



T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

FARKLI İNTERPROKSİMAL MİNE AŞINDIRMA
YÖNTEMLERİNİN PULPAL MİKROSİRKÜLASYON
SİMÜLASYONU ALTINDAKİ PULPA ISISI VE MİNE
YÜZEYİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Betül KAZAN GÜRLER

Aralık 2018
DENİZLİ

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

FARKLI İNTERPROKSİMAL MİNE AŞINDIRMA YÖNTEMLERİNİN
PULPAL MİKROSİRKÜLASYON SİMÜLASYONU ALTINDAKİ
PULPA ISISI VE MİNE YÜZEYİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

Betül KAZAN GÜRLER

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU

Denizli, 2018

UZMANLIK TEZİ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Öğrencisi Betül KAZAN GÜRLER'in Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU yönetiminde uzmanlık tezi olarak hazırladığı "**Farklı İnterproksimal Mine Aşındırma Yöntemlerinin Pulpal Mikrosirkülasyon Simulasyonu Altındaki Pulpa Isısı ve Mine Yüzeyi Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi**" başlıklı bu çalışma, jürimizce Diş Hekimliği Fakültesi Uzmanlık Eğitim Öğretim ve Sınav Yönergesi'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek "**KABUL/RED**" edilmiştir. 27/12/2018

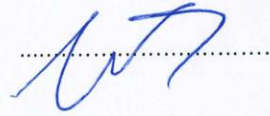
Jüri Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Mine GEÇGELEN CESUR
Adnan Menderes Üniversitesi



Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU
Pamukkale Üniversitesi

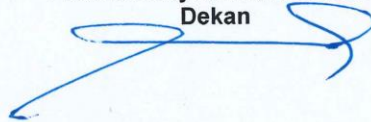


Üye: Dr. Öğr. Üyesi Yazgı AY ÜNÜVAR
Adnan Menderes Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulu'nun
09/01 / 2019 tarih ve ...34.1.2... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hayati Murat AKGÜL
Dekan



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

Öğrenci Adı Soyadı : Betül KAZAN GÜRLER

İmza :



:

ÖZET

FARKLI İNTERPROKSİMAL MİNE AŞINDIRMA YÖNTEMLERİNİN PULPAL MİKROSİRKÜLASYON SİMÜLASYONU ALTINDAKİ PULPA ISISI VE MİNE YÜZEYİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

KAZAN GÜRLER, Betül
Uzmanlık Tezi, Ortodonti AD
Tez Yöneticisi: Dr. Öğr. Üyesi Serpil ÇOKAKOĞLU
Aralık 2018, 86 Sayfa

Çalışmamızın amacı farklı interproksimal mine aşındırma yöntemlerinin pulpal mikrosirkülasyon simülasyonu altındaki pulpa ısısı ve mine yüzeyine olan etkilerinin değerlendirilmesidir. Çalışmamız kapsamında her grupta 15 adet olmak üzere toplam 60 adet alt premolar dişe elmas kaplı metal el zımparası, döner aletler ile çalışan perfore stripping disk, segmental disk ve mini aşındırma bantları ile aşındırma uygulanmıştır. Pulpa odasında belirli bir akış hızında (0,026 ml/dk) mikrosirkülasyonu simüle eden deneysel sistem oluşturulup, aşındırma esnasında pulpa odasında meydana gelen ısı artışları termokapl aracılığıyla ölçülmüştür. Daha sonra aşındırma yapılan her bir gruptan rastgele 5 adet premolar diş seçilip, mine yüzeylerinin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri elde edilmiş, yüzey düzensizlikleri değerlendirilmiştir.

Yapılan ölçümler sonucunda tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı ısı artışları görülmüştür ($p<0,05$). Perfore stripping disk grubunda meydana gelen ısı artışı diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Fakat hiçbir grubun ortalama ısı artışı pulpa sağlığı için kritik değer olan $5,5^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerinde bulunmamıştır. Taramalı elektron mikroskobu ile incelenen mine yüzeyi değerlendirilmesinde, en pürüzlü alanın perfore stripping disk grubunda, takiben mini aşındırma grubu ve segmental disk grubunda, en az pürüzlü alanın da el zımparası grubunda olduğu gözlenmiştir.

Pulpal mikrosirkülasyonun soğutucu etkisi nedeniyle ölçülen ortalama ısı artışları kritik düzeyin altında olduğu için tüm interproksimal aşındırma yöntemlerinin güvenle kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Aşındırma sonrasında mine yüzeyinde farklı düzeylerde pürüzlülük meydana gelmiştir. Bu nedenle aşındırma sonrası polisaj uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mikrosirkülasyon, mine yüzeyi, pulpa ısısı, stripping

Bu çalışma PAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2018DİŞF001).

ABSTRACT

EFFECTS OF DIFFERENT STRIPPING PROCEDURES ON TEMPERATURE RISE IN THE PULP CHAMBER UNDER SIMULATED PULPAL MICROCIRCULATION AND ON THE ENAMEL SURFACES

KAZAN GURLER, Betul
Speciality Thesis, Orthodontics
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Serpil COKAKOGLU
December 2018, 86 Pages

The aim of our study was to evaluate the effects of different interproximal enamel etching methods on pulp temperature and enamel surface under pulpal microcirculation simulation. Within the scope of our study, sixty lower premolar teeth were separated into four groups of 15 teeth each. The stripping procedures were performed with a diamond coated metal hand stripper, perforated stripping disc, segmental disc and mini abrasive stripping band. An experimental system simulating the microcirculation at a certain flow rate (0.026 ml/min) was created in the pulp chamber and the temperature increases in the pulp chamber during abrasion were measured by means of thermocouple. Then, 5 premolar teeth were selected randomly from each group and scanning electron microscopy images of the enamel surfaces were obtained and surface irregularities were evaluated.

As a result of the measurements, statistically significant temperature increases were observed in all groups ($p < 0.05$). The increase of heat in perforated stripping disc group was significantly higher than other groups ($p < 0.05$). However, the average heat increase was found less than critical threshold (5.5°C) in all groups. In the evaluation of the enamel surface examined by scanning electron microscopy, the roughest area was observed in the perforated stripping disk group, followed by the mini abrasive band group and segmental disc group, and the least rough area was in the hand stripper group.

It was concluded that, with the coolant effect of pulpal microcirculation as the measured average temperature rises are below the critical level, the interproximal reduction procedures can be used safely. Different levels of roughness have occurred on the enamel surface after stripping. Therefore, polishing is recommended after stripping.

Keywords: Enamel surface, microcirculation, pulp temperature, stripping

This study was supported by Pamukkale University Scientific Research Projects Coordination Unit through Project numbers 2018DISF001.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık tez alıőmam sűresince benden hiçbir yardımı esirgemeyen, tecrűbelerinden faydalandıđım sevgili tez danıőman hocam Dr. Őđr. Őyesi Serpil OKAKOđLU'na,

Tez çalıőmamın hazırlanması sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Dr. Őđr. Őyesi İhsan Furkan ERTUğRUL'a,

İstatistiksel analizlerin gerçekleőtirilmesinde yardımcı olan Sayın Őđr. Gör. Hande ŐENOL'a,

Tez çalıőmamı maddi olarak destekleyen Pamukkale Őniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine,

Uzmanlık eđitimim sűresince hep yanımda olan ve desteklerini benden esirgemeyen, birlikte çalıőmaktan mutluluk duyduđum Pamukkale Őniversitesi Diő Hekimliđi Fakűltesi Ortodonti Anabilim Dalı asistan arkadaőlarıma,

Hayatım boyunca beni her konuda destekleyen, her koőulda yanımda olan, varlıklarını her zaman hissettiren sevgili aileme ve eőime sonsuz sevgi ve teőekkűrlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç.....	3
2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI	4
2.1. Oklüzyon	4
2.2. Normal Oklüzyon ve İdeal Oklüzyon.....	4
2.3. Maloklüzyon	5
2.4. Ortodontide Yer Kazanma Yöntemleri	6
2.4.1. Diş Çekimi	7
2.4.2. Molar Distalizasyonu	8
2.4.3. Kesici Protrüzyonu	8
2.4.4. Diş Kavsinin Transversal Yönde Genişletilmesi	8
2.5. İnterproksimal Mine Aşındırması	9
2.5.1. İnterproksimal Mine Aşındırmasının Fizyolojik Mantığı	9
2.5.2. İnterproksimal Mine Aşındırmasının Uygulama Amaçları.....	10
2.5.3. İnterproksimal Mine Aşındırmasının Kontrendikasyonları	12
2.5.4. İnterproksimal Mine Aşındırması Uygulama Yöntemleri.....	12
2.5.4.1. Mekanik Aşındırma.....	12
2.5.4.2. Kimyasal Aşındırma.....	14
2.5.4.3. Mekanik ve Kimyasal Aşındırma.....	14
2.5.5. Diş Minesi Kalınlığı ve Aşındırılabilir Mine Miktarı	15
2.5.6. İnterproksimal Mine Aşındırmasının Olası Komplikasyonları	15
2.5.6.1. Yumuşak Doku Hasarı.....	15
2.5.6.2. Periodontal Sağlık	16

2.5.6.3. Pulpada Isı Artışı	17
2.5.6.4. Yüzey Pürüzlülüğü	20
2.5.7. Yüzey Pürüzlülüğünü İnceleme Yöntemleri	24
2.5.7.1. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM)	24
2.5.7.2. Profilometre	25
2.5.7.3. Kontak Profilometre	25
2.5.7.4. Optik Profilometre (Lazer Profilometre).....	25
2.5.7.5. Konfokal Lazerli Taramalı Mikroskop.....	26
2.5.7.6. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AKM)	26
2.6. Hipotez.....	26
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	27
3.1. Etik Kurul Onayı	27
3.2. Çalışmamızda Kullanılacak Örnek Sayısının Belirlenmesi.....	27
3.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması	27
3.4. Çalışmamızda Kullanılan İnterproksimal Mine Aşındırma Araçları.....	29
3.4.1. Manuel İnterproksimal Mine Aşındırma Araçları	29
3.4.2. Elmas Kaplı Perfore Çelik Disk.....	29
3.4.3. Segmental Elmas Kaplı Disk	30
3.4.4. Döner Başlık Üzerine Takılan Mini Aşındırma Bantları	30
3.5. Çalışma Örneklerinin Hazırlanması	31
3.6. Pulpal Mikrosirkülasyon Simülasyon Modeli	34
3.7. Dişlerin Aşındırılması	36
3.7.1. Şerit Zımpara ile Yapılan Manuel Aşındırma	36
3.7.2. Elmas Kaplı Çelik Perfore Disk ile Aşındırma	36
3.7.3. Segmental Elmas Kaplı Çelik Disk ile Aşındırma	37
3.7.4. Mini Aşındırma Bant ile Aşındırma.....	38
3.8. Taramalı Elektron Mikroskobu ile İnceleme	38
3.9. İstatistiksel Analiz.....	40
4. BULGULAR	41
4.1. Pulpa Odasında Meydana Gelen Isı Artışına Ait Bulgular.....	41
4.2. Yüzey Pürüzlülüğüne Ait Bulgular	44
5. TARTIŞMA.....	51
6. SONUÇLAR	62
7. KAYNAKLAR.....	63
8. EKLER	72
Ek.1.....	72
9. ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Çalışmamızda kullanılan elmas kaplı zımpara ve özel tutucu	29
Şekil 3.2.	Çalışmamızda kullanılan elmas kaplı perfore çelik disk	29
Şekil 3.3.	Çalışmamızda kullanılan segmental elmas kaplı disk	30
Şekil 3.4.	Segmental elmas kaplı disk özel başlığı	30
Şekil 3.5.	Çalışmamızda kullanılan mini aşındırma bandı	31
Şekil 3.6.	Çalışmamızda kullanılan özel EVA başlık.....	31
Şekil 3.7.	Proksimal yüzeyden pulpa odasına açılan kavite	32
Şekil 3.8.	Aksiyal duvarın ısı transfer materyali ile kaplanması	32
Şekil 3.9.	Termokapl telin aksiyal duvarla teması.....	33
Şekil 3.10.	Giriş kavitesinin CİS ile doldurulması	33
Şekil 3.11.	Veri kaydedici.....	34
Şekil 3.12.	Pulpal mikrosirkülasyonu simüle eden çalışma modeli	34
Şekil 3.13.	Mikrosirkülasyonu sağlayan iğneler.....	35
Şekil 3.14.	Baz plağa yerleştirilmiş örnek.....	35
Şekil 3.15.	Şerit zımpara ile yapılan manuel aşındırma.....	36
Şekil 3.16.	Perfore stripping diski ile aşındırma.....	37
Şekil 3.17.	Segmental disk ile aşındırma	37
Şekil 3.18.	Mini aşındırma bandı ile aşındırma.....	38
Şekil 3.19.	Çalışmamızda kullanılan taramalı elektron mikroskobu	39
Şekil 3.20.	Çalışmamızda kullanılan kaplama cihazı.....	39
Şekil 4.1.	Herbir gruptaki dişlerin T0 ve T1 sıcaklık ortalamaları	42
Şekil 4.2.	Gruplarda meydana gelen sıcaklık artışı ortalamaları	43
Şekil 4.3.	Gruplarda oluşan sıcaklık değişimlerini gösteren boxplot grafiği.....	44
Şekil 4.4.	Mine yüzeyinin el zımparası ile 20 sn aşındırma sonrası 128X büyütmede TEM görüntüsü	44
Şekil 4.5.	Mine yüzeyinin el zımparası ile 20 sn aşındırma sonrası 500X büyütmede TEM görüntüsü	45
Şekil 4.6.	Mine yüzeyinin el zımparası ile 20 sn aşındırma sonrası 1000X büyütmede TEM görüntüsü	45

Şekil 4.7.	Mine yüzeyinin perfore stripping diski ile 20 sn aşındırma sonrası 128X büyütmede TEM görüntüsü.....	46
Şekil 4.8.	Mine yüzeyinin perfore stripping diski ile 20 sn aşındırma sonrası 500X büyütmede TEM görüntüsü.....	46
Şekil 4.9.	Mine yüzeyinin perfore stripping diski ile 20 sn aşındırma sonrası 1000X büyütmede TEM görüntüsü.....	47
Şekil 4.10.	Mine yüzeyinin segmental stripping diski ile 20 sn aşındırma sonrası 128X büyütmede TEM görüntüsü.....	47
Şekil 4.11.	Mine yüzeyinin segmental stripping diski ile 20 sn aşındırma sonrası 500X büyütmede TEM görüntüsü.....	48
Şekil 4.12.	Mine yüzeyinin segmental stripping diski ile 20 sn aşındırma sonrası 1000X büyütmede TEM görüntüsü.....	48
Şekil 4.13.	Mine yüzeyinin mini stripping bandı ile 20 sn aşındırma sonrası 128X büyütmede TEM görüntüsü.....	49
Şekil 4.14.	Mine yüzeyinin mini stripping bandı ile 20 sn aşındırma sonrası 500X büyütmede TEM görüntüsü.....	49
Şekil 4.15.	Mine yüzeyinin mini stripping bandı ile 20 sn aşındırma sonrası 1000X büyütmede TEM görüntüsü.....	50

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1.	Çalışma grupları.....	28
Tablo 4.1.	Farklı aşındırma prosedürleri sırasında pulpa odasındaki termal değişikliklerin tanımlayıcı istatistiksel değerleri ve gruplar arası karşılaştırması.....	41
Tablo 4.2.	Sıcaklık değerleri ortalamalarına göre gruplar arasındaki farklılığın incelenmesi.....	42
Tablo 4.3.	T0-T1 zaman aralığında sıcaklık ortalamaları değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	43

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

"	: İnç
%	: Yüzde
<	: 'den küçüktür
>	: 'den büyüktür
µm	: Mikrometre
AKM	: Atomik kuvvet mikroskobu
ARS	: Air rotor stripping
Au	: Altın
CİS	: Cam iyonomer siman
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
Er:YAG	: Erbium-doped yttrium aluminium garnet laser
ERS	: Electric Rotor Slenderization
kV	: Kilovolt
LED	: Light emitting diode
Maks	: Maksimum
Min	: Minimum
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
Nd:YAG	: Neodymium-doped yttrium aluminium garnet laser
nm	: Nanometre
°C	: Derece Celsius
Ort	: Ortalama
p	: Anlamlılık düzeyi
Pd	: Palladyum
QTH	: Quartz Tungsten Halojen
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
sn	: Saniye
SS	: Standart sapma
TEM	: Taramalı elektron mikroskobu
ΔT	: İki zaman arası sıcaklık değişim miktarı

1. GİRİŞ

Ortodontik tedavide amaç ideal bir oklüzyon elde etmek, diş ve yüz estetiğinin sağlanması ve bu sonuçların uzun dönem korunmasıdır. Düzgün sıralanmış simetrik diş kavisleri, yeterli overjet ve overbite ilişkisi, dinamik ve statik bir oklüzyon elde edebilmek için diş kavislerinde yer sağlamak gerekebilmektedir. Tedavi planlamasında, yer ihtiyacı iki aşamada düşünülmelidir. Birinci aşamada; çapraşıklığa bağlı yer ihtiyacı belirlenir. İkinci aşamada ise okluzal düzlemin düzeltilmesi, ark genişliğindeki değişiklikler, kesici dişlerin ön-arka yöndeki eğimleri ve dişlerin angulasyon-inklinasyon değişiklikleri gibi ilave yer ihtiyacına gereksinim duyulan durumlar tespit edilir (Kirschen vd 2000). Diş kavislerindeki yer ihtiyacı, alçı modeller veya dijital modeller üzerinde ölçümler yapılarak belirlenir. Bu ölçümler, mevcut yer miktarı ve dişlerin düzgün sıralanması için gerekli olan yer miktarının karşılaştırılmasını sağlar. Diş kavsinde dişlerin düzgün sıralanması için gerekli olan yerin eksikliğinde çapraşıklık görülür (Proffit 2013). Yer ihtiyacı miktarının belirlenmesi, özellikle çekimli veya çekimsiz tedavi kararının verilmesinde önemli bir kriterdir.

Araştırmalar, çekimli yapılan tedavilerde stabilitenin kesin olmadığını bildirmektedir (Bolton 1958, Betteridge 1981, Little vd 1981). Çekimli ve çekimsiz tedavi edilen sınır vakalar arasında stabilite bakımından fark olmaması çekimsiz tedaviye ilgiyi arttırmıştır (Alexander vd 1986, Proffit 2013). Diş çekimi yapılmaksızın yer ihtiyacını gidermek amacıyla çeşitli yer kazanma yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar; transversal yönde diş kavislerinin genişletilmesi, kesici dişlerin protrüzyonu, dişlerin distalizasyonu ve interproksimal mine dokusunun aşındırılmasıdır (Proffit 2013).

