojik etkiler oluşturmaları ve bazı kullanım güvenliği sorunları gibi olumsuz etkilerinden dolayı kullanımı terk edilmiştir (79). Görünür ışık ile aktive olan kompozit rezinler ise komforokinon ve tersiyer aminler gibi reaksiyon başlatıcı serbest radikaller içeren tek bir pat sisteminden oluşurlar (80). Bu iki bileşen ışığa maruz kalmadıkça aralarında bir etkileşim oluşmaz. Ancak dalga boyu yaklaşık 468 nm olan mavi ışık uygulandığında ışığa duyarlı bileşenler aktive olmakta ve polimerizasyonu başlatmaktadırlar (81). Işıkla sertleşen yapıştırıcıların, kimyasal yolla sertleşen yapıştırıcılara göre; çalışma süresinin geniş ve kontrollü olması, erken

bağlanma kuvvetinin yüksek olması, iç yapısındaki kopmaların daha az olması, yüzey pörözitesinin az olması, estetik performansının iyi olması ve flor salma özelliği ile demineralizasyonu önlemesi gibi avantajları mevcuttur (71, 82).

Her iki yolla sertleşen yapıştırıcı sistemler iki pat ya da toz-likit şeklinde bulunmaktadır ve baz kısmında, diketon yapıda ışığa duyarlı kamforokinon, katalizör kısmında ise kimyasal aktivatör olan peroksit bulunmaktadır (83). Bu sistemlerde yapıştırıcı maddenin kısa bir süreliğine görünür ışığa maruz kalması, yapışkanı tükürükten korumaktadır ve polimerizasyonu başlatmaktadır. Görünür ışık ile başlayan bu polimerizasyon kimyasal yol ile tamamlanmaktadır (76).

2.1.4.2. Cam iyonomer simanlar

Cam iyonomer simanlar (CİS) 1970'lerin başında Wilson ve Kent tarafından (84), çinko polikarboksilat simanların adezyon özelliği ile silikat simanların dayanıklılık ve florür salınım özelliklerini bir araya getirmek üzere tasarlanmıştır. Bu materyal toz-likit sisteminden oluşmaktadır. Tozu, asit çözünürlüğü olan kalsiyum floroalüminosilikat camdır ve radyoopasiteyi sağlaması için stronsiyum, baryum ve çinko oksit içermektedir. Likit ise, poliakrilik asidin % 50'lik sulu çözeltisidir ve bir miktar tartarik asit içermektedir (81). Cam iyonomer simanlar formülasyonlarına ve olası kullanımlarına göre üçe ayrılmaktadırlar; Tip I yapıştırma ajanı, Tip II restoratif materyal, Tip III ise kaide materyali olarak kullanılmaktadır. CİS'nin dişe bağlanma mekanizması, poliasidin karboksil grubu ile apatit kristallerinin kalsiyumu arasında oluşan şelasyon sonucu olmaktadır. Mine yüksek oranda inorganik yapıya sahip olduğundan dolayı CİS'ların mineye bağlanmaları dentine oranla daha fazla olmaktadır. Ayrıca bu simanlar flor salınım özelliği nedeniyle karyostatik ve antimikrobiyal aktivite göstermektedirler (85).

CİS ile braket bondingi sırasında minenin asitlenmesi gerekli değildir. Bu durum özellikle artık adezivin uzaklaştırılması sırasında gözlenen mine kaybı miktarını azalttığından dolayı avantaj oluşturmaktadır. Dahası adeziv rezinlerle bağlanan braketlerin çevresinde tipik olarak gözlemlenen olası demineralizasyon

riski CİS'nin kullanımı ile en aza inmektedir (84). CİS'nin braketlerin yapıştırılmasında kullanıldığını belirten çalışmalar bulunmaktadır (86, 87). Ancak ortodontik kullanımı açısından, sertleşme reaksiyonu sırasında neme karşı duyarlı olması ve en yüksek dirence ulaşmak için gerekli sürenin uzun olması gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Kimyasal yolla sertleşen ve ışıkla sertleşen cam iyonomer simanlar ortodontistler tarafından rutin olarak bant simantasyonunda kullanılmaktadırlar (5). Çünkü bu simanlar çinkofosfat ve polikarboksilat simanlardan daha tutucudurlar ve demineralizasyon oranını düşürürler (88-90). Ancak cam iyonomer simanların, yapıştırılan braketlerin yeterli tutuculuk göstermemesi sebebiyle bonding işleminde kullanım alanı sınırlıdır (10, 12).

2.1.4.3. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar

ışıkla sertleşen cam iyonomer siman veya hibrit iyonomer siman olarak da bilinmektedirler. Rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCİS) materyalinde suyun yerini 2-hidroksil metakrilat (HEMA) ya da Bis-GMA gibi bir rezin almıştır. İlave olarak az miktarda başlatıcılar ve stabilizörler içerirler. Bu simanlar, metal poliakrilat tuzu ve polimerin oluşmasına yol açan reaksiyonun ışık ile başlamasıyla ya da floroalumino silikat cam tozu ve polialkenoik asidin asit- baz reaksiyonu ile sertleşirler. RMCİS'ların geliştirilmesi ortodontide CİS'ların kullanımını büyük ölçüde arttırmıştır (91). Geleneksel CİS'lara göre hızlı sertleşmesi ve daha yüksek bağlanma kuvveti göstermesi gibi avantajları vardır (10, 92). Fakat bağlanma dayanımları CİS ile benzer, rezin kompozitlerden ise daha düşük bulunmuştur (93, 94).

2.1.4.4. Kompomerler

Poliasit modifiye kompozit rezin olarak da adlandırılmaktadırlar. Kompozitlerdeki doldurucuların yerine, iyon filtreleyebilen aluminosilika cam partikülleri bulunmaktadır. Cam iyonomer simanlardaki flor salınım özelliği ve karboksil şelasyonunu ile kompozit rezinlerin dayanıklılık özelliklerini bir araya

getirmek amacıyla üretilmişlerdir (95). Ortodontik kompomer adezivlerin uygulanmasından önce asit uygulanması ve diğer yüzey hazırlık işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Ayrıca bağlanma yüzeyleri kuru olmalıdır (96). Bağlanma özelliklerinin iyi olması, yüksek dayanıklılığa sahip olması ve flor salınım özelliği nedeniyle ortodontik uygulamalarda avantajlı hale gelmişlerdir (93). Vicente ve ark. (97) kompomer (Dyract AP) ve konvansiyonel adeziv sistemlerin (Transbond XT) braket bağlanma dayanımlarını incelemeleri sonucunda konvansiyonel asit, bond ve kompozit kullanımının daha yüksek bağlanma dayanımına sahip olduğu düşüncesine varmışlardır.

Braketlerin diş yüzeyine yapıştırılmasında birçok materyal kullanılmıştır. Yapılan birçok araştırma sonucu BisGMA içerikli rezinlerin en iyi fiziksel özelliklere ve en güçlü bağlanma dayanımına sahip oldukları ortak görüşüne varılmıştır (10, 68, 74, 75).

2.1.5. Görülebilir ışık cihazları

Işıkla sertleşen yapıştırıcıların ve bağlayıcı sistemlerin polimerizasyonunu başlatabilmek için kullanılan ışık cihazlarının etkinliği önem arz etmektedir (98). Günümüzde diş hekimliği alanında; kuartz tungsten halojen ışık kaynakları (QTH), ışık yayan diyotlar (light emitting diodes, LED) plazma ark cihazları (PAC) ve lazer cihazları, olmak üzere 4 farklı ışık kaynağı kullanıma sunulmuştur (99). Bu cihazlar arasında geleneksel QTH'ler, LED'lar ve plazma arklar yaygın olarak kullanılmaktadır (100).

2.1.5.1. Kuartz tungsten halojen ışık cihazları (QTH)

Halojen ışık cihazları, halojen gaz içeren quartz ampulün içinde bulunan tungsten telin ısıtılmasını temel alarak çalışır. Ampulün çıkış gücü, voltajın kontrolü ile sağlanır. Eski ışık cihazları farklı voltaj varyasyonları gösterebilmektedir. Geleneksel bir halojen ampul 80 ila 100 saat arasında çalışma ömrüne sahiptir. Bu da ortalama 2,5 yıllık bir klinik kullanım anlamına gelmektedir (79). Halojen ışıklar ortodontik kompozit rezinleri 20 saniyede, REMCİS'ları ise braket başına 40

saniyede sertleştirirler (101). Halojen ışık cihazları yaygın klinik kullanımlarına rağmen bazı dezavantajlara sahiptirler. Zamanla ampul, ışık filtresi ve reflektörler bozulabilir. Çalışması sırasında yüksek ısı oluşmaktadır ve oluşan yüksek ısı, cihazın verimini düşürüp zamanla etkinliğini azaltabilmektedir (102). Yükselen ısının düşürülmesi için bir fan gerekli olur ve bu ayrı bir sistem ve enerji gereksinimi anlamına gelmektedir. Fanın bir diğer dezavantajı da çıkardığı sestir. Yerleştirilen havalandırma kanallarının dezenfekte edilmesi zor olduğundan fan çalışması sırasında, mikroorganizmaların hasta ağzına yayılmasına neden olarak sağlıksız koşullar oluşturabilmektedir (103).

2.1.5.2. Işık yayan diyotlar (LED)

Mills ve ark. (104) 1995 yılında halojen ışık cihazlarının eksikliklerinin üzerinden gelmek amacıyla LED teknolojisini önermişlerdir. Bu cihazlar, elektrik enerjisini direkt olarak ışığa çeviren yarı iletken cihazlardır (105). Yapılarında halojen ampullerde kullanılan sıcak filamanların yerine, elektrotların birinden diğerine geçişi sağlayan iki ayrı yarı iletken proton-nötron (p-n) bağlantıları içerirler. Ortama elektrik verildiğinde, elektronlar ve boşluklar p-n bağlantısı önünde tekrar birleşirler ve böylelikle LED lambasında belirli bir dalga boyu aralığında ışık yayılmaktadır (106, 107). LED cihazları 400-500 nm dalga boyu aralığında, sadece görülebilir ışık üretirler. Etkin spektrumlar ise 450-490 nm dalga boyudur (108). Bu özellikleri onlara halojen ışık cihazları ile karşılaştırıldığında daha uzun kullanım ömrü, stabil çıkış ve düşük güç kullanımı gibi avantajlar sağlamaktadır (106). Ayrıca LED cihazları ultraviyole veya kızılötesi ışınlar açığa çıkarmadıkları için daha düşük ısı oluştururlar ve bu nedenle soğutma amacı ile fan kullanımı gerektirmezler (107). LED ve halojen ışık cihazlarının karşılaştırıldığı çalışmalarda benzer ışık şiddetinde LED cihazlarının halojen cihazlar kadar iyi hatta daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır (104, 109-111).

2.1.5.3. Plazma ark cihazları (PAC)

Daha hızlı polimerizasyon sağlamak amacıyla 1990'lı yıllarda yoğun ışık emisyonlarının kullanılabileceği fikri gündeme gelmiştir. Bu amaçla plazma ark

cihazları kullanılmaya başlanmıştır. Plazma ark ışık kaynaklarında, iki elektrot arasında yüksek akımlı elektrik geçişi ile maddenin yüksek enerjili formu olarak adlandırılan plazma bulunmaktadır. Plazma ark ampulünde anot ve katot olmak üzere iki uç vardır (112, 113). Bu cihazlar, standart halojen cihazlar ile karşılaştırıldığında kayda değer miktarda yüksek enerji seviyeleri meydana getirirler. Bu yoğunluk artışı kompozit rezinlerin polimerizasyon oranının artırılmasını amaçlamaktadır. Plazma ark ile birkaç saniyelik polimerizasyon sonucunda kompozit materyalinde optimum polimerizasyon sağlanıp sağlanmadığı halen araştırılmaktadır (114). Halojen ışıkların 20 sn.'lik polimerizasyonu ile elde edilen bağlanma dayanımı plazma ark cihazları ile 3-5 sn.'de elde edilebilir. Fakat bu cihazlarının pahalı olması, yoğun ışık nedeniyle pulpada ısı artışı oluşturması, ışınlamalar arası bekleme gerektirmesi, elektrik gücüne ihtiyaç duyduklarından kablolu üretilmesi gibi dezavantajları mevcuttur (115, 116).

2.1.5.4. Argon lazerleri

Argon lazerlerinin sertleşme zamanını önemli ölçüde düşürdüğü 1980'lerin sonunda gösterilmiştir (117, 118). Argon lazerler 480 nm dalga boyuna yakın yüksek konsantrasyonda ışık üretirler. Ayrıca ışık paralel olduğu için mesafe artsa da güç sabit kalmaktadır. Bu cihazların başka bir özelliği de lazer uygulanmış mine yüzeyini dekalsifikasyona karşı korumalarıdır. Güncel çalışmalarda, argon lazerin braketler etrafındaki mine demineralizasyonunu önemli ölçüde azalttığı düşünülmektedir (119, 120). Argon lazeri ile sertleştirme zamanları 5-10 sn.'ye düştüğü halde yüksek maliyetleri ve taşınma zorluğu nedeniyle günümüzde kullanımları ortodontide yaygın değildir (5).

Farklı ışık kaynakları ile ışıkla polimerize olan rezinlerin kullanımını inceleyen çalışmalar şu sonuçları vermiştir; ışık cihazı ile rezin materyali uyumlu olmalıdır, tüm yeni ışık kaynakları rezinleri geleneksel halojen ışıklardan daha hızlı polimerize etmektedir, halojen ışık kaynakları düşük ısı üretmekle birlikte plazma ışıklarından ve LED'lerden daha ucuzdurlar, plazma ark ışıkları en kısa sürede polimerizasyon sağlar ancak pahalıdır ve ısı üretirler, ışık yayan diyotlar küçük

boyutludur, kablosuzdur, sessiz, az ısı üretir ve geleneksel halojen kaynakları ile karşılaştırıldığında daha olumlu performans gösterirler (10). Bu ışık kaynakları günümüzde tüm dental alanlarda konvansiyonel halojenlerin yerini almaktadır (1).

2.2. Debonding İşlemleri

Ortodontik tedavinin tamamlanmasının ardından, tedavinin başlangıcında yerleştirilen tüm ataşmanlar ve apareyler uzaklaştırılmalıdır. Debonding işleminde amaç diş yüzeyine bağlı ataşmanların, takiben kalan adeziv rezinin mümkün olduğunca iatrojenik hasar oluşturmada uzaklaştırılması ve diş yüzeyini tedavi öncesi orijinal durumuna olabildiğince geri döndürülmesidir (10, 84, 121). Bu durumun sağlanabilmesi için gerekli en önemli etkenler; kullanılan yapıştırıcının dişle bağlanma şekli ve oluşturduğu bağlanma kuvveti, sabit ataşmanın diş yüzeyinden uzaklaştırma yöntemi ve kalan artık adezivin mine yüzeyinden temizlenmesi yöntemidir (10, 28, 84, 122, 123). Ortodontik tedavinin bu son aşaması iki ana basamağa ayrılabilir. Birinci basamak sabit ataşmanların uzaklaştırılması, ikinci basamak ise artık adeziv rezinin temizlenmesidir (10).

2.1.1. Sabit ataşmanların uzaklaştırılması

Sabit ataşmanların uzaklaştırılması genellikle braket/ bant sökücü veya ligatür kesiciler gibi ortodontik aletler kullanılarak gerçekleştirilir. Sabit ataşmanların, tedavi süresince hekim tarafından uygulanan mekanik kuvvetlere, çiğneme ve parafonksiyonlar sırasında oluşan kuvvetlere ve hastaların kötü kullanımı ile oluşan kuvvetlere karşı direnç göstermesi istenir. Ancak istenen bu direnç braketlerin sökümü aşamasında minenin koheziv iç gücü olan yaklaşık 14 MPa'yı geçmemelidir. Aksi durumda minenin bütünlüğü bozulabildiğinden, yüksek dayanıklılığa sahip bonding adezivler debonding işleminde potansiyel problem oluşturmaktadırlar (124).

Sabit ataşmanların uzaklaştırılması işlemi, mine yüzeyinde iatrojenik hasar oluşturma potansiyeline sahiptir. Ataşmanların diş yüzeyinden ayrılma yeri; bonding materyali ve braket arasında, bonding materyalinin kendi içinde veya bonding materyali ve mine yüzeyi arasında olmak üzere üç farklı ara yüzeyde olabilmektedir.

Braket ve bonding materyali arasındaki ayrılma daha sık olarak görülür ve mine hasarı olasılığını azalttığından dolayı daha çok istenen bir durumdur (125).

2.1.2. Artık adeziv rezinin uzaklaştırılması

Ortodontik ataşmanların çıkarılmasının ardından mine yüzeyinin orijinal durumuna geri döndürülmesi debonding işleminin ana hedefidir. Minenin en dış tabakası florid içeriği ve dayanıklılığı en yüksek tabaka olması nedeniyle debonding işlemi sırasında bu tabakada iatrojenik hasarı en aza indirmek için birçok çalışma yapılmıştır (26, 27, 123, 126-128). Ancak asit uygulaması nedeniyle rezin materyalinin mine yüzeyine infiltre olması ve kullanılan adeziv temizleme materyallerinin mine yüzeyinden daha sert olması nedeniyle günümüzde minede iatrojenik hasar oluşturmada uygulanan bir debonding protokolü bulunmamaktadır (129). Fitzpatrick ve ark. (32) debonding sonrası yapılan adeziv uzaklaştırma yöntemleri ile mine yüzeyinde ortalama 55,6 µm madde kaybı oluşabildiğini belirtmişlerdir.

Diş yüzeyinin zamanla rengini kaybetmesini ve plak tutulumunun artmasını önlemek için artık adezivin diş yüzeyinden tamamen uzaklaştırılması gerekmektedir (130). Literatürde artık adezivin mekanik olarak uzaklaştırılması ile ilgili birçok farklı yöntem bulunmaktadır. Bunlar; adeziv temizleyici pensler (131, 132), ultrasonik cihazlar (133, 134), paslanmaz çelik frezler (135, 136), elmas frezler (125, 127, 132-134), yüksek ve düşük devirde kullanılan tungsten karbid frezler (26-28, 126, 127, 132, 135-137), aşındırıcı diskler (126, 135, 136) ve lazer (128, 138, 139) uygulamalarıdır.

2.1.2.1. Adeziv temizleyici pensler

Bu penslerin kullanımı sırasında pensin keskin olmayan ucu destek almak için dişin insizal veya okluzal yüzeyine yerleştirilirken keskin olan kısmı ile diş yüzeyinden artık adeziv kazınarak uzaklaştırılır (131, 132). Bu yöntem ile artık adeziv kütle halinde diş yüzeyinden uzaklaştırıldığından, debonding işlemini hızlandırdığı düşünülmektedir. Bant sökücü veya braket sökücü pensler ile

yapıştırılan ataşmanların uzaklaştırılması yaygın olarak uygulanmaktadır ancak bu penslerin kullanımı ile artık adezivin uzaklaştırılması yöntemi, mine yüzeyinde polisaj ile kolaylıkla giderilmeyen kalıcı oyuklar oluşturduğundan dolayı önerilmemektedir (135).

2.1.2.2. Ultrasonik cihazlar

Ultrasonik cihazlar insanın duyma sınırı olan 20 kHz'in üzerinde çalışan aletlerdir. Çalışma mekanizması elektrik enerjisinin hızlı titreşimler halinde mekanik enerjiye dönüşümüne dayanmaktadır (134). Diş hekimliğinde bu cihazlar yaklaşık 25-50 kHz frekans aralığında kullanılmaktadır (133). Ortodontide ultrasonik cihazlar artık adezivin uzaklaştırılmasını sağlar, ancak fazla zaman alması ve kullanımı sırasında diş yüzeyinde derin çizikler oluşturabilmesi bu cihazların dezavantajlarıdır (28).

2.1.2.3. Paslanmaz çelik frezler

Yapılan ilgili çalışmalarda ortodontik tedavi sonrası artık adezivin uzaklaştırılması amacı ile paslanmaz çelik frezlerin kullanıldığı görülmüştür. Ancak çeliğin sertliğinin rezin içeriğindeki doldurucu parçacıklardan daha az olması nedeniyle frezlerin kolaylıkla körelmesi ve bu nedenle frezlerin debonding işlemi sırasında sıklıkla yenilenmesinin gerekmesi zaman kaybı oluşturmakla birlikte verimliliği oldukça düşürmektedir. Bunun yanında paslanmaz çelik frezlerin diş yüzeyinde polisaj ile giderilemeyen oluklar oluşturduğu iddia edilmektedir (135, 136).

2.1.2.4. Elmas frezler

Elmas frezler diş hekimliği pratiğinde protetik diş preparasyonu ve restoratif işlemler için kavite hazırlanması gibi amaçlarla sıklıkla kullanılmaktadır. Bunların haricinde ince grenli elmas frezler, ortodontik tedavi sonrası artık adezivin temizlenmesi işleminde kullanılmış ve bu frezlerin yüksek etkinliğe sahip olduğu

ancak diş yüzeyine büyük ölçüde hasar verdiği, polisaj ile giderilemeyen birbirine paralel oluklar oluşturduğu ileri sürülmüştür (126, 127, 130, 135, 136).

2.1.2.5. Tungsten karbid frezler

Mine yüzeyinden artık adezivin temizlenmesi işleminde tungsten karbid frezin mikromotor ile kullanımı en çok tercih edilen yöntemdir (10). Artık adezivin temizlenmesinde karbid frezin etkili bir yöntem olduğu iddia edilmesine rağmen karbid frezin mine yüzeyinden daha sert olması nedeniyle özellikle yüksek devirdeki kullanımının mine yüzeyinde hasar oluşturduğu belirtilmiştir (29, 140). Klinik deneyimler ve laboratuvar çalışmaları, karbid frezin 30.000 rpm’de kullanımı ile adeziv uzaklaştırmanın kabul edilebilir bir mine yüzeyi oluşturduğunu ve etkili bir yöntem olduğunu ileri sürmektedir (126). Tungsten karbid frezin 30.000 rpm’den daha yüksek hızda kullanımı adezivi kütlesele olarak uzaklaştırmada etkili ve hızlı olabilmektedir ancak bu hızda mineye hasar verilebileceğinden dolayı uygun olmadığı düşünölmektedir (26, 126, 130, 140). Tungsten karbid frezin 10.000 rpm ve daha düşük hızlarda kullanımı ise etkisizdir ve artan titreşim hasta için rahatsız edici olabilmektedir (95). Hong ve ark. (130) büyük rezin kalıntıların band sökücü pens veya yüksek devirli tungsten karbid frezle uzaklaştırılmasını, daha sonra kalan rezinin düşük devirli tungsten karbid frezle temizlenmesini önermişlerdir. Literatür incelemesi yapıldığında karbid frezin mikromotor ile 10.000 (141), 20.000 (30, 142, 143), 30.000 (126) ve 40.000 (25) rpm hızlarında kullanımına rastlanılmıştır, ancak bu hızları karşılaştırmalı inceleyen bir yayın bulunamamıştır.

Konvansiyonel tungsten karbid frezler çeşitli boyutlarda ve şekillerde bulunmaktadır. Bıçakların şekil ve keskinliğine bağlı olarak minede oluşturdukları etki değişmektedir (137). Bıçak sayısı 8’den 30’a kadar olan frezler sıklıkla kullanılmaktadır (22, 26, 91, 144). Yapılan çalışmalarda 12 bıçaklı ve 30 bıçaklı olan tungsten karbid frezlerin daha güvenilir olduğu düşünölmüştür (26, 135, 136, 144). Campbell ve ark. (26) yüksek doldurucu içeren simanların temizlenmesi için en etkili yöntemin 30 bıçaklı tungsten karbid frez kullanımı olduğunu belirtilmişlerdir. Zarrinia ve ark. (129) tarafından yapılan çalışmada 12 bıçaklı ve 169L tungsten

karbid frezleri aeratör ile yüksek devirde (200.000 rpm'nin üstünde) kullanılmıştır. Bu çalışmaya göre 169L tungsten karbid frezin mine yüzeyine ciddi hasar verdiği, 12 bıçaklı tungsten karbid frezin etkinliğinin kabul edilebilir olduğu, buna rağmen mine kaybını önlemenin zor olduğu belirtilmiştir. Radlanski ve ark. (137) 8 bıçaklı hafif konik şekile ve yuvarlak uca sahip tungsten karbid frezin en az hasar verici olduğunu ileri sürmüşlerdir. Eminkahyagil ve ark. (143) rezin temizleme amacı ile 8 bıçaklı tungsten karbid frezi yüksek hızda ve düşük hızda kullanmışlardır. Yüksek hızda kullanılan 8 bıçaklı tungsten karbid frezin en etkin, ancak oluşturduğu mine hasarının en fazla olduğu sonucuna varmışlardır. Altı bıçaklı tungsten karbid frezin ortodonti pratiğinde kullanımı yaygın olmasına rağmen, frezin etkinliği ile ilgili yapılan karşılaştırmalı çalışmalar sınırlı sayıdadır. Yetkiner (124) 6, 8 ve 16 bıçaklı tungsten karbid frezlerin rezin uzaklaştırma sırasında mine yüzeyine etkilerini oluşturan madde kaybı açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Araştırmacı frezler arasında fark bulamadığını, mine yüzeyinde oluşan madde kaybının döner aletin tur sayısından daha çok etkilendiğini belirtmiştir.

Tüfekçi ve ark. (145) sof-leks disk ile düşük devirde karbid frez kullanımını oluşturan mine kaybı açısından incelemişler ve sonuç olarak, ortodontik rezini uzaklaştırmak için düşük devirde tungsten frezlerin kullanımını önermişlerdir. Buna ek olarak karbid frezin kullanımı sırasında tek nokta temasının operatöre daha kontrollü uygulama sağladığını belirtmişlerdir. Hosein ve ark.'nın (28) adeziv rezin temizleme sırasında mine kaybı miktarını inceledikleri çalışmada tungsten karbid frezin mikromotor ile düşük devirde kullanımının en az, aeratör ile yüksek devirde kullanımının en fazla mine kaybı oluşturduğu belirtilmiştir.

Artık simanın temizlenmesi esnasında minenin korunması kadar pulpanın da aşırı ısıdan korunması gerekmektedir. Campbell (26) ve Rouleau ve ark. (29) aeratör ile yüksek hızda karbid frezin su soğutması altında kullanımını tavsiye etmişlerdir. Retief ve Denys (135) ise diş yüzeyinde kalan artıkları daha rahat görebilmek için hava ile soğutmanın yeterli olacağını bildirmişlerdir. Buna karşın su soğutması olmadan gerçekleştirilen tekniklerin su soğutması ile yapılanlara göre pulpada daha fazla ısı oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir (141). Uysal ve ark. (141) farklı

adeziv temizleme işlemlerinin pulpa odasındaki ısı değişikliklerini ölçmüşlerdir. Bu amaçla tungsten karbid frez aeratör ile yüksek devirde 290.000 rpm’de, mikromotor ile düşük devirde 20.000 rpm ve 15.000 rpm devirlerinde su soğutmalı ve su soğutmasız olarak uygulanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre 6 farklı temizleme işleminin pulpada önemli derecede ısı artışı oluşturduğu belirtilmiştir. Su soğutması olmadan yüksek hızda kullanılan tungsten karbid frez ile yapılan rezin temizleme işleminin pulpa sağlığı için kritik 5,5°C değerini aşan sıcaklık artışı oluşturduğu, su soğutması olmadan uygulanan prosedürlerin, su soğutmalı prosedürlere kıyasla pulpa odasında önemli derecede ısı artışı oluşturduğu ve su soğutması ile temizlemenin asla kritik değeri aşan sıcaklık değişiklikleri üretmediği belirtilmiştir. Klinik şartlarda, hava-su spreyi kullanan soğutma prosedürlerinin pulpal hasarın önlenmesini sağlamak için önemli olduğu vurgulanmıştır.

2.1.2.6. Aşındırıcı diskler

Aşındırıcı diskler, aşındırıcı partiküllerin ince polimer veya plastik bir zemin üzerine yapıştırılması ile elde edilirler. Genellikle alüminyum oksit ile kaplanmaktadır. Ayrıca silikon karbid, garnet, zımpara ve kuartz ile kaplananmış diskler de bulunmaktadır. Bu diskler üzerinde bulunan ince aşındırıcı tabaka sınırlı bir klinik kullanım süresi boyunca etkindir ve bu nedenle tek kullanımlıdır. Daha iri grenli disk ile başlanıp ve çok ince grenli disk ile bitirilecek şekilde kademeli olarak kullanılmaktadırlar (113). Sof-Leks alüminyum oksit diskleri ortodontik braketlerin sökümü sonrası artık adezivin uzaklaştırılmasında kullanılmış ve zaman alıcı olmakla birlikte kullanışsız bulunmuştur (135, 136, 143). Aşındırıcı disklerin daha çok tungsten karbid frez ile rezin uzaklaştırılmasını takiben polisaj amacı ile kullanımı önerilmektedir (126, 135, 136).

2.1.2.7. Lazer

Debonding sonrası artık adezivin temizlenmesinde kullanılan diğer bir yöntem lazer uygulamasıdır. Ortodontide lazerlerin; mine yüzeyi pürüzlendirme, minenin çürüğe direncini arttırma, metalik veya seramik braketleri yenileme, diş hareketini hızlandırma ve ağrı giderme etkileri araştırılmıştır (146-155). Restoratif

materyalleri diş yapısına zarar vermeden seçici olarak uzaklaştırmak amacı ile bu teknolojinin kullanıldığı girişimlerde bulunulmuştur. Mine yüzeyinden adeziv artıklarını uzaklaştırmak için farklı lazer dalga boyları deneysel olarak kullanılmış olmasına rağmen, bu amaçla erbiyum ailesi lazerlerinin daha uygun olduğu düşünölmektedir (138, 139, 156). Yapılan çalışmalarda, debonding sonrası adeziv kalıntıların giderilmesinde Er: YAG lazerin konvansiyonel tekniğe göre önemli derecede daha iyi performans gösterdiği ancak çok daha fazla mine kaybı oluşturduğu görölmüştür (127, 128). Correa-Afonso ve ark. (157), kompozit dolguların Er: YAG lazerle çıkartılması sırasında sağlıklı dokuların yanlışlıkla zarar görmesini önlemek amacı ile 250 mJ'luk aralıklı enerji kullanımının en güvenli yöntem olduğunu iddia etmişlerdir. Smith ve ark. (139) debonding sonrası artık adezivi uzaklaştırmak amacı ile CO₂ lazerin potansiyel kullanımını değerlendirmişlerdir. Bu alışma sonucunda, lazerin tungsten karbid frezden daha fazla mine hasarı oluşturduğunu ve bu hasarın lazerin enerjisine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Rezini etkili bir şekilde uzaklaştırmak ve mine hasarını en aza indirmek için en uygun gücün 2 W / 100 ms kombinasyonu olduğunu, daha yüksek lazer gücünün resin uzaklaştırma etkinliğini arttırmadığı halde mine hasarını arttırdığını ileri sürmüşlerdir.

Literatür incelemesi yapıldığında artık adezivin diş yüzeyinden temizlenmesi işleminde ağırlıklı olarak tungsten karbid frezin farklı bıçak sayılarında ve farklı hızlarda döner alet ile kullanımı önerildiği görölmüştür. Bu kapsamda incelenen çalışmalar özet halinde Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

2.2. Mine yüzeyi inceleme yöntemleri

Üç boyutlu analiz teknolojilerindeki son gelişmeler, mine yüzeyinde meydana gelen değişikliklerin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır (158). Mine yüzeyinin değerlendirilmesi için taramalı elektron mikroskopisi (Scanning electron microscopy, SEM) (26, 135-137, 139, 159), profilometre (27, 28, 127) ve atomik kuvvet mikroskopisi (Atomic force microscopy, AFM) (160) en yaygın kullanılan yöntemlerdir. Diğer yöntemlerden; SEM ve X-ray mikroanalizinin birleşimi ve

konfokal lazer taramalı mikroskopisi son zamanlarda yayınlanmış bazı çalışmalarda kullanılmıştır (161, 162).

2.2.1. Normal mine yüzeyinin karakteristik özellikleri

Mine seyrek bir organik matriks içinde gömülü kristallerden oluşmaktadır. En dış ve en yüzeyel tabakası dinamik yapıdadır ve sürekli olarak değişimler meydana gelmektedir (163, 164). Bu nedenle yaş ile birlikte diş minesinin görünümü değişmektedir. Genç dişlerin mine yüzeyi incelendiğinde, kronun etrafını dairesel olarak saran yatay oluklar görülmektedir. Bu oluklara perikimati adı verilir. Perikimati hem bireyler arasında hem de dişin farklı kısımlarında değişkenlik göstermekte olup dişin servikal kısmında daha sık oluklar halinde gözlenirken insizal ve okluzal kısımlarında daha seyrek görülmektedir (126, 163). Erişkin dişlerin mine yüzeyinde; fırçalama alışkanlığı, aşındırıcı diyet ve günlük normal çiğneme işlevi nedeniyle perikimati yapısı yerini yavaş yavaş çizikli bir yapıya bırakır. Erişkin mine yüzeyi incelendiğinde çatlaklar sıklıkla gözle görülebilir niteliktedir. Yüzeyde yer alan derin ve ince çizikler ise taramalı elektron mikroskobu ile görülebilirken, prizma uçları ya da perikimatiye dair bir olgu gözlenmemektedir (126, 165). Mannenberg (163), dişlerde yapay çizik izlerinin kademeli olarak giderilmesini incelemiş, normal yıpranmanın yılda 0 ila 2 µm aralığında olduğunu tespit etmiştir. Karşılaştırma amacı ile zımpara diski saniyenin daha azı bir süre ile diş yüzeyine temas ettirilmiş ve en az 5 µm derinliğinde çizikler oluştuğu görülmüştür (10).

