

ÖNSÖZ

Güncel ortodontik tedavilerde sıklıkla uygulanan mine yüzeyi temizleme işleminin ayrıntılı olarak incelenmesinin yöntemlerimize katkıda bulunacağı düşünülmüştür. Bu amaçla en üst seviyede emek harcanan ve özveri gösterilen doktora eğitiminin araştırma konusu belirlenmiştir. Bu çalışma, verilen emeğin bir tanığı ve meyvesidir.

Bu süreçte öğretmenliğinin yanı sıra bana her konuda yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Özlem Seçkin'e en içten duygularıyla teşekkür ederim. Ayrıca bilimsel yönüyle her zaman örnek aldığım Prof. Dr. Bilge Hakan Şen'e, katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Timur Köse'ye, başta Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Erdal Işıksal olmak üzere tüm anabilim dalı öğretim üyeleri ve yardımcılara, asistan arkadaşlarıma ve bizim cefamızı çeken tüm çalışanlarımıza teşekkür ederim.

Son olarak bu zorlu yolda bana güç veren eşime ve her konuda bana emek ve direnç veren tüm aileme teşekkür ederim.

Enver YETKİNER

İzmir, 2009

İÇİNDEKİLER

TABLolar DİZİNİ	IX
GRAFİK DİZİNİ	X
RESİMLER DİZİNİ	XI
BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	2
1.1. Sabit Mekaniklerde Yapıştırma İşlemi.....	2
1.1.1. Diş Yüzeyinin Temizlenmesi	3
1.1.2. Minenin Pürüzlendirilmesi	4
1.1.2.1. Asit ile Pürüzlendirme.....	4
1.1.2.1.1. Asit Türü ve Derişikliği.....	5
1.1.2.1.2. Asit Uygulama Süresi.....	6
1.1.2.2. Mikro Pürüzlendirme	6
1.1.2.3. Lazer ile Pürüzlendirme	7
1.1.2.4. Kendinden Asitli Primerler ile Pürüzlendirme.....	8
1.1.3. Yapıştırıcılar ve Uygulamaları	9

1.1.3.1. Cam İyonomer Simanlar	9
1.1.3.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar	9
1.1.3.3. Kompomerler	10
1.1.3.4. Adeziv Rezinler	10
1.1.3.4.1. Kimyasal Aktive Olan Adezivler	10
1.1.3.4.2. Işık ile Aktive Olan Adezivler	11
1.1.3.4.3. Nem ile Aktive Olan Adezivler	11
1.1.4. Işık Kaynakları	11
1.1.4.1. Halojen Işık Kaynakları	11
1.1.4.2. Argon Lazerleri	12
1.1.4.3. Plazma Ark Işık Kaynakları	13
1.1.4.4. Işık Veren Diyotlar (LED)	13
1.2. Debonding İşlemi	13
1.2.1. Ataşmanın Çıkarılması	15
1.2.1.1. Metal ve Plastik Ataşmanların Çıkarılması	15
1.2.1.2. Seramik Ataşmanların Çıkarılması	16
1.2.2. Artık Adezivin Temizlenmesi	17
1.2.2.1. Adeziv Temizleyici Pens	18
1.2.2.2. Küret	18
1.2.2.3. Ultrasonik Temizleyici	18
1.2.2.4. Paslanmaz Çelik Frez	19
1.2.2.5. Elmas Frez	19
1.2.2.6. Tungsten Karpit Frez	19
1.2.2.7. Polisaj Zımpara ve Lastikleri	20
1.3. Debonding İşleminin Mine Yüzeyine Etkileri	21

1.3.1. Kalitatif İncelemeler.....	21
1.3.2. Kantitatif İncelemeler.....	22
BÖLÜM II	24
GEREÇ ve YÖNTEM	24
2.1. Araştırmanın Tipi	24
2.2. Kullanılan Gereçler	24
2.2.1. Deneysel Materyal	25
2.2.1.1. Dişlerin Saklanma Koşulları	25
2.2.1.2. Diş Seçim Koşulları	26
2.2.2. Frezler	26
2.2.3. Turlu Aletler.....	30
2.2.4. Prototip Makine	31
2.2.5. Işık Kaynağı.....	35
2.2.6. Tartı.....	36
2.3. Yöntemler.....	37
2.3.1. Dişlerin Test Bloklarına Yerleştirilmesi	37
2.3.2. Bonding İşlemi.....	39
2.3.2.1. Dişlerin Asitleme İşlemine Hazırlanması	40
2.3.2.2. Diş Yüzeylerinin Asitlenmesi	40
2.3.2.2.1. Sadece Asitlenmiş Yüzeyle Frezlerin Elde Uygulanması.....	41

2.3.2.2.2. Sadece Asitlenmiş Yüzeyle Frezlerin Makine ile Uygulanması.....	42
2.3.2.3. Kendinden Asitli Primer Uygulaması	42
2.3.2.4. Transbond XT Uygulaması	43
2.3.2.5. Adeziv Uygulanmış Örneklerin Makine ile Temizlenmesi	44
2.3.3. Ağırlık Ölçümleri.....	45
2.3.4. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi	45
2.3.5. İstatistiksel Yöntem	46
BÖLÜM III	47
BULGULAR	47
3.1. Farklı Frez Tiplerinin Karşılaştırılması ile İlgili Bulgular	47
3.2. Farklı İki Yapıştırıcının Karşılaştırılması ile İlgili Bulgular.....	48
3.3. Taramalı Elektron Mikroskobu Fotoğrafları ve Bulguları	56
BÖLÜM IV	68
TARTIŞMA	68
4.1. Gereç ve Yöntemin Tartışması.....	68
BÖLÜM V	94
SONUÇLAR	94
BÖLÜM VI	96

ÖZET ve ABSTRACT	96
BÖLÜM VII.....	100
KAYNAKLAR	100
ÖZGEÇMİŞ.....	119

Tablolar Dizini

Tablo 1: Deney Grupları Şeması	40
Tablo 2: Farklı Frez Uygulamalarına Ait Ağırlık Ölçümleri	50
Tablo 3: SEbond ve Transbond XT'ye ait Ağırlık Ölçümleri.....	50
Tablo 4: SEbond ve Transbond XT'ye ait Varsayımlı Varyans Tablosu	51
Tablo 5: SEbond ve Transbond XT'ye ait Fark Tablosu	51
Tablo 6: Frezlere Göre Oluşan Farklar	52
Tablo 7: Mine Kaybı Miktarının Frezlere Göre Farkı.....	54
Tablo 8: Mine Kaybı Miktarının El ve Makine Uygulamalarına Göre Farkı	55
Tablo 9: Mine Kaybı Miktarının Hıza Göre Farkı	55

Grafik Dizini

Grafik 1: Farklı Debonding Yöntemlerinin Neden Olduğu Mine Kaybı Grafiği..53

Resimler Dizini

Resim 1: Toplanan Dişler.....	25
Resim 2: Frez HM21R12	27
Resim 3: Frez HM33R12	28
Resim 4: Frez HM33R21	29
Resim 5: Frez HM246R12	30
Resim 6: Prototip Makine	31
Resim 7: Turlu Aleti Sabitleyen Mıknatıslı Düzenek	32
Resim 8: Örnek Tablası.....	33
Resim 9: Eksentrik Mil	34
Resim 10: Yük Ölçer Ekranı ve Elektrik Motoru Kumanda Paneli.....	35
Resim 11: OHAUS Hassas Tartı.....	36
Resim 12: Silikon Kalıp	38
Resim 13: Polyester Doldurulmuş Kalıp.....	38
Resim 14: Polyestere Sabitlenmiş Örnekler.....	39
Resim 15: Maskeleye Amacıyla Kullanılan Strip Bant	41
Resim 16: Kompozit Uygulaması	44
Resim 17: Frez no HM21R12	56
Resim 18: Frez no HM33R12	57
Resim 19: Frez no HM33R21	58
Resim 20: Frez no HM246R12	59
Resim 21: Asitlenmiş Mine	60
Resim 22: Asitlenmiş Mine.....	61
Resim 23: 21r012 Nolu Freze Ait Mine Görüntüsü.....	62

Resim 24: 33R12 Nolu Freze Ait Mine Görüntüsü.....	63
Resim 25: 33R21 Nolu Freze Ait Mine Görüntüsü.....	64
Resim 26: 246R12 Nolu Freze Ait Mine Görüntüsü.....	65
Resim 27: Asit Uygulanmamış Diş Yüzeyinde Smear Tabakası ve Çizikler	66

BÖLÜM I

GİRİŞ

Dentofasiyal yapılara kuvvet aktarmak üzere hareketli ve sabit apareyler 19. ve 20. yüzyıldan bu yana kullanılmaktadır. Modern sabit mekanikler 1955'de Buonocore (22) tarafından minenin fosforik asitle pürüzlendirilmesi sonucu braketlerin bantlar olmaksızın diş yüzeylerine yapıştırılması ile gelişmeye başlamıştır.

Modern ortodontik uygulamaların büyük çoğunluğunu sabit tedavi mekanikleri oluşturmaktadır. Aktif tedavinin bitirilmesiyle birlikte yapıştırılan sabit ataşmanların çıkartılması gereklidir. Debonding işlemi dişe bağlı bulunan ataşman ve tüm yapıştırıcının iyatrojenik zarar oluşturmadan çıkartılması ve diş yüzeyinin tedavi öncesi şekline geri döndürülmesi işlemidir (59). Pratik uygulamada farklı braket sökme ve artık yapıştırıcı temizleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin mine üzerine etkileri ve klinik uygulama zamanı açısından verimliliği farklılık göstermektedir. Literatürde bu değişkenlere ilişkin yapılan *in vivo* ve *in vitro* çalışmalar bulunmaktadır.

Çalışmamızın amacı fosforik asit ile pürüzlendirme ve kendinden asitli primerler ile pürüzlendirme işlemlerini takiben yapılan ataşman yapıştırma işlemlerinin ve farklı bıçak sayısı ile farklı yüzey özelliklerine sahip tungsten karpit frezlerin *in vitro* ortamda mine yüzeyine etkilerinin değerlendirilmesidir.

GENEL BİLGİLER

1.1. Sabit Mekaniklerde Yapıştırma İşlemi

Modern ortodontik tedavi uygulamalarında en sık kullanılan yöntem dişlere sabit ataşmanlar ile kuvvet iletilmesidir. 1980 lere kadar bantlar olmaksızın dişlere ataşmanların yapıştırılması, yani direkt yapıştırma tekniği rutin olarak klinik uygulamalarda yer almamıştır. Ancak diş yüzeyinde asit kullanılarak ataşmanların bantlar olmaksızın yapıştırılabilmesi, yapıştırıcı ve braket sistemlerinin hızla gelişmesini sağlamış ve günümüzde bu uygulamanın en yaygın yöntem olmasını sağlamıştır (22,33,48,87).

Sabit mekaniklerin ilk uygulamalarında kullanılan multibant sistemi tekniğin doğasından kaynaklanan birçok dezavantajı bünyesinde taşımaktadır. Braketleri taşıyan bantlar her bir dişe tek tek simante edildiğinden tedavi süresince hastanın sosyal hayatını etkileyebilen kötü estetiğe neden olmaktadır. Her dişe tek tek simantasyon işlemi uygulanması hekim ve hasta açısından oldukça yorucu ve zaman alıcı olmaktadır. Bantların altında, gözle tetkik edilemeyen bölgelerde rezorbe olabilen siman boşluklarında dekalsifikasyon alanlarının oluşma olasılığı ve dişetin kimyasal ve mekanik iritasyona bağlı enflamasyonu dişlerde ve çevre dokuda iyatrojenik zararlar oluşturabilmektedir. Özellikle yer gereksinimi olan çapaşıklık olgularında bantların yerleştirilebilmesi için diş arkında fazladan yer gereksinimi yaratması multibant sisteminin bir diğer dezavantajıdır (19).

Braketlerin adezivler aracılığıyla bantlar olmaksızın diş yüzeyine yapıştırılmasına Buonocore (22) öncülük etmiştir, ve asit ile diş yüzeyini

pürüzlendirmenin adezyonu artırdığını göstermiştir. 1965’de Newman (105), epoksi adezivleri başarıyla kullanarak braketlerin doğrudan diş yüzeyine yapıştırılmasının sabit mekaniklerin ortodontinin rutin uygulaması haline gelmesine öncülük etmiştir. 1977’de Zachrisson (160), geniş bir örneklem grubunda direkt yapıştırma üzerine tedavi sonrası ilk detaylı değerlendirmeyi yayınlamıştır. O tarihten bu yana teknolojik gelişmeye paralel olarak yapıştırıcı sistemler ve direkt ataşmanlar hızla değişmeye devam etmiş, iyatrojenik zararların ortaya çıkmaması amacıyla bağlanma kuvvetinin optimum seviyeye getirilmesi ve tekniğin uygulama basamaklarının basitleştirilmesi hedeflenmiştir. Ancak başarılı bir yapıştırma işlemi adeziv sistemlerinin gerektirdiği teknik kurallara sıkı sıkıya bağlılık gerektirir. Yapıştırma işleminin *in vitro* şartlarda basamaklarını kısaca şu şekilde maddelemek mümkündür (59):

- Diş yüzeyinin temizlenmesi
- Minenin pürüzlendirilmesi
- Yapıştırıcı uygulaması

1.1.1. Diş Yüzeyinin Temizlenmesi

Yapıştırma işlemi öncesi diş yüzeyinin temizlenmesinin tutuculuğu artırdığı düşüncesi ilk olarak 1973’de Miura ve arkadaşları (103), tarafından ortaya atılmıştır. Diş yüzeyinin temizlenmesi ile hedeflenen diş yüzeyinden plak ve organik artıkların uzaklaştırılmasıdır. Bu işlemin uygulanması sırasında dişeti dokusunun zedelenmemesine özen gösterilmelidir (59). 1983’te Main ve arkadaşları (94), asitleme öncesi temizlik yapılmış ve yapılmamış dişleri karşılaştırmışlar ve yalnız başına asitlemenin organik artıkları uzaklaştırmaya yeterli olmadığını rapor

etmişlerdir. Reisner ve arkadaşları (126), dişlerin bukkal yüzeylerinin tungsten karpit frezler kullanılarak düşük devirde temizlenmesinin bağlanma kuvveti açısından pomza uygulamasına oranla daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Literatürde son yıllarda yer alan *in vitro* yapıştırma çalışmalarının büyük çoğunluğunda florsuz pomza ile diş yüzeyinin 10 saniye lastiklenmesi tercih edilmiştir (11,14,45,131). *In vivo* çalışmalarda ise yapıştırma işlemi öncesinde pomza uygulanmasının bağlanma kuvvetine etkisinin olmadığı belirtilmiş, uygulama zamanını artırması, hastaya ek rahatsızlık vermesi, mine yüzeyinde çiziklere ve gereksiz madde kaybına neden olması gibi olumsuz yönleri vurgulanmıştır (8,69,73).

1.1.2. Minenin Pürüzlendirilmesi

1.1.2.1. Asit ile Pürüzlendirme

1955 yılında Buonocore (22), asit ile mine yüzeyinde mikro pürüzler oluşturarak adeziv tutuculuğunun arttığını göstermiştir. Minenin asitlenmesi mine prizmaları ve interprizmatik alanlarda farklı oranlarda çözünmeye neden olarak mine yapısında mikroporoziteye neden olur ve yüzey gerilimini düşürür. Yüzeğe 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 yapıştırıcı reçineler oluşan boşluklara penetre olur ve pürüzlendirilmiş mine prizmaları arasında tutunur (59). Asit mine yüzeyinde farklı derinlikte penetrasyon gösterirken mikroskopik olarak 100-200 µm'lik (mikrometre) katmanda değişimler gözlenir. Buna karşın irreversibl mine kaybı 5-50 µm arasında

değişkenlik gösterir. Asit uygulaması sonucu mine yüzeyinde oluşan pürüzlü alanın şekline göre pürüzlendirmenin kalitesi farklı şekillerde sınıflandırılmıştır (55,65). Bu sınıflandırmalar arasında en yaygın şekilde kabul gören Galil ve Wright'a (55) ait sınıflandırmadır. Bu sınıflamaya göre;

- Tip 1: İdeal Pürüzlenme; Bal Peteği Görünümü
- Tip 2: İdeal Pürüzlenme; Arnavut Kaldırımı Görünümü
- Tip 3: Ayırt Edilir Pürüzlenme
- Tip 4: Oluklu-Delikli Mine Yüzeyi
- Tip 5: Pürüzlenme yok, doğal mine olukları

Asidin mine yüzeyinde oluşturduğu değişiklik asidin türüne, yoğunluğuna ve uygulanma süresine bağlıdır (23,63,107,143,164).

1.1.2.1.1. Asit Türü ve Derişikliği

Ortodontik amaçla yapılan mine pürüzlendirmesinde protetik ve restoratif dişhekimliğinden farklı olarak maksimum bağlanma değil yeterli bağlanma kuvveti hedeflenir. Ağız içi fizyolojik hareketlere bağlı olarak sabit ataşmanların dayanması gerekli görülen bağlanma kuvveti literatürde 6-8 MPa (megapaskal) olarak bildirilmiştir (13,19).

Hiç asitleme yapılmaması çok düşük bağlanma kuvvetleri oluşturabilirken, %10-%37 konsantrasyonları arasındaki fosforik asit uygulaması yaklaşık 28 MPa, fosforik asitle benzer yüzey pürüzlülüğü ve görüntüsü oluşturan %10'luk maleik asit uygulaması 18 MPa düzeyinde bağlanma kuvveti oluşturabilmektedir (19,27,56,74).

Poliakrilik asit uygulaması, çalışma prensibi olarak farklılık gösterir. Poliakrilik asitin içerdiği sülfat iyonları mine yüzeyinde kalsiyum sülfatdihidrat kristalleri oluşturur. Adeziv rezinler yüzeyde oluşan bu kristallere tutunarak bağlanma gerçekleştirir, ancak bağlanma kuvveti %60–80 daha düşük seviyelerde tespit edilmiştir ve pratikte kullanımı tavsiye edilmemektedir (7,49,77,123).

1.1.2.1.2. Asit Uygulama Süresi

Asitleme için %37'lik fosforik asit kullanıldığında 15 saniye ile 60 saniyelik zaman dilimlerinde bağlanma kuvveti açısından bir farklılık gözlenmez iken asitleme süresinin kısa tutulmasının mineye daha az zarar verdiği belirtilmiştir. 30 saniyelik uygulamanın 15 saniyelik uygulamadan daha optimal pürüzlendirme alanları oluşturduğu, 10 saniyelik sürenin altındaki uygulamaların 3 MPa'ya varan bağlanma kuvveti kayıplarına neden olduğu rapor edilmiştir. Asitleme süresi değiştikçe ataşmanın çıkarılmasını takiben braket-adeziv-mine yüzeyi ara fazlarında bağların kopması farklılık gösterir. Asitleme süresinin kısa olması durumunda kopma adeziv-mine yüzeyi arasında, uzun olması durumunda kopma adeziv braket ara fazında gerçekleşmektedir. Dolayısıyla sürenin kısa olması bağlanma kuvvetinin azalmasına ancak daha güvenli ataşman sökme işlemi yapılmasına olanak sağlar (1,17,18,74,75,115).

1.1.2.2. Mikro Pürüzlendirme

Mikro pürüzlendirme işlemi 50–90 µm büyüklüğündeki alüminyum oksit partiküllerinin 7kg/cm² basınçla dış yüzeyine püskürtülmesi işlemidir. Dış yüzeyine

hızla çarpan alüminyum oksit parçacıkları yarattıkları aşınma etkisi ile bir miktar mine kaybına ve pürüzlenmeye neden olur. Bu esnada oluşan mine kaybı miktarının derinlik olarak ifadesinde fosforik asit uygulamasına eşit veya daha az olduğu rapor edilmiştir (151). Mine yüzeyinde mikro pürüzlendirme sonrası oluşan bağlanma kuvveti fosforik asite oranla %50 seviyesinde kalmaktadır. Bu nedenle kullanım alanı daha çok amalgam gibi metal yüzeylere bağlanma istenen haller, lingual sabit pekiştirici telin pürüzlendirilmesi gibi durumlardır. Bir diğer durum ise pomza ile temizlemeye alternatif olarak özellikle lingual ortodonti tekniğinde kullanımındır (100,126,138,161,163).

1.1.2.3. Lazer ile Pürüzlendirme

Lazer uygulaması mine yüzeyinde lokalize ısı artışına bağlı değişikliklere neden olur. Uygulanan lazer ışınının tipine ve foton enerjisine bağlı olarak yarattığı etki değişkenlik gösterir. Lazer mine yüzeyinde hidroksiapatit matrise etki ederek suyun buharlaşmasına ve ablasyon denen mikropatlamlara neden olarak 10-20 µm derinlikte pürüzlenme oluşturur. Lazerin asit uygulamasına benzer pürüzlenme oluşturan farklı tipte uygulamaları ve oluşturduğu bağlanma kuvvetleri incelenmiş, pulpa dokusuna yaptığı ısı etkisi ve bağlanma kuvveti açısından pürüzlendirmede kullanılabilir bir seçenek olduğu konusunda görüş birliği sağlanamamıştır. Ancak etki ettiği bölgeye komşu mine dokusunda demineralizasyona daha dirençli alanlar oluşturması ve devamlı gelişen teknolojisi sert dokularda kullanılmaya aday gelişen bir alternatif olmasını sağlamaktadır (19,58,150,153).

1.1.2.4. Kendinden Asitli Primerler (SEP) ile Pürüzlendirme

SEP'lerin (Kendinden Asitli Primerler) aktif maddesi metakrilat fosforik asit esteridir. Bu madde hidroksi apatitten kalsiyumun çözünmesine neden olur. Diğer sistemlerden farklı olarak asitleme sonrası açığa çıkan artık madde SEP sisteminde yıkanmaz, yüzeyde hibrit kompleks bir tabaka oluşturarak polimerize olur. Yüzeyin pürüzlmesi ve primerin prizmalar arasına penetrasyonu kendiliğinden olur ve penetrasyon derinliğinde fark söz konusu değildir. İki işlemin aynı anda gerçekleşebiliyor olması hekimin uygulaması ve zaman kazancı açısından olumlu bir sonuçtur (19,59,99,120).

Kimyasal olarak SEP yüzeye temas ettikten sonra asidik ester kalsiyum açığa çıkartarak nötralize olur. Yüzeye uygulama sonrası hava sıkılması ile birlikte solüsyonun içindeki solvent buharlaşır ve viskozite artar. Bu da asidik esterinin mineye taşınmasını yavaşlatır. Son olarak primer ışık ile polimerize olup sertleştikten sonra asidin mine yüzeyine etkisi son bulur (19,31). SEP uygulaması sonucu oluşan mine yüzeyinin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri fosforik asit uygulamasında karşılaşılan makro tag ve mikro taglardan oluşan balköpüğü görüntüsü yerine daha az pürüzlü hibrit bir tabaka görüntüsü vermektedir. Bu durum bağlanmanın fosforik asit ile pürüzlendirmenin mikromekanik tutunma şeklinden farklı olarak kalsiyum aracılığıyla kimyasal bir bağlanma varlığını da düşündürmektedir (120,142).

Kendinden asitli primerlerin konvansiyonel asit ile pürüzlendirme uygulamalarına, ağız içi uygulama sırasında teknik olarak sağladığı bir diğer

üstünlük yüzeyin nem ile kontaminasyonunda daha yüksek bağlanma kuvvetleri oluşturabilmeleridir. Yüzey pürüzlülüğünün derinliği açısından tüm yayınlar fosforik asidin üstünlüğü konusunda birleşirken, kuru ortamda bağlanma kuvveti konusunda kullanılan kendinden asitli primer sistemine bağlı olarak değişen sonuçlar bildirilmiş ve görüş birliği sağlanamamıştır (38,67,120,152,166).

1.1.3. Yapıştırıcılar ve Uygulamaları

1.1.3.1. Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanlar dişhekimliği pratiğine 1972’de simantasyon yapıştırıcısı ve direkt restoratif materyal olarak girmiştir. Temel özellikleri mine, dentin, paslanmaz çelik gibi yüzeylere kimyasal bağlanma göstermeleri ve flor iyonu salarak çürüğe yatkınlığı azaltmasıdır. Çinko fosfat siman ve polikarboksilat simandan daha güçlü bağlanma sağlamaları ve flor salınımı nedeniyle ortodonti pratiğinde sıklıkla bant simantasyonunda kullanılmaktadır. Direkt yapıştırma amacıyla kullanımına ilişkin sağladığı bağlanma kuvvetinin düşük olması sebebiyle sınırlı kullanım alanı önerilmiştir (59,101,113).

1.1.3.2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar tıpkı cam iyonomer simanlar gibi asit-baz tepkimesi ile sertleşir. Bu tepkimeye ek olarak kimyasal veya ışık ile polimerize olan serbest radikal eklenmesi söz konudur. Tuz hidrojel matris yerine az oranda reçine matris eklenmiştir (19). Işıkla sertleşen rezin modifiye cam iyonomer

simanların konvansiyonel cam iyonomere göre avantajı, hızlı sertleşmesi ve daha yüksek bağlanma kuvveti göstermesidir (59,97). Ancak kompozitlere kıyasla bağlanma kuvveti seviyesi düşük olduğu için direkt yapıştırma uygulama alanı sınırlıdır (19,57,59,97).

1.1.3.3. Kompomerler

Kompomerler temelde rezin matrisli kompozit özelliktedir, cam iyonomer siman ve kompozitlerin ana parçalarını su dışında barındırırlar. Bu sebeple sertleşme çoğu tipinde ışık polimerizasyonu ile başlar, asit baz reaksiyonu daha sonra *in vivo* ortamda suyun difüzyonu ile sınırlı olarak gerçekleşir. Kompomerler tıpkı cam iyonomer simanlar gibi flor salınımı özelliğine sahiptirler (19,97).

1.1.3.4. Adeziv Rezinler

1.1.3.4.1. Kimyasal Aktive Olan Adezivler

Bu grupta ilk kullanılmaya başlanan sistem iki fazlı sistemdir; iki pastanın karıştırılması ile polimerizasyon başlar. Paslanmaz çelik braketlerle kullanımda en güçlü fiziksel ve bağlayıcı özellikleri sergilemeleri avantajları iken, karıştırılması nedeniyle yapısının poröz olması, klinik uygulamada zaman alıcı ve hassas olması ve oksijen inhibisyonu dezavantajlarıdır (19,46,162).

Sıvı bileşeni ile pasta kısmının birbiriyle temas etmesi sonucu polimerize olan tek fazlı sistemler uygulama açısından kolaylık sağlamıştır. Ancak sınırlı çalışma zamanı, homojen polimerizasyon göstermemesi, zehirli ve alerjen özellikte olan sıvı

bileşenin ne kadarının polimerize olmadan kaldığının bilinmemesi dezavantajlarıdır (19,53,59).

1.1.3.4.2. Işıkla Aktive Olan Adezivler

Polimerizasyonun başlaması için ışığın gerekli olduğu monomer sistemleridir. Polimerizasyon ışınlama süresine, ışık ile aktive olan başlatıcının konsantrasyonuna, ışığın yoğunluğuna, ışığın uygulanma uzaklığına ve kompozitin doldurucu kısmının hacmine bağlıdır (30,108,128).

Polimerizasyonun isteğe bağlı olarak başlatılabilmesi, uzun çalışma zamanı, hızlı polimerizasyon gerektiren durumlarda beklemeye gerek duyulmaması ve sağladığı yeterli bağlanma kuvveti ışınla sertleşen adezivlerin günümüzde en sık kullanılan yapıştırıcı türü olmasını sağlamıştır (19,39,40,59).

1.1.3.4.3. Nem ile Aktive olan Adezivler

Bu adezivler siyanoakrilat bazlı yapıştırıcılardır. Nem ile aktive olurlar. Polimerizasyon süreleri çok kısadır, bağlanma kuvvetleri diğer adeziv türlerinden daha düşüktür, ancak tükürük ve kan kontaminasyonundan en az etkilenen adeziv türüdür. Bu sebeple direkt yapıştırma için cerrahi olarak ekspozite edilmiş dişlere ataşman yapıştırılması gibi sınırlı endikasyona sahiptirler (25,119).

1.1.4. Işık Kaynakları

1.1.4.1. Halojen Işık Kaynakları

Halojen ışık kaynakları diş hekimliğinde en yaygın kullanılan türdür. 475 nm (nanometre) dalga boyunda ışık sağlarlar. Ancak lamba tungsten filament ve mavi ışık dışındaki spektrumu engelleyen filtre içerdiği için zamana bağlı etkinliği azalma gösterir. Kompozit adezivler için 20 saniye, rezin modifiye cam iyonomer simanlar için 40 saniye aktivasyon önerilmiştir. Bu sürelerin kısaltılması için ışığı daha konsantre sağlayan turbo uçlar geliştirilmiş, uygulama zamanları kısaltılmıştır, ancak ısı artışı ve filtre tekniğinin limitleri bu gelişimi sınırlamıştır (102,133,137,149).

1.1.4.2. Argon Lazerleri

Argon lazerler yaklaşık 480 nm dalga boyuna sahip ışık kaynaklarıdır. Halojen kaynaklardan üstünlüğü uygulama mesafesi artsa dahi etkinliğinin sabit kalması, ışınlama zamanını kısaltması, uygulama yüzeyinde ısı artışının az olması ve mine yüzeyini dekalsifikasyona daha dirençli hale getirmesidir. Ancak yüksek maliyetleri ve taşınma zorluğu nedeniyle kullanımı yaygın değildir (29,59,144).