İnterproksimal aşındırma, diğer bir deyişle stripping, dişlerin ara yüzeylerinden dişlere zarar verilmeksizin kontrollü miktarda mine materyalinin kaldırılmasıdır. Dişlerin daha iyi sıralanması ve düzeltilen diş diziliminin uzun süre korunması amacıyla uygulanır (Alexander 2008, Agenter vd 2009). Stripping; hafif ve orta şiddetteki çapraşıklığı çözme, bolton uyumsuzluğunu giderme, ara yüzey kontakt noktalarını şekillendirme, siyah üçgen alanları giderme, diş kavsi formunu koruma ve nüksün önüne geçme amaçlarıyla uygulanır (Andrews 1972, Arman vd 2006).

İnterproksimal mine aşındırması prosedürünün ortodonti pratiğinde rutin hale gelmesinden dolayı muhtemel olumsuz etkileri ile ilgili birtakım çalışmalar yapılmıştır. Bazı çalışmalar interproksimal mine yüzeyi bütünlüğünün iyatrojenik yaralanmalarının,

yani oluşan mine yüzeyi pürüzlülüğünün ve andırkat alanların, plak birikimini artırması nedeniyle, çürük ve periodontal hastalıklar için predispozan faktör olabileceği üzerinde durmuştur (Twesme vd 1994, Zachrisson 2004, Mikulewicz vd 2007). Öte yandan, bazı çalışmalarda da interproksimal mine aşındırması yapılan yüzeylerin, değiştirilmemiş yüzeylere göre çürük veya periodontal hastalık açısından daha duyarlı olmadığı savunulmuştur (Sheridan ve Ledoux 1989, Crain ve Sheridan 1990). Aynı şekilde interproksimal mine aşındırması sonrası çürük riskinin araştırıldığı bir çalışmada, çürüğün interproksimal mine aşındırmasından etkilenmediği bildirilmiştir (Jarjoura vd 2006).

İnterproksimal mine aşındırmasının başka bir olası yan etkisi de prosedür esnasında meydana gelen ısı artışıdır. Bu nedenle bazı çalışmalarda interproksimal aşındırma esnasında su soğutması uygulanması ile olası zararlı etkilerin önüne geçilebileceği savunulmuştur (Zachrisson 1986, Sheridan ve Ledoux 1989). Günümüzde ortodonti pratiğinde yüksek devirli döner aletlerle çalışan su soğutmalı yöntemler kullanıldığı gibi, rutin olarak kullanılan yöntemlerin birçoğu manuel ve düşük devirli döner aletlerle çalışan su soğutmasız yöntemlerdir (Chudasama ve Sheridan 2007, Frindel 2010).

Zach ve Cohen'e göre pulpada meydana gelen 5,5°C'den fazla ısı artışı inflamasyona neden olmaktadır. Maymun dişleri üzerinde gerçekleştirilen araştırmaya göre 6°C'lik ısı artışı dişlerin %15'inde, 10°C'lik ısı artışı dişlerin %60'ında geri dönüşümsüz pulpa hasarı meydana getirmiştir. Isı artışının 11°C ve daha fazla olması dişlerin tümünde pulpa nekrozuna yol açmıştır (Zach ve Cohen 1965). Yüksek devirle çalışan döner aletlerin kullanımını içeren bazı tekniklerin ısı ürettiği ve yeterli soğutma kullanılmaması durumunda pulpal dokularda bazı yan etkilere neden olabileceği bulunmuştur (Öztürk vd 2004, Uysal vd 2005).

Dentin pulpa kompleksine transfer edilen eksternal uyarılarda, pulpanın vasküler mikrosirkülasyonunun, pulpa içi ısı regülasyonunu sağlayan önemli faktörlerden biri olduğu ortaya çıkmıştır (Raab ve Müller 1989, Raab 1992, Kodonas vd 2009). Dolayısıyla mikrosirkülasyon yokluğunda, intrapulpal ısı değişimini değerlendiren çalışmalarda daha yüksek ve yanıltıcı değerler elde edilmesi olasıdır. Pulpal mikrosirkülasyon simülasyonu yokluğunda yapılmış olan diğer çalışmalarda, dişlerde uygulanan bazı mine aşındırması veya adeziv temizleme prosedürleri esnasında pulpada inflamasyona neden olan 5,5°C'lik kritik düzeyin üzerinde pulpa ısısında artışlar bildirilmiştir (Uysal vd 2005, Baysal vd 2007).

1.1. Amaç

Çalışmamızın amacı, çekilmiş insan dişleri üzerinde pulpal mikrosirkülasyon simüle edilerek, farklı tekniklerle yapılan interproksimal mine aşındırması esnasında pulpa odasında meydana gelen ısı değişimlerinin ve aşındırma uygulanan mine yüzeylerinde meydana gelen retatif yüzey düzensizliklerinin taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirilmesidir.



2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Oklüzyon

Diş hekimliğinde oklüzyon, alt çenenin fonksiyonel ve parafonksiyonel hareketler sırasında istirahat konumundan yukarı doğru hareketiyle alt ve üst çenedeki dişlerin tüberkül-fossa ilişkisini sağlayacak şekilde karşılıklı olarak temas etmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Ülgen 2000). Oklüzyon dişleri, dişlerin morfolojilerini, alveol kemiği içindeki konumlanma açılarını, çiğneme kaslarını, temporomandibuler eklem ve destek yapılarını, fonksiyonel çene hareketlerini kapsayan karmaşık bir olgu olduğundan sadece dişlerin sıralanması veya statik bir kontakt ilişkisi olarak değerlendirilmesi doğru değildir (Ramfiord 1971).

2.2. Normal Oklüzyon ve İdeal Oklüzyon

Normal oklüzyonun tanımı genellikle oklüzal kontaklar, dişlerin sıralanması, overjet, overbite, dişlerin ark içi ve arklar arasında ve kemik yapılar ile olan ilişkileri üzerinden yapılmıştır (Ramfiord 1971). Buna göre, normal oklüzyonda alt büyük azı dişlerinin üst büyük azı dişlerine göre bir küçük azı dişinin meziodistal çapının yarısı kadar daha mezialde konumlandığı, overjet ve overbite miktarının ortalama 3 milimetre olduğu, alt orta kesicilerle üst üçüncü molarların antagonistleri ile teke tek kontak yaptığı, diğer dişlerin ise herbirinin karşı çeneden iki diş ile kapanışa geldiği, hiçbir dişte şekil ve konum anomalisi bulunmadığı belirtilir (Ülgen 2000).

Andrews (1972), ortodontik tedavi görmemiş, düzgün bir oklüzyona sahip 120 birey üzerinde yaptığı bir araştırmanın sonucunda normal oklüzyonu tanımlayacak 6 anahtar özellik belirlemiştir.

1) Molar ilişki: Üst birinci daimi büyük azı dişinin distobukkal tüberkülünün distal yüzeyi, alt ikinci daimi büyük azı dişinin meziobukkal tüberkülünün mezial yüzeyi ile oklüzyondadır. Üst birinci büyük azı dişinin meziobukkal tüberkülü ise alt birinci büyük azı dişinin mezial ve orta tüberkülleri arasındaki girintiye oturur.

2) Kron angulasyonu (meziodistal açılanma): Tüm dişin uzun eksenindeki açılanmayı değil, yalnızca kron kısmındaki açılanmayı tanımlar. Her kronun uzun

ekseninin gingival kısmı insizal kısmına göre daha distalde konumlanır ve bu dişten dişe değişir.

3) Kron inklinasyonu: Kronun uzun ekseninin labiolingual/bukkolingual eğimini tanımlar. Üst veya alt santral ve lateral keserlerin kron eğimleri, sürmekte olan anterior dişlerin kemik içinde aşırı derecede yükselmesini engelleyerek overbite üzerinde etki sağlar. Ayrıca arka diş kronlarının düzgün bir şekilde oklüzyona gelmeleri için referans oluşturarak, üst ve alt dişler arasındaki kontakt noktalarının doğru kurulmasını sağlar. Üst ve alt kanin ve büyük azı dişlerinde lingual kron eğimi mevcuttur.

4) Rotasyonlar: Normal bir oklüzyonda herhangi rotasyon olmamalıdır.

5) Diastemalar: Kontakt noktaları sıkı olup, dişler arasında boşluk bulunmamalıdır.

6) Spee eğrisi: Düze yakın veya hafif Spee eğimi arasında değişkenlik göstermelidir (Andrews 1972).

İdeal oklüzyon, arka bölge dişlerin normal interküspidasyonda olduğu, Sınıf I kanin ilişkili, normal overbite ve overjeti olan, lateral hareketlerde kanin koruyuculu oklüzyonun, anterior rehberliğin ve sentrik ilişki ile maksimum interküspidasyonun uyumlu olduğu bir oklüzyondur. İdeal oklüzyon; fonksiyonel ve stabil olmalıdır (Alexander 2008).

Dişlerin form ve şekilleri, sürme zamanları, çene kemiğindeki pozisyonları ile çene kemiklerinin şekil ve formları arasındaki uyumsuzluk ve çapraşıklık maloklüzyon nedenlerindedir. Dişlerin çene kemiğindeki pozisyonları ve anatomik yapıları normal oklüzyon için gerekli olan önemli faktörlerdir (Begg 1956).

2.3. Maloklüzyon

Literatürde maloklüzyon; alt ve üst dişlerin veya diş kavislerinin birbirleriyle olan çenelerarası anormal ilişkileri, yani anormal oklüzyon olarak tanımlanmaktayken; çene kemiği üzerinde bütün dişlerin sıralanması için yeterli yer olmaması, dişlerin sıkışık veya çapraşık bir şekilde sıralanmaları, bazı dişlerin diş kavsinin dışına taşmış olmaları durumu, yer darlığı veya çapraşıklık olarak tanımlanmaktadır (Ülgen 2000).

Hotz (1975), yer darlığını üç ana başlık altında sınıflandırmaktadır;

➤ Gerçek yer darlığı vakaları: Dişlerin meziodistal çapları ile çene kemiğinin büyüklüğü arasında bir uyumsuzluk söz konusu ise gerçek bir yer darlığından söz edilmektedir. Örneğin; çapraz kalıtımla çocuğun babasından iri diş yapısını, annesinden küçük çene yapısını aldığı varsayıldığında böyle bir durum meydana

gelmiş olabilir. Gerçek yer darlığı vakalarında, süt dişi çürükleri veya erken diş çekimlerinin ayrıca bir rolü yoktur.

➤ Semptomatik yer darlığı vakaları: Süt dişlerinde çürük sonucu meziodistal yöndeki madde kayıpları veya süt dişlerinin erken çekimleri sonucu meydana gelen vakalardır.

➤ Gerçek ve semptomatik yer darlığı kombinasyonu vakaları: Bu vakalar genellikle yer darlığının çok olduğu, gerçek seri çekim vakalarıdır (Ülgen 2000).

Maloklüzyonlar genellikle normal gelişimdeki farklılıklara bağlı olarak ortaya çıkar ve çok yavaş gelişir. Bu nedenle gelişim süreci boyunca pek çok etkenin maloklüzyonun oluşumunda katkısı vardır. Gelişim sırasındaki çok küçük bir sapma dahi maloklüzyona neden olabileceğinden, maloklüzyonun etiolojisini anlayabilmek için öncelikle gelişimi etkileyen faktörleri iyi bilmek gerekir.

Proffit (2013), gelişimsel bir süreç olarak tanımladığı maloklüzyonun meydana gelmesi üzerinde etkili olan faktörleri üç ana başlık altında toplamaktadır:

1- Spesifik faktörler:

- a- Embriyolojik gelişim sırasında görülen gelişim gerilikleri,
- b- İskeletsel büyüme gerilikleri,
- c- Kas disfonksiyonu,
- d- Akromegali ve hemimandibuler hipertrofi,
- e- Dişsel gelişim gerilikleri.

2- Genetik faktörler,

3- Çevresel faktörler.

2.4. Ortodontide Yer Kazanma Yöntemleri

Yer kazanma çabası ve gerekliliği birçok ortodontik vakanın tedavi planlamasında, planlamanın temelini oluşturur. Diş kavislerinde, normalde diş boyutları ile bazal ark arasında bir denge vardır. Bu denge bozulduğu zaman diş kavislerinde ya diastema denilen yer fazlalıkları veya çapraşıklıklar, dişlerde gömülü kalma durumları ortaya çıkmaktadır (Kirschen vd 2000).

Yer kazanma yöntemlerinin tercihinde belirleyici etkenler; yer darlığı miktarı, kesici dişlerin eksen eğimleri, yumuşak doku profili, iskeletsel yapı, maloklüzyonun tipi, dişlerin meziodistal genişlikleri ve şekil anomalileri, orta hat kaymaları, büyümeye bağlı etkenler, tedavi sonrası nüks, overjet/overbite miktarı, periodontal problemler ve hastanın iş birliğidir.

Yer ihtiyacı; diş çekimi, molar distalizasyonu, kesici protrüzyonu, diş kavislerinin genişletilmesi ve stripping ile kazanılır (Rossouw ve Tortorella 2003). Ortodontik tedavi

planlamasında, yer kazanma yöntemlerinden hangisi ile yer kazanılacağı hastaya bağlı faktörler ile değişmekle beraber her ortodontistin tercih ettiği yöntem de farklı olabilmektedir.

2.4.1. Diş Çekimi

Diş çekimi; dişlerin konumlarını düzeltmek, normal oklüzyonu sağlamak ve profili iyileştirmek amacıyla yapılmaktadır.

Çekimli tedavilerin; profile herhangi bir etkisi olmadığını, yüz estetiğini iyileştirdiğini, yüz estetiğini olumsuz etkilediğini ifade eden birbirinden farklı görüşler vardır (Germeç ve Taner 2008, Allgayer vd 2018, Konstantonis vd 2018).

Angle tarafından ortodontik tedavide diş kavislerinin genişletilmesinin yeterli olacağı, stabil ve estetik sonuçlar için diş çekiminin gerekli olmadığı belirtilmiştir (Proffit 2013). Angle'ın 1930'lu yıllarda çekimsiz tedavi ettiği olgularda yaygın olarak nüks gören Angle'ın son öğrencilerinden Charles Tweed, çekimsiz tedavi edilen ve nüks görülen olguları diş çekimi ile tedavi ettikten sonra bu olgularda oklüzyonun stabil kaldığını belirtmiştir. Angle'ın öğrencilerinden Raymon Begg de çekimsiz tedavilerin stabil olmadığı sonucuna varmıştır (Proffit 2013).

Tweed ve Begg görüşü 1960'lı yıllarda kabul görmüş ve çekimli ortodontik tedavi oranı önemli ölçüde artış göstermiştir. Zaman içinde çekimli tedavilerin nüksün önüne geçemediği görülmüş ve 1990'lı yıllara doğru çekimli tedavi oranı tekrar düşüş göstermiştir. Günümüzde bu oran düşük seviyelerdedir (Proffit 2013). Öte yandan araştırmalar, küçük azı çekimi yapılan tedavilerde stabilitenin kesin olmadığını bildirmektedir (Janson vd 2012, Anuwongnukroh vd 2017). Çekimli ve çekimsiz tedavi edilebilen sınır vakalar arasında stabilite bakımından fark olmaması çekimsiz tedaviye ilgiyi arttırmıştır (Proffit 1994).

Yer kazanmak amacıyla genellikle birinci küçük azılar çekilir. Nadiren büyük azı ve alt kesici dişlerden de çekim yapılır. Çekimli tedavilerde, çekilen dişin meziodistal genişliği kadar yer kazanılır. Kazanılan yer, çapraşıklığı çözmek ve keser retraksiyonu için kullanılabilir. Ön veya arka bölge dişlerin hareketi ile çekim boşluğu kapatılabilir ve hareketi istenmeyen bölgede ankrajı kuvvetlendirmek gerekir. Çekimli tedavi planı yapmak daha karmaşık olmakla birlikte tedavi süreci çekimsiz tedavilere göre daha uzundur.

Çekimsiz tedavi yöntemleri; molar distalizasyonu, keser protrüzyonu, diş kavsinin genişletilmesi ve strippingtir.

2.4.2. Molar Distalizasyonu

Molar distalizasyonu, bukkal segmentteki molar ilişkiyi düzeltmek ve yer kazanmak amacıyla uygulanır.

Üst diş kavsinde, Sınıf II molar ilişkiyi düzeltmek için büyük azıları distalize eden çeşitli yöntemler vardır. Ağız dışı distalizasyon yöntemi olan headgearler hedeflenen amaca çok kolay ulaşabilecek potansiyele sahip olsalar da uygulanan hasta grubu ergenlik çağındaki bireyler olduğundan, estetik kaygı ile uyum problemleri olmaktadır. Ortodonti alanındaki gelişmelerle, hasta uyumuna ihtiyaç göstermeyen ve ortodontik tedavi süresince bile yaşam kalitesini yüksek tutmayı amaçlayan ağız içi molar distalizasyon yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Bu uygulamaların her birinde önemli olan noktalardan biri de ankraj kontrolüdür. Ağız dışı apareyler stabil bir ankraj sağlar, fakat başarı hasta uyumuna bağlıdır. Ağız içi molar distalizasyonunda ise hasta uyumuna ihtiyaç duyulmaz ve etkili bir ankraj kontrolü sağlanabilir. Ağız içi molar distalizasyon apareylerinde ankraj kaybını azaltmaya yönelik pek çok çalışma yapılmakta, bu apareylere stabilizeyi artırıcı bükümler ve düzenekler eklenmektedir. Son yıllarda molar distalizasyonunda ortodontik implantların kullanımıyla bu dezavantajlar elimine edilebilmektedir (Acar 2006). Geçici ankraj aygıtları ile alveol kreti ve palatal kemik gibi ağız içi iskeletsel bölgelerden destek alınarak hareketi istenmeyen diş ve diş gruplarının ankrajı artırılabilir gibi diş destekli ağız içi distalizasyon yöntemleri sonucu istenmeyen diş hareketlerinin de önüne geçilmiştir.

2.4.3. Kesici Protrüzyonu

Kesici dişler apikal kemik kaide ilişkisine göre protrüze edilerek yer kazanılabilir. Hastanın profili, gülümsemesi, sefalometrik film ve model analizleri sonucu kesici dişlerinin pozisyonları, ön-arka yöndeki hareket miktarının belirlenmesindeki önemli faktörlerdir.

Kesici dişlerin ön-arka yöndeki hareketi ark uzunluğunu etkiler. Kesici dişlerin 1mm'lik ön-arka yönde hareketi ile arkta 2 mm yer kazanılır veya yer ihtiyacı olur (Kirschen vd 2000).

2.4.4. Diş Kavsinin Transversal Yönde Genişletilmesi

Diş kavsi genişliği, çapraşıklığı ve yan çapraz kapanışı düzeltmek amacıyla transversal yönde dişsel ve/veya iskeletsel olarak artırılabilir (Bishara 1987).