2.2.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

İnsan gözünün çok ince ayrıntıları görebilme olanağı sınırlıdır. Bu nedenle görüntü iletimini sağlayan ışık yollarının mercekle değiştirilerek, daha küçük ayrıntıların görülebilmesine olanak sağlayan optik cihazlar geliştirilmiştir. Ancak bu cihazlar, gerek büyütme miktarlarının sınırlı oluşu gerekse elde edilen görüntü üzerinde işlem yapma imkânının olmayışı nedeniyle araştırmacıları bu temel üzerinde yeni sistemler geliştirmeye itmiştir. Elektronik ve optik sistemlerin birlikte kullanımı ile yüksek büyütme, üzerinde işlem ve analizler yapılabilen görüntülerin elde edildiği cihazlar geliştirilmiştir. Elektrooptik prensipler

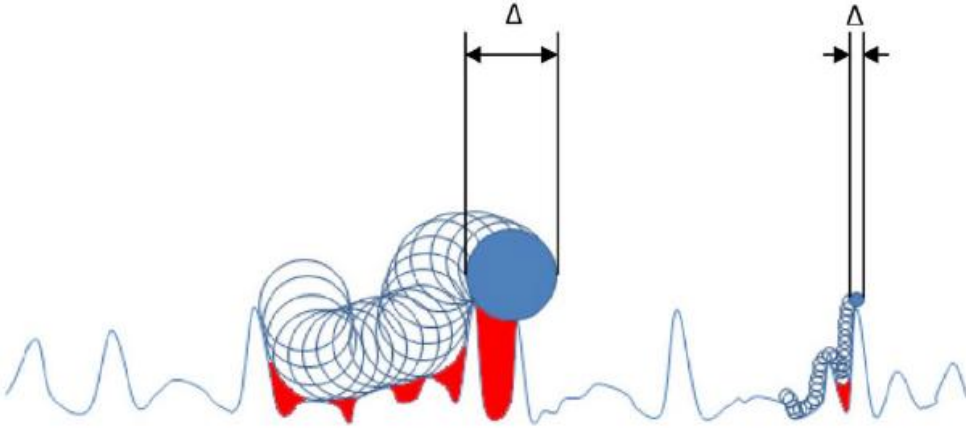
çerçevesinde tasarlanmış SEM, bu amaca hizmet eden cihazlardan birisidir (166). SEM, odaklanmış bir elektron demeti ile numune yüzeyini tarayarak görüntü elde eder. Elektronlar numunedeki atomlarla etkileşerek, numune yüzeyindeki topografi ve kompozisyon hakkında bilgiler içeren farklı sinyaller üretir (167). Elektron demeti raster (hücrese) tarama düzeni ile yüzeyi tarar ve demetin konumu, algılanan sinyalle eşleştirilerek görüntü oluşturulur. SEM ile 1 nm'den daha yüksek çözünürlüğe ulaşılabilir. Standart SEM cihazları yüksek vakumda, kuru ve iletken yüzeyleri incelemek için uygundur. Ancak düşük vakumda, nemli koşullarda, çok düşük sıcaklıklardan yüksek sıcaklıklara değişen koşullarda çalışabilen, çevresel taramalı elektron mikroskobu gibi özelleşmiş cihazlar da mevcuttur (168). Herhangi bir işlem veya sürecin dış yüzeyine etkisi SEM ile en iyi şekilde incelenebilmektedir. Dış yapılarının mikron altı ve nanometre seviyelerinde görselleştirilmesi, karmaşık yüzey topografisini ve gelişmiş teknolojilerinin hata türünü anlamak için gereklidir. SEM ile çeşitli yöntem ve araçların dış yüzeylerinin topografisi ve morfolojisi üzerindeki etkinliği en iyi şekilde incelenebilmektedir (167). Bununla birlikte, SEM nicel bir ölçüğe sahip değildir, karşılaştırmalı değerlendirme için kullanılamaz ve yalnızca subjektif bilgi sağlamaktadır (27, 169). Bu nedenle, SEM analizi yalnızca niceliksel değerlendirme yöntemleri için destekleyici bir araç olarak kullanılabilir (160, 170).

2.2.3. Profilometre

Profilometre, doğrudan temas eden kalem kullanarak veya dolaylı olarak bir lazer profilometresi kullanarak yüzey ölçümü elde etmektedir. Kontak profilometre daha eskidir ve bu nedenle daha yerleşmiş bir tekniktir. Yüzey dokusunun ölçülmesine ilişkin mevcut ulusal standartlar, kontak profilometre kullanılarak tanımlanmıştır (167). Çapı 20 µm olan elmas uçlu ince kalemin 10 mm/dk hız ile dış yüzeyinde kayması sonucu görüntü elde etmektedir (167, 171). Kalemin yüzey boyunca sürüklenmesiyle oluşan dikey hareketler analog veya dijital sinyallere dönüştürülür. Bu ölçüm yöntemi ile kalem ucu dış yüzeyi ile sürekli temas halindedir ve yüzeye yaklaşık 0,5 ile 100 mg arası kuvvet uygular. Her ne kadar dikey hareketler ile geniş bir ölçüm aralığı (2 ile 250 µm) elde etse de elmas ucun mine

yüzeyine hasar verme riski bulunmaktadır. Kalem ucunun yarıçapı profil analizinin doğruluğunu etkilemektedir. Yarıçapı büyük bir uç kendinden daha küçük yarıçapa sahip konkav alanların detayını kaydetmekte yetersiz kalır ve böylece daha hassas yüzey ayrıntıları filtrelenebilir (Şekil 2.1). Kontak profilometre ile ölçümlerde dikey hareketlerin sinyalleri dış titreşimlerden ve elektriksel parazitlerden etkilenebildiğinden, ölçümlerin doğruluğundan emin olmak için periyodik olarak kontrol edilmesi gerekmektedir (167).

Yazılım destekli ve bilgisayar tabanlı teknolojilerindeki son gelişmeler, yüksek çözünürlüklü üç boyutlu görüntüler ile yüzeylerin hızlı bir şekilde tanımlanabilmesi için beyaz ışığın girişim ölçümünü kullanan tekniklerin ortaya çıkmasını sağlamıştır (167, 172). Mine yüzeyinin başarılı ve tahribatsız bir şekilde nitel ve nicel ölçümleri, kontaksız üç boyutlu optik profilometre gibi yöntemler kullanılarak kesin bir şekilde yapılabilmektedir. Lazer profilometre yüzeyle doğrudan temas etmediği için kontak profilometrenin birçok dezavantajının üstesinden gelebilir. Lazer profilometre, yüzey topografisini ya lazer ışınının sapmasını ölçerek ya da konfokal prensibi kullanarak (beyaz ışıkla) belirleyebilmektedir. Pürüzlülük, yüzey dokusunun bir ölçüsüdür ve bu nedenle, bir yüzeyin aşınma biçimini etkileyebilir. Genellikle yüzeyin ideal formundan sapmaları ile nitelendirilir. Sapmalar büyükse, yüzey pürüzlü kabul edilir; eğer küçükse, yüzey düzgün olarak kabul edilir. Bununla birlikte, bunun raporlanma şekli, yüzey özelliklerinin yanlış yorumlanmasına yol açabilir. Şekil 2.5'de gösterilen profil yapıları aynı ortalama pürüzlülük değerine sahiptir, ancak gerçek yüzeylerine göre belirgin olarak farklıdır. Bu nedenle pürüzlülük ölçümü; profilin dokusal özellikleri, gelecekte aşınma ya da aşınmaya direnç olasılığı hakkında hiçbir bilgi içermemektedir.



Şekil 2.1. Kontakt profilometrisinin limitasyonları. Daha büyük bir uç (sol) uç çapından daha küçük boşluklar (kızıl gösterilir) kaydetmez. Daha küçük bir uç (sağda) daha ayrıntılı bir kayıt ile sonuçlanır. Field ve ark. (167) 'dan alınmıştır.

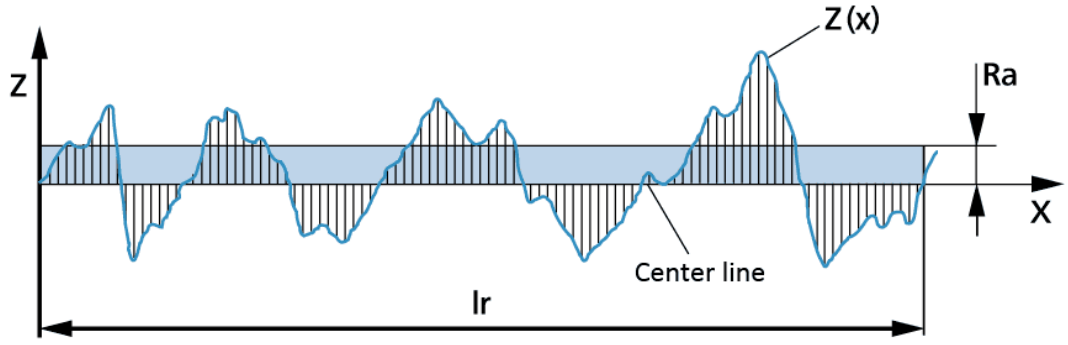


Şekil 2.2. Aynı Ra değerine sahip ancak yüzey özelliklerinde belirgin farklılık gösteren iki profil (kızıl çizgi, yüzeyin 'ideal' formunu gösterir). Profiller aynı Ra değerine sahiptir, çünkü ideal formdan aynı büyüklükte saparlar. Field ve ark. (167) 'dan alınmıştır.

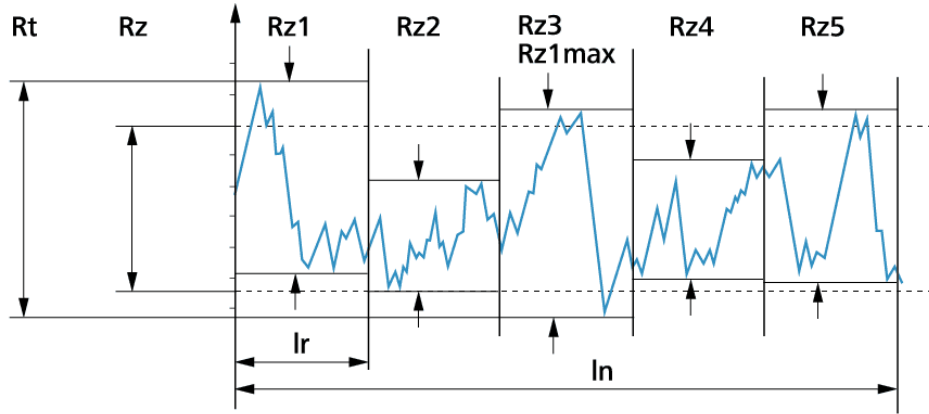
Kontakt veya lazer profilometre ile elde edilen bazı pürüzlülük parametreleri aşağıdaki gibidir (167):

- 1) R_a : Örneklem uzunluğu boyunca (l_r) merkez çizgisinden sapmalarının aritmetik ortalamasıdır. (Şekil 2.3).
- 2) R_q : Örneklem uzunluğu boyunca (l_r) merkez çizgisinden sapmalarının geometrik ortalamasıdır
- 3) R_t : Değerlendirme uzunluğu boyunca (l_n) en yüksek ve en düşük noktalar arasındaki düşey yüksekliktir (Şekil 2.4).
- 4) R_z : Birbirini takip eden beş örneklem uzunluğundaki beş pürüzlülük derinliğinin ortalamasıdır (Şekil 2.4).

Profilometre ölçümleri ile istatistiksel olarak analiz edilebilen parametreler sayesinde yüzey pürüzlülüğünün nicelleştirilmesi sağlanır. Profilometre, aynı zamanda standart bir karşılaştırma yöntemine imkân tanır.



Şekil 2.3. Ra ve Rq parametre şeması. www.tolerancing.net'den (173) alınmıştır.



Şekil 2.4. Rz ve Rt parametre şeması . www.tolerancing.net'den (173) alınmıştır.

2.2.4. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM)

AFM, mikroskobun çok yüksek çözünürlüklü formudur ve atom boyutu kadar (10^{-10} m) küçük pürüzlülükleri ölçebilmektedir. AFM numunenin yüzeyini tarayan kantilever parça içermektedir (167). Kantilever üzerindeki ucun, yüzey taraması esnasında kuvvetler etkisiyle bükülmesi sonucu görüntü elde edilmektedir. Tarayıcı ucun üzerine çok sayıda kuvvetin etki etmesi çeşitli kontrastlara neden olmaktadır ve elde edilen görüntü, yüzey topoğrafyası olarak yorumlanmaktadır (174).

Mikro düzensizlikleri olan sert yüzeyler AFM kullanılarak analiz edilebilirler. AFM, insan minesindeki erozyonu değerlendirmek için kullanılmış ve mine demineralizasyonunun erken safhalarını ölçmek için uygun bir araç olduğu iddia edilmiştir (167, 175, 176). Atomik mikroskop gibi tarayıcı uçlu mikroskoplar

kullanarak yapılan diş yüzeyinin üç boyutlu analizi için rijid ve düz yüzey gerekmektedir. Böylelikle tarayıcı uç yüzey üzerinde deformasyona neden olmaz ve doğru atomik çözünürlük görüntüleri elde edebilir (177). Mine yüzeyinde düz bir alan elde etmek zor olduğundan, mine topografisinin analizi karmaşıktır. Analiz, yüzeyin çok küçük alanları kullanılarak gerçekleştirilmelidir. Ancak bu durum ölçümlerin temsiliyetini azaltmakta ve yüzeyin geniş alanlarının tam haritalanmasını engellemektedir. Ayrıca ölçüm döngülerinin uzaması zaman alıcı olmakla birlikte incelemelerin maliyetini arttırmaktadır (178).

Tablo 2.1. Debonding ve rezin uzaklaştırmayı takiben mine yüzeyini inceleyen araştırmalar (kronolojik olarak en yeniden en eskiye doğru sıralanmıştır).

Yazarlar, Yıl, Yayın, (Referans Numarası.)	Çalışma Materyali	Rezin Temizleme Yöntemleri	Temizleme Sonrası Mine Yüzeyi İnceleme Yöntemleri	Esas Sonuç
Mohebi ve ark., 2017 (179)	30 adet premolar dişi	Beyaz taş frez, Tungsten karbid frez veya tungsten karbid frezin dental loop ile kullanımı	Atomik kuvvet mikroskobu	Rezin uzaklaştırıldıktan sonra mine pürüzlülüğü açısından 3 grup arasında önemli bir fark görülmedi. Tungsten karbid frez ve tungsten karbid frezin dental lolla kullanımı harcanan süre açısından birbirine benzer, beyaz taş frezde daha kısa bulundu.
Janiszewska-Olszowska ve ark. 2016 (180)	45 adet insan 3. moları	Tek başamaklı parlatici 12 bıçaklı tungsten karbid frez Artık adeziv uzaklaştırıcı	Atomik kuvvet mikroskobu	Kullanılan alete bağlı olarak mine pürüzlülüğü çeşitli derecelerde arttı. En pürüzsüz yüzeyler adeziv artık adeziv uzaklaştırıcı ile, en pürüzlü yüzey tungsten karbid frez kullanıldığında elde edildi
Mhatre ve ark., 2015, (181)	40 adet çekilmiş premolar	Karbid frez ve kumlama	3D optik profilometre, SEM görsel değerlendirme	Kumlama ile adeziv uzaklaştırma sonrası mine yüzey yapısı, tungsten karbid frezi kullanan düşük hızlı bir el aleti ile çıkarıldıktan sonra daha iyidir

Tablo 2.1. (Devamı) Debonding ve rezin uzaklaştırmayı takiben mine yüzeyini inceleyen araştırmalar (kronolojik olarak en yeniden en eskiye doğru sıralanmıştır).

Yazarlar, Yıl, Yayın, (Referans Numarası.)	Çalışma Materyali	Rezin Temizleme Yöntemleri	Temizleme Sonrası Mine Yüzeyi İnceleme Yöntemleri	Esas Sonuç
Faria-Júnior ve ark., 2015, (182)	10 hastadan elde edilmiş epoksi rezin ile 20 diş kopyası	30 bıçak yüksek devirde tungsten karbid frez, alüminyum oksit disk	Profilometere, SEM	Rezin uzaklaştırma sonrası tungsten karbid frez grubundaki pürüzlülük artışı (0,31 μm), Alüminyum oksit disk grubundan (0,25 μm) önemli derecede yüksek bulundu.
Vidor ve ark., 2015, (183)	180 adet sığır dişi	30-bıçaklı tungsten karbid frez yüksek devirde; 30- bıçaklı tungsten karbid frez yüksek devirde ardından 4 Sof-leks polisaj disk (3M); 30 bıçaklı tungsten karbid frez yüksek devirde ardından düzeltici uçlar (Dentsply), alüminyum oksit pat, pomza	Yüzey pürüzlülük indeksi	Rezin uzaklaştırmak için önerilen protokol, yüksek hızda 30 bıçaklı tungsten karbid frezin kullanımı ve ardından iyileştirme uçları ve alüminyum oksit pat ile parlatılmasıdır.
Ahrari ve ark., 2013, (127)	Ortodontik nedenle çekilmiş 40 adet premolar diş	Tungsten karbid frez, ultrafine elmas frez, ER:Yag lazer	Kontak profilometre	Elmas frez ve ER: Yag lazer karbid frezden daha pürüzlü yüzey üretti.
Sessa ve ark., 2012, (184)	32 adet premolar dişin epoksi ile çoğaltılması	Tungsten karbid frez, polisaj lastiği	Mine yüzey indeksi	En sıklıkla elde edilen yüzey skoru 1 ve 2, adeziv uzaklaştırma sonrası oluşan iatrojenik hasar farklı bonding materyallerinde farklılık göstermedi.
Ryf ve ark. 2012, (185)	75 adet çekilmiş insan moların plaster modelleri	Karbid frez sonrası farklı polisaj prosedürleri	Lazer tarama, yüzey geometrisindeki değişiklikleri hesaplamak için dijital modellerin karşılaştırılması	Mine kaybı miktarında temizleme yönteminin önemli bir etkisi bulunmamıştır.
Baumann ve ark., 2011, (25)	22 hastadan elde edilen 394 dişin epoksi ile çoğaltılması	Tungsten karbid frez, Atımlı ultrasound ve Air- flow (proksimal ve servikal alanlara) takiben silikon parlatici ve pomza uygulanması	Mine hasar indeksi, Düz aç yivleri	En sıklıkla elde edilen skor 0 ve 1, dental lopların kullanılması mine hasarını önemli ölçüde düşürmektedir.

Tablo 2.1. (Devamı) Debonding ve rezin uzaklaştırmayı takiben mine yüzeyini inceleyen araştırmalar (kronolojik olarak en yeniden en eskiye doğru sıralanmıştır).

Yazarlar, Yıl, Yayın, (Referans Numarası.)	Çalışma Materyali	Rezin Temizleme Yöntemleri	Temizleme Sonrası Mine Yüzeyi İnceleme Yöntemleri	Esas Sonuç
Alessandri Bonetti ve arkadaşları., 2011, (142)	12 hastadan 36 adet 2. Premolar dişin epoksi ile çoğaltması	12 bıçak tungsten karbid frezin 20.000 rpm devirde su soğutması olmadan kullanımı sonrası sof-leks disk kullanımı	Mine Hasar İndeksi	Skor 1'e daha sık rastlandı. Kaplanmış ve kaplanmamış braket açısından adeziv temizleme sonrası mine hasarında fark bulunamadı.
Schiefelbein ve Rowland, 2011, (186)	60 adet çekilmiş premolar	Adeziv temizleme pensi, 12 bıçak karbid frez, beyaz taş, Sof-leks disk	Mine yüzey değerlendirme sistemi	Sof-leks disk en düzgün yüzeyi üretti, fakat dokunulmamış mineden daha pürüzlüydü, beyaz taş en pürüzlü yüzeyi üretti.
Pont ve ark., 2010, (187)	62 anterior dişin epoksi çoğaltması	Tungsten karbid frez, Polisaj lastiği ve pomza sonrasında lastik frez	Mine yüzey indeksi	Skor 3'e en sık rastlandı. Ön dişler iatrojen hasardan en çok etkilenen gruplardır. Emaye hasarı adeziv kalıntı miktarına bağlı değildir.
Karan ve ark., 2010, (160)	Ortodontik nedenlerle çekilmiş 20 insan premolar dişi	Tungsten karbid frez, Fiber- reinforced kompozit frezi	İlk pürüzlülük değerlerini ölçen atomik kuvvet mikroskopisi	Tungsten karbid frez için daha yüksek pürüzlülük değerleri elde edildi, ancak adeziv kaldırma işlemi fiber- reinforced kompozit frez ile uzun sürdü.
Almeida ve arkadaşları., 2009, (128)	4'ü kontrol olmak üzere 16 adet çekilmiş premolar dişi	Tungsten karbid frez, ER: Yag Laser	Own skalası	ER: Yag Laser, tungsten karbid frezden çok daha şiddetli bir mine hasarına neden oldu.
Ulusoy, 2009, (159)	80 adet çekilmiş premolar	Tungsten karbid frez, Sof-Leks disk, SuperSnap çok aşamalı disk, SuperSnap tek aşamalı disk, PoGo çok aşamalı ve micropolisher, Optishine tek aşamalı fırça	SEM, görsel subjektif değerlendirme	PoGo ile en kabul edilir yüzey oluşturuldu, ancak zaman kaybı en fazla bulundu.

Tablo 2.1. (Devamı) Debonding ve rezin uzaklaştırmayı takiben mine yüzeyini inceleyen araştırmalar (kronolojik olarak en yeniden en eskiye doğru sıralanmıştır).

Yazarlar, Yıl, Yayın, (Referans Numarası.)	Çalışma Materyali	Rezin Temizleme Yöntemleri	Temizleme Sonrası Mine Yüzeyi İnceleme Yöntemleri	Esas Sonuç
Tecco ve ark. 2008, (188)	80 adet çekilmiş premolar diş	Debonding pensi sonrasında karbid frez	Görsel değerlendirme, Own skalası, Mine çatlaklarının değerlendirilmesi	Rezin uzaklaştırma kaynaklı mine hasarı kullanılan bonding materyaline bağlı değildir.
Banerjee ve ark., 2008, (189)	30 çekilmiş insan premolar dişin epoksi çoğaltması	Tungsten karbid frez, Aluminya air-abrazyon, Bioaktiv-cam airabrazyon, sonrasında polisaj	3D kontakt profilometre, mine hasarının volumetrik değerlendirilmesi, SEM	Bioaktiv-cam airabrazyon tungsten karbid frezden daha az mine uzaklaştırdı.
Al Shamsi ve ark., 2007, (122)	Ortodontik nedenlerle çekilmiş 60 adet premolar dişin poliester modelleri	Tungsten karbid frez	3D lazer tarama, (mine kaybı miktarını hesaplayan)	Ortalama mine kayıp miktarı 50 µm
Eminkahyagil ve ark., 2006, (143)	80 adet çekilmiş premolar	Tungsten karbid frez, Sof- Leks disk, Mikroprülendirici	SEM görsel değerlendirme	Tungsten karbid frez en hızlı, ancak mine yüzeyinde oluşturduğu hasar en fazladır. Sof-Leks diskler çok zaman harcamakta ve fazla miktarla rezin kalıntısı bırakmaktadır.
Ireland ve ark. 2005, (123)	80 adet çekilmiş insan premolar dişi	Tungsten karbid frez, Debonding pensleri, Ultrasonik kazıyıcı	Mine kaybının derinliğini hesaplamak için Planer Surfometresi ile ölçümü	En az mine kaybı Tungsten karbid frezin düşük hızda kullanımı ile oldu (2-28 µm).
Hosein ve ark., 2004, (28)	Ortodontik amaçla çekilmiş 90 adet maksiller premolar diş	Tungsten karbid frez, Band sökücü pens, Ultrasonik kazıyıcı	Mine kaybının derinliğini hesaplamak için Planer Surfometresi (elmas kalemi ile kontakt profilometre) ile ölçüm	Ortalama mine kaybı 2,76 µm idi. Yüksek hızda tungsten karbid frez veya ultrasonik skaler kullanımı ile, yavaş hızdaki tungsten karbid frezden daha fazla mine kaybı meydana geldi.

Tablo 2.1. (Devamı) Debonding ve rezin uzaklaştırmayı takiben mine yüzeyini inceleyen araştırmalar (kronolojik olarak en yeniden en eskiye doğru sıralanmıştır).

Yazarlar, Yıl, Yayın, (Referans Numarası.)	Çalışma Materyali	Rezin Temizleme Yöntemleri	Temizleme Sonrası Mine Yüzeyi İnceleme Yöntemleri	Esas Sonuç
Tüfekçi ve ark., 2004, (145)	28 adet çekilmiş premolar, beyaz nokta lezyonları in-vitro koşullarda yapay olarak oluşturuldu	Tungsten karbid frez, sof-leks disk	Sıfır noktası kontakt kalem sistemi ile sayısallaştırma, hacim kaybının, maksimum derinlik ve ortalama maksimum derinliğin hesaplanması	Tungsten karbid frez için mine kaybı $0,16 \mu\text{m}^3$ ve sof-leks disk için $0,10 \mu\text{m}^3$ idi.
Eliades ve ark., 2004, (27)	Ortodontik nedenlerle çekilmiş 30 adet premolar	Tungsten karbid frez, Ultra-fine elmas frez, Sonrasında sof-leks disk ile bitirilmesi	Kontakt profilometre	Çok aşamalı polisaj takımının ardışık kullanımı herhangi bir tek aşamalı prosedür uygulanmasından üstün bulundu.
Schuler ve Van Vaes, 2003, (190)	23 hastadan elde edilen 48 santral keser, 52 lateral keser, 52 premolar, 52 birinci moların epoksi çoğaltması	Tungsten karbid frez ve polisaj	Mine hasar indeksi	Proksimal ve servikal alanlar iatrojen hasarından en çok etkilenen alanlardı.
Radlanski, 2001, (137)	70 adet insan kesici dişi	8 bıçaklı tungsten karbit bitim frezi	SEM, kalitatif değerlendirme	Tungsten karbit frez geniş mine alanı temizlemektedir. Yeni tungsten karbid frez daha az agresiftir.
Smith ve arkadaşları, 1999, (139)	100 adet çekilmiş insan premolar dişi	Tungsten karbid frez, CO2 lazer	SEM, Mine hasar skoru	Kullanılan güce bağlı lazer minede çukur ve yanmalara neden olur ve tungsten karbid frezden daha hasar verici olabilir.
Osorio ve arkadaşları 1998, (191)	35 adet çekilmiş insan premolar dişi	Tungsten-karbit frez, Sof-Leks alüminyum oksid disk, Arkansas taşı, Düzeltici kompozit bitim diski ve Polisaj lastik frezler	SEM, görsel subjektif değerlendirme	En pürüzlü yüzey Arkansas taşı sonrası oluştu, en pürüzsüz yüzey ise düzeltici kompozit disk sonrası oluştu. Mineye önemli hasar vermeden rezin uzaklaştıran teknik bulunamadı.

Tablo 2.1. (Devamı) Debonding ve rezin uzaklaştırmayı takiben mine yüzeyini inceleyen araştırmalar (kronolojik olarak en yeniden en eskiye doğru sıralanmıştır).

Yazarlar, Yıl, Yayın, (Referans Numarası.)	Çalışma Materyali	Rezin Temizleme Yöntemleri	Temizleme Sonrası Mine Yüzeyi İnceleme Yöntemleri	Esas Sonuç
Roush ve ark. 1997, (192)	48 adet çekilmiş premolar	Tungsten karbid frez, lastik frez, sof-leks disk, polisaj lastikleri, Perlada porselen parlatma lastikleri	Profilometre	Tungsten karbid frez önemli ölçüde pürüzlü yüzey oluşturdu. Çok aşamalı sof-leks disk kullanımı en düzgün yüzeyi oluşturdu. Pomza test edilen diğer yöntemlerden daha kabul edilir olan tungsten karbid frezin kullanımı sonucu pürüzlenen mine yüzeyini düzleştirdi
Zarrinnia ve ark. 1995, (136)	60 adet çekilmiş insan premolar dişi	Elmas frez, Karbid frez, Çelik frez, Kağıt disk, Sof-Leks disk, Shofu wheels mine düzeltme kiti	SEM, kalitatif değerlendirme	Elmas frez son derece tahrip edici, paslanmaz çelik frezi de verimsiz bulundu. Tungsten karbid frez verimli bulundu ancak yeterli düzeyde mine yüzeyi oluşturmadı. Sof-Leks diskler, tatmin edici bir mine yüzeyi üretti ancak rezinin temizlenmesinde yavaştı.
Campbell, 1995, (26)	Periodontal nedenlerle çekilmiş santral, lateral kesici ve kanin dişleri (diş sayısı belirtilmemiş)	Yeşil taş frez, Elmas frez, Keskin band sökücü, 30 bıçaklı tungsten karbid frez, Çapraz kesitli tungsten karbid frez, Aşındırıcı disk	SEM görsel değerlendirme	30 bıçaklı tungsten karbid frezin ardından mine yüzeyinin pomza ve kauçuk frez ile polisajı en pürüzsüz yüzeyi oluşturdu.
Hong ve Lew, 1995, (130)	Ortodontik nedenlerle çekilmiş 50 adet premolar diş	Band sökücü pensi, Tungsten karbid frez, Ultrafine elmas frez, Beyaz taş bitirme frezi, zaman 15 saniye ile sınırlı	Yüzey Pürüzlülük İndeksi	İdeal bir adeziv uzaklaştırma yöntemi bulunamadı, Tungsten karbid frezleri en iyi yüzey pürüzlülüğünü vermiştir. Ultrafine elmas frez en etkili, ancak en pürüzlü yüzeyi üretti.
Krell ve ark., 1993, (193)	30 adet çekilmiş insan premolar dişin polivibnil siloksan ölçüsü ile çoğaltılması	Tungsten karbid frez ardından sof-leks disk , Ultrasonik temizleyici, Maryland köprülerinin çıkarılması için tasarlanmış uç ile ultrasonik debonding ve ardından ultrasonik temizleme	Labial yüzeylerin silikon ölçüsünün SEM ile değerlendirmesi	Tungsten karbid frezin kullanımı, aşırı mine kaybının kanıtı olan çizikli yüzeyler oluşturdu. Pens ile debonding sonrası ultrasonik temizleme sıklıkla perikimatinin görüldüğü en temiz yüzeyi oluşturdu ve diğer tekniklerden daha kısa zaman gerektirdi.

Tablo 2.1. (Devamı) Debonding ve rezin uzaklaştırmayı takiben mine yüzeyini inceleyen araştırmalar (kronolojik olarak en yeniden en eskiye doğru sıralanmıştır).

Yazarlar, Yıl, Yayın, (Referans Numarası.)	Çalışma Materyali	Rezin Temizleme Yöntemleri	Temizleme Sonrası Mine Yüzeyi İnceleme Yöntemleri	Esas Sonuç
Vieira ve ark., 1993, (194)	9 adet çekilmiş diş (dört Biküspid ve beş küspid)	Tek başına tungsten karbid frez uygulaması, Tungsten karbid frez sonrasında 10 ve 30 saniye pomza uygulanması	SEM, görsel subjektif değerlendirme	Tungsten karbid frez ile adeziv uzaklaştırılmasının ardından pomzalama gereklidir. 30 saniye polisaj işleminden sonra, işlem görmemiş kontrol grubu yüzeyi ile aynı pürüzsüzlük elde edilemedi.
Oliver ve Griffiths, 1992 (132)	30 adet çekilmiş premolar veya kanin	Skaler, ultrasonik skaler, Pnömatik band sürücü, Tungsten karbid frez	Modifiye Yüzey Pürüzlülük İndeksi	Skaler ve ultrasonik skalerlerin her ikisi de etkisizdir, band sökücü kabul edilmeyen yüzey oluşturdu, tungsten karbid frez diğer metodların üstünde bulundu
Howell ve Weeks, 1990, (195)	135 adet çekilmiş premolar	Tungsten karbid frez sonrasında medium, fine sof-leks disk veya polisaj patı	Yüze pürüzlülük indeksi	Bir polisaj prosedürü olarak kullanılan medium Sof-Leks disk en pürüzlü yüzey oluştururken, pomza tek başına en pürüzsüz yüzeyi oluşturdu.
Rouleau ve ark., 1982 (29)	12 hastadan 45 adet dişin epoksi kopyası	Skaler, Karbid frez sonrası polisaj işlemi	SEM, kalitatif değerlendirme	En pürüzsüz yüzey ultrafine tungsten karbid frezin kullanımından sonra oluştu.
Pus ve Way, 1980, (24)	Mineye çelik marker yerleştirilmiş 100 adet çekilmiş premolar	Yüksek devir frez, Yeşil lastik disk, Düşük devir frez	Mine kayıp miktarının tespiti için kullanılan, µm cinsinden kalibre edilmiş Nikon profil projektör, SEM-kalitatif değerlendirme	Mine kaybı 26.1 µm ile 41.2 µm arasında değişti. Anatomiik landmarklar sorgulanabilir çünkü perikimati 29 µm.'lik mine kaldırıldıktan sonra bile görülebilmştir.
Retief ve Denys, 1979 (135)	38 adet çekilmiş santral kesici diş	Bracket sökücü, Skaler, Süperfine elmas frez, Bitim karbid frez, Bitim çelik frez, Sof-Leks disk, Ceramisté disk	SEM, görsel subjektif değerlendirme	Bracket sökücü mine yüzeyinde ciddi oyuklar, skaler belirgin çizikler, süperfine elmas frez aşınmış bir yüzey, bitim karbid frezi paralel çizikler oluşturdu, bitim çelik frez ile rezini zorlukla çıkartıldı, oluklar oluştu ve frez köreldi. Çok aşamalı sof-leks diskleri pürüzlülükte aşamalı bir azalış gösterdi, Ceramisté disk aşınma belirtilerinde belirgin azalma, Karbid frez ,sof-leks disk ve Ceramisté disk kullanılması kabul edilir yüzey oluşturdu.

Tablo 2.1. (Devamı) Debonding ve rezin uzaklaştırmayı takiben mine yüzeyini inceleyen araştırmalar (kronolojik olarak en yeniden en eskiye doğru sıralanmıştır).

Yazarlar, Yıl, Yayın, (Referans Numarası.)	Çalışma Materyali	Rezin Temizleme Yöntemleri	Temizleme Sonrası Mine Yüzeyi İnceleme Yöntemleri	Esas Sonuç
Zachrisson ve Årthun, 1979 (126)	55 genç çekilmiş premolar	Elmas fissür frez, yeşil lastik disk, kağıt disk, tungsten karbid frez	Mine yüzey indeksi	Elmas frez en kötü skoru alırken, tungsten karbid frez en iyisi skoru aldı.
Burapavong ve ark., 1978, (196)	Ortodontik nedenlerle çekimi planlanmış ve rezin uzaklaştırıldıktan sonra çekimi yapılmış 26 mandibular premolar diş	Skaler, Yeşil taş, Ultrasonik skaler	SEM, kalitatif değerlendirme	Yeşil taş derin çizgiler oluşturdu. Tüm teknikler düzgün olan mine yüzeyinde pomza ile giderilemeyen oluklar oluşturdu.
Brown ve Way, 1978, (33)	26 çekilmiş diş	Skaler, karbid frez, "gerektiğinde" zirkonyum slika ve fırça ile polisaj	Yerleştirilmiş bir çelik markera göre mine kaybının ölçülmesi	Doldurucusuz adezivde 40.8 µm, dolduruculu adezivde 60.5 µm olmak üzere ortalama mine kaybı 17.5 µm ve 44 µm idi (analiz edilen iki grup diş için farklıydı).
Fitzpatrick ve Way, 1977, (32)	Ortodontik nedenlerle çekilmiş 32 adet dişin silikon ölçüsü	Tungsten karbid frez sonrası zikate pat ve lastik frez	Silikon ölçüler üzerinde bir referans yolunun derinliğinin optik ölçümü	Ortalama mine kaybı miktarı 55,6 µm idi.
Gwinnett ve Gorelick, 1977, (140)	Sayısı bilinmeyen çekilmiş insan diş	Yeşil taş kullanımı sonrasında beyaz taş ve pomza, Kağıt disk ve pomza, Yeşil lastik ve pomza, Tungsten karbid frez ve pomza, Çelik frez ve pomza, Akrilik çelik frez ve pomza	SEM, kalitatif değerlendirme	Yeşil lastik frez en etkili, makroskobik olarak düzgün, mikroskobik olarak pomza ile kolaylıkla kaldırılabilen ince çizikler üretti. Tungsten karbid frezler, minenin önemli bir katmanını kaldırdı, çizikler, oyuklar ve büyük çukurlar bıraktı. Oyuk ve çukurlar polisaj ile uzaklaştırılmadı.
Zachrisson, 1977 (4)	46 çocuktan 705 adet farklı diş	Skaler, Tungsten karbid frez	Makroskobik görsel değerlendirme	Direkt bonding, braket uzaklaştırıldıktan sonra mine hasarıyla veya braketin çıkarılmasından sonraki 12 ay boyunca görünür renk değişikliği ile ilişkili değildir.
Fitzpatrick ve Way, 1977 (32)	Ortodontik nedenlerle çekimi planlanan 32 dişten alına silikon ölçü	Bıçaklı frez sonrası lastik frez ve pomza kullanımı	SEM görsel değerlendirme	Braket yapıştırma, uzaklaştırma ve temizleme sonrası klinik ve mikroskobik olarak işlem görmemiş mine yüzeyine benzer düzgün bir yüzey elde edildi.
Caspersen, 1977, (197)	Braket debonding sonrası ortodontik nedenlerden dolayı çekilen 38 adet diş	Cerrahi neşter, Aşındırıcı disk ve pomza kullanımı	SEM ile görsel değerlendirme	Mine yüzeyinde belirgin çizikler görüldü, polisaj ile düzgünleştirildi ancak çizikler giderilemedi.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmaları Etik Kurul'u tarafından 05/01/2017 tarihinde ve 2016/98 karar numarası ile etik olarak uygun görülmüştür (Bkz. EK-1) ve Abant İzzet Baysal Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birim tarafından 2017.06.03.1180 numarası ile desteklenmiştir.