1.1.4.3. Plazma Ark Işık Kaynakları

Plazma ark ışık kaynakları tungsten anot ve ksenon dolu katot tüpünden oluşan, 900-1650 mW (miliWatt) enerji seviyesine sahip cihazlardır. Beyaz ışık üretir, mavi ışık filtre edilir. Bağlanma kuvvetini azaltmadan uygulama süresini 3-5 saniye aralığa kısıltabilmektedir. Özellikle rezin modifiye cam iyonomer simanlar gibi polimerizasyon aktivasyonunun bağlanma kuvveti açısından başlangıç aşamasında çok önemli olduğu materyallerde tercih edilmeleri önerilmektedir (24,109,121).

1.1.4.4. Işık Veren Diyotlar (LED)

Işık veren diyotlar yarıiletken bağlantılar kullanarak elektroluminesens ile ışık üretir. Bu  retim için kullandığı enerji halojen lambalarla karşılaştırıldığında oldukça düşüktür, böylelikle taşnabilir şarjlı üniteler olarak kullanılabilir. Ömürleri birkaç bin saattir ve bu zaman zarfında yıpranma ve zamana bağlı ürettiği enerji miktarında azalma çok düşük seviyededir. Halojen ışık kaynaklarına kıyasla bağlanma kuvveti, ışın yeterlilik süresi, uygulama kolaylığı ve yıpranma özelliklerindeki avantajları nedeniyle iyi bir seçenek oluşurmaktadır (84,96,102).

1.2. Debonding İşlemi

Debonding işleminin amaçları sabit ataşmanların çıkarılması, diş yüzeyinde kalan artık adezivin temizlenmesi ve diş yüzeyinin yapıştırma öncesi haline iyatrojenik zarar vermeden getirilmesidir (19,59,168). Bu amaçların sağlanabilmesi

bir çok etkene bağlıdır. Bunlardan en önemlileri kullanılan yapıştırıcının dişle bağlanma şekli, oluşturduğu bağlanma kuvveti, sabit ataşmanın diş yüzeyinden kopartılması ve mine yüzeyinde kalan artık adezivin temizlenme yöntemidir (5,19,59,69,72).

Sabit ataşmanların, tedavi süresince hekim tarafından uygulanan mekanik kuvvetlere, çiğneme ve parafonksiyonlar sırasında oluşan kuvvetlere ve hastaların kötü kullanım kuvvetlerine direnç göstermesi istenir. Ancak istenen bu direnç braketlerin sökümü aşamasında minenin koheziv iç gücü olan yaklaşık 14 MPa'yı geçmemelidir. Aksi durumda minenin bütünlüğü bozulabilir (19,81,82).

Yapıştırıcı ajanların ve tekniklerin sağlayabildikleri bağlanma kuvvetleri *in vitro* ve *in vivo* ortamlarda farklı şekilde test edilmiştir. Ancak en güvenilir test yönteminin seçimi ve kullanılan yöntemlerin standardizasyonu konusunda görüş birliği yoktur. Test cihazları ve yöntemlerinin büyük çoğunluğu ataşmanlara tek tip kuvvet ve düzenli yük iletirken gerçek ortamda bu durum böyle değildir (39-41 51,52,104,122,123,132,140,141,147).

In vivo ortamın taklit edildiği durumlar ise kişiye zarar verilmemesi amacıyla yöntemi çok sınırlandırmaktadır. Bu sebeple kullanılan yapıştırma tekniği ve materyaline ilişkin çalışmalar tekniğin seçiminde yön göstericidir ancak kesinlik belirtmez. Bishara ve arkadaşları (10), yaptıkları çalışmada *in vivo* ortamda debonding için uygulanan kuvvetin, sadece makaslama kuvveti uygulanan *in vitro* uygulamalardan %30 daha az değerler ortaya çıkardığını rapor etmiştir. Bu durum mineden parça kopma riskini azaltmaktadır.

Debonding işleminin tüm hedeflerinin tutturulması bu etkenler göz önünde bulundurulduğunda ancak doğru tekniğin kullanımı ile mümkündür (19). Uygun

olmayan teknikler ve özensiz uygulamalar debonding işleminin çok zaman almasına ve minede kalıcı zararlar oluşturmaya neden olabilir (165).

1.2.1. Ataşmanın Çıkarılması

Sabit ataşmanların çıkarılma teknikleri, yapıldıkları malzemenin fiziksel özelliklerine göre farklılık gösterir. Braket yapımında kullanılan üç temel madde paslanmaz çelik, plastik ve seramiktir. Paslanmaz çelik ve plastik braketler daha esnek özellik gösterirken, seramik braketler üstün estetik özelliklerine karşın kırılmandır (19,168).

1.2.1.1. Metal ve Plastik Ataşmanların Çıkarılması

Paslanmaz çelik ve plastikten yapılan ataşmanların yardımcı pensler kullanılarak farklı mekanik kuvvetlerle çıkarılması mümkündür. Orijinal yöntemde Howe veya Weingart gibi pensler ile braketin mesial ve distal kanatları tutulur ve sıkılır. Basınç altında esneyen ve dışa doğru açılma gösteren braket tabanı ile adeziv arasındaki bağ kırılır. Bu teknikte sıkma ve çekme kuvvetleri uygulanır. Yapıştırıcının büyük kısmı diş yüzeyinde kalır ve braketin tekrar kullanılması mümkün olmaz (81,82,111,168).

Bir diğer yöntem sadece braket sökmek üzere geliştirilen penslerin kullanımındır. İki tip braket sökücü pens yaygın olarak kullanılmaktadır. Birinci tipte iki keskin ağız braketin okluzal ve gingivalinden adezive makaslama kuvveti uygulayarak braketin deforme etmeden braket-kompozit-mine ara fazını ayırır. İkinci tipte pensin bir ucu dişin insizal kenarından desteklerken diğer ucu braket kanadının

altından tutarak çekme kuvveti uygular. Adezivde oluşan periferik gerilim nedeniyle braket dişten ayrılır. Braket deforme olmaz ve adezivin hemen hemen tamamı mine yüzeyinde kalır (81,82,111,168).

Son olarak bant sökücülerin kullanımından bahsedilebilir. Bant sökücü pensler de makaslama kuvveti uygular, ancak sıyırma esnasında mineden parça koparması veya minede oluk açması tehlikesi nedeniyle tercih edilmemektedir (19,59).

Tüm bu tekniklerde hedeflenen, kopma aşamasının yapıştırıcının kendi içinde ya da yapıştırıcı-sabit ataşman ara fazında gerçekleşmesidir. Yapıştırıcı-mine ara fazında gerçekleşen kopmalarda mine yüzeyinden parça kopma riski yüksektir. Öte yandan mine yüzeyinde yapıştırıcı artık miktarının çok olması da harcanan zamanı ve temizleme sırasında oluşması olası potansiyel zararı artırır (19,59).

1.2.1.2. Seramik Ataşmanların Çıkarılması

Ortodontide seramik ataşmanların kullanımı fiziksel görünüşüne önem veren ve tedavi talebinde bulunan erişkin hasta sayısının artışı ile giderek çoğalmaktadır. Seramik ataşmanlara ilişkin yapılan bağlanma kuvveti testlerinde kopmanın sıklıkla adeziv-mine ara fazında gerçekleştiği görülmüştür. Bu durum söküm esnasında diş yüzeyinden parça kopma riskini yükseltir (10,15,19,56,59). Seramik ataşmanlar paslanmaz çelik kadar esneme özelliğine sahip olmadığı için ataşmanın deforme edilerek sökülmesi mümkün değildir. Bu durum alternatif braket sökme tekniklerinin geliştirilmesine neden olmuştur. Braket-adeziv ara fazına makaslama uygulayan iki ucu keskin pensler, çekme uygulayan pensler, ultrasonik uçlar, elektro termal yöntem ve lazer uygulanması ile seramik ataşmanlar çıkarılabilir (20). Sıklıkla uygulanan yöntem penslerin kullanımındır. Burada iki ucu keskin pensler ile adezive

kuvvet uygulanarak adezivin kendi içinde kırılması hedeflenir. Swartz (142), rotasyonel kuvvet uygulanarak seramik braketlerin sökülmesini önermiştir. Bishara ve Truelove (15), ultrasonik debonding uygulamasını inceledikleri çalışmada tekniğin başarılı olduğunu ancak uzun süre gerektirmesi, kullanılan uçların pahalı olması, uçların erken yıpranması ve hassas dişlerde hastanın rahatsız olması gibi dezavantajları olduğunu belirtmiştir. Lazer ve termal debonding gibi diğer yöntemler henüz gelişme ve tanıtım aşamasındadır. Elektrotermal debonding işleminde seramik brakete en fazla 5 saniye boyunca yaklaşık 232°C ısı uygulanır. Bu ısı braket-yapıştırıcı ara fazını deforme eder ve braket kolaylıkla yüzeyden ayrılır. Sheridan ve arkadaşları (135), bu yöntemin pulpa odasının duvarında aşırı ısınmaya neden olmaksızın uygulanabileceğini belirtirken, Jost-Brinkmann ve arkadaşları (78), birden fazla aynı dişe uygulama yapılmasının lokalize pulpa zararı oluşturabildiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada braket kopmalarının ve iyatrojenik mine zararlarının elektrotermal tekniğe rağmen olabildiği belirtilmiştir (78). Pulpaya olan etkinin tam netlik kazanmamış olması ve tekniğin kesin sonuç vermemesi, geliştirilmesi gerektiğini düşündürmektedir (19). Lazer kullanılarak seramik braketlerin sökülmesi elektrotermal yöntemle benzerlik göstermektedir. Lazer ile ısıtılan yapıştırıcının deforme olması braketin kolayca çıkarılmasını sağlar. Ancak çok pahalı olması yaygın kullanımına olanak vermez (61,146).

1.2.2. Artık Adezivin Temizlenmesi

Ataşmanın çıkarılmasının ardından, boyutu braketin dıştan ayrılması esnasında bağ kırılmasının oluşma şekline bağlı olan yapıştırıcı artığı mine yüzeyinde kalır. Bu artık adezivin mine yüzeyinden madde kaybı oluşturmadan ve mine yüzeyinde oluk

ve çizikler oluşturmada uzaklaştırılması gereklidir. Bu amaçla verimli ve güvenli çalışması istenen birçok prosedür denenmiştir (19,59,81,82).

1.2.2.1. Adeziv Temizleyici Pens

Bant sökücü veya çekme kuvveti uygulayan braket sökme pensine benzer prensiple çalışır. Pensin bir ucu stoper olarak dişin insizaline yaslanır. Keskin olan aktif kısım diş yüzeyinden artık adezivi kazır. Özellikle kanin ve premolar gibi vestibül kurvatürü olan dişlerde verimli çalışan bir yöntemdir ancak mine yüzeyinde kalıcı oluklar yaratma riski yüksektir (19,59,111,112).

1.2.2.2. Küret

Küretler artık yapıştırıcı bulunan bölgelerde periodontal diş yüzeyi temizliği uygulamasına benzer biçimde kullanılırlar. Diş yüzeyinde kazıma yaparak artık yapıştırıcının yüzeyden kopmasını sağlarlar. Ancak bu kopma esnasında mineden parça kopma riski yüksektir. Çalışma verimliliği ve hız açısından avantajlıdır ancak mine yüzeyinde oluşturabildiği kalıcı oluklar ve çizikler nedeniyle kullanımı çok güvenli değildir ve tercih edilmemektedir (19,59,111,112).

1.2.2.3. Ultrasonik Temizleyici

Ultrasonik temizleyiciler periodontolojide diş yüzeyi temizliğinde kullanılan, uçları ultrasonik titreşimler yapan elektronik cihazlardır. Artık adeziv temizlenmesinde hızlı madde kaldırabilme özelliğine sahiptir. İki yönlü yaptıkları

salınım temizleyicinin ağızının yanlış açıyla ve sabit noktada tutulması durumunda diş yüzeyinde kalıcı oluklar oluşturur. Bu sebeple mine yüzeyinde kalıcı zarar ve fazla madde kaybına neden olmaması için dikkatli kullanılmalıdır (19,59).

1.2.2.4. Paslanmaz Çelik Frez

Paslanmaz çelik frezler restoratif dişhekimliğinde kavite hazırlanması sırasında kullanılabilir. Vickers sertik değeri yapıştırıcı ajanlara yakın değerlerde olduğu için ve paslanmaz çeliğin dayanıklılığı az olduğu için adeziv temizlemek amacıyla denenmiş, verimliliği çok düşük olup çalışma zamanını çok uzattığı için tercih edilmemiştir (111,112,124).

1.2.2.5. Elmas Frez

Elmas frezler dişhekimliği pratiğinde sıklıkla kullanılmaktadır. Protetik diş preparasyonu, restoratif uygulamalarda kavite hazırlanması gibi amaçlarla rutinde kullanılmaktadır. Ancak debonding sonrası artık adezivin temizlenmesinde her ne kadar çok verimli temizlik sağlasalar da mine yüzeyinde oluşturdukları çizikler sebebiyle tercih edilmemektedir (19,124).

1.2.2.6. Tungsten Karpit Frez

Tungsten karpit frezler sabit ataşmanların çıkarılmasını takiben mine yüzeyinde kalan artık kompozitin temizlenmesinde en sık kullanılan materyaldir, tüm literatür tarafından düşük turda kullanımı diş yüzeyinde arta kalan yapıştırıcının

temizlenmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Farklı yüzey temizleme tekniklerinin karşılaştırıldığı tüm çalışmalarda tungsten karpit frez kullanımının mine yüzeyinde en az zarar oluşturan teknik olduğu konusunda görüş birliği vardır (72,112,127,165).

Tungsten karpit materyal olarak Vickers sertlik skalasında 1700-2400 kg/mm² aralığında yer alırken bu değer asitlenmemiş diş minesini için 300-350 kg/mm², yapıştırıcı adezivler için 20-100 kg/mm² arasında değişkenlik göstermektedir. Tungsten karpidin daha yüksek sertliğe sahip olması diş minesinden de madde kaldırmasına olanak sağlar. Bu sebeple dikkatli kullanılmalıdır. Kullanılan frezlerin bıçak sayıları ve özellikleri, turlu aletin hızı, soğutma şekli ve uygulamayı takip eden yüzey parlatma tekniklerinde farklı yorumlar literatürde yer almaktadır. Mine yüzeyinden artık yapıştırıcının temizlenmesinde en az iyatrojenik zararın düşük devirde tungsten karpit frez kullanımı ile sağlanabildiğini savunan araştırmacılar literatürdeki çoğunluğu oluştururken (59,72,111,112,124,159,160), bazı araştırmacılar tungsten karpit frezin yüksek hızda kullanımını önermiş (165), bazıları ise alüminyum oksit disklerin kullanımını önermiştir (44,127). Son yıllarda yapılan çalışmalarda mine yüzeyinden en az madde kaybına neden olan ve en az pürüzlü yüzeyi sağlayan yöntemin, düşük devirde tungsten karpit uygulamasını takiben ince partiküllü alüminyum oksit disklerle polisaj ve son olarak lastik ile pomza uygulaması olduğu belirtilmiştir.

1.2.2.7. Polisaj Zımpara ve Lastikleri

Alüminyum oksit polisaj zımparaları ve polisaj lastikleri kullanılarak tüm artık kompozitin temizlenmesi sağlanabilir. Ancak uygulama alanı olarak geniş alanda

çalışmaları nedeniyle adeziv olmayan yüzeylere de temas etmeleri ve hantal olmaları nedeniyle tungsten karpit frez kullanımını takiben yüzeyin parlatılmasında kullanılmaları önerilmektedir (124).

1.3. Debonding İşleminin Mine Yüzeyine Etkileri

Mine yüzeyinde kalan artık kompozitin temizlenmesine ilişkin işlemin tamamlanmasını takiben minede meydana gelen hasarın incelenmesi için farklı yöntemler denenmiştir. Sıklıkla mine yüzeyinin pürüzlülüğüne ilişkin yüzey görüntülerine dayanan kalitatif incelemeler ve mine yüzeyinde oluşan kaybı rakamsal ifade etmeye çalışan yüzey ve optik profilometreler, bilgisayar yazılımlarından yararlanarak yüzey görüntülerini rakamsal ifadeye dönüştüren, ağırlık ve hacim ölçümleri yapan kantitatif incelemeler kullanılmıştır (5,35,39,42,44,69,72,112,127,145,165).

1.3.1. Kalitatif İncelemeler

Diş yüzeyinde meydana gelen hasarın incelenmesine ilişkin ilk çalışmalar teknolojik ekipmanın izin verdiği sınırlar içerisinde kalmıştır (26,68).

Campbell (26), yaptığı çalışmada farklı yüzey temizleme tekniklerinin mine yüzeyine etkisini taramalı elektron mikroskop görüntülerini yorumlayarak sınıflarken , Hong ve Lew (68), taramalı elektron mikroskop görüntülerinden elde ettikleri fotomikrografları farklı kişilere değerlendirmek üzere sunarak yüzey pürüzlülük indeksine göre sınıflandırmıştır.

1.3.2. Kantitatif İncelemeler

Teknolojik gelişmelerin sağladığı yeni imkanlar ve bilgisayar modellemelerinin geliştirilmesi kantitatif incelemeleri yapılabilir hale getirmiştir (5,39,42,69,72,92). Eliades ve arkadaşları (42), yüzeyde meydana gelen değişimleri ve madde kaybını debonding öncesi ve sonrası yüzeyi profilometre ile ölçerek minenin en derin noktaları arasındaki farkla ifade etmiştir. Bu yöntemle birçok çalışma yapılmış (39,42,69,72), daha sonra yüzeyin daha hassas taranması amacıyla lazerle tarayan yüzey profilometreleri ve elde edilen bulguları bilgisayar yazılımı ile rakamsal ifade eden yöntemler kullanılmıştır (5). Bu gelişmeyi atomik mikroskoplar takip etmiş ve nano düzeyde işaretlemeler ve bilgisayar modellemeleri ile yüzeye ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır (92).

Brosh ve arkadaşları (20), bu yöntemlerden ayrılarak kopardıkları braketlerin tabanında kalan artık adezivi X ışını difraktometresi ile inceleyerek adeziv yüzeyindeki Ca^{+2} artıklarını mine kanıtı olarak kullanmış, kalsiyum miktarını mine kaybı ile ilişkilendirmiştir.

David ve arkadaşları (35), profilometre ölçümlerinin belli noktalarda derinlik değerleri sağlamasından dolayı hassas terazi kullanarak diş kütleindeki kaybı ölçmeyi hedeflemişlerdir. Kaidonis ve arkadaşları da (79), benzer düşünceden hareketle mine yüzeyinde meydana gelen aşınma miktarını kantitatif açıdan değerlendirmek üzere hassas tartı kullanarak dişlerin ağırlık değişimlerini değerlendirmişlerdir.

Bu bilgilerin ışığında araştırmamızda, klinik ortodontik uygulamalarda en sık kullandığımız mine yüzeyi temizleme yöntemi olan karbit frez uygulamasının standart koşullar altında mine yüzeyine *in vitro* etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir.

BÖLÜM II

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Tipi

Araştırma ortodontik bonding ve debonding tekniklerinin canlıdaki uygulamasını taklit eden düzeneklerle yapılmış deneysel bir çalışmadır.

2.2. Kullanılan Gereçler

2.2.1. Deneysel Materyal

Çalışmanın deneysel materyalini 600 adet insan premolar dişi oluşturdu. Dişler bu çalışmadan bağımsız amaçlarla Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı'nda çekimi takiben atıldıktan sonra elde edildi. Araştırma Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi.

2.2.1.1. Dişlerin Saklanma Koşulları

Çekim sonrası dişin organik yapısında bozulma ve çürümenin engellenmesi amacıyla, toplanan dişler yıkandıktan sonra kurutulup, ağırlık/hacim olarak %0,1'lik timol solüsyonunda amber rengi şişelerde karanlık ve serin ortamda saklandı (Resim 1).



Resim 1: Toplanan Dişler

2.2.1.2. Diş Seçim Koşulları

Toplanan dişler çalışmada kullanılmadan önce seçim koşullarına uygun olacak şekilde kontrol edildi ve koşullara uygun olmayanlar çalışma materyalinden çıkarıldı. Diş seçim kriterlerini, çıplak göz ile incelemede dişin bütünlüğünün bozulmamış olması, çürük olmaması, dolgu olmaması, çatlak olmaması, davye izi bulunmaması ve periodontal nedenle çekilmemiş olması oluşturdu. Bu inceleme sonrası yaklaşık 200 adet diş çalışmadan çıkarıldı.

2.2.2. Frezler

Hazırlanan örneklerin yüzeylerinde uygulanan frezler Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Kliniği'nde rutin uygulamada kullanılan Meisinger firması tarafından üretilen tungsten karpit frezlerdir. Üretim teknikleri çelik gövde ve tungsten çalışan kısmın kaynak ile birleştirilmesidir ve sırasıyla aşağıdaki özelliklere sahiptir;

- HM 21R12 RA ve FG: 6 bıçak, sağa 7 derece açılı, çap 0,12 cm (Resim 2).



Resim 2: Frez HM 21R12

- HM 33R12 RA ve FG: 6 entikli bıçak, sağa 7 derece açılı, çap 0,12 cm
(Resim 3).



Resim 3: Frez HM 33R12

- HM 33R021 RA ve FG: 8 entikli bıçak, sağa 7 derece açılı, çap 0,21 cm (Resim 4).



Resim 4: Frez HM 33R021

- HM 246R012 RA ve FG: 16 bıçak, 0 derece açılı, çap 0,12 cm (Resim 5).



Resim 5: Frez HM 246R012

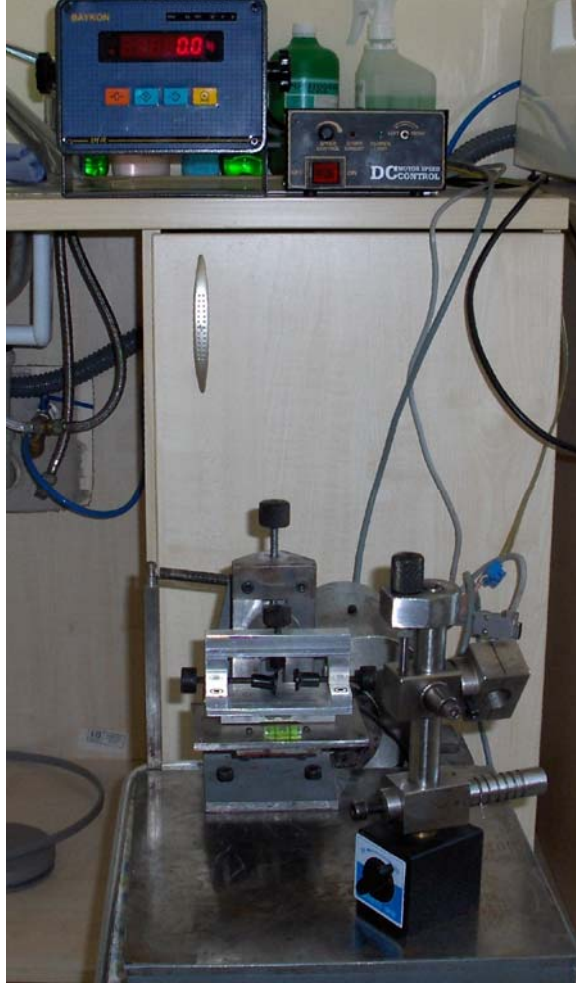
2.2.3. Turlu Aletler

Frez uygulamalarında kullanılan turlu aletler Bien Air Aquilon 830 mikromotor, Kavo Bluering 1:1 Angldruva ve Kavo Supertorque 625 DN aerotör modelleridir. Başlıkların dental ünit çıkış havasına göre yaptıkları devir Micron firmasının ürettiği Micron Handpiece Counter 2 cihazı ile ölçüldü, düşük devir

19000, yüksek devir 300000 olacak şekilde hava basınç ünitesi düzenlendi. Çalışma süresi boyunca bu başlıklar başka bir işlemde kullanılmadı.

2.2.4. Prototip Makine

Frezle temizleme işleminin standardize edilebilmesi amacıyla dış yüzeyi temizleme işlemini taklit eden bir cihaz yaptırıldı (Resim 6).



Resim 6: Prototip makine

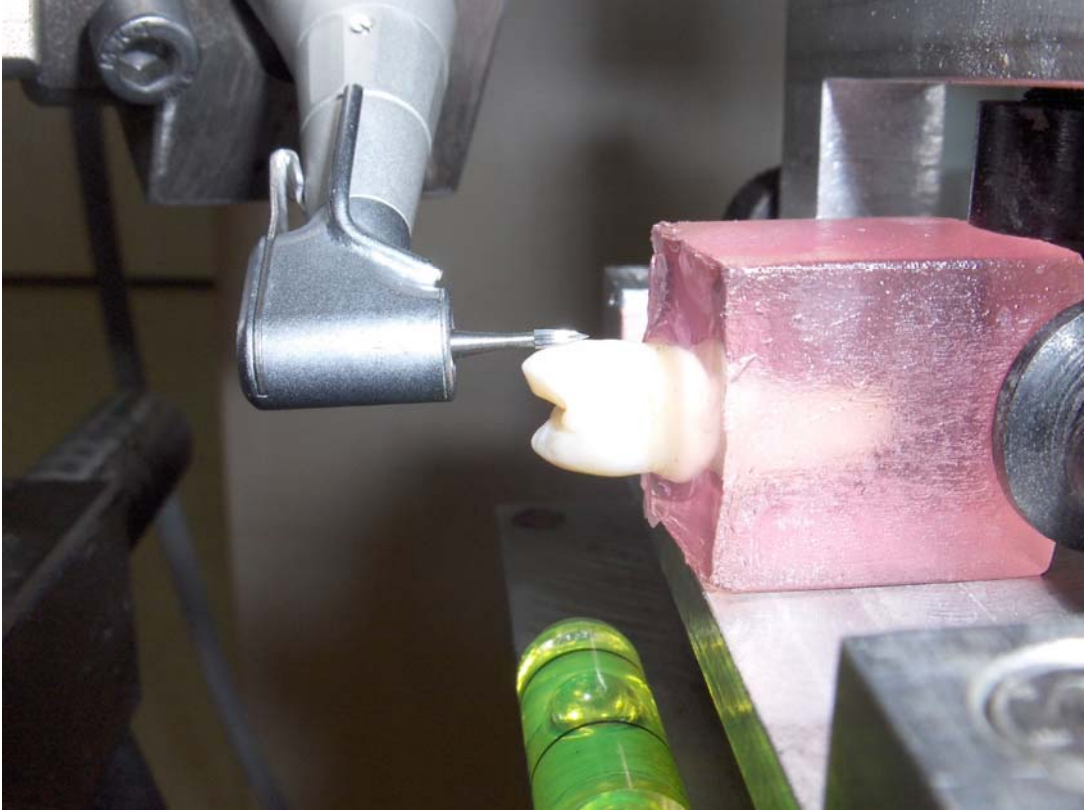
Bu cihazın ana parçaları sırasıyla aşağıdadır;

- Turlu aleti sabit tutan ve tabana mıknatıs ile sabitlenen parça (Resim7).



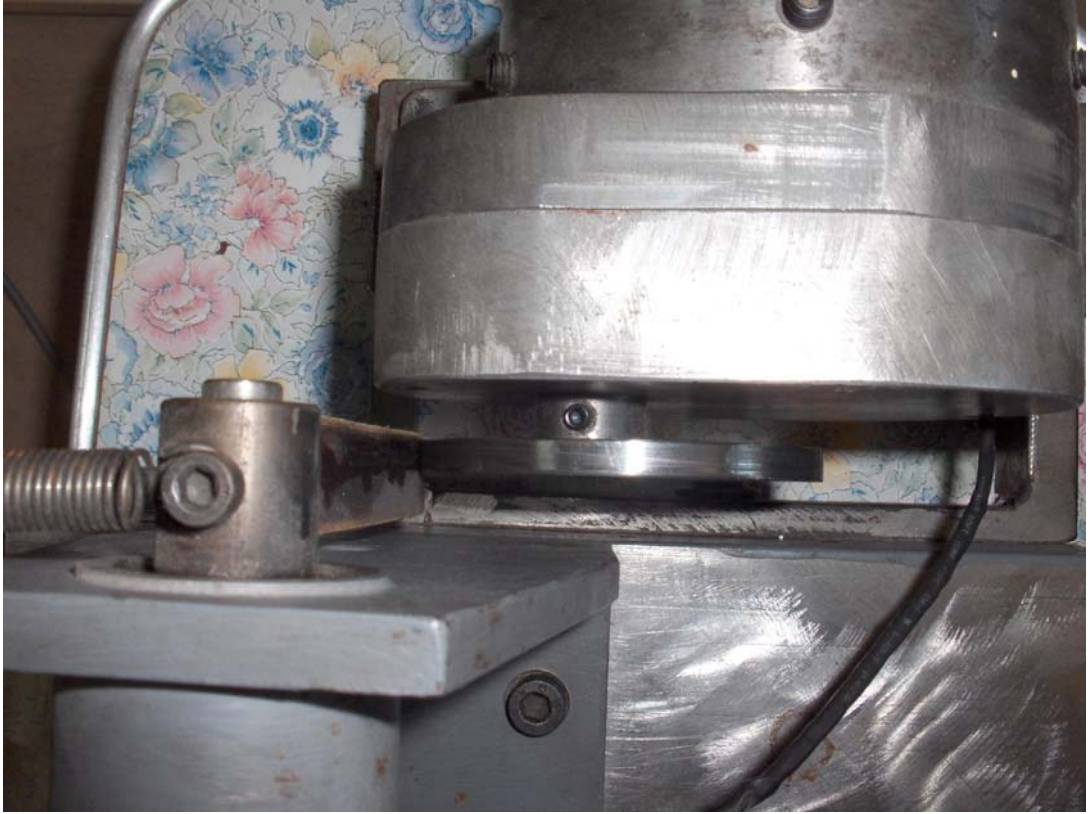
Resim 7: Turlu aleti sabitleyen mıknatıslı düzenek.