Posterior ark genişliğinin iskeletsel olarak hızlı üst çene genişletilmesi ile 1 mm artırılması, ark boyutunda 0,7 mm artış sağlamaktadır (Ülgen 2000). Diş-ark boyutu uyumsuzluğu olan bireylerde hızlı üst çene genişletilmesi ile ark boyutunun artırılması,

diş çekiminin profili olumsuz etkileyeceği "border-line" olgularda avantaj sağlayacaktır (Doruk ve Bıçakçı 2000, Gill vd 2004). Büyüme gelişimini tamamlamış olgularda da cerrahi destekli üst çene genişletilmesi ile üst çenenin transversal yöndeki darlığı giderildiği gibi yer de kazanılır.

2.5. İnterproksimal Mine Aşındırması

Dişlerin ara yüzeylerindeki minenin aşındırılması ile yer kazanılmasını amaçlayan bir yöntemdir. Dişlerin doğal ara yüz aşınmasına benzer şekilde yapılan bu yöntem ile dişlerin meziodistal genişlikleri azaltılarak yer kazanılır. Bu yöntem klinisyene, yer darlığını çözüp dişleri düzgün sıralamayı sağlamanın yanı sıra, tedaviden sonra kontak noktalarını kontak yüzeyleri haline getirme ve uzun süre retansiyon sağlama imkanını da verir (Betteridge 1981). Sheridan (1985), strippingin fizyolojik olan ara yüz aşınmasıyla benzer olduğunu belirtmiştir.

2.5.1. İnterproksimal Mine Aşındırmasının Fizyolojik Mantiği

İnterproksimal mine aşındırması diğer bir deyişle stripping, dişlerin ara yüzeylerinden dişlere zarar verilmeksizin mine materyalinin uzaklaştırılması işlemidir. Begg'in atrizyonel oklüzyon teorisine göre, dişler hayat boyu oklüzal ve proksimal bölgelerinden aşınmaya uğrayarak düzgün oklüzyonun kurulmasını ve korunmasını sağlamaktadırlar. Böylelikle diş boyutları ve ark boyutu arasındaki denge korunmaktadır. Begg (1956), primitif insandaki düşük maloklüzyon düzeyini posterior dişlerin progresif mezial migrasyonunu kompanze eden interproksimal aşınmaya bağlamış ve bu aşınma miktarının mandibuler dental arkta yaklaşık 10,5 mm olduğunu belirtmiştir. Diş arkındaki bu aşınmanın hekim tarafından gerçekleştirilecek bir aşınmayla taklit edilebileceği savunulmuştur (Sheridan 1985).

İnterproksimal mine aşındırmasının fizyolojik mantığına dair teorilere antropoloji literatüründe de rastlanmaktadır (Wolpoff 1971, Hinton 1981). İnterdental abrazyonun incelenmesi üzerine elde edilen antropolojik veriler gözden geçirildiğinde interdental abrazyon, diyet ve yaşam biçimiyle ilişkili ve abrazyona maruz kalan mine yüzeylerinde kalınlaşma gibi mekanizmalarla kompanze edilen doğal bir sürecin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Binlerce kültürde, milyonlarca yıl boyunca, çiğneme sisteminin abraziv dinamiklerini kompanze etmek için doğal süreçler işlemiştir (Sheridan 1997). Mine seviyesindeki fizyolojik aşınma üzerine kurulmuş olan bu teorilerden hareketle, stripping ortodonti pratiğinde yerini almıştır.

2.5.2. İnterproksimal Mine Aşındırmasının Uygulama Amaçları

Ara yüz aşındırması; genel diş hekimliği uygulamalarında diş formunu düzeltmek amacıyla uygulanabildiği gibi restoratif, protetik ve ortodontik tedavilerde de uygulanmaktadır (Andrews 1972).

Ortodontide stripping, geç dönem çapraşıklığı çözmek amacıyla uygulanmaya başlayan bir yer kazanma yöntemidir. Günümüzde Bolton uyumsuzluğunu giderme, hafif ve orta şiddetteki çapraşıklığı çözme, ara yüz kontakt noktalarını şekillendirme, diş kavsi formunu koruma ve siyah üçgen alanları giderme amaçlarıyla kullanılmaktadır (Gioka ve Eliades 2002).

Küçük azı dişlerinin konjenital eksikliğinde yer tutucu olarak süt azı dişinin kalmasının planlandığı olgularda, süt azı dişinin ara yüzeylerinden aşındırma yapılabilir (Hein vd 1990). Hafif ve orta şiddette çapraşıklığı olan karışık dişlenme dönemindeki hastalarda da stripping uygulanabilmektedir (Bishara vd 1987). Karışık dişlenme döneminde, sürme rehberliği olgularında süt kanin ve azı dişleri ile daimi kanin ve küçük azı dişlerinden ara yüz aşındırması yapılabilir (Rossouw ve Tortorella 2003).

Paskow (1970), kesici dişlerde görülen çapraşıklığı çözmek için uyguladığı strippingin sonrası 3-6 ay takip süreli çalışmasında, dişlerin kendiliğinden sıralandığını ve bu uygulamanın geç erişkin dönemde görülen çapraşıklığın tedavisinde kullanılabileceğini bildirmiştir.

Bolton (1958), 44 ortodontik tedavi görmüş ve 11 tedavi görmemiş, mükemmel normal oklüzyon gösteren toplam 55 bireyin alt ve üst dişlerinin meziodistal çaplarını ölçerek bir analiz oluşturmuştur. Alt ve üst çenelerdeki tüm dişleri (birinci ve ikinci büyük azı dişleri hariç) ve alt-üst ön 6 dişi oranlayarak yaptığı ölçümde ortalama bir değer bulmuştur (Bolton 1958, 1962). Yapılan bir retrospektif çalışmada, Bolton analizi yapılmış 157 hastada ön dişler oranındaki uyumsuzluğun, tüm dişler oranına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Hastaların %13,5'inde tüm dişler oranında, %30,6'ında ön dişler oranında uyumsuzluk bulunmuştur (Freeman vd 1996). Bolton analizi ile oranlardaki sapmalar sonucu materyal fazlalığının olduğu diş grubunda fazlalık kadar stripping yapılarak çapraşıklık giderilebileceği ve ideal anterior interoklüzal ilişki sağlanabileceği bildirilmiştir (Ülgen 2000). Bolton (1958), alt ve üst çenelerdeki dişlerin genişliklerini oranlamıştır. Peck ve Peck (1972) ise alt kesici dişlerin çapraşıklığın olmadığı, doğal sıralandığı olgularda alt kesicilerin meziodistal genişlikleri ile bukkolingual genişliklerini oranlayarak meziodistal genişliklerin bukkolingual genişliklerden daha dar olduğunu bildirmiştir. Yaptıkları çalışmada kama lateralleri olan hastalarda alt ön dişlerde mevcut olan Bolton fazlalığının, bu dişlerden yapılan aşındırma ile çözülebileceğini belirtmişlerdir.

Maloklüzyon tipi ve intermaksiller diş boyutu arasındaki uyumsuzlukların incelendiği bir çalışmada, Sınıf III vakalarda alt dişlerin boyutlarında fazlalık, Sınıf II vakalarda ise üst dişlerin boyutlarında fazlalık bulunmuştur. Bolton analizinin öneminin vurgulandığı bu çalışmada Sınıf III vakalarda alt dişlerden, Sınıf II vakalarda ise üst dişlerden aşındırma yapılması tavsiye edilmiştir (Nie ve Lin 1999).

Konjenital lateral eksikliği olan vakalarda, kanin dişleri lateral dişlere benzetilebilir. Rossouw ve Tortorella (2003), ortodontik tedavi ile kanin dişlerin lateral dişlere benzeltilmesinin planlandığı vakalarda aşındırma işleminin yapılmasını tavsiye etmişlerdir.

Az miktarda aşındırma yapılarak Bolton uyumsuzluğu ve hafif çapraşıklık giderilebilirken, aşındırma miktarı artırılarak (4-6 mm) orta düzey çapraşıklık da çözülebilir (Gioka ve Eliades 2002). Sheridan (2008) tarafından tanıtılan "Air Rotor Stripping" (ARS) ile her iki diş dizisinde 8 mm'ye kadar yer kazanılabileceği vurgulanmıştır. Stripping, sabit ortodonti mekanikleri olmaksızın şeffaf plaklarla tedavi edilen olgularda da başvurulan en önemli yer kazanma yöntemidir (Boyd 2008).

Germeç ve Taner (2008), erişkin sınır vakalarda çekimli ve ARS ile yapılan çekimsiz tedavinin yüz estetiğine etkisini incelemişlerdir. ekimli tedavi grubunda, çekim boşlukları minimum ankraj ile kapatılmış ve az miktarda kesici retraksiyonu yapılan olgularda dudak pozisyonunun değişmediği görölmüştür. Burun ve çenenin adölesan dönem sonrası gelişimi nedeni ile dudaklar Steiner'in E doğrusuna göre hafif retrüviz konumda kalmıştır. ARS grubunda ise üst kesici dişlerin konumları korunmuş, üst ve alt dudak ile alt kesicilerde hafif protrüzyon gerçekleşmiştir. Üst ve alt dudaktaki protrüzyon, burun ve çenedeki adölesan dönem sonrası gelişimi kompanse etmiştir. ARS grubunda, tedavi süresi ortalama 8 ay daha kısa sürmüştür (Germeç ve Taner 2008).

Strippingin bir diğer kullanım amacı da stabilitedir. Dişlerin kontakt noktaları, dişler ara yüzeylerden aşındırılarak yüzey haline getirilir. Böylelikle daha stabil bir diş kavsi elde edilebilir (Joseph vd 1992).

Diş ekimi yapılmaksızın tedavi edilen 40 olgunun alt kesici nüksü açısından değerlendirildiği bir çalışmada tedavi öncesi, sonrası ve 5 yıl sonrası alınan modeller üzerinde Little'in düzensizlik indeksine göre çapraşıklık miktarları belirlenmiştir (Freitas vd 2004). Araştırmacılar stripping yapılarak tedavi edilen olgularda %19,37 oranında, stripping yapılmadan tedavi edilen olgularda %31,32 oranında nüks olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmaya göre tedavi sonu ve 5 yıl sonunda alınan modeller arasında %26,54 oranında nüks tespit edilmiştir. Bu durum stripping uygulamasının, retansiyon sonrası nüks oranını azaltmış olması ile açıklanmıştır (Freitas vd 2004).

Stripping, kesici dişlerin formuna ve dişler arası papil kaybına bağlı olarak kesiciler arasında görülen siyah üçgen alanları gidermek amacıyla da uygulanmaktadır (Zachrisson 1986). Dişlerin kontakt noktası ile interdental alveolar kemik arasındaki mesafenin 6 mm ve üzeri olduğu durumlarda papilla kaybı görülme olasılığı yüksektir (Laurell vd 2003). Dişlerin kontakt noktalarının stripping ile düz bir yüzey haline getirilmesi, kontakt noktasının daha gingivalde konumlanmasını sağlar. Periodontal olarak sağlıklı erişkin hastalarda ortodontik tedavi sürecinde siyah üçgen alanlarına daha çok rastlanmaktadır. Bazı durumlarda, tümüyle bu alanları gidermek söz konusu olmayabilir. Siyah üçgen alanları gidermek için yapılan fazla miktarda stripping, dişlerin genişlik/uzunluk oranının bozulmasına, daha uzun gözükmesine ve estetik kaybına neden olabilir. Sonuç olarak; papilin interdental bölgeyi doldurması ile daha estetik bir görüntü elde edilerek diş eti sağlığı iyileştirilebilir (Zachrisson 2004).

2.5.3. İnterproksimal Mine Aşındırmasının Kontrendikasyonları

İnterproksimal mine aşındırmasının kontrendike olduğu durumlar da vardır:

- 1- Her bir diş kavsinde 8mm'nin üzerinde görülen şiddetli çapraşıklıklar
- 2- Zayıf ağız hijyeni ve periodontal problem varlığı
- 3- Meziodistal genişliği dar, küçük ve hassas dişler
- 4- Çürüğe yatkın bireyler
- 5- Üçgen formunda olmayan köşeli, düz ara yüzeye sahip olan dişler

2.5.4. İnterproksimal Mine Aşındırması Uygulama Yöntemleri

İnterproksimal mine aşındırma yöntemleri mekanik, kimyasal, mekanik ve kimyasal aşındırma başlıkları adı altında 3 ana grupta sınıflandırılabilir.

2.5.4.1. Mekanik Aşındırma

Manuel olarak metal stripping zımparası veya döner aletler kullanılarak stripping diskleri, O-Drive, Profin sistemi, aşındırma şeritleri (Ortho-Strips), ERS (Electric Rotor Slenderization) ve Sheridan tarafından geliştirilen ARS (Air Rotor Stripping) sistemi kullanılarak mekanik aşındırma şeklinde stripping yapılabilir.

Manuel aşındırma esnasında kullanılan stripping zımparasının yüzeyi elmas parçacıkları ile kaplı olup, dişler arasında rahatlıkla aşındırma yapmayı sağlayacak şekilde esnektir. Stripping zımparasını dişler arasında düzgün bir şekilde konumlandırmak ve standart bir kuvvet uygulamak amacıyla metal zımpara için dizayn edilmiş özel tutucu aygıtın kullanılmasının faydalı olacağı çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Florman vd 2008, Germeç ve Taner 2008).

Döner aletler kullanılarak yapılan arayüz aşındırma yöntemlerinden O-Drive, stripping diskinden farklı olarak 360° yerine 30°'lik bir açıyla dönerek çalışmaktadır. Özel dizayn edilmiş şekli ve farklı çalışma mekanizması ile bu sistem yumuşak doku zararını minimale indirmektedir. Mikromotora takılan özel bir anguldurva ile kullanılmaktadır (Danesh vd 2007).

Döner aletler kullanılarak yapılan arayüz aşındırma yöntemlerinden Ortho-Strips, mikromotora takılan özel bir anguldurvaya takılarak öne ve geri titreşim hareketi ile ara yüzeylerde aşındırma yapmaktadır. Elmas kaplı olan bu aşındırma bantlarının elmas partikül büyüklükleri 90 µm, 60 µm, 40 µm, 25 µm ve 15 µm olmak üzere 5 tanedir. Partikül büyüklüklerine göre arayüz aşındırma, şekillendirme, düzeltme ve cilalama işlemlerinde kullanılırlar (Danesh vd 2007).

Döner aletler kullanılarak yapılan arayüz aşındırma yöntemlerinden Profin, ara yüz dolgularının şekillendirilmesinin dışında arayüz aşındırmasında da kullanılabilir. Ara yüzeylerde ve subgingival bölgede güvenli bir çalışma olanağı sağlar. Mikromotora takılan özel bir anguldurva ile kullanılmaktadır. Özel dizaynı ile sert ve yumuşak doku hasarını önler (Danesh vd 2007).

ARS tekniği, dişlerdeki fizyolojik aşınmayı esas alarak geliştirilen bir yöntemdir. Yüksek devirli aeratör ile çeşitli frezler kullanılarak ön bölge dişlerinin yanı sıra arka bölge dişlerinde de aşındırma sağlar (Sheridan 2008). ARS tekniğinde, interdental yumuşak dokuların zarar görmemesi amacı ile arayüz kontakt noktasının altına .020" kalınlığında indikatör tel yerleştirilir. İndikatör tel yerleştirilmesinin bir diğer amacı, ARS frezlerinin mine duvarlarında çıkıntı oluşturmasını engelleyerek, ARS frezleri için rehber görevi görmesidir. Aşındırma işleminde, frezlerin uygun sırayla kullanılması gerekmektedir (Chudasama ve Sheridan 2007).

Arayüz aşındırmasına, çapraz kesitli fissür karbid frez kullanılarak başlanır. Aşındırma işlemi süresince, ısı artışını önlemek için su spreynin kullanılması gerekmektedir. Aşındırma, frezin oklüzal veya insizal yönde hareket ettirilmesi ile yapılır ve rehber tel ara yüzden çıkartılabilinceye kadar işleme devam edilir. Aşındırma, yaklaşık 30 sn olacak şekilde sürmekte ve hasta açısından oldukça rahat ve ağrısız olmaktadır. İlk aşındırma yapıp indikatör tel çıkartıldıktan sonra ara yüzeylerin cilalanması gerekmektedir. Bu amaçla; cila diskleri, el zımparası veya elmas bitirme frezleri kullanılabilir. Aşındırılan yüzeylerin cilalanması sonrası lokal flor uygulamasının da faydalı olabileceği belirtilmiştir (Chudasama ve Sheridan 2007).

Geleneksel kare uçlu ARS frezlerinin diş yüzeylerinde oluk oluşumuna neden olacağı, güvenli ve yuvarlatılmış uçlu ARS frezlerinin kullanımının proksimal yüzeylerde oluk oluşturmayacağı belirtilmiştir (Chudasama ve Sheridan 2007, Sheridan 2008). ARS ile arka bölge dişlerinde her dişin kontakt noktasından 0,5'er mm olmak üzere

toplam 1'er mm aşındırma yapmak mümkündür. Aşındırma miktarının (0,1 mm'e kadar) ölçülebildiği çeşitli kalınlıklarda haçlar mevcuttur. Sheridan arayüz mesafesi ölçme haçı ile de 0,75 ile 3 mm arasındaki mesafeler 0,25 mm aralıklarla ölçülebilmektedir (Chudasama ve Sheridan 2007, Sheridan 2008).

ARS ile tek bir diş kavsinde 8,9 mm yer kazanılabilmektedir. Borderline vakalarda ARS, çekimli tedaviye alternatif olabilir. ARS'nin tedavinin her safhasında uygulanabilirliği, ortodontik tedavi süresinin çekimli tedaviye göre daha kısa sürmesi ve yer ihtiyacı kadar stripping yapılması ile retansiyon döneminde çekim boşluklarının açılması gibi problemlerle karşılaşılması tekniğin avantajlarıdır (Sheridan ve Ledoux 1989).

2.5.4.2. Kimyasal Aşındırma

Kimyasal olarak mine aşındırması, restoratif diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kimyasal aşındırma, %18'lik hidroklorik asit veya %37'lik fosforik asit ile yapılabilir (Cate ve Arends 1977, Bishara vd 1987).

Ortodontik tedavi sonrası görülebilen beyaz nokta lezyonlarının giderilmesi amacıyla %18'lik hidroklorik asit ile demineralize yüzey aşındırılmakta, 6 ay sonrasında yüzeyde doğal remineralizasyon meydana gelmektedir. İşlem esnasında asidin dokuya zarar verici etkisi nedeniyle rubber dam kullanımı önerilir (Bishara vd 1987).

2.5.4.3. Mekanik ve Kimyasal Aşındırma

Bu yöntemde mine yüzeyine önce %37'lik fosforik asit jeli uygulanır, ardından mekanik aşındırma yapılır. Aşındırma sonrası diş yüzeyindeki asit, hava su spreyi ile uzaklaştırılır.