Beş örnek ile yapılan pilot çalışma doğrultusunda başlangıç Ra yüzey pürüzlülük değerleri arasında 1.grup ve 2. Grup arasındaki fark 0,005, 1. ve 2. Grubun standart sapması yaklaşık 0,003'er olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın 1. Tip örneği (α) 0,05, çalışmanın gücü ($1-\beta$) %80 olacak şekilde çalışmaya grup başına 7'şer örnek toplamda 42 örnek dahil edilmesi gerektiği bulunmuştur.

3.1. Kullanılan Gereçler

3.1.1. Araştırmada kullanılan dişler

Bu çalışmada 60 adet insan premolar dişi kullanılmıştır. Dişler, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na ortodontik tedavi amacıyla başvuran ve tedavi gereği premolar çekimi uygulanmasına karar verilen hastalardan elde edilmiştir. Dişlerin çekimi Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan dişlerin dahil edilmesinde; diş minesinin bütün ve sağlam olmasına; bukkal yüzeyinde restorasyon ve çürüğün, herhangi bir mine defektinin, dekalsifikasyon ve florozisin bulunmamasına; minede gözle görülebilen kırık, ezik veya çatlağın bulunmamasına dikkat edilmiştir. Hastanın yaşı, cinsiyeti, dişin hangi çeneden ve kaçınca premolar dişi olduğu gibi kriterler dişlerin seçilmesinde önemsenmemiştir.

3.1.2. Araştırmada kullanılan dişlerin saklanma koşulları

Çekim sonrası dişler çeşme suyu ile yıkanmış, dişlerin kök yüzeylerindeki doku artıkları periodontal küret yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Dişler su kaybı oluşmasını ve bakteriyel artışı önlemek amacı ile (66, 185) ağırlık/hacim olarak % 0,1'lik timol solüsyonunda karanlık ve serin ortamda saklanmıştır.

3.1.3. Asit ve Primer

Çalışmada Opal Orthodontics by Ultradent Products, Inc. tarafından üretilen 1,2 ml'lik şırıngalarda mavi renkte Opal® Etch TM % 35 fosforik asit etchant jel kullanılmıştır (Resim 3.1).



Resim 3.1. Çalışmada kullanılan ortofosforik asit.

Primer olarak Opal® Seal Fluoride Releasing Primer and Sealant (Ultradent Products, Inc.) kullanılmıştır (Resim 3.2).



Resim 3.2. Çalışmada kullanılan primer.

3.1.4. Yapıştırıcı

Çalışmada yapıştırıcı olarak ışıkla sertleşen, orta viskozitede, % 35 oranında Bis-GMA ve % 15 oranında Bis-EMA içeren Opal® BondTM MV (Ultradent Products, Inc.) kullanılmıştır (Resim 3.3).



Resim 3.3. Çalışmada kullanılan yapıştırıcı.

3.1.5. Işık cihazı

Çalışmamızda ışıkla sertleşen tüm dental malzemeleri polimerize edebilen 395-480 nm dalga boyunda yüksek yoğunluklu ışık üretmek için özel 3. nesil LED ışık cihazı olan VALO Ortho Cordless (Ultradent Products, Inc.) kullanılmıştır. (Resim 3.4). VALO Ortho Cordless'in Standard Power, Xtra Power ve Xtra Power Quadrant modları bulunmaktadır. Diş yüzeyine uygulanan rezin materyalini polimerize etmek için Valo, üretici firma tarafından önerildiği şekilde, Xtra Power mod ile 3 sn. (3200 mv/cm²) uygulanmıştır.



Resim 3.4. Çalışmada kullanılan LED ışık cihazı.

3.1.6. Frezler

Çalışmamızda diş yüzeyine yapıştırılan adezivin temizlenmesi amacı ile 4 farklı çeşit frez kullanılmıştır. Bu frezler; mikromotora takılan 6 bıçaklı, 0.12 cm çapında 4,5 mm uzunluğunda tungsten karbid frez (ISO 500 204 194 006012, Busch & Co. W/RA/CA 23R) (Resim 3.5), aeratöre takılan 6 bıçaklı, 0.12 cm çapında 4,5 mm uzunluğunda tungsten karbid frez (ISO 500 314 194 006012, Busch & Co. FG 23R) (Resim 3.5), mikromotora takılan 12 bıçaklı, 2 derece açılı, 0.23 cm çapında tungsten karbid frez (123-603-00, Dentaaurum GmbH & Co. KG) (Resim 3.6) ve

aeratöre takılan 12 bıçaklı, 0.12 cm çapında ve 8 mm uzunluğunda tungsten karbid frez (500 314 289072, Komet H283 314 012 R012, Lemgo, Germany) (Resim 3.6) kullanılmıştır.



Resim 3.5. A. Aeratöre takılan 6 bıçaklı, 0.12 cm çapında 4.5 mm uzunluğunda tungsten karbid frez. B. Mikromotora takılan 6 bıçaklı, 0.12 cm çapında 4.5 mm uzunluğunda tungsten karbid frez.



Resim 3.6. A. Aeratöre takılan 12 bıçaklı, 0.12 cm çapında ve 8 mm uzunluğunda tungsten karbid frez, B. Mikromotora takılan 12 bıçaklı, 2 derece açılı, 0.23 cm çapında tungsten karbid frez.

3.1.7. Turlu aletler

Çalışmamızda kullanılan turlu aletler; W&H, Synea Vision angldruva başlığı ve W&H Synea Vision serisi aerotör modelleridir. Turlu aletlerin dental ünit çıkış havasına göre yaptıkları devir, angldruva için en düşük 10.000 rpm, en yüksek 40,000 rpm, aeratör için 360.000 rpm'dir.

3.1.8. Termal döngü cihazı

Termal döngü işlemi Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir (Resim 3.7). Dental malzemelerin test edilmesinde en çok kullanılan in vitro testlerden biri olan termal döngü test protokolünde temel hedef restoratif malzemelerin uzun dönemli klinik kullanım koşullarını taklit etmektir (198).



Resim 3.7.Termal döngü cihazı.

3.1.9. Taramalı elektron mikroskobu

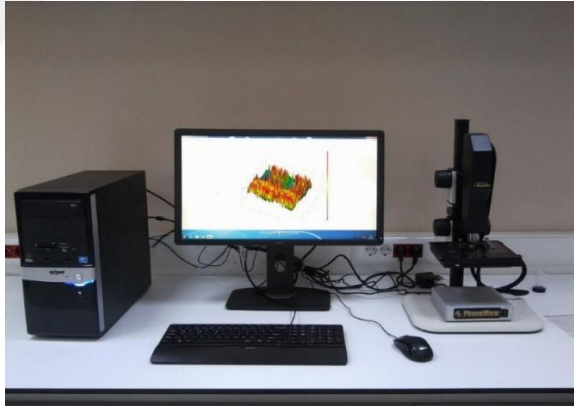
Mine yüzeyinin pürüzlülük değerlerinin kalitatif incelemesi İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezinde SEM (Fei Quanta 250 Feg) ile yapılmıştır (Resim 3.8). SEM malzemelerin yapılarını mikro ve nano boyutta görüntüleyebilmektedir. Kullanılan SE detektörü ile topografik 3 boyutlu görüntü, BSE detektörü ile atomik kontrasta bağlı 2 boyutlu görüntü sağlanmaktadır. Ayrıca EDX detektörü ile de yapıların elementel içeriği nicel ve nitel olarak bulunabilmekte ve haritalandırma ile resim üzerinde elementlerin dağılımı izlenebilmektedir. Bu çalışmada kullanılan Quanta 250 SEM cihazı ile iletken olmayan örnekler, kaplama yapılmadan incelenebilmekte ve ESEM modu sayesinde nemli örneklerle de çalışılabilmektedir (199).



Resim 3.8. Taramalı elektron mikroskobu.

3.1.10. Profilometre

Mine yüzey pürüzlülük değerlerinin kantitatif incelemesi Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde optik profilometre cihazı (Phase View Optik Profiler) ile yapılmıştır (Resim 3.9). Katı malzemelerin yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için üç boyutlu yüzey profili çıkaran cihazın 0.01-500 μm ölçüm aralığı bulunmaktadır (199).



Resim 3.9. Optik profilometre cihazı.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması

Çalışmada kullanılmak üzere seçilen dişler çekim sonrası çeşme suyu ile yıkanmıştır. Dişlerin kök yüzeylerindeki doku artıkları periodontal küret yardımıyla uzaklaştırılmıştır (Resim 3.10). Dişler, su kaybı oluşmasını ve bakteriyel artışı önlemek amacı ile ağırlık/hacim olarak % 0,1'lik timol solüsyonunda karanlık ve

serin ortamda saklanmıştır. Seçilen dişlerin koleleri hizasına yaklaşık 1 mm derinliğinde oluklar açılmış ve bu oluklara akrilik bloklara sabitleme işlemi esnasında dişleri silikon kalıpta doğru açıda tutacak metal mandalların yerleştirilmesi planlanmıştır (Resim 3.11).



Resim 3.10. Çalışmada kullanılmak üzere seçilen diş örneği.

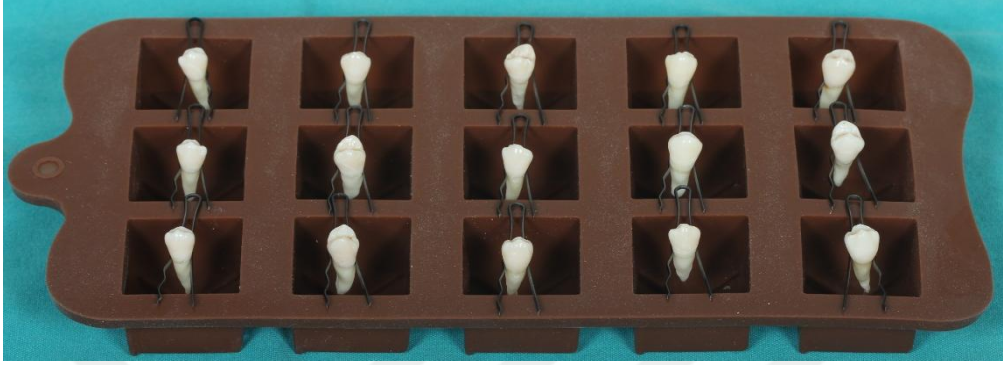


Resim 3.11. Akrilik bloklara sabitleme işlemi esnasında dişleri silikon kalıpta doğru açıda tutacak metal mandalların yerleştirilmesi için diş yüzeyinde açılan oluk.

3.2.2. Dişlerin akrilik bloklara yerleştirilmesi

Seçilen dişler debonding işleminin ve pürüzlülük analizlerinin yapılabilmesi amacıyla polimetakrilat bazlı kendi kendine polimerize olan ve soğuk akrilikten oluşan bloklar içine sabitlenmiştir. Bloklama işlemi amacı ile 2x2x2 cm boyutlarında bölümlerden oluşan silikon kalıp kullanılmıştır. Akrilik (Veracril®, New Stetic S.A. Factory) materyal üretici firma tarafından tavsiye edilen kullanım oranı 10 gr. toz için 5 gr. likit olacak şekilde hazırlanmış ve silikon kalıplara aktarılmıştır. Dişlerin

köleleri hizasına açılan 1 mm'lik oluklara metal mandal görevinde saç tokası yerleştirilmiş ve bu metal mandallar yardımı ile dişler silikon kalıplara doğru açıda, sadece kökleri akriliğe gömülecek şekilde yerleştirilmiştir (Resim 3.12).



Resim 3.12. Silikon kalıplara dişlerin metal mandallar yardımı ile yerleştirilmesi.

Polimerizasyonu takiben dişler silikon kalıptan çıkartılmıştır. Pürüzlülüğü incelenecek olan mine yüzeyini standardize etmek amacı ile Pınar'ın (200) önerdiği şekile benzer olarak, dişler üzerine essiks plaktan plastik kılıflar hazırlanmıştır. Plastik kılıfların dişlerin vestibül yüzeyini örten orta kısmı asetatlı kalem ile işaretlenmiş ve bu bölgelere delik açma aleti ile 3 mm çapında delikler açılmıştır (Resim 3.13 ve Resim 3.14). Plastik kılıf üzerindeki bu delikler sayesinde farklı işlem aşamalarında aynı ölçüm alanı elde edilmiştir.



Resim 3.13. Akrilik bloklara sabitlenmiş örnekler.



Resim 3.14. Pürüzlülüğü incelenecek mine yüzeyini standardize etmek amacı ile hazırlanan plastik kılıf.

3.2.3. Çalışma grupları

Örnekler rastgele her grupta 10'ar adet diş bulunacak şekilde ortodontik rezinin temizlenmesi amacı ile kullanılan protokol doğrultusunda 6 gruba ayrılmıştır (Tablo 3.1).

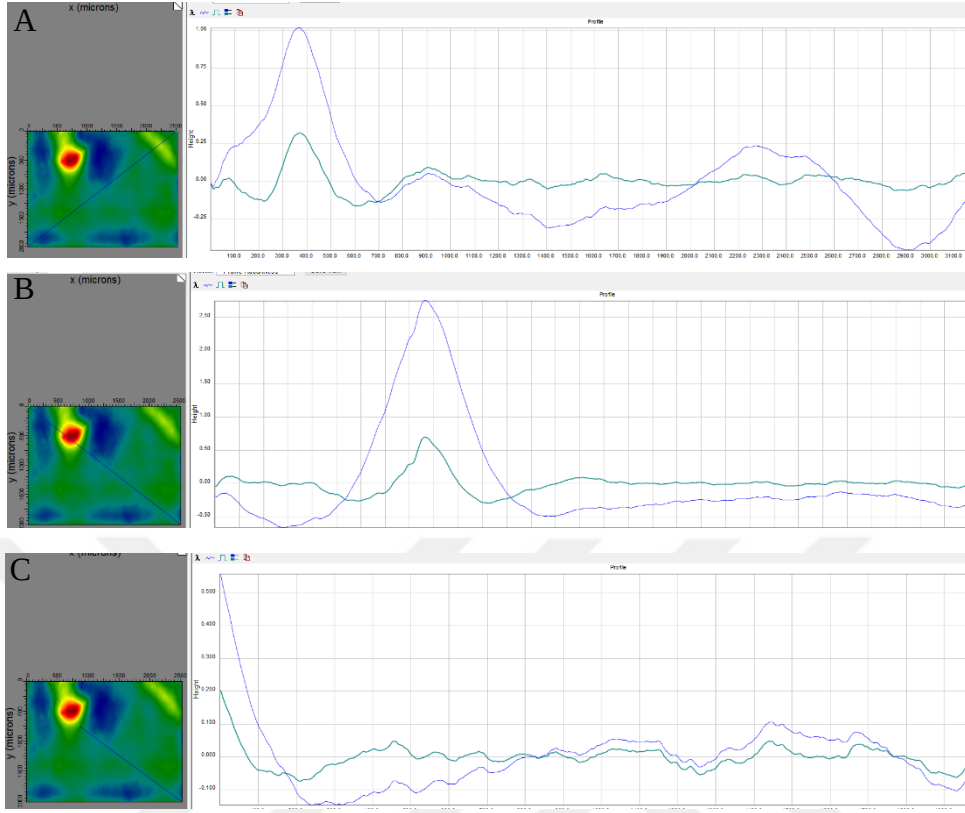
1. Grup (6A): 6 bıçaklı tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) kullanıldığı grup.
2. Grup (6M20): 6 bıçaklı tungsten karbid frezin mikromotor ile düşük devirde 20.000 rpm hızda kullanıldığı grup.
3. Grup (6M40): 6 bıçaklı tungsten karbid frezin mikromotor ile düşük devirde 40.000 rpm hızda kullanıldığı grup.
4. Grup (12A): 12 bıçaklı tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) kullanıldığı grup.
5. Grup (12M20): 12 bıçaklı tungsten karbid frezin mikromotor ile düşük devirde 20.000 rpm hızda kullanıldığı grup.
6. Grup (12M40): 12 bıçaklı tungsten karbid frezin mikromotor ile düşük devirde 40.000 rpm hızda kullanıldığı grup.

Tablo 3.1. Çalışma grupları.

6A	6M20	6M40	12A	12M20	12M40
6 bıçak tungsten karbit frezin Aeratör ile kullanımı (360.000 devir)	6 bıçak tungsten karbit frezin mikromotor ile kullanımı (20.000 devir)	6 bıçak tungsten karbit frezin mikromotor ile kullanımı (40.000 devir)	12 bıçak tungsten karbit frezin Aeratör ile kullanımı (360.000 devir)	12 bıçak tungsten karbit frezin mikromotor ile kullanımı (20.000 devir)	12 bıçak tungsten karbit frezin mikromotor ile kullanımı (40.000 devir)

Akrilik bloklara sabitlenen dişler üzerine kod numaraları asetatlı kalem ile yazılmıştır. Mine yüzeyine herhangi bir dental uygulama yapılmadan, dişlerin başlangıç yüzey pürüzlülüğünün kantitatif incelemesi için Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan non-kontakt optik profilometre (Phase View Optik Profiler) cihazı kullanılmıştır. Akrilik blok içine sabitlenen dişlerin inceleme yapılacak vestibül yüzeyi, cihazın optik ucuna dik olacak şekilde cihaza yerleştirilmiştir. Dişler üzerinde bulunan plastik kılıflara açılan deliğin tam ortasında, 2.500 x 2.000 µm kesitindeki alan, profilometre cihazının optik ucu ile taranmış ve elde edilen pürüzlülük değerleri cihaza bağlı bir bilgisayar yardımı ile mikrometre seviyesinde kaydedilmiştir. Bu çalışmada Ra, Rq, Rt, Rz olmak üzere 4 farklı pürüzlülük parametresi kullanılmıştır.

Pürüzlülük ölçümü, cihazın seçilen yüzeyinin bir uçtan diğer uca kadar çapraz şekilde taranması ile yapılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazları, yüzeyin profilini grafik olarak çizmektedir. Uzun dalga boyları, pürüzlülük parametre değerini etkilediğinden, ölçümlere etkisinin önlenmesi tavsiye edilmektedir (201). Bu nedenle çalışmamızda ölçümlerin çok uzun dalga boyu içermemesine dikkat edilmiştir (Şekil 3.1). Elde edilen parametrik değerlerin güvenilirliğini arttırmak amacı ile ölçümler iki defa, farklı çapraz doğrultular üzerinde yapılmış ve ortalama alınarak tek bir değer elde edilmiştir (Uyguladığımız bu yönteme literatürde daha önce rastlanmamıştır).



Şekil 3.1. A,B. Elde edilen parametrik değerlerin güvenilirliğini arttırmak amacı ile yapılan iki farklı çapraz ölçüm, C. Çok uzun dalga boylarının etkisini önlenmek amacı ölçümden çıkartılması.

Örneklerin mine yüzeyinin işlem öncesi pürüzlülük değerlerinin kalitatif incelemesi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezi'nde taramalı elektron mikroskopu (Fei Quanta 250 Feg) ile yapılmıştır. Her gruptan 3'er adet diğ SEM ile incelenmek üzere rastgele seçilmiştir. Örneklerin kuru olmasından emin olunduktan sonra, her birine iletkenliği sağlamak amacı ile diğ yüzeyine ufak bir noktada temas edecek şekilde alüminyum kâğıt yerleştirilmiştir (Resim 3.16).



Resim 3.15. SEM ile incelenecek dişin iletkenliğini sağlamak amacı ile yerleştirilen alüminyum kâğıt.

3.2.5. Bonding işlemi

Bonding işlemi tüm dişlerde aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Tüm dişlerin bukkal ve palatinal yüzeyleri asitleme işlemi öncesinde diş yüzeyini örten plak ve organik artıkların elimine edilmesi amacı ile 10.000 rpm hızda flor içermeyen periodontal pat ile 10 sn. süresince temizlenmiştir. Temizleme işlemi sonrası dişler hava su spreyi ile iyice yıkanmış ve 20 sn. yağsız hava ile kurutulmuştur. Dişlerin üzerini örten plastik kılıflardaki delikler vasıtasıyla, açıkta kalan mine yüzeyine mavi jel formunda % 35'lik ortofosforik asit (Opal® Etch™) 30 sn. süre ile uygulanmıştır. Mine yüzeyindeki asit 15 sn. süresince basınçlı su ile yıkanmış ve bilinen buzlu mat beyaz görüntü elde edilene kadar kurutulmuştur.

Asitleme işlemi ardından mine yüzeyine ince bir tabaka primer (Opal® Seal Fluoride Releasing Primer and Sealant) uygulanmış ve VALO Ortho Cordless ışık cihazının Xtra Power modu ile 3 sn. (3200 mv/cm^2) boyunca ışınlanmıştır. Primer uygulanmasını takiben yapıştırıcı (Opal® Bond™ MV) uygulanmıştır. Plastik kılıfın 0,1 mm olan kalınlığı ve plastik kılıf üzerine açılmış olan deliğin alanı esas alınarak yapıştırıcı miktarı tüm örneklerde standardize edilmiştir. Daha sonra aynı şekilde ışınlanarak polimerize edilmiştir.

3.2.6. Termal Döngü

Adeziv rezin yapıştırıldıktan sonra örnekler 24 saat süre ile oda sıcaklığında distile suda bekletilmiştir. Sonrasında dişler üzerine yapıştırılan adeziv rezinin

yaklaşık 1 yıl (202) yaşlandırılması amacı ile Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi. Araştırma Laboratuvarı'nda termal döngü işlemi gerçekleştirilmiş, dişlere 6 günlük süre içerisinde 10.000 döngü olacak şekilde 5 ile 55 °C'de termal stres uygulanmıştır.

3.2.7. Adeziv rezinin uzaklaştırılması

Termal döngü işleminin ardından dişler 24 saat süre ile oda sıcaklığında distile suda bekletilmiştir. Dişler üzerine yapıştırılan adeziv rezini temizleme yöntemlerindeki tek farklılığın, kullanılan frezin türü ve döner aletin tur sayısı olması haricinde rezin temizleme işlemi her örnekte aynı yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Dişler üzerindeki adeziv rezin aynı araştırmacı tarafından, reflektör ışığı altında gözle görülür yapıştırıcı artığı kalmayınca kadar meziodistal yönde temizlenmiştir. Temizleme işlemi sırasında kullanılan frezin eskimesi ve etkinliğinin değişmesi ihtimalini elimine etmek amacı ile her diş için ayrı ve daha önce kullanılmamış frez kullanılmıştır. Her bir örnek için yapılan işlemin süresi ayrı ayrı saniye olarak dijital süre ölçer (Onstart 110 Kronometre - Geonate) ile kaydedilmiştir.

3.2.8. Diş yüzeyi son pürüzlülük değerinin belirlenmesi

Dişler üzerindeki adeziv rezinin uzaklaştırılmasının ardından ikinci ve son yüzey pürüzlülüğünün kantitatif incelemesi için Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan non-kontakt optik profilometre (Phase View Optik Profiler) cihazı kullanılmıştır. SEM incelemesi yapılan 3'er adet diştan oluşan örnek grubunun, ikinci ve son defa mine yüzeyinin pürüzlülük değerlerinin kalitatif incelemesi İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezinde taramalı elektron mikroskopu (Fei Quanta 250 Feg) ile yapılmıştır.

3.2.9. İstatistiksel değerlendirme

Çalışmada istatistiksel analizler MedCalc Statistical Software version 12.7.7 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium; <http://www.medcalc.org>; 2013) programı kullanılarak, Biyoistatistik Uzmanı Dr. Arzu BAYGÜL tarafından gerçekleştirilmiştir (Bkz. EK-2).

Sürekli değişkenleri tanımlamak için deskriptif istatistikler (ortalama, standart sapma, minimum, medyan, maksimum) kullanılmıştır. Bağımsız ve normal dağılıma uymayan ikiden fazla gruba ait sürekli değişkenlerin karşılaştırması Kruskal Wallis testi ile yapılmıştır. Bağımsız ve normal dağılıma uygunluk göstermeyen iki değişkenin karşılaştırması Mann Whitney U testi ile yapılmıştır. Bağımlı ve normal dağılıma uygun olmayan iki sürekli değişken arasındaki ilişki Wilcoxon Signed Rank test ile incelenmiştir. Normal dağılıma uygunluk göstermeyen iki sürekli değişkenin korelasyonu için Spearman's rho korelasyon analizi yapılmıştır. İki sürekli ölçümün tekrarlanabilirliğinin değerlendirilmesinde Sınıf içi korelasyon (ICC) katsayısı kullanılmıştır. İstatistiksel önemlilik düzeyi 0,05 olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışma 6 gruptan oluşan toplamda 60 adet diş üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın birinci aşamasında herhangi bir işlem uygulanmamış dişlerin mine yüzeylerinin pürüzlülük ölçümleri kantitatif olarak optik profilometre ile yapılmıştır. Optik profilometre ile yapılan analizde iki farklı düzlem üzerinden pürüzlülük analizi yapıp bu değerlerin ortalaması dikkate alınmıştır. Kalitatif değerlendirme için her gruptan rastgele 3'er adet dişin 100x, 500x, 1000x ve 2000x büyütmelerinde görüntüleri SEM ile elde edilmiştir. Başlangıç pürüzlülük analizleri tamamlanan dişlerin mine yüzeyine adeziv rezinin bondingi gerçekleştirilmiştir ve örnekler termal döngü cihazı ile yaklaşık 1 yıla denk gelecek şekilde yaşlandırılmıştır. Sonrasında mine yüzeyinde bulunan adeziv rezin 6 farklı yöntem ile aynı araştırmacı tarafından, reflektör ışığı altında gözle görülür yapıştırıcı artığı kalmayıncaya kadar meziodistal yönde temizlenmiştir. Adeziv rezin temizlemek için harcanan süreler saniye olarak dijital süreölçer yardımı ile kaydedilmiştir. Resin artıklarının temizlenmesi için 6 bıçak tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) kullanıldığı örnekler 'Grup 1/ 6A', mikromotor ile 20.000 rpm devirde kullanıldığı örnekler 'Grup 2/ 6M20', mikromotor ile 40.000 rpm devirde kullanıldığı örnekler 'Grup 3/ 6M40' olarak tanımlanmıştır. 12 bıçak tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) kullanıldığı örnekler 'Grup 4/ 12A', mikromotor ile 20.000 rpm devirde kullanıldığı örnekler 'Grup 5/ 12M20', mikromotor ile 40.000 rpm devirde kullanıldığı örnekler ise 'Grup 6/ 12M40' olarak tanımlanmıştır. Adeziv rezinin temizlenmesinin ardından dişlerin mine yüzeylerinin ikinci ve son pürüzlülük ölçümleri kantitatif olarak optik profilometre ile yapılmıştır. Kalitatif değerlendirme için her gruptan daha önce birinci ölçümleri yapılan 3'er adet dişin SEM ile görüntüleri tekrar alınmıştır.

4.1. Mine Yüzey Pürüzlülüğü

Araştırma kapsamındaki gruplarda yer alan örneklerin, herhangi bir işlem uygulanmadan önce ve adeziv rezin temizlendikten sonra elde edilen mine yüzeyi Ra, Rq, Rt ve Rz pürüzlülük parametrelerinin deskriptif istatistik (ortalama, minimum, medyan, maksimum) değerleri ve rezin temizleme işlemi sırasında harcanan sürelerin ortalama değerleri Tablo 4.1’ de verilmiştir.

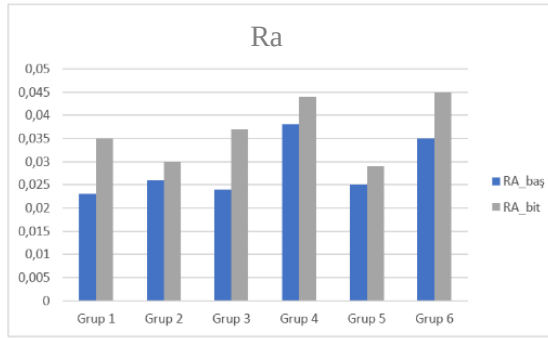
Tablo 4.1. Parametrelerin dağılımı.

		N	Ort.	Medyan	St.Sapma	Min.	Maks.
Yüzey pürüzlülüğü İşlem uygulama öncesi	Ra	60	0,029	0,026	0,014	0,015	0,098
	Rq	60	0,038	0,033	0,021	0,018	0,149
	Rt	60	0,243	0,199	0,158	0,104	1,03
	Rz	60	0,129	0,112	0,069	0,057	0,493
Yüzey pürüzlülüğü İşlem uygulama sonrası	Ra	60	0,038	0,034	0,014	0,02	0,10
	Rq	60	0,051	0,047	0,019	0,024	0,146
	Rt	60	0,372	0,343	0,147	0,125	0,774
	Rz	60	0,171	0,161	0,056	0,077	0,402
İşlem süresi (sn.)		60	23,1	20,8	10,5	10,9	59,4

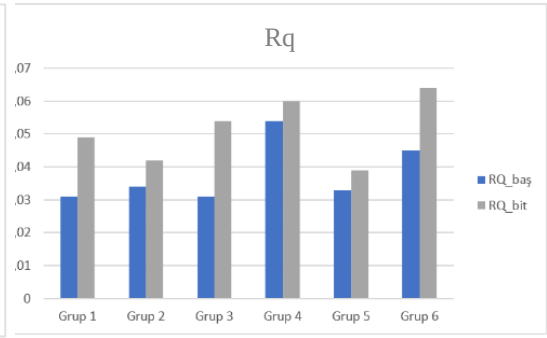
Tablo 4.1 incelendiğinde herhangi bir işlem uygulanmamış örneklerde mine yüzey pürüzlülüğü için Ra ortalaması $0,029 \pm 0,014$, Rq ortalaması $0,038 \pm 0,021$, Rt ortalaması $0,243 \pm 0,158$ ve Rz ortalaması $0,129 \pm 0,069$ bulunmuştur. İşlem uygulandıktan sonra mine yüzey pürüzlülüğü için Ra ortalaması $0,038 \pm 0,014$, Rq ortalaması $0,051 \pm 0,019$, Rt ortalaması $0,372 \pm 0,147$ ve Rz ortalaması $0,171 \pm 0,056$ bulunmuştur. Tüm parametrelerde işlem uygulama sonrası artış gözlenmiştir. Harcanan rezin temizleme işlem süresi ortalama $23,1 \pm 10,5$ sn.dir.

Pürüzlülük parametrelerinin ve işlem süresinin gruplara göre karşılaştırılması Kruskal Wallis testi ile yapılmıştır. 0,05’e eşit veya daha düşük p değeri önemli kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.2’de verilmiştir. Verilen değerlerin daha kolay anlaşılabilmesi için Ra, Rq, Rt, Rz pürüzlülük parametreleri temel alınarak Şekil 4.1-4.4 hazırlanmıştır. Söz konusu şekillerde işlem uygulama öncesi pürüzlülük parametreleri ‘başlangıç ölçüm’ adı altında özetlenmiş ve kısaca örnek olarak ‘Ra_baş.’ kısaltması ile gösterilmiştir. İşlem sonrası pürüzlülük parametreleri ‘bitim ölçümü’ adı altında özetlenmiş ve kısaca örnek olarak ‘Ra_bit.’ kısaltması ile gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlarda işlem uygulama öncesi Ra, Rq ve Rz parametrelerinin gruplar arası karşılaştırmalarında istatistiksel olarak önemli fark

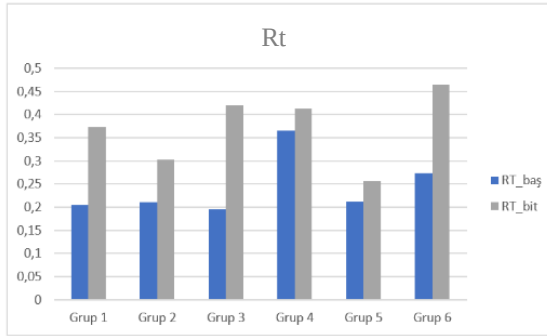
bulunurken R_t parametresinin dağılımında gruplar arası önemli farklılık bulunmamıştır. İşlem uygulama sonrası R_a , R_q , R_t ve R_z pürüzlülük parametrelerinde gruplar arası istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. Ardından, farklı olan parametre çiftlerini karşılaştırmak için Post-Hoc ikili karşılaştırma testi (Mann-Whitney U $p < 0,003$ Bonferroni düzeltmesi) uygulanmıştır (Tablo 4.3).



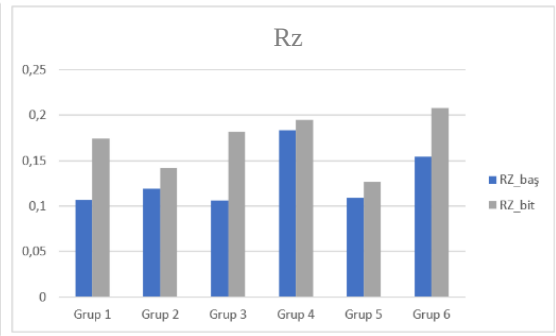
Şekil 4.1. R_a parametresinin gruplara göre karşılaştırması.



Şekil 4.2. R_q parametresinin gruplara göre karşılaştırması.



Şekil 4.3. R_t parametresinin gruplara göre karşılaştırması.



Şekil 4.4. R_z parametresinin gruplara göre karşılaştırması.

Tablo 4.2. Gruplara göre pürüzlülük parametrelerin karşılaştırılması.