- Örneğin 3 kısıkaç tarafından sabit tutulduğu, altında yük ölçer olan hareketli çalışma tablası (Resim 8).



Resim 8: Örnek tablası.

- Hareketli çalışma tablasını saat yönünde ve tersine eğimlendiren eksentrik mil (Resim 9).



Resim 9: Eksentrik mil.

- Eksentrik mili hareketlendiren elektrik motoru ve yük ölçer ekranı (Resim 10).



Resim 10: Yük ölçer ekranı ve elektrik motoru kumanda paneli.

2.2.5. Işık kaynağı

Işık ile polimerizasyon Ivoclar Vivadent tarafından üretilen 1200 mW/cm^2 yoğunlukta ışık sağlayabilen Bluephase cihazının önerilen düşük basınç seçeneğinde 10 saniye süreyle gerçekleştirildi.

2.2.6. Tartı

- Örnekleri tartma işlemi OHAUS Adventurer AR 3130 cihazı ile gerçekleştirildi. Tartının maksimum ölçüm kapasitesi 310 gr, maksimum okuma kapasitesi 0,001 gr dır (Resim 11).



Resim 11: OHAUS hassas tartı

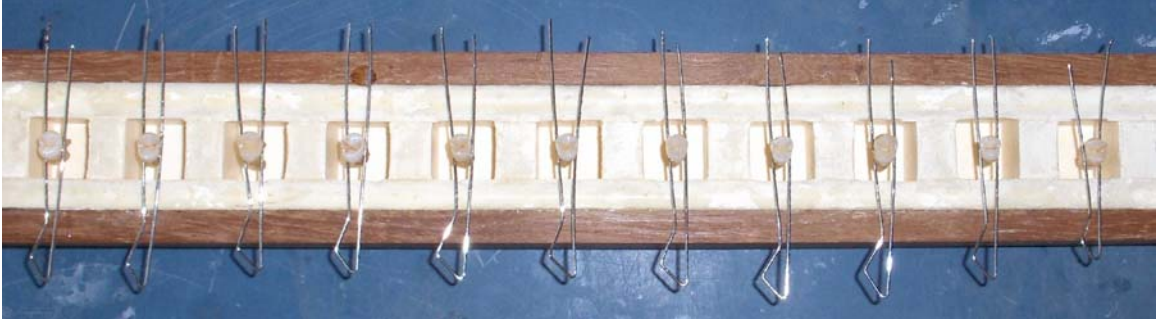
2.3. Yöntemler

2.3.1. Dişlerin Test Bloklarına Yerleştirilmesi

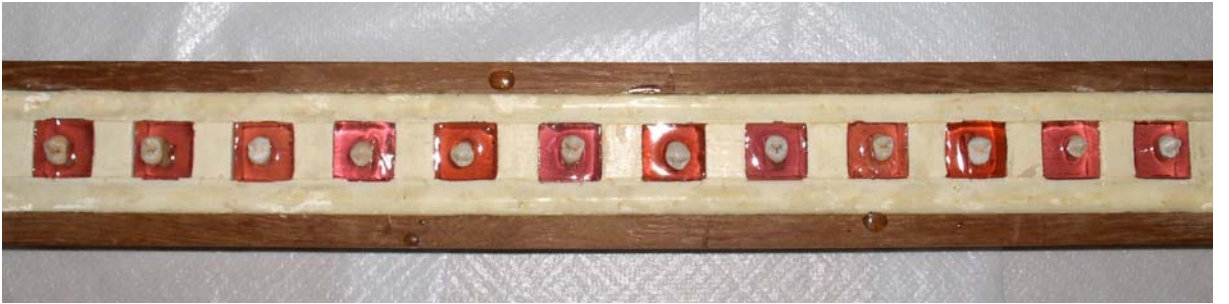
Seçilen dişler debonding işleminin tasarlanan cihaz tarafından yapılabilmesi amacıyla Herkim Polimer Kimya tarafından üretilen 6295 ürün kodlu polyester kullanılarak bloklar içine sabitlendi. Bu işlemin yapılabilmesi için dişlerin koleleri hizasına yaklaşık 1mm derinliğinde oluklar açıldı ve dişleri hazırlanan kalıpta doğru açıda tutacak taşıma mandalları 0,7'lik paslanmaz çelik telden hazırlandı. Polyester blokların hazırlanması amacıyla ahşap çerçeve içerisinde 2 x 2 x 2,5 santimetre boyutlarında dikdörtgen 12 adet yuvası bulunan silikon kalıp kullanıldı (Resim 12).

Dişler hazırlanan kalıba yerleştirilmeden önce varsa kök yüzeyinde gözle görülen organik artıklar uzaklaştırıldı. Bu işlemi takiben mandallara kısırlanmış olan dişler kalıba yerleştirildi, polyester, hızlandırıcı ve katalizör hacimsel olarak 0,5 / 100 oranında karıştırıldıktan sonra kalıbın içerisine döküldü, dişlerin kron kısmı açıkta kalacak şekilde kök kısımları polyesterle örtüldü (Resim 13). Polimerizasyon sırasında ekzotermik reaksiyonun neden olabileceği yan etkileri engellemek amacıyla kalıp derin dondurucuda bekletildi.

Polimerizasyonu takiben dişler silikon kalıptan çıkarıldı (Resim 14). Silikon kalıptan çıkartılan polyestere sabitlenmiş dişler zamana bağlı nem kaybını engellemek amacıyla hemen uygulamaya tabi tutuldu.



Resim 12: Silikon kalıp



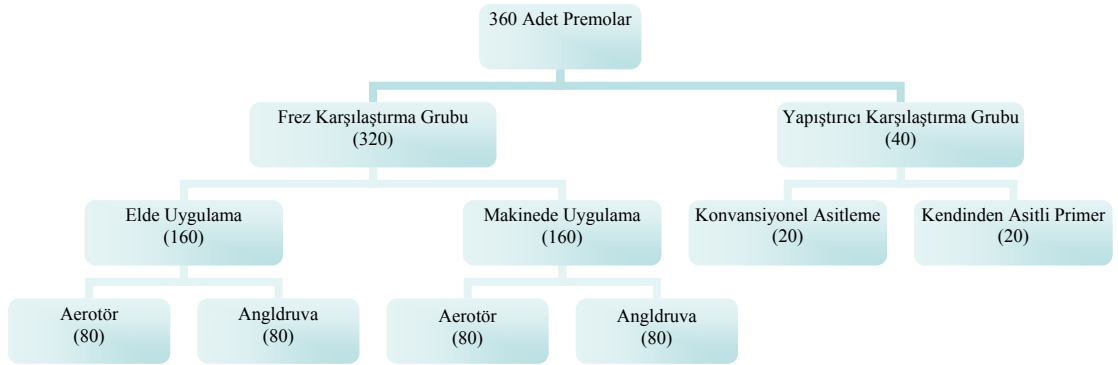
Resim 13: Polyester doldurulmuş kalıp



Resim 14: Polyestere sabitlenmiş örnekler

2.3.2. Bonding İşlemi

Bu aşamada örnekler sadece asit ile pürüzlendirilmiş yüzeyde frezlerin etkisinin inceleneceği ve iki farklı bonding yönteminin debonding sonrası temizlenebilirliğinin inceleneceği iki alt gruba ayrıldı (Tablo 1).



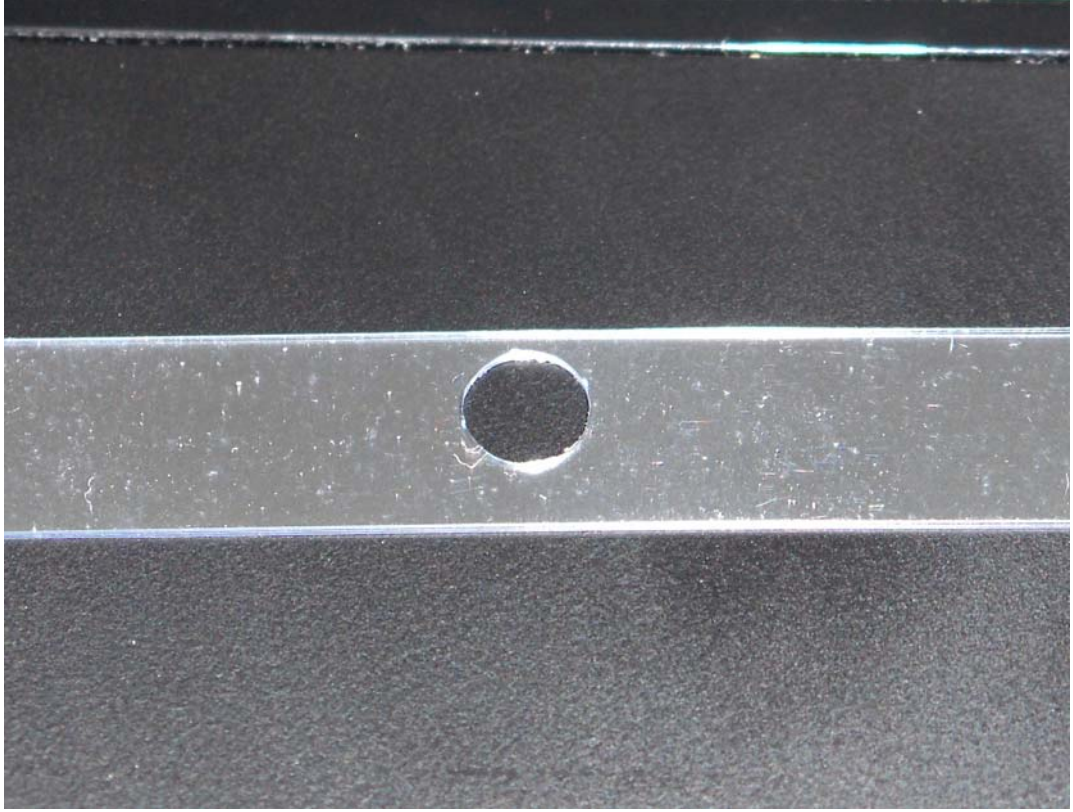
Tablo 1. Deney Grupları Şeması

2.3.2.1 Dişlerin Asitleme İşlemine Hazırlanması

Asitleme işlemi öncesinde diş yüzeyini kaplayan plak ve organik artıkların temizlenmesi amacıyla diş yüzeyleri pomzalı su ile 10 saniye lastiklendi.

2.3.2.2. Diş Yüzeylerinin Asitlenmesi

Hazırlanan dişlerin yüzeylerinin standart biçimde pürüzlendirilebilmesi amacıyla Dentac Universal Strips tarafından üretilen strip bantlar üzerinde açılan 5 mm çapındaki delikler ile maskeleme uygulandı (Resim 15). Açıkta kalan diş yüzeyi 20 saniye yağsız hava ile kurutulduktan sonra %37'lik fosforik asit 15 saniye uygulandı. 30 saniye basınçlı su ile yıkanıp 30 saniye yağsız hava ile kurutma işlemi yapıldı. Tebeşirimsi beyaz görünüm elde edildi. Asitleme işlemi, zamana bağlı nem kaybının engellenmesi amacıyla tüm örnekler aynı anda değil 10arlı gruplar halinde frezlemeler bittikçe yapıldı.



Resim 15: Maskeleye amacıyla kullanılan strip bant

2.3.2.2.1. Sadece asitlenmiş yüzeye frezlerin elde uygulanması

Asitlenen yüzeylerde angldruva ile 45 saniye aerotör ile 20 saniye olmak üzere aynı araştırmacı tarafından frezler ağızdaki temizleme hareketi taklit edilecek şekilde frezler angledruva aksına göre saat yönünde dönecek şekilde kullanıldı.

2.3.2.2.2. Sadece asitlenmiş yüzeye frezlerin makine ile uygulanması

Yük ölçer tabla üzerinde araştırmacının el yükünün belirlenmesi amacıyla rastgele seçilen 3 örnekte araştırmacı elle çalıştı ve ikinci bir gözlemci tarafından elde edilen değerin ortalaması belirlendi.

Çalışılacak örnek yük ölçerli tablaya yerleştirildikten sonra tabladaki su terazisi ile horizontal düzlem sağlandı. Frezin ucu maksimum temas sağlanacak açıyla dişe yaklaştırıldıktan sonra aktive edilen mıknatısla sabitlendi. Yük ölçerin üstünde çalışmacının belirlenen el yükü olan 130–140 gramlık yükü dişe vermek üzere turlu aleti taşıyan dik kol üzerindeki ayar düğmesinden konum ayarlandı ve makine çalıştırıldı.

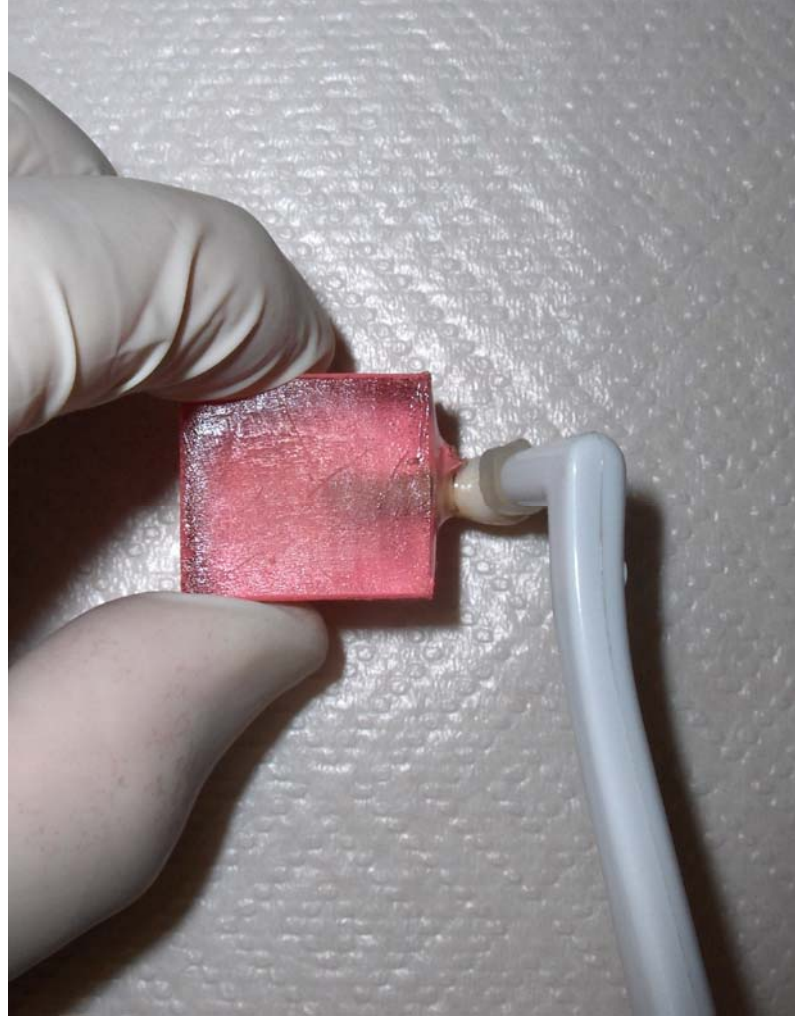
Turlu aletlerin çalıştırıldığı tüm uygulamalarda uygulayıcıyı koruyucu önlem olarak koruyucu gözlük, maske ve eldiven kullanıldı.

2.3.2.3. Kendinden Asitli Primer Uygulaması

Örneklerin yüzeyi asitleme grubunda olduğu gibi standart yüzey açıkta kalacak şekilde maskelendikten sonra kliniğimizde rutin uygulamada kullanılan yapıştırıcı sistemlerden biri olan Kuraray firmasının ürettiği Clearfil SE Bond self etching primerin primer kısmı diş yüzeyine uygulandı, 20 saniye beklendi ve hafif hava ile 3 saniye kurutuldu. Bu işlemi takiben ince bir tabaka bond uygulandı, hafif hava akımı ile dağıtıldı ve 20 saniye süreyle ışık ile polimerize edildi.

2.3.2.4. Transbond XT uygulaması

Örneklerin yüzeyi standart şekilde maskelendikten sonra yüzeye 3M/ESPE firması tarafından üretilen %37'lik fosforik asit içerikli Scotchbond uygulandı ve 15 saniye beklendi. Daha sonra hava su spreysi ile 30 saniye yıkandı ve 30 saniye kurutuldu. Yüzeye ince bir tabaka kliniğimizde rutin uygulamada kullanılan yapıştırıcılardan biri olan Transbond XT primeri sürüldü ve kompozit ataşman yapımında kullanılan aplikatörün uç kısmının kesilmesi ile elde edilen ufak hazneye doldurulan Transbond XT pastası diş yüzeyine bastırılıp mesial ve distal yönden 10'ar saniye ışınlandı (Resim 16).



Resim 16: Kompozit uygulaması

2.3.2.5. Adeziv Uygulanmış Örneklerinin Makine ile Temizlenmesi

Kendinden asitli primer ve konvansiyonel yöntemle kompozit yapıştırılan örnekler, kliniğimizde rutin olarak kullanılan 6 bıçaklı sağa 7 derece açı yapan 21r012 frez ve makine ile 20 saniye süre ile temizlendi.

2.3.3. Ağırlık Ölçümleri

Frezlerin karşılaştırıldığı grupta sırayla aşağıdaki ölçümler yapıldı;

- Asitleme öncesi
- Asitleme öncesi 10 dakika sonra birinci tekrar
- Asitleme sonrası
- Asitleme sonrası 10 dakika sonra birinci tekrar
- Asitleme sonrası 20 dakika sonra ikinci tekrar
- Uygulama sonrası
- Uygulama sonrası 10 dakika sonra birinci tekrar

Bonding sistemlerinin karşılaştırıldığı grupta sırayla aşağıdaki ölçümler yapıldı.

- Asitleme öncesi
- Asitleme öncesi 10 dakika sonra birinci tekrar
- Bonding sonrası
- Debonding sonrası
- Debonding sonrası 10 dakika sonra birinci tekrar

2.3.4. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi

Taramalı elektron mikroskobunda incelenmek üzere kullanılan frezlerden birer örnek alındı, kesici uçları karbon separe ile gövdeden ayrılarak pirinç taşıyıcılara sabitlendi. Frezlerin mine yüzeyinde oluşturduğu etkiyi incelemek üzere aşındırma

yapılmış dişlerden her bir gruba ait birer örnek hazırlandı. Örnekler önce servikal bölgeden kesilerek diş kökünden ayrıldı, daha sonra mesiodistal yönde kron kısmı ikiye ayrılarak taşıyıcılara sabitlendi. Fosfor pentoksit içeren desikatörde 7 gün bekletilen örnekler nemden arındırıldı, Polaron SC502 (Fisons Instruments, Uckfield, İngiltere) cihazı kullanılarak 200 Å kalınlığında altın ile kaplandı. Altın kaplanan örnekler Jeol JSM 5200 (Tokyo-Japonya) taramalı elektron mikroskobu ile 20 kV'de incelendi. İnceleme Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Tarayıcı Elektron Mikroskobu Laboratuvarı'nda yapıldı.

2.3.5. İstatistiksel Yöntem

Elde edilen veriler SPSS 15.0 yazılımı kullanılarak 2X2X4 Faktöriyel Tesadüf Parselleri Modeline göre Varyans Analizi ile değerlendirildi. Analizin sonuçlarına göre karşılıklı etkileşim gösteren değişkenlerin incelenmesi amacıyla ikili gruplara bağımsız iki grup T testi, frezlerin birbirleriyle karşılaştırıldığı gruba tek yönlü varyans analizi uygulandı. Varyansların homojenitesi Levene testi uygulanarak değerlendirildi. Homojen olan gruplarda Bonferroni düzeltmesi yapıldı, homojen olmayan gruplarda Dunnett T3 bulguları kullanıldı.

BÖLÜM III

BULGULAR

3.1. Farklı Frez Tiplerinin Karşılaştırılması ile İlgili Bulgular

El ve makine kullanılarak farklı iki hızda dört farklı frezin uygulandığı örneklerle ait uygulama öncesi ve uygulama sonrası ağırlıkların ortalaması ve standart sapması gram cinsinden Tablo 2’de gösterilmektedir.

El ve makine kullanılarak farklı iki hızda uygulanan dört frezin örneklerde meydana getirdiği madde kaybı miktarının ortalaması ve standart sapması gram cinsinden Tablo 6’da gösterilmektedir. Elde edilen farkların örneğin toplam ağırlığına kıyasla çok az olması sebebiyle meydana gelen madde kaybının başlangıç değerine bölünmesi ve 1000 ile çarpılması sonucu elde edilen değerler tabloda gösterilmektedir (binde değişim).

Oluşan mine kaybı miktarlarının farklı frez uygulamalarına göre istatistiksel önem seviyeleri Tablo 7’de gösterilmektedir. Buna göre elde angldruva ile yapılan uygulamalarda 21r012 nolu 6 bıçaklı frezin oluşturduğu etki diğer tüm frezlerle istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdi, diğer frezler kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturamadı. Elde aerotör ile yapılan uygulamalarda 33r021 nolu 8 çentikli bıçaklı frezin oluşturduğu etki diğer tüm frezlerle istatistiksel anlamlı fark gösterirken, 33r012 nolu 6 çentikli bıçaklı frezle 246r012 nolu 16 bıçaklı frezin

etkisi arasında da istatistiksel anlamlı fark olduğu bulundu. Makinede angldruva ile yapılan uygulamalarda sadece 33r021 nolu 8 çentikli bıçaklı frez ile 33r012 nolu 6 çentikli bıçaklı frezin etkileri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunurken aerotör ile yapılan uygulamalarda 33r021 nolu 8 çentikli bıçaklı frez ile 21r012 nolu 6 bıçaklı frez arasında ve 33r021 nolu 8 çentikli bıçaklı frez ile 246r012 nolu 16 bıçaklı frezin etkileri arasında istatistiksel anlamlı fark saptandı.

Angldruva ve aerotör ile farklı dört frezin uygulamalarının el ve makine yöntemleri arasında gösterdiği farklılığın istatistiksel önem seviyesi Tablo 8’de gösterilmektedir. Buna göre aerotör ile yapılan uygulamaların hepsinde el ve makine yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken angldruva ile yapılan uygulamalarda sadece 6 ve 8 çentikli bıçaklı 21r012 nolu frez ile 33r021 nolu frezlerin uygulanmaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu.

El ve makine ile uygulanan dört frezin sonuçlarının angldruva ve aerotör uygulamaları arasındaki farklılığın istatistiksel önem seviyesi Tablo 9’da gösterilmektedir. Buna göre elde yapılan uygulamalarda 21r012 nolu 6 bıçaklı frez dışında tüm frezlerin sonuçları aerotör ve angldruva uygulamalarında istatistiksel anlamlı farklılık gösterirken makine ile yapılan uygulamalarda tüm frezler için aerotör ve angldruva uygulamalarında istatistiksel anlamlı farklılık saptandı.

Farklı debonding yöntemlerinin neden olduğu mine kayıpları toplu halde Grafik 1’de gösterildi.

3.2. Farklı İki Yapıştırıcının Karşılaştırılması ile İlgili Bulgular

İki farklı yapıştırıcı sistemin (SEBond ve Transbond XT-konvansiyonel asitleme) 6 bıçaklı 21r012 nolu frez kullanılarak temizlendiği örneklere ait

uygulama öncesi ve uygulama sonrası meydana gelen madde kaybının ortalamaları ve standart sapmaları gram cinsinden Tablo 3’de verilmektedir. Her iki yapıştırıcı sistemde de uygulama sonrası ağırlık ortalamalarında azalma görülmektedir. Aynı gruba ait başlangıç değerlerinin eşit varsayıldığı durumda meydana gelen madde kaybının karşılaştırılması gram cinsinden Tablo 4’de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Transbond XT ve konvansiyonel asitleme ile yapılan yapıştırma SEBond grubuna oranla freze daha yüksek dayanıklılık gösterirken, aynı uygulama süresinde SEBond grubundan daha fazla yapıştırıcı uzaklaştırılabildi. İki yapıştırıcı sisteme ait uygulama sonrası oluşan madde kaybının farklılığının istatistiksel önemi Tablo 5’de gösterilmektedir. Buna göre SEBond ve Transbond XT gruplarında meydana gelen madde kaybı arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı.