Mekanik ve kimyasal aşındırmanın birlikte kullanıldığı bir çalışmada kimyasal aşındırmanın remineralizasyon sağladığı ve mekanik aşındırmaya göre kimyasal aşındırma ardından yapılan mekanik aşındırmanın daha pürüzsüz bir yüzey oluşturduğu sonucuna varılmıştır (Joseph vd 1992). Mine aşındırması sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğünün değerlendirildiği başka bir çalışmada ise stripping zımparası, stripping frezleri yalnız başına ve %37'lik fosforik asitle birlikte kullanıldığında fosforik asit ile kullanımının yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı sonucuna varılmıştır (Grippaudo vd 2010).

2.5.5. Diş Minesi Kalınlığı ve Aşındırılabilir Mine Miktarı

Ortodontik tedavide yer kazanmak amacıyla dişlerin ara yüzeylerinden aşındırılabilir mine miktarı tam olarak belirlenemeyebilir. Çünkü bu miktar, mine kalınlığına bağlı olarak değişmektedir. Yapılabilir mine aşındırması ile ilgili çeşitli görüşler mevcuttur. Bolton ve arkadaşları (1958), dişin mezial ve distal yüzeyinden 1-1,5 mm aşındırma yapılabileceğini belirtmişlerdir. Paskow (1970), tek bir ara yüzeyden 0,25 mm-0,37 mm arasında aşındırma yapılabileceğini belirtmiştir. Tuverson ve arkadaşları (1980), alt kesici dişlerinin her bir ara yüzeyinden 0,3 mm ve alt kanin dişlerinin ara yüzeylerinden 0,4 mm kadar aşındırma yapılarak, alt kesici çapraşıklığının 4 mm'ye kadar çözülebileceğini bildirmişlerdir. Hudson (1956), Boese (1980), Piacentini ve Sfondrini (1996), ara yüzeylerde minenin %50'sinin aşındırılabilirliğini belirtmişlerdir. Ayrıca Chudasama ve Sheridan (2007), her bir ara yüzeyden ön bölge dişlerinde ortalama 0,25 mm, arka bölge dişlerinde ortalama 0,8 mm olacak şekilde minenin %50'sinin aşındırılarak diş kavisinde yaklaşık olarak 8,9 mm yer kazanılabileceğini bildirmiştir. Stroud ve arkadaşları (1998), arka bölge dişlere doğru ara yüzeyde yer alan mine miktarının arttığını, distal ara yüzeylerde mezial ara yüzeylere göre daha fazla miktarda mine dokusu bulunduğunu vurgulayarak, ara yüzey minenin %50'sinin aşındırılması ile 9,8 mm kadar yer kazanılabileceğini bildirmişlerdir.

Yapılacak aşındırma miktarına karar verilirken, stripping öncesi diagnostik kayıt alınarak mutlaka periapikal ve bite-wing radyograflar yardımıyla dişlerin mine kalınlıkları ve kök-kron genişliklerinin incelenmesi önerilir (Jadhav 2011).

2.5.6. İnterproksimal Mine Aşındırmasının Olası Komplikasyonları

Ortodontide yaygın olarak kullanılmakta olan interproksimal mine aşındırması genellikle hastalar tarafından kolay tolere edilebilmektedir. Bununla birlikte geri dönüşümsüz bir işlem olduğu için çok dikkatli uygulanmalıdır. Kontrolsüz yapılan aşındırma yumuşak dokuda hasara, dişlerde hassasiyete ve geri dönüşümü olmayan pulpa hasarına, bakteri plağı birikiminde artışa, periodontal hastalık riskine, mine yüzeyinde çizik ve pürüzlülüğe neden olabilir (Jarjoura vd 2006, Zachrisson vd 2007, Lapenaite 2014).

2.5.6.1. Yumuşak Doku Hasarı

İnterproksimal mine aşındırması esnasında çevre yumuşak dokularda hasar meydana gelebilir.

Klinik pratiğinde papilla hasarının önlenmesi için dişler sıralandıktan sonra ara yüzeylere elastomerik separatör yerleştirilmesi veya ara yüzeylerin open coil springler yardımıyla açılması sonrası 0,20 mm indikatör telin dişler arasına yerleştirilmesini takiben aşındırma yapılması gerektiği tavsiye edilmiştir (Sheridan ve Ledoux 1989, Chudasama ve Sheridan 2007). Aynı zamanda rubber dam uygulaması aşındırma yapılacak alanın net görünmesine olanak sağlaması yanı sıra yanak, dudak gibi çevre yumuşak dokuların hasar görmesini önlemesi açısından tavsiye edilmiştir (Sheridan 1985).

Zachrisson ve arkadaşları (2007), arayüz aşındırması yaparken separasyon amacıyla Elliot separatörü kullanmışlardır. Ayrıca Elliot seperatörü papili, dili ve dudağı stripping uygulaması esnasında oluşabilecek hasarlardan korumaktadır (Zachrisson vd 2007).

2.5.6.2. Periodontal Sağlık

İnterproksimal mine aşındırması sonucunda diş köklerinin yakınlaşması ve periodontal doku yıkımı ilişkisi tartışmalı bir konudur. İnterradiküler dokuların sıkıştırılmasının periodontal sorunlara yol açabileceğini savunan çalışmalarda kökleri yakın olan dişlerde mine aşındırması yapılmaması, özellikle erişkin bireylerde diş köklerinin yakın olduğu alt kesici dişlerde dikkatli uygulama yapılması gerekliliği belirtilmiştir (Hirshfeld ve Wasserman 1978, Laurell vd 2003, Zachrisson vd 2007).

Trosello ve Gianelly (1979), ortodontik tedavi ile stripping uyguladıkları ve tedavi sonrası 2 yıl süre ile kontrol ettikleri hastalarda, periodontal doku yıkımı görülmediğini bildirmişlerdir.

Crain ve Sheridan (1990), aşındırma yapılan hastaları 2-5 yıl süreyle çürük ve periodontal hastalık varlığı açısından kontrol etmişlerdir. Arayüz aşındırması yapılan hastalarda, arayüz aşındırması ile çürüğe hassasiyet ve periodontal hastalık arasında anlamlı ilişki bulmamışlardır.

Üçüncü ve Yalım (1990), interproksimal mine aşındırması yapılan dişlerde flor uygulamasının periodontal dokulara etkisini incelemişlerdir. Aşındırma sonrası yüzeylerde oluşan plak birikimlerini taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirmişlerdir. Flor uygulanmayan grupta, aşındırma sonrası oluşan pürüzlü alanların bakteri plağı ve debrisle dolu olduğu izlenirken; flor uygulanan grupta, dişlerin ara yüzeylerinin florsuz gruba göre daha temiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle flor uygulamasının, bakteri plağı birikimini azaltacağı ve aşındırma sonrasında periodontal sağlığın korunmasında faydalı olacağı ifade edilmiştir (Üçüncü ve Yalım 1990).

Zachrisson ve arkadaşları (2007), alt kesici dişlerine mine aşındırması yapılmış 61 hastayı 10 sene sonra çürük, periodontal sağlık ve hassasiyet açısından değerlendirmişlerdir. Aşındırma uygulanan hastalarda ortodontik tedavi sonrası, kökler arası mesafenin aynı kaldığını veya arttığını görmüşlerdir. Dikkatli yapılan aşındırma ile düzgün sıralanmış ve kök pozisyonları düzeltilmiş olan dişlerde kökler arası mesafede azalma görülmemiştir.

2.5.6.3. Pulpada Isı Artışı

Dental tedaviler esnasında meydana gelen ısı artışının pulpa dokusu üzerindeki muhtemel zarar verici etkisi, diş hekimliğinin tüm dallarının ilgilendiği bir konu haline gelmiştir. Isı artışı pulpa çevresinde kabarcık oluşumu, ektojik odontoblastlar ve onların yıkımı, dentin tübüleri ve pulpadaki sıvıda ekspansiyon gibi çeşitli histopatolojik değişikliklere neden olabilir. Bu süreç, pulpal damarları etkileyebilir ve doku nekrozu ile vasküler yaralanmalara yol açabilir (Nyborg 1968).

Zach ve Cohen (1965), Rhesus maymunları üzerinde yaptığı çalışmada pulpadaki 5,5°C'lik sıcaklık artışının tolere edilebilecek kritik değer olduğunu, bu değer üzerine çıkıldığında pulpada inflamasyon meydana gelebileceğini ve pulpa dokusunun vitalitesini tehdit edebileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca 11°C'lik ve 16,6°C'lik sıcaklık artışlarının pulpada sırasıyla %60 ve %100 oranlarında geri dönüşümsüz pulpa nekrozuna yol açtığını belirtmişlerdir.

Pulpadaki ısı artışının zarar verici etkileri ile ilgili diş hekimliğinin birçok dalında çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Hannig ve Bott (1999), altı farklı ışık kaynağının rezin polimerizasyonu sırasında pulpa odasında meydana getirdiği ısı artışını değerlendirdikleri çalışmalarında, yüksek enerji çıkışlı ışık kaynaklarının, konvansiyonel ışık kaynaklarına kıyasla önemli ölçüde daha yüksek pulpa ısı artışına neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Pulpadaki ısı artışının, ışıkla aktive olan beyazlatma jelleri uygulanması sırasında değerlendirildiği bir çalışmada, çalışmada kullanılan dört ışık kaynağının (diode, yüksek enerji çıkışlı halojen, konvansiyonel halojen, LED) da pulpada kritik düzey olarak kabul edilen 5,5°C'den daha yüksek değerlerde ısı artışına yol açtığı sonucuna varılmıştır (Eldeniz vd 2005).

Uysal ve arkadaşları (2005), farklı adeziv temizleme prosedürleri uygulanması sırasında oluşan pulpal ısı artışını değerlendirdikleri çalışmalarında, tungsten karbid frezin su soğutması olmaksızın yüksek devirde kullanıldığı prosedürde pulpa odasında kritik düzeyin üzerinde ısı artışı meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada ise üç farklı LED ve üç farklı QTH olmak üzere altı farklı ışık cihazının pulpa odasında yaratmış olduğu ısı artışına bakılarak, LED ışık kaynaklarının QTH ışık kaynaklarına kıyasla çok daha az ısı artışına sebep olduğu sonucuna varılmıştır (Ebenezar vd 2010).

Malkoç ve arkadaşları (2010), 80 maksiller keser diş üzerinde ortodontik bonding sırasında kullanılan düşük yoğunluklu halojen, yüksek yoğunluklu halojen, LED ve plazma ark ışık kaynaklarının pulpa odasında meydana getirdiği ısı artışını değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında yalnızca yüksek yoğunluklu halojen ışık kaynağının kritik düzeyin üzerinde ısı artışına neden olduğu ve intrapulpal ısı değişiminin sırasıyla yüksek yoğunluklu halojen, düşük yoğunluklu halojen, LED ve plazma ark ışık kaynaklarında görüldüğü belirtilmiştir.

İşman ve arkadaşları (2014), molar dişe simante edilmiş ortodontik bant üzerine Nd:YAG lazer ile 20 parça paslanmaz çelik telin lehimlenmesi sırasında pulpa odasında oluşan ısı artışını değerlendirdikleri çalışmalarında, yalnızca bir örnekte ısı artışının kritik düzeyin üzerinde olduğunu, bu nedenle de intraoral lazer lehimlemenin termal açıdan risk teşkil etmediğini belirtmişlerdir.

Yapılan literatür incelemesinde interproksimal mine aşındırması esnasında pulpada oluşan ısı artışının değerlendirildiği iki çalışmanın mevcut olduğu görülmüştür.

Baysal ve arkadaşları (2007), soğutma olmaksızın uyguladıkları metal el zımparası, stripping diski ve tungsten karbid frez şeklindeki üç farklı interproksimal aşındırma yöntemlerinin pulpada oluşturduğu ısı artışını, üç farklı diş grubunda (mandibular keser, mandibular kanin ve mandibular küçük azı) değerlendirmişlerdir. En fazla ısı artışı tungsten karbid frezle mandibular kesici dişler üzerinde aşındırma yapılması esnasında gözlenmiş ve yöntemler arasında en güvenli olanın metal el zımparası olduğu sonucuna varılmıştır.

Diğer çalışmada ise iki farklı aşındırma yöntemi (stripping diski ve el zımparası), üç farklı diş grubunda (keser, küçük azı ve azı) uygulanmıştır. Her iki yöntemin de pulpada ısı artışına neden olduğu, ancak Zach ve Cohen'in (1965) çalışmalarında belirtmiş olduğu 5,5°C'lik kritik değer üzerine çıkmadığı bildirilmiştir (d'Ornellas Pereira JC vd 2014).

Dentin pulpa kompleksinin termal davranışını, uygulanan termal stimulusun yoğunluğu ve süresi, dentin tübüllerinin sıvı akış hareketi, pulpal vasküler mikrosirkülasyon ve pulpal sinir sisteminin uyarılmasıyla pulpal kan akışının değişimi gibi birçok faktör etkilemektedir (Raab 1992). Yapılan in vitro çalışmaların çoğunda pulpada meydana gelen ısı artışı değerlendirilirken dişin anatomik yapısı göz ardı edilmiştir. Pulpada meydana gelen ısı artışının incelendiği bazı çalışmalarda in vivo koşulların taklit edilerek değerlendirme yapılmasının daha sağlıklı sonuç vereceği

belirtmiştir (Eldeniz vd 2005, Kodonas vd 2009). Yapılan bazı çalışmalarda örnekler, pulpa odasına ulaşacak şekilde mine-sement birleşimine kadar mikrosirkülasyon olmaksızın 37°C'ye kadar ısıtılmış su banyosuna yerleştirilmiştir (Hannig ve Bott 1999, Cobb vd 2000, Van Duinen vd 2016, Mondelli vd 2016). Ancak, ısı dağılımının pulpa odası içerisinde akış olmaksızın değerlendirilmesinin in vivo koşulları tamamen yansıtmayacağını savunan Kodonas ve arkadaşları (2009) literatürde ilk defa pulpanın vasküler mikrosirkülasyonunu simüle eden bir sistem geliştirmişlerdir. Yaptıkları ilk çalışmalarında, dişlere bukkal yüzeylerinden 100°C ve 200°C'lik sıcaklık uygulanmasını sağlayan termod uç temas ettirilmiş ve meydana gelen pulpal ısı artışı, pulpa odası içerisinde mikrosirkülasyonu simüle eden su akışı varlığında ve yokluğunda değerlendirilmiştir. Pulpa odasında su akışı varlığının meydana gelen ısı artışını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Kodonas vd 2009). Diğer çalışmalarında ise beyazlatma ajanlarının ayrışmasında kullanılan farklı ışık kaynaklarının pulpada meydana getirdiği ısı değişimi, pulpal mikrosirkülasyon simülasyonu varlığında ve yokluğunda değerlendirilmiştir. Pulpa odasında su akışı varlığında ışık kaynaklarının hiçbirinde kullanım esnasında pulpa için kritik bir ısı artışı meydana gelmediği, su akışı yokluğunda ise neredeyse tüm ışık kaynaklarının pulpa için potansiyel zarar oluşturacak kadar yüksek ısı artışlarına neden olduğu bildirilmiştir (Kodonas vd 2009).

Ramoğlu ve arkadaşları (2015), pulpal vasküler mikrosirkülasyonu simüle ederek farklı ışık kaynaklarının pulpa odasında meydana getirdiği ısı artışını değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar ışık kaynakları ile yapılan önceki çalışmalara (Malkoç vd 2010, Ebenezar vd 2010) kıyasla pulpa odasında daha düşük düzeylerde ısı artışına rastladıklarını belirtmişlerdir.

Sarı ve arkadaşları (2015), 10 adet maksiller keser diş üzerinde beyazlatma ajanı uygulamış ve aktivasyonu için yüksek yoğunluklu LED, Er:YAG lazer ve diode lazer kullanmışlardır. Aktivasyon sırasında beyazlatma ajanı ve pulpa odasında meydana gelen ısı artışını pulpal mikrosirkülasyon simülasyonu altında değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar en fazla ısı artışının Er:YAG lazer ile aktivasyon sırasında meydana geldiğini, ancak tüm gruptaki ısı artışının vital pulpa sağlığı için güvenli sınırlar içerisinde olduğunu belirtmişlerdir (Sarı vd 2015).

Yılancı ve arkadaşları (2017), seramik braketlerin debonding için Er:YAG lazer kullanımı esnasında pulpa odasında meydana gelen ısı artışını pulpal mikrosirkülasyon simülasyonu altında değerlendirmişlerdir. Debonding işlemi gerçekleştirilmeden önce 1. grupta örnekler yalnızca 24 saat boyunca distile suda bekletilmiş, 2. grupta ise örnekler 24 saat boyunca distile suda bekletildikten sonra 5°C ve 55°C aralığında total 5000 döngü olacak şekilde termal siklus işlemine tabi tutulmuştur. Her iki grupta da meydana

gelen ısı artışlarının pulpal sağlığı tehdit etmeyecek sınırlar içinde olduğu bildirilmiştir (Yılancı vd 2017).

Ertuğrul ve arkadaşları (2018), her grupta 20 adet diş olacak şekilde toplam 80 adet alt premolar dişte yaptıkları çalışmalarında ince polisaj disk, süper ince polisaj disk, spiral bitirme lastiği ve tek aşamalı elmasla güçlendirilmiş polisaj lastiği ile düşük (0,4 N) ve yüksek basınçlarla (0,8 N) polisaj uygulamışlar ve meydana gelen pulpal ısı artışını mikrosirkülasyon simülasyonu altında değerlendirmişlerdir. Elmasla güçlendirilmiş polisaj lastiği grubunda en az ısı artışı meydana geldiğini, ince ve süper ince polisaj diskleri gruplarında kritik düzeyin üstünde ısı artışları meydana geldiğini belirtmişlerdir.

2.5.6.4. Yüzey Pürüzlülüğü

İnterproksimal mine aşındırması sonucu meydana gelen çizikler ve oluklar ile pürüzlü bir mine yüzeyi oluşur. Uygun yapılmayan aşındırma ile bakteriyal plak birikimi, çürük riski, sıcak soğuk hassasiyeti artar ve dişlerde periodontal problemlere yatkınlık görülebilir.

Aşındırma prosedürleri ile diş minesinin mineralden zengin kısmı uzaklaştırılmakta ve mine prizmalarının uçları ağız ortamı ile direk temasa geçmektedir. Böylelikle bakteri plağı tarafından üretilen organik asitlere karşı mine yüzeyi daha dirençsiz hale gelmektedir (Gioka ve Eliades 2002).

Farklı aşındırma yöntemlerinin diş yüzeyinde oluşturduğu pürüzlülük miktarı da farklıdır. Yapılan birçok çalışmada aşındırılan yüzeylerdeki pürüzlülüğü azaltmak için cila işlemlerinin yapılması önerilmiştir (Hein vd 1990, Piacentini ve Sfondrini 1996, Zhong vd 2000, Arman vd 2006, Danesh vd 2007).

Aşındırma sonrası oluşan yüzey pürüzlülüğü, in vitro çalışmaların çoğunda taramalı elektron mikroskobu (TEM) ve profilometre ile değerlendirilmiştir (Arman vd 2006, Danesh vd 2007, Koretsi vd 2014).