		6A	6M20	6M40	12A	12M20	12M40	p
		Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	
Yüzey pürüzlülüğü İşlem uygulama öncesi	Ra	0,023 $\pm$ 0,007 0,024 (0,015-0,038)	0,026 $\pm$ 0,003 0,027 (0,022-0,032)	0,024 $\pm$ 0,005 0,023 (0,017-0,033)	0,038 $\pm$ 0,029 0,025 (0,021-0,098)	0,025 $\pm$ 0,002 0,025 (0,022-0,029)	0,035 $\pm$ 0,013 0,031 (0,028-0,069)	0,002*
	Rq	0,031 $\pm$ 0,013 0,031 (0,018-0,063)	0,034 $\pm$ 0,005 0,034 (0,028-0,041)	0,031 $\pm$ 0,006 0,029 (0,021-0,041)	0,054 $\pm$ 0,045 0,033 (0,026-0,149)	0,033 $\pm$ 0,005 0,033 (0,027-0,046)	0,045 $\pm$ 0,014 0,04 (0,034-0,084)	0,005*
	Rt	0,204 $\pm$ 0,124 0,169 (0,104-0,508)	0,210 $\pm$ 0,067 0,179 (0,149-0,357)	0,196 $\pm$ 0,059 0,197 (0,113-0,313)	0,365 $\pm$ 0,316 0,238 (0,128-1,03)	0,212 $\pm$ 0,105 0,165 (0,121-0,486)	0,273 $\pm$ 0,078 0,267 (0,166-0,409)	0,091*
	Rz	0,107 $\pm$ 0,046 0,104 (0,057-0,215)	0,119 $\pm$ 0,018 0,115 (0,098-0,153)	0,106 $\pm$ 0,026 0,102 (0,066-0,148)	0,183 $\pm$ 0,144 0,123 (0,087-0,493)	0,109 $\pm$ 0,022 0,106 (0,087-0,169)	0,154 $\pm$ 0,044 0,145 (0,106-0,264)	0,008*
	Ra	0,035 $\pm$ 0,01 0,033 (0,02-0,06)	0,03 $\pm$ 0,004 0,029 (0,03-0,04)	0,037 $\pm$ 0,004 0,039 (0,03-0,04)	0,044 $\pm$ 0,026 0,035 (0,02-0,10)	0,029 $\pm$ 0,005 0,03 (0,02-0,03)	0,045 $\pm$ 0,015 0,04 (0,03-0,09)	0,001*
Yüzey pürüzlülüğü İşlem uygulama sonrası	Rq	0,049 $\pm$ 0,014 0,049 (0,029-0,077)	0,042 $\pm$ 0,005 0,043 (0,034-0,048)	0,054 $\pm$ 0,007 0,052 (0,043-0,065)	0,06 $\pm$ 0,035 0,05 (0,028-0,146)	0,039 $\pm$ 0,008 0,039 (0,025-0,056)	0,064 $\pm$ 0,019 0,058 (0,047-0,112)	<0,001*
	Rt	0,373 $\pm$ 0,107 0,375 (0,134-0,559)	0,302 $\pm$ 0,078 0,288 (0,173-0,424)	0,420 $\pm$ 0,167 0,413 (0,125-0,712)	0,413 $\pm$ 0,159 0,365 (0,253-0,774)	0,256 $\pm$ 0,096 0,229 (0,162-0,516)	0,465 $\pm$ 0,163 0,449 (0,261-0,707)	0,003*
	Rz	0,174 $\pm$ 0,042 0,165 (0,097-0,234)	0,142 $\pm$ 0,021 0,141 (0,115-0,18)	0,182 $\pm$ 0,031 0,172 (0,147-0,245)	0,195 $\pm$ 0,091 0,161 (0,113-0,402)	0,127 $\pm$ 0,026 0,127 (0,077-0,181)	0,208 $\pm$ 0,053 0,211 (0,121-0,321)	0,001*
	İşlem süresi (sn.)	24,05 $\pm$ 7,7 22,3 (10,9-38,7)	38,9 $\pm$ 13,1 40,9 (20,2-59,4)	23,2 $\pm$ 5,2 22,1 (18,7-35,8)	12,8 $\pm$ 1,8 12,3 (11,1-16,4)	23,3 $\pm$ 2,3 23,4 (20,0-27,1)	16,3 $\pm$ 3,4 16,1 (12,7-23,7)	<0,001*

*Kruskal Wallis p

4.1.1. Araştırma kapsamındaki grupların işlem uygulama öncesi pürüzlülük değerlerinin incelenmesi

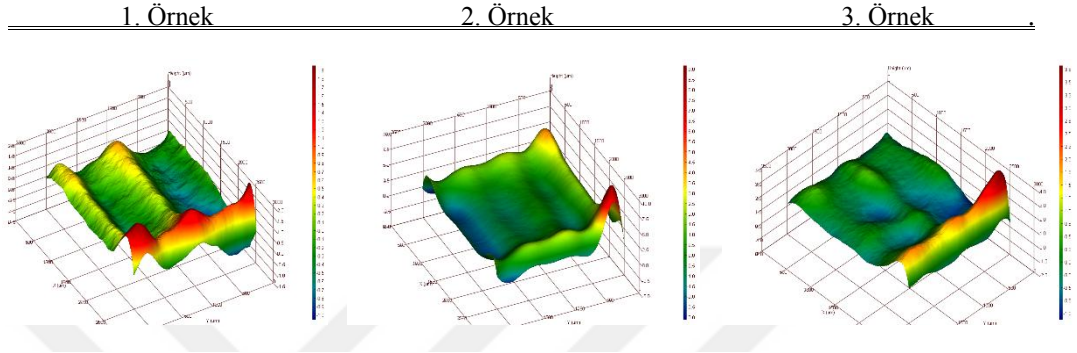
Herhangi bir işlem uygulanmamış örneklerin pürüzlülük parametrelerinin gruplara göre karşılaştırması Tablo 4.2’de, parametrelerin ikili karşılaştırmaları ise Tablo 4.3’de görülmektedir. Tablo 4.2 incelendiğinde 12A grubunun işlem uygulama öncesi mine yüzeyi pürüzlülük değeri 12M40 grubu ile yakın olmakla birlikte en yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte işlem uygulama öncesi Ra_baş., Rq_baş. ve Rz_baş. parametrelerinin gruplar arası karşılaştırmalarında istatistiksel olarak önemli fark bulunurken Rt_baş. parametresinin dağılımında gruplar arası önemli fark bulunmamıştır. Ardından farklı olan parametre çiftlerini karşılaştırmak için Post-Hoc ikili karşılaştırma testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.3’de verilmiştir. Tablo 4.3 incelendiğinde işlem öncesi Ra_baş. değerlerinin dağılımı açısından; 6A ve 12M40, 6M20 ve 12M40, 6M40 ve 12M40, 12M20 ve 12M40 ikili grupları arasında istatistiksel önemli farklılık vardır. İşlem öncesi Rq_baş. değerlerinin dağılımı açısından; 6A ve 12M40, 6M40 ve 12M40, 12M20 ve 12M40 ikili grupları arasında istatistiksel önemli farklılık vardır. Rz_baş. parametresi gruplara göre dağılım açısından istatistiksel olarak önemli çıkarken Post-Hoc ikili karşılaştırma sonuçlarına göre ikili gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur.

Tablo 4.3. Post-Hoc. ikili karşılaştırma.

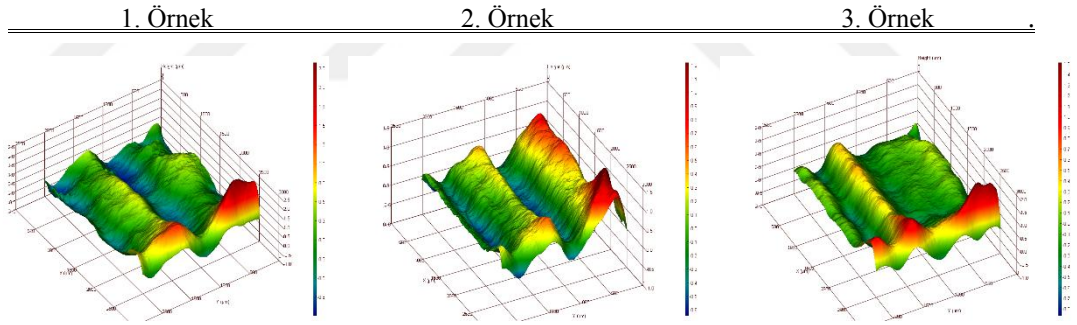
	Ra_baş.	Rq_baş.	Rz_baş.	Ra_bit.	Rq_bit.	Rt_bit.	Rz_bit.
6A-6M20	0,089*	0,143*	0,218*	0,436*	0,190*	0,063*	0,063*
6A-6M40	0,796*	0,796*	0,684*	0,165*	0,247*	0,529*	0,579*
6A-12A	0,143*	0,089*	0,075*	0,631*	0,739*	0,853*	1,00*
6A-12M20	0,247*	0,280*	0,912*	0,280*	0,063*	0,015*	0,005*
6A-12M40	<0,003*	<0,003*	0,009*	0,035*	0,043*	0,315*	0,143*
6M20-6M40	0,165*	0,247*	0,190*	0,007*	<0,003*	0,063*	0,007*
6M20-12A	0,912*	1,00*	0,353*	0,247*	0,143*	0,089*	0,165*
6M20-12M20	0,529*	0,631*	0,089*	0,631*	0,315*	0,075*	0,218*
6M20-12M40	<0,003*	0,009*	0,035*	<0,003*	<0,003*	0,009*	<0,003*
6M40-12A	0,165*	0,143*	0,165*	0,684*	0,739*	0,739*	0,579*
6M40-12M20	0,315*	0,436*	0,739*	<0,003*	<0,003*	0,011*	<0,003*
6M40-12M40	<0,003*	<0,003*	0,004*	0,063*	0,143*	0,853*	0,165*
12A-12M20	0,631*	0,436*	0,043*	0,043*	0,052*	<0,003*	0,035*
12A -12M40	0,023*	0,063*	0,190*	0,190*	0,190*	0,481*	0,190*
12M20-12M40	<0,003*	<0,003*	0,003*	<0,003*	<0,003*	<0,003*	<0,003*

*Mann-Whitney U p

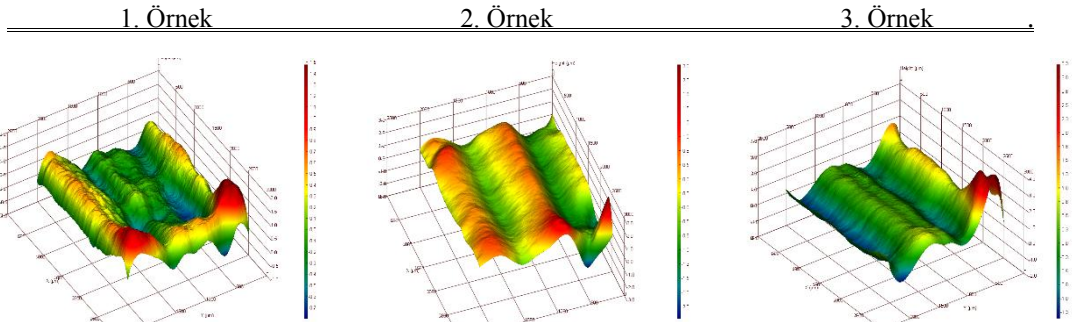
İşlem uygulanmamış örneklerin yüzey pürüzlülüklerinin görsel olarak değerlendirilmesi için her gruptan 3 farklı örneğin profilometrik 3 boyutlu görüntüleri 1. Gruptan 6. Gruba kadar sırası ile Şekil 4.5-4.10'da verilmiştir. Gruplara ait tüm örneklerin işlem öncesi ve sonrası 3 boyutlu profilometrik görüntüleri Şekil 4.27'de görülmektedir.



Şekil 4.5. 6A grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.



Şekil 4.6. 6M20 grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.

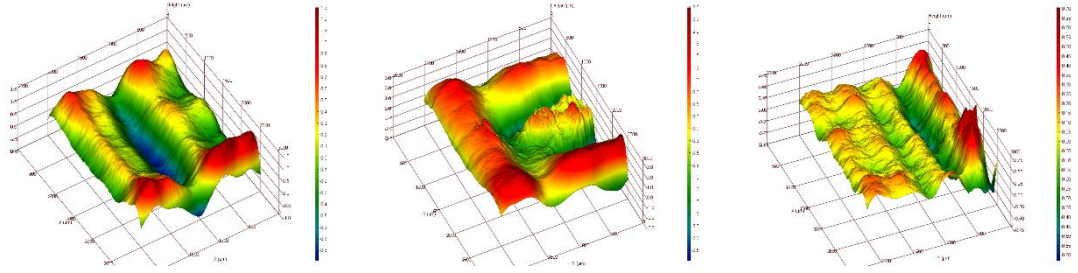


Şekil 4.7. 6M40 grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.

1. Örnek

2. Örnek

3. Örnek

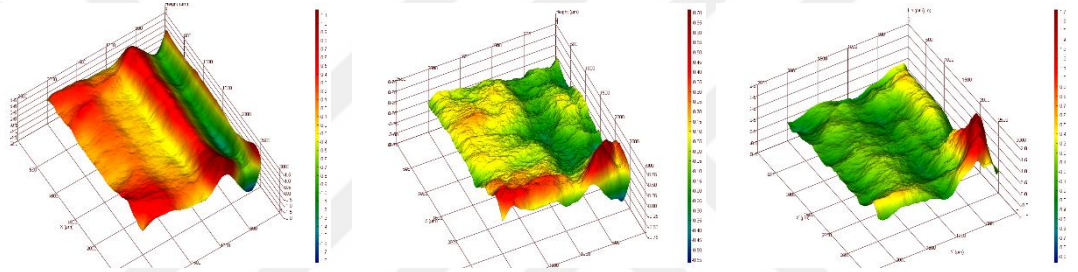


Şekil 4.8. 12A grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.

1. Örnek

2. Örnek

3. Örnek

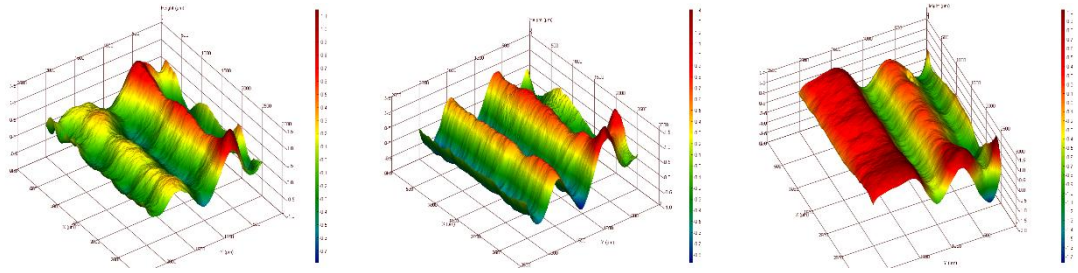


Şekil 4.9. 12M20 grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.

1. Örnek

2. Örnek

3. Örnek



Şekil 4.10. 12M40 grubunun soldan sağa doğru sırasıyla örnek 1, 2 ve 3'ün profilometrik 3 boyutlu görüntüleri.

4.1.2. Araştırma kapsamındaki grupların işlem uygulama sonrası pürüzlülük değerlerinin incelenmesi

Araştırma kapsamındaki grupların işlem uygulama sonrası pürüzlülük parametrelerinin gruplara göre karşılaştırması Tablo 4.2’de, parametrelerin ikili karşılaştırmaları ise Tablo 4.3’de görülmektedir. Tablo 4.2 incelendiğinde 12M40 grubunun işlem uygulama sonrası mine yüzey pürüzlülük değeri 12A grubu ile yakın olmakla birlikte en yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte işlem uygulama sonrası Ra_bit., Rq_bit., Rt_bit. ve Rz_bit. pürüzlülük parametrelerinde gruplar arası istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. Ardından, farklı olan parametre çiftlerini karşılaştırmak için Post-Hoc ikili karşılaştırma testi uygulanmıştır. İstatistiksel olarak önemli fark bulunan parametreler ve gruplar aşağıdaki gibidir;

Ra_bit. pürüzlülük parametresi için; 6M20, 12M40

6M40, 12M20

12M20, 12M40

Rq_bit. pürüzlülük parametresi için; 6M20, 6M40

6M20, 12M40

6M40, 12M20

12M20, 12M40

Rt_bit. pürüzlülük parametresi için; 12A, 12M20

12M20, 12M40

Rz_bit. pürüzlülük parametresi için; 12M40, 6M20

6M40, 12M20

12M40, 12M20

4.1.3. Araştırma kapsamındaki grupların işlem uygulama sonrası pürüzlülük değerlerinde meydana gelen değişikliklerin incelenmesi

Diş yüzeyine bondingi gerçekleştirilen adeziv rezinin farklı yöntemlerle mine yüzeyinden tamamen temizlenmesinin ardından gruplara göre meydana gelen pürüzlülük değişiminin analizi Kruskal Wallis p testi ile yapılmıştır. 0,05'e eşit veya daha düşük p değeri önemli kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.4'de verilmiştir. Pürüzlülük değişiminin değerlendirilmesi amacı ile ΔR_a , ΔR_q , ΔR_t , ΔR_z parametreleri kullanılmıştır. Parametreler mine yüzeyi pürüzlülük değişiminin ifadesi olarak ' Δ ' ile gösterilmektedir. Pürüzlülük değişim değerleri belirlenirken mine yüzeyinin işlem uygulama sonrası pürüzlülük değeri ile işlem uygulama öncesi değerinin farkı alınmıştır. Oluşan değişimin daha iyi anlaşılabilmesi için tabloda ayrıca yüzde olarak ifade edilmiştir Söz konusu parametrelerin pozitif olması pürüzlülük değerinde artış, negatif olması ise azalış olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 4.4 incelendiğinde tüm parametrelerde pürüzlülüğün arttığı görülmektedir. ΔR_a parametresi dikkate alındığında 6M40 grubunun pürüzlülük artışı 6A grubu ile yakın olmakla birlikte en yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte ΔR_a , ΔR_q , ΔR_z parametrelerinin gruplara göre dağılımında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. ΔR_t parametresinin gruplara göre dağılımında ise istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır. Ardından, farklı olan parametre çiftlerini karşılaştırmak için Post-Hoc ikili karşılaştırma testi (Mann-Whitney U $p < 0,003$ Bonferroni düzeltmesi) uygulanmıştır. Elde edilen veriler Tablo 4.5'de verilmiştir. Tablo 4.5 incelendiğinde ΔR_a , ve ΔR_q parametreleri için 6M40 grubunun mine yüzeyi pürüzlülük değişimi; 6M20 ve 12M20 grubundan istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. ΔR_z parametresinde gruplara göre dağılım açısından istatistiksel olarak fark bulunmuş olmasına rağmen Post-Hoc ikili karşılaştırma sonuçlarına göre ikili gruplar arasında önemli farklılık bulunmamıştır.

Tablo 4.4. Gruplara göre mine yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük değişiminin karşılaştırması.

		6A	6M20	6M40	12A	12M20	12M40	p
		Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	
Yüzey pürüzlülüğü (İşlem uygulama öncesi-İşlem uygulama sonrası)	ΔRa	0,012 $\pm$ 0,007 0,01 (0-0,02)	0,004 $\pm$ 0,003 0,004 (0-0,01)	0,013 $\pm$ 0,005 0,012 (0,01-0,02)	0,005 $\pm$ 0,009 0,007 (-0,01-0,02)	0,004 $\pm$ 0,005 0,005 (-0,01-0,01)	0,009 $\pm$ 0,005 0,01 (0-0,02)	<0,001*
		0,018 $\pm$ 0,01 0,019 (0-0,04)	0,007 $\pm$ 0,004 0,006 (0-0,01)	0,022 $\pm$ 0,01 0,024 (0,01-0,04)	0,006 $\pm$ 0,019 0,01 (-0,04-0,03)	0,006 $\pm$ 0,009 0,007 (-0,01-0,02)	0,019 $\pm$ 0,009 0,02 (0-0,03)	
	ΔRq	0,168 $\pm$ 0,165 0,219 (-0,09-0,46)	0,09 $\pm$ 0,116 0,09 (-0,07-0,25)	-0,224 $\pm$ 0,18 0,24 (-0,04-0,51)	0,048 $\pm$ 0,235 0,09 (-0,46-0,31)	0,04 $\pm$ 0,124 0,048 (-0,22-0,29)	0,19 $\pm$ 0,127 0,18 (0,02-0,42)	0,095*
		0,06 $\pm$ 0,05 0,08 (-0,02-0,16)	0,023 $\pm$ 0,02 0,018 (0-0,07)	-0,08 $\pm$ 0,049 0,06 (0,01-0,15)	0,012 $\pm$ 0,08 0,024 (-0,2-0,11)	0,017 $\pm$ 0,03 0,02 (-0,04-0,07)	0,05 $\pm$ 0,03 0,06 (0-0,1)	
	ΔRz	0,06 $\pm$ 0,05 0,08 (-0,02-0,16)	0,023 $\pm$ 0,02 0,018 (0-0,07)	-0,08 $\pm$ 0,049 0,06 (0,01-0,15)	0,012 $\pm$ 0,08 0,024 (-0,2-0,11)	0,017 $\pm$ 0,03 0,02 (-0,04-0,07)	0,05 $\pm$ 0,03 0,06 (0-0,1)	0,015*
		0,06 $\pm$ 0,05 0,08 (-0,02-0,16)	0,023 $\pm$ 0,02 0,018 (0-0,07)	-0,08 $\pm$ 0,049 0,06 (0,01-0,15)	0,012 $\pm$ 0,08 0,024 (-0,2-0,11)	0,017 $\pm$ 0,03 0,02 (-0,04-0,07)	0,05 $\pm$ 0,03 0,06 (0-0,1)	
	%	ΔRa	52,2 $\uparrow$	15,4 $\uparrow$	54,2 $\uparrow$	13,1 $\uparrow$	16,0 $\uparrow$	25,7 $\uparrow$
		ΔRq	58,1 $\uparrow$	20,6 $\uparrow$	70,9 $\uparrow$	11,1 $\uparrow$	18,2 $\uparrow$	42,2 $\uparrow$
		ΔRt	82,3 $\uparrow$	42,8 $\uparrow$	11,4 $\downarrow$	13,1 $\uparrow$	18,9 $\uparrow$	69,6 $\uparrow$
		ΔRz	56,1 $\uparrow$	19,3 $\uparrow$	75,5 $\downarrow$	6,6 $\uparrow$	15,6 $\uparrow$	32,5 $\uparrow$

*Kruskal Wallis p

Tablo 4.5. Post-Hoc ikili karşılaştırma analizi.

	ΔR_a	ΔR_q	ΔR_z
6A-6M20	0,003*	0,003*	0,043*
6A-6M40	0,796*	0,436*	0,912*
6A-12A	0,052*	0,063*	0,143*
6A-12M20	0,007*	0,009*	0,043*
6A-12M40	0,436*	0,739*	0,529*
6M20-6M40	<0,003*	<0,003*	0,005*
6M20-12A	0,218*	0,393*	0,796*
6M20-12M20	0,739*	0,796*	0,912*
6M20-12M40	0,019*	0,003*	0,043*
6M40-12A	0,015*	0,035*	0,029*
6M40-12M20	<0,003*	<0,003*	0,005*
6M40-12M40	0,353*	0,684*	0,579*
12A-12M20	0,529*	0,579*	0,684*
12A -12M40	0,218*	0,089*	0,143*
12M20-12M40	0,052*	0,009*	0,052*

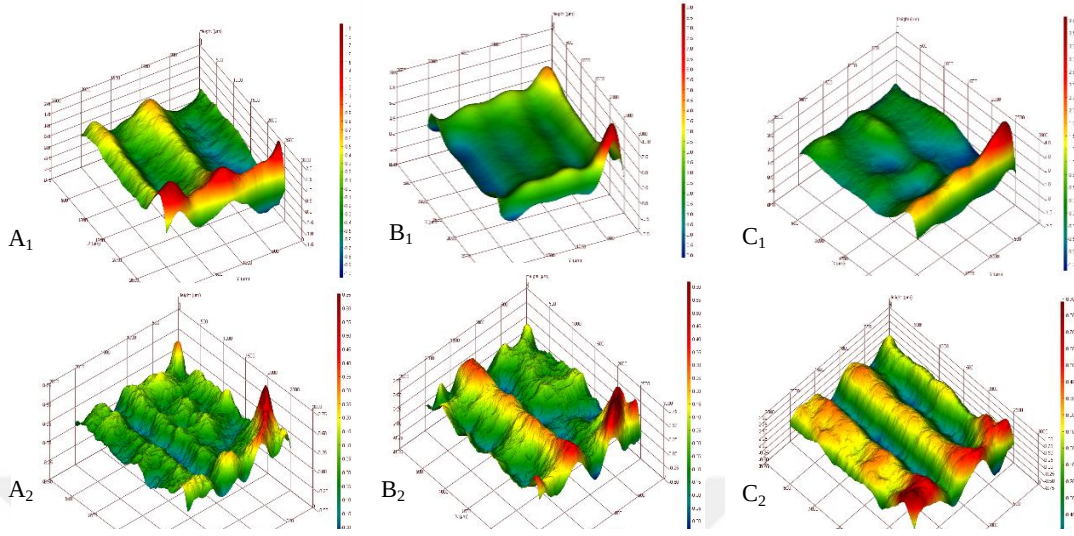
*Mann-Whitney U p

Meydana gelen pürüzlülük değişiminin grup içi karşılaştırması Wilcoxon Signed Rank test ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.6'de verilmiştir. İşlem uygulanmış mine yüzeylerinin pürüzlülük değişimi değerlendirildiğinde R_a , R_q , R_z ve R_t pürüzlülük parametreleri tüm gruplarda artış göstermiştir. R_a parametresi dikkate alınarak yapılan pürüzlülük değerlendirmesi için rezin temizleme işlemi sonrası 6A, 6M20, 6M40, 12M20 ve 12M40 gruplarının mine yüzey pürüzlülüğündeki artış istatistiksel olarak önemli farklılık gösterirken. 12A grubunun mine yüzey pürüzlülüğündeki artış önemli bulunmamıştır. R_q , R_t ve R_z parametreleri dikkate alınarak yapılan pürüzlülük değerlendirmesi için rezin temizleme işlemi sonrası 6A, 6M20, 6M40 ve 12M40 grubunun mine yüzey pürüzlülüğündeki artış istatistiksel olarak önemli farklılık gösterirken 12A ve 12M20 grubunun mine yüzey pürüzlülüğündeki artış önemli bulunmamıştır.

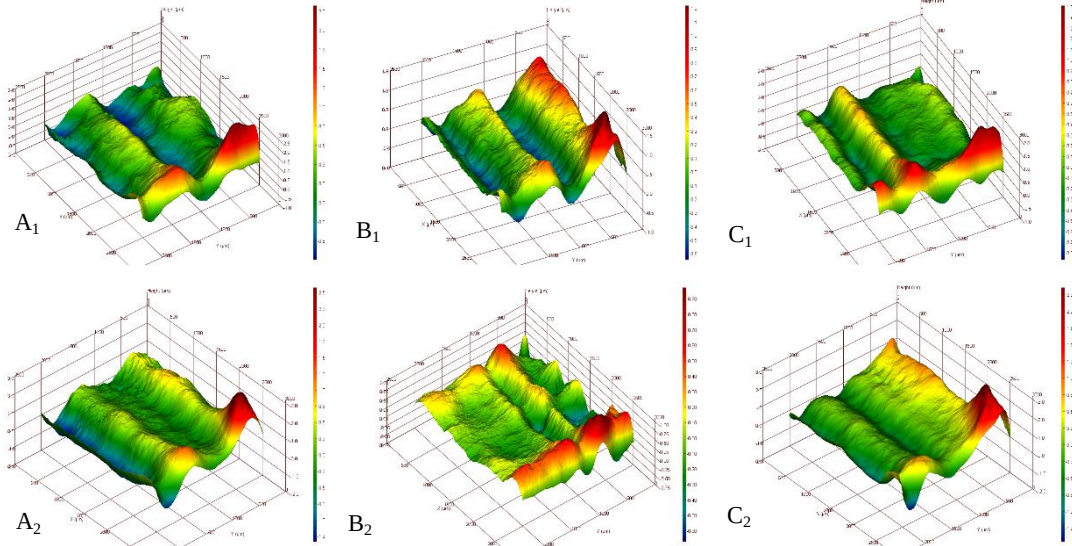
Tablo 4.6. İşlem uygulanan mine yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük değişiminin grup içi karşılaştırması.

		Ra_baş	Ra_bit	p	Rq_baş	Rq_bit	p
		Ort. ± Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. ± Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)		Ort. ± Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	Ort. ± Std.Sapma Med. (Min.-Maks.)	
Grup	6A	0,023±0,007 0,024 (0,015-0,038)	0,035±0,01 0,033 (0,02-0,06)	0,007*	0,031±0,013 0,031 (0,018-0,063)	0,049±0,014 0,049 (0,029-0,077)	0,007*
	6M20	0,026±0,003 0,027 (0,022-0,032)	0,03±0,004 0,029 (0,03-0,04)	0,009*	0,034±0,005 0,034 (0,028-0,041)	0,042±0,005 0,043 (0,034-0,048)	0,005*
	6M40	0,024±0,005 0,023 (0,017-0,033)	0,037±0,004 0,039 (0,03-0,04)	0,005*	0,031±0,006 0,029 (0,021-0,041)	0,054±0,007 0,052 (0,043-0,065)	0,005*
	12A	0,038±0,029 0,025 (0,021-0,098)	0,044±0,026 0,035 (0,02-0,10)	0,114*	0,054±0,045 0,033 (0,026-0,149)	0,06±0,035 0,05 (0,028-0,146)	0,139*
	12M20	0,025±0,002 0,025 (0,022-0,029)	0,029±0,005 0,03 (0,02-0,03)	0,047*	0,033±0,005 0,033 (0,027-0,046)	0,039±0,008 0,039 (0,025-0,056)	0,059*
	12M40	0,035±0,013 0,031 (0,028-0,069)	0,045±0,015 0,04 (0,03-0,09)	0,005*	0,045±0,014 0,04 (0,034-0,084)	0,064±0,019 0,058 (0,047-0,112)	0,005*
Grup	6A	0,204±0,124 0,169 (0,104-0,508)	0,373±0,107 0,375 (0,134-0,559)	0,022*	0,107±0,046 0,104 (0,057-0,215)	0,174±0,042 0,165 (0,097-0,234)	0,013*
	6M20	0,210±0,067 0,179 (0,149-0,357)	0,302±0,078 0,288 (0,173-0,424)	0,047*	0,119±0,018 0,115 (0,098-0,153)	0,142±0,021 0,141 (0,115-0,18)	0,005*
	6M40	0,196±0,059 0,197 (0,113-0,313)	0,420±0,167 0,413 (0,125-0,712)	0,009*	0,106±0,026 0,102 (0,066-0,148)	0,182±0,031 0,172 (0,147-0,245)	0,005*
	12A	0,365±0,316 0,238 (0,128-1,03)	0,413±0,159 0,365 (0,253-0,774)	0,285*	0,183±0,144 0,123 (0,087-0,493)	0,195±0,091 0,161 (0,113-0,402)	0,139*
	12M20	0,212±0,105 0,165 (0,121-0,486)	0,256±0,096 0,229 (0,162-0,516)	0,074*	0,109±0,022 0,106 (0,087-0,169)	0,127±0,026 0,127 (0,077-0,181)	0,114*
	12M40	0,273±0,078 0,267 (0,166-0,409)	0,465±0,163 0,449 (0,261-0,707)	0,005*	0,154±0,044 0,145 (0,106-0,264)	0,208±0,053 0,211 (0,121-0,321)	0,007*

* Wilcoxon p<0,05



Şekil 4.11. A₁, A₂. 6A grubu örnek 1'in işlem öncesi (A₁) ve işlem sonrası (A₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; B₁, B₂. 6A grubu örnek 2'nin işlem öncesi (B₁) ve işlem sonrası (B₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; C₁, C₂. 6A grubu örnek 3'ün işlem öncesi (C₁) ve işlem sonrası (C₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü.

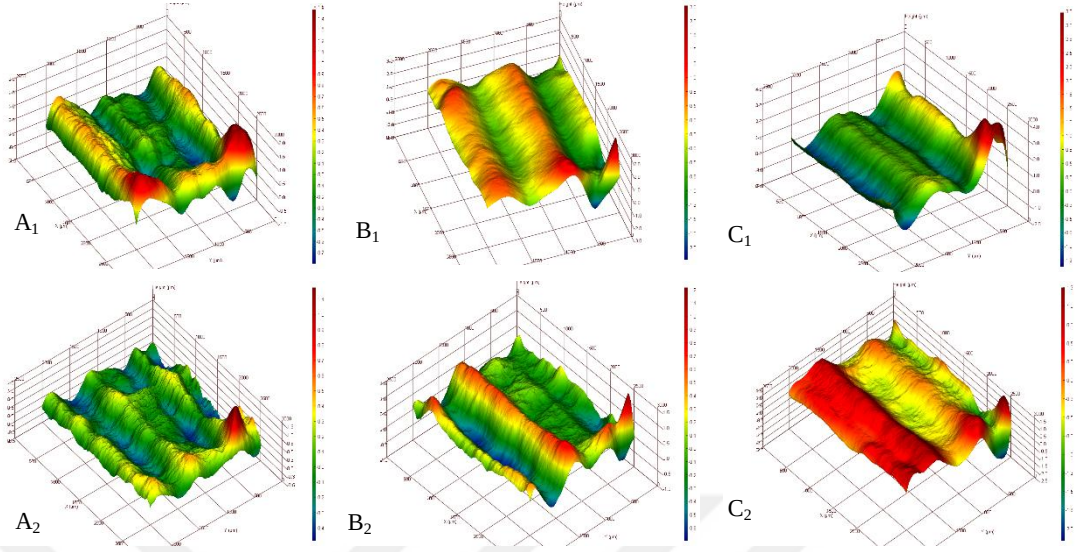


Şekil 4.12. A₁, A₂. 6M20 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A₁) ve işlem sonrası (A₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; B₁, B₂. 6M20 grubu örnek 2'nin işlem öncesi (B₁) ve işlem sonrası (B₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; C₁, C₂. 6M20 grubu örnek 3'ün işlem öncesi (C₁) ve işlem sonrası (C₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü.

1. Örnek

2. Örnek

3. Örnek

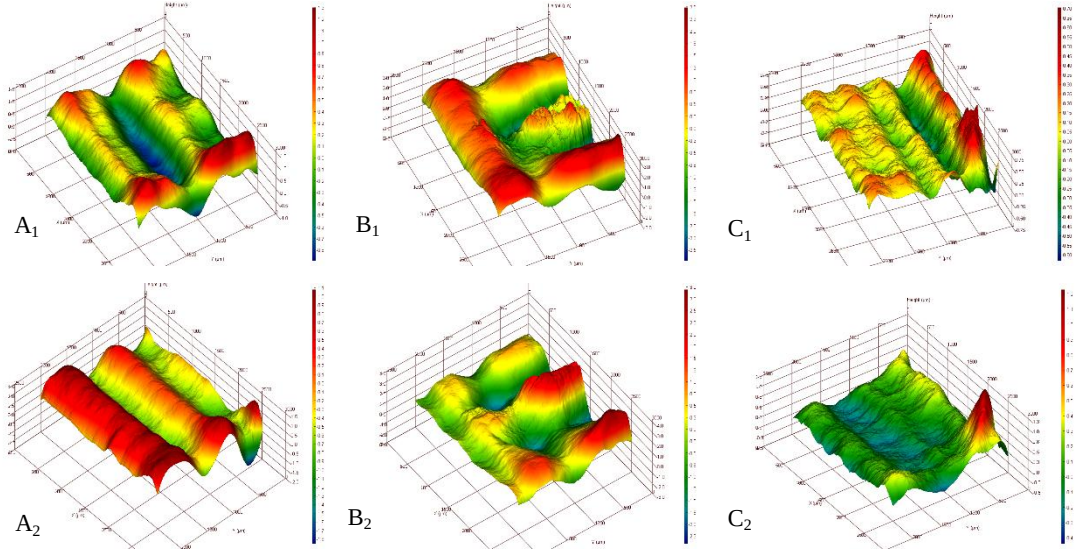


Şekil 4.13. A₁, A₂. 6M40 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A₁) ve işlem sonrası (A₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; B₁, B₂. 6M40 grubu örnek 2'nin işlem öncesi (B₁) ve işlem sonrası (B₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; C₁, C₂. 6M40 grubu örnek 3'ün işlem öncesi (C₁) ve işlem sonrası (C₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü.