Tablo 2: Farklı frez uygulamalarına ait ağırlık ölçümleri

YÖNTEM	HIZ	FREZ TİPİ	İLK AĞIRLIK ORTALAMASI	SON AĞIRLIK ORTALAMASI
EL	ANGLDRUVA	21R012	12,276688±0,5236448	12,217750±0,5082735
		33R012	12,243250±0,3821732	12,221375±0,4010411
		33R021	12,164375±0,3041986	12,160688±0,3045891
		246R012	12,122438±0,4299563	12,117188±0,4301898
	AEROTÖR	21R012	12,214188±0,5939659	12,155250±0,5775886
		33R012	12,388250±0,3152382	12,355375±0,3137918
		33R021	12,273313±0,3015095	12,198063±0,2470389
		246R012	12,133000±0,4545643	12,109000±0,4531577
MAKİNE	ANGLDRUVA	21R012	12,328063±0,3657836	12,322000±0,3660656
		33R012	12,344313±0,3800580	12,340125±0,3802050
		33R021	12,192250±0,5396832	12,179250±0,5439993
		246R012	12,308438±0,2567798	12,303188±0,2579889
	AEROTÖR	21R012	12,172000±0,4817739	12,119813±0,4358751
		33R012	12,399563±0,3555791	12,389438±0,3565658
		33R021	12,402313±0,4741486	12,389750±0,4734695
		246R012	12,310625±0,4277619	12,301563±0,4275231

Tablo 3: SEBond ve Transbond XT ye ait ağırlık ölçümleri

YAPIŞTIRICI	N	İLK AĞIRLIK ORTALAMASI	SON AĞIRLIK ORTALAMASI
SEBOND	16	11,96950±0,452833	11,96825±0,452874
TRANSBOND XT	16	12,13669±0,407406	12,13606±0,407378

Tablo 4: SEBond ve Transbond XT ye ait varsayımlı varyans tablosu

YAPIŞTIRICI	N	İLK AĞIRLIK ORTALAMASI	SON AĞIRLIK ORTALAMASI
SEBOND	16	12,05309	12,05184528
TRANSBOND XT	16	12,05309	12,05246722

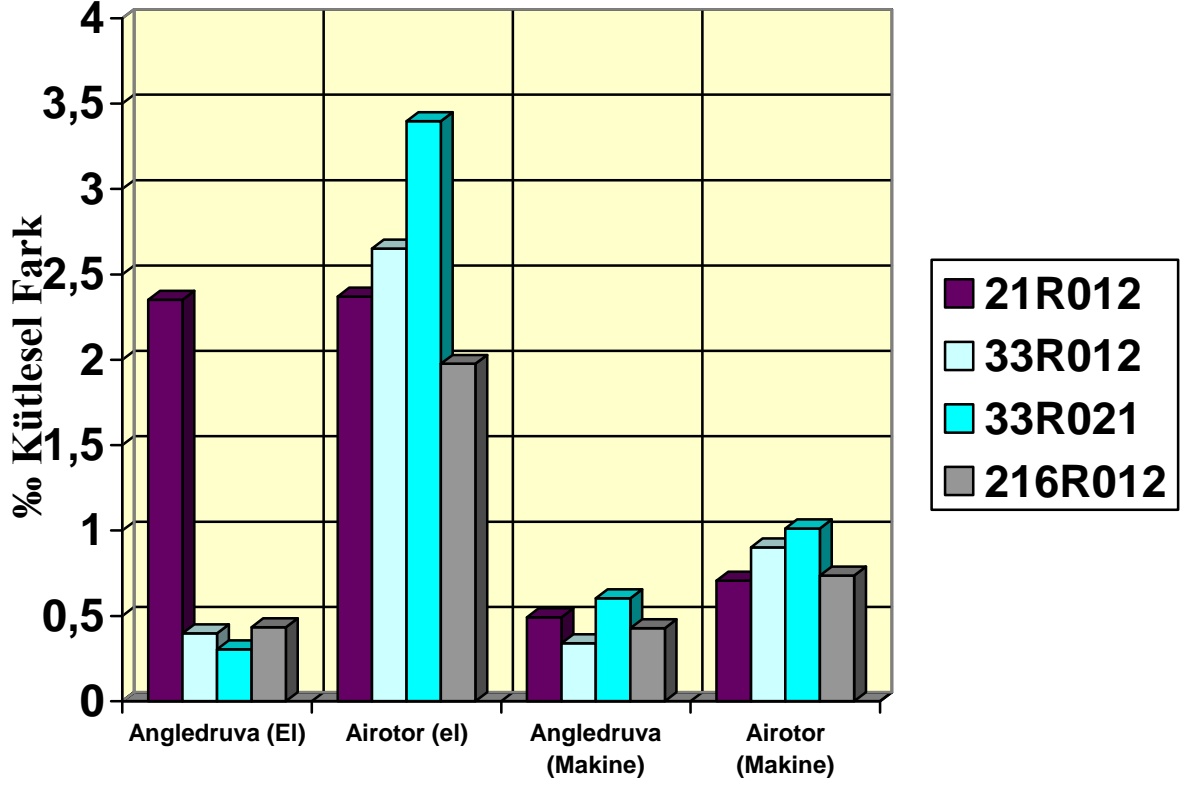
Tablo 5: SEBond ve Transbond XT ye ait fark tablosu

SEBond-Transbond XT farkı	P=0,0281
---------------------------	----------

P<0,05

Tablo 6: Farklı Frezlere Göre oluşan Farklar

YÖNTEM	HIZ	FREZ TİPİ	ORTALAMA FARK
EL	ANGLDRUVA	21R012	2,3516±0,42028
		33R012	0,3980±0,10146
		33R021	0,3041±0,09154
		246R012	0,4342±0,16379
	AEROTÖR	21R012	2,3695±0,44531
		33R012	2,6522±0,73647
		33R021	3,3968±0,36957
		246R012	1,9766±0,40573
MAKİNE	ANGLDRUVA	21R012	0,4927±0,18744
		33R012	0,3399±0,12282
		33R021	0,6034±0,12069
		246R012	0,4286±0,29541
	AEROTÖR	21R012	0,7065±0,19668
		33R012	0,9008±0,21508
		33R021	1,0122±0,30137
		246R012	0,7363±0,13452



Grafik 1: Farklı Debonding Yöntemlerinin Neden Olduğu Mine Kaybı Grafiği

Tablo 7: Mine Kaybı Miktarının Frezlere Göre Farklılıkları

		21R012	33R012	33R021	246R012
EL	ANGLDRUVA	21R012		p<0,001*	p<0,001*
		33R012	p<0,001*		0,971
		33R021	p<0,001*	0,065	
		246R012	p<0,001*	0,971	0,060
	AEROTÖR	21R012		0,833	p<0,001*
		33R012	0,833		0,001*
		33R021	p<0,001*	0,001*	
		246R012	0,249	0,003*	p<0,001*
MAKİNE	ANGLDRUVA	21R012		0,064	0,295
		33R012	0,064		p<0,001*
		33R021	0,295	p<0,001*	
		246R012	0,973	0,838	0,210
	AEROTÖR	21R012		0,086	0,014*
		33R012	0,086		0,794
		33R021	0,014*	0,794	
		246R012	0,997	0,101	0,018*

***p<0,05**

Tablo 8: Mine Kaybı Miktarının El ve Makine Uygulamalarına Göre Farkı

		EL-MAKİNE FARKLILIĞI
ANGLDRUVA	21R012	p<0,001*
	33R012	0,163
	33R021	P<0,001*
	246R012	0,948
AEROTÖR	21R012	P<0,001*
	33R012	P<0,001*
	33R021	P<0,001*
	246R012	P<0,001*

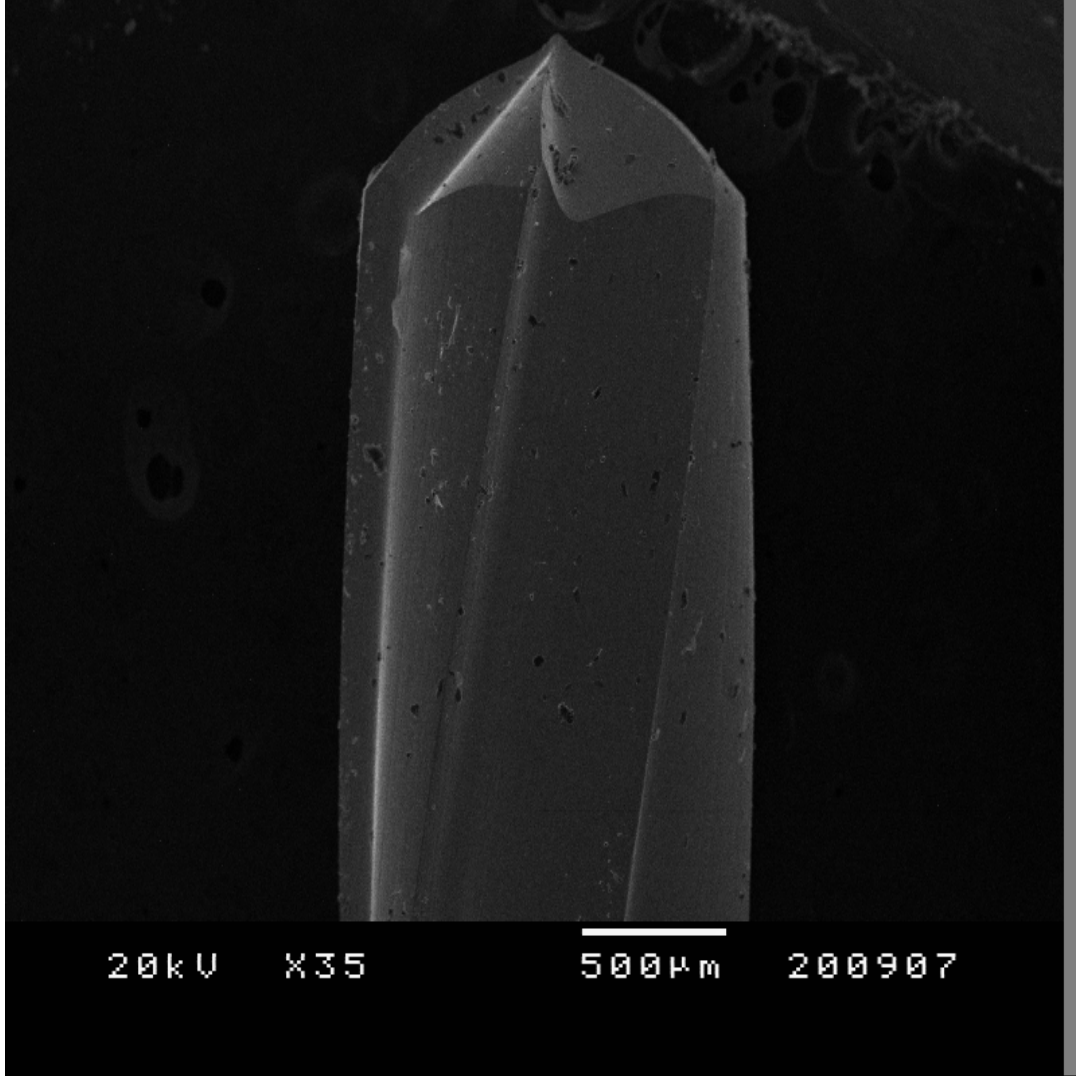
*p<0,05

Tablo 9: Mine Kaybı Miktarının Hıza Göre Farkı

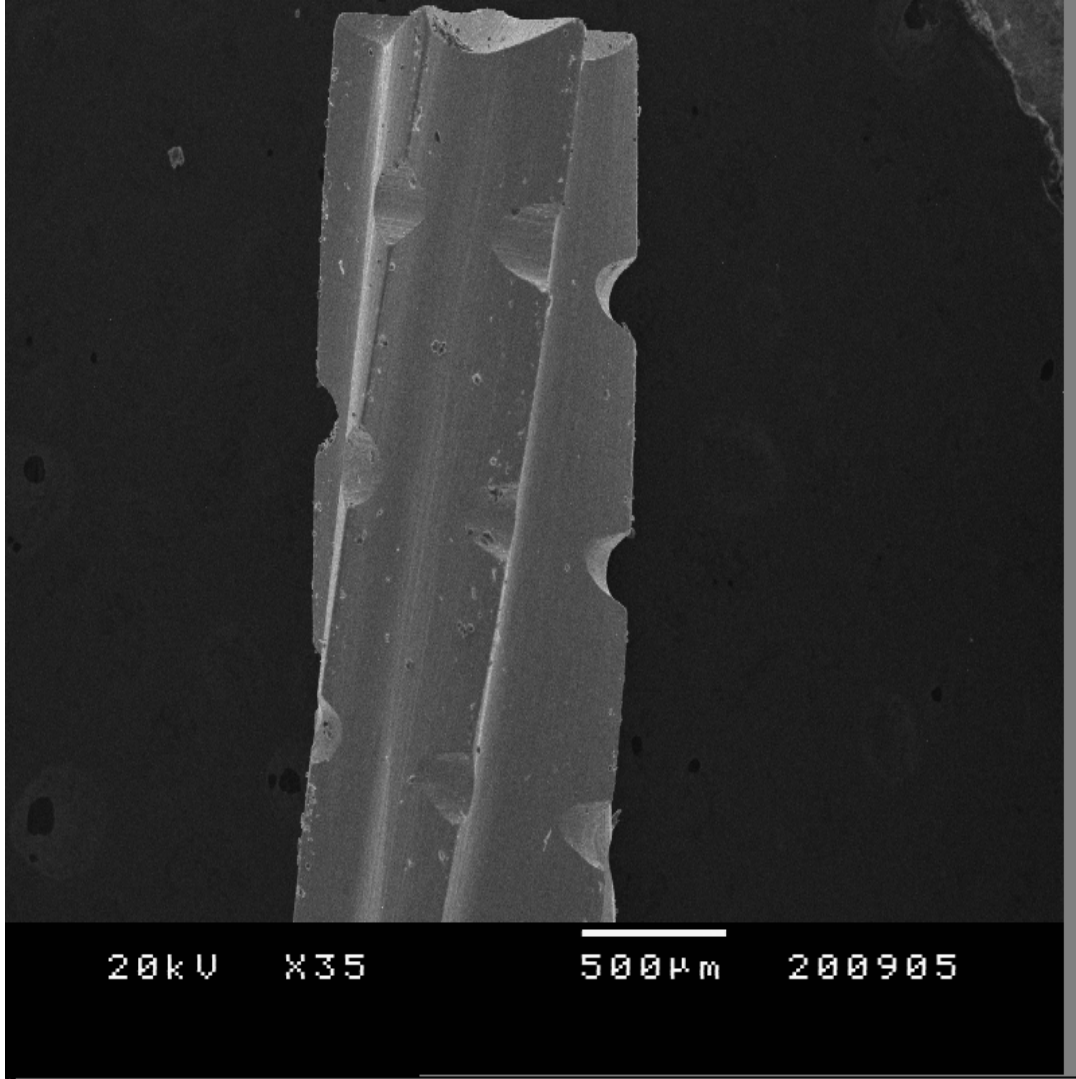
		ANGLDRUVA-AEROTÖR FARKLILIĞI
EL	21R012	0,914
	33R012	P<0,001*
	33R021	P<0,001*
	246R012	P<0,001*
MAKİNE	21R012	0,004*
	33R012	P<0,001*
	33R021	P<0,001*
	246R012	0,001*

*p<0,05

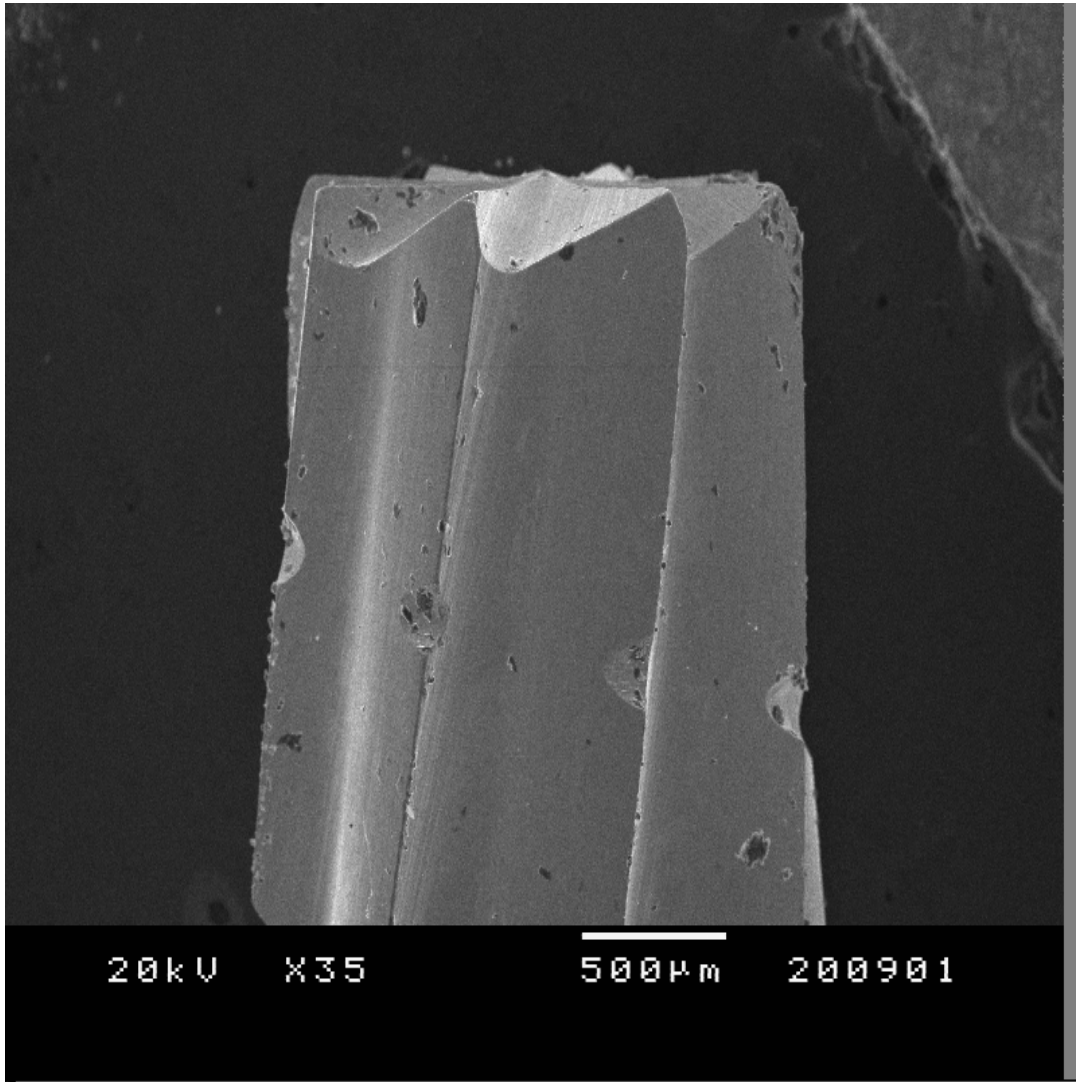
3.3. Taramalı Elektron Mikroskobu Fotoğrafları ve Bulguları:



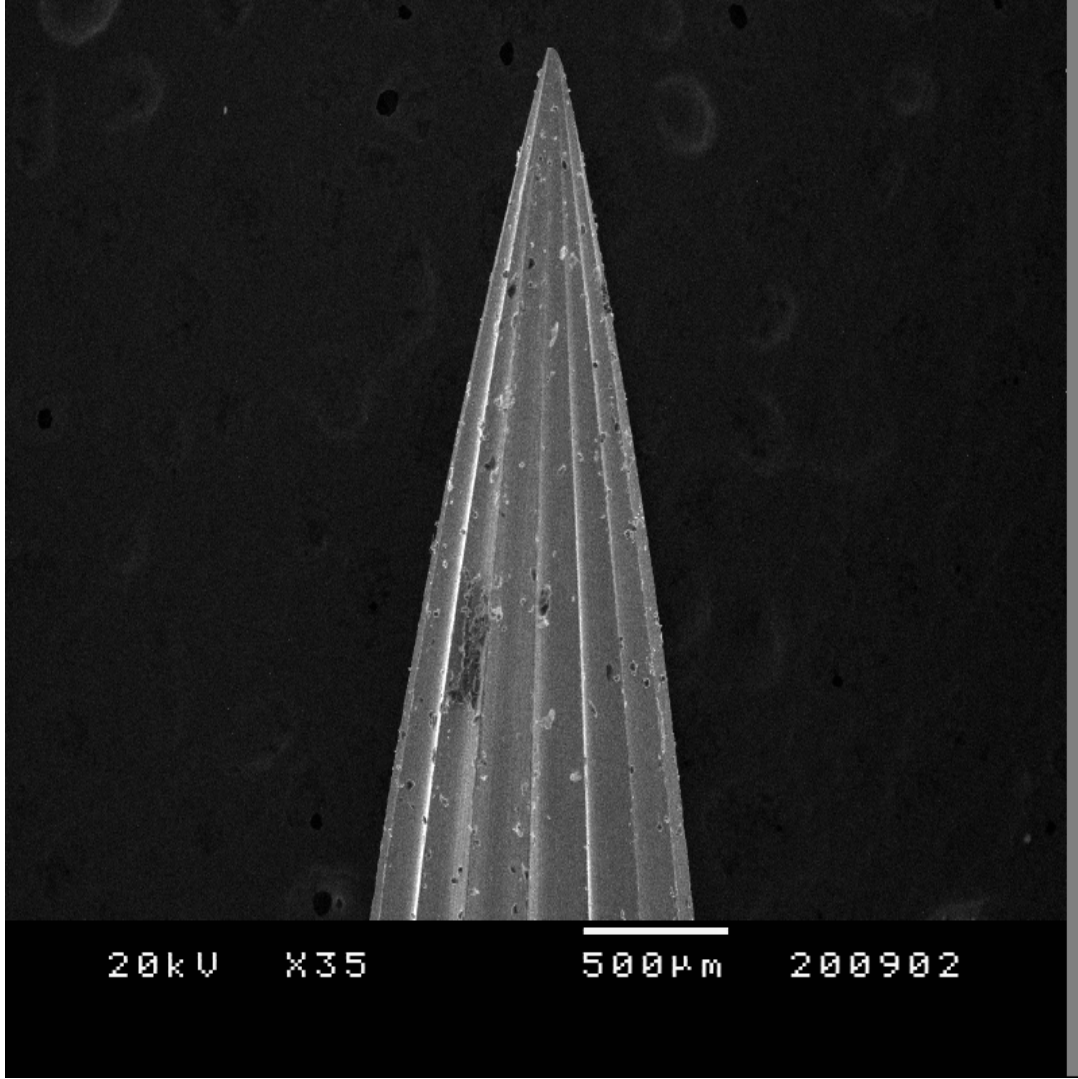
Resim 17: Frez No 21r012



Resim 18: Frez No: 33r012



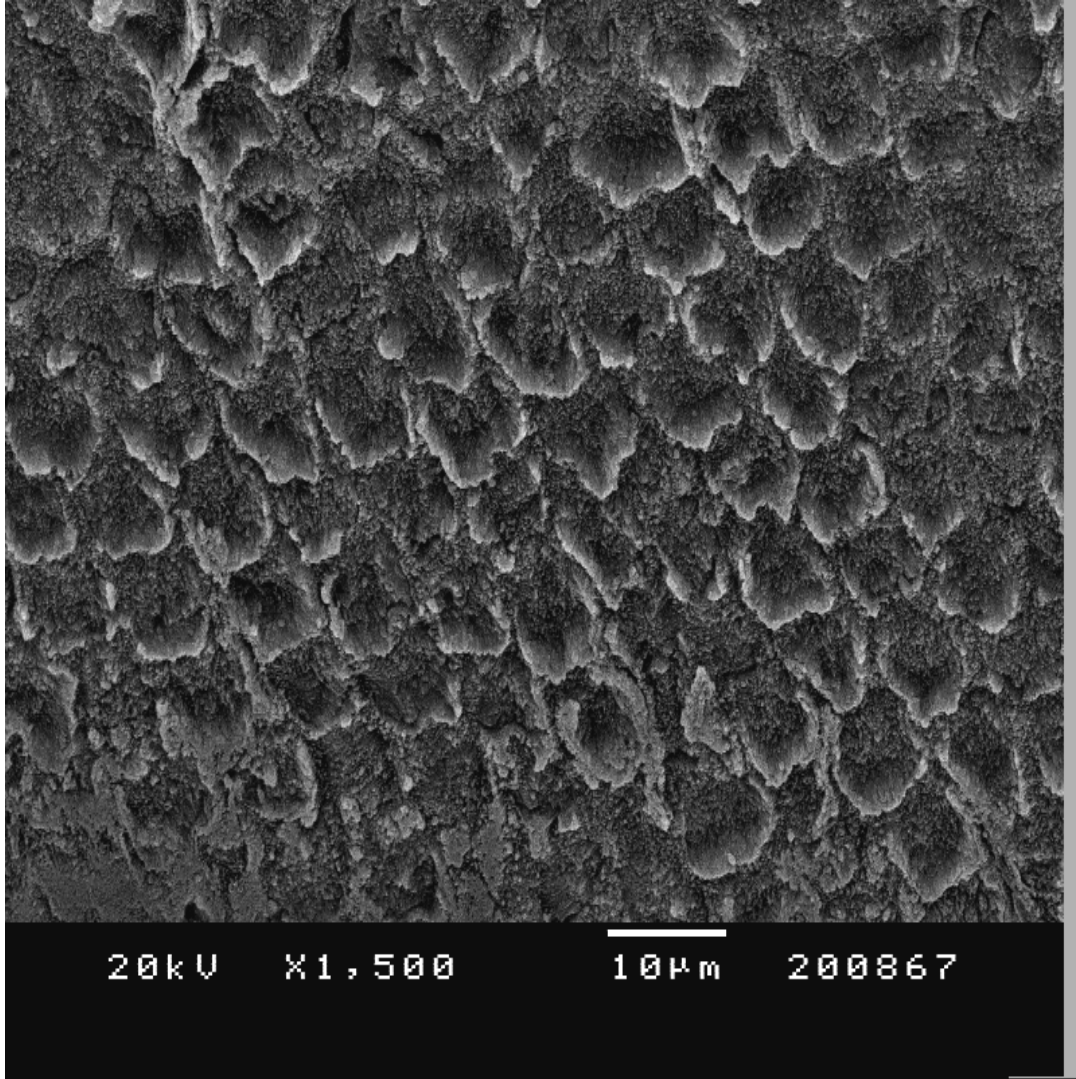
Resim 19: Frez No 33r021



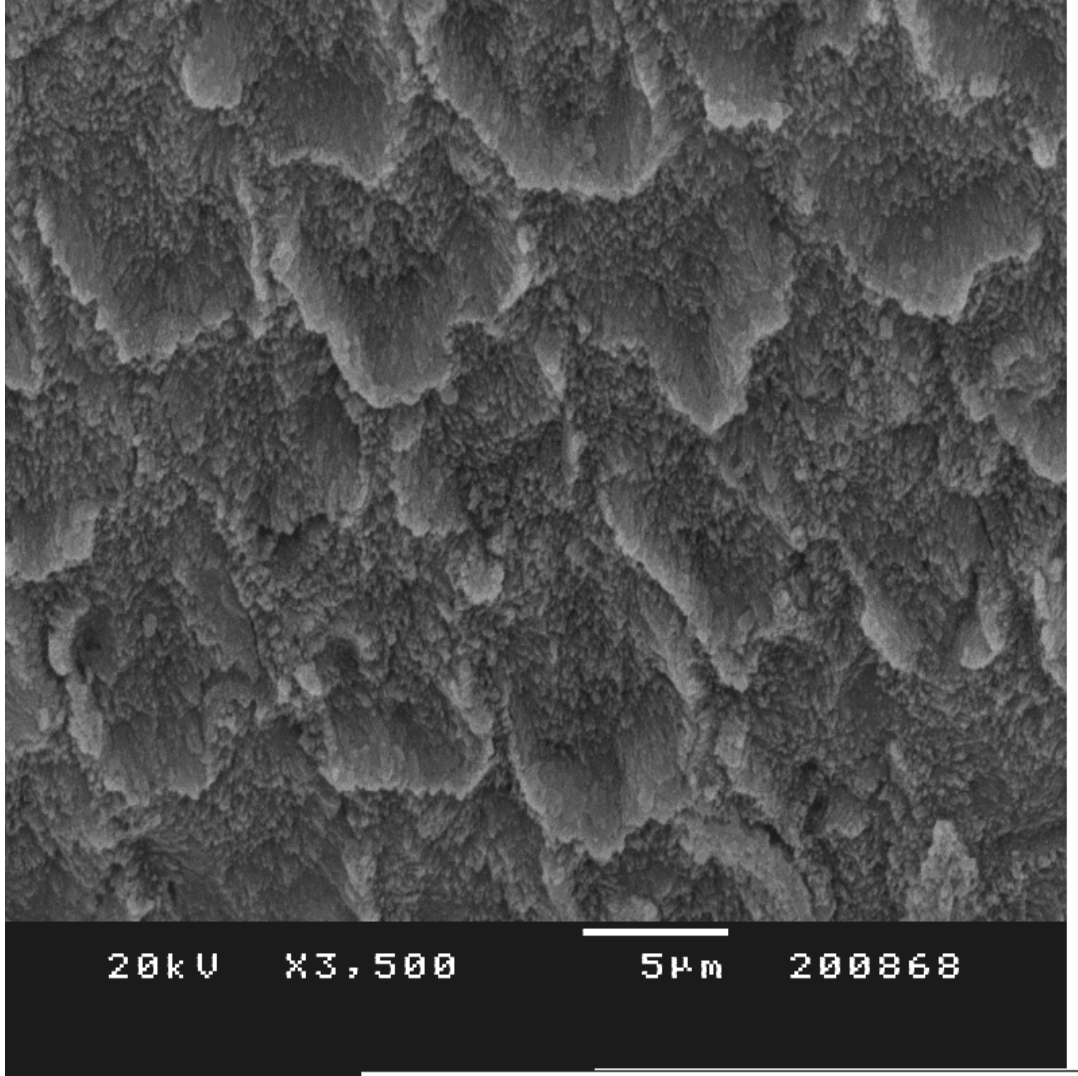
Resim 20: Frez No 246r012

Altı bıçaklı sağa 7 derece açı yapan freze ait X35 büyütmede frezin bıçakları ve metal yüzeyinde yer alan bazı delikli bölgeler gözlenmektedir. Uç kısmının 33r012 ve 33r021 nolu frezlere oranla daha yumuşak sonlandığı görülmektedir. 6 bıçaklı sağa 7 derece açı yapan freze ait X35 büyütmede frez yüzeyindeki gözenekli alanlar ve bıçakların uçlarında düzenli aralıklarla yer alan çentikler izlenmektedir.

Sekiz bıçaklı sağı 7 derece açılı yapan freze ait X35 büyütmede frez yüzeyindeki gözenekli alanlar ve bıçakların uçlarında düzenli aralıklarla yer alan çentikler izlenmektedir. Çapının diğer frezlere oranla büyük olması sebebiyle bıçakların genişliği de fazladır. 16 bıçaklı ve bıçakları açılı yapmayan freze ait fotoğrafta metaldeki gözenekli yapı ve bir bıçağın uç kısmındaki kırık parça izlenmektedir. Bıçak sayısının fazla olması nedeniyle kesici ağızların derinliği daha az olarak görülmektedir.