Radlanski ve arkadaşları (1988), interproksimal mine aşındırması sonrası cila yaptıkları diş yüzeylerini TEM ile incelemişler ve tam anlamıyla pürüzsüz bir yüzey elde etmenin mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Sheridan ve Ledoux (1989) da mine aşındırması sonrasında diş yüzeylerini TEM ile incelemişler, olukları düzleştirmek ve çürüğü önlemek için sealant uygulamayı önermişlerdir.

Hein ve arkadaşları (1990) ise Sof-Lex diskleri ile 180 sn cila yaptıkları diş yüzeylerini TEM ile incelemişler ve pürüzsüz bir yüzey elde edilebildiğini belirtmişlerdir.

Piacentini ve Sfondrini (1996) yaptıkları çalışmalarında 48 adet premolar ve molar dişe yedi farklı mekanik aşındırma ve polisaj yöntemi uygulamış ve sonrasında

mine yüzeylerini TEM ile değerlendirmişlerdir. Aşındırma yöntemi olarak 16 ve 8 bıçaklı tungsten karbid frez, kalın grenli elmas frez ve elmas kaplı disk, polisaj yöntemi olarak ince grenli elmas frez, Sof-Lex disk, %37'lik fosforik asitle birlikte Sof-Lex disk kullanılmıştır. Sonuç olarak en az pürüzlü yüzeyin 8 bıçaklı tungsten karbid frez grubunda elde edildiğini ve polisaj uygulamasının pürüzlülüğü önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir (Piacentini ve Sfondrini 1996).

Zhong ve arkadaşları (2000), 32 hastada toplam 296 interproksimal yüzeye salınımlı elmas kaplı segmental disk ile aşındırma, ardından Sof-Lex XT diskleri ile polisaj uygulamışlardır. Aşındırılan yüzeylerin taramalı elektron mikroskobu ile incelenmesi için replikalar üretilmiştir. TEM incelemeleri yüzeylerin %90'ından fazlasının çok iyi ya da iyi parlatıldığını ve polisaj uygulanmış mine yüzeylerinin işlenmemiş mine yüzeyine göre daha pürüzsüz olduğunu göstermiştir (Zhong vd 2000).

Arman ve arkadaşları (2006) yaptıkları çalışmalarında çeşitli aşındırma yöntemleri sonrası mine yüzeyini TEM ve kontak profilometre ile incelemiştir. Aşındırma yöntemleri olarak, mekanik aşındırma yöntemleri (aşındırma diskleri, el ile aşındırmada kullanılan stripping zımparası), kimyasal aşındırma ile mekanik ve kimyasal aşındırma yöntemleri kullanılmıştır. Cila işleminin pürüzlülüğe olumlu bir etkisinin olup olmadığını incelemek amacıyla aşındırma yöntemlerinin bazılarında Sof-Lex diskleri de polisaj için kullanılmıştır. Tüm aşındırma yöntemlerinin mine yüzeyini pürüzlendirdiği, aşındırılan mine yüzeyine polisaj diskleri uygulanması durumunda oluşan pürüzlülüğün önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Arman vd 2006).

Rossouw ve Tortorella (2003) yaptıkları çalışmalarında, benzer şekilde aşındırma sonrası mine yüzeyinde oluşan pürüzlülüğü değerlendirmişlerdir. Aşındırma için çeşitli mekanik (tungsten karbid frez, elmas kaplı zımpara, ince grenli elmas frez, elmas disk), kimyasal aşındırma yöntemleri (%35'lik fosforik asit, %10'luk maleik asit) ve polisaj yöntemleri (disk ve zımpara) kombinasyonları kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Arman ve arkadaşlarının çalışmalarıyla benzer şekilde aşındırmanın mine yüzeyinin pürüzlülüğünü artırdığı ve bu sebeple aşındırma sonrası cila prosedürünün uygulanmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Bu çalışmada ayrıca cila prosedürüne ortodontide kullanılan geleneksel asitlerin (%35'lik fosforik asit) eklenmesinin ve sealant uygulamasının faydalı olacağı bildirilmiştir (Rossouw ve Tortorella 2003).

Mikulewicz ve arkadaşları (2007) yaptıkları çalışmalarında, 30 interproksimal yüzeye Air Rotor Stripping (ARS) ve ardından polisaj işlemleri uygulamışlardır. Aşındırma sonrası pürüzlülüğü kontak profilometre ve TEM ile değerlendirmişlerdir. Yüzeylerin pürüzlülüğünü tanımlamak için ARS öncesi ve sonrasında 3 boyutlu parametreler ve topografik yüzey haritaları elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda ARS prosedürünün uygulandığı mine yüzeyinde pürüzlülüğün tedavi edilmemiş yüzeylere

kıyasla arttığı, incelenen yüzeylerde iyi cilalanmış alanların da mevcut olduğu ve iyi cilalanmış alanların aşındırma uygulanmayan mine yüzeyinden bile daha pürüzsüz olduğu bildirilmiştir (Mikulewicz vd 2007).

Danesh ve arkadaşları (2007) yaptıkları çalışmalarında, ortodontide kullanılan güncel stripping yöntemleri kullanarak aşındırılan mine miktarını dijital radyografi ve stripping yöntemlerinin mine yüzeyinde oluşturduğu pürüzlülüğü de TEM ve optik profilometre yardımıyla değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları bu çalışmada Profin, metal zımpara, O-Drive D30, ARS, Ortho-Strips sistemi olmak üzere 5 farklı aşındırma yöntemi kullanmışlardır. Her grupta 10 adet diş yer almış, dişlerin her iki yüzeyi de aşındırılmış, tek bir yüzeye de 20 sn cila yapılmıştır. ARS ve Profin kullanılarak aşındırılan yüzeylerin en pürüzlü yüzeyler olduğu görülmüştür. Aşındırma sonrası cila yapılan yüzeylerde ise en fazla pürüzlülüğün ARS ve metal el zımparası, en az pürüzlülüğün ise Ortho-Strips ve Profin kullanılarak aşındırılan yüzeyler olduğu belirlenmiştir. Stripping sonrası cila işlemi ile pürüzsüz diş yüzeyleri ile Profin, Ortho-Strips ve O-Drive gibi titreşimli sistemler kullanılarak en iyi sonuçlar elde edileceği belirtilmiştir (Danesh vd 2007).

Yapılan başka bir çalışmada 80 daimi molar dişe uygulanan aşındırma ve polisaj yöntemleri sonrasında mine yüzeyleri TEM ile değerlendirilmiştir. Aşındırma yöntemi olarak abraziv metal zımpara, frez ve %37'lik fosforik asit, polisaj yöntemi olarak polisaj zımparaları ve ayrıca sealant kombinasyonları kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda frezlerin abraziv zımparalara göre çok daha fazla pürüzlü yüzey oluşturduğu, yüzey düzensizliğini doldurma açısından sealantların başarılı olduğu, ancak polisaj ile düzeltmenin daha etkili olduğu ve ortofosforik asit eklenmesinin mine yüzeyinde poröziteyi arttırdığı sonucuna varılmıştır (Grippaudo vd 2010).

Zhao ve Wu (2011) tarafından 30 premolar diş üç grup oluşturulacak şekilde (Grup 1: Tungsten karbid ve Sof-Lex disk, Grup 2: Tungsten karbid ve %10'luk maleik asit, Grup 3: Tungsten karbid ve flor koruyucu) aşındırılmıştır. Mine yüzeyleri TEM ve profilometre ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak her grupta yüzey düzensizliğinin arttığı, Grup 2 ve 3'te Grup 1'e göre daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiği bildirilmiştir (Zhao ve Wu 2011).

Gupta ve arkadaşları (2012) çalışmalarında, 60 alt keser dişi 5 gruba ayırarak 1. gruba elmas disk ve ardından Sof-Lex disk, 2. gruba elmas disk ve ardından ince elmas frez, 3. gruba elmas disk ve ardından ince tungsten karbid frez, 4. gruba elmas disk ve %37'lik ortofosforik asit ardından 3M bitirme zımparaları ile stripping ve polisaj işlemleri uygulamıştır. Son gruba stripping ve polisaj uygulanmamış, kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen mine yüzeyleri TEM ve kontak profilometre ile incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, elmas disk ve ardından Sof-Lex disklerin

kullanıldığı 1. grubun en düzenli mine yüzeyine sahip olduğu, kimyasal ve mekanik yöntemlerin birarada kullanıldığı 4. grubun ise en pürüzlü yüzeye sahip olduğu belirtilmiştir. Polisaj disklerinin kullanımının aşındırılan mine yüzeyini düzeltmede oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Gupta vd 2012).

Baumgartner ve arkadaşları (2015) yaptıkları çalışmalarında, Ortho-Strips sistemi kullanarak stripping uyguladıkları 16 premolar dişin mine yüzeyini 3 boyutlu optik profilometre ile incelemişlerdir. Ortho-Strips sistemi ile aşındırılan mine yüzeylerinde anlamlı derecede artmış düzensizliklere rastlandığı, ancak elde edilen veriler ışığında diğer çalışmalarda kullanılan perfore elmas kaplı diskler veya ARS sonrası elde edilen mine yüzeylerine kıyasla daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiği belirtilmiştir (Baumgartner vd 2015).

Zingler ve arkadaşları (2016) döner aletler ile kullanılan stripping bantlarından oluşan ProLign Set, segmental disklerden oluşan ASR-Set ve SonicLine Set olmak üzere üç farklı stripping yönteminde farklı gren büyüklüklerine göre aşındırıcı uçların etkinliğini, cila öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğünü eş odaklı lazerli taramalı mikroskop ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada 110 kesici dişin mezial ve distal yüzeylerine stripping yapılmıştır. Sistemlerden; ProLign sette 4 (SDC0.1=6µm, SDC0.2=15µm, SDC0.3=25µm, SDC0.4=40µm), ASR sette 4 (OS1F=15µm, OS20F=20µm, OS25M=25µm, OS35M=35µm) ve SonicLine sette ise 2 (düz=40µm ve konveks=40µm) farklı aşındırıcı uç kullanılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü, aşındırma sonrası cila süresi 15 ve 30 sn olacak şekilde değerlendirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğünü kıyaslamak için 10 diş kontrol grubu olarak bırakılmış ve herhangi bir işlem yapılmamıştır. ProLign setin SDC0.1 aşındırıcı ucunun kullanıldığı grup haricinde tüm gruplarda ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Daha az süreli cila sonrası, ortalama pürüzlülük değerleri azalmış ve kontrol grubu ile SDC0.1, SDC0.2, OS1F, OS20F ve SonicLine sistemin düz aşındırıcı ucunun kullanıldığı gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Daha uzun süreli cila işlemi sonrası ise ortalama pürüzlülük oldukça azalmış, yalnızca SDC0.4 ve OS35M aşındırıcı uçlarının kullanıldığı gruplarda kontrol grubuna göre pürüzlülük değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Kullanılan çalışma ucuna göre cila süresinin belirlenebileceği ve gren büyüklüğü fazla olan aşındırma uçlarından sonra daha ince grenli uçlar ile aşındırma yapıp ardından cila işlemi uygulanabileceği sonucuna varılmıştır (Zingler vd 2016).

Meredith ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmalarında, 64 adet premolar dişi biri kontrol grubu olmak üzere sekiz gruba ayırarak aşındırma uygulanması sonrasında mine yüzeylerini atomik kuvvet mikroskobu ile değerlendirmişlerdir. Aşındırma yöntemi olarak orta ve ince grenli elmas frezler, orta ve ince grenli ara yüz zımparası, örgü ve

kavis şeklinde perfore elmas kaplı diskler ile Sof-Lex polisaj diskleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda yüzeylerin gösterdiği pürüzlülük düzeyinin sırasıyla orta grenli elmas frez grubu, orta grenli ara yüz zımparası grubu, ince grenli elmas frez grubu, ince grenli ara yüz zımparası grubu, örgü şeklindeki perfore disk grubu, kavis şeklindeki perfore disk grubu, kontrol grubu ve Sof-Lex polisaj diskleri gruplarında gözlendiği belirtilmiştir (Meredith vd 2017).

Aşındırmanın mine yüzeyinde oluşturduğu pürüzlülüğün diş sağlığını olumsuz bir şekilde etkileyip etkilemediğini araştıran çalışmalar da mevcuttur. Zachrisson ve arkadaşları (2007), 61 hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında ön dişlere elmas diskler ile arayüz aşındırmasını takiben polisaj uygulamışlardır. Aşındırmadan 10 yıl sonrasında hastaları diş çürüğü, sondalamada kanama, alveolar kemik kaybı, dişeti çekilmesi açısından değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak aşındırma yapılan hastalarda diş çürüğü, dişeti problemi ve alveolar kemik kaybında artış bulunmuş, ancak mandibular anterior bölgede diş kökleri arası mesafede azalma bulunmamıştır (Zachrisson vd 2007). Zachrisson ve arkadaşları (2011) tarafından 43 hastada yapılan benzer bir çalışmada da ince elmas diskler ile interproksimal aşındırma ve takiben polisaj uygulanan posterior dişler 4-6 yıl sonrasında çürük riski açısından değerlendirilmiştir. Bu çalışmada da önceki çalışma ile benzer şekilde interproksimal aşındırmasının uygun prosedürde yapıldığı takdirde çürük riskini artırmadığı, diş ve çevre dokulara zarar vermediği sonucuna varılmıştır (Zachrisson vd 2011).

2.5.7. Yüzey Pürüzlülüğünü İnceleme Yöntemleri

Mine yüzeyine uygulanan işlemlerden sonra oluşan değişikliklerin incelenmesi, yeni teknolojilerin geliştirilmesiyle daha kolay anlaşılabilir hale gelmiştir. Taramalı elektron mikroskobu (TEM) ile görüntüleme, atomik kuvvet mikroskobu (AKM) ile görüntüleme ve profilometre ile yüzey analizi, mine yüzeyini incelemede en sık kullanılan yöntemlerdir (Hashimoto vd 2013, Rodriguez vd 2017). Optik koherens tomografi ve konfokal lazer taramalı mikroskop da çalışmalarda 3 boyutlu görüntülemeler için tercih edilmektedir (Zingler vd 2016, Velusamy vd 2018).

2.5.7.1. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM)

Taramalı elektron mikroskobunda incelenen objeden yansıyan elektronlarla yüzeyin 3 boyutlu görüntüsü elde edilir. Bu yöntemle incelenecek obje, dar ve gittikçe artan elektron demetleri ile taranır. Elektronlar belirli bir bölgeye çarptıklarında yüzey atomları sekonder elektronlar olarak adlandırılan elektronlar yayar. Sekonder elektronlar özel dedektörlerle yakalanırlar. Dedektöre giren sekonder elektronlar

elektrik akımına çevrilir, elektriksel sinyal katot tüpüne gönderilir ve görüntü bilgisayar ekranından görüntülenir. TEM ile incelenecek örnekler altın, palladyum gibi ince bir metal ile kaplanmalıdır (Fischer vd 2012).

Diş yapılarının nanometre seviyelerinde görselleştirilmesi, karmaşık yüzey topografisini anlamak için önemlidir. Taramalı elektron mikroskobu nicel bir ölçüğe sahip değildir. Bu nedenle subjektif bilgi elde edilmesini sağlar (Piacentini ve Sfondrini 1996, Eliades vd 2004).

2.5.7.2. Profilometre

Profilometrik ölçümler, profilometre cihazında incelemesi yapılacak yüzeye doğrudan temas eden bir uçla veya lazer ışını kullanılarak yapılmaktadır.

2.5.7.3. Kontak Profilometre

Kontak profilometresinde 1,5-2,5 μm çapındaki elmas uçlu kalem incelenecek yüzeye 0,05 miligram arası kuvvet uygulayarak ölçüm yapmaktadır. Kalemin yüzey boyunca sürüklenmesiyle oluşan dikey hareketler analog veya dijital sinyallere çevrilerek ölçümler gerçekleştirilir. Kontak profilometresinde elmas uç yüzeye sürekli temas halinde bulunmaktadır. Dikey hareketler ile 2-250 μm arasında geniş bir ölçüm aralığı elde edilebilmesine rağmen elmas ucun mine yüzeyine teması, incelenen materyal yüzeyine hasar verebilmektedir. Kalem ucunun çapı profil analizinin doğruluğunu etkilemektedir. Çapı büyük bir uç kendinden daha küçük çapa sahip içbükey yüzeylerde detayları kaydetmekte yetersiz kalmaktadır. Bunun sonucunda hassas ölçümlerde hata oranı yükselmektedir (Field 2010).

2.5.7.4. Optik Profilometre (Lazer Profilometre)

Optik profilometreler yüzeye temas etmeden ölçüm yapabilen cihazlardır. Bu cihazlarla yapılan ölçümlerde 100 μm 'den küçük çapta noktasal ışık, incelenecek yüzeye gönderilmektedir. Lazer ışınının sapması ölçülerek yüzey profili kaydedilir. Lazer profilometre yüzeye doğrudan temas etmediği için kontak profilometreye göre çok daha detaylı ve hassas ölçümler yapabilmektedir.

Pürüzlülük, yüzeyin ideal formundan sapması olarak nitelendirilmektedir. Sapma miktarı büyükse yüzey pürüzlü, küçükse yüzey düzgün olarak kabul edilmektedir (Whitehead 1999, Field 2010).

2.5.7.5. Konfokal Lazerli Taramalı Mikroskop

Eş odaklı lazerli taramalı mikroskop, floresan boyalar kullanılarak işaretleme yapan elektron mikroskop çeşididir. Taramalı elektron mikroskobundan farklı olarak ıslak yapıdaki örnekler de incelenebilir. Ayrıca 100 nm'den küçük alt yüzey düzlemleri tomografik olarak incelenebilmektedir. Mikroskobun objektif lensi ile incelenecek yüzey arasında özel bir daldırma likiti kullanılır. Konfokal lazer tarama mikroskobu yansıma ve floresan olarak iki ayrı modda inceleme yapar. Tarayıcı lazer ışını 488 nm dalga boyuna sahip argon-ion lazerdir. Mikroskobik yapılara odaklanan ışığın tekrar yansımasıyla elektronik olarak saptanan yansıma modunda mine, dentin ve restoratif materyal gibi spesifik optik özelliklere sahip yapıların ayrımı yapılabilmektedir. Floresan modunda ise boyayıcı ajanın dağılımı kaydedilerek penetrasyon yolları incelenebilmektedir (Austin vd 2016).