1. Örnek

2. Örnek

3. Örnek

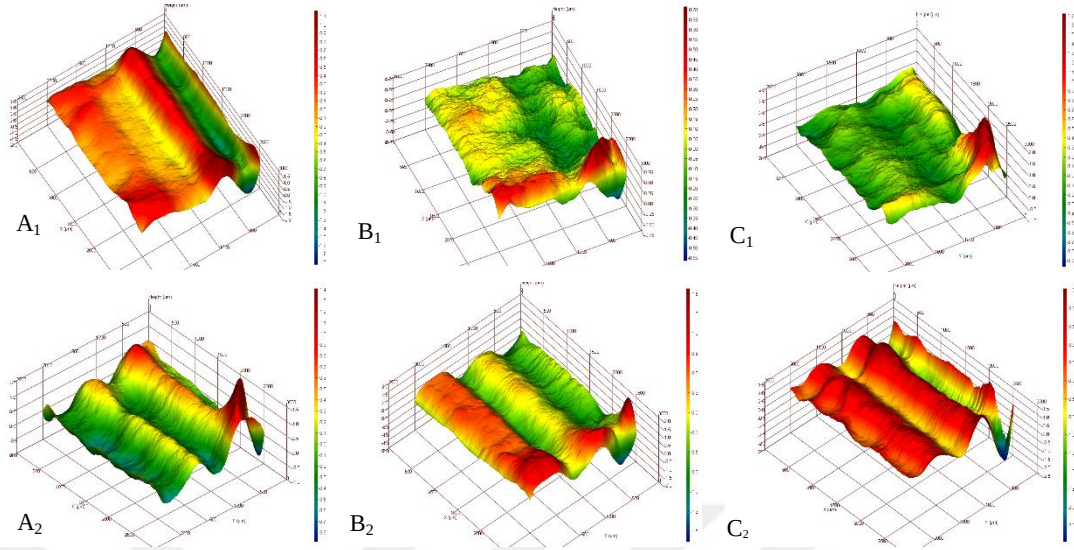


Şekil 4.14. A₁, A₂. 12A grubu örnek 1'in işlem öncesi (A₁) ve işlem sonrası (A₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; B₁, B₂. 12A grubu örnek 2'nin işlem öncesi (B₁) ve işlem sonrası (B₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; C₁, C₂. 12A grubu örnek 3'ün işlem öncesi (C₁) ve işlem sonrası (C₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü.

1. Örnek

2. Örnek

3. Örnek

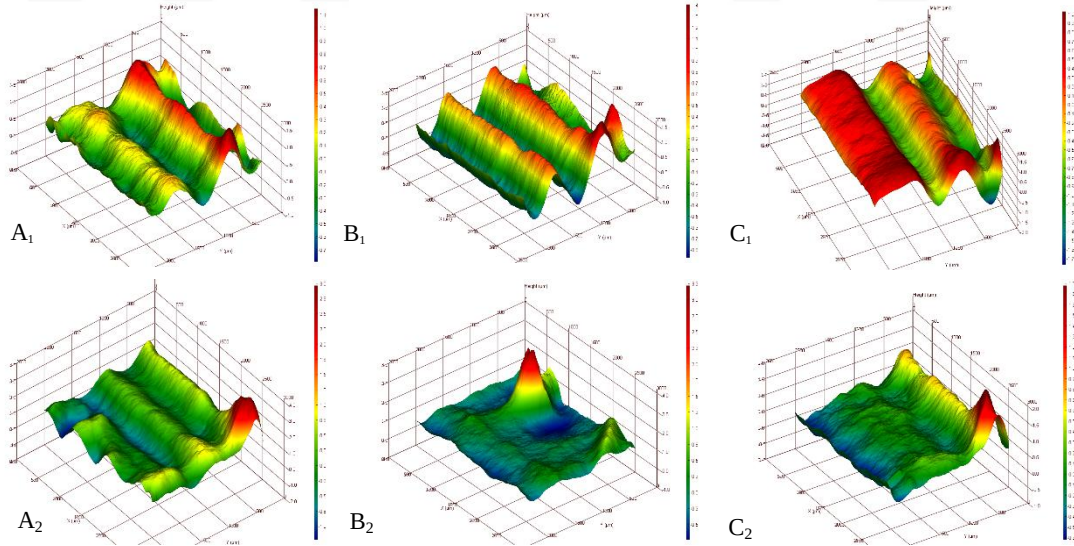


Şekil.4.15. A₁, A₂. 12M20 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A₁) ve işlem sonrası (A₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; B₁, B₂. 12M20 grubu örnek 2'nin işlem öncesi (B₁) ve işlem sonrası (B₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; C₁, C₂. 12M20 grubu örnek 3'ün işlem öncesi (C₁) ve işlem sonrası (C₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü.

1. Örnek

2. Örnek

3. Örnek



Şekil 4.16. A₁, A₂. 12M40 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A₁) ve işlem sonrası (A₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; B₁, B₂. 12M40 grubu örnek 2'nin işlem öncesi (B₁) ve işlem sonrası (B₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü; C₁, C₂. 12M40 grubu örnek 3'ün işlem öncesi (C₁) ve işlem sonrası (C₂) profilometrik 3 boyutlu görüntüsü.

İşlem uygulanmamış örneklerin yüzey pürüzlülüklerindeki değişimin görsel olarak değerlendirilmesi için profilometrik 3 boyutlu görüntüler 1. Gruptan 6. Gruba kadar sırası ile Şekil 4.11-16'da verilmiştir. Her gruptan 3 farklı örneğin işlem uygulama öncesi profilometrik 3 boyutlu görüntüsü soldan sağa olacak şekilde sıralanmış, altlarına ise işlem uygulama sonrası görüntüleri aynı şekilde sıralanmıştır.

Profilometre ile pürüzlülük ölçümünün tekrarlanabilirliğinin değerlendirilmesinde Sınıf içi korelasyon (ICC) katsayısı kullanılmıştır. İstatistiksel önemlilik düzeyi 0,05 olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.7'de verilmiştir. Tablo 4.7 incelendiğinde Ra, Rt, Rz için birinci ölçüm ve ortalama ölçüm açısından sınıf içi korelasyon istatistiksel olarak önemlidir ve mükemmel düzeydedir (ICC $p < 0,001$). Ra, Rq, Rt, Rz için ikinci ölçüm açısından sınıf içi korelasyon istatistiksel olarak önemlidir ve mükemmel düzeydedir (ICC $p < 0,001$).

Tablo 4.7. Tekrarlanabilirlik Analizi

	Single-measure ICC				Average-measure ICC			
	Ra	Rq	Rt	Rz	Ra	Rq	Rt	Rz
Ölçüm A	0,970	0,097	0,989	0,939	0,985	0,176	0,995	0,969
Ölçüm B	0,993	0,995	0,986	0,985	0,996	0,997	0,993	0,992
Ölçüm ort.	0,988	0,290	0,990	0,973	0,994	0,449	0,995	0,986

4.2.Araştırma kapsamındaki grupların adeziv rezin temizleme işlemi için harcanan sürelerinin karşılaştırılması

Her grupta bulunan 10'ar adet örneğin işlem süreleri ortalaması Tablo 4.8'de görülmektedir. İşlem süresinin gruplara göre karşılaştırılması Kruskal Wallis testi ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.8'de verilmiştir. Tablo 4.8 incelendiğinde gruplara göre işlem dağılımı açısından istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuştur. Ardından, farklı olan parametre çiftlerini karşılaştırmak için Post-Hoc ikili karşılaştırma testi (Mann-Whitney U $p < 0,003$ Bonferroni düzeltmesi) uygulanmıştır (Tablo 4.9).

Tablo 4.8. Gruplara göre işlem sürelerinin karşılaştırması.

İşlem süresi (sn.)	6A	6M20	6M40	12A	12M20	12M40	p
	Ort.+Std.Sapma	Ort.+Std.Sapma	Ort.+Std.Sapma	Ort.+Std.Sapma	Ort.+Std.Sapma	Ort.+Std.Sapma	
	Med.	Med.	Med.	Med.	Med.	Med.	
	(Min.-Maks.)	(Min.-Maks.)	(Min.-Maks.)	(Min.-Maks.)	(Min.-Maks.)	(Min.-Maks.)	
	24,05±7,7 22,3 (10,9-38,7)	38,9±13,1 40,9 (20,2-59,4)	23,2±5,2 22,1 (18,7-35,8)	12,8±1,8 12,3 (11,1-16,4)	23,3±2,3 23,4 (20,0-27,1)	16,3±3,4 16,1 (12,7-23,7)	<0,001*

*Kruskal Wallis p

Tablo 4.8 incelendiğinde 6 bıçak sayısına sahip tungsten karbid frezin 20.000 rpm’de kullanıldığı 6M20 grubunun işlem süresi en yüksek buna bağlı olarak da etkinliği en düşük bulunmuştur. 12 bıçak sayısına sahip tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) ve mikromotor ile 40.000 rpm devirde kullanıldığı sırası ile 12A ve 12M40 grubunun işlem süresi birbirine yakın ve en düşük değerlerde buna bağlı olarak da etkinliği en yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.9. Post-Hoc ikili karşılaştırma analizi.

	İşlem Süresi (sn.)
6A-6M20	0,019*
6A-6M40	0,684*
6A-12A	0,002*
6A-12M20	0,853*
6A-12M40	0,007*
6M20-6M40	0,009*
6M20-12A	<0,003*
6M20-12M20	0,011*
6M20-12M40	<0,003*
6M40-12A	<0,003*
6M40-12M20	0,315*
6M40-12M40	<0,003*
12A-12M20	<0,003*
12A -12M40	0,007*
12M20-12M40	<0,003*

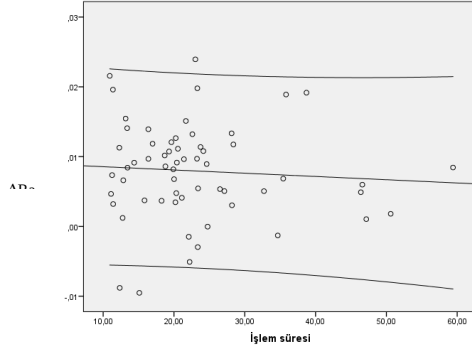
*Mann-Whitney U p

İşlem süresi ve pürüzlülük parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacı ile normal dağılıma uygunluk gösteren iki sürekli değişkenin korelasyonu için Pearson korelasyon, normal dağılıma uygunluk göstermeyen iki sürekli değişkenin korelasyonu için Spearman’s rho korelasyon analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.10’da verilmiştir.

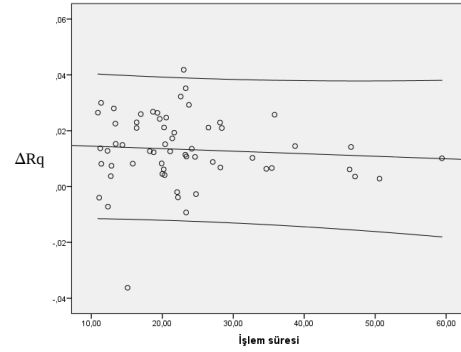
Tablo 4.10. İşlem süresi ve pürüzlülük parametrelerinin korelasyon analizi. (r: korelasyon katsayısı).

		N=60 için			
İşlem Süresi		ΔRa	ΔRq	ΔRt	ΔRz
	r	-0,072	-0,076	-0,055	-0,038
	P	0,586	0,565	0,674	0,773
	n	60	60	60	60

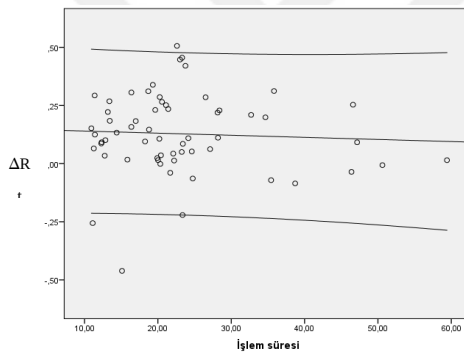
Tablo 4.10 incelendiğinde; işlem süresi ile ΔR_a , ΔR_t (Pearson $p>0,05$) ve ΔR_q , ΔR_z (Spearman's rho $p>0,05$) arasında istatistiksel olarak önemli korelasyon bulunmamıştır. Verilerin serpilme grafikleri Şekil 4.17- 4.4.20'de gösterilmiştir.



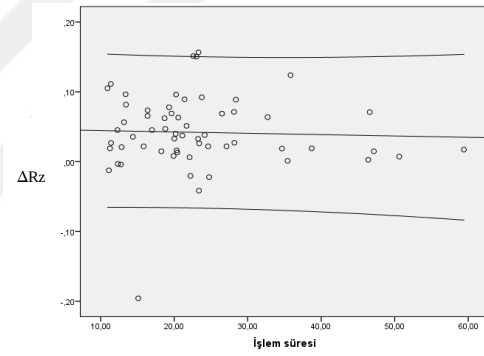
Şekil 4.17. ΔR_a ve işlem süresi parametreleri esas alınarak hazırlanan serpilme grafiği



Şekil 4.18. ΔR_q ve işlem süresi parametreleri esas alınarak hazırlanan serpilme grafiği



Şekil 4.19. ΔR_t ve işlem süresi parametreleri esas alınarak hazırlanan serpilme grafiği



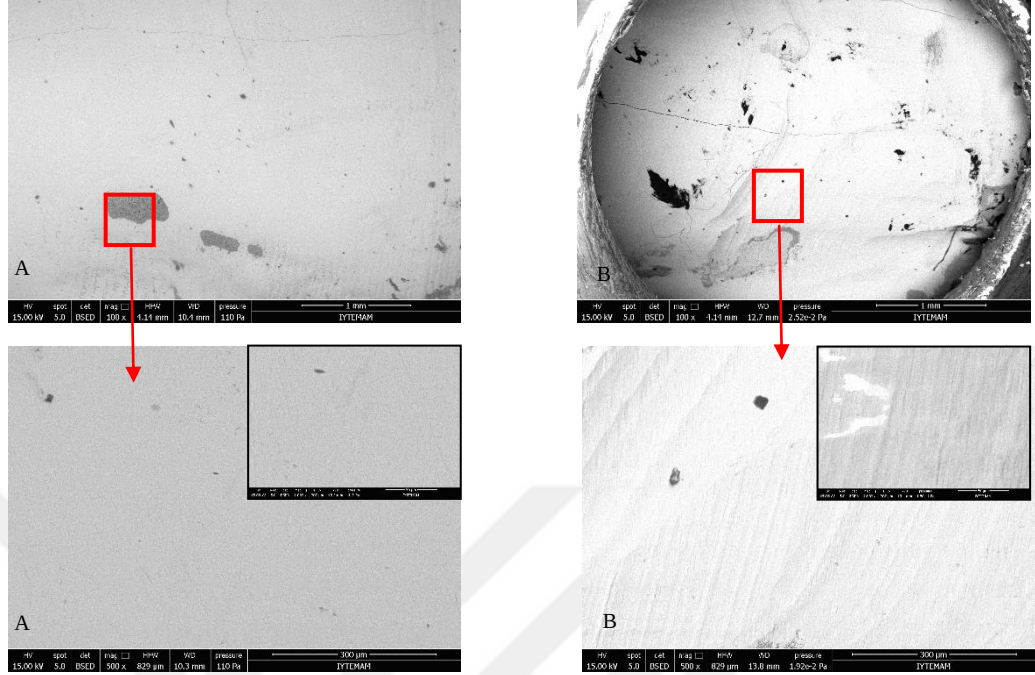
Şekil 4.20. ΔR_z ve işlem süresi parametreleri esas alınarak hazırlanan serpilme grafiği

4.3. Mine yüzeyinin işlem uygulama öncesi ve sonrası taramalı elektron mikroskobu bulguları

Araştırma kapsamında yer alan grupların kalitatif değerlendirmesi için her gruptan herhangi bir işlem uygulanmamış, rastgele seçilmiş 3'er adet dişin 100x, 500x, 1000x ve 2000x büyütmelerinde SEM görüntüleri elde edilmiştir. Mine yüzey görüntüleri elde edilen dişlere bonding prosedürü ile adeziv rezin yapıştırılmıştır. Sonrasında mine yüzeyinde bulunan rezin farklı yöntemler ile rezin artığı kalmayınca kadar temizlenmiştir. Söz konusu işlem tamamlandıktan sonra daha önce 100x, 500x, 1000x ve 2000x büyütmelerinde SEM görüntüleri elde edilen aynı örneklerin mine yüzeyi görüntüleri ikinci ve son defa tekrar incelenmiştir. Elde edilen görüntülere ait birer örnek Şekil 4.21-4.25'de verilmiştir.

İşlem uygulama öncesi

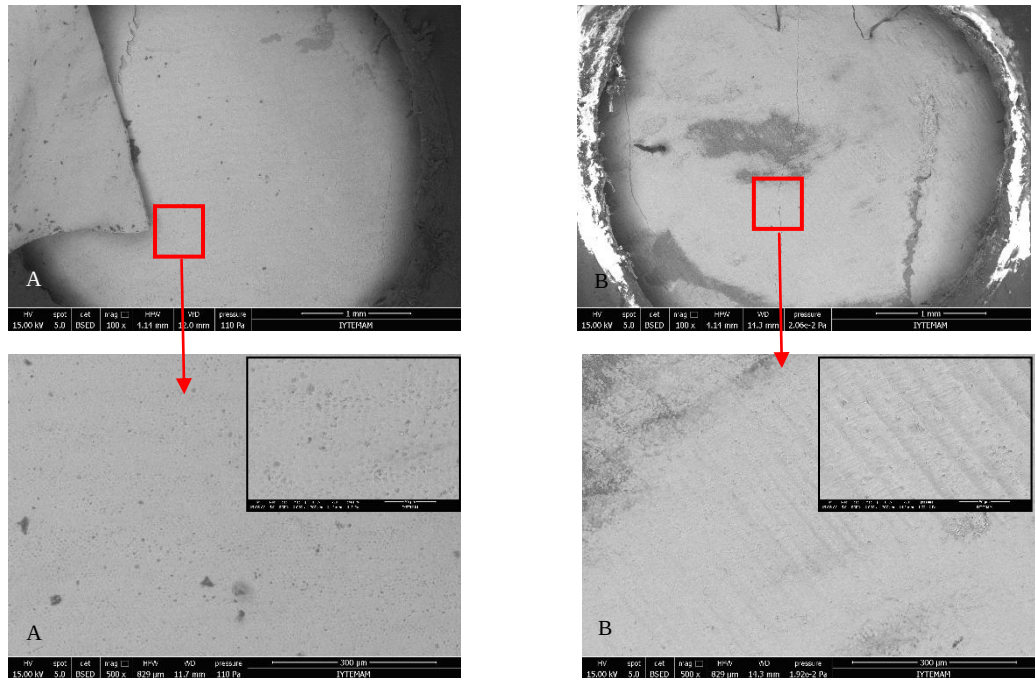
İşlem uygulama sonrası



Şekil 4.21. 6A grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.

İşlem uygulama öncesi

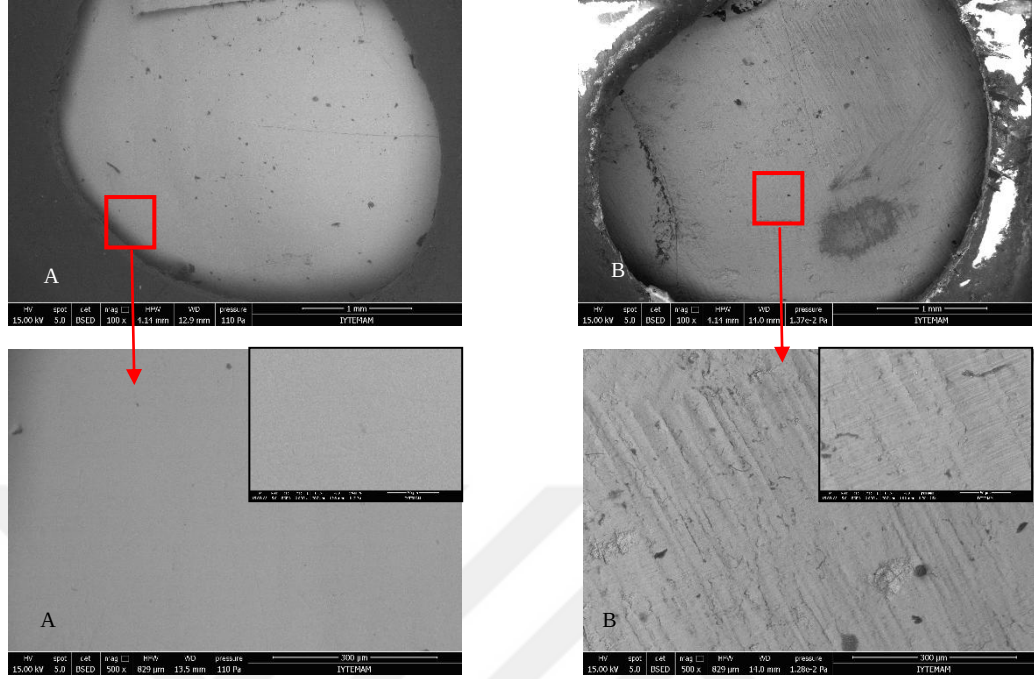
İşlem uygulama sonrası



Şekil 4.22. 6M20 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.

İşlem uygulama öncesi

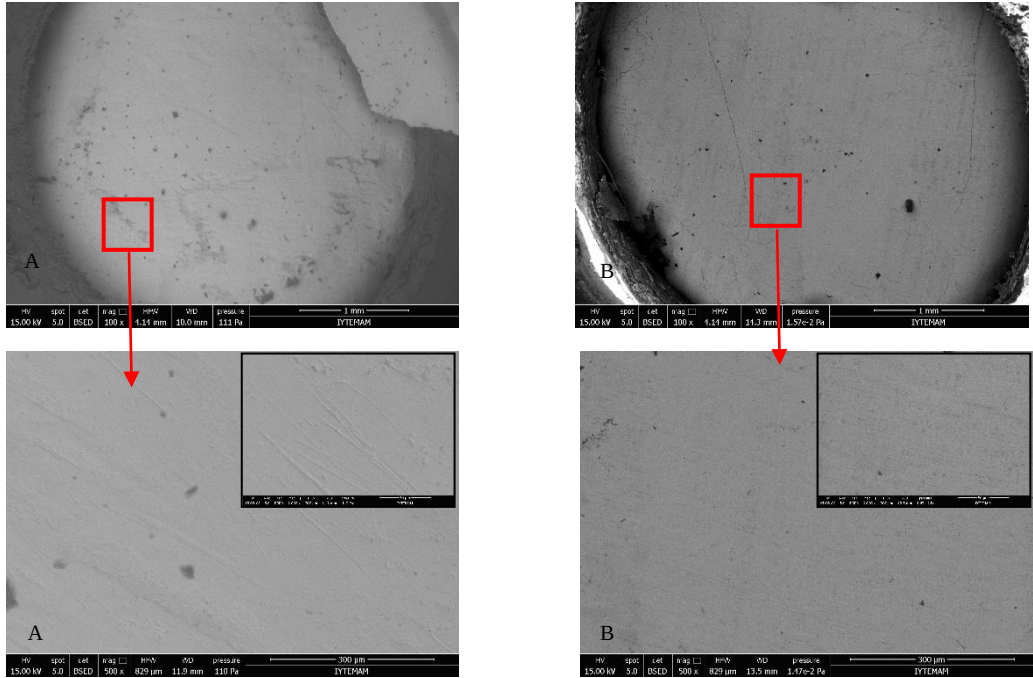
İşlem uygulama sonrası



Şekil 4.23. 6M40 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.

İşlem uygulama öncesi

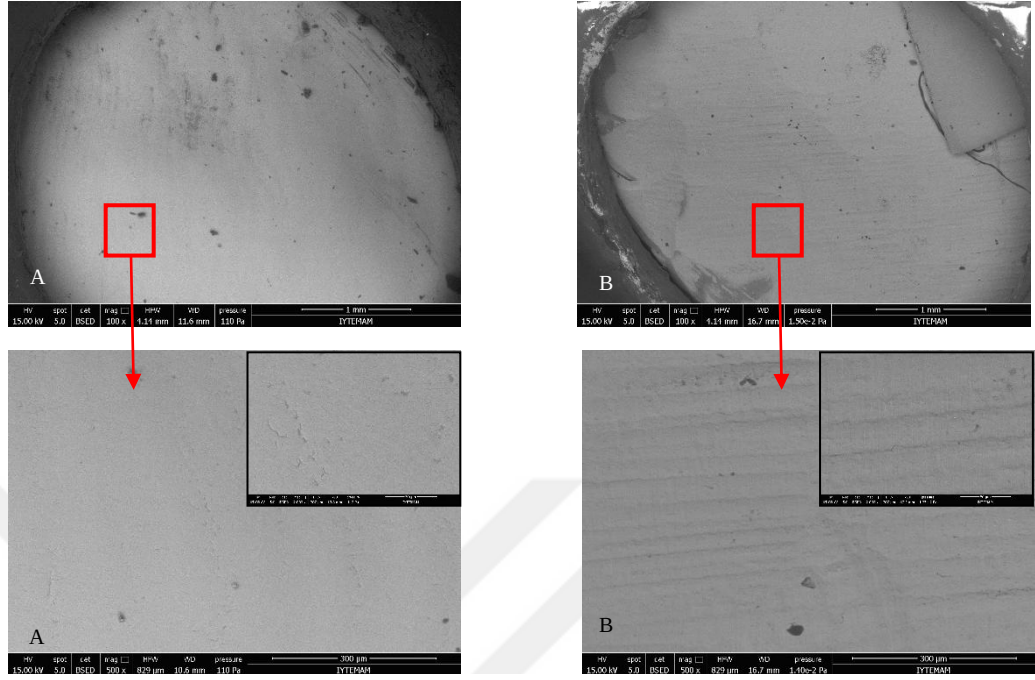
İşlem uygulama sonrası



Şekil 4.24. 12A grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.

İşlem uygulama öncesi

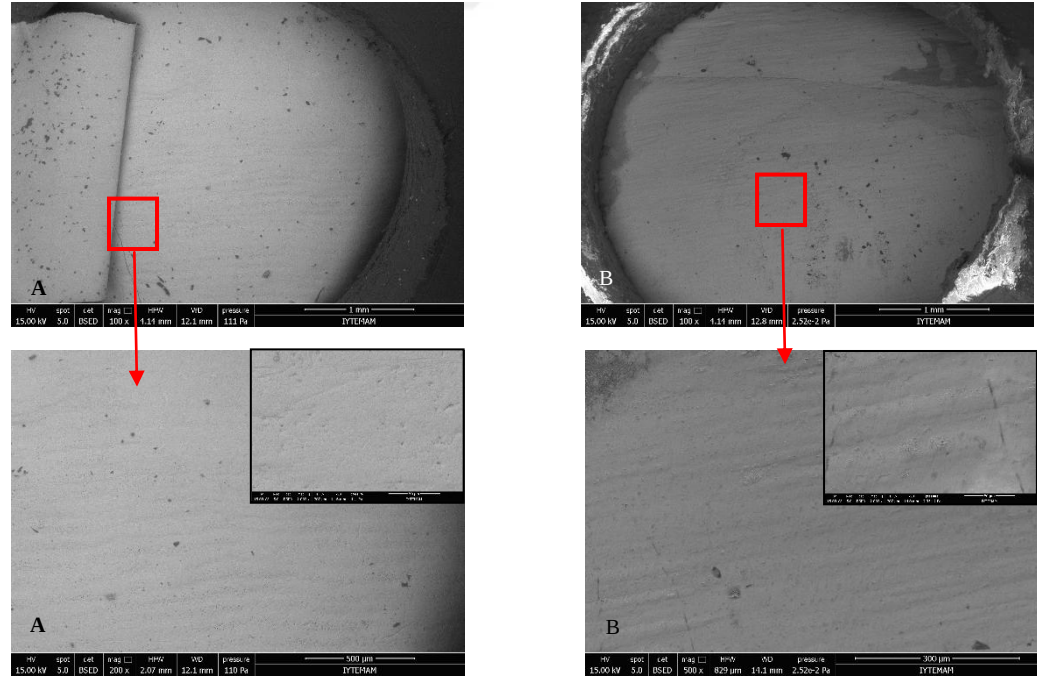
İşlem uygulama sonrası



Şekil 4.25. 12M20 Grup örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.

İşlem uygulama öncesi

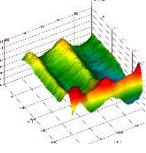
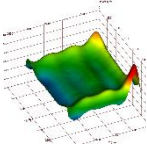
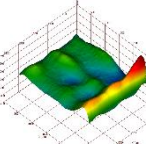
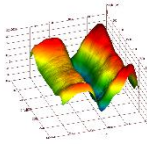
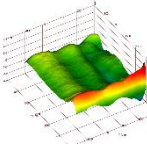
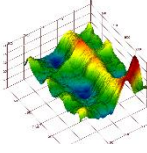
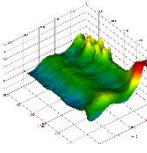
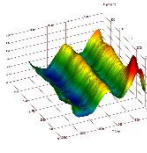
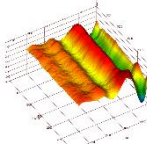
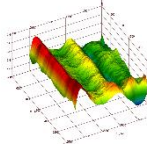
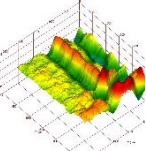
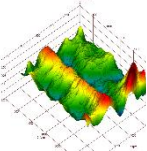
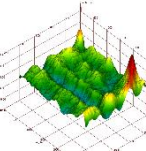
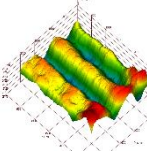
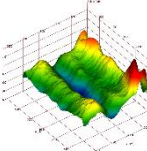
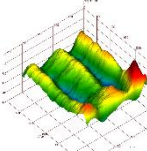
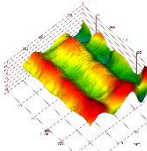
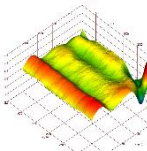
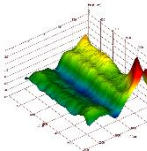
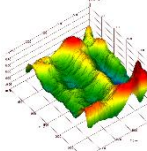
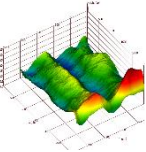
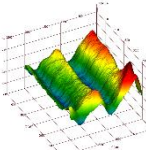
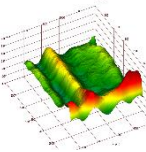
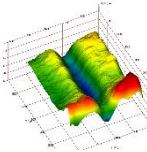
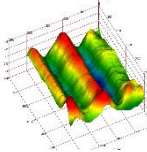
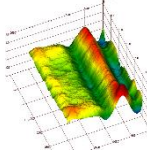
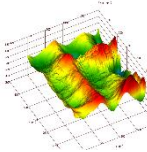
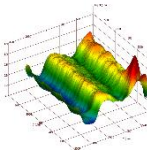
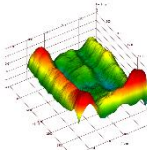
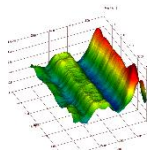
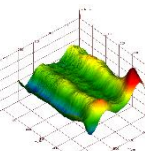
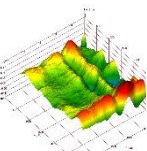
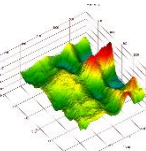
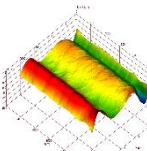
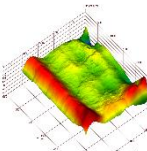
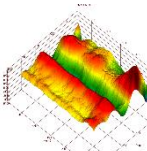
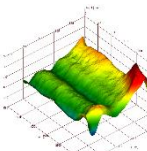
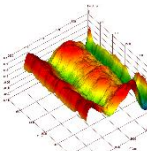
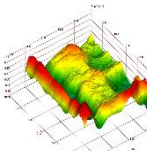
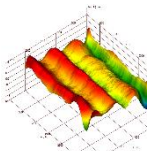
İşlem uygulama sonrası



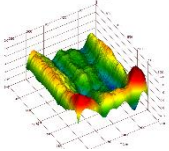
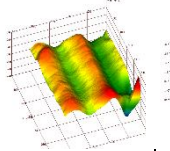
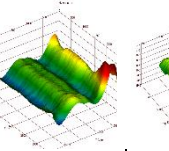
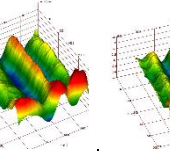
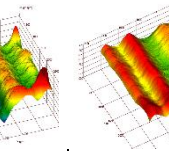
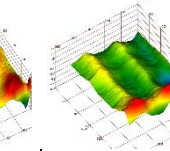
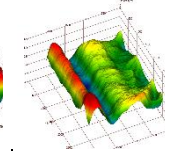
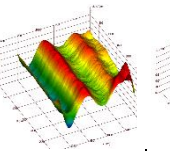
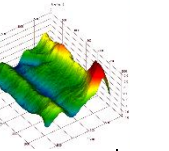
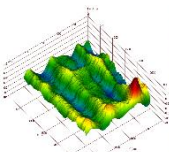
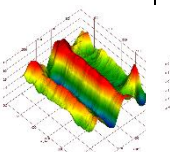
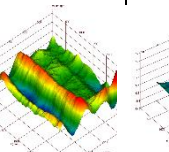
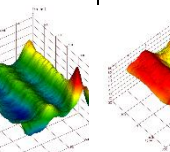
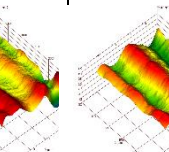
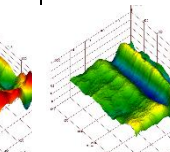
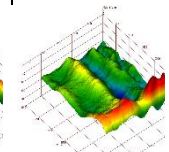
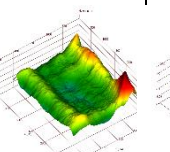
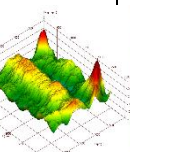
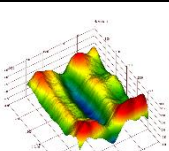
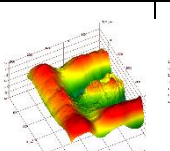
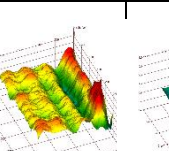
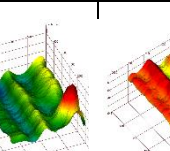
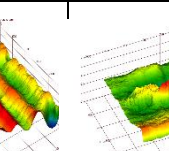
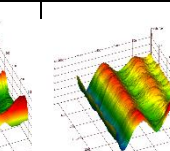
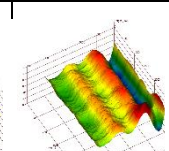
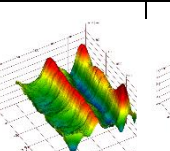
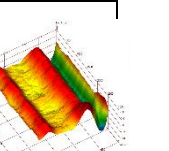
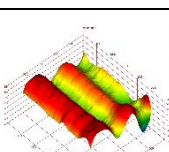
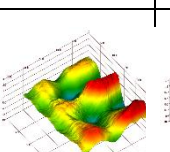
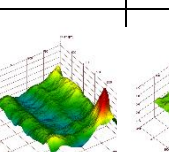
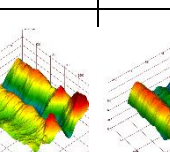
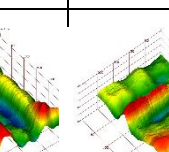
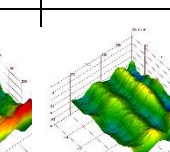
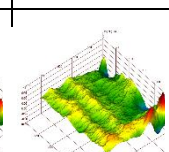
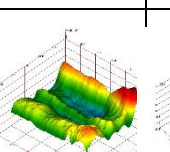
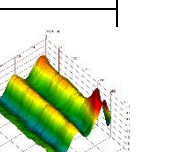
Şekil 4.26. 12M40 grubu örnek 1'in işlem öncesi (A) ve işlem sonrası (B) SEM görüntüleri.