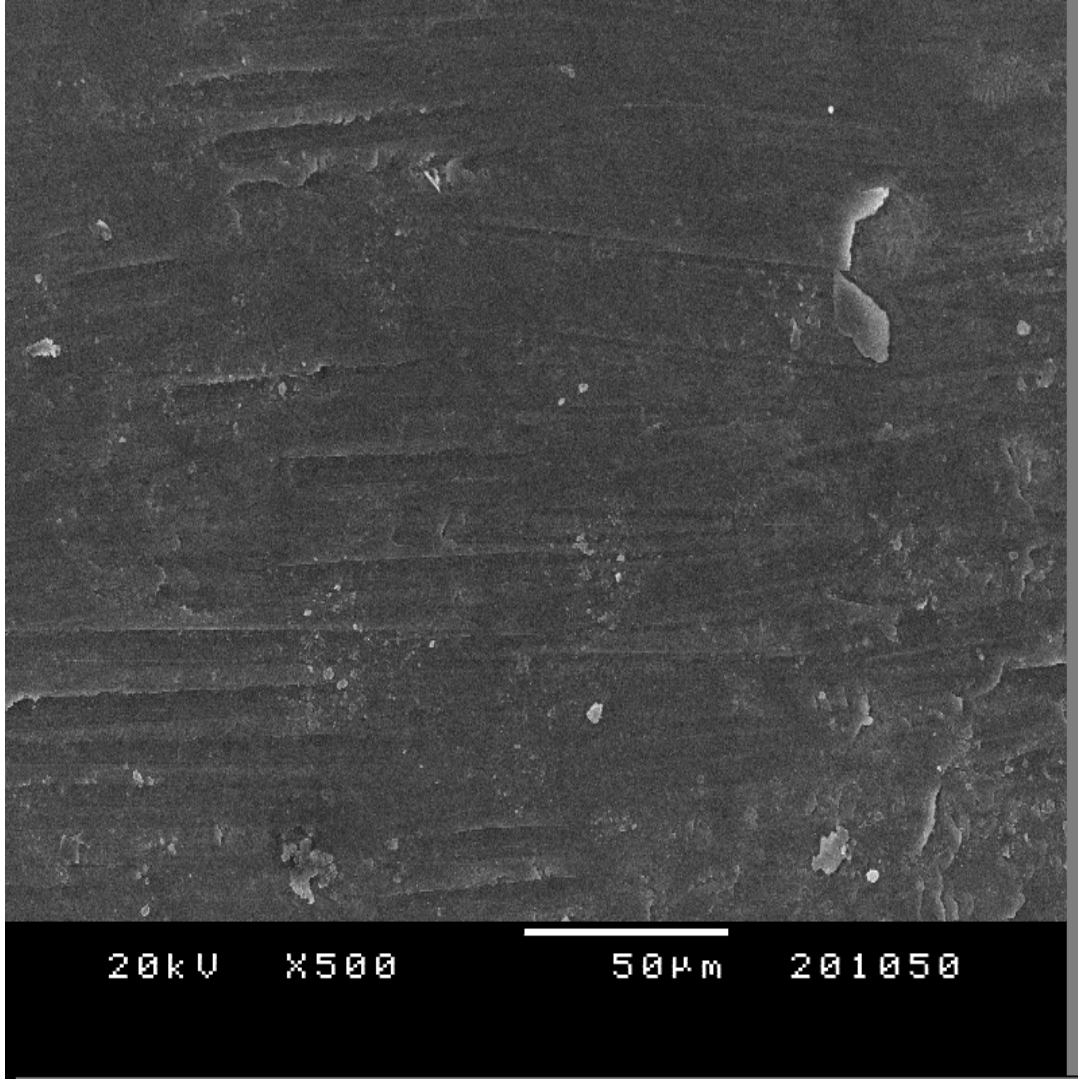


Resim 21: Asitlenmiş Mine

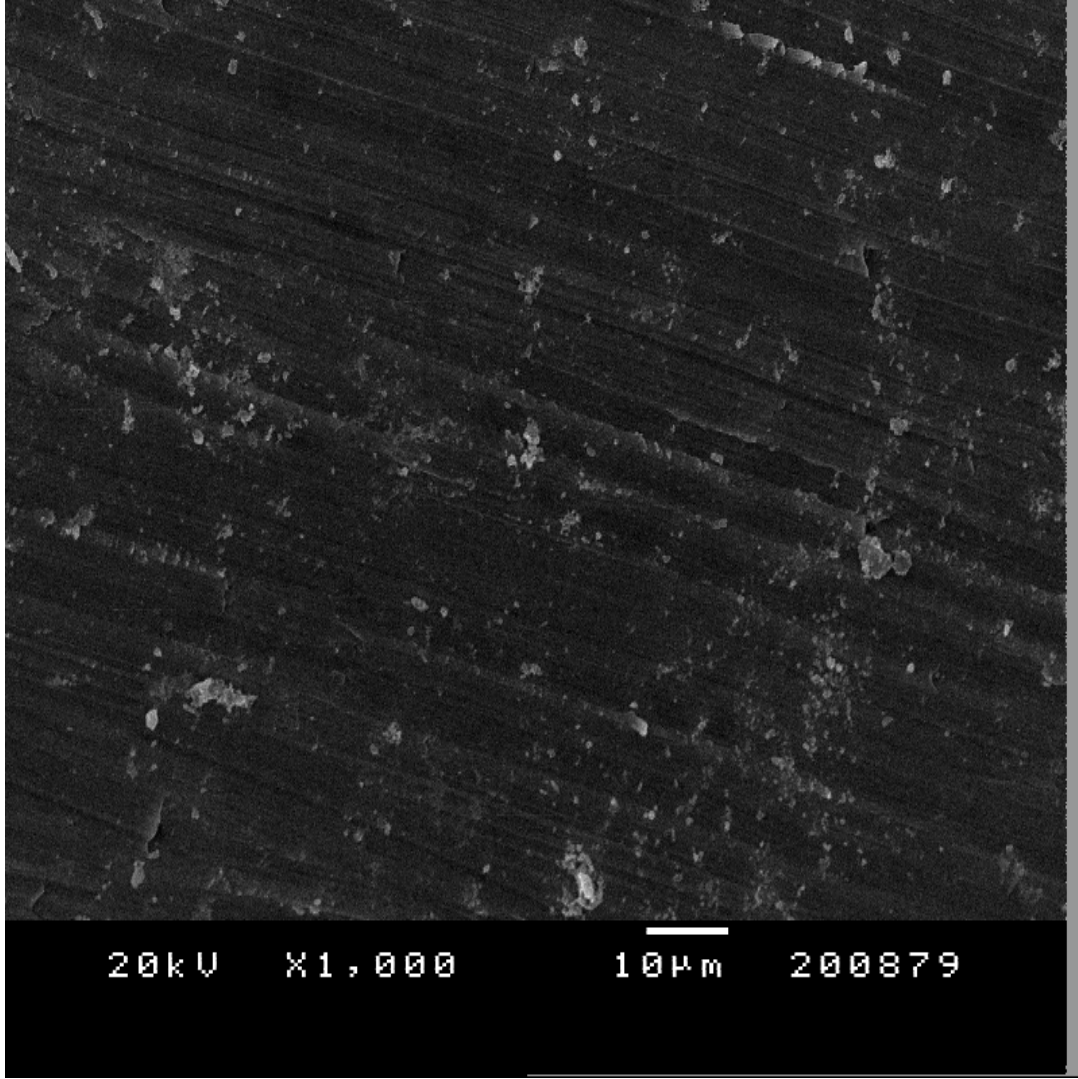


Resim 22: Asitlenmiş Mine

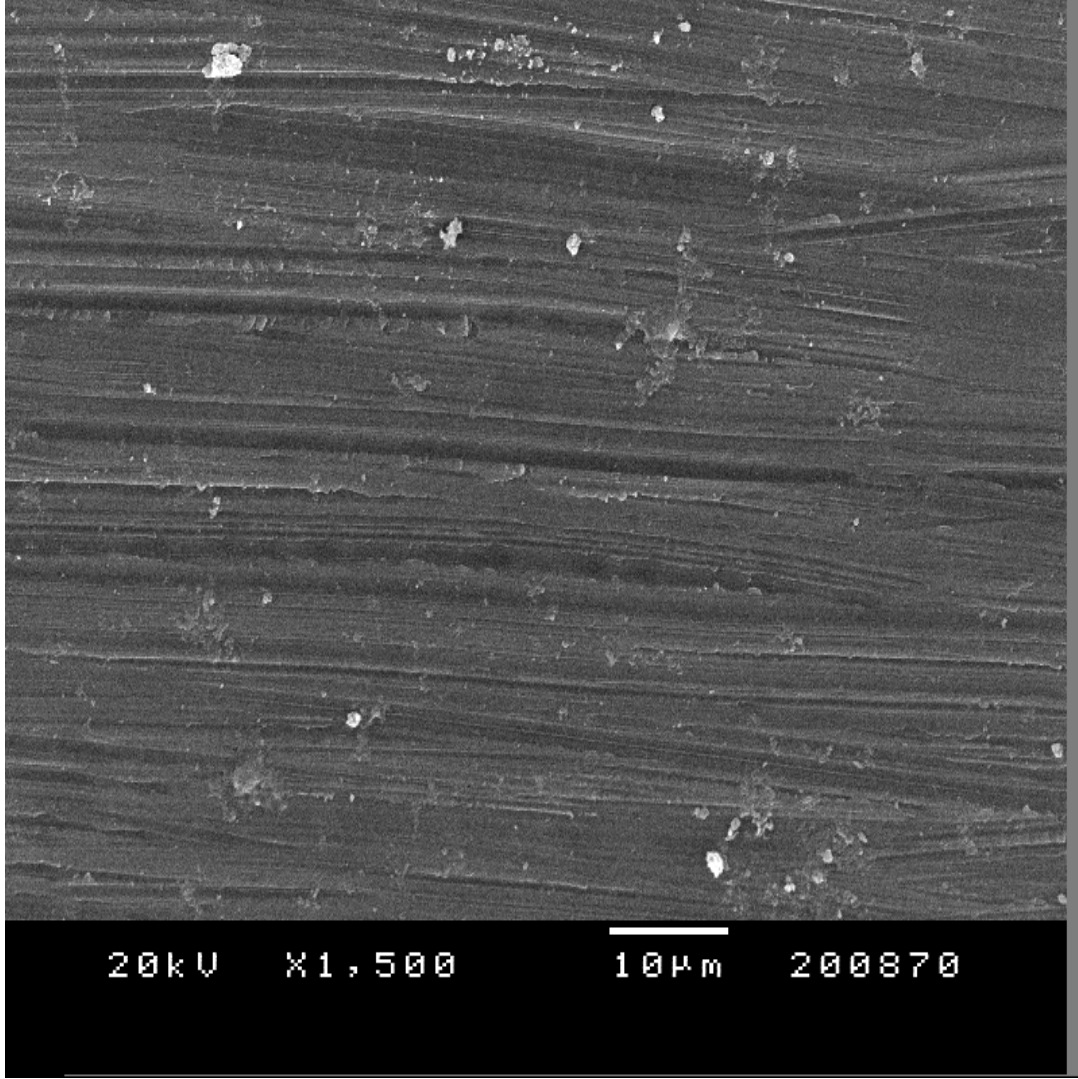
Fosforik asit uygulaması sonrası açığa çıkmış olan mine prizmalarına ait fotoğraflarda adezivin tutunabileceği bir pürüzlenme olduğu görülmektedir.



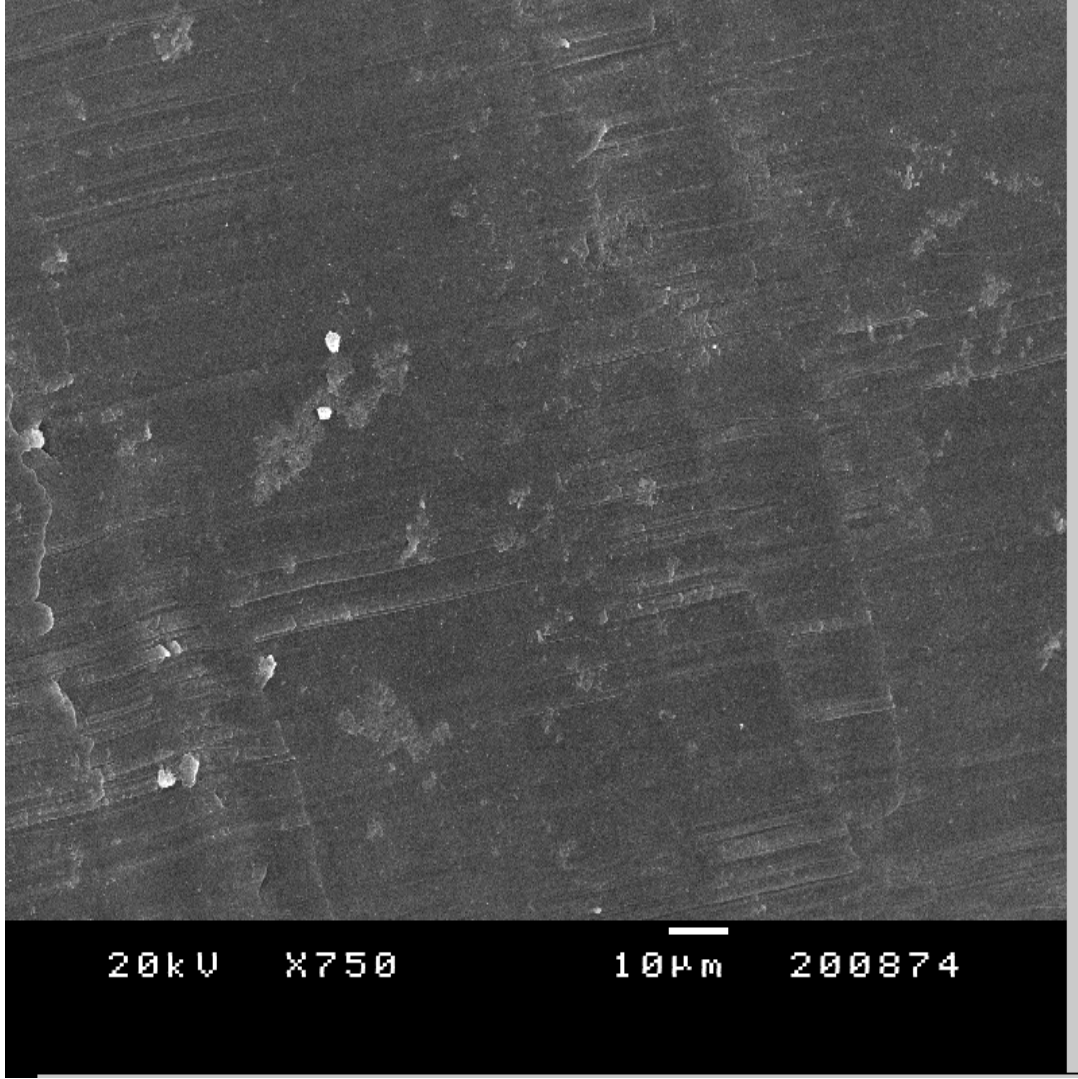
Resim 23: 21r012 nolu freze ait mine görüntüsü



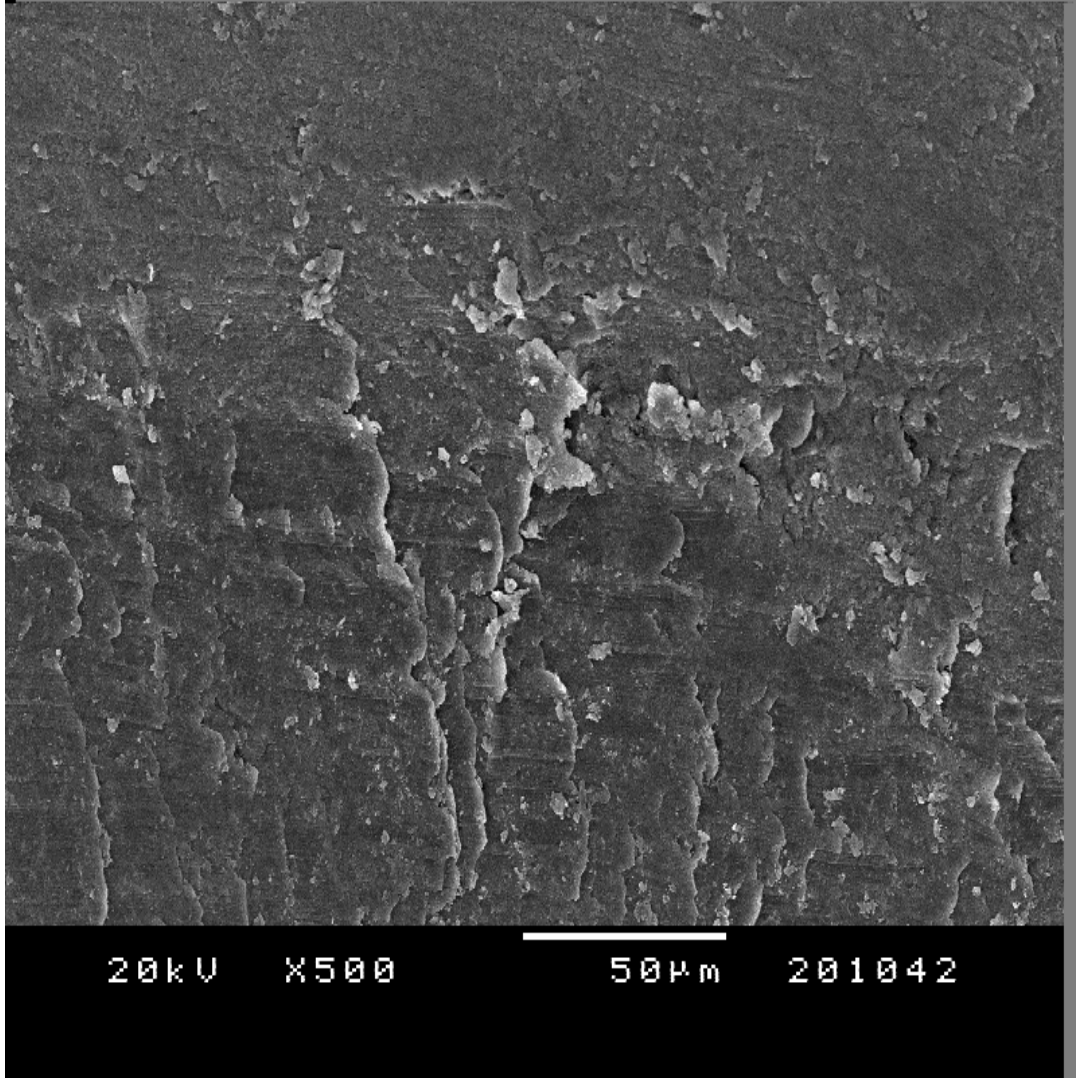
Resim 24: 33r012 nolu freze ait mine görüntüsü



Resim 25: 33r021 nolu freze ait mine görüntüsü



Resim 26: 246r012 nolu freze ait mine görüntüsü



Resim 27: Asit uygulanmamış diş yüzeyinde smear tabakası ve çizikler

Tungsten karpit frezler çalıştıkları tüm yüzeylerde smear tabakası oluşturdu ve frezlerin bıçak özelliklerine göre yüzeyde farklı düzenlerde çizikler meydana geldi. 6 bıçaklı, sağa 7 derece açığa sahip 21r012 nolu frez ile 16 bıçaklı, bıçakları birbirine paralel 246r012 nolu frez mine yüzeyinde birbirine paralel ve sığ çizikler meydana getirdi. 6 bıçaklı, sağa 7 derece açığa sahip, bıçaklarının ucunda çentikleri

olan 33r012 nolu frez ve 8 bıçaklı, sağı 7 derece açığa sahip, bıçakları çentikli ve daha kalın olan 33r021 nolu frez 21r012 ve 246r012 ye oranla daha derin ve çentiklerin izlerinin olduğı çizikler oluşturdu. Hiç asit uygulanmadan frezin çalıştırıldığı diş örneğinde ise yine smear tabakası gözlenmekte ancak çok silik çizikler olduğı görölmektedir.

BÖLÜM IV

TARTIŞMA

4.1. Gereç ve Yöntemin Tartışması

Modern ortodontik uygulamaların büyük çoğunluğunu sabit tedavi mekanikleri oluşturmaktadır. Debonding işlemi, dişlere çeşitli adeziv teknikler kullanılarak sabitlenmiş ataşmanların ve yüzeyde kalan artık yapıştırıcının iyatrojenik zarar oluşturmadan çıkartılması ve diş yüzeyinin tedavi öncesi şekline geri döndürülmesi işlemidir. Pratik uygulamada farklı braket sökme ve artık yapıştırıcı temizleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin mine üzerine etkileri ve klinik uygulama zamanı açısından verimliliği farklılık göstermektedir (35,44,69,70,72,111,112,165).

Çalışmamızda dişe bağlanma şekli farklı iki yapıştırıcı sistem ve farklı artık adeziv temizleme yöntemleri *in vitro* koşullarda karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Ortodontik yapıştırıcıların bağlanma özellikleri ve debonding işlemine ilişkin yapılan *in vitro* çalışmalarda materyal olarak insan dişleri (5,11,14,35,45,69,126,131, 143) ve hayvan dişleri (32,51,110,151) kullanılmıştır.

Von Fraunhofer ve Siegel (154), elmas ve tungsten karpit frezlerin kesme özelliklerini değerlendirdikleri çalışmada materyal olarak %55 floroflogopit mika ve

%45 borosilikat camdan oluşan substratı standardizasyon sağlamak amacıyla kullanmışlardır. Fowler ve arkadaşları (51), yaptıkları çalışmada insan ve hayvan dişlerinden elde edilen sonuçların benzer olduğunu belirtirken, Oesterle ve arkadaşları (110), yaptıkları karşılaştırmada sığır dişlerinin insan dişlerine oranla sağladıkları bağlanma direncinin %21-44 daha düşük olduğunu göstermiştir. Çalışmamızda, klinik uygulamalara benzerliği en üst düzeyde sağlamak amacıyla, çalışmadan bağımsız olarak çekilmiş ve atıldıktan sonra toplanmış insan dişleri kullanılmıştır.

İnsan dişi kullanılan *in vitro* çalışmalarda farklı dişlerin tercih edilmesi söz konusu olmuştur. Yapısı bozulmadığı halde çekim endikasyonu konarak sıklıkla çekilen ve toplanması kolay olan premolar ve 3. molar dişler daha fazla olmakla birlikte kesici ve kanin dişlerin de kullanıldığı çalışmalar rapor edilmiştir (16,64,93, 95). Araştırmamızda materyalin elde edilme kolaylığı ve literatürün ağırlığı göz önünde tutularak alt ve üst çeneye ait birinci ve ikinci premolar dişler kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılmak üzere toplanan dişlerin çekimleri sırasında yüzeylerinde ya da bütünlüklerinde oluşması olası hasarlar yapılacak olan testlerin sonuçlarını etkileyebileceğinden toplanan dişler bazı seçim kriterlerini sağlamak üzere incelenmiştir. Bu incelemede kullanılan seçim kriterleri insan dişi kullanılan diğer *in vitro* çalışmalarda olduğu gibi dişin bütünlüğünün korunmuş olması, çürük olmaması, dolgu olmaması, çatlak olmaması, davye izi bulunmaması ve peridontal nedenle çekilmemiş olmasıdır (11,12).

Çalışma materyali olarak toplanan dişlerin bakteriyel infiltrasyon olmaksızın organik yapıları bozulmadan korunması gereklidir. Bu amaçla farklı araştırmacılar dişleri oda sıcaklığındaki çeşme suyunda (45), -20° C'de çeşme suyunda (32), distile deiyonize suda (5,23), %70'lik etil alkolde (131,2), %4'lük formalinde (166),

%0.5'lik kloraminde ve buzdolabında (110), %0.9'luk NaCl içeren serum fizyolojik solüsyonunda (66), %4'lük, %0.1'lik, %0.02'lik timol solüsyonunda (4,9,11,12,14,21,34) olmak üzere farklı koşullarda saklamışlardır. Williams ve Svare (158), saklama koşulları ve süresinin bağlanma kuvvetine etkisini inceledikleri çalışmada distile su ve timolde saklanan dişlerin 5 yıl sonra dahi bağlanma kuvvetinin değişmediğini belirtmiştir.

Eliades ve Brantley (41), ise saklama koşullarından kaynaklanabilecek standardizasyon hatalarının azaltılması için toplanan materyalin en fazla 6 ay bekletilmesini önermiştir.

Fujisawa ve Kadoma (54), 1992 yılında yaptıkları çalışmada fenolik komponentlerinin metil metakrilat polimerizasyonuna olan etkisini araştırmışlar, fenolik bileşen içeren timolün, kompozit polimerizasyonunu inhibe ettiğini bulmuşlardır. Ancak değerli bir kristalin fenol olan timolün güçlü antiseptik etkisi, eti dahi bozulmadan saklamaya yetebilen güçlü koruyucu özelliği, toplanması planlanan çekilmiş diş sayısının fazlalığı, dişlerin korunması gereken zamanın uzun olması, çalışmamızda direkt olarak bağlanma kuvvetinin ölçülmesinin hedeflenmemesi ve literatürdeki kullanım ağırlığı gibi etkenler göz önünde tutularak çalışmamızda kütle/ hacim olarak %0.1'lik timol solüsyonu saklama solüsyonu olarak kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılmak üzere toplanan ve saklanan dişlerin uygulamaların yapılacağı prototip makinede test tablasına sabitlenebilmesi için örnekler dikdörtgenler prizması şeklinde polyester kalıplar içerisine gömülmüştür. Yapılacak uygulama ile dişin polyester blok içerisindeki açısı bağımsızdır, ancak prototip makinede türlü aletin örneğe daha rahat açıyla yaklaşabilmesi amacıyla bukkal yüzey polyestere hafif eğimli olacak şekilde sabitleme yapılmıştır.

Bağlanma kuvvetinin ölçüldüğü ve farklı debonding tekniklerinin karşılaştırıldığı diğer çalışmalarda araştırmacılar diş örneklerini farklı maddelere gömerek kalıplar oluşturmuşlardır. Kendi kendine sertleşen akrilik reçineler (4,5,9,14,23,45,48,69,131), epoksi reçineler (137), alçı (152,156) ve polyester (85-89) kullanılan farklı kalıp materyalleridir. Çalışmamızda test tablasının sabitleyici kısıkaçlarının kuvvetine direnç göstermesi, kontrol edilebilir ekzotermik reaksiyonu ve uygulama kolaylığı nedeniyle polyester kullanılmıştır.

Bağlanma kuvveti ve debonding etkisinin incelendiği *in vitro* çalışmaların çoğunluğunda, diş yüzeyinin bağlanma için pürüzlendirilmesi öncesinde organik pelikül ve plağın uzaklaştırılması amacıyla yüzeyler flor ve yağ içermeyen pomza su karışımı ile temizlenmiştir (5,9,11,14,45,69). Bu uygulama düşük devirli turlu alet ile fırça ve lastik kullanılarak yapılmıştır. Bazı araştırmacılar ise florsuz yüzey temizleme patlarından yararlanmışlardır (152). Bağlanma kuvvetinin test edildiği *in vivo* çalışmalarda pomza uygulamasının herhangi bir etkide bulunmadığı belirtilmiş, uygulamanın hastada rahatsızlığa, minede aşınmaya ve çizilmelere neden olduğu bildirilmiştir (8,69,73). Pus ve Way (124), bonding ve debonding sonucu mine yüzeyinde meydana gelen madde kaybını araştırdıkları çalışmalarında fırça ile pomza uygulamasının ortalama 10,7 µm, lastik ile pomza uygulamasının ortalama 5µm derinlikte mine kaybına neden olduğunu bildirmiştir. Thompson ve Way (145), birden çok kez tekrarlanan bonding ve debonding işleminin mine yüzeyinde oluşturduğu zararı inceledikleri çalışmalarında fırça ile pomza uygulamasının 14,38 µm, lastik ile pomza uygulamasının 6,90 µm derinlikte mine kaybı ile sonuçlandığını rapor etmiştir. Ancak hem konvansiyonel asitle pürüzlendirme yapan bonding sistemlerinin hem de kendinden asitli primer sistemlerinin üreticileri pratik uygulamada pomza uygulamasını tavsiye etmektedir. Bu nedenle polyester bloklar

içerisinde sabitlenmiş olan dişler asit veya kendinden asitli primer uygulaması ve ağırlık ölçümleri öncesinde kap şeklinde lastik ile 10 saniye pomza-su karışımı uygulanarak temizlenmiştir.

Mine yüzeyine asit uygulanması mine prizmaları ve interprizmatik alanlarda farklı oranlarda çözünmeye neden olarak, mine yapısında mikroporoziteye neden olur ve yüzey gerilimini düşürür. Yüzeye uygulanan asit, mine prizmaları arasında kalsiyum mono fosfat ve kalsiyum sülfat oluşumuna neden olur. Yüzeyin yıkanması ile bu artık ürünler temizlenir ve mine prizmalarında mikro delikler açığa çıkar. Böylelikle yapıştırıcı reçineler boşluklara penetre olur ve pürüzlenmiş mine prizmaları arasında tutunur (19,50,59).

Asitin mine yüzeyinde oluşturduğu değişiklik asitin türüne, konsantrasyonuna ve uygulanma süresine bağlıdır (50,69). Asitin diş yüzeyinde kaldığı süreye ilişkin yapılan çalışmalarda bağlanma kuvveti ve yüzeyde oluşan değişikliklere ilişkin farklı sonuçlar bildirilmiştir (65,90,107,116). Osorio ve arkadaşları (116), asit uygulama süresinin etkilerini inceledikleri çalışmada bağlanma kuvveti açısından 60 saniye %37 konsantrasyonda fosforik asit uygulamasının 15 saniye uygulamaya oranla daha yüksek bağlanma kuvvetleri oluşturabildiğini, ancak 15 saniyelik uygulamanın da yeterli bağ kuvveti olan 6-8 MPa kuvveti oluşturabildiğini belirtmiştir. Aynı çalışmada mine yüzeyinin taramalı elektron mikroskop ile yapılan incelemesinde 60 saniyelik uygulamanın daha pürüzlü bir yüzey oluşturduğu belirtilmiştir. Hobson ve arkadaşları (65), asit ile pürüzlendirme modellerini değerlendirdikleri çalışmada ideal pürüzlenme olarak sınıflanan bal peteği görüntüsünün 90 saniyeden daha kısa uygulamalarda gerçekleşmediğini belirtmiştir.