2.5.7.6. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AKM)

Atomik kuvvet mikroskobu nm seviyesinde, topografik bir yüzey görüntüsü elde etmede ve moleküller arası kuvvetleri ölçmede kullanılan bir sistemdir. Distorsiyonu önlemek ve ince özellikleri daha iyi tespit etmek için keskin 40-60 nm çaplı uçla yüzey taranır. Taramalı elektron mikroskobu incelemesinde, etkileşimsiz olan yüzeyin bir metal ile kaplanmasına gerek vardır. AKM'de ise kaplama işlemi uygulanmadan doğrudan yüzey görüntüleri elde edilebilir. AKM üç boyutlu bir yüzey görüntüsü üzerinde incelemeye olanak sağladığı gibi yüzey pürüzlülüğünün rakamsal olarak elde edilmesini de sağlar. AKM'de standart mekaniksel yüzey profilometre ölçümü skalasından farklı olarak, atomik bir skalada yüzey yapısı incelenir. Taranan alan diğer yöntemlere göre küçük olduğundan, tekrarlanan ölçümlerde aynı alanı yeniden bulmak zordur (Sorozini vd 2018).

2.6. Hipotez

Çalışmamızda "Farklı interproksimal aşındırma yöntemleri arasında pulpal mikrosirkülasyon simülasyonu altında pulpa ısısı ve mine yüzeyi üzerine olan etkileri açısından herhangi bir farklılık yoktur" şeklinde kurulmuş olan başlangıç hipotezinin doğruluğu değerlendirilecektir.

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Etik Kurul Onayı

Çalışmamız için Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 05.12.2017 tarih ve 16 sayılı karar ile etik kurul onayı alınmıştır (Ek-1). Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi amacıyla başvuran ve şiddetli çapraşıklık nedeniyle premolar dişi çekimi gerçekleştirilen hastalardan elde edilen örnekler %0,1'lik timol solüsyonu içeren cam şişeler içerisinde oda sıcaklığında bekletilmiştir. Saklama solüsyonları ayda bir değiştirilmiştir. Işık altında yapılan inceleme sonucunda mine yüzeyinde dolgu, çürük, kırık, çatlak, hipomineralizasyon ve malformasyon bulunan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.2. Çalışmamızda Kullanılacak Örnek Sayısının Belirlenmesi

Çalışmamızda kullanılacak olan örnek sayısını belirlemek amacıyla referans çalışmalar göz önüne alındığında orta derecede etki büyüklüğü ($f=0.57$) elde edileceği varsayılarak yapılan istatistiksel güç analizi (G*Power, versiyon 3.1.9.2) hesaplamasına göre %80 güç ve %95 güven değerinin sağlanabilmesi için her bir grupta 10 adet örneğin olması gerektiği belirlenmiştir. Ancak çalışma sırasında örneklerin zarar görebileceği ihtimali göz önüne alınarak, her bir gruba 15 adet diş dahil edilerek toplam 60 adet alt premolar diş kullanılmasına karar verilmiştir.

3.3. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Yapılan güç analizi dikkate alınarak çalışmamızın ilk bölümünde, farklı interproksimal mine aşındırma yöntemlerinin, pulpal vasküler mikrosirkülasyonunun simüle edildiği koşullarda pulpa odasında meydana getirdiği ısı artışını değerlendirmek amacı ile 15'er adet diştten oluşan 4 farklı grup oluşturulmuştur:

➤ Grup 1 (Elde Elmas Kaplı Şerit Zımpara): Bu gruptaki 15 dişin tek arayüzeyinde Scheu Dental CA® stripping tools sisteminin bilateral arayüz zımparası ile 20 sn süre ile aşındırma yapılmıştır.

- Grup 2 (Elmas Kaplı Perfore Çelik Disk Grubu): Bu gruptaki 15 dişin tek arayüzeyinde çift taraflı Komet stripping diski ile 20 sn süre ile aşındırma yapılmıştır.
- Grup 3 (Segmental Elmas Kaplı Çelik Disk Grubu): Bu gruptaki 15 dişin tek arayüzeyinde Komet oscillating segment disk ile 20 sn süre ile aşındırma yapılmıştır.
- Grup 4 (Mini Aşındırma Bant Grubu): Bu gruptaki 15 dişin tek arayüzeyinde Intensiv Ortho-Strips sisteminin bilateral arayüz aşındırma bandı ile 20 sn süre ile aşındırma yapılmıştır.

Elmas kaplı perfore çelik disk grubunda üretici firmanın tavsiyesi üzerine mikromotor devir hızı 20.000 rpm, mini aşındırma bant grubunda üretici firmanın tavsiyesi doğrultusunda dakikada 20.000 resiprokal harekete izin verecek şekilde 40.000 rpm ile çalışan mikromotor kullanılmıştır. Segmental elmas kaplı çelik disk grubunda ise üretici firmanın tavsiyesi doğrultusunda dakikada 5000 salınımına izin verecek şekilde 40.000 rpm ile çalışan mikromotor yardımıyla aşındırma yapılmıştır.

Çalışmamızın ikinci bölümünde ise her interproksimal mine aşındırması yönteminde kullanılan 15 adet dişten rastgele 5 adet diş seçilerek, bu yöntemlerin mine yüzeyinde yaratmış olduğu pürüzlülüğün taramalı elektron mikroskobu (TEM) ile incelenmesi amacıyla benzer gruplar oluşturulmuştur. Oluşturulan çalışma grupları, kullanılan diş sayısı ve aşındırmada kullanılan sistemler Tablo 3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 3.1. Çalışma grupları

Gruplar	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Kullanılan Interproksimal Aşındırma Sistemi	Elde Elmas Kaplı Şerit Zımpara	Elmas Kaplı Perfore Çelik Disk	Segmental Elmas Kaplı Çelik Disk	Mini Aşındırma Bant
Uygulanan Süre	20 sn	20 sn	20 sn	20 sn
Kullanılan Örnek Miktarı (n)	15 adet	15 adet	15 adet	15 adet
Üretici Firma	Scheu Dental CA [®] Stripping Tools	Komet	Komet	Intensiv Ortho-Strips

3.4. Çalışmamızda Kullanılan İnterproksimal Mine Aşındırma Araçları

3.4.1. Manuel İnterproksimal Mine Aşındırma Araçları

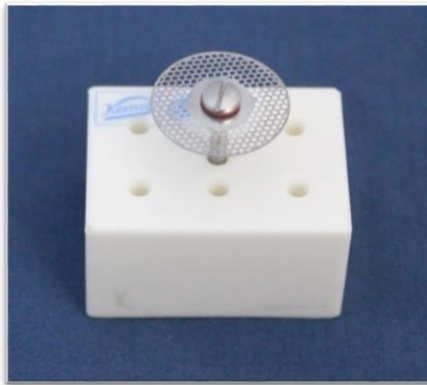
El ile yapılan aşındırmada, elmas partikül büyüklüğü 40 µm, kalınlığı 0,20 mm olan çift yüzlü metal çerçeveye monte edilmiş olan aşındırma şeritleri (Scheu Dental GmbH, Iserlohn, Almanya) özel paslanmaz çelik tutucu (Scheu Dental CA® stripping tools, GmbH, Iserlohn, Almanya) (Şekil 3.1) ile kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmamızda kullanılan elmas kaplı zımpara ve özel tutucu

3.4.2. Elmas Kaplı Perfore Çelik Disk

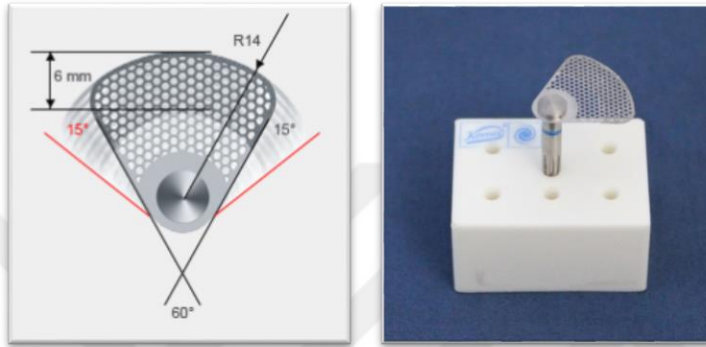
Çalışmamızda kullanılan disklerin (Komet, 8934 A.220, GmbH, Lemgo, Almanya) (Şekil 3.2) işler kısmının kalınlığı 0,15 mm ve çapı 220 mm olmakla birlikte her iki yüzeyi de elmas kaplıdır. Bu disklerin elmas kaplanmış bölümü disk çevresinde 3,0 mm çaptadır.



Şekil 3.2. Çalışmamızda kullanılan elmas kaplı perfore çelik disk

3.4.3. Segmental Elmas Kaplı Disk

Çalışmamızda 60 derecelik açıya sahip ve 30 derecelik savrulma açısı olan dakikada 6000 devirle çalışan segmental elmas kaplı diskler (Komet, Oscillating Segment Disc OS1F, GmbH, Lemgo, Almanya) (Şekil 3.3) kullanılmıştır. Bu disklerin işler kısmının kalınlığı 0,15 mm ve yarıçapı 140 mm olmakla birlikte her iki yüzeyi de elmas kaplıdır. Diskler salınım hareketine izin veren segmental diskler için tasarlanan özel anguldurva (Komet, OS30, GmbH, Lemgo, Almanya) (Şekil 3.4) ile kullanılmaktadır.



Şekil 3.3. Çalışmamızda kullanılan segmental elmas kaplı disk



Şekil 3.4. Segmental elmas kaplı disk özel başlığı

3.4.4. Döner Başlık Üzerine Takılan Mini Aşındırma Bantları

Çalışmamızda kullanılan mini aşındırma bantlarının (Intensiv Ortho-Strips, Intensiv SA, Montagnola, İsviçre) (Şekil 3.5) elmas partikül büyüklüğü 40 µm'dir. Çift yüzlü aşındırma bantları metal çerçeveye monte edilmiştir.



Şekil 3.5. Çalışmamızda kullanılan mini aşındırma bandı

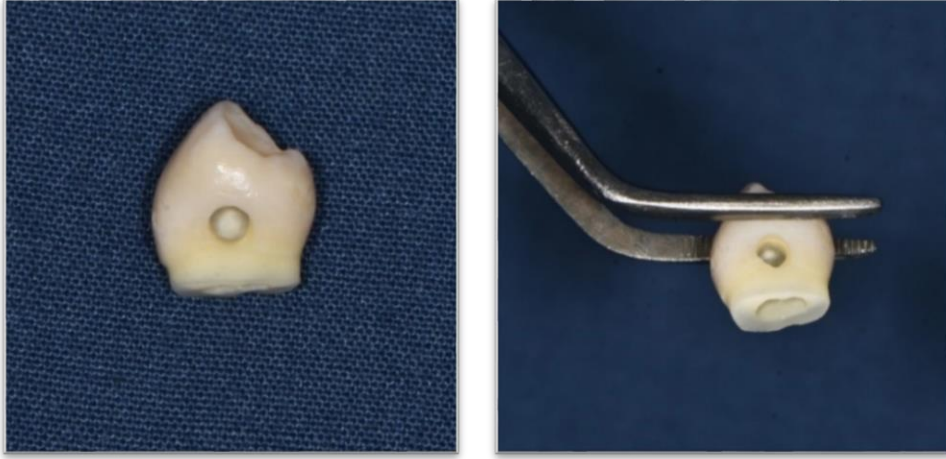
Resiprokal hareket ile çalışmasına izin veren özel EVA başlığı (WH Synea Fusion WG-69 A, Bürmoos, Austria) (Şekil 3.6) ile kullanılmaktadır.



Şekil 3.6. Çalışmamızda kullanılan özel EVA başlık

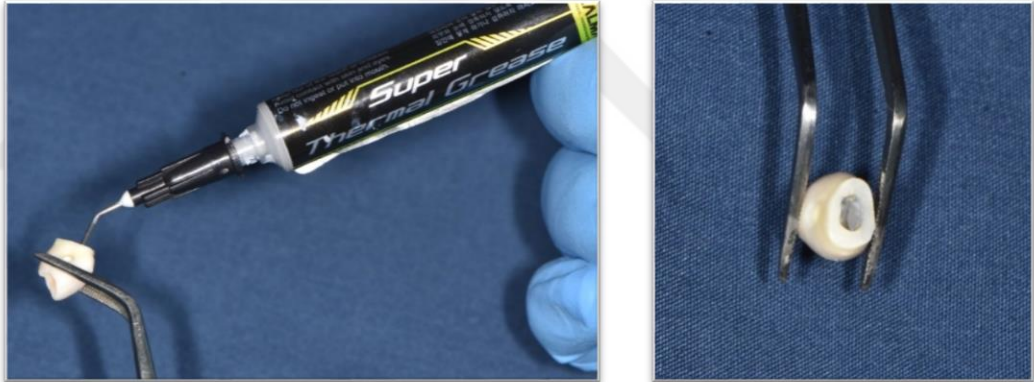
3.5. Çalışma Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmamızın birinci bölümünde farklı interproksimal aşındırma prosedürlerinin uygulanması esnasında pulpa odasında meydana gelen ısı artışı değerlendirilmiştir. Bu amaçla, çalışmamızda 60 adet alt premolar diş kullanılmıştır. Diş kökleri mine-sement birleşiminin yaklaşık 2 mm altından dişin uzun aksına dik olacak şekilde karborundum disk (Komet, Gebr Brasseler, Lemgo, Almanya) ile ayrılmıştır. Pulpa odası girişi genişletilmiş ve kalan pulpa artıkları ekskavator yardımıyla temizlenmiştir. Pulpa odası 1 dakika boyunca sodyum hipoklorit uygulamasını takiben distile su ile yıkanmış ve hava ile kurutulmuştur. Çapı 0,4 mm olan termokapl telini yerleştirmek için örneklerin proksimal yüzeyinden pulpa odasına giriş hazırlanmıştır (Şekil 3.7).



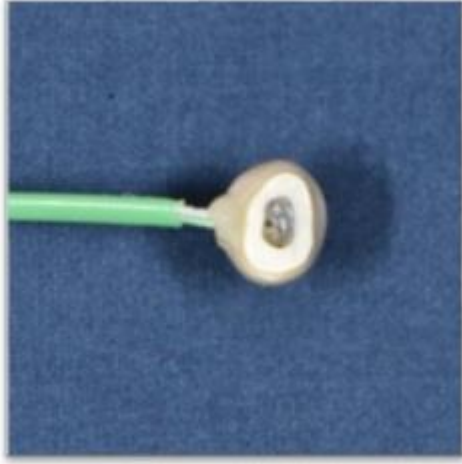
Şekil 3.7. Proksimal yüzeyden pulpa odasına açılan kavite

Pulpa odasının interproksimal mine aşındırması yapılacak taraftaki aksiyal duvarı silikon ısı transfer materyali (ZM-STG2; Zalman Tech Co Ltd, Dongan-gu, Güney Kore) ile kaplanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Aksiyal duvarın ısı transfer materyali ile kaplanması

K-tipi termokapl (TT-K-30-SLE; Omega Engineering Inc, Stanford, Connecticut, ABD) pulpa odasına yerleştirilmiş ve aksiyal duvardaki silikon ısı transfer materyali ile temas ettirilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Termokapl telin aksiyal duvarla teması

Termokapl konumu radyografik olarak doğrulanmıştır. Termokapl telinin giriş deliği sistemden sızmayı önlemek için ışıkla sertleşen cam iyonomer siman (CİS) (Ionoseal; VOCO, Cuxhaven, Almanya) ile doldurulmuştur (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Giriş kavitesinin CİS ile doldurulması

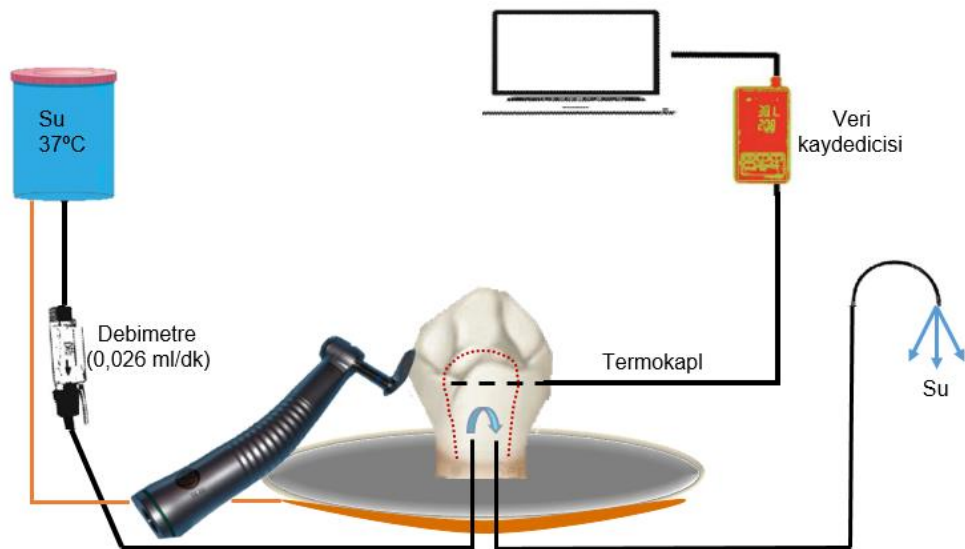
Isı değişimlerinin takibi için, termokapl kablosu veri kaydediciye (DT-3891G; CEM, Shenzen, Çin) ve veri kaydedicisi (Şekil 3.11) de kişisel bilgisayara bağlanmıştır.



Şekil 3.11. Veri kaydedici

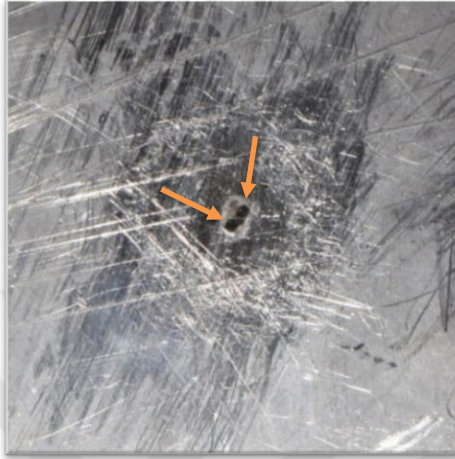
3.6. Pulpal Mikrosirkülasyon Simülasyon Modeli

Örnek, bu çalışma için hazırlanmış olan pulpal kan mikrosirkülasyonunu simüle eden ve dışın fizyolojik limitler içerisinde ($37,0\pm 1,0^{\circ}\text{C}$) sıcaklığını regüle eden deneysel sisteme yerleştirilmiştir (Şekil 3.12).