Tüm örneklerle ait işlem öncesi ve işlem sonrası elde edilen SEM görüntülerinin tamamı Şekil 4.28’de gösterilmiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde 12A grubu için işlem uygulama sonrası kabul edilebilir mine yüzeyi ve ince, paralel dağılmış çizikler gözlenmektedir. 6M20, 12M20 ve 12M40 grupları için elde edilen yüzey görüntüleri birbirine benzemekte ve birbirine paralel ince çizikler olduğu, 12M40 grubunda daha sık olmakla birlikte oluklar oluştuğu gözlenmektedir. Bununla birlikte 6M40 grubu incelendiğinde derin sık çizikler ve sık oluklar olduğu, 6A grubu incelendiğinde ise düzensiz sık ince çizikler olduğu gözlenmektedir.

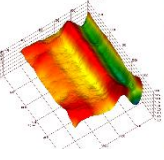
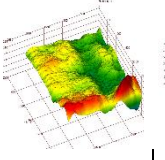
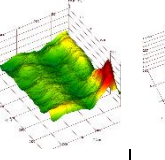
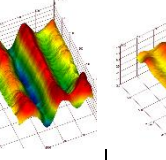
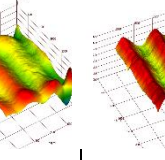
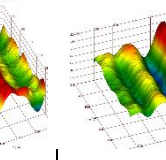
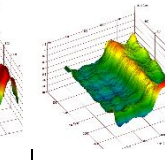
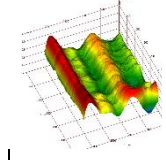
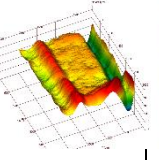
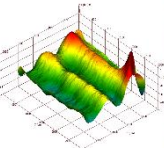
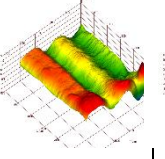
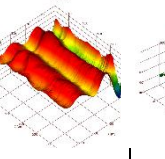
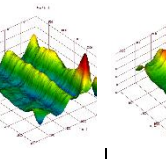
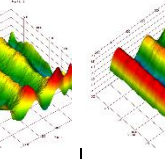
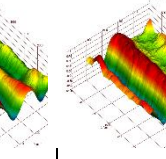
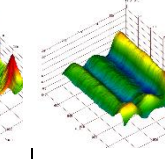
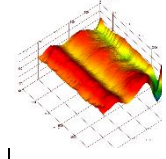
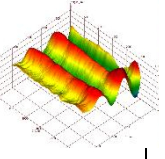
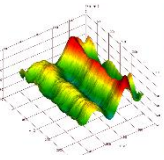
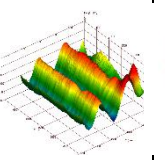
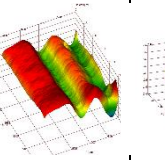
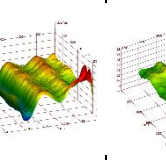
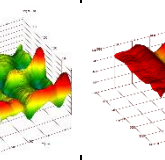
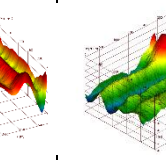
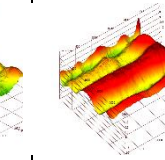
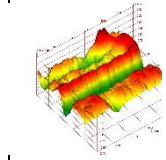
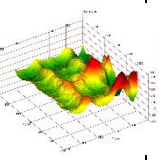
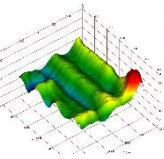
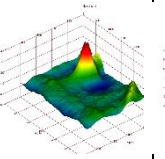
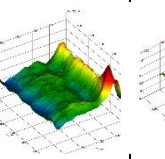
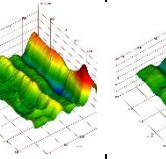
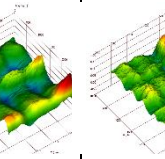
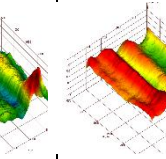
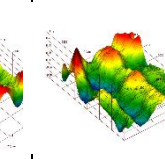
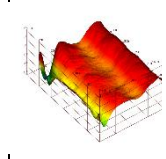
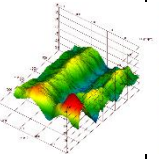
Sonuç olarak incelenen SEM görüntülerinde mine yüzey pürüzlülüğü 6M40 grubunda en fazla, 12A grubunda ise en az olacak şekilde tüm gruplarda artış gösterdiği izlenmiştir. Elde edilen bu veriler profilometrik sonuçlar ile uyumlu bulunmuştur.

	1. Örnek	2. Örnek	3. Örnek	4. Örnek	5. Örnek	6. Örnek	7. Örnek	8. Örnek	9. Örnek	10. Örnek
6A (işlem uygulama öncesi)										
6A (işlem uygulama sonrası)										
6M20 (işlem uygulama öncesi)										
6M20 (işlem uygulama sonrası)										

Şekil 4.27. Çalışma kapsamındaki örneklerin işlem öncesi ve sonrası 3 boyutlu optik profilometre görüntüleri.

	1. Örnek	2. Örnek	3. Örnek	4. Örnek	5. Örnek	6. Örnek	7. Örnek	8. Örnek	9. Örnek	10. Örnek
6M40 (İşlem uygulama öncesi)										
6M40 (İşlem uygulama sonrası)										
12A (İşlem uygulama öncesi)										
12A (İşlem uygulama sonrası)										

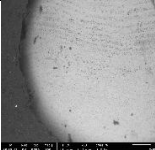
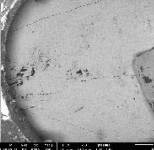
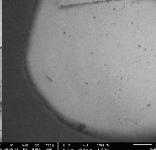
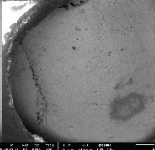
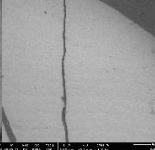
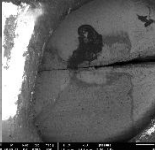
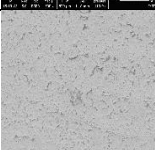
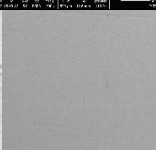
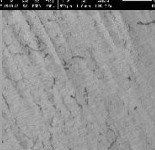
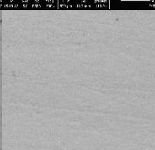
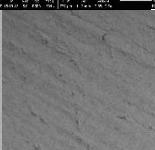
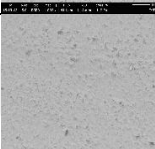
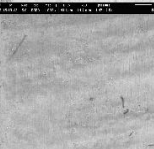
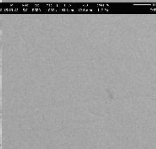
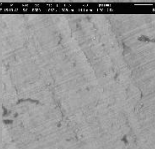
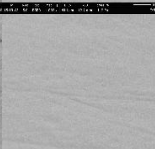
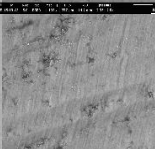
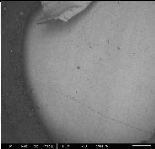
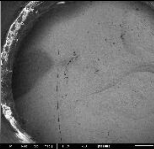
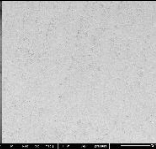
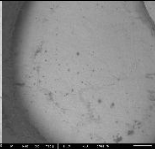
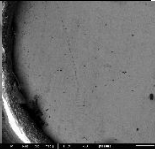
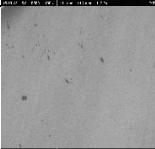
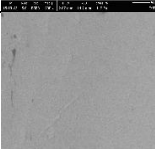
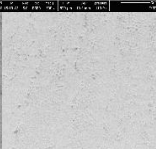
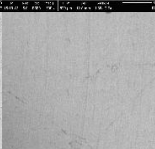
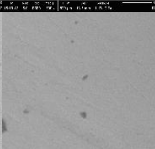
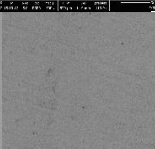
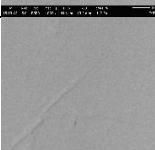
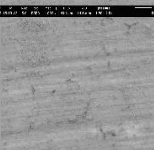
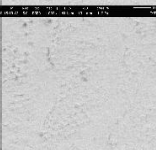
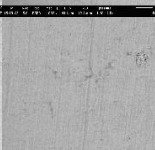
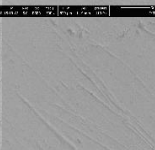
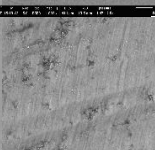
Şekil 4.27. Çalışma kapsamındaki örneklerin işlem öncesi ve sonrası 3 boyutlu optik profilometre görüntüleri (Devamı).

	1. Örnek	2. Örnek	3. Örnek	4. Örnek	5. Örnek	6. Örnek	7. Örnek	8. Örnek	9. Örnek	10. Örnek
12M20 (işlem uygulama öncesi)										
12M20 (işlem uygulama sonrası)										
12M40 (işlem uygulama öncesi)										
12M40 (işlem uygulama sonrası)										

Şekil 4.27. Çalışma kapsamındaki örneklerin işlem öncesi ve sonrası 3 boyutlu optik profilometre görüntüleri (Devamı).

	Magnifikasyon	1. Örnek		2. Örnek		3. Örnek	
		İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası
6A	100X						
	500X						
	1000X						
	2000X						
	Magnifikasyon	1. Örnek		2. Örnek		3. Örnek	
		İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası
6M20	100X						
	500X						
	1000X						
	2000X						

Şekil 4.28. Çalışma kapsamındaki örneklerin işlem öncesi ve sonrası SEM görüntüleri.

6M40	Magnifikasyon	1. Örnek		2. Örnek		3. Örnek	
		İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası
	100X						
	500X						
	1000X						
	2000X						
12A	Magnifikasyon	1. Örnek		2. Örnek		3. Örnek	
		İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası
	100X						
	500X						
	1000X						
	2000X						

Şekil 4.28. Çalışma kapsamındaki örneklerin işlem öncesi ve sonrası SEM görüntüleri (Devamı).

12M20	Magnifikasyon	1. Örnek		2. Örnek		3. Örnek	
		İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası
	100X						
	500X						
	1000X						
	2000X						
12M40	Magnifikasyon	1. Örnek		2. Örnek		3. Örnek	
		İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası	İşlem uygulama öncesi	İşlem uygulama sonrası
	100X						
	500X						
	1000X						
	2000X						

Şekil 4.28. Çalışma kapsamındaki örneklerin işlem öncesi ve sonrası SEM görüntüleri (Devamı).

5. TARTIŞMA

Ortodontik ataşmanların diş yüzeyine direkt yapıştırılması fikri ortodonti pratiğinde devrim niteliği taşımaktadır. Ataşmanların diş yüzeyine yapıştırılması bonding materyalleri ile gerçekleştirilir ve bu materyaller ortodontik tedavi süresince uygulanan günlük kuvvetlere dayanacak güçte olmalıdır. Bununla birlikte, restoratif diş hekimliğinde kullanıldığının aksine, bonding materyalleri ortodontik tedavinin tamamlanmasının ardından mine yüzeyinden debonding işlemi ile uzaklaştırılabilmelidir. Yapılan birçok çalışmada, yeterince bağlanma göstermiş adeziv materyalini mine yüzeyden uzaklaştırma işleminin, kullanılan yöntem ne olursa olsun, mine yüzeyinde kalıcı iatrojenik hasar oluşturduğu belirtilmiştir (26, 126, 135, 187). Minenin en dış tabakası, mineral içeriği en yüksek olması ve diğer tabakalardan daha fazla florid içeriğine sahip olması nedeniyle diş sağlığı açısından önemli bir tabakadır. Debonding işlemi sırasında bu tabakada hasarın en aza indirilmesine özen gösterilmelidir (10). Asit uygulaması nedeniyle rezin materyalinin mine yüzeyine infiltre olması ve kullanılan adeziv temizleme materyallerinin, mine yüzeyinden daha sert olması nedeniyle günümüzde minede iatrojenik hasar oluşturmada uygulanan bir debonding protokolü bulunmamaktadır (129). Artık adezivin uzaklaştırılması, farklı debonding frezleri ve döner aletin farklı hızlarda kullanımı ile başarıyla yapılabilir. Mine yüzeyinde kalan adezivi temizleme yöntemleri birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve bu amaçla çok sayıda enstrüman ve yöntem ortaya atılmış olmasına rağmen, evrensel olarak kabul edilen bir debonding protokolü bulunmamaktadır (27). Çalışmamızda ortodontik tedavide sıklıkla uygulanan debonding protokollerinin ayrıntılı olarak incelenmesi ile güncel protokollere yenilik getirilmesi amaçlanmaktadır.

Farklı frezlerin ve debonding tekniklerinin mine yüzeyine etkisini inceleyen in-vitro çalışmaların büyük bir kısmında materyal olarak insan dişi kullanılmıştır (26-28, 123, 126-128, 130, 132, 135-137, 139, 143, 145, 159, 160, 191, 192). İnsan dişi haricinde, elde edilebilirliğinin kolay olması ve insan dişi minesine benzer olması

nedeniyle bazı çalışmalarda materyal olarak sığır dişi kullanılmıştır (54, 162, 203-207). Oesterle ve ark. (208) yaptıkları çalışmada insan ve sığır dişlerine yapıştırılan braketlerin bağlanma dirençlerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuca göre sığır dişlerinin insan dişlerine göre % 21 ile % 44 oranında daha düşük değerlerde bağlanma direnci gösterdiği belirtilmiştir. İn-vitro olarak gerçekleştirilen çalışmamızdan elde edilecek sonuçların klinik koşullara benzerliğini en yüksek düzeyde tutabilmek amacı ile ortodontik tedavi planlaması gereği çekilen insan dişleri kullanılmıştır.

Literatür incelemesi yapıldığında, insan dişi kullanılan in-vitro çalışmalarda premolar, 3. molar, kesici ve kanin dişler olmak üzere farklı tipte dişlerin tercih edildiği gözlenmiştir (132, 137, 185). Bununla birlikte araştırmalar için en uygun dişin hangisi olduğu konusunda ortak görüşün sağlanamadığı tespit edilmiştir (126, 132, 137, 139, 143, 159, 187). Ancak incelenen in-vitro çalışmalarda sıklıkla premolar dişlerinin tercih edildiğine rastlanılmıştır (123, 130, 143, 159, 160). Alt ve üst keser dişlerin elde edilmesinin zor olması ve bu dişlerin genellikle periodontal nedenlerle çekim endikasyonu konulmuş erişkin hasta grubuna ait olmaları, minenin florid içeriği açısından zengin olan en üst tabakasının yaşla birlikte değişime uğramış olması ve mine hasarı veya madde kaybı olmayan keser dişin elde edilmesinin zor olması gibi unsurlar nedeniyle kesicilerin rutin olarak kullanımı sınırlanmıştır (209). Tüm bu unsurlar dikkate alınarak araştırmamızda materyalin kolay elde edilebilir olması ve in-vitro çalışmaların büyük bir kısmında tercih edilmiş olması (bkz. Tablo 2.1) nedeniyle alt ve üst premolarların kullanılmasına karar verilmiştir.

Deneyler öncesi çalışma materyali olarak kullanılacak dişlerde su kaybı oluşmasını ve bakteriyel artışı önlemek amacı ile dişlerin belirli saklama koşullarında korunması gerekmektedir. Yapılan literatür incelemesinde bu amaçla çeşme suyu (27, 189), distile deiyonize su (101, 122, 143), salin solüsyonu (210), timol (54, 136, 185, 211), %70'lik etil alkol (210), %4'lük formalin (26), %0,9'luk NaCl içeren serum fizyolojik solüsyonu gibi çeşitli solüsyonların kullanıldığı gözlenmiştir.

Williams ve Svare (212) dişleri 4°C'deki distile deiyonize su ve timol solüsyonu içerisinde 24 saat, 3 ay ve 5 yıl süresince bekletmiş ve saklanan dişlerin 5

yıl sonra dahi sıyırma kuvvetlerine karşı tutuculuk değerlerinin değişmediğini bildirmişlerdir. Eliades ve Brantley (209) ise saklama koşullarına bağlı oluşabilecek standardizasyon hatalarının azaltılması amacı ile çalışma materyali olan dişlerin 6 aydan fazla bekletilmemesini önermişlerdir. Silverstone (213) 1970’de yaptığı çalışmada dişlerin saklanması için formaldehit solüsyonundan kaçınılması gerektiğini, formaldehitin asidik yapısının kuvvetli olması nedeniyle saklama solüsyonunun pH’ını değiştirebileceğini belirtmiştir. Fujisawa ve Kadoma (214) fenolik bileşenlerin metil metakrilat polimerizasyonuna olan etkisini incelemiş ve fenolik bir bileşen içeren timolün kompozit polimerizasyonunu inhibe edici etkisi olduğu görüşüne varmışlardır. Çalışmamızda; timolün bakteriyel artışı önlemek için güçlü antiseptik etkiye sahip olması, fazla sayıda in-vitro çalışmalarda tercih edilmiş olması ve çalışmamızda bağlanma kuvvetinin ölçülmüyor olması nedeniyle %0,1’lik timol solüsyonu tercih edilmiştir.

Farklı debonding tekniklerinin incelendiği in-vitro çalışmaların çoğunda diş örnekleri; kendinden sertleşen akrilikler, epoksi rezinler, alçı ve poliestere gibi farklı maddelerden oluşan bloklara gömülmüştür (14, 26, 27, 51, 122, 123, 135, 136, 160, 215, 216). Bu işlem ile örneklerin test cihazına aktarılmasında bir standardizasyon oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışmamızda kullanılan diş örnekleri aynı amaç ile soğuk akrilik bloklara gömülmüştür.

Diş yüzeyine adeziv rezin bondingi gerçekleştirilen in-vitro çalışmaların büyük bir kısmında asit uygulama öncesi mine yüzeyinden organik artık ve pelikülün uzaklaştırılması amacı ile mine yüzeyi flor ve yağ içermeyen sulandırılmış pomza ile temizlenmiştir. Bu işlem genellikle kauçuk veya kıl fırçanın düşük devirde kullanımı ile gerçekleştirilmiştir (15, 16, 28, 122, 160, 187). Bazı araştırmalarda ise florsuz temizleme patları tercih edilmiştir (216). Main ve ark. (13), asitleme öncesinde temizlik yapılmış ve yapılmamış dişleri karşılaştırmış ve asitlemenin organik artıkları uzaklaştırmada tek başına yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Aboush ve ark. (19) diş yüzeyinin temizlenmesinde kullanılan pomzanın florid veya yağ içermesine bağlı olmaksızın, organik artık ve pelikülün kaldırılmasında yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan in-vivo çalışmalarda ise yapıştırma işlemi öncesinde pomza uygulamasının bağlanma kuvvetine etki etmediği gibi uygulama zamanını artırması,

hastaya ek rahatsızlık vermesi, mine yüzeyinde çiziklere ve gereksiz madde kaybına neden olması, uygulama sırasında diş eti zedelenme ihtimalinin bulunması gibi olumsuz yönleri vurgulanmıştır (21, 28, 41, 217). Pus ve Way (24), polisaj sırasında kullanılan yöntemlerde lastik disk kullanıldığında 5 µm, kıl fırça kullanıldığında ise 10,7 µm mine kaybının olduğunu ve bu iki yöntem arasındaki farkın önemli olduğu bildirilmişlerdir. Bununla birlikte geleneksel asitlemeyi içeren bonding sistemleri ve kendinden asitli primer sistemlerinin üretici firmaları klinik uygulamada pomza uygulamasını önermesi, daha önce birçok çalışmada uygulanmış olması ve klinikte yapılan rutin işlemleri en yakın şekilde takip etmek amacı ile çalışmamızda asitleme öncesi mine yüzeyinin temizlenmesinde sulandırılmış flor ve yağ içermeyen pomza kullanılmıştır. Bu işlem ile asit uygulama öncesi mine yüzeyi mikromotora takılı kıl fırça kullanılarak 10 sn. süresince temizlenmiştir.

Hidrofobik ve ıslanabilirliği sınırlı olan minenin, yüzey gerilimini düşürmek ve mine yüzeyinde mikropörözite oluşturmak amacı ile çeşitli yöntemler kullanılmıştır (17, 31, 32, 36, 41-47, 56, 57, 61, 67, 147). Literatür incelemesinde mine yüzeyi pürüzlendirmesinde en çok tercih edilen yöntemin ortofosforik asit olduğu gözlenmiştir (127, 183, 185, 211, 218). Yüzeye uygulanan asit, mine prizmaları arasında kalsiyum monofosfat ve kalsiyum sülfat oluşumuna neden olur. Yüzeyin yıkanması ile bu artık ürünler temizlenir ve mine prizmalarında mikro boşluklar açığa çıkar bu boşluklara adeziv rezinin penetre olması ile mekanik bağlantı sağlanmış olur (10).

Ortofosforik asidin mine yüzeyinde oluşturduğu değişiklikler, asidin uygulanma süresi ve konsantrasyona bağlı olarak mekanik tutuculuğu etkilemektedir (39). Araştırmalar incelendiğinde %30 ile %40 arasında yoğunluğa sahip ortofosforik asit ile kabul edilebilir bağlanma direncinin sağlanabildiği gözlenmiştir (219). Legler ve ark. (36) %5, %15 ve %37 konsantrasyonlarındaki ortofosforik asidi, diş yüzeyine 15, 30 ve 60 saniyelik süreler ile uygulamışlar ve gruplarda bağlanma dirençlerini karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre tüm gruplarda yeterli bağlanmanın sağlandığı ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmadığı belirtilmiştir. Ortofosforik asidin 30-60 saniyelik aşındırma süreleri çoğunlukla önerilirken, aşındırma süresinin 10 saniyeye kadar düşürülmesinin etkili olduğu

bulunmuştur (37, 93, 220, 221). Osorio ve ark. (222) yaptıkları çalışmada asidin mine yüzeyine uygulama süresinin bağlanma kuvvetine etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuca göre %37 konsantrasyonundaki ortofosforik asidin 15 saniyelik uygulamasının, yeterli bağlanma kuvvetini sağlamadığını, bunun yanında 60 saniye uygulanmasının 15 saniye uygulamaya kıyasla daha iyi bir bağlanma kuvveti oluşturduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda; yeterli bağlanma kuvveti oluşturması, literatürde ağırlıklı olarak tercih edilmiş olması, rutin klinik uygulamalara paralellik oluşturulmasının amaçlanması nedeniyle mavi jel formunda %35'lik ortofosforik asit (Opal® Etch™), adeziv sistemlerin üretici firmasının önerisi doğrultusunda 30 saniye boyunca uygulanmıştır.

Mine yüzeyine belirli bir süre uygulanan asit, bol su ile yıkanıp kurutulduktan sonra asitlenen yüzeye hidrofilik rezin monomer içeren bir solventten oluşan primer uygulanır. Literatürde primer uygulamasının gerekliliği bazı araştırmacılar tarafından tartışılmış ve kullanımının bağlanma kuvvetini etkilemediği bildirilmiştir (223, 224). Bağlanma kuvvetini olumsuz etkisinin olmaması ve tükürük kontrolünü kolaylaştırmaları gibi özelliklerden dolayı çalışmaların neredeyse tamamında primerin asit uygulama sonrasında kullanıldığı gözlemlenmiştir. Literatür incelemesi yapıldığında primerin kullanım yöntemi ile ilgili olarak görüş birliği sağlanamadığı, bazı çalışmalarda rezin uygulanmadan önce 10 saniye süresince ışınladıkları, bazı çalışmalarda ise mine yüzeyine sürülmelerinin ardından ışınlama yapılmadan rezin uygulandığı görülmektedir (50, 52, 55, 206, 225-229). Çalışmamızda asitleme işlemi ardından mine yüzeyine ince bir tabaka primer (Opal® Seal Fluoride Releasing Primer and Sealant) uygulanmış ve üretici firmanın talimatı üzerine 10 saniye ışınlanmıştır.

Ortodontik ataşmanların yapıştırılmasında kullanılan kompozit rezinler polimer yapıda olup akrilik veya diakrilik rezinler olarak sınıflandırılan iki temel formda bulunmaktadır. Diakrilik rezinler ise BisGMA, BisEMA, UDMA ve TEGDMA gibi işlevsel bir organik monomer matriks ile silika, cam ve seramik cam gibi inorganik dolduruculardan oluşan iki temel bileşene sahiptirler (70, 71). Diakrilik rezinler arasında en çok kullanılanı 1962 yılında Bowen (73) tarafından sentezlenen ve Bowen rezini olarak da isimlendirilen BisGMA'dır. Pek çok bağımsız

araştırma, BisGMA içerikli rezinlerin en iyi fiziksel özelliklere sahip olduklarını ve metal braketler için en güçlü adeziv olduklarını ortaya koymaktadır (10, 68, 74, 75).

O'Brien ve ark. (230) görünür ışıkla polimerize olan adeziv ile kimyasal olarak polimerize olan adezivin klinik performanslarını karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre bağlanma kuvveti açısından iki adeziv arasında istatistiksel olarak önemli fark bulmamışlardır. Işıkla sertleşen yapıştırıcıların, kimyasal yolla sertleşen yapıştırıcılara göre; çalışma süresinin geniş ve kontrollü olması, erken bağlanma kuvvetinin yüksek olması, iç yapısındaki kopmaların daha az olması, yüzey pörözitesinin az olması, estetik performansının iyi olması ve flor salma özelliği ile demineralizasyonu önlemesi gibi avantajları mevcuttur (71, 82, 231). Çalışmamızda yapıştırıcı olarak rutin klinik uygulamalara paralellik oluşturmak amacı ile ışıkla sertleşen, orta viskozitede, %35 oranında Bis-GMA ve %15 oranında Bis-EMA içeren Opal® Bond™ MV (Ultradent Products, Inc.) kullanılmıştır.

Görünür ışığın şiddeti ve uygulama süresi adeziv rezin polimerizasyonunu etkileyen en önemli unsurdur (232). Görünür ışık kaynakları QTH, PAC, LED ve argon lazerler olmak üzere temelde 4 adettir (233). Işıkla sertleşen adeziv rezinin polimerizasyonu için kullanılan ışık kaynakları, rezin materyalinin klinik performansını yüksek ölçüde etkilemektedir (234). Bu nedenle farklı ışık cihazlarının rezin materyallerine olan etkileri birçok çalışmanın araştırma konusu olmuştur. Niepraschk ve ark. (235) QTH, PAC ve LED cihazlarını karşılaştırmalı olarak incelemişler ve elde ettikleri sonuca göre 20 sn. uygulanan QTH ve LED ışığının, 10 sn. uygulanan plazma ve LED ışığına göre daha iyi polimerizasyon sağladığını belirtmişlerdir. Rueggeberg ve ark. (111) LED ışık cihazlarının QTH'ler kadar iyi hatta daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır. Pattemerides ve ark. (236) halojen ışık kaynakları ile plazma ark ışıklarını karşılaştırmışlar ve plazma ark ışıklarının yeterli bağlanmayı sağladığını, ancak maliyetlerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Öz ve ark. (237) iki farklı LED cihazını karşılaştırdıkları çalışmada 1. Grubu 10 sn. (Elipar S10; 3M Unitek, Monrovia, Calif), 2. Grubu 3 sn. (VALO Ortho; Ultradent Products, South Jordan, Utah) ışınlayarak polimerizasyonun etkinliğini incelemişler ve iki LED cihazı arasında fark olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda güvenilir

olması, klinik uygulamalarda zaman kazandırması nedeniyle 395-480 nm dalga boyunda yüksek yoğunluklu ışık üretmek için özel 3. nesil LED ışık cihazı olan VALO Ortho Cordless (Ultradent Products, Inc.) kullanılmıştır.

Diş hekimliğinde yer alan materyaller ağız içerisinde çeşitli mekanik, kimyasal ve termal stresler altında bulunmaktadırlar. Dental malzemelerin test edilmesinde en çok kullanılan in-vitro testlerden biri olan termal döngü test protokolünde, restoratif malzemelerin uzun dönemli klinik kullanım koşullarının taklit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu işlem, ağız içerisinde oluşan ısı değişimlerini taklit edecek şekilde materyalleri yüksek ve düşük sıcaklık değerlerine maruz bırakarak yapılmaktadır. Kesin olmamakla birlikte 10.000 termal döngünün, nem ve sıcaklık değişiklikleri altında yaklaşık 12 aya karşılık geldiği düşünülmektedir (202). Genellikle 0-68 °C arasında değişen ısılar uygulanmaktadır (238). Bununla birlikte sıklıkla tercih edilen en yüksek sıcaklık 55 °C iken en düşük sıcaklık 5 °C'dir (239). Su banyoları arasındaki bu sıcaklık farkları genellikle rezin yapısının zayıflamasına neden olmaktadır (240). Yapılan incelemede termal döngü süreleri ve dereceleri ile ilgili farklılıklar gösteren çok sayıda çalışma olduğu ve bu konuyla ilgili fikir birliği sağlanamadığı, ancak termal döngünün bağlanma kuvveti üzerine olumsuz etkisi olduğu konusunda ortak görüşün sağlandığı gözlenmiştir (241-247). Çalışmamızda ağız ısını taklit edebilmek amacı ile örnek dişlere 6 günlük süre içerisinde 10.000 döngü olacak şekilde 5 ile 55°C'de termal stres uygulanmıştır.

Adeziv rezinin mine yüzeyinden uzaklaştırıldığı in-vitro çalışmalarda rezin temizleme işleminin tek bir uygulayıcı tarafından gerçekleştirildiği veya söz konusu işlem için prototip makine kullanıldığı gözlenmiştir (26, 27, 124, 126, 136, 160, 248). Elias ve ark. (249) yüksek devirde tungsten karbid frez ile diş kesimi esnasında uygulanan kuvveti değerlendirmişler ve uygulayıcının kendi içinde tutarlı kuvvet uyguladığını gözlemlemişlerdir. Araştırmamızda klinik koşullara paralellik sağlamak amacı ile rezin temizleme işlemi tek bir uygulayıcı tarafından reflektör ışığı altında gerçekleştirilmiştir.

Ortodontik tedavinin sonlandırılmasının ardından diş yüzeyine bağlı tüm ataşmanların, takiben kalan tüm adeziv rezinin mümkün olduğunca iatrojenik hasar

oluşturmadan uzaklaştırılması gereklidir (10). Literatür incelemesi yapıldığında artık adezivin mekaniksel olarak uzaklaştırılması ile ilgili birçok farklı yöntem bulunmaktadır. Bunlar; adeziv temizleyici pensler (28, 130), yüksek ve düşük devirde kullanılan tungsten karbid frezler (142, 143) , lazer uygulamaları (127, 139) , aşındırıcı diskler (135, 195), fibercam frezler (160), ultrasonik cihazlardır (28, 123). İncelenen yayınların büyük kısmında, debonding sonrası artık adezivi temizlenmek amacı ile en çok önerilen yöntemin tungsten karbid frezin farklı bıçak sayılarında, yüksek veya yavaş devirlerde kullanımı olduğu görülmektedir (24, 26-28, 32, 33, 122, 123, 126-128, 130, 132, 136, 137, 139, 140, 143, 159, 160, 187, 191). Çalışmamızda bu amaçla mine yüzeyinde bulunan adezivin temizlenmesi için 6 ve 12 bıçaklı tungsten karbid frezler 20.000, 40.000 ve 360.000 rpm hızlarında kullanılmıştır.

Adeziv rezinin temizlenmesi amacı ile tungsten karbid frezin döner aletin farklı hızlarında kullanımı denenmiştir. İncelenen çalışmaların bir kısmı, kullanılan döner alet hakkında net bir bilgi vermemekle birlikte, tungsten karbid frezin yüksek devirde kullanımının kabul edilebilir bir mine yüzeyi oluşturduğunu belirtirken (26, 135, 136, 183) bazı çalışmalarda mikromotor ile düşük devirde tungsten karbid frez kullanımı ile rezin uzaklaştırmanın en iyi yöntem olduğu iddia edilmiştir (123, 126). Yüksek ve düşük devirde karbid frez kullanımını kıyaslayan çalışmaların ortak sonucu düşük devirde kullanımının daha güvenilir olduğu ancak yüksek devirde daha hızlı ve etkin bir temizleme gerçekleştirdiği yönündedir (123, 143, 147, 189, 211, 218). Çalışmamızda tungsten karbid frez mikromotor ile düşük ve aeratör ile yüksek devirlerde kullanılarak yöntemlerin etkinliği incelenmiştir. Literatürde daha önce mikromotor ile düşük devirin farklı hızlarını kıyaslayan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Düşük devirde tungsten karbid frez kullanımı ile ilgili birçok çalışmada devir sayısı 20.000 rpm olarak belirtilmiştir ve elde edilen ortak görüş kabul edilebilir bir mine yüzeyi oluşturduğu yönündedir (142, 143, 211). Bu nedenle çalışmamızda karbid frezin aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm), mikromotor ile 20.000 rpm ve kullanılan mikromotorun en yüksek devri olan 40.000 rpm’de kullanımı kıyaslanmış, en güvenilir ve etkili yöntem hakkında bilgi sahibi olunması amaçlanmıştır.