Legler ve arkadaşları (90), %37, %15 ve %5 konsantrasyondaki fosforik asitin 60, 30 ve 15 saniyelik uygulamalarının oluşturabildiği bağlanma kuvvetini

inceledikleri çalışmalarında tüm gruplarda yeterli bağlanma kuvvetinin sağlandığını ve gruplar arasında istatistiksel farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Nordenvall ve arkadaşları (107), süt, genç daimi ve yaşlı daimi dişlerin 15 ve 60 saniye %37'lik fosforik asitle pürüzlendirildiği çalışmalarında süt dişlerinin tüm gruplara göre zamandan bağımsız olarak daha fazla etkilendiğini, genç daimi dişlerin 15 saniyelik asitlemede daha fazla, yaşlı daimi dişlerin 60 saniye asitlemede daha fazla etkilendiğini bildirmiştir. Bu sonuçtan hareket ederek genç daimi dişlerde 60 saniye asit uygulamasının yüzeyde fazla etki ederek yıkama ile uzaklaştırılamayan kalsiyum fosfat artıkları oluşturduğunu belirtmişlerdir. Wang ve arkadaşları (156), 30 saniyeyi geçen asit uygulamalarında debonding esnasında mineden kopmalar olduğunu belirtmiş, 120 saniye asit uygulamasında bağ kuvvetinde belirgin azalma olduğunu bildirmiştir.

Sargison ve arkadaşları (130), kumlama ve fosforik asit uygulamasının bağlanma kuvvetine etkilerini inceledikleri çalışmalarında 15 saniye fosforik asit uygulamasının yeterli bağ kuvvetini oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Zanet ve arkadaşları (164), kendinden asitli primerler ile fosforik asit uygulamasını bağ kuvveti açısından karşılaştırdıkları çalışmada 15 saniye %37'lik fosforik asit uygulamasının direkt bonding açısından en iyi yöntem olduğunu belirtmiştir.

Günümüzde en sık kullanılan ve önerilen asit tipi jel formunda %37'lik fosforik asitin 15-30 saniyelik uygulamasıdır ve mine yüzeyinde 8.8-16.4 µm derinlikte kalıcı madde kaybına neden olduğu bildirilmiştir (27,69,90,91,114).

Farklı konsantrasyonlarda fosforik asit uygulamalarının bağlanma kuvveti ve mine yüzeyine etkisinin incelendiği çalışmalarda %2, %5, %10, %35-37, %50'lik derişiklikte asitler denenmiştir.

Zidan ve arkadaşları (167), %2'lik fosforik asit uygulamasının mine yüzeyinde meydana gelen madde kaybını en aza indirdiğini, bununla beraber oluşan rezin tagların boyutlarının kısaldığını bildirmiştir.

Fowler ve arkadaşları (51), %2'lik asit uygulamasının bağlanma kuvveti açısından %10'luk asit uygulaması ile benzer sonuçlar verdiğini bildirmiştir.

Urabe ve arkadaşları (148), %2-%37 derişikliklerde fosforik asit uygulamalarının ortodontik braketler açısından gerekli bağlanma kuvveti oluşturabildiğini rapor etmişlerdir.

Carstensen (27), %37'lik fosforik asitin 30 saniye uygulanması halinde 18.3MPa, %5'lik konsantrasyonun 16.49 MPa, %2'lik konsantrasyonun 15.28 MPa bağlanma kuvveti oluşturduğunu ve bu üç derişiklikteki uygulamanın da yeterli bağ kuvvetini oluşturabildiğini bildirmiştir.

Asitlenmiş minenin mikroskopik görüntüsünde beklenen ideal görüntü bal peteğine benzetilen prizmatik ve interprizmatik alanın çözüldüğü durumdur. Bu görüntü %37'lik fosforik asitin 15-30 saniyelik uygulamalarında oluşur. Ancak bu ideal görüntünün oluşması ideal bağlanma kuvveti oluşması anlamına gelmez, çünkü minenin farklı bölgelerinde değişen mineral oranı, bölgesel çukurluklar ve prizmatik mine miktarında değişim söz konusudur (50,64,95).

Bağlanma kuvvetine ilişkin yapılan çalışmaların kontrol grubunu çoğunlukla, yapıştırıcı sistem olarak kompozitlerin kullanıldığı durumlarda %35-37 derişiklikte asit kullanılması oluşturmuştur (14,37,118,129,131,134).

Farklı asit tipleri kullanılarak bağlanma kuvveti ve yüzey değişikliklerinin incelendiği çalışmalarda klinik uygulamada yer bulan asit türleri fosforik asit, maleik asit ve poliakrilik asittir. Bu üç tip asit arasında etki mekanizması farklılık gösterir. %27 ve üstündeki derişikliklerde fosforik asit uygulaması sonucu oluşan

kimyasal reaksiyon ve minenin çözünmesi sonrası, suda daha kolay eriyebilen ve yıkama ile daha kolay uzaklaştırılabilen monokalsiyum fosfat mono hidrat oluşur. %27 derişiklikten daha seyrek fosforik asit uygulamasında açığa çıkan ürün daha az çözünür özellikteki dikalsiyum fosfat dihidrattır ve su ile yıkama sonrası uzaklaştırılması daha güçtür. Bu farklılığın bağlanma ve tutuculuğu etkilediği belirtilmektedir (148). Maleik asit uygulaması sonucunda mine yüzeyinde oluşan çözünme ile suda kolay çözünen ve derinlemesine temizlenebilen kalsiyum maleat oluşur. Yüzeyde oluşan görüntünün fosforik asit ve maleik asit uygulamasında benzer olduğu ancak maleik asitin belirgin oranda daha az mine kaybı oluşturduğu bildirilmiştir (62).

Bağlanma kuvveti açısından karşılaştırıldıklarında 12-14 MPa aralığında bağlanma kuvveti oluşturan her iki tip asit yeterli pürüzlenmeyi sağlar ancak maleik asit uygulamasında kopma istenmeyen adeziv - mine ara fazında oluşur (115,148).

Minede oluşan madde kaybını en aza indirmek düşüncesiyle poliakrilik asit uygulamaları denenmiştir. Poliakrilik asit ise sıklıkla %50'lik konsantrasyonlarda %98'lik sülfürik asitle sülfatlanarak kullanılır. Mine yüzeyine kalsiyum sülfatdihidrat kristalleri çökmesini sağladığı için bu uygulamaya kristal oluşturma tekniği adı verilir. Lityum, magnezyum ve potasyum minerallerinin sülfatları da kombine edilerek bağlanma kuvveti artırılmaya çalışılmış, en yüksek bağlanma kuvveti lityum sülfatta elde edilmiştir (76).

Konvansiyonel asitleme yöntemi olan fosforik asit uygulaması ile karşılaştırıldığında oluşturduğu iyatrojenik zarar ve yüzey değişikliğinin daha az olduğu ancak bağlanma kuvveti açısından yeterli bağlanma kuvveti sağlayamadığı belirtilmiş, bu nedenle cam iyonomer simanların tutuculuğunun artırılmasında kullanılması önerilmiştir (47,50,77,80).

Asit ile pürüzlendirmeye alternatif olarak kullanılan bir diğer yöntem mikroabrazyondur (100,126,130,151). Van Waveren ve arkadaşları (151), mikroabrazyon ve konvansiyonel asitleme uygulamalarını takiben minede meydana gelen madde kaybı miktarını ve bağlanma kuvvetini karşılaştırdıkları çalışmada mikroabrazyon ile oluşan madde kaybı miktarının konvansiyonel asitlemeye eşit veya daha az olduğunu belirtmiştir. Bulguları yüzey profilometresi ile inceledikleri için bu sonuçlar yüzeydeki pürüzlülüğün derinliğine dayandırılmıştır. Bağlanma kuvveti açısından ise konvansiyonel asitleme göre %50 daha düşük bağlanma gösterdiği için bir alternatif olarak devamlı uygulanmasını tavsiye etmemişlerdir (100,126,130,151).

Lazer ile pürüzlendirme bir diğer mine pürüzlendirme yöntemidir. Von Fraunhofer ve arkadaşları (153), lazer ve konvansiyonel fosforik asit ile pürüzlendirmenin bağlanma kuvvetine etkisini araştırmıştır. Elde ettikleri bulgulara göre 1, 2 ve 3 Watt'lık lazer uygulamaları yeterli bağlanma kuvvetine erişirken 80 mJoule'lik (MikroJoule) lazer uygulaması yeterli bağ kuvveti oluşturamamıştır. Üşümez ve arkadaşları (150), 1 ve 2 Watt'lık lazer uygulamalarını konvansiyonel fosforik asit ile pürüzlendirme uygulaması ile oluşturduğu bağlanma kuvveti açısından karşılaştırmıştır. Elde ettikleri bulgulara göre 2 Watt'lık lazer uygulamalarının sağladığı bağlanma kuvveti ile konvansiyonel asitleme arasında belirgin farklılık oluşmaz iken 1 Watt'lık uygulama belirgin seviyede yetersiz bağlanma kuvveti oluşturmuştur. Araştırmacılar, lazer ile pürüzlendirilen mine yüzeyinin dekalsifikasyona daha dirençli olmasının bir avantaj sağladığını ancak elde ettikleri sonuçlardaki yüksek standart sapmanın ve yüksek maliyetin konvansiyonel asitlemeye bir alternatif oluşturmasını sağlayamadığını belirtmiştir.

Araştırmamızda sağladığı yeterli bağlanma kuvveti, literatürde referans ürün olması ve klinik uygulamaya paralellik sağlamak amacıyla %37'lik jel formda fosforik asit kullanılmıştır.

Bağlanma kuvveti ve minenin ideal pürüzlendirilmesine ilişkin yapılan çalışmaların birleştiği ortak nokta kullanılması planlanan yapıştırıcı sisteme uygun asit tipinin seçilip uygun süre uygulanmasının ideale en yakın sonuç vereceğidir (11,14,50,64,69,95,114,125,126,148,164).

Bu bilginin ışığında ve literatürün yeni alternatiflere rağmen hala en etkili mine pürüzlendirme yöntemi olarak önerdiği şekilde çalışmamızda %37 derişiklikte fosforik asit 15 saniye uygulanmıştır.

Siegel ve Von Fraunhofer (136), irigasyon solüsyonu ve uygulanan kuvvet miktarının cerrahi frezlerin kesim özelliklerine yaptığı etkiyi inceledikleri çalışmalarında çene cerrahlarının gömük dişleri bölmek üzere uyguladıkları ortalama kuvvetin 300 g, restoratif dişhekimliği uygulamalarında hekimlerin uyguladığı ortalama kuvvetin 100 g olduğunu, yüksek kuvvetin kesim özelliğini artırdığını bildirmiştir. Yine Von Fraunhofer ve Siegel (154,155), kesim verimliliğini artırmaya yönelik yaptıkları çalışmada uygulanacak frez kuvveti olarak 147,5 g kullanmışlardır.

Elias ve arkadaşları (43), kesim kuvvetlerinin miktarlarını değerlendirdikleri çalışmalarında tasarladıkları düzenek üzerinde 31 farklı hekime uygulama yaptırmış ve uyguladıkları kuvvetin değişimini kaydetmiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre ortalama uygulanan kuvvet miktarı 132,5 g olmuş, uygulayıcılar arasında belirgin farklılık gerçekleşirken uygulayıcı kendi içinde tutarlı kuvvet uygulamıştır. Uygulanan kuvvet miktarının hekim tarafından turlu aletin ses değişimine göre

ayarlandığı, dolayısıyla uygulanan kuvvet ve dönen aletin gücüne göre değişim gösterdiği belirtilmiştir.

Bizim çalışmamızda el ve makine kullanılarak yapılan uygulamaların karşılaştırılabilmesi amacıyla uygulamayı yapan operatörün yük ölçerinde belirlenen uygulama kuvveti olan 130-140 g makinede de uygulanarak kullanılmıştır.

Day ve arkadaşları (36), sabit ortodontik tedavi sonrası diş yüzeyinde kalan artık yapıştırıcının temizlenmesi sırasında su ile soğutmadan bağımsız olarak havada asılı kalabilen partiküller oluştuğunu ve bu partiküllerin 2,5 µm'den küçük olanlarının derin akciğer katmanlarına ulaşabildiğini belirtmiştir. Bu partiküller arasında sıklıkla kalsiyum, fosfor, silika ve alüminyum bulunmaktadır. Kalsiyum ve fosfor mine partiküllerinin varlığını gösterirken silika ve alüminyum yapıştırıcı artıklarını göstermektedir. Bu partiküllere devamlı maruz kalınması durumunda akciğerlerde fibrotik silikozis oluşabileceğini bildirmişlerdir. Bu sebeple *in vitro* çalışmalar sırasında da koruyucu önlem olarak gözlük ve maske kullanılmalıdır.

Yapıştırıcının ışıkla polimerizasyonunda farklı ışık kaynakları ve etkileri rapor edilmiştir. Mirabella ve arkadaşları (102), halojen ışık kaynağını LED ışık kaynağı ile karşılaştırmış, bağlanma kuvveti açısından aynı özelliği gösteren ışık kaynaklarından LED in aynı etkiyi %50 daha kısa sürede sağladığını belirtmişlerdir.

Mavropoulos ve arkadaşları (96), LED ışık kaynağı ile halojen ışık kaynağını karşılaştırdıkları çalışmada halojen ışık kaynağını 40 saniye LED ışık kaynağını 5 ve 10 saniye uygulayarak bağlanma kuvvetlerini ölçmüşlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre 10 saniyelik LED uygulaması 40 saniyelik halojen ışık uygulaması ile benzer sonuçlar sağlamıştır. Kazanılan zaman ve LED lambasının uzun ömürlü olması sebebiyle araştırmacılar LED kullanımını önermişlerdir.

Pettemerides ve arkadaşları (121), halojen ışık kaynağını plazma ark ışık kaynağı ile karşılaştırdıkları çalışmada plazma ark lambayı 3 saniye halojen lambayı 20 saniye uygulamışlar ve bağlanma kuvvetlerini değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçların ışığında plazma ark lambanın yeterli bağlanma kuvvetini sağlayabildiğini ancak maliyetinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Sfondrini ve arkadaşları (133), plazma ark lambaların uygulama zamanında yarattığı bu avantajın polimerizasyonun hemen gerçekleşmesi istenen durumlarda kullanımını önermişlerdir.

Talbot ve arkadaşları (144), lazer ile polimerizasyonun daha kısa sürede yeterli bağlanma kuvveti oluşturabildiğini ancak lazer ışık kaynağının maliyetinin yüksek olmasının büyük dezavantaj olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamızda klinik güvenilirliği, zaman kazandıran pratikliği ve maliyet/verimlilik oranı göz önünde bulundurularak 1200 mW/cm² yoğunlukta ışık sağlayabilen LED ışık kaynağı kullanılmıştır.

Ortodontik materyallerin klinik performanslarının test edilmesine ilişkin yapılan çalışmalar *in vivo*, *ex vivo* ve *in vitro* olmak üzere 3 farklı şekilde gerçekleştirilmektedir (41). Bu çalışmalardan bonding ve debonding üzerine yapılanlar incelendiğinde, *in vivo* olarak yapılan çalışmalar tedavi edilen hastalarda braketlerin kopma bölgeleri ve kopma oranlarının analizi olarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan braketin tipi, slot boyutları, tedavi protokolü ve malokluzyon tipi sabit tutulmaya çalışılmıştır. Ancak bu tip çalışmalarda hastanın çok düzenli takip edilebilmesi ve hastalar arası bireysel tutum farklılıklarının ekarte edilebilmesi oldukça zordur (141).

Ex vivo olarak planlanan çalışmalarda sonlu elemanlar analizleri ile klinik koşulların rakamsal modellemeleri ve taklitleri yüksek kapasiteli bilgisayar

programları kullanılarak yapılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalarda karşılaşılan en temel zorluklar canlıda devamlı farklılaşabilen değişkenlerin, modellemelerin güvenilirliğini azaltması, tüm değişkenlerin modellemelere aktarılamaması, ortaya çıkan sonuçların koşullu değerlendirilme zorunluluğu ve matematiksel modellemelere yönelik doğruluk eleştirilerinin söz konusu olmasıdır. Sonlu elemanlar analizlerinin *in vitro* koşulların değerlendirilmesinde kullanılması, *in vitro* çalışmalarda daha önceleri test edilemediği için varsayım olarak kabul edilen bazı değişkenlerin standart hale getirilmesine olanak sağlamıştır (41).

In vitro çalışmalarda ise mekanik test cihazları, söküm pensleri ve klinik debonding prosedürünü simüle eden yöntemler kullanılmıştır. Bu çalışmalarda karşılaşılan en temel sorun klinik koşulların değişkenlerinin standardizasyonudur. Son 10 yılda gelişen materyallere paralel biçimde artan sayıda *in vitro* test çalışması gerçekleştirilmiş, ancak bu çalışmaların metodolojisi ve materyallerindeki farklılıklardan dolayı görüş birliği sağlanan çalışma sayısı çok az sayıdadır. Ortodontik bonding ve debonding sistemlerinin test edilmesine ilişkin güvenilir ve standart *in vitro* test protokolü belirlenmemiştir. Bu sebeple Söderholm (139), yayınladığı raporda *in vitro* çalışmaların klinik uygulamalara rehber olamayacağını belirtmiştir.

Fox ve arkadaşları (52), ortodontide çok sık kullanılan bir yapıştırıcı ajanın bağlanma kuvvetinin test edildiği 22 makaleyi incelemiştir. Çıkardıkları sonuç, seçilen diş tipi, seçilen dişlerin saklanma koşulları, debonding yönteminin farklılığı ve elde edilen verilerin farklı yöntemlerle analiz edilmesi nedeniyle aynı materyale ilişkin birbirleriyle karşılaştırılamayan farklı sonuçların ortaya konduğudur.

Tyas (147), bir materyalin klinik performansının tahmin edilebilmesi için standart testlerle ve metotla klinik uygulamanın simüle edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Stanley (141), ortodontik bağlanma testlerinin standardizasyonuna ilişkin değerlendirme yaptığı yazısında, farklı çalışmalarda materyal olarak kullanılan dişlerin çekimi sonrası geçen sürenin, dakika, gün ve saat cinsinden farklı farklı ifade edildiğini veya hiç belirtilmediğini, çekilen ve kullanılan dişlerin ve çekilen dişlerin bekletildiği saklama solüsyonlarının farklılık gösterdiğini, bu değişkenlerde seçici ve standart davranılmamasının yanlış yönlendirilmeye neden olabileceğini belirtmiştir.

Cash ve arkadaşları (28), braket oluklarının boyutlarını test ettikleri çalışmalarında ölçüm aletlerinin yetersizliği ve standardizasyonun göz ardı edilmesi nedeniyle tutarsız sonuçlar elde etmişlerdir ve test yönteminin standardizasyonunun önemini vurgulamışlardır.

Sernetz (132), standardize edilmiş ve herkes tarafından kabul gören test yöntemleri olmaz ise ortodontik ürünlerin karşılaştırılmasının mümkün olmayacağını belirtmiştir.

Eliades ve arkadaşları (41), bağlanma ve debonding çalışmalarında braket yapıştırılması esnasında standardizasyon amacıyla eşit miktarda kompozit kullanılmasının elde edilen bulgularda standart sapmayı azaltacağını, ancak kliniği taklit etme özelliğini ortadan kaldıracağını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, standart kompozit kalınlığı sağlanması yerine standart kuvvetle braketin dişe bastırılması durumunda, klinik uygulamadan daha fazla veya daha az kuvvet uygulanma olasılığını dezavantaj olarak ileri sürmüşlerdir.

Moorhead ve arkadaşları (104), deneysel çalışmaların sahip olması gereken özellikleri değerlendirdikleri yazıda hatalı araştırma nedenleri olarak örnek sayısının yetersiz oluşunu, örnek hazırlanmasında ve ölçümde standardizasyonun olmayışını, ölçüm yapılan cihazların kalibrasyon hatalarını, dataların hatalı girilmesini, uygun olmayan istatistik yöntem ile dataların değerlendirilmesini, ve istatistiğin yanlış yorumlanmasını listelemiştir.

Eliades ve arkadaşları (41), ortodontik materyallerin test edilme koşullarını değerlendirdikleri çalışmalarında dataların yorumlanmasında en sık kullanılan yöntem olan ANOVA testinin kullanım koşullarını normal dağılmış örneklerin varlığı, bireysel örneklemin rastgele olması, en az 10 örnek olması olarak listelemiş, eğer daha az örnek temin edilebiliyorsa güç analizi yapılmasını önermişlerdir. Yapılan uygulamalarda bireysel varyasyonların ortadan kaldırılıp standardizasyon sağlama hedefleri, araştırmacıları kliniği simüle eden ve operatöre bağlı değişkeni elimine eden arayışlara itmiştir.

Chen ve arkadaşları (70), 3 farklı seramik braketin debonding özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında braket sökümü prosedürünü standardize edebilmek amacıyla kliniği taklit eden bir makine tasarlamışlar, elde ve makinede olmak üzere iki ayrı grupta değerlendirmeler yapmışlardır.

Watson ve Cook (157), tek parça olarak üretilen ve iki parça olarak üretilip daha sonra kaynakla birleştirilen tungsten karpit frezlerin eksentrisitesinin kesme özelliklerine olan etkilerini inceledikleri çalışmada bireysel varyasyonları elimine etmek amacıyla geliştirdikleri prototip makineyi kullanmıştır.

Örtendahl ve Thilander (117), farklı cam iyonomer simanları ve bir kompozit yapıştırıcıyı bağlanma kuvveti yönünden karşılaştırdıkları çalışmalarında universal test cihazını taklit eden bir prototip makine tasarlamışlar ve elde ettikleri sonuçlara

göre makinenin yüksek hassasiyet ve düşük metodolojik hata ile çalıştığını belirtmişlerdir.

Elias ve arkadaşları (43), 31 dişhekiminin kesim esnasında diş yüzeyine uyguladıkları kuvveti değerlendirdikleri çalışmada tasarladıkları cihazla klinik uygulamayı taklit etmeye çalışmıştır. Elde ettikleri sonuçlara göre uygulayıcı kişiler arasında belirgin farklılık bulunurken, uygulayıcının kendi içindeki değerleri tutarlı sonuçlar ortaya koymuştur.

Kawchuk ve arkadaşları (60) da, tek bir eksen üzerinde yer alan yük ölçer üzerine iki tecrübeli iki tecrübesiz operatörün kuvvet uygulama devamlılığı ve kuvvet büyüklüğünü karşılaştırdıkları çalışmalarında, operatörler arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunduğunu, operatörün kendi içinde ise tutarlı sonuçlar ortaya koyduğunu belirtmiştir.

Arıcı ve Minors (6), dört farklı braket sökme tekniğini *in vitro* olarak karşılaştırdıkları çalışmalarında braket söküm işleminin standardizasyonunu sağlamak amacıyla bir makine tasarlamışlar ve uygulamalarının standart ve tekrarlanabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Bishara ve arkadaşları (10), universal test cihazı ile yapılan sıyırma testleri ile klinik braket sökümü işleminin taklit edildiği prototip makinenin sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmada klinik simülasyonunun %30 daha düşük değerde braket söküm kuvvetleri gerektirdiğini belirtmişlerdir.

Araştırmamızda yapılan uygulamalarda bireysel varyasyonları azaltmak amacıyla elle yapılan uygulamaların tekrarları klinik uygulamayı taklit etmek üzere tasarlanmış prototip makine ile de gerçekleştirilmiştir.

Watson ve Cook (157), iki farklı üretim tekniği ile üretilen tungsten karpit frezlerin eksentrisitesinin kesme özelliklerine etkilerini inceledikleri çalışmada tek

parça halinde üretilen frezlerin, gövde ve kesici kısmının iki parça halinde üretilen ve daha sonra kaynaklanarak birleştirilen frezlere göre daha koeksentrik olduğunu belirtmiştir. Gövde ve kesici kısmın aynı eksen üzerinde olmamasının yani koeksentrisitesinin düşük seviyede olmasının kesici ucun birden çok yarıçap çizerek çalışmasına neden olduğunu bildirilmiştir. Kesme özelliği açısından yüksek koeksentrisiteye sahip frezler daha düzgün yüzeyler ve 6-18 µm çapta kesim oluştururken daha düşük koeksentrisiteye sahip frezler düzensiz yüzeyler, yüzey altı tabakada çatlaklar ve 25-40 µm çapta kesim yüzeyi oluşturmuştur. Bizim çalışmamızda kullanılan frezler kesici kısmı ve gövdesi iki ayrı parça olarak üretilip kaynaklanarak birleştirilen özelliktedir. Ancak çalışmamızda frezlerin eksentrisite derecesi göz önünde bulundurulmamış ve farklı eksentrisiteye sahip bir frez grubuyla karşılaştırma yapılmamıştır.

Debonding işleminin gerçekleştirilmesi sırasında minede oluşturulan iyatrojenik etkinin farklı yönleri çeşitli araştırmalarda değerlendirilmiştir. Bu araştırmalarda mine yüzeyinde oluşan pürüzlenmeler taramalı elektron mikroskop görüntüleri kullanılarak sübjektif değerlendirmeye tabi tutulmuş, yüzey profilometreleri ve gelişmiş yüzey tarayıcıları kullanılarak yüzey pürüzlülüğü rakamsal ve kantitatif olarak değerlendirilmeye çalışılmış, örneklerde meydana gelen ağırlık değişimi ve iyonik değişimler araştırılmıştır. Tüm bu çalışmalarda hedeflenen mine yüzeyinde iyatrojenik olarak oluşabilen madde kayıplarının değerlendirilmesidir (5,35,39,42,44,69,72,112,127,145,165).

Zachrisson ve Artun (159), braketler söküldükten sonra mine yüzeyinde kalan artık yapıştırıcının en az iyatrojenik zarar oluşturacak şekilde temizlenebilmesi için farklı yöntemleri karşılaştırdıkları çalışmada, düşük devirde tungsten karpit frez kullanımını altın standart olarak önermiştir. Bu çalışma farklı yüzey temizleme

tekniklerinin mine yüzeyine etkilerinin detaylı olarak değerlendirildiği ilk çalışmadır ve takip eden çalışmalara rehber olmuştur.

Retief ve Denys (127), farklı yüzey temizleme tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında braket sökücü pens ile yüzeyde kalan yapıştırıcının kazınarak uzaklaştırılması, periodontal küretler kullanılarak yapıştırıcının kazınması, elmas frez, tungsten karbit frez, paslanmaz çelik frez uygulanması, alüminyum oksit disklerin ve alüminyum oksit lastiklerin kullanılmasını karşılaştırmıştır. Mine yüzeyinde oluşan pürüzlenmeyi ve çizikleri mikroskop görüntülerine dayanarak değerlendirmişlerdir. Buna göre braket sökücü pens ile kalan yapıştırıcının uzaklaştırıldığı örneklerde pomza ile polisaj yapılmasına karşın derin oluklar oluşmuştur. Periodontal küretler kullanılarak yapılan yüzey temizliği de aynı şekilde derin çiziklerle sonuçlanmıştır. Elmas frez uygulaması birbiri üstüne süperpoze olan çiziklere neden olurken 12 bıçaklı karbit frez uygulaması paralel çizikler oluşturmuş ve pomza ile lastik uygulanmasına karşın tatmin edici bir yüzey oluşturamamıştır. Paslanmaz çelik frez kompoziti uzaklaştırmada başarılı olamamış ve sürekli olarak keskinliğini kaybetmiştir. Yüzeyde oluşturduğu oluklar da polisaj ile giderilememiştir. Alüminyum oksit polisaj diskleri ve alüminyum oksit lastikler kullanılan grupta yüzey kabul edilebilir seviyede düzeltilebilmiştir. Sonuç olarak araştırmacıların yüzey temizliğine ilişkin önerileri, yapıştırıcı artığının kaba büyük kütlelerinin 12 bıçaklı karbit frez kullanılarak hava soğutması altında aerotör ile uzaklaştırılıp alüminyum oksit diskler ile polisaj yapıldıktan sonra su ve pomza ile lastiklenmesidir.

Oliver ve Griffiths (112), dört farklı yüzey temizleme tekniğini bir hijyenist ve bir ortodontist tarafından uygulatarak karşılaştırmışlardır. Periodontal küret ve lastik ile pomza uygulaması, ultrasonik uç ve lastik ile pomza uygulaması, pnömatik bant

sökücü ve lastik ile pomza uygulaması ve düşük hızda tungsten karpit frezi takiben alüminyum oksit disklerle polisaj ve lastik ile pomza uygulaması sonucunda mine yüzeyinde meydana gelen pürüzlenme karşılaştırılmış, tungsten karpit frez uygulamasının en uygun yöntem olduğuna dikkat çekilmiştir. Temizleme hızı açısından teknikler karşılaştırıldığında pnömatik bant sökücü en hızlı yöntem olurken, ultrasonik uç en yavaş yöntem olmuştur.

Eminkahyagil ve arkadaşları (44), yüzey temizleme tekniklerini değerlendirdikleri çalışmalarında 8 bıçaklı tungsten karpit frez kullandıkları aerotör ve angledruva uygulamalarını, alüminyum oksit özellikteki Soflex polisaj diskleri ve mikropürüzlendirme yöntemleri ile karşılaştırmışlardır. Aerotör ve angledruva ile tungsten karbit frez uygulamaları hava soğutması ile uygulanmış, tüm yöntemlerin verimliliğinin ve hızının belirlenmesi amacıyla yapıştırıcının yüzeyden tamamen uzaklaştırılma süresi ölçülmüştür. Temizlenme kriteri görsel değerlendirmedir. Elde ettikleri verilere göre temizleme verimliliği en yüksek teknik aerotör ile tungsten karpit frez uygulaması olurken, düşük hızda tungsten karpit frez uygulaması ikinci, mikropürüzlendirme üçüncü ve alüminyum oksit diskler dördüncü sırayı almıştır. Yüzeyin temizlenmesi için geçen süreler arasında mikromotor ve mikropürüzlendirme grupları arasında istatistiksel anlamlı fark oluşmaz iken diğer tüm gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklar olduğu bildirilmiştir. Taramalı elektron mikroskopu görüntülerine dayanarak yaptıkları değerlendirmelere göre tüm tekniklerde mine kaybı kaçınılmazdır ancak Soflex uygulaması en az pürüzlü yüzeyi oluşturmuştur. Ancak yine bu grupta sıklıkla yüzeyden temizlenmemiş yapıştırıcı artıklarına rastlanmıştır.