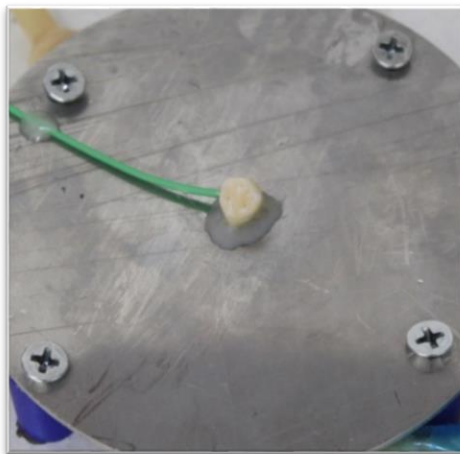
Şekil 3.12. Pulpal mikrosirkülasyonu simüle eden çalışma modeli

Distile su içeren dijital su banyosuna (WB-11; Daihan, Wonju, Güney Kore), standart infüzyon seti (Beybi Medikal, İstanbul, TR) bağlanmıştır. Isı kontrollü alüminyum baz plağın deliğinden pulpa odası içerisinde mikrosirkülasyonu sağlamak ve distile su giriş ve çıkış yolu olarak kullanılmak üzere iki adet 25 gauge iğne (Hayat Medikal, İstanbul, TR) yerleştirilmiştir. İğneler, siyanoakrilat yapıştırıcı kullanılarak ısı kontrollü baz plağın açılmış deliğine tutturulmuştur (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Mikrosirkülasyonu sağlayan iğneler

Sistem içerisinde 37°C distile suyun 0,026 ml/dk sabit bir hızda akışını sağlamak için dijital infüzyon debimetresi (SN-1600 V infüzyon pompası, Sino Medical-Device Technology, Shenzhen, Çin) eklenmiştir. Örnekler, ısı kontrollü baz plağın üzerinde iğneler pulpa odası içerisine denk gelecek şekilde ışıkla sertleşen cam iyonomer simanla (Ionoseal; VOCO, Cuxhaven, Almanya) sabitlenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Baz plağa yerleştirilmiş örnek

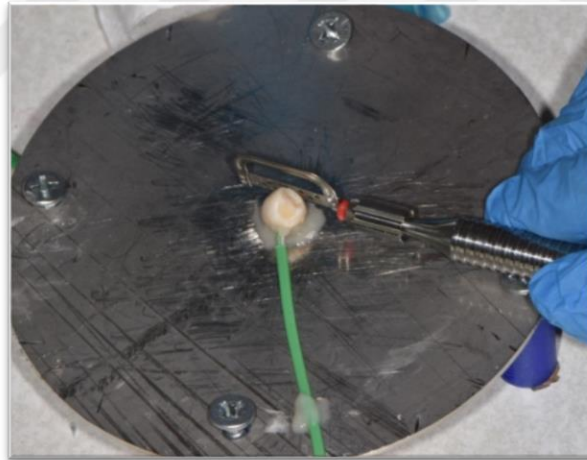
Pulpa odasında fizyolojik sıcaklığı sağlamak için spiral şeklinde 4 mm çaplı bakır boru alüminyum baz plak altına termal gres ile tutturulmuş ve su banyosununa standart infüzyon seti ile bağlanmıştır. Isı kontrollü baz plakta fizyolojik sıcaklık bakır borunun içinden akan sıcak su ile regüle edilmiştir.

3.7. Dişlerin Aşındırılması

Örneklerin ısı kontrollü baz plağa iğnelerin pulpa odasına denk gelecek şekilde yerleştirilmesini takiben, interproksimal aşındırma prosedürleri uygulanmaya başlanmıştır. Kronometre kullanımı ile aşındırma süresi 20 sn olarak standardize edilmiştir. Tüm interproksimal mine aşındırması prosedürleri ve ölçümleri aynı operatör tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.7.1. Şerit Zımpara ile Yapılan Manuel Aşındırma

Elmas partikül büyüklüğü 40 µm olan bilateral arayüz zımparasının özel dizayn edilmiş özel tutucu ağıta yerleştirilmesini takiben kronometre ile süre standardize edilerek 20 sn süre ile aşındırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.15).

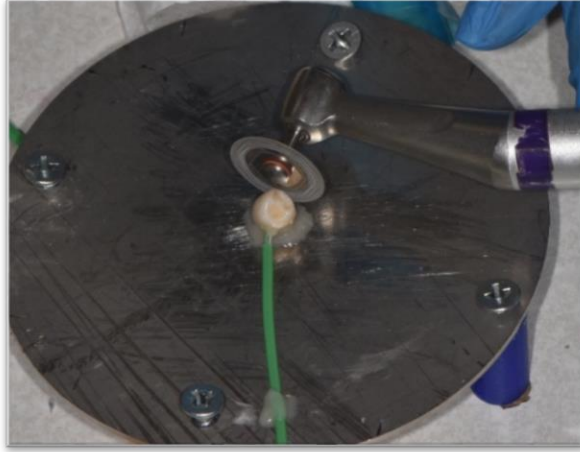


Şekil 3.15. Şerit zımpara ile yapılan manuel aşındırma

Başlangıç intrapulpal sıcaklık (T0) fizyolojik limitler içerisinde ($37,0\pm 1,0^{\circ}\text{C}$) iken aşındırma prosedürü uygulanmış olup, her örnek için meydana gelen en yüksek sıcaklık değeri (T1) kaydedilmiştir. Her örnek için arayüz zımparası yenilenmiştir.

3.7.2. Elmas Kaplı Çelik Perfore Disk ile Aşındırma

Her iki yüzeyi elmas kaplı disk, mikromotor devir hızı 20.000 rpm olarak sabitlenmiş olan anguldurva yardımıyla 20 sn süre boyunca uygulanmıştır (Şekil 3.16).

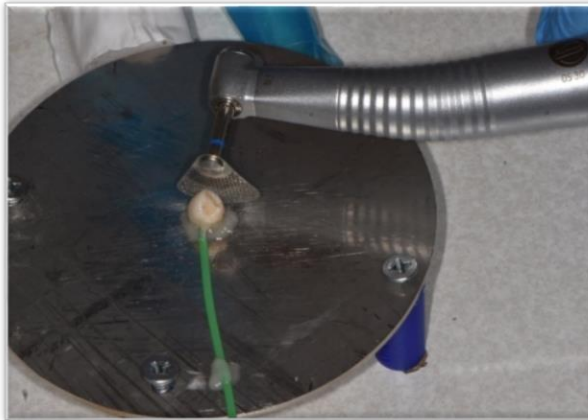


Şekil 3.16. Perfore stripping diski ile aşındırma

Başlangıç intrapulpal sıcaklık (T0) fizyolojik limitler içerisinde iken aşındırma prosedürü uygulanmış olup, her örnek için meydana gelen en yüksek sıcaklık değeri (T1) kaydedilmiştir. Her üç örnekte perfore stripping diski yenilenmiştir.

3.7.3. Segmental Elmas Kaplı Çelik Disk ile Aşındırma

Her iki yüzeyi de elmas kaplı segmental disk 20 sn süre boyunca uygulanmıştır. Mikromotor devir hızı maksimum kapasitede iken (40.000 rpm) dakikada 5000 salınımaya izin verecek şekilde segmental diskler için tasarlanan özel anguldurva kullanılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Segmental disk ile aşındırma

Başlangıç intrapulpal sıcaklık (T0) fizyolojik limitler içerisinde iken aşındırma prosedürü uygulanmış olup, her örnek için meydana gelen en yüksek sıcaklık değeri (T1) kaydedilmiştir. Her üç örnekte segmental disk yenilenmiştir.

3.7.4. Mini Aşındırma Bant ile Aşındırma

Her iki yüzeyi elmas kaplı olan aşındırma bantları mikromotor devir hızı 40.000 rpm iken dakikada 20.000 resiprokal harekete izin verecek şekilde tasarlanan özel anguldurva ile 20 sn boyunca uygulanmıştır (Şekil 3.18).

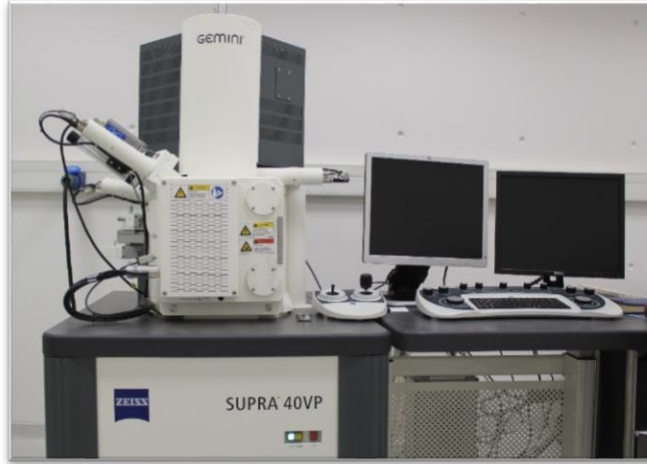


Şekil 3.18. Mini aşındırma bandı ile aşındırma

Başlangıç intrapulpal sıcaklık (T0) fizyolojik limitler içerisinde iken aşındırma prosedürü uygulanmış olup, her örnek için meydana gelen en yüksek sıcaklık değeri (T1) kaydedilmiştir. Her örnek için aşındırma bandı yenilenmiştir.

3.8. Taramalı Elektron Mikroskobu ile İnceleme

Çalışmamızın ikinci bölümünde interproksimal mine aşındırması uygulanan her gruptaki 15 örnek arasından rastgele seçilen 5'er adet örnek Pamukkale Üniversitesi İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan taramalı elektron mikroskobu (Zeiss Gemini, Supra 40VP, Zeiss, Jena, Almanya) ile incelenmiştir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Çalışmamızda kullanılan taramalı elektron mikroskobu

Görüntüler alınmadan önce örnekler birtakım hazırlık işlemlerine tabi tutulmuştur. Öncelikle dış yüzeyleri 0,1 M Sorensen fosfat tamponunda yıkama işlemine tabi tutulduktan sonra alkol serilerine (%50, %70, %80, %90, %96 absöü alkol) alınmıştır. Son olarak absöü alkol: saf aseton (2:1), absöü alkol: saf aseton (1:1), absöü alkol: saf aseton (1:2) ve saf aseton dan geçirilerek kritik nokta kurutma cihazında (Leica Microsystems, Viyana, Avusturya) kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Örnekler kurutulduktan sonra Au/Pd kaplama cihazında (Quorum Q150R ES, Quorum Technologies Ltd, Grinstead, İngiltere) (Şekil 3.20) kaplanarak iletken ve TEM ile görüntü almaya hazır hale getirilmiştir. İnceleme 128X, 500X ve 1000X büyöütmelerde 15 kV akımında yapılmıştır.



Şekil 3.20. Çalışmamızda kullanılan kaplama cihazı

3.9. İstatistiksel Analiz

Her grup için, başlangıç sıcaklığı (T0) ve pulpa odası aksial duvarında meydana gelen maksimum sıcaklık (T1) arasındaki fark (ΔT), tüm interproksimal mine aşındırması prosedürlerinden sonra kaydedilerek, uygulanan farklı aşındırma prosedürlerinin pulpa odasında meydana gelen ısı değişimi üzerine etkisi incelenmiştir.

Çalışma verileri SPSS 24.0 (IBM Corp., Version 24.0. Armonk, NY, ABD, 2016) paket programına aktarılarak analizler tamamlanmıştır. Veriler değerlendirilirken sayısal değişkenler için tanımlayıcı istatistiksel veriler minimum ve maksimum değerler şeklinde verilmiştir. Uygulanacak analizlere karar verebilmek için verilere Kolmogorov Smirnov testi uygulanmıştır. Test sonucunda verilerin normal dağılım sağladığı görülmüştür. Bu nedenle karşılaştırmalarında parametrik testler kullanılmıştır. İki bağımlı grup arasında ortalamalara göre farklılık olup olmadığı “bağımlı örneklem T testi” ile incelenmiştir. İki'den fazla bağımsız grup arasında ısı artışı ortalamalarına göre farklılık olup olmadığı ise “tek yönlü varyans analizi (ANOVA)” ile incelenmiş olup hangi gruplar arasında farklılık olduğuna Tukey testi ile bakılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Pulpa Odasında Meydana Gelen Isı Artışına Ait Bulgular

İnterproksimal mine aşındırması sırasında meydana gelen ısı değişimleri (ΔT), başlangıç sıcaklık değerleri (T_0) ve oluşan en yüksek sıcaklık değerleri (T_1) Tablo 4.1. de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Farklı aşındırma prosedürleri sırasında pulpa odasındaki termal değişikliklerin tanımlayıcı istatistiksel değerleri ve gruplar arası karşılaştırması

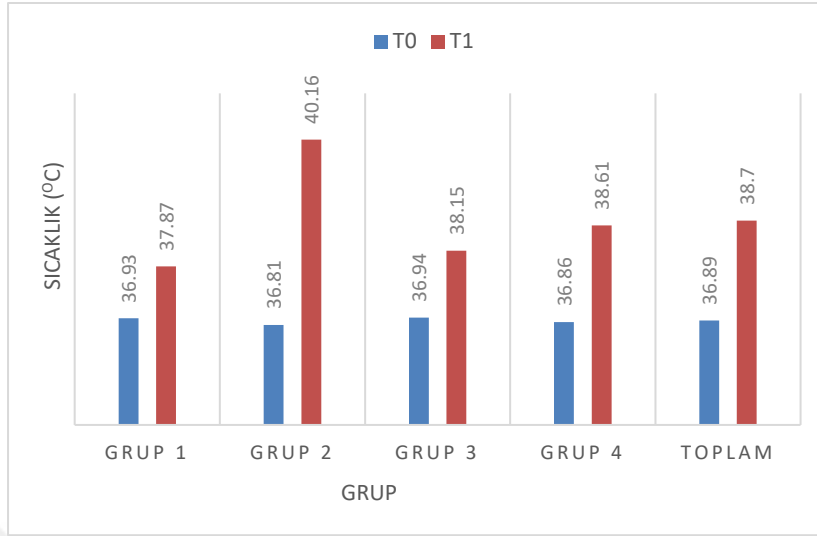
Grup	n	T0 (°C)		T1 (°C)		ΔT (°C)		P
		Ort \pm SS	Min-Maks	Ort \pm SS	Min-Maks	Ort \pm SS	Min-Maks	
Grup 1	15	36.93 \pm 0.24	36.2 - 37.2	37.87 \pm 0.57	37.0 - 38.7	0.94 \pm 0.43	0.3-1.6	
Grup 2	15	36.81 \pm 0.35	36.1 - 37.2	40.16 \pm 1.35	38.2 - 42.6	3.35 \pm 1.21	1.7-5.6	
Grup 3	15	36.94 \pm 0.13	36.6 - 37.1	38.15 \pm 0.69	37.1 - 39.8	1.21 \pm 0.65	0.3-2.8	0.000***
Grup 4	15	36.86 \pm 0.28	36.0 - 37.2	38.61 \pm 1.09	36.9 - 40.9	1.75 \pm 0.97	0.3-3.9	
Toplam	60	36.89 \pm 0.26	36.0 - 37.2	38.70 \pm 1.3	36.9 - 42.6	1.81 \pm 1.26	0.3-5.6	

***: p<0.001

Grup 1'deki dişlerin T_0 sıcaklık ortalaması 36,93°C iken Grup 2'deki dişlerin ortalaması 36,81°C, Grup 3'teki dişlerin ortalaması 36,94°C, Grup 4'teki dişlerin ortalaması ise 36,86°C'dir. Grup 1'deki dişlerin T_1 sıcaklık ortalaması 37,87°C iken Grup 2'deki dişlerin ortalaması 40,16°C, Grup 3'teki dişlerin ortalaması 38,15°C, Grup 4'teki dişlerin ortalaması ise 38,61°C'dir.

Yapılan ölçümlerde en yüksek intrapulpal ısı değişimi Grup 2'de, (3,35°C \pm 1,21°C), takiben Grup 4'te (1,75°C \pm 0,97°C), daha sonra Grup 3'te (1,21°C \pm 0,65°C) görülmektedir. En az intrapulpal ısı değişimi Grup 1'de (0,94°C \pm 0,44°C) görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.001).

Her bir gruptaki dişlerin T0 ve T1 sıcaklık ortalamaları Şekil 4.1'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Herbir gruptaki dişlerin T0 ve T1 sıcaklık ortalamaları

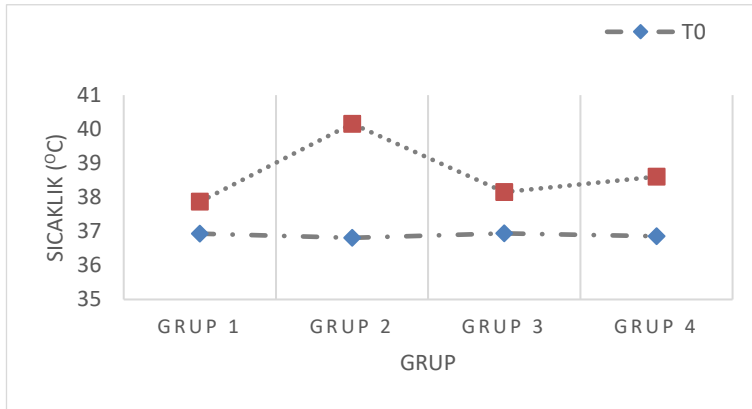
Gruplar arası karşılaştırma sonuçları Tablo 4.2.'de gösterilmiştir. Gruplar arasında T0 sıcaklık ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiş, ancak gruplar arasında T1 sıcaklık ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$). Grup 2'deki dişlerin T1 sıcaklık ortalaması, Grup 1, Grup 3 ve Grup 4'de yer alan dişlerin T1 sıcaklık ortalamalarından anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.2. Sıcaklık değerleri ortalamalarına göre gruplar arasındaki farklılığın incelenmesi

Grup	n	T0 (°C)		p	T1 (°C)		p	Çoklu Karşılaştırma		
		Ort±SS	Min-Maks		Ort±SS	Min-Maks		G2	G3	G4
Grup 1	15	36.93±0.24	36.2 – 37.2	0.46	37.87±0.57	37.0 – 38.7	0.000***	*		
Grup 2	15	36.81±0.35	36.1 – 37.2		40.16±1.35	38.2 – 42.6			*	*
Grup 3	15	36.94±0.13	36.6 – 37.1		38.15±0.69	37.1 – 39.8			*	
Grup 4	15	36.86±0.28	36.0 – 37.2		38.61±1.09	36.9 – 40.9			*	

***: $p < 0.001$

Her bir gruptaki örneklerde meydana gelen intrapulpal ısı artışları Şekil 4.2.'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Yalnızca Grup 2'ye ait bir örnekte kritik düzey olan $5,5^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerinde sıcaklık artışı gerçekleşmiştir.