Mine yüzey pürüzlülüğünü kantitatif olarak değerlendirilmesinde en çok kullanılan yöntemin profilometrik ölçüm olduğu düşünülmektedir (24, 27, 28, 32, 33, 127, 145, 189, 192). Profilometre cihazı yüzey pürüzlülük ölçümlerini doğrudan temas eden elmas bir uç kullanarak, veya dolaylı olarak lazer profilometresi kullanılarak yapmaktadır. Elmas uç ile ölçümün yapıldığı kontakt profilometre daha eski bir yöntemdir ve yüzey dokusunun ölçülmesine ilişkin mevcut ulusal standartlar bu yöntem ile tanımlanmıştır. (167). Signorelli ve ark. (215) braket uzaklaştırma sonrası artık adezivin temizlenmesi amacı ile 6 farklı rezin temizleme yönteminin mine yüzeyine etkisini kontakt profilometre yardımı ile incelemeyi amaçlamışlardır. Kontakt profilometre ile ölçümler, elmas ucun yüzey boyunca sürüklenmesi ile oluşan dikey hareketlerin analog veya dijital sinyallere dönüştürülmesi ile elde edilir. Ancak bu yöntemin diş yüzeyine yaklaşık 0,5 ile 100 mg arası kuvvet uygulanması nedeniyle mine yüzeyine hasar oluşturma ihtimalinin bulunması ve elmas ucun yarıçapından daha küçük yarıçapa sahip konkav alanların detayını kaydetmekte yetersiz kalması gibi dezavantajları bulunmaktadır (20). Reisner ve ark. (22) ise yüzey pürüzlülüğünün 3 boyutlu analizi için optik profilometreyi kullanmışlardır. Lazer profilometresi olarak da adlandırılan optik profilometre ile mine yüzeyinin nicel ve nitel ölçümleri başarılı ve tahribatsız bir şekilde yapılabilmektedir. Optik profilometre, yüzeyle doğrudan temas etmediği için kontakt profilometrenin birçok dezavantajını elimine etmektedir (167). Mine yüzeyi inceleme yöntemlerinden bir diğeri, yüksek çözünürlüklü bir mikroskop türü olan AFM kullanımıdır. Karan ve ark. (160) artık rezinin uzaklaştırılması amacı ile iki farklı yöntemin mine yüzeyine etkisini AFM kullanarak incelemişler ve ölçümü gerçekleştiren AFM'nin kantilever kalem ucunun özelliklerine bağlı olarak sonuçların dikkatle yorumlanması gerektiğini vurgulamışlardır. AFM gibi tarayıcı uçlu mikroskoplar kullanılarak yapılan diş yüzeyinin üç boyutlu analizi için rijid ve düz bir yüzey gerekmektedir (177). Ancak mine yüzeyinden düz bir alanın elde edilmesi zor olduğundan, analiz çok küçük alanlar kullanılarak gerçekleştirilmelidir. Bu durum ise ölçümlerin temsilciliğini azaltmakla birlikte zaman alıcı olmakta ve maliyeti arttırmaktadır (178). Tüm bu bilgiler dikkate alınarak çalışmamızda mine yüzeyinin 3 boyutlu analizi, Reisner ve ark. (22) ile Ferreira ve ark. (172) tarafından kullanılan bir yöntem olan optik profilometre yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

Profilometre ile mine yüzey pürüzlülüğünün değerlendirildiği birçok çalışmada yüzey dokusunun göstergesi için tek parametre olarak Ra kullanılmıştır (250). Whitehead ve ark. (251) yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde Ra parametresinin yetersiz olduğunu, derin veya sığ olukları ayırt edemediğini ve profilin pürüzlülüğü hakkında bilgi eksikliği oluşturduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, benzer Ra değerlerini gösteren yüzeyler, kendi pürüzlülük özelliklerinde önemli ölçüde farklılıklar gösterebilmektedir (bkz. Şekil 2.2) (252). Yüzey profilinin tanımını geliştirmek için Rq, Rt, Rz gibi ek parametreler önerilebilir. Benzer şekilde Wennerberg ve ark. (253) 2 boyutlu ölçümlerin yüzey profilini belirlemede yetersiz olduğunu, iyi bir yüzey analizi için yükseklik ve yatay ölçümleri içeren parametrelerin gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmamızda Ra, Rq, Rt ve Rz parametreleri kullanılarak yüzey profilinin daha iyi değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Artık rezinin diş yüzeyinden uzaklaştırılmasının ardından mine yüzeyini incelemek amacı ile SEM görüntülerinin kullanıldığı yayınlar bulunmaktadır (4, 32, 136, 137, 139, 143, 159, 191). Bu çalışmalarda örneklere ait görüntüler 25x, 250x, 500x, 600x, 700x, 1500x gibi farklı magnifikasyonlar altında incelenmiştir. Yüksek büyütmelerde elde edilen SEM görüntülerinde her ne kadar detay artsa da, test örneği üzerinde incelenen yüzey alanı azalmakta ve test yüzeyinin bütününe objektif bir şekilde değerlendirme şansı azalmaktadır. Düşük büyütmelerde ise detay azalmakta ve morfolojik değişiklikler yeterince incelenememektedir. Ayrıca mine yüzey hasarının SEM ile kalitatif ölçümler elde edilebilmektedir ve değerlendirilmesi tamamen objektif olduğundan, mine yüzeyinin öznel görsel değerlendirmesine dayanan farklı çalışmaların sonuçlarını karşılaştırmak zor olmaktadır (27, 169). Bu nedenle SEM analizlerinin sadece kantitatif inceleme yöntemlerini desteklemek amacı ile kullanımı önerilmektedir (160). Çalışmamızda, adeziv rezinin uzaklaştırılmasının ardından farklı tekniklerin uygulandığı mine yüzeyinin incelenmesinde profilometrik ölçümlere ek olarak 100x, 500x, 1000x ve 2000x büyütmelerinde SEM görüntüleri elde edilmiştir.

Mine yüzeyini etkilemeden rezin uzaklaştıran bir yöntem bulunmamaktadır. Teorik olarak rezin uzaklaştırma nedeniyle oluşan çizikler ve oluklar mine yüzeyinde leke oluşumuna, plak içerisindeki organik aside olan direncin düşmesine ve

demineralizasyona yatkınlığın artmasına neden olmaktadır (140). Bu çalışmada ortodontik debonding sonrası rezin uzaklaştırma yöntemleri 6 ve 12 bıçaklı tungsten karbid frezlerinin mikromotorla düşük devirlerde (20.000, 40.000 rpm) ve aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) kullanımının etkinliği, profilometrik incelemelerin yanında SEM görüntüleri de değerlendirilerek incelenmiştir. Sonuç olarak 12 bıçaklı tungsten karbid frezin yüksek devirde ve 20.000 rpm olan düşük devirde kullanımının mine yüzeyine etkisinin kabul edilebilir olduğu, 6 bıçaklı tungsten karbid frezin mikromotor ile 40.000 rpm devrinde kullanımı ile oluşan mine hasarının en fazla olduğu bulunmuştur. Elde ettiğimiz bulgular ve diğer yayınların bulguları artık rezinin uzaklaştırılmasında döner alet kullanımının etkili olduğunu ve oluşan mine hasarının döner aletin hızına, aşındırıcı frezin yapısına, uygulayıcı tarafından mine yüzeyine yapılan basınca bağlı olarak minede aşınmalar oluşturduğunu göstermektedir (29, 126, 135).

Ahrari ve ark. (127) insan premolar dişi üzerinde yapmış oldukları çalışmada farklı frezler ve Er: YAG lazer kullanılarak adeziv rezini uzaklaştırdıktan sonra mine pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Resin temizleme yöntemi olarak düşük ve yüksek hızda 12 bıçak karbid frezi, Er:YAG lazeri, elmas frezi karşılaştırmışlardır. Yüzey pürüzlülüğünü kontakt profilometre yardımı ile incelemişler, bu amaçla Ra, Rq, Rt, ve Rz parametrelerini kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuca göre düşük hızdaki bir tungsten karbid frez uygulamasının, ortodontik braketlerin debondinginden sonra resin kalıntılarının giderilmesinde en güvenilir yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yüksek hızda tungsten karbid frez ile bir miktar pürüzlülük artışı gözlemlenmeler de bu artışın klinik olarak önemsiz olduğunu ve buna rağmen dikkatli kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Resin temizleme işlemi için ultra ince elmas frezin veya Er: YAG lazerin kullanılmasının yüzey pürüzlülüğünde önemli ölçüde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda resin temizleme işlemi amacı ile 6 ve 12 bıçaklı tungsten karbid frezlerin yüksek hızda ve farklı düşük hızlarda kullanımı incelenmiştir ve 12 bıçaklı tungsten karbid frez kullanımının, yüksek hızda (360.000 rpm) ve 20.000 rpm düşük hızda yüzey pürüzlülüğündeki artışı klinik olarak önemli görülmemiştir. Elde edilen bu sonuç Ahari ve ark.'nın (127) çalışmasına benzerlik göstermektedir. Ancak çalışmamızda 40.000 rpm düşük hızda tungsten karbid frez kullanımı ile yüzey pürüzlülüğündeki

artış klinik olarak önemlidir. Ahari ve ark.'nın yapmış olduğu çalışmada düşük hızın devri ile ilgili bilgi verilmemiştir. Bu nedenle kıyaslama tam olarak yapılamamaktadır. Ayrıca ölçümler bizim çalışmamızdan farklı olarak kontakt profilometre yardımı ile yapılmıştır. Kontakt profilometrenin, çalışmamızda kullanılan optik profilometreye göre daha az hassas ölçümler yapabiliyor olması ve dış etkenlerden etkilenme ihtimalinin bulunması (167) elde edilen sonuçlarda farklılık oluşturmuş olabilir.

Alessandri Bonetti ve ark. (142) in-vivo çalışmalarında 24 adet maksiller 2. premolar diş üzerinde rezin temizleme sonrası mine yüzey pürüzlülüğündeki değişimi incelemişlerdir. Çalışma kapsamında bondingi gerçekleştirilen braket çeşidine göre dişler 2 gruba ayrılmıştır. Aynı yapıştırıcı ve aynı debonding prosedürü uygulanan dişlerin yüzeyindeki rezin artıkları 12 bıçaklı tungsten karbid frez ile 20.000 rpm döner alet hızında temizlenmiştir. Ardından aşamalı olarak sof-leks diskler ile polisajı yapılmıştır. Dişlerin; işlem uygulanmamış, braket debonding sonrası ve rezin temizleme sonrası yüzey pürüzlülük incelemesi SEM ile yapılmış ve görüntüler mine hasar indeksi ile skorlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tüm örneklerde yüzey pürüzlülüğünün arttığı gözlenmiştir. Bu sonuç çalışmamızda aynı şekilde uygulanan 12 bıçaklı tungsten karbid frezin 20.000 rpm devirde kullanıldığı yöntemin sonucuyla uyumludur. Braket debonding sonrası mine yüzeyinde kalan adeziv rezin miktarı ARI indeksi ile skorlanmıştır. ARI indeksinin 0 olması ayrılmanın mine ve adeziv arasında olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum mine hasarı açısından en riskli ve en istenmeyen durumdur (254). Çalışmada ARI indeksi 0 olan bir örnek olmaması riskin minimal olduğunu göstermektedir. ARI indeksinin 3 olması ayrılmanın adeziv braket arasında olduğu anlamına gelmektedir (254). Bu durumda mine hasarı riski en azdır ve çalışmada braket debonding sırasında oluşan en sık ayrılma bu şekilde gerçekleşmiştir. Bizim çalışmamızda braket debonding yapılmamış, diş yüzeyine adeziv rezinin bondingi gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu uygulamanın ARI indeksine göre skor 3 ile benzerlik gösterdiği, bu sayede rezin temizleme sırasında diş yüzeyine uygulanan işlemlerin pürüzlülüğe etkisinin selektif olarak incelenebilmesi için ara işlemlerde mine hasar riskinin en aza indirgenebildiği tarafımızca düşünülmektedir. Alessandri Bonetti ve ark. (142) çalışmasında ARI indeksinin en sık 3 olarak bulunmasının mine hasar riski açısından çalışmamızla

benzerlik göstermesi elde edilen sonucun çalışmamızla uyumlu olmasının güvenilirliğini arttırmaktadır.

Eminkahyagil ve ark. (143) aeratör ile yüksek hızda (310.000 rpm) ve mikromotorla düşük hızda (20.000 rpm) 8 bıçaklı tungsten karbid frezi, sof-leks diskleri ve mikropürüzlendiriciler ile yapmış oldukları rezin temizleme işlemlerinin mine yüzey pürüzlülüğüne etkilerini SEM görüntüleri kullanarak karşılaştırmışlardır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre uygulanan tüm yöntemler mine yüzey pürüzlülüğünü arttırmaktadır. Sekiz bıçaklı tungsten karbid frezin yüksek devirde kullanımının etkinliği en yüksek, ancak oluşturduğu mine hasarı en fazla olduğu bulunmuştur. Sekiz bıçaklı tungsten karbid frezin düşük devirde kullanımı kabul edilebilir bir mine yüzeyi ve uygun uygulama zamanı ile tercih edilir bir yöntem olabilmektedir. Sof-Leks disklerinin aşamalı kullanımının, mine yüzeyindeki düzensizlikleri aşamalı olarak azalttığı fakat en fazla zaman harcanan yöntem olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda 6 bıçaklı tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) kullanımının, mikromotorla 20.000 rpm devirde kullanımından daha fazla mine hasarı oluşturduğu görülmüştür. Bu sonuç Eminkahyagil ve ark.'larının çalışması ile örtüşmektedir. Ancak çalışmamızda 12 bıçaklı tungsten karbid frezin yüksek devirde kullanımı, 6 bıçaklı karbid frezden farklı olarak kabul edilebilir bir mine yüzeyi oluşturmuştur. Bıçak sayısının azalması ile birlikte karbid frezin yüksek devirde kullanımının mine hasar riskini artırıp arttırmadığı ileride yapılacak çalışmalar ile araştırılmalıdır.

Ireland ve ark. (123) iki farklı adeziv sisteminin kullanımını takiben, debonding ve 4 farklı rezin temizleme yöntemleri ile oluşan mine kaybının derecesinde bir farklılık olup olmadığını incelemişlerdir. Resin temizleme yöntemleri olarak; yüksek devirde spiral bıçaklı tungsten karbid frez, düşük devirde spiral bıçaklı tungsten karbid frez, ultrasonik temizleyici ve bant sökücü pensi kullanmışlardır. Diş yüzey özelliklerini eşitlemek amacı ile işlem uygulanacak yüzeye başlangıçta 350 grit silikon karbid polisaj diski uygulanmıştır. Elde ettikleri sonuçlarda en fazla mine kaybının, yüksek devirde tungsten karbid frez ve ultrasonik temizleyici, en az kaybın ise düşük devirde tungsten karbid frez kullanımı sırasında oluştuğunu öne sürmüşlerdir.

Zarrinnia ve ark. (136) elmas frez, yüksek devirde 12 bıçaklı tungsten karbid frez, 169L tungsten karbid frez, çelik frez, sof-leks disk ve polisaj kitinin rezin temizleme işlemi sonrası premolar dişlerin mine yüzeyine etkilerini incelemişlerdir. Minenin yüzey incelemesi SEM ile sübjektif olarak yapılmıştır. Yüksek hızda ve hava soğutması altında 12 bıçaklı tungsten karbid frez kullanımının, adeziv rezinin uzaklaştırılmasında etkili olduğunu, ancak tek başına kullanıldığında tatmin edici bir mine yüzeyi elde edilemediğini vurgulamışlardır. Oniki bıçaklı tungsten karbid frez ile rezin temizleme işlemi sonrası, alüminyum oksit disklerin kademeli olarak kullanımı ve polisaj patları uygulaması ile kabul edilebilir bir mine yüzeyi elde edildiğini savunmuşlardır. Bu çalışmada kullanıldığı gibi çok aşamalı rezin temizleme yöntemlerinin etkinliği diğer araştırmacılar tarafından sorgulanmıştır (33, 135). Bu prosedürlerin çok zaman alıcı olduğu ve klinik uygulamalarda pratiklik sorunu ortaya çıkardığı vurgulanmıştır (126, 143). Bu çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi sübjektiftir. Rezin temizleme yöntemleri uygulama sonrası mine yüzeyi, polisaj işlemi sonrası mine yüzeyi ile kıyaslanmıştır. Çalışmada her ne kadar 12 bıçak tungsten karbid frez kullanımı sonrası kabul edilebilir olmayan bir mine yüzeyi elde edilmiş olması, karbid frezin mineden daha sert olması nedeniyle zarar verici ihtimalinin bulunmasına dayandırılrsa da mine yüzeyi pürüzlülük incelemesinin diğer çalışmalarla kıyaslanması zor olmaktadır.

Campbell (26) bant sökücü, yeşil taş frez, elmas frez, 30 bıçaklı tungsten karbid frez, bıçak sayısı bilinmeyen çapraz bıçaklı frez ve Sof-Leks diskleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada santral keserler, lateral keserler ve kanin dişleri kullanılmış ve elde edilen veriler SEM incelemesi sonrası oluşturulmuştur. Yüksek devirde 30 bıçaklı tungsten karbid frezin en az miktarda hasar verici olduğu ve adeziv rezini uzaklaştırmada etkili olduğu bildirilmiştir. Karbid frezin yüksek devirde kullanımının önerilmesi çalışmamızla benzerlik göstermektedir

Retief ve Denys (135), braket sökücü pens, keskin uçlu periodontal spatül, ultra ince elmas frez, 12 bıçaklı tungsten karbid frez, çelik frez, sof-leks disks ve seramik frezlerin rezin temizleme amacı ile kullanımının keser diş minesini yüzeyine etkisini incelemişlerdir. Mine yüzey değişiminin SEM görüntüleri ile sübjektif değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde ettikleri sonuca göre 12 bıçaklı tungsten karbid

frezin yüksek devirde kullanımının diğer yöntemlerden daha kabul edilebilir sonuç oluşturduğunu ileri sürmüşlerdir. Yapılan bu çalışmada örneklerin sadece SEM ile subjektif değerlendirilmesi ve çalışma kapsamındaki grupların farklı olması da göz önünde bulundurularak, elde edilen sonuçlarının çalışmamızla benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Çalışmamızın genel bulguları debonding işleminden sonra mine hasarının kaçınılmaz olduğu, ancak doğru protokollerin seçilmesi ile bu hasarın en aza indirgenebileceği yönündedir. Mikromotor ile 12 bıçaklı tungsten karbid frezin 20.000 rpm düşük devirde ve aeratör ile yüksek devirde kullanımı kabul edilebilir mine yüzeyi ve uygun uygulama zamanı oluşturduğundan tercih edilebilir bir yöntem olabilmektedir. Bu sonuçlar 12 bıçaklı tungsten karbid frezin kullanıldığı diğer yayınlar tarafından desteklenmektedir (135, 136, 142). Eminkahyagil ve ark.(143) ve Ireland ve ark.'nın (123) çalışmalarına benzer olarak, çalışmamızda mikromotorla 6 bıçaklı tungsten karbid frezin 40.000 rpm devrinde kullanımı oluşturduğu mine hasarı açısından önerilmemektedir. Tungsten karbid frezin yüksek devirde kullanımı rezin uzaklaştırmada en az zamanı harcamakta ve etkili bir yöntem olmaktadır. Ancak yapısı gereği mine yüzeyinden daha sert olduğu için mine hasarına neden olabilmektedir (29). Bu nedenle dikkatli kullanımı önerilmektedir. Debonding ve rezin uzaklaştırma işlemleri, uygulayıcıya bağımlı olduğundan sonuçlar uygulayıcılar arasında değişkenlik gösterebilmekte ve ciddi limitasyonlar oluşturabilmektedir. Çalışmamızda tüm klinik prosedürler yalnızca bir uygulayıcı tarafından gerçekleştirilmiştir.

Literatür incelemesi yapıldığında farklı çeşitlerde frezlerin ve farklı debonding tekniklerinin mine yüzeyine etkileri üzerinde yoğunlaşıldığı (130, 159, 192) ve ağırlıklı olarak en güvenilir rezin temizleme yönteminin tungsten karbid frez olduğu görülmüştür (123, 130, 132, 139). Ancak tungsten karbid frezin çeşitlerinin kendi içerisinde karşılaştırılmasına daha az ilgi gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda mümkün olduğunca tüm basamakların standartlaştırılması üzerine yoğunlaşarak, aynı koşullar altında 4 farklı tungsten karbid frezin etkisi araştırılmıştır. Tekrarlanabilir ve güvenilir ölçümler elde etmek için her aşamanın ayrıntılarına dikkat edilmiştir.

Önceden kullanılan her bir frezin yeni frezden daha fazla hasar oluşturabileceği düşünülerek, çalışmamızda her bir diş için yeni bir frez kullanılmıştır. Böylelikle farklı dişleri karşılaştırırken bu olası hata kaynağı elimine edilmiştir.

Rezin uzaklaştırma işleminde kullanılan döner aletin hızı uygulanan protokolün mine yüzeyine etkisinde önemlidir (29, 126, 135). İlgili çalışmalar incelendiğinde döner aletin yüksek ve düşük devirde kullanımı üzerinde yoğunlaşıldığı görülmüştür (25, 29, 30). Mikromotor ile düşük devirde döner alet kullanımının farklı hızlarda devirleri bulunmaktadır. Ancak farklı devirde düşük hızların karşılaştırmalı olarak incelendiği yayına rastlanmamıştır. Çalışmamızda aeratör ile yüksek devir ve mikromotor ile farklı düşük devirlerin rezin temizleme işlemi sırasında mine yüzeyine etkisi incelenmiştir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçların, güncel olarak kullanılan ortodontik rezin temizleme protokollerine ışık tutacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı ortodontik rezin temizleme yöntemlerinin mine yüzeyine etkisinin karşılaştırıldığı bu çalışmada;

- Mine yüzeyine adeziv rezinin bondingi gerçekleştirildikten sonra, rezin temizleme işlemi sonrası tüm gruplarda mine yüzeyi pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür.
- Altı bıçaklı tungsten karbid frezin 40.000 rpm devirde kullanımı ile oluşan mine yüzeyi pürüzlülük artışı, 6 bıçaklı tungsten karbid frezin 360.000 rpm'deki kullanımına yakın olmakla birlikte en yüksek bulunmuştur.
- Resin temizleme işleminde 12 bıçaklı tungsten karbid frezin aeretör ile 360.000 rpm devirde ve mikromotorla 20.000 rpm devirde kullanımı ile oluşan işlem sonrası mine yüzeyi pürüzlülük değerleri, dişlerin dental işlem görmemiş yüzey özelliklerine yakın bulunmuştur.
- Gruplara göre işlem süreleri karşılaştırıldığında; 6 bıçak sayısına sahip tungsten karbid frezin 20.000 rpm'de kullanıldığı yöntem, işlem süresi en yüksek buna bağlı olarak da etkinliği en düşük olarak bulunmuştur. 12 bıçak sayısına sahip tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) ve mikromotor ile 40.000 rpm devirde kullanıldığı yöntemlerin, işlem süresi birbirine yakın ve en düşük değerlerde buna bağlı olarak da etkinliği en yüksek bulunmuştur.
- İşlem süresi ve pürüzlülük parametreleri arasında ilişki bulunmamıştır.
- SEM görüntüleri incelemeleri ile elde edilen veriler profilometrik sonuçlar ile uyumlu bulunmuştur.
- On iki bıçaklı tungsten karbid frezin mikromotorla 20.000 rpm devrinde ve aeratör ile yüksek devirde (360.000 rpm) kullanımı, mine yüzeyinde klinik olarak önemli pürüzlülük artışı oluşturmadığından ortodontik rezin uzaklaştırma yöntemi olarak önerilmektedir.
- Tungsten karbid frezin aeratör ile yüksek devirde kullanımı sırasında, mine yüzeyide oluşabilecek iatrojenik hasarın en aza indirgenmesi için dikkatli kullanılması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. **Nanda RS, Kapilla S.** Adhesives and Bonding in Orthodontics. In: Üşümez S, Erverdi N. Eds. Current Therapy in Orthodontics, St. Louis: Mosby, Elsevier; **2010**: 45-67.
2. **Buonocore MG.** A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, **1955**;34(6):849-53.
3. **Newman GV.** Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod*, **1965**;51(12):901-12.
4. **Zachrisson BJ.** A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod*, **1977**;71(2):173-89.
5. **Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DSr.** 2002 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures. Part 1. Results and trends. *J Clin Orthod*, **2002**;36(10):553-68.
6. **Proffit WR, Fields HW, Sarver DM.** Contemporary Orthodontics. 4th Ed., St. Louis: Mosby Elsevier, **2007**.
7. **Reynolds IR.** A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod*, **1975**;2:171.
8. **Howells DJ, Jones P.** In vitro evaluation of a cyanoacrylate bonding agent. *Br J Orthod*, **1989**;16(2):75-8.
9. **Arhun N, Arman A.** Effects of Orthodontic Mechanics on Tooth Enamel: A Review. *Seminars in Orthodontics*, **2007**(13):281-91.
10. **Graber LW, Vanarsdall R, Vig K.** Bonding in Orthodontics. In: Zachrisson BU, Büyükyılmaz T. Eds. Orthodontics Current Principles and Techniques. 5th Ed., Philadelphia: Elsevier; **2005**: 579-653.
11. **Gerbo LR, Lacefield WR, Wells BR, Russell CM.** The effect of enamel preparation on the tensile bond strength of orthodontic composite resin. *Angle Orthod*, **1992**;62(4):275-81; discussion 82.
12. **Miura F, Nakagawa K, Ishizaki A.** Scanning electron microscopic studies on the direct bonding system. *Bull Tokyo Med Dent Univ*, **1973**;20(3):245-60.
13. **Main C, Thomson JL, Cummings A, Field D, Stephen KW, Gillespie FC.** Surface treatment studies aimed at streamlining fissure sealant application. *J Oral Rehabil*, **1983**;10(4):307-17.
14. **Ajlouni R, Bishara SE, Oonsombat C.** Effect of water storage on the shear bond strength of a cyanoacrylate adhesive: clinical implications. *World J Orthod*, **2004**;5(3):250-3.
15. **Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Laffoon JF.** Comparison of the shear bond strength of 2 self-etch primer/adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2004**;125(3):348-50.
16. **Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ.** Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod*, **2005**;75(5):832-5.
17. **Burgess AM, Sherriff M, Ireland AJ.** Self-etching primers: is prophylactic pumicing necessary? A randomized clinical trial. *Angle Orthod*, **2006**;76(1):114-8.
18. **Newman GV, Facq JM.** The effects of adhesive systems on tooth surfaces. *Am J Orthod*,

1971;59(1):67-75.

19. **Aboush YE, Tareen A, Elderton RJ.** Resin-to-enamel bonds: effect of cleaning the enamel surface with prophylaxis pastes containing fluoride or oil. *Br Dent J*, **1991**;171(7):207-9.

20. **Fritz UB, Diedrich P, Finger WJ.** Self-etching primers--an alternative to the conventional acid etch technique? *J Orofac Orthop*, **2001**;62(3):238-45.

21. **Ireland AJ, 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. *J Orthod*, **2002**;29(3):217-20; discussion 196.

22. **Reisner KR, Levitt HL, Mante F.** Enamel preparation for orthodontic bonding: a comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1997**;111(4):366-73.

23. **Barnes CM, Russell CM, Gerbo LR, Wells BR, Barnes DW.** Effects of an air-powder polishing system on orthodontically bracketed and banded teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1990**;97(1):74-81.

24. **Pus MD, Way DC.** Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *Am J Orthod*, **1980**;77(3):269-83.

25. **Baumann DF, Brauchli L, van Waes H.** The influence of dental loupes on the quality of adhesive removal in orthodontic debonding. *J Orofac Orthop*, **2011**;72(2):125-32.

26. **Campbell PM.** Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod*, **1995**;65(2):103-10.

27. **Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M.** Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *Eur J Orthod*, **2004**;26(3):333-8.

28. **Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ.** Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2004**;126(6):717-24.

29. **Rouleau BD, Jr., Marshall GW Jr., Cooley RO.** Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. *Am J Orthod*, **1982**;81(5):423-6.

30. **Yetkiner E.** Farklı ortodontik bonding materyalleri ve debonding tekniklerinin mine yüzeyine etkilerinin incelenmesi, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, **2009**: 130s.

31. **Kochavi D, Gedalia I, Anaise J.** Effect of conditioning with fluoride and phosphoric acid on enamel surfaces as evaluated by scanning electron microscopy and fluoride incorporation. *J Dent Res*, **1975**;54(2):304-9.

32. **Fitzpatrick DA, Way DC.** The effects of wear, acid etching, and bond removal on human enamel. *Am J Orthod*, **1977**;72(6):671-81.

33. **Brown CR, Way DC.** Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. *Am J Orthod*, **1978**;74(6):663-71.

34. **Lehman R, Davidson CL, Duijsters PP.** In vitro studies on susceptibility of enamel to caries attack after orthodontic bonding procedures. *Am J Orthod*, **1981**;80(1):61-72.

35. **Shey Z, Brandt S.** Enamel loss due to acid treatment for bonding. *J Clin Orthod*, **1982**;16(5):338-40.

36. **Legler LR, Retief DH, Bradley EL, Denys FR, Sadowsky PL.** Effects of phosphoric acid

concentration and etch duration on the shear bond strength of an orthodontic bonding resin to enamel. An in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1989**;96(6):485-92.

37.**Sadowsky PL, Retief DH, Cox PR, Hernandez-Orsini R, Rape WG, Bradley EL.** Effects of etchant concentration and duration on the retention of orthodontic brackets: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1990**;98(5):417-21.

38.**Beech DR, Jalaly T.** Bonding of polymers to enamel: influence of deposits formed during etching, etching time and period of water immersion. *J Dent Res*, **1980**;59(7):1156-62.

39.**Barkmeier WW, Gwinnett AJ, Shaffer SE.** Effects of enamel etching time on bond strength and morphology. *J Clin Orthod*, **1985**;19(1):36-8.

40.**Chigira H, Koike T, Hasegawa T, Itoh K, Wakumoto S, Hayakawa T.** Effect of the self etching dentin primers on the bonding efficacy of a dentin adhesive. *Dent Mater J*, **1989**;8(1):86-92.

41.**Barry GR.** A clinical investigation of the effects of omission of pumice prophylaxis on band and bond failure. *Br J Orthod*, **1995**;22(3):245-8.

42.**Bishara SE, Gordan VV, VonWald L, Olson ME.** Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1998**;114(3):243-7.

43.**Pandis N, Eliades T.** A comparative in vivo assessment of the long-term failure rate of 2 self-etching primers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2005**;128(1):96-8.

44.**Dos Santos JE, Quioca J, Loguercio AD, Reis A.** Six-month bracket survival with a self-etch adhesive. *Angle Orthod*, **2006**;76(5):863-8.

45.**Murfitt PG, Quick AN, Swain MV, Herbison GP.** A randomised clinical trial to investigate bond failure rates using a self-etching primer. *Eur J Orthod*, **2006**;28(5):444-9.

46.**Davari AR, Yassaee S, Daneshkazemi AR, Yosefi MH.** Effect of different types of enamel conditioners on the bond strength of orthodontic brackets. *J Contemp Dent Pract*, **2007**;8(1):36-43.

47.**Lill DJ, Lindauer SJ, Tufekci E, Shroff B.** Importance of pumice prophylaxis for bonding with self-etch primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2008**;133(3):423-6; quiz 76 e2.

48.**Aljubouri YD, Millett DT, Gilmour WH.** Laboratory evaluation of a self-etching primer for orthodontic bonding. *Eur J Orthod*, **2003**;25(4):411-5.

49.**Korbmacher H, Klocke A, Huck L, Kahl-Nieke B.** Enamel conditioning for orthodontic bonding with a single-step bonding agent. *J Orofac Orthop*, **2002**;63(6):463-71.

50.**Arnold RW, Combe EC, Warford JH, Jr.** Bonding of stainless steel brackets to enamel with a new self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2002**;122(3):274-6.

51.**Larmour CJ, Stirrups DR.** An ex vivo assessment of a bonding technique using a self-etching primer. *J Orthod*, **2003**;30(3):225-8.

52.**Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI.** Effect of self-etching primers on bond strength--are they reliable? *Angle Orthod*, **2003**;73(1):64-70.

53.**Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Denehy G.** The effect of saliva contamination on shear bond strength of orthodontic brackets when using a self-etch primer. *Angle Orthod*, **2002**;72(6):554-7.

54.**Cacciafesta V, Sfondrini MF, De Angelis M, Scribante A, Klersy C.** Effect of water and

saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional, hydrophilic, and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2003**;123(6):633-40.

55. **Zeppieri IL, Chung CH, Mante FK.** Effect of saliva on shear bond strength of an orthodontic adhesive used with moisture-insensitive and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2003**;124(4):414-9.

56. **Canay S, Kocadereli I, Akca E.** The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2000**;117(1):15-9.

57. **Van Waveren Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prah-Andersen B.** The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2000**;117(1):20-6.

58. **Buyukyilmaz T, Zachrisson BU.** Improved orthodontic bonding to silver amalgam. Part 2. Lathe-cut, admixed, and spherical amalgams with different intermediate resins. *Angle Orthod*, **1998**;68(4):337-44.

59. **Millett D, McCabe JF, Gordon PH.** The role of sandblasting on the retention of metallic brackets applied with glass ionomer cement. *Br J Orthod*, **1993**;20(2):117-22.

60. **Sonis AL.** Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1996**;110(1):96-8.

61. **Von Fraunhofer JA, Allen DJ, Orbell GM.** Laser etching of enamel for direct bonding. *Angle Orthod*, **1993**;63(1):73-6.

62. **Visuri SR, Gilbert JL, Wright DD, Wigdor HA, Walsh JTJ.** Shear strength of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin. *J Dent Res*, **1996**;75(1):599-605.

63. **Fowler BO, Kuroda S.** Changes in heated and in laser-irradiated human tooth enamel and their probable effects on solubility. *Calcif Tissue Int*, **1986**;38(4):197-208.

64. **Keller U, Hibst R.** Ultrastructural changes of enamel and dentin following Er:YAG laser radiation on teeth. *Proc SPIE*, **1990**;1200:408-15.

65. **Zach L, Cohen G.** Pulp Response to Externally Applied Heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **1965**;19:515-30.

66. **Rajagopal R, Padmanabhan S, Gnanamani J.** A comparison of shear bond strength and debonding characteristics of conventional, moisture-insensitive, and self-etching primers in vitro. *Angle Orthod*, **2004**;74(2):264-8.

67. **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. *Photomed Laser Surg*, **2007**;25(6):508-12.

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

69. **McLaughlin RP, Bennett JP, Trevisi HJ.** Systemized orthodontic treatment mechanics. 2th Ed., Edinburgh: Mosby, **2001**.

70. **Eliades T.** Orthodontic materials research and applications: part 1. Current status and projected future developments in bonding and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2006**;130(4):445-51.

71. **Rahiotis C.** Degree of Cure and Monomer Leaching from Orthodontic Adhesive Resins: In

Vitro and in Vivo Evidence. *Semin Orthod*, **2010**;16(4):266-73.

72.**Bowen RL**. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of Bis phenol and glycidyl acrylate. *United States Patent Office*, **1962**;3(066):112.

73.**Bowen RL**. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc*, **1963**;66:57-64.

74.**Jones DW**. Dental composite biomaterials. *J Can Dent Assoc*, **1998**;64(10):732-4.

75.**Goldberg M**. In vitro and in vivo studies on the toxicity of dental resin components: a review. *Clin Oral Investig*, **2008**;12(1):1-8.