Zarrinnia ve arkadaşları (165), yedi farklı yüzey temizleme tekniğinin mineye etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında temizleme işlemi sonrasında mine

yüzeyine ait taramalı elektron mikroskop görüntülerini değerlendirmişlerdir. Yaptıkları sübjektif değerlendirmeye göre daha önce sonuçları bildirilen çalışmalardan farklı olarak spiral açılı tungsten karpit frezin yüksek devirde hava soğutması altında uygulanmasını takiben alüminyum oksit disklerle polisaj yapılmasını ve zirkat pastası ile lastik uygulanmasını önermişlerdir. Tek başına tungsten karpit frezin yüksek devirde uygulanmasının tatmin edici bir yüzey oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen taramalı elektron mikroskobu görüntüleri tungsten karpit frezin çalıştığı tüm yüzeylerde smear tabakası oluşturduğunu ve frezlerin sahip olduğu bıçak özelliklerine göre yüzeyde farklı biçimlerde çizikler oluşturduğunu göstermektedir. 6 bıçaklı, sağa 7 derece açığa sahip 21r012 nolu frez ile 16 bıçaklı, bıçakları düz 246r012 nolu frez mine yüzeyinde düzenli ve sık çizikler oluşturmuştur. 6 bıçaklı, sağa 7 derece açığa sahip, bıçaklarının ucunda çentikleri olan 33r012 nolu frez ve 8 bıçaklı, sağa 7 derece açığa sahip, bıçakları çentikli ve çapı daha kalın olan 33r021 nolu frez daha derin ve düzensiz çizikler oluşturmuş, çentiklerin izleri birbirine paralel ve belirgin şekilde gözlenmiştir. Hiç asit uygulanmadan frezin çalıştırıldığı diş örneğinde ise yine smear tabakası gözlenmiş ancak çok silik çizikler görülebilmektedir. Minede tungsten karpit frez tarafından düzenli ve sık çiziklerin oluşması Retief ve Denys'in (127) bulguları ile örtüşmektedir. Yüzeyde en az pürüzlülüğe neden olan tungsten karpit frez uygulaması Oliver ve Griffiths (112) ve Zarrinia ve arkadaşlarının (165) bulguları tarafından desteklenmektedir. Eminkahyagil ve arkadaşlarının (44) tungsten karpit frezin yüzey etkileri ile ilgili bulguları da çalışmamızın bulgularını desteklemektedir.

Eliades ve arkadaşları (42), taramalı elektron mikroskobu görüntülerinin kantitatif ölçüm yeteneğinden yoksun olduğunu, sübjektif değerlendirmelere olanak

sağladığını bildirmiştir. Eminkahyagil ve arkadaşları (44) da, taramalı elektron mikroskop görüntülerinin uygulamaların daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla kullanıldığını belirtmiştir. Çalışmamızda istatistiksel değerlendirmede ağırlık ölçümleri kullanılmış, taramalı elektron mikroskobu görüntüleri uygulamaların mine yüzeyine yaptığı etkiyi somutlaştırmak amacıyla kullanılmıştır.

Ireland ve arkadaşları (72), yaptıkları çalışmada iki farklı yapıştırıcı sistemi ve dört farklı yüzey temizleme tekniğini yüzey profilometresi kullanarak değerlendirmiştir. Profilometre referans olarak başladığı sıfır noktasına göre yüzeydeki yükselti ve çöküntüleri rakamsal olarak ifade edebilen bir makinedir (39). Profilometre kullanılarak mine kaybının belirlenmesi kantitatif bir ölçüm olarak sınıflanmaktadır (39). Elde ettikleri bulgulara göre yapıştırma işlemi öncesinde yapılan pomza uygulaması nedeniyle mine yüzeyinde 3,78 µm derinlikte madde kaybı meydana gelmektedir. Pomza uygulaması sonucu oluşan madde kaybına fosforik asit ile demineralizasyon sonrası oluşan madde kaybı eklendiğinde 4,57 µm, poliakrilik asit ile demineralizasyon sonrası oluşan kayıp eklendiğinde 2,99 µm derinlikte mine hasarı belirlemişlerdir. Fosforik asit ile pürüzlendirilmiş yüzeye yapıştırılmış olan Transbond XT'nin ultrasonik uçlar kullanılarak uzaklaştırılması minede 31,41 µm derinlikte madde kaybına neden olabilirken, yüksek hızda tungsten karpit frez kullanımı 28,74 µm, düşük hızda tungsten karpit frez kullanımı ise 4,43 µm derinlikte mine kaybına neden olmaktadır. Poliakrilik asit kullanılarak kristal oluşturma yöntemi ile pürüzlendirilen yüzeye yapıştırılan Fuji Ortho LC cam iyonomer simanın temizlenmesi için ultrasonik uçlar kullanılarak yapılan işlem 16,94 µm derinlikte mine kaybına neden olurken, yüksek hızda tungsten karpit frez kullanımı 15,15µm, düşük hızda tungsten karpit frez kullanımı 0,42µm derinlikte mine kaybına neden olmaktadır. Çalışmada bazı örneklerde yüzeyde başlangıç

noktasına göre çöküntü değil yükselti oluştuğu ve bu durumun ölçümlere pozitif değerler olarak yansıdığı belirtilmiştir. Pozitif ölçümlerin sebebi gözle yapılan incelemede temiz gözüken yüzeylerde yapıştırıcı artığı kalmış olma olasılığı olarak belirtilmiştir. Sonuçlar özetlendiğinde fosforik asit ile pürüzlendirmenin poliakrilik asit ile pürüzlendirmeye göre daha fazla mine kaybı meydana getirdiği, buna paralel olarak campolialkenoat siman kullanımının yüzeyde daha az zarara neden olarak temizlenebileceği ve temizleme yöntemi olarak da mine kaybı miktarını en aza indirmek için düşük hızda tungsten karpit frez kullanımı önerilmiştir.

Hosein ve arkadaşları (69), dört farklı yüzey temizleme tekniğini ve iki farklı yapıştırıcı sistemini yüzey profilometresi kullanarak karşılaştırmışlardır. Çalışmada yüzey temizleme yöntemi olarak 12 bıçaklı tungsten karpit frezi 300000 devirde, 12 bıçaklı tungsten karpit frezi 7400 devirde, ultrasonik uçları ve braket sökücü pensi, kullanmışlardır. Braket sökücü pensi yüzeyde kalan yapıştırıcı artığını kazıyacak şekilde pensin keskin kenarı yapıştırıcıya küt kısmı kesici kenardan destek alacak biçimde kullanmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre konvansiyonel asitleme yapılarak pürüzlendirilen örneklerde mine yüzeyinde daha fazla hasar oluşturan yöntemler sırasıyla ultrasonik uç ile temizleme 1,27-31,41µm derinlik, 300000 devirde 12 bıçaklı tungsten karpit frez 0,2-24,16µm derinlik, 7400 devirde 12 bıçaklı tungsten karpit frez 0,05-4,43µm derinlik ve braket sökücü pens -7,8-3,67µm derinlik olmuştur. Kendinden asitli primer kullanılarak pürüzlendirilen mine yüzeyinde daha fazla hasar oluşturan yöntemler sırasıyla ultrasonik uç ile temizleme 2,19-25,92 µm derinlik, 300000 devirde 12 bıçaklı tungsten karpit frez -1,15-9,78 µm derinlik, 7400 devirde 12 bıçaklı tungsten karpit frez -3,06-2,11 µm derinlik ve bant sökücü pens -8,10-0,11 µm derinlik olmuştur. Tüm yüzey temizleme

yöntemlerinde konvansiyonel asitleme yöntemi kullanılan örneklerde kaybolan mine miktarı kendinden asitli primerler kullanılan örneklerden daha fazla olmuştur.

Al Shamsi ve arkadaşları (5), koordinat lazer metrolojisi tekniği kullandıkları çalışmalarında kendinden yapıştırıcı braketlerin sökümü sonrası ve Fuji Ortho LC cam iyonomer simanla yapıştırılmış braketlerin sökümü sonrası yüzeyde kalan artık yapıştırıcının temizlenebilirliğini karşılaştırmışlar ve mine yüzeyinde meydana gelen madde kaybını üç boyutlu olarak ifade etmeye çalışmışlardır. Koordinat lazer metrolojisi yüzeyden polivinil siloksan gibi hassas bir ölçü maddesi ile alınan ölçüden elde edilen alçı modeller üzerinde lazer kullanılarak yüzey taraması gerçekleştiren geliştirilmiş bir yüzey profilometresi uygulamasıdır. Taranan yüzeyde meydana gelen ışın yansımaları sebebiyle orijinal diş yüzeyi kullanılamamaktadır. İki yapıştırıcı grubun yüzeyden uzaklaştırılması sonucu oluşan mine hasarı arasında istatistiksel anlamlı fark olduğunu belirten araştırmacılar cam iyonomer siman grubu için ortalama 40,9 µm derinlikte madde kaybı, kendinden yapıştırıcı braket grubu için ortalama 72,7 µm derinlikte madde kaybı tespit etmişlerdir. Her iki grupta da yüzey temizliği bıçak özellikleri ve devir sayısı belirtilmemiş düşük devirli tungsten karpit frez kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar mine kaybının tüm diş yüzeyinde homojen dağılım göstermediğini, bazı yüzeylerde yapıştırıcı artıkları bulunması sebebiyle madde kaybı yerine madde kazancı bulduklarını belirtmişlerdir. Bu sebeple istatistiksel değerlendirmeye alınan ölçümlerin mine kaybı olan alanlardan yapıldığı belirtilmiştir. Eliades ve arkadaşları (42), bu özellikleri ile profilometre ölçümleri taramalı elektron mikroskobu görüntülerinin istenen yüzeyden seçilerek değerlendirilmesi gibi sübjektif özellik göstermektedir.

Eliades ve arkadaşları (42), sekiz bıçaklı tungsten karpit frez ve elmas frezin yüzey temizleme özelliklerini profilometre kullanarak inceledikleri çalışmalarında

her iki frezin alüminyum oksit disklerle polisaj yapıldıktan sonra dahi başlangıç yüzeyine yakın düzgün yüzeyler oluşturamadığını tespit etmişlerdir. Yüzey temizleme hızı açısından değerlendirildiğinde elmas frez tungsten karpit frezden 2 kat hızlı madde kaldırmıştır. Ancak kesme özelliği olarak tungsten karpit frezlerin temelde plastik akış ve akışa bağlı kırılma ile kesim yaptıkları ve yapıştırıcı reçineler gibi plastik özellikteki malzemelerin temizlenip elastik özellikteki mine gibi malzemelerin korunması için daha uygun olduğu belirtilmiştir.

Bizim araştırmamızda elde edilen sonuçlara göre aerotör ile makine kullanılarak aşındırma yapılan tüm gruplarda angledruva sonuçlarına göre istatistiksel anlamlı ölçüde fazla madde kaybı olduğu, aerotör ile elde aşındırma yapılan ölçümlerde 6 bıçaklı 21r012 nolu frez dışında diğer 3 frez grubunda angledruva sonuçlarına göre istatistiksel anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç Zachrisson ve Artun (159) , Oliver ve Griffiths (112) , Ireland ve arkadaşları (72) ve Hosein ve arkadaşlarının (69) sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Oluşan mine kaybı miktarlarının farklı frez uygulamalarına göre değerlendirmesi yapıldığında elde angledruva ile yapılan uygulamalarda 21r012 nolu 6 bıçaklı frezin yarattığı madde kaybı diğer tüm frezlerden fazla olurken, diğer frezlerin neden olduğu mine kaybı miktarı arasında istatistiksel anlamlı fark yoktur. Elde aerotör ile yapılan uygulamalarda 33r021 nolu 8 çentikli bıçaklı frezin neden olduğu mine kaybı miktarı diğer tüm frezlerden fazla olurken, 33r012 nolu 6 çentikli bıçaklı frez 246r012 nolu 16 bıçaklı frezden istatistiksel anlamlı miktarda fazla mine kaybına neden olmuştur. Makinede angledruva ile yapılan uygulamalarda sadece 33r021 nolu 8 çentikli bıçaklı frez 33r012 nolu 6 çentikli bıçaklı frezden istatistiksel anlamlı oranda madde kaybına neden olurken aerotör ile yapılan uygulamalarda 33r021 nolu 8 çentikli bıçaklı frez 21r012 nolu 6 bıçaklı frezden, 33r021 nolu 8 çentikli bıçaklı

frez 246r012 nolu 16 bıçaklı frezden istatistiksel anlamli oranda fazla madde kaybı yaratmıştır. Bu sonuçlara göre belirli sayıda bıçak sayısı ve özelliğine sahip bir frezin diğerlerine her koşulda üstünlük sağlaması söz konusu olmamıştır. Bu sebeple en az mine kaybına neden olan frez önermesi yapmak mümkün değildir. Literatürde bıçak sayısı ve özelliğine göre madde kaybı miktarının değerlendirildiği benzer bir karşılaştırmaya rastlanmamıştır. El ve makine ile yapılan uygulamaların arasında uygulamanın standardizasyonu açısından yapılan değerlendirmede aerotör ile yapılan uygulamaların hepsinde el ve makine yöntemleri arasında istatistiksel anlamli farklılık olduğu görülmüştür. Aerotörün etkinliğinin daha fazla olduğu da göz önünde bulundurulursa el ile yapılan uygulamaların daha fazla madde kaybına neden olduğu görülmüştür. Bunun sebebi uygulamayı yapan araştırmacının tutarlı davranış göstermemesi olabileceği gibi prototip makinenin minede madde kaybı oldukça sabit 130-140 gram kuvvet uygulamaya devam edememesi de olabilir. Angledruva ile yapılan uygulamalarda sadece 6 ve 8 çentikli bıçaklı 21r012 nolu frez ile 33r021 nolu frezlerin uygulanmaları arasında istatistiksel anlamli fark bulunmuştur. Bu durumun angledruvanın etkinliğinin az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Thompson ve Way (145), braket yapıştırılan bölgede toplam mine kalınlığının 1500-2000µm olduğunu belirtmiştir. Bu bilginin ışığında yukarıda sonuçları verilen çalışmalarda toplam mine kalınlığının yaklaşık %3,5-4 kısmı yüzey temizleme işlemi sırasında kaybolabilmektedir.

David ve arkadaşları (35), yaptıkları çalışmada dört farklı yapıştırma tekniğini ve bu yapıştırıcıların temizlenebilirliğini kalitatif ve kantitatif yöntemlerle değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada konvansiyonel asitleme ile pürüzlendirilen yüzeye Transbond XT, flor salınımı özelliği bulunan Advance ve campolialkenoat

siman özellikteki Fuji Ortho LC ile poliakrilik asit ile pürüzlendirilmiş yüzeye Fuji Ortho LC yapıştırılmıştır. Bu işlemi takiben braketler sökülüş, elde edilen ARI skorları, başlangıç ve söküm sonrası örneklerin ağırlık farkları ve yapıştırıcıların temizlenebilirlikleri harcanan süre açısından değerlendirilmiştir. Asitlenmemiş yüzeye yapıştırılmış Advance ve asitlenmemiş yüzeye yapıştırılmış olan Fuji Ortho LC braket sökümü sonrası en fazla ağırlığı oluştururken bu iki yapıştırıcıyı Transbond XT ve poliakrilik asit ile pürüzlendirilmiş mineye yapıştırılmış Fuji Ortho LC izlemiştir. Temizlenebilirlik açısından süre olarak Transbond XT ve asitlenmemiş yüzeye yapıştırılmış olan Fuji Ortho LC eşit süre almıştır ve bu ikili birbirleriyle eşit süre alan Advance ve poliakrilik asit ile pürüzlendirilmiş yüzeydeki Fuji Ortho LC den daha uzun sürede temizlenmiştir. Araştırmacılar ağırlık ölçümünün teknik açıdan çok hassas olduğunu ancak kantitatif ifade açısından avantaj sağladığını belirtmiştir.

İki farklı yapıştırıcı sistem olan SEBond ve konvansiyonel asitleme gruplarının 6 bıçaklı 21r012 nolu frez kullanılarak temizlenebilirliklerinin karşılaştırıldığı ölçümlerde her iki yapıştırıcı sistemde de uygulama sonrası ağırlık ortalamalarında azalma görülmüştür. Aynı gruba ait başlangıç değerlerinin eşit varsayıldığı durumda meydana gelen madde kaybının karşılaştırması Transbond XT ve konvansiyonel asitleme ile yapılan yapıştırma işleminin SEBond grubuna oranla freze daha yüksek direnç gösterdiğini, aynı uygulama süresinde SEBond grubundan daha fazla yapıştırıcı uzaklaştırılabildiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular Hosein ve arkadaşları (69), Al Shamsi ve arkadaşları (5), ve David ve arkadaşları (35) tarafından desteklenmektedir.

BÖLÜM V

SONUÇLAR

1. Kendinden asitli primer özellikte olan SEBond ile konvansiyonel asitleme ile yapıştırılan Transbond XT yapıştırıcınının 6 bıçaklı tungsten karpit frez tarafından temizlenebilirliği arasında istatistiksel belirgin farklılık yoktur. Ancak elde edilen ortalama değerlere eşit süre temizleme işlemi yapılması durumunda SEBond ile bağlanan yapıştırıcı daha kolay temizlenebilmektedir.
2. Farklı bıçak sayılarına ve özelliklerine sahip tungsten karpit frezlerin mine yüzeyinde oluşturdukları madde kaybı miktarları uygulamanın yöntemine ve turlu aletin devir hızına göre değişkenlik göstermektedir. Ancak makine ile aerotör kullanılan tüm gruplarda oluşan madde kaybı angledruva kullanılan gruplardan daha fazla olmuştur. En az iyatrojenik zararın oluşturulmasında frezler arasında değil turlu aletin devir hızında seçim yapılmalıdır. Aerotör kullanılırken mineye zarar verme riski artmaktadır.
3. Debonding işleminin test edilmesine ilişkin standardizasyonu sağlamak amacıyla geliştirilen prototip makine kendi içinde homojen sonuçlar ortaya koymuştur. Makine ile yapılan uygulamalarda elle yapılan uygulamalardan daha az madde kaybı gerçekleşmiştir.

4. Prototip makine ile yapılan uygulamada örneğe verilen yük miktarının madde kaybı oldukça sabit kalmasını sağlayacak bir geliştirme makinenin güvenilirliğini ve standardizasyonun artıracaktır.
5. Bonding çalışmalarında uygulamaların standardizasyonu için kurulan çalışma grupları ve ortaya konan ISO belgesi, debonding çalışmaları için de geçerli olmalıdır.

BÖLÜM VI

ÖZET

FARKLI ORTODONTİK BONDİNG MATERYALLERİ VE DEBONDİNG TEKNİKLERİNİN MİNE YÜZEYİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Amaç: Farklı ortodontik yapıştırma sistemleri ve yüzey temizleme tekniklerinin *in vitro* ortamda mine yüzeyine etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

Gereç-Yöntem: Çalışmada 360 adet premolar diş kullanıldı. Dişlerin standart şekilde poliestere gömülmesini takiben 320 örnek rastgele seçilip mineye 15 saniye süre %37'lik ortofosforik asit uygulandı. Mine yüzeylerindeki asit 30 saniye basınçlı su ile yıkanarak uzaklaştırıldı ve örnekler iki gruba ayrıldı. Birinci gruptaki örneklerde asitlenmiş mine yüzeyine 4 farklı karpit frez düşük devirde (20000 dev/dak) uygulanırken, ikinci gruptaki örneklere aynı karpit frezler yüksek devirde (300000 dev/dak) uygulandı. Örneklere standart kuvvetin uygulanabilmesi için angledruva ve aerotörün bağlanabildiği tasarlanmış bir cihaz kullanıldı. Örneklerdeki kayıp mine miktarları kütesel olarak ölçülüp bulgular 2X2X4 Faktoriyel Tesadüf Parselleri Modeline göre Varyans Analizi testi ile karşılaştırıldı

ve mine yüzeyine olan etkiler taramalı elektron mikroskobunda incelendi. Geri kalan 40 örnek 2 gruba ayrıldı. Birinci grupta konvansiyonel asitleme ikinci grupta kendinden asitli primer uygulanarak klinikte kullanılan 6 bıçaklı frez ile yüzey temizlendi. Bulgular iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldı.

Bulgular: 4 farklı frezin karşılaştırıldığı durumda el ile yapılan uygulamalarda 6 bıçaklı frez diğerlerinden daha fazla mine kaybına neden olurken makine ile yapılan uygulamalarda frezler arasında fark tespit edilmemiştir. Turlu aletin hızı karşılaştırıldığında aerotör angledruvaya göre daha fazla madde kaybına neden olmuştur. Makine ve elde yapılan uygulamalar karşılaştırıldığında manuel uygulamalarda daha fazla madde kaybı gözlenmiştir.

Sonuç: Kendinden asitli primerler konvansiyonel asitlemeye göre tungsten karpit frezlerle yüzeyden daha kolay temizlenebilmektedir. Farklı bıçak özelliklerine sahip frezler benzer etkiler gösterirken aynı frezlerin yüksek devirde kullanılması daha fazla madde kaybına neden olmaktadır. Uygulamaları standardize etmek ve güvenilirliği artırmak için cihaz tasarımı bu tip çalışmalarda yararlı olabilir.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT BONDING MATERIALS AND DEBONDING TECHNIQUES ON ENAMEL SURFACE

Aim: The purpose of this study is to investigate the effects of different bonding materials and debonding techniques on enamel surface.

Materials-Methods: The study material consisted of 360 human premolars. The teeth were embedded in polyester and 320 were randomly selected. 37 %phosphoric acid was applied for 15 seconds and rinsed with water for 30 seconds and the samples were divided into two subgroups. For the first group 4 different tungsten carbide burs were applied at low speed (20000rpm). For the second group the same burs were applied at high speed (300000rpm). In order to exert standard pressure a prototype device was designed and fabricated. The amount of enamel lost was measured with a scale. The findings were statistically evaluated using 2X2X4 randomized factorial parcel method for variance analysis. Scanning Electron Microscope evaluation was made for samples from each group. The remaining 40 samples were divided into two subgroups. The first group was bonded with self etching primer and the second group with conventional acid etching. The surfaces were cleaned with the 6 blade tungsten carbide bur used routinely in clinical applications and the effectiveness was evaluated. The self etching primer was found to be removed easier then conventional etching.

Findings: The findings of the 4 different burs revealed no difference for the machine applications and only one bur removed more enamel than the others for the manual application. When the findings of different speed applications were compared, airotor was found to be more hazardous to the enamel than contrangle. The effects of machine and manual application showed more enamel damage for the manual application.

Conclusion: Self etching primers were removed easier than conventional acid etching with tungsten carbide burs. Burs with different blades create similar effects on the enamel surface but they remove more material when they are used at high speed. In order to standardize the applications, the use of designed machines may be useful for these types of *in vitro* studies.

BÖLÜM VII

KAYNAKLAR

1. Abdullah, M.S.B., Rock, W.P. (1996). The Effect of Etch Time and Debond Interval Upon the Shear Bond Strength of Metallic Orthodontic Brackets, *Br. J. Orthod.*, 23: 121-4.
2. Aboush, Y.E., Tareen, A., Elderton, R.J. (1991). Resin to Enamel Bonds: Effect of Cleaning the Enamel Surface with Prophylaxis Pastes, *Br. Dent. J.*, 171; 207-209.
3. Adebayo, O.A., Burrow, M.F., Tyas, M.J. (2008). Bond Strength Test: Role of Operator Skill, *Austr. Dental Journal.*, 53; 145-150.
4. Ajlouni, R., Bishara, S.E., Oonsombat, C. (2004). Effect of Water Storage on the Shear Bond Strength of a Cyanoacrylate Adhesive: Clinical Implications, *World. J. Orthod.*, 5; 250-253.
5. Al Shamsi, A.H., Cunningham, J.L., Lamey, P.J., Lynch, E. (2007). 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.*, 131; 301.e9-301.e15.
6. Arıcı, S., Minors, C. (2000). The Force Levels Required to Mechanically Debond Ceramic Brackets: an In Vitro Comparative Study, *Eur. J. Orthod.*, 22; 327-334.
7. Artun, J., Bergland, S. (1984). Clinical Trials with Crystal Growth Conditioning as an Alternative to Acid Etch Pretreatment, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 85; 333-40.

8. Barry, G.R.P. (1995). A Clinical Investigation of the Effects of Omission of Pumice Prophylaxis on Band and Bond Failure, *Br. J. Orthod.*, 22; 245-248.
9. Bishara, S.E., Ajlouni, R., Oonsombat, C.H. (2002). Evaluation of a New Curing Light on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets, *Angle Orthod.* 73; 431-435.
10. Bishara, S.E., Fonseca, J.M., Fehr, D.E., Boyer, D.B. (1993). Debonding Forces Applied to Ceramic Brackets Simulating Clinical Conditions, *Angle Orthod.* 64; 277-282.
11. Bishara, S.E., Oonsombat, C., Ajlouni, R., Laffoon, J.F. (2004). Comparison of the Shear Bond Strength Of 2 Self Etch Primer Adhesive Systems, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 125; 348-350.
12. Bishara, S.E., Oonsombat, C.H., Soliman, M.M.A., Ajlouni, R. (2005). The Effect of Tooth Bleaching on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 128; 755-760.
13. Bishara, S.E., Ostby, A.W., Lafoon, J.F., Warren, J. (2007). Shear Bond Strength Comparison of Two Adhesive Systems Following Thermocycling, *Angle Orthod.* 77; 337-340.
14. Bishara, S.E., Soliman, M., Laffoon, J., Warren, J.J. (2005). Effect of Changing a Test Parameter on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets, *Angle Orthod.* 75; 832-835.
15. Bishara, S.E., Truelove, T.S. (1990). Comparison of Different Debonding Techniques for Ceramic Brackets: An In Vitro Study, Part II. Findings and Clinical Implications, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 98; 263-273.

16. Bradburn, G., Pender, N. (1992). An In Vitro Study of the Bond Strength of Two Light Cured Composites Used in the Direct Bonding of Orthodontic Brackets to Molars, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 102; 418-426.
17. Brannström, M., Malmgren, O., Nordenvall, K.J. (1982). Etching of Young Permanent Teeth with an Acid Gel, *Am. J. Orthod.* 82; 379-383.
18. Brannström, M., Nordenvall, K.J., Malmgren, O. (1978). The Effect of Various Pretreatment Methods of the Enamel In Bonding Procedures, *Am. J. Orthod.* 74; 522-530.
19. Brantley, W.A., Eliades, T. (2001). *Orthodontic Materials*, Thieme, Stuttgart-New York.
20. Brosh, T., Kaufman, A., Balabanovsky, A., Vardimon, A.D (2005). In Vivo Debonding Strength and Enamel Damage in Two Orthodontic Debonding Methods, *J of Biomech.* 38; 1107-1113.
21. Bulut, H., Türkün, M., Demirbaş Kaya, A. (2006). Effect of an Antioxidizing Agent on the Shear Bond Strength of Brackets Bonded to Bleached Human Enamel, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 129; 266-272.
22. Buonocore, M.G. (1955). A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces, *J. Dent. Res.* 34; 849-853.
23. Büyükyılmaz, T., Üşümez, S., Karaman, A.İ. (2003). Effect of Self Etching Primers on Bond Strength-Are They Reliable?, *Angle Orthod.* 73; 64-70.
24. Cacciafesta, V., Sfondrini, M.F., Clersy, K., Sfondrini, G. (2002). Polymerization with a Micro Xenon Light of a Resin Modified Glass Ionomer: A Shear Bond Strength Study 15 Minutes after Bonding, *Eur. J. Orthod.* 24; 689-697.

25. Cacciafesta, V., Sfondrini, M.F., Gatti, S., Klersy, C. (2007). Effect of Water and Saliva Contamination on the Shear Bond Strength of a New Light-Cured Cyanoacrylate Adhesive, *Prog Orthod.* 8;100-111.
26. Campbell, P.M., (1995). Enamel Surfaces After Orthodontic Bracket Debonding, *Angle Orthod.*, 65; 103-110.
27. Carstensen, W. (1995). Effect of Reduction of Phosphoric Acid Concentration on the Shear Bond Strength of Brackets, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 108; 274-277.
28. Cash, A.C., Good, S.A., Curtis, R.V., McDonald, F. (2004). An Evaluation of Slot Size In Orthodontic Brackets Are Standards as Expected, *Angle Orthod.* 74; 450–453.
29. Cassoni, A., Rodrigues, J.A. (2007). Argon Laser: A Light Source Alternative for Photopolymerization and In-Office Tooth Bleaching, *Gen Dent.* 55; 416-9.
30. Chamda, R.A., Stein, E. (1996). Time Related Bond Strengths of Light Cured and Chemically Cured Bonding Systems: An In Vitro Study, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 110; 378-382.
31. Cinader, D. (2001). Chemical Processes and Performance Comparisons of Transbond Self Etching Primer, *Orthod. Respect*, 8; 5-6.
32. Coups-Smith, K.S., Rossouw, P.E., Titley, K.C. (2003). Glass Ionomer Cements as Luting Agents for Orthodontic Brackets, *Angle Orthod.* 73; 436-444.
33. Cozza, P., Martucci, L., De Toffol, L., Penco, S.I. (2006). Shear Bond Strength of Metal Brackets on Enamel, *Angle Orthod.* 76; 851–856.
34. Çehreli, Z.C., Keçik, D., Kocadereli, İ. (2005). Effect of Self-Etching Primer and Adhesive Formulations on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 127; 573-579.