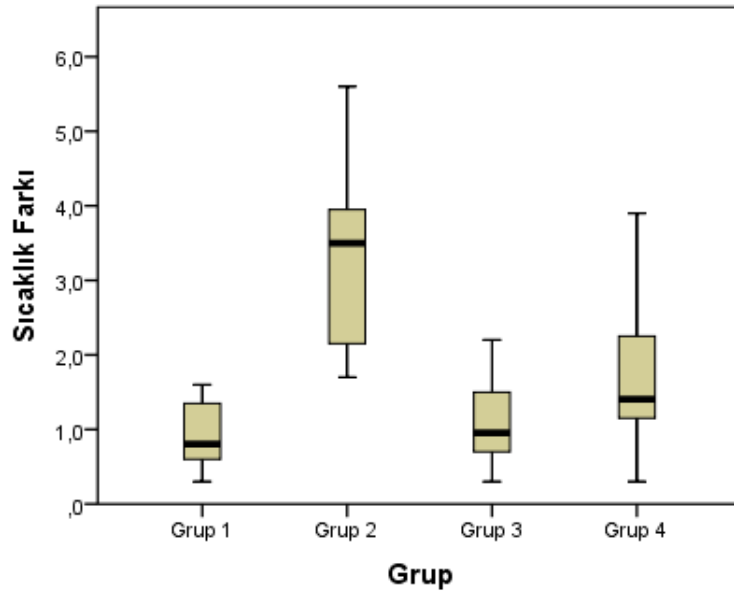
Şekil 4.2. Gruplarda meydana gelen sıcaklık artışı ortalamaları

İnterproksimal mine aşındırması sırasında meydana gelen ısı değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.3.'te gösterilmiştir. Buna göre; gruplar arasında sıcaklık fark ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Grup 2'deki dişlerin sıcaklık fark ortalamasının, Grup 1, Grup 3 ve Grup 4'de yer alan dişlerin sıcaklık fark ortalamalarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Gruplar arasında meydana gelen sıcaklık değişimleri Şekil 4.3.'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.3. T0-T1 zaman aralığında sıcaklık ortalamaları değişimlerinin gruplar arası karşılaştırılması

Grup	n	Ort±SS	ΔT (°C)		p	Çoklu Karşılaştırma		
			Minimum	Maksimum		G2	G3	G4
Grup 1	15	0.94±0.43	0.3	1.6	0.000***	*		
Grup 2	15	3.35±1.21	1.7	5.6			*	*
Grup 3	15	1.21±0.65	0.3	2.8		*		
Grup 4	15	1.75±0.97	0.3	3.9		*		

***: $p < 0.001$

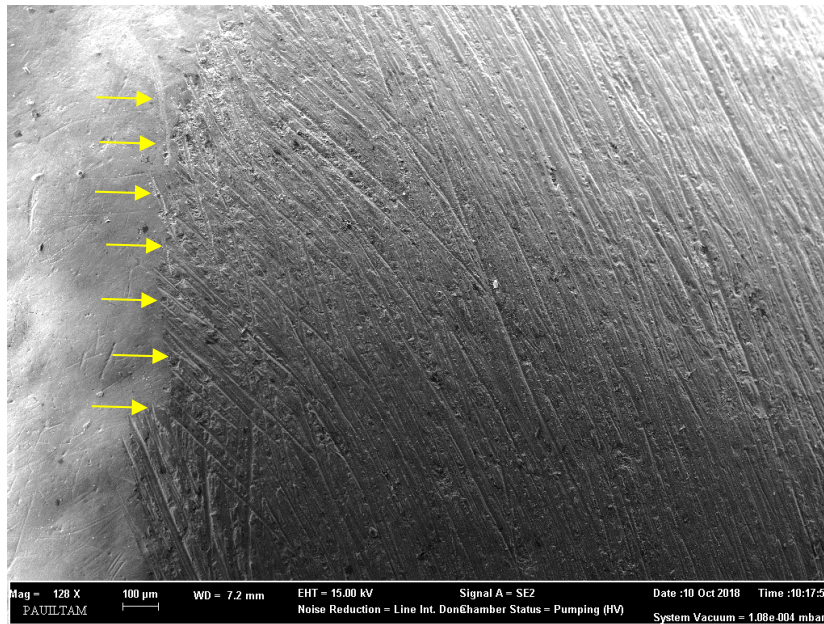


Şekil 4.3. Gruplarda oluşan sıcaklık değişimlerini gösteren boxplot grafiği

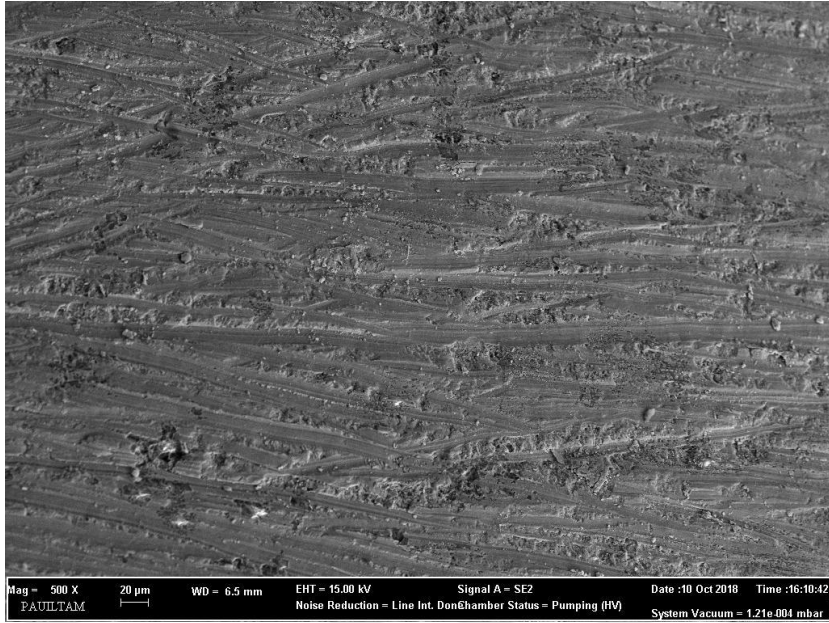
4.2. Yüzey Pürüzlülüğüne Ait Bulgular

Mine yüzeyleri aşındırma sonrası 128X, 500X ve 1000X büyütmelemlerde taramalı elektron mikroskobu (TEM) ile incelenmiştir.

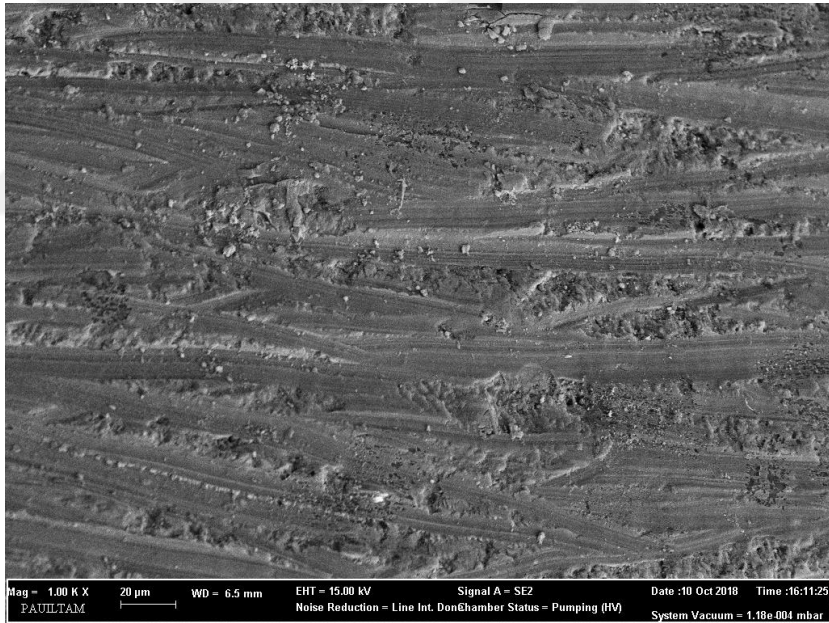
El zımparası ile aşındırma yapılan dişlerin TEM görüntüleri değerlendirildiğinde zımparanın temas ettiği yüzeylerde düzensiz çizikler ve oluklar izlenmiştir (Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6).



Şekil 4.4. Mine yüzeyinin el zımparası ile 20 sn aşındırma sonrası 128X büyütmede TEM görüntüsü

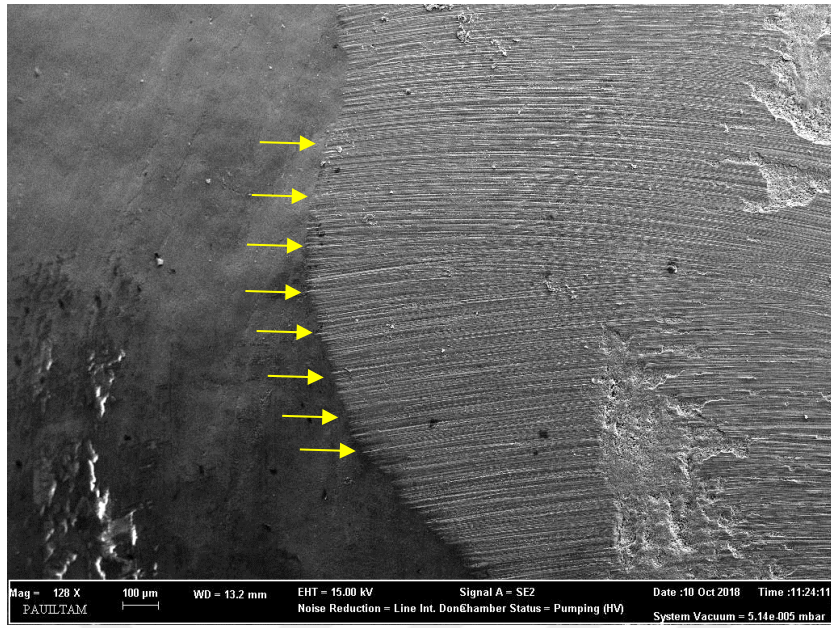


Şekil 4.5. Mine yüzeyinin el zımparası ile 20 sn aşındırma sonrası 500X büyütmede TEM görüntüsü

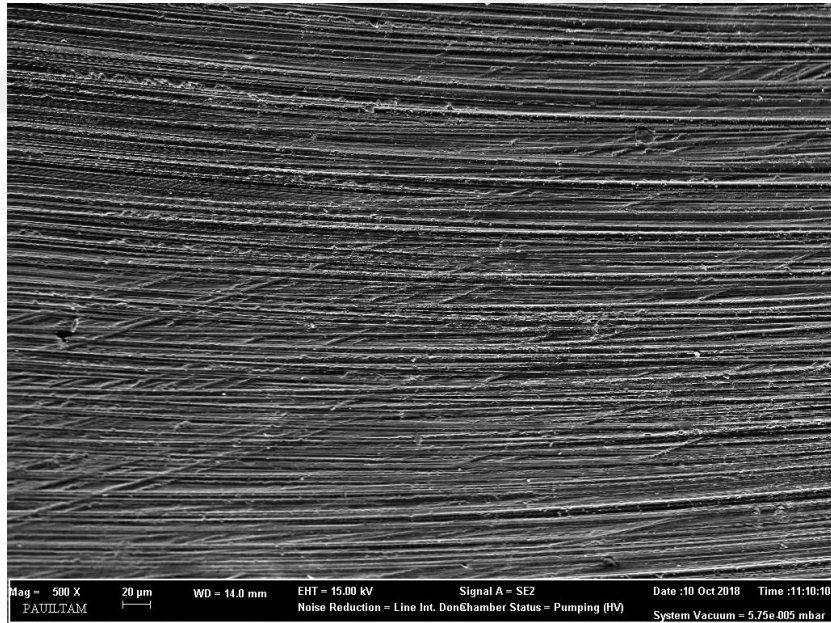


Şekil 4.6. Mine yüzeyinin el zımparası ile 20 sn aşındırma sonrası 1000X büyütmede TEM görüntüsü

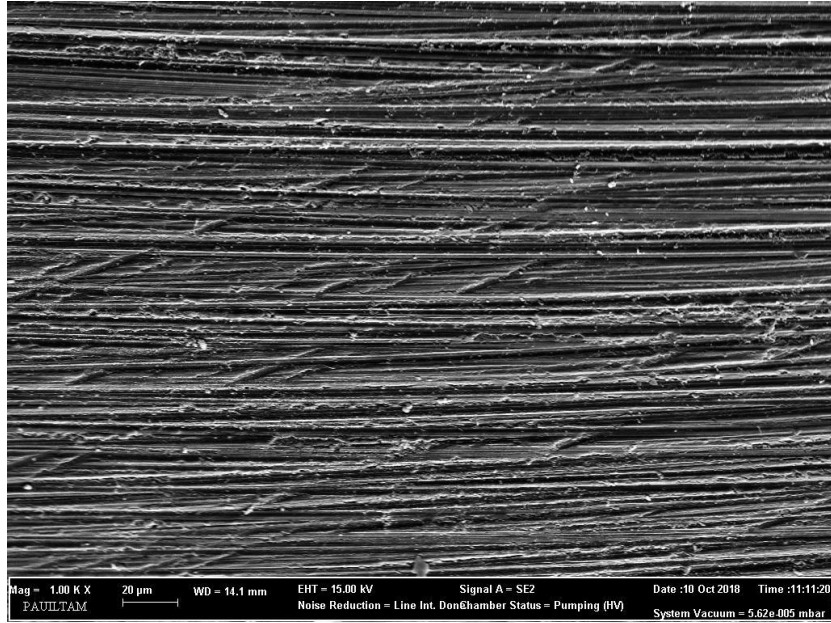
Perfore stripping diskisi ile aşındırma yapılan yüzeyde aşındırma uygulanmamış mine yüzeyinden keskin bir ayrılma izlenmiştir (Şekil 4.7). Yüzeylerde daha sık ve paralel çizikler ile oluklar, yer yer süperimpozisyonlar görülmüştür. (Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9).



Şekil 4.7. Mine yüzeyinin perfore stripping diskisi ile 20 sn aşındırma sonrası 128X büyütmede TEM görüntüsü

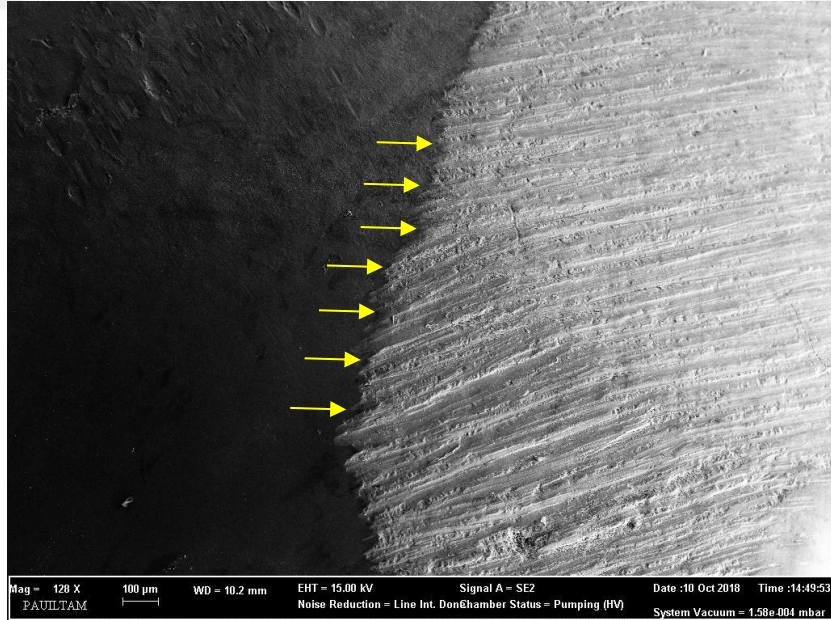


Şekil 4.8. Mine yüzeyinin perfore stripping diskisi ile 20 sn aşındırma sonrası 500X büyütmede TEM görüntüsü

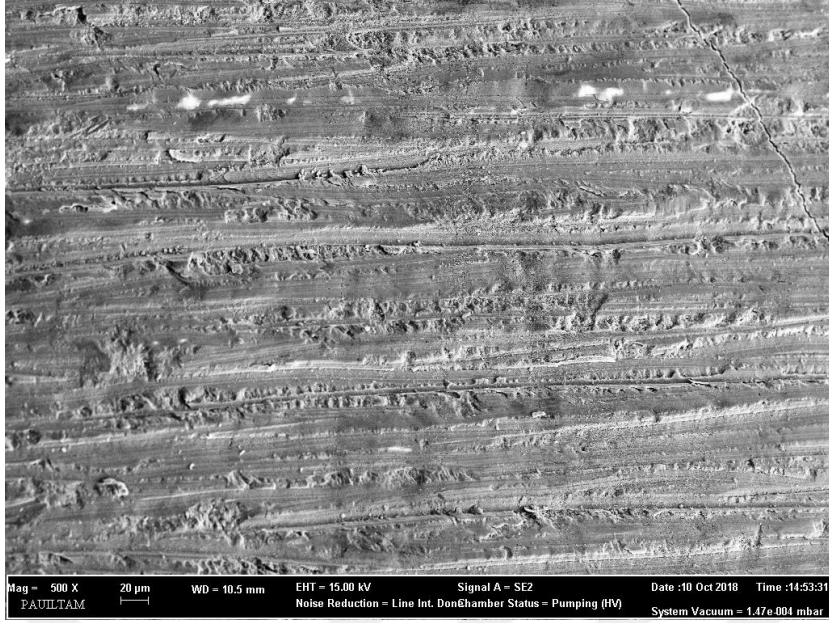


Şekil 4.9. Mine yüzeyinin perfore stripping diski ile 20 sn aşındırma sonrası 1000X büyütmede TEM görüntüsü

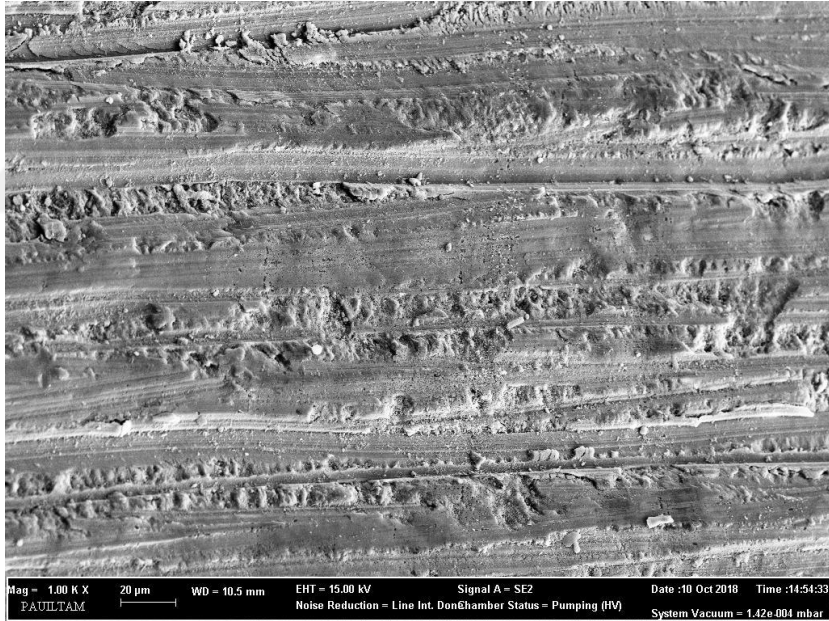
Segmental stripping diski ile aşındırılan mine yüzeyinde birbirine çok yakın olmayan çizikler ve oluklardan oluşan irregüler alanlar izlenmiştir (Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12).



Şekil 4.10. Mine yüzeyinin segmental stripping diski ile 20 sn aşındırma sonrası 128X büyütmede TEM görüntüsü