76.**McNamara JA, Brudon WL**. Orthodontic Bonding. In: Gange PA. Eds. Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1thEd., United States of America: Needham Press, inc.; **2001**: 196-87.

77.**Guan L, Chen Z, Qiu J**. [A study on TF no-mix orthodontic adhesive]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, **1997**;15(4):331-2.

78.**Fredericks HE**. Mutagenic potential of orthodontic bonding materials. *Am J Orthod*, **1981**;80(3):316-24.

79.**Roberson TM, Heymann HO, Edward J, Swift JE**. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry. 4th Ed., St. Louise: Mosby, **2001**.

80.**Brantley WA, Eliades T**. Orthodontic Adhesive Resins. In: Eliades T, Eliades G. Eds. Orthodontic Materials 202-2017, Stuttgart- New York: Thieme; **2001**.

81.**Anusavice KJ**. Phillips' Science of Dental Materials. 10th Ed., Philadelphia: W.B. Saunders Company, **1996**.

82.**Joseph VP, Rossouw E**. The shear bond strengths of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1990**;97(2):121-5.

83.**McCabe JF, Walls AWG**. Applied Dental Materials. 8th Ed., London: Blackwell Science Ltd, **1998**.

84.**Brantley WA, Eliades T**. Cements in Orthodontics. In: Kakaboura A, Vougiouklakis G. Eds. Orthodontic Materials, Stuttgart-New York: Thieme **2001**.

85.**Attar N, Önen A**. Rezin modifiye cam iyonomer simanların ve poliasit modifiye kompozit rezinlerin konservatif diş hekimliğinde klinik uygulama alanları. *HÜ Diş Hek Fak Derg*, **2000**(24):29-38.

86.**Voss A, Hickel R, Molkner S**. In vivo bonding of orthodontic brackets with glass ionomer cement. *Angle Orthod*, **1993**;63(2):149-53.

87.**White LW**. Glass ionomer cement. *J Clin Orthod*, **1986**;20(6):387-91.

88.**Fricker JP**. A new self-curing resin-modified glass-ionomer cement for the direct bonding of orthodontic brackets in vivo. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1998**;113(4):384-6.

89.**Kvam E, Broch J, Nissen-Meyer IH**. Comparison between a zinc phosphate cement and a glass ionomer cement for cementation of orthodontic bands. *Eur J Orthod*, **1983**;5(4):307-13.

90.**Millett DT, McCabe JF, Bennett TG, Carter NE, Gordon PH**. The effect of sandblasting on

the retention of first molar orthodontic bands cemented with glass ionomer cement. *Br J Orthod*, **1995**;22(2):161-9.

91. **Eliades T, Kakaboura A, Eliades G, Bradley TG.** Comparison of enamel colour changes associated with orthodontic bonding using two different adhesives. *Eur J Orthod*, **2001**;23(1):85-90.

92. **McCabe JF.** Resin-modified glass-ionomers. *Biomaterials*, **1998**;19(6):521-7.

93. **Powers JM, Kim HB, Turner DS.** Orthodontic adhesives and bond strength testing. *Semin Orthod*, **1997**;3(3):147-56.

94. **Craig RG.** Restorative Dental Materials. 10th Ed., St Louis MO: Mosby, **1997**.

95. **Graber TM, Vanarsdall RL.** Bonding in orthodontics. In: Zachrisson BU. Eds. Current principles and techniques. 2nd Ed., St. Louis: Mosby; **1994**: 542-626.

96. **Tate WH, You C, Powers JM.** Bond strength of compomers to human enamel. *Oper Dent*, **2000**;25(4):283-91.

97. **Vicente A, Navarro R, Mena A, Bravo LA.** Effect of surface treatments on the bond strength of brackets bonded with a compomer. *Am J Dent*, **2006**;19(5):271-4.

98. **Özcan S.** Farklı ışık Kaynakları ile Polimerize Edilen Farklı Kompozit Rezin Restoratif Materyallerin Monomer Değişim Derecelerinin Mikrosertlik Ölçümü ile Değerlendirilmesi., Doktora tezi, *Gazi üniversitesi Ankara Sağlık Bilimleri Enstitüsü Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı*, Ankara, **2009**: 114s.

99. **Vandewalle KS, Ferracane JL, Hilton TJ, Erickson RL, Sakaguchi RL.** Effect of energy density on properties and marginal integrity of posterior resin composite restorations. *Dent Mater*, **2004**;20(1):96-106.

100. **Soh MS, Yap AU, Siow KS.** The effectiveness of cure of LED and halogen curing lights at varying cavity depths. *Oper Dent*, **2003**;28(6):707-15.

101. **Sfondrini MF, Cacciafesta V, Pistorio A, Sfondrini G.** Effects of conventional and high-intensity light-curing on enamel shear bond strength of composite resin and resin-modified glass-ionomer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2001**;119(1):30-5.

102. **Mills RW, Uhl A, Blackwell GB, Jandt KD.** High power light emitting diode (LED) arrays versus halogen light polymerization of oral biomaterials: Barcol hardness, compressive strength and radiometric properties. *Biomaterials*, **2002**;23(14):2955-63.

103. **Asmussen E, Peutzfeldt A.** Temperature rise induced by some light emitting diode and quartz-tungsten-halogen curing units. *Eur J Oral Sci*, **2005**;113(1):96-8.

104. **Mills RW, Jandt KD, Ashworth SH.** Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *Br Dent J*, **1999**;186(8):388-91.

105. **Yazici AR, Muftu A, Kugel G, Perry RD.** Comparison of temperature changes in the pulp chamber induced by various light curing units, in vitro. *Oper Dent*, **2006**;31(2):261-5.

106. **Jandt KD, Mills RW, Blackwell GB, Ashworth SH.** Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dent Mater*, **2000**;16(1):41-7.

107. **Teshima W, Nomura Y, Tanaka N, Urabe H, Okazaki M, Nahara Y.** ESR study of camphorquinone/amine photoinitiator systems using blue light-emitting diodes. *Biomaterials*, **2003**;24(12):2097-103.

108. **Kurachi C, Tuboy AM, Magalhaes DV, Bagnato VS.** Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater*, **2001**;17(4):309-15.
109. **Fujimoto K, Murakami-Hisaichi M, Tokuda C, Kajiya F.** A silver impregnation method for study of cerebral microcirculation using confocal, light, and electron microscopy. *Microvasc Res*, **1996**;51(1):116-20.
110. **Fujibayashi K, Ishimaru K, Takahashi N, Kohno A.** Newly developed curing unit using blue light emitting diodes. *Dent Jpn*, **1998**;34:49–53.
111. **Rueggeberg FA, Blalock JS, Callan RS.** LED curing lights--what's new? *Compend Contin Educ Dent*, **2005**;26(8):586, 8, 90-1.
112. **Klocke A, Korbmacher HM, Huck LG, Kahl-Nieke B.** Plasma arc curing lights for orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2002**;122(6):643-8.
113. **Klocke A, Korbmacher HM, Huck LG, Ghosh J, Kahl-Nieke B.** Plasma arc curing of ceramic brackets: an evaluation of shear bond strength and debonding characteristics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2003**;124(3):309-15.
114. **Stritikus J, Owens B.** An in vitro study of microleakage of occlusal composite restorations polymerized by a conventional curing light and a PAC curing light. *J Clin Pediatr Dent*, **2000**;24(3):221-7.
115. **Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC.** Rapid curing of bonding composite with a xenon plasma arc light. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2001**;119(6):610-6.
116. **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. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2004**;125(3):342-7.
117. **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. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2000**;118(3):274-9.
118. **Weinberger SJ, Foley TF, McConnell RJ, Wright GZ.** Bond strengths of two ceramic brackets using argon laser, light, and chemically cured resin systems. *Angle Orthod*, **1997**;67(3):173-8.
119. **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. *Angle Orthod*, **2003**;73(3):249-58.
120. **Anderson AM, Kao E, Gladwin M, Benli O, Ngan P.** The effects of argon laser irradiation on enamel decalcification: An in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2002**;122(3):251-9.
121. **Zinelis S, Eliades T, Eliades G, Makou M, Silikas N.** Comparative assessment of the roughness, hardness, and wear resistance of aesthetic bracket materials. *Dent Mater*, **2005**;21(9):890-4.
122. **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. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2007**;131(3):301 e9-15.
123. **Ireland AJ, 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. *Eur J Orthod*, **2005**;27(4):413-9.

124. **Yetkiner E.** Farklı ortodontik bonding materyalleri ve debonding tekniklerinin mine yüzeyine etkilerinin incelenmesi, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, **2009**: 130s.

125. **Proffit WR, Fields HW, Sarver DM.** Contemporary Orthodontics. 5thEd. St. Louis: Mosby Elsevier, **2013**.

126. **Zachrisson BU, Arthun J.** Enamel surface appearance after various debonding techniques. *Am J Orthod*, **1979**;75(2):121-7.

127. **Ahrari F, Akbari M, Akbari J, Dabiri G.** Enamel surface roughness after debonding of orthodontic brackets and various clean-up techniques. *J Dent (Tehran)*, **2013**;10(1):82-93.

128. **Almeida HC, Vedovello Filho M, Vedovello SA, Young AA, Ramirez-Yanez GO.** ER: YAG laser for composite removal after bracket debonding: a qualitative SEM analysis. *Int J Orthod Milwaukee*, **2009**;20(1):9-13.

129. **Fjeld M, Ogaard B.** Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2006**;130(5):575-81.

130. **Hong YH, Lew KK.** Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding. *Eur J Orthod*, **1995**;17(2):121-8.

131. **Oliver RG.** The effect of different methods of bracket removal on the amount of residual adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1988**;93(3):196-200.

132. **Oliver RG, Griffiths J.** Different techniques of residual composite removal following debonding--time taken and surface enamel appearance. *Br J Orthod*, **1992**;19(2):131-7.

133. **Chen YL, Chang HH, Chiang YC, Lin CP.** Application and development of ultrasonics in dentistry. *J Formos Med Assoc*, **2013**;112(11):659-65.

134. **Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F.** Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod*, **2007**;33(2):81-95.

135. **Retief DH, Denys FR.** Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments. *Angle Orthod*, **1979**;49(1):1-10.

136. **Zarrinnia K, Eid NM, Kehoe MJ.** The effect of different debonding techniques on the enamel surface: an in vitro qualitative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1995**;108(3):284-93.

137. **Radlanski RJ.** A new carbide finishing bur for bracket debonding. *J Orofac Orthop*, **2001**;62(4):296-304.

138. **Alexander R, Xie J, Fried D.** Selective removal of residual composite from dental enamel surfaces using the third harmonic of a Q-switched Nd:YAG laser. *Lasers Surg Med*, **2002**;30(3):240-5.

139. **Smith SC, Walsh LJ, Taverne AA.** Removal of orthodontic bonding resin residues by CO2 laser radiation: surface effects. *J Clin Laser Med Surg*, **1999**;17(1):13-8.

140. **Gwinnett AJ, Gorelick L.** Microscopic evaluation of enamel after debonding: clinical application. *Am J Orthod*, **1977**;71(6):651-65.

141. **Uysal T, Eldeniz AU, Usumez S, Usumez A.** Thermal changes in the pulp chamber during different adhesive clean-up procedures. *Angle Orthod*, **2005**;75(2):220-5.
142. **Alessandri Bonetti G, Zanarini M, Incerti Parenti S, Lattuca M, Marchionni S, Gatto MR.** Evaluation of enamel surfaces after bracket debonding: an in-vivo study with scanning electron microscopy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2011**;140(5):696-702.
143. **Eminkahyagil N, Arman A, Cetinsahin A, Karabulut E.** Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *Angle Orthod*, **2006**;76(2):314-21.
144. **Brosh T, Kaufman A, Balabanovsky A, Vardimon AD.** In vivo debonding strength and enamel damage in two orthodontic debonding methods. *J Biomech*, **2005**;38(5):1107-13.
145. **Tufekci E, Merrill TE, Pintado MR, Beyer JP, Brantley WA.** Enamel loss associated with orthodontic adhesive removal on teeth with white spot lesions: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2004**;125(6):733-9.
146. **Ahrari F, Basafa M, Fekrazad R, Mokarram M, Akbari M.** The efficacy of Er,Cr:YSGG laser in reconditioning of metallic orthodontic brackets. *Photomed Laser Surg*, **2012**;30(1):41-6.
147. **Ahrari F, Poosti M, Motahari P.** Enamel resistance to demineralization following Er:YAG laser etching for bonding orthodontic brackets. *Dent Res J (Isfahan)*, **2012**;9(4):472-7.
148. **Elaut J, Wehrbein H.** The effects of argon laser curing of a resin adhesive on bracket retention and enamel decalcification: a prospective clinical trial. *Eur J Orthod*, **2004**;26(5):553-60.
149. **Kim JH, Kwon OW, Kim HI, Kwon YH.** Effectiveness of an Er:YAG laser in etching the enamel surface for orthodontic bracket retention. *Dent Mater J*, **2005**;24(4):596-602.
150. **Obata A, Tsumura T, Niwa K, Ashizawa Y, Deguchi T, Ito M.** Super pulse CO2 laser for bracket bonding and debonding. *Eur J Orthod*, **1999**;21(2):193-8.
151. **Ahrari F, Fekrazad R, Kalhori KA, Ramtin M.** Reconditioning of ceramic orthodontic brackets with an Er,Cr:YSGG laser. *Lasers Med Sci*, **2013**;28(1):223-8.
152. **Esper MA, Nicolau RA, Arisawa EA.** The effect of two phototherapy protocols on pain control in orthodontic procedure--a preliminary clinical study. *Lasers Med Sci*, **2011**;26(5):657-63.
153. **Sousa MV, Scanavini MA, Sannomiya EK, Velasco LG, Angelieri F.** Influence of low-level laser on the speed of orthodontic movement. *Photomed Laser Surg*, **2011**;29(3):191-6.
154. **Xiaoting L, Yin T, Yangxi C.** Interventions for pain during fixed orthodontic appliance therapy. A systematic review. *Angle Orthod*, **2010**;80(5):925-32.
155. **Yamaguchi M, Hayashi M, Fujita S, Yoshida T, Utsunomiya T, Yamamoto H, et al.** Low-energy laser irradiation facilitates the velocity of tooth movement and the expressions of matrix metalloproteinase-9, cathepsin K, and alpha(v) beta(3) integrin in rats. *Eur J Orthod*, **2010**;32(2):131-9.
156. **Thomas BW, Hook CR, Draughn RA.** Laser-aided degradation of composite resin. *Angle Orthod*, **1996**;66(4):281-6.
157. **Correa-Afonso AM, Palma-Dibb RG, Pecora JD.** Composite filling removal with

erbium:yttrium-aluminum-garnet laser: morphological analyses. *Lasers Med Sci*, **2010**;25(1):1-7.

158. **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.

159. **Ulusoy C.** Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding. *J Appl Oral Sci*, **2009**;17(3):209-15.

160. **Karan S, Kircelli BH, Tasdelen B.** Enamel surface roughness after debonding. *Angle Orthod*, **2010**;80(6):1081-8.

161. **Ruppenthal T, Stratmann U, Sergl HG, Czech D.** [Elemental analytical and quantitative morphometric determination of the synthetic resin residues and enamel avulsion after the removal of metal brackets]. *Fortschr Kieferorthop*, **1992**;53(2):99-105.

162. **Brauchli LM, Baumgartner EM, Ball J, Wichelhaus A.** Roughness of enamel surfaces after different bonding and debonding procedures : An in vitro study. *J Orofac Orthop*, **2011**;72(1):61-7.

163. **Mannerberg F.** Appearance of tooth surface. *Odontol Revy*, **1960**;11(6):1-116.

164. **Silverstone LM.** The effect of fluoride in the remineralization of enamel caries and caries-like lesions in vitro. *J Public Health Dent*, **1982**;42(1):42-53.

165. **MacColl GA, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C.** The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1998**;113(3):276-81.

166. (2011). Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araş. Uygulama Mrkz. Müd. https://www.selcuk.edu.tr/ileri_arage/birim/web/sayfa/ayrinti/5874/tr. (15.03. 2017).

167. **Field J, Waterhouse P, German M.** Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *J Dent*, **2010**;38(3):182-90.

168. (2011). Nanokon. <http://www.nanokon.yildiz.edu.tr/nanoteknoloji/taramali-elektron-mikroskobu-scanning-elektron-microscope-sem/>. (15.03. 2017).

169. **Piacentini C, Sfondrini G.** A scanning electron microscopy comparison of enamel polishing methods after air-rotor stripping. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1996**;109(1):57-63.

170. **Ozer T, Basaran G, Kama JD.** Surface roughness of the restored enamel after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2010**;137(3):368-74.

171. **Sharma S, Cross SE, Hsueh C, Wali RP, Stieg AZ, Gimzewski JK.** Nanocharacterization in dentistry. *Int J Mol Sci*, **2010**;11(6):2523-45.

172. **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. *Clin Oral Investig*, **2014**;18(7):1853-64.

173. (28. 02. 2016). Surface texture is the nature of a surface. <http://tolerancing.net/engineering-drawing/surface-texture.html26.07.2017>.

174. **Farina M, Schemmel A, Weissmuller G, Cruz R, Kachar B, Bisch PM.** Atomic force microscopy study of tooth surfaces. *J Struct Biol*, **1999**;125(1):39-49.

175. **Finke M, Jandt KD, Parker DM.** The Early Stages of Native Enamel Dissolution Studied

with Atomic Force Microscopy. *J Colloid Interface Sci*, **2000**;232(1):156-64.

176. **Marshall G, W, Jr, Chang Y, J, Gansky S, A, Marshall S, J.** Demineralization of caries-affected transparent dentin by citric acid: an atomic force microscopy study. *Dent Mater*, **2001**;17(1):45-52.

177. **Jandt KD.** Atomic force microscopy of biomaterials surfaces and interfaces. *Surf Sci*, **2001**;491(3):303-32.

178. **Zapletalova Z, Kubinek R, Vujtek M, Novotny R.** Examination of dentin surface using AFM (our experience). *Acta Medica (Hradec Kralove)*, **2004**;47(4):343-6.

179. **Mohebi S, Shafiee HA, Ameli N.** Evaluation of enamel surface roughness after orthodontic bracket debonding with atomic force microscopy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2017**;151(3):521-7.

180. **Janiszewska-Olszowska J, Tomkowski R, Tandecka K, Stepień P, Szatkiewicz T, Sporniak-Tutak K, et al.** Effect of orthodontic debonding and residual adhesive removal on 3D enamel microroughness. *PeerJ*, **2016**;4:e2558.

181. **Mhatre AC, Tandur AP, Reddy SS, Karunakara BC, Baswaraj H.** Enamel Surface Evaluation after Removal of Orthodontic Composite Remnants by Intraoral Sandblasting Technique and Carbide Bur Technique: A Three-Dimensional Surface Profilometry and Scanning Electron Microscopic Study. *J Int Oral Health*, **2015**;7(Suppl 2):34-9.

182. **Faria-Junior EM, Guiraldo RD, Berger SB, Correr AB, Correr-Sobrinho L, Contreras EF, et al.** In-vivo evaluation of the surface roughness and morphology of enamel after bracket removal and polishing by different techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2015**;147(3):324-9.

183. **Vidor MM, Felix RP, Marchioro EM, Hahn L.** Enamel surface evaluation after bracket debonding and different resin removal methods. *Dental Press J Orthod*, **2015**;20(2):61-7.

184. **Sessa T, Civovic J, Pajevic T, Juloski J, Beloica M, Pavlovic V, et al.** Scanning electron microscopic examination of Enamel surface after fixed orthodontic treatment: in-vivo study. *Srp Arh Celok Lek*, **2012**;140(1-2):22-8.

185. **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. *Eur J Orthod*, **2012**;34(1):25-32.

186. **Schiefelbein C, Rowland K.** A comparative analysis of adhesive resin removal methods. *Int J Orthod Milwaukee*, **2011**;22(2):17-22.

187. **Pont HB, Ozcan M, Bagis B, Ren Y.** Loss of surface enamel after bracket debonding: an in-vivo and ex-vivo evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2010**;138(4):387 e1-9; discussion -9.

188. **Tecco S, Tete S, D'Attilio M, Festa F.** Enamel surface after debracketing of orthodontic brackets bonded with flowable orthodontic composite. A comparison with a traditional orthodontic composite resin. *Minerva Stomatol*, **2008**;57(3):81-94.

189. **Banerjee A, Paolinelis G, Socker M, McDonald F, Watson TF.** An in vitro investigation of the effectiveness of bioactive glass air-abrasion in the 'selective' removal of orthodontic resin adhesive. *Eur J Oral Sci*, **2008**;116(5):488-92.

190. **Schuler FS, van Waas H.** SEM-evaluation of enamel surfaces after removal of fixed orthodontic appliances. *Am J Dent*, **2003**;16(6):390-4.

191. **Osorio R, Toledano M, Garcia-Godoy F.** Enamel surface morphology after bracket debonding. *ASDC J Dent Child*, **1998**;65(5):313-7, 54.
192. **Roush EL, Marshall SD, Forbes DP, Perry FU.** In vitro study assessing enamel surface roughness subsequent to various final finishing procedures after debonding. *Northwest Dent Res*, **1997**;7(2):2-6.
193. **Krell KV, Courey JM, Bishara SE.** Orthodontic bracket removal using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss, and time requirements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1993**;103(3):258-66.
194. **Vieira AC, Pinto RA, Chevitaese O, Almeida MA.** Polishing after debracketing: its influence upon enamel surface. *J Clin Pediatr Dent*, **1993**;18(1):7-11.
195. **Howell S, Weekes WT.** An electron microscobic evaluation of enamel surface subsequent to various debonding procedures. *Aust Dent J*, **1990**;35:245-52.
196. **Burapavong V, Marshall GW, Apfel DA, Perry HT.** Enamel surface characteristics on removal of bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod*, **1978**;74(2):176-87.
197. **Caspersen I.** Residual acrylic adhesive after removal of plastic orthodontic brackets: a scanning electron microscopic study. *Am J Orthod*, **1977**;71(6):637-50.
198. (04.02.2014). Thermal Siklus Cihazı. <http://dent.erciyes.edu.tr/?Grup=1&AnaMenuId=14&LinkTur=2&Link=7&Dil=TR#!prettyPhoto>. (09.07 2017).
199. (06.02.2017). Optik Profilometre. <http://dubit.duzce.edu.tr/2983-sayfa-optik-profilometre>. (09.07. 2017).
200. **Pınar A.** Braket uygulanmış dislerin mine yüzeylerinin temizlenmesi için kullanılan yöntemlerin tutuculuk ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisinin incelenmesi., *Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*, **2009**.
201. (17.03.2008). Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü. <http://w3.balikesir.edu.tr/~ay/lectures/ot/yuzey.puruzlulugu.pdf>. (26.06. 2017).
202. **Gale MS, Darvell BW.** Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*, **1999**;27(2):89-99.
203. **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. *Eur J Orthod*, **2002**;24(6):689-97.
204. **Coups-Smith KS, Rossouw PE, Titley KC.** Glass ionomer cements as luting agents for orthodontic brackets. *Angle Orthod*, **2003**;73(4):436-44.
205. **Grandhi RK, Combe EC, Speidel TM.** Shear bond strength of stainless steel orthodontic brackets with a moisture-insensitive primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2001**;119(3):251-5.
206. **Webster MJ, Nanda RS, Duncanson MG Jr., Khajotia SS, Sinha PK.** The effect of saliva on shear bond strengths of hydrophilic bonding systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2001**;119(1):54-8.
207. **Sfondrini MF, Cacciafesta V, Scribante A, De Angelis M, Klersy C.** Effect of blood contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2004**;125(3):357-60.

208. **Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK.** The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1998**;114(5):514-9.
209. **Eliades T, Brantley WA.** The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod*, **2000**;22(1):13-23.
210. **Sorel O, El Alam R, Chagneau F, Cathelineau G.** Comparison of bond strength between simple foil mesh and laser-structured base retention brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2002**;122(3):260-6.
211. **Sigiliao LC, Markezan M, Elias CN, Ruellas AC, Sant'Anna EF.** Efficiency of different protocols for enamel clean-up after bracket debonding: an in vitro study. *Dental Press J Orthod*, **2015**;20(5):78-85.
212. **Williams VD, Svare CW.** The effect of five-year storage prior to bonding on enamel/composite bond strength. *J Dent Res*, **1985**;64(2):151-4.
213. **Silverstone LM.** The histopathology of enamel lesions produced in vitro in teeth previously exposed to calcifying fluids. *Caries Res*, **1970**;4(1):31-48.
214. **Fujisawa S, Kadoma Y.** Effect of phenolic compounds on the polymerization of methyl methacrylate. *Dent Mater*, **1992**;8(5):324-6.
215. **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. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2006**;129(2):277-82.
216. **Vicente A, Bravo LA, Romero M.** Influence of a nonrinse conditioner on the bond strength of brackets bonded with a resin adhesive system. *Angle Orthod*, **2005**;75(3):400-5.
217. **Fitzgerald I, Bradley GT, Bosio JA, Hefti AF, Berzins DW.** Bonding with self-etching primers--pumice or pre-etch? An in vitro study. *Eur J Orthod*, **2012**;34(2):257-61.
218. **Leao Filho JC, Braz AK, de Araujo RE, Tanaka OM, Pithon MM.** Enamel Quality after Debonding: Evaluation by Optical Coherence Tomography. *Braz Dent J*, **2015**;26(4):384-9.
219. **Swift EJ Jr.** Bonding systems for restorative materials--a comprehensive review. *Pediatr Dent*, **1998**;20(2):80-4.
220. **Barkmeier WW, Gwinnett AJ, Shaffer SE.** Effects of reduced acid concentration and etching time on bond strength and enamel morphology. *J Clin Orthod*, **1987**;21(6):395-8.
221. **Carstensen W.** Effect of reduction of phosphoric acid concentration on the shear bond strength of brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1995**;108(3):274-7.
222. **Osorio R, Toledano M, Garcia-Godoy F.** Bracket bonding with 15- or 60-second etching and adhesive remaining on enamel after debonding. *Angle Orthod*, **1999**;69(1):45-8.
223. **O'Brien KD, Watts DC, Read MJ.** Light cured direct bonding--is it necessary to use a primer? *Eur J Orthod*, **1991**;13(1):22-6.
224. **Tang AT, Bjorkman L, Lindback KF, Andlin-Sobocki A, Ekstrand J.** Retrospective study of orthodontic bonding without liquid resin. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2000**;118(3):300-6.
225. **Kim SS, Park WK, Son WS, Ahn HS, Ro JH, Kim YD.** Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: a 3-dimensional surface profilometry study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2007**;132(1):71-6.

226. **Bishara SE, VonWald L, Zamtua J.** Effects of different types of light guides on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1998**;114(4):447-51.
227. **Owens SE Jr., Miller BH.** A comparison of shear bond strengths of three visible light-cured orthodontic adhesives. *Angle Orthod*, **2000**;70(5):352-6.
228. **Dorminey JC, Dunn WJ, Taloumis LJ.** Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a modified 1-step etchant-and-primer technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2003**;124(4):410-3.
229. **Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ.** Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2001**;119(6):621-4.
230. **O'Brien KD, Read MJ, Sandison RJ, Roberts CT.** A visible light-activated direct-bonding material: an in vivo comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1989**;95(4):348-51.
231. **Oesterle LJ, Shellhart WC.** Bracket bond strength with transillumination of a light-activated orthodontic adhesive. *Angle Orthod*, **2001**;71(4):307-11.
232. **Pires JA, Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ Jr.** Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int*, **1993**;24(7):517-21.
233. **Rahiotis C.** Degree of Cure and Monomer Leaching from Orthodontic Adhesive Resins: In Vitro and in Vivo Evidence. *Semin Orthod*, **2010**;16:266-73.
234. **Hansen EK, Asmussen E.** Correlation between depth of cure and temperature rise of a light-activated resin. *Scand J Dent Res*, **1993**;101(3):176-9.
235. **Niepraschk M, Rahiotis C, Bradley TG, Eliades T, Eliades G.** Effect of various curing lights on the degree of cure of orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2007**;132(3):382-4.
236. **Pettemerides AP, Sherriff M, Ireland AJ.** An in vivo study to compare a plasma arc light and a conventional quartz halogen curing light in orthodontic bonding. *Eur J Orthod*, **2004**;26(6):573-7.
237. **Oz AA, Oz AZ, Arici S.** In-vitro bond strengths and clinical failure rates of metal brackets bonded with different light-emitting diode units and curing times. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2016**;149(2):212-6.
238. **Alani AH, Toh CG.** Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent*, **1997**;22(4):173-85.
239. **Türkün LS, Ergücü Z.** Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. *GÜ Dis Hek Fak Derg*, **2004**;21(3):151-243.
240. **Kern M, Fechtig T, Strub JR.** Influence of water storage and thermal cycling on the fracture strength of all-porcelain, resin-bonded fixed partial dentures. *J Prosthet Dent*, **1994**;71(3):251-6.
241. **Asmussen E.** The effect of temperature changes on adaptation of resin fillings. I. *Acta Odontol Scand*, **1974**;32(3):161-71.
242. **Pearson GJ, Longman CM.** The effect on marginal leakage, in vitro, of curing a composite material at elevated temperatures with or without marginal etching of the cavity. *J Dent*, **1987**;15(4):171-4.

243. **Retief DH, O'Brien JA, Smith LA, Marchman JL.** In vitro investigation and evaluation of dentin bonding agents. *Am J Dent*, **1988**;1 Spec No:176-83.
244. **O'Brien JA 3rd, Retief DH, Bradley EL, Denys FR.** Shear bond strength of a new dentin bonding restorative system. *Dent Mater*, **1988**;4(4):179-83.
245. **Zachrisson YO, Zachrisson BU, Buyukyilmaz T.** Surface preparation for orthodontic bonding to porcelain. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1996**;109(4):420-30.
246. **Doerr CL, Hilton TJ, Hermes CB.** Effect of thermocycling on the microleakage of conventional and resin-modified glass ionomers. *Am J Dent*, **1996**;9(1):19-21.
247. **Wendt SL, McInnes PM, Dickinson GL.** The effect of thermocycling in microleakage analysis. *Dent Mater*, **1992**;8(3):181-4.
248. **Bench RW, Gugino CF, Hilgers JJ.** Bioprogressive therapy. Part 4. *J Clin Orthod*, **1977**;11(2):820-34.
249. **Elias K, Amis AA, Setchell DJ.** The magnitude of cutting forces at high speed. *J Prosthet Dent*, **2003**;89(3):286-91.
250. **Mahdavia NN.** The Effect of Various Debonding Burs on the Enamel Surfaces of Teeth After Debonding Metal Brackets, *Oral Sciences in the Graduate College*, Chicago, **2012**: 68s.
251. **Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NH.** Comparison of two stylus methods for measuring surface texture. *Dent Mater*, **1999**;15(2):79-86.
252. **Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NH.** Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J Oral Rehabil*, **1995**;22(6):421-7.
253. **Wennerberg A, Sawase T, Kultje C.** The influence of Carisolv on enamel and dentine surface topography. *Eur J Oral Sci*, **1999**;107(4):297-306.
254. **Artun J, Bergland S.** Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod*, **1984**;85(4):333-40.

8. EKLER

EK-1. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onayını gösteren belge

ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU ONAYI
ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY CLINICAL RESEARCHES ETHICS COMMITTEE APPROVAL
Sayı : 20
Tarih : 20/1/2017
Konu: Korarbr

BAŞVURU BİLGİLERİ (APPLICATION INFORMATION)	ARAŞTIRMANIN ADI (TITLE OF THE PROJECT)	Farklı Rezin Temizleme Yöntemlerinin Mine Yüzeyine Etkisinin In-vitro Olarak İncelenmesi
	SORUNLU ARAŞTIRMACI (PRINCIPAL INVESTIGATOR)	Doç. Dr. Koray HALICIOĞLU
	DİĞER ARAŞTIRMACILAR (OTHER INVESTIGATORS)	Arş. Gör. Tülay ÖZKAN
	ARAŞTIRMA MERKEZİ (RESEARCH CENTER)	AİBÜ Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı.

KARAR (DECISION)	Karar no (Decision No): 2016/ 98	Tarih (Date): 05.01.2017
	Doç. Dr. Koray HALICIOĞLU'nun sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma dosyası ve ilgili belgelerin incelenmesi sonucunda araştırmanın gerçekleştirilmesinde etik yönden sakınca olmadığına mevcudun oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

Üyeler	Uzmanlık alanı	Kurumu	İmza
Prof. Dr. Nimet KABAKUŞ (Başkan)	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD	Tıp Fakültesi	
Prof. Dr. Safiye GÜREL (Başkan Yrd.)	Radyoloji AD	Tıp Fakültesi	
Prof. Dr. Akçahan GEPDİREMEN (Üye)	Farmakoloji AD	Tıp Fakültesi	İzinli
Doç. Dr. Hüsamettin ÇAKICI (Üye)	Ortopedi ve Travmatoloji AD	Tıp Fakültesi	
Yrd. Doç. Dr. Mervan BEKDAŞ (Üye)	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD	Tıp Fakültesi	
Yrd. Doç. Dr. Erkan KILINÇ (Üye)	Fizyoloji AD	Tıp Fakültesi	
Yrd. Doç. Dr. Oya KALAYCIOĞLU (Üye)	Bioistatistik	AİBÜ	
Hatice Selen SÖYLEMEZ (Üye)	Eczacı	Özel	
Av. Huri Hülya GÜNEŞ COŞKUN (Üye)	Hukukçu	Özel Hukuk Bürosu	
Abdurrahman ÇANKALOĞLU (Üye)	Öğretmen	İ.B Halk Eğitim Merkezi	Katılmadı

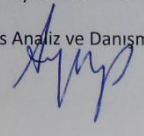
Ek-2. İstatiksel analizlerin Dr. Arzu BAYGÜL tarafından yapıldığını gösteren belge.

T.C
Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı Başkanlığı'na

03.07.2017

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Başkanı
Doç. Dr. Koray HALICIOĞLU danışmanlığında yürütülmekte olan 'Farklı Rezin Temizleme
Yöntemlerinin Mine Yüzeyine Etkisinin İn-vitro Olarak İncelenmesi' başlıklı Arş. Gör. Tülay
ÖZKAN'a ait tez çalışması ile ilgili istatistiksel analizler, MedStats Analiz ve Danışmanlık Şirketi
bünyesinde tarafımdan gerçekleştirilmiştir.

MedStats Analiz ve Danışmanlık
Dr. Arzu BAYGÜL
T.C. 33199050280
Yeşilköy Mah. Atatürk Cad. EGS Blokları
B-2 12/1 Bakırköy / İSTANBUL
Dr. Arzu BAYGÜL
Bakırköy V.D.: 1530179656
Biyoistatistik uzman
MedStats Analiz ve Danışmanlık Şirketi



9. ÖZGEÇMİŞ

Tülay Özkan, 09.10.1987 tarihinde Kocaeli'nin Gebze ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Gebze ilçesinde tamamladı. Lise eğitimini 2002-2005 yılları arasında Gebze Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi'nde tamamladı. 2006-2011 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde eğitim gördü. 2011-2012 yılları arasında özel kliniklerde Diş Hekimi olarak çalıştı. Aralık 2013 tarihinde Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak uzmanlık eğitimine başladı ve eğitimi devam etmektedir.