35. David, V.A., Staley, R.N., Bigelow, H.F., Jakobsen, J.R. (2002). Remnant Amount and Cleanup for 3 Adhesives After Debracketing, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 121;291-296.
36. Day, C.J., Price, R., Sandy, J.R., Ireland, A.J. (2008). Inhalation of aerosols produced during the removal of fixed orthodontic appliances: A comparison of 4 enamel cleanup methods, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 133; 11-17.
37. Dunn, W.J. (2007). Shear Bond Strength of an Amorphous Calciumphosphate-Containing Orthodontic Resin Cement, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 131; 243-247.
38. Elekdağ-Türk, S., İşçi, D., Türk, T., Çakmak, F. (2008). Six-Month Bracket Failure Rate Evaluation of a Self-Etching Primer, *Eur. J. Orthod.* 30;211-216.
39. Eliades, T. (2006). Orthodontic Materials Research and Applications: Part 1. Current Status and Projected Future Developments in Bonding and Adhesives, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 130; 445-451.
40. Eliades, T. (2007). Orthodontic Materials Research and Applications: Part 2. Current Status and Projected Future Developments in Materials and Biocompatibility, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 131; 253-262.
41. Eliades, T., Brantley, W.A. (2000). The Inappropriateness of Conventional Orthodontic Bond Strength Assessment Protocols, *Eur. J. Orthod.*, 22; 13-23.
42. Eliades, T., Gioka, C., Eliades, G., Makou, M. (2004). Enamel Surface Roughness Following Debonding Using Two Resin Grinding Methods, *Eur. J. Orthod.*, 26; 333–338.
43. Elias, K., Amis, A.A., Setchell, D.J. (2003). The Magnitude of Cutting Force at High Speed, *J. Prosthet. Dent.*, 89; 286-291.

44. Eminkahyagil, N., Arman, A., Çetinşahin, A., Karabulut, E. (2006). Effect of Resin-removal Methods on Enamel and Shear Bond Strength of Rebonded Brackets, *Angle Orthod.* 76; 314–321.
45. Eminkahyagil, N., Korkma, Y., Gökalp, S., Başeren, M. (2005). Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets with Newly Developed Antibacterial Self Etch Adhesive, *Angle Orthod.* 75; 843-848.
46. Endo, T., Finger, W.J., Hoffmann, M., Kanehira, M., Komatsu, M. (2007). The Role of Oxygen Inhibition of a Self-Etch Adhesive on Self-Cure Resin Composite Bonding, *Am. J. Dent.* 20; 157-160.
47. Es-Souni, M., Fischer-Brandies, H., Zaporozhshenko, V., Es-Souni, M. (2002). The Interaction of Polyacrylic Acid As a Conditioning Agent with Bovine Enamel, *Biomaterials.* 23; 2871-2878.
48. Faltermeier, A., Behr, M., Rosentritt, M., Reicheneder, C., Müßig, D. (2007). An In Vitro Comparative Assessment of Different Enamel Contaminants During Bracket Bonding, *Eur. J. Orthod.* 29; 559-563.
49. Farquhar, R.B. (1986). Direct Bonding Comparing a Polyacrylic Acid And a Phosphoric Acid Technique, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 90; 187-194.
50. Fjeld, M., Øgaard, B. (2006). Scanning Electron Microscopic Evaluation of Enamel Surfaces Exposed to 3 Orthodontic Bonding Systems, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 130; 575-581.
51. Fowler, C.S., Swart, M.L., Moore, B.K., Rhodes, B.F. (1992). Influence of Selected Variables on Adhesion Testing, *Dent. Mater.* 8; 265-269.
52. Fox, N.A., McCabe, J.F., Buckley, J.G. (1994). A Critique of Bond Strength Testing in Orthodontics. *Br J. Orthod.* 21; 33-43.

53. Fredericks, H.E. (1981). Mutagenic Potential of Orthodontic Bonding Materials. *Am J. Orthod.*, 80; 316-324.
54. Fujisawa, S., Kadoma, Y. (1992). Effect of Phenolic Compounds on the Polymerization of Methyl Methacrylate, *Dent. Mater.* 8; 324-326.
55. Galil, K.A., Wright, G.Z. (1979). Acid Etching Patterns on Buccal Surfaces of Permanent Teeth, *Pediatr. Dent.* 1; 230–234.
56. Garcia-Godoy, F., Martin, S. (1995). Shear Strength of Two Ceramic Brackets Bonded to Etched or Unetched Enamel, *J. Clin. Pediatric Dentistry.* 19; 181-183.
57. Gaworski, M., Weinstein, M., Borislow, A.J. (1999). Decalcification and Bond Failure: A Comparison of a Glass Ionomer and a Composite Resin Bonding System In Vivo, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 116; 518-521.
58. Gökçelik, A., Özel, Y., Özel, E., Arhun, N., Atter, N., Fıratlı, S., Fıratlı, E. (2007). The Influence of Er:YAG Laser Conditioning Versus Self-Etching Adhesives with Acid Etching on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets. *Photomedicine and Laser Surgery*, 6; 508-512.
59. Graber, T.M., Vanarsdall, R.L.Jr., Vig, K.W.L. (2005). *Orthodontics: Current Principles&Techniques*, Fourth Edition, St. Louis, Mosby, 579-660.
60. Gregory, N.K., Narasimha, G.P., Randall, C., Liddle, T., Li, T., Zhu, Q. (2006). Variability Of Force Magnitude And Force Duration In Manual and Instrument-Based Manipulation Techniques, *J. Manipulative Physiol. Ther.*, 29; 611-618.
61. Harry, D.R. (1994). Lasers in Orthodontics, *Brit. J. Orthod*, 21; 308-312.
62. Hermsen, R.J., Vrijhoef, M.M.A. (1993). Loss of Enamel Due to Etching with Phosphoric or Maleic Acid, *Dent. Mater.*, 9; 332-336.

63. Hobson, R.S., McCabe, J.F. (2002). Relationship Between Enamel Etch Characteristics and Resin-Enamel Bond Strength, *Br. Dent. J.*, 192; 463-468.
64. Hobson, R.S., McCabe, J.F., Hogg, S.D. (2001). Bond Strength to Surface Enamel for Different Tooth Types, *Dent. Mater.*, 17; 184-189.
65. Hobson, R.S., Rugg-Gunna, A.J., Booth, T.A. (2002). Acid-etch Patterns on the Buccal Surface of Human Permanent Teeth, *Arch. of Oral Biology*, 47; 407–412.
66. Hocevar, R.A., Vincent, H.F. (1988). Indirect Versus Direct Bonding: Bond Strength and Failure Location, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 94; 367-371.
67. Holzmeier, M., Schaubmayr, M., Dasch, W., Hirschfelder, U. (2008). A New Generation of Self-Etching Adhesives: Comparison with Traditional Acid Etch Technique, *J. Orofac. Orthop.*, 69; 78-93.
68. Hong, Y.H., Lew, K.K., (1995). Quantitative and Qualitative Assessment of Enamel Surface Following Five Composite Removal Methods After Bracket Debonding, *Eur. J. Orthod.*, 17;121-128.
69. Hosein, I., Sherriff, M.,Ireland, A.J. (2004). Enamel Loss During Bonding, Debonding, and Cleanup with Use of a Self-Etching Primer, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 126; 717-724.
70. Hsing-Yu, C., Ming-Zen S., Hsin-Fu, F.C., Yi-Jane, Chen., Won-Hong, L., Chun-Pin, L. (2007). Effects of Different Debonding Techniques on the Debonding Forces and Failure Modes of Ceramic Brackets In Simulated Clinical Set-Ups, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 132; 680-686.
71. International Organization for Standardization (1994). TR 11405, Dental Materials – Guidance on testing of adhesion to tooth structure, 1-15.

72. Ireland, A.J., Hosein, I., Sherriff, M, (2005). Enamel Loss at Bond-Up, Debond and Clean-Up Following the Use of a Conventional Light-Cured Composite and a Resin-Modifiedglass Polyalkenoate Cement, *Eur. J. Orthod.*, 27; 413–419.
73. Ireland, A.J., Sherriff, M. (2002). 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.*, 29; 217-220.
74. Johnston, C.D., Burden, D.J., Hussey, D.L., Mitchell C.A. (1998). Bonding to Molars - The Effect of Etch Time (an in vitro study), *Eur. J. Orthod.* 20; 195-199.
75. Johnston, C.D., Hussey, D.I., Burden, D.J. (1996). The Effect of Etch Duration on the Microstructure of Molar Enamel: An In Vitro Study, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 109; 531-534.
76. Jones, M.L, Pizarro, K.A. (1994). A Comparative Study of the Shear Bond Strengths of Four Different Crystal Growth Solutions, *Br. J. Orthod.*, 21; 133-137.
77. Jones, S.P., Gledhill, J.R., Davies, E.H. (1999). The Crystal Growth Technique-a Laboratory Evaluation of Bond Strengths, *Eur. J. Orthod.* 21; 89-93.
78. Jost-Brinkmann, P.G., Stein, H., Miethke, R.R., Nakata, M. (1992). Histologic Investigations of the Human Pulp After Thermodebonding of Metal and Ceramic Brackets, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 95; 306-311.
79. Kaidonis, J.A., Richards, L.Z., Townsend, G.C., Tansley, G.D., (1998). Wear of Human Enamel: A Quantitative In Vitro Assessment, *J. Dent. Res.*, 77; 1983-1990.
80. Kapoor, D.N., Mahendru, D.V., Sharma, V.P., Tandon, P. (2005). Photographic Appraisal of Crystal Lattice Growth Technique, *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent.*, 23; 171-178.

- 81.** Katona, T.R. (1997). A Comparison of the Stresses Developed in Tension, Shear/Peel Testing of Direct Bonded Orthodontic Brackets-A Finite Element Model, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 112; 244-251.
- 82.** Katona, T.R. (1997). Stresses Developed During Clinical Debonding of Stainless Steel Orthodontic Brackets, *Angle Orthod.*, 67; 39-46.
- 83.** Klocke, A, Kahi-Nieke, B. (2006). Effect of Debonding Force Direction on Orthodontic Shear Bond Strength, *Am. J. Orthod Dentofacial Orthop.*, 129; 261-265.
- 84.** Koupis, N.S., Eliades, T., Athanasiou, A.E. (2008). Clinical Evaluation of Bracket Bonding Using Two Different Polymerization Sources, *Angle Orthod.*, 78; 922-925.
- 85.** Larmour, C.J, Stirrups, D.R. (2001). An Ex Vivo Assesment of a Resin Modified Glass Ionomer Cement in Relation to Bonding Technique. *J. Orthod.*, 28; 207-210.
- 86.** Larmour, C.J, Stirrups, D.R. (2003). An Ex Vivo Assesment of a Bonding Technique Using a Self Etch Primer, *J. Orthod.*, 30; 225-228.
- 87.** Larmour, C.J., Bateman, G., Stirrups, D.R. (2006). An Investigation Into the Bonding of Orthodontic Attachments to Porcelain, *Eur. J. Orthod.*, 28; 74-77.
- 88.** Larmour, C.J., Mccabe, J.F., Gordon, P.H. (1998). An Ex Vivo Investigation into the Effects of Chemical Solvents on the Debond Behaviour of Ceramic Orthodontic Brackets, *Brit. J. Orthod.*, 25; 35-39.
- 89.** Larmour, C.J., Mccabe, J.F., Gordon, P.H. (1998). Notching of Orthodontic Bonding Resin To Facilitate Ceramic Bracket Debond an Ex Vivo Investigation, *Brit. J. Orthod.*, 25; 289-291.

90. Legler, L.R, Retief, D.H., Bradley, E.L. (1990). Effects of Phosphoric Acid Concentration and Etch Duration on Enamel Depth of Etch: An In Vitro Study, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 98; 154-160.
91. Legler, L.R, Retief, D.H., Bradley, E.L. (1989). Effects of Phosphoric Acid Concentration and Etch Duration on the Shear Bond Strength of an Orthodontic Resin to Enamel, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 96; 485-492.
92. Lippert, F., Parker, D.M., Jandt, K.D., (2004). In Vitro Demineralization/remineralization Cycles of Human Tooth Enamel Surfaces Investigated by AFM and Nanoindentation, *J. Colloid Interface Sci*, 280; 442-448.
93. Linklater, R.A., Gordon, P.H. (2001). An Ex Vivo Study to Investigate Bond Strength of Different Tooth Types, *J. Orthod.* 28,; 59-65.
94. Main, C., Thomson, J.L., Cummings, A., Field, D., Stephen, K.W. (1983). Surface Treatment Studies Aimed at Streamlining Fissure Sealant Application, *J. Oral Rehabil.*, 10; 307-317.
95. Mattick, C.R., Hobson, R.S., (2000). A Comparative Micro-Topographic Study of the Buccal Enamel of Different Tooth Types, *J. Orthod.*, 27; 143-148.
96. Mavropoulos, A., Staudt, C.B., Kiliaridis, S., Krejci, I. (2005). Light Curing Time Reduction: In Vitro Evaluation of New Intensive Light Emitting Diode Curing Units, *Eur. J. Orthod.* 27, 408-412.
97. McCabe, J.F. (1998). Resin Modified Glass Ionomers, *Biomaterials*, 19; 521-527.
98. McCabe, J.F., Carrick, T.E. (1986). A Statistical Approach to the Mechanical Testing of Dental Materials. *Dental Materials*, 2; 139-142.
99. Miller, R.A. (2001). Laboratory and Clinical Evaluation of a Self Etch Primer, *J. Clin. Orthod.*, 35; 42-45.

- 100.** Millet, D.T., Mc Gabe, J.F., Gordon, P.H. (1993). The Role of Sandblasting on the Retention of Metallic Brackets Applied with Glass Ionomer Cement, *Br. J. Orthod.*, 20; 117-122.
- 101.** Millett, D.T., Cummings, A. Letters, S., Roger, E., Love, J. (2003). Resin Modified Glass Ionomer, Modified Composite or Conventional Glass Ionomer for Band Cementation? An In Vitro Evaluation, *Eur. J. Orthod.*, 25; 609-614.
- 102.** Mirabella, D., Spina, R., Scognamiglio, G., Luca, L., Gracco, A., Siciliani, G. (2008). LED vs Halogen Light-Curing of Adhesive-Precoated Brackets, *Angle Orthod.*, 78; 935-940.
- 103.** Miura, F., Nakagawa, K., Ishizaki, A. (1973). Scanning Electron Microscopic Studies on the Direct Bonding System, *Bull. Tokyo Med. Dent. Univ.*, 20; 245-60.
- 104.** Moorhead, J.E., Rao, P.V., Anusavice, K.J. (1994). Guidelines for Experimental Studies, *Dental Materials*, 10; 45-51.
- 105.** Newman, G.V. (1965). Epoxy Adhesives for Orthodontic Attachments: Progress Report, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 51; 901-912.
- 106.** Nkenke, E., Hirschfelder, U., Martus, P., Eberhard, H. (1997). Evaluation of the Bond Strength of Different Bonding Systems to Bovine Enamel, *Eur. J. Orthod.*, 19; 259-70.
- 107.** Nordenvall, K.J., Brannstrom, M., Malmgren, O. (1980). Etching of Deciduous and Young and Old Permanent teeth. A Comparison Between 15 and 60 Seconds of Etching. *Am. J. Orthod.* 78, 99-108.
- 108.** Oesterle, L.J., Messersmith, M.L., Devine, S.M., Ness, C.F. (1995). Light and Setting Times of Visible Light Cured Orthodontic Adhesives. *J. Clin. Orthod.* 29; 31-36.

- 109.** Oesterle, L.J., Newman, S.M., Shellhart, W.C. (2001). Rapid Curing of Bonding Composite with a Xenon Plasma Arc Light, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 119; 610-616.
- 110.** Oesterle, L.J., Shellhart, W.C., Belanger, G.K. (1998). The Use of Bovine Enamel in Bonding Studies, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 114; 514-519.
- 111.** Oliver, R.G. (1988). The Effect of Different Methods of Bracket Removal on the Amount of Residual Adhesive, *Am. J. Orthod.*, 93; 196-200.
- 112.** Oliver, R.G., Griffiths, J. (1992). Different Techniques of Residual Composite Removal Following Debonding- Time Taken and Surface Enamel Appearance, *Br. J. Orthod.*, 19; 131-137.
- 113.** Oliviera, S.R., Rosenback, G., Brunhard, I.M., Almeida, M.A., Chevitaese, O. (2004). A Clinical Study of Glass Ionomer Cement, *Eur. J. Orthod.*, 26; 185-189.
- 114.** Olsen, M.E., Bishara, S.E., Boyer, D.B., Jakobsen, J.R. (1996). Effect of Varying Etching Times on the Bond Strength of Ceramic Brackets, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 109; 403-409.
- 115.** Olsen, M.E., Bishara, S.E., Damon, P., Jakobsen, J.R. (1997). Evaluation of Scotchbond Multipurpose and Maleic Acid as Alternative Methods of Bonding Orthodontic Brackets, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 111; 498-501.
- 116.** Osorio, T., Toledano, M., Garcia-Godoy, F. (1999). Bracket Bonding with 15- or 60- Second Etching and Adhesive Remaining on Enamel After Debonding. *Angle Orthod.*, 69; 45-48.
- 117.** Örtendahl, T. W., Thilander, B. (1998). Use of Glass-Ionomers for Bracket Bonding—An Ex Vivo Study Evaluating a Testing Device for In Vivo Purposes, *Eur. J. Orthod.*, 20; 201–208.

- 118.** Özcan, M., Finnema, K., Ybema, A. (2008). Evaluation of Failure Characteristics and Bond Strength after Ceramic and Polycarbonate Bracket Debonding: Effect of Bracket Base Silanization, *Eur. J. Orthod.*, 30; 176-182.
- 119.** Öztoprak, M.O., Işık, F., Sayınsu, K., Arun, T., Aydemir, B. (2007). Effect of Blood and Saliva Contamination on Shear Bond Strength of Brackets Bonded with 4 Adhesives, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 131; 238-242.
- 120.** Pashley, D.H., Franklin, R.T. (2001). Aggresiveness of Contemporary Self Etching Adhesives Part II: Etching Effects on Unground Enamel, *Dental Materials*, 17; 430-444.
- 121.** Pettemerides, A.P., Sherriff, M., Ireland, A.J., (2004). An In Vivo Study to Compare a Plasma Arc Light and a Conventional Quartz Halogen Curing Light in Orthodontic Bonding, *Eur. J. Orthod.*, 26; 573-577.
- 122.** Polyzois, G.L., Dahl, J.E., Hensten-Pettersen, A. (1995). Biological Testing of Dental Materials: Development of National and International Standards, *J. Biomater. Appl.* 9; 355-362.
- 123.** Powers, J.M., Kim, H.B., Turner, D.S. (1997). Orthodontic Adhesives and Bond Strength Testing, *Semin. Orthod.*, 3; 147-156.
- 124.** Pus, M.D., Way, D.C. (1980). Enamel Loss Due to Orthodontic Bonding With Filled and Unfilled Resins Using Various Clean-Up Techniques. *Am. J. Orthod.*, 77; 269-283.
- 125.** Rajapogal, R., Padmanabhan, S., Gnanamani, J., (2004). A Comparison of Shear Bond Strength and Debonding Characteristics of Conventional, Moisture-Insensitive, and Self-Etching Primers In Vitro, *Angle Orthod.*, 74; 264-268.

- 126.** Reisner, K.L., Levitt, H.L., Mante, F. (1997). Enamel Preparation for Orthodontic Bonding: A Comparison Between the Use of a Sandblaster and Current Techniques, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop*, 111; 366-373.
- 127.** Retief, D.H., Denys, F.R. (1979). Finishing of Enamel Surfaces After Debonding of Orthodontic Attachments. *Angle Orthod.*, 49;1-10.
- 128.** Rode, K.M., Kawano, Y., Turbino, M.L. (2007). Evaluation of Curing Light Distance on Resin Composite Microhardness and Polymerization, *Oper. Dent.*, 32; 571-578.
- 129.** Romano, F.L., Tavares, S.W., Nouer, D.F., Consani, S., Araújo Magnani, M.B. (2005). Shear Bond Strength of Metallic Orthodontic Brackets Bonded to Enamel Prepared with Self-Etching Primer, *Angle Orthod.*, 75; 849-853.
- 130.** Sargison, A.E., McCabe, J.F., Millett, D.T., (1999). A Laboratory Investigation to Compare Enamel Preparation by Sandblasting or Acid Etching Prior to Bracket Bonding, *Brit. Journal Orthod.*, 26; 141-146.
- 131.** Sayınsu, K., Işık, F., Sezen, S., Aydemir, B., (2006). New Protective Polish Effects on Shear Bond Strength of Brackets, *Angle Orthod.*, 76; 306-309.
- 132.** Sernetz, F. (2005). Standardization of Orthodontic Products - Does it Make Sense?, *J. Orofac. Orthop.*, 66; 307-318.
- 133.** Sfondrini, M.F., Cacciafesta, V., Pistorio, A., Sfondrini, G. (2001). 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.*, 119; 30-35.
- 134.** Shamma, I., Ngan, P., Kim, H., Kao, E., Gladwin, M., Günel, E., Brown, C. (1999). Comparison of Bracket Debonding Force Between Two Conventional Resin

Adhesives and a Resin Reinforced Glass Ionomer Cement, an In Vitro and In Vivo Study, *Angle Orthod.*, 69; 463-469.

135. Sheridan, J.J., Brawley, G., Hastings, J. (1989). Electrothermal Debracketing, Part I An In Vitro Study, *Am J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 89; 21-27.

136. Siegel, S.C., von Fraunhofer, J.A. (1999). Irrigating Solution and Pressure Effects on Tooth Sectioning with Surgical Burs, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 87; 552-556.

137. Signorelli, M.D., Kao, E., Ngan, P.W., Gladwin, M.A. (2006). Comparison of Bond Strength Between Orthodontic Brackets Bonded with Halogen and Plasma Arc Curing Light: An In Vitro Study and In Vivo Study, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 129; 277-282.

138. Sonis, A.L. (1996). 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.*, 110; 96-98.

139. Söderholm, K.J. (1991). Correlation of In Vivo and In Vitro Performance of Adhesive Restorative Materials: A Report of the ASC MD 156 Task Group on the Test Methods for the Adhesion of Restorative Materials, *Dental Materials*, 7; 74-83.

140. Stanford, S.K., Wozniak, W.T., Fan, P.L. (1997). The Need for Standardization of Test Protocols, *Semin. Orthod.*, 3; 206-209.

141. Stanley, H.R. (1993). An Urgent Plea for a Standardized Bonding (Adhesion) Test, *J. Dent. Res.*, 72; 1362-1363.

142. Swartz, M.L. (2004). Orthodontic Bonding, *Orthod. Select*, 16; 1-4.

143. Tagami, J., Hosoda, H., Fusayama, T. (1988). Optimal Technique for Etching Enamel, *Oper. Dent.*, 4; 181-184.

- 144.** Talbot, T.Q., Blankenau, R.J., Zobitz, M.E., Weaver, A.L., Lohse, C.M, Rebellato, J. (2000). Effect of Argon Laser Irradiation on Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets: An in Vitro Study, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 118; 274-279.
- 145.** Thompson, R.E., Way. D.C. (1981). Enamel Loss Due to Prophylaxis and Multiple Bonding/Debonding of Orthodontic Brackets, *Am. J. Orthod.*, 79; 282-295.
- 146.** Tocchio, R.M., Williams, P.T., Mayer, F.J., Standing, K.G. (1993). Laser Debonding of Orthodontic Ceramic Brackets, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthod.*, 103; 155-162.
- 147.** Tyas, M.J. (1991). Dental Materials Science--The Maintenance of Standards, *J. Oral Rehabil.*, 18; 105-110.
- 148.** Urabe, H., Rossouw, P.E., Titley, K.C, Paedo, D., Yamin, C. (1999). Combinations of Etchants, Composite Resins, and Brackets Systems: An Important Choice in Orthodontic Bonding Procedures, *Angle Orthod.*, 69; 267-275.
- 149.** Üşümez, S., Büyükyılmaz, T., Karaman, A.İ. (2003). Effects of Fast Halogen and Plasma Arc Curing Lights on the Surface Hardness of Orthodontic Adhesives for Lingual Retainers, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 123; 641-648.
- 150.** Üşümez, S., Orhan, M., Üşümez, A., (2002). Laser Etching of Enamel for Direct Bonding with an Er, Cr: YSGG Hydrokinetic Laser System, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 122; 649-656.
- 151.** Van Waveren Hogervorst, W.L., Feilzer, A.J., Prahl-Andersen, B. (2000). 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.*, 117; 20-26.

- 152.** Vicente, A., Bravo, L.A., Romero, M. (2005). Influence of a Nonrinse Conditioner on the Bond Strength of Brackets Bonded With a Resin Adhesive System, *Angle Orthod.*, 75; 400-405.
- 153.** Von Fraunhofer, J.A., Allen, D.J., Orbell, G.M. (1993). Laser Etching of Enamel for Direct Bonding, *Angle Orthod.*, 1; 73-76.
- 154.** Von Fraunhofer, J.A., Siegel, S.C. (2000). Enhanced Dental Cutting Through Chemomechanical Effects, *J. Am. Dent. Assoc.*, 131; 1465-1469.
- 155.** Von Fraunhofer, J.A., Siegel, S.C. (2003). Using Chemomechanically Assisted Diamond Bur Cutting for Improved Efficiency, *J. Am. Dent. Assoc.*, 134; 53-58.
- 156.** Wang, W.N., Lu, T.C. (1991). Bond Strength with Various Etching Times on Young Permanent Teeth, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 100; 72-79.
- 157.** Watson, T.F., Cook, R.J. (1995). The Influence of Bur Blade Concentricity on High Speed Tooth-Cutting Interactions: A Video Rate Confocal Microscopic Study, *J. Dent. Res.*, 74; 1749-1755.
- 158.** Williams, V.D, Svare, C.W. (1985). The Effect of Five Year Storage Prior to Bonding on Enamel/Composite Bond Strength, *J. Dental Research*, 64; 151-154.
- 159.** Zachrisson BU, Årtun J. (1979). Enamel Surface Appearance After Various Debonding Techniques, *Am. J. Orthod.*, 75; 121-137.
- 160.** Zachrisson, B.U. (1977). A Post Treatment Evaluation of Direct Bonding in Orthodontics, *Am. J. Orthod.*, 71; 173.
- 161.** Zachrisson, B.U. (2000). Orthodontic Bonding to Artificial Tooth Surfaces: Clinical Versus Laboratory Findings, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 117; 592-594.

- 162.** Zachrisson, B.U., Brobakken, B.O. (1978). Clinical Comparison of Direct Versus Indirect Bonding with Different Bracket Types and Adhesives, *Am. J. Orthod.*, 74; 62-78.
- 163.** Zachrisson, B.U., Büyükyılmaz, T., Zachrisson, Y.O. (1995). Improving Orthodontic Bonding to Silver Amalgam, *Angle Orthod.*, 65; 35-42.
- 164.** Zanet, C.G., Arana-Chavez, V.E., Fava, M. (2006). Scanning Electron Microscopy Evaluation of the Effect of Etching Agents on Human Enamel Surface, *J. Clin. Pediatr. Dent.*, 30; 247-250.
- 165.** Zarrinnia, K., Eid, N.M., Kehoe, M.J. (1995). The Effect of Different Debonding Techniques on the Enamel Surface: An In Vitro Qualitative Study, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 108; 284-293.
- 166.** Zeppieri, I.L., Chung, C., Mante, F.K. (2003). Effect of Salive on Shear Bond Strength of an Orthodontic Adhesive Used with Moisture Insensitive and Self Etching Primers, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 124; 414-419.
- 167.** Zidan, O., Hill, G. (1986). Phosphoric Acid Concentration: Enamel Surface Loss and Bonding Strength, *J. Prosthetic Dent.*, 55; 388-392.
- 168.** Zinelis, S., Eliades, T., Eliades, G., Makou, M., Silikas, N. (2005). Comparative Assessment of the Roughness, Hardness and Wear Resistance of Aesthetic Bracket Materials, *Dental Materials*, 21; 890 – 894.

ÖZGEÇMİŞ

21.08.1979 tarihinde NAZILLI'de doğdum. İlköğrenimimi Nazilli 5 Eylül İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimimi İzmir Amerikan Lisesi'nde tamamladım. 1997 yılında Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nde eğitim almaya hak kazandım. 2002 yılında mezun olduğum fakültenin Ortodonti Anabilim Dalı Doktora Programı'na kabul edildim. 14.04.2007 yılında Arzu Aykut ile evlendim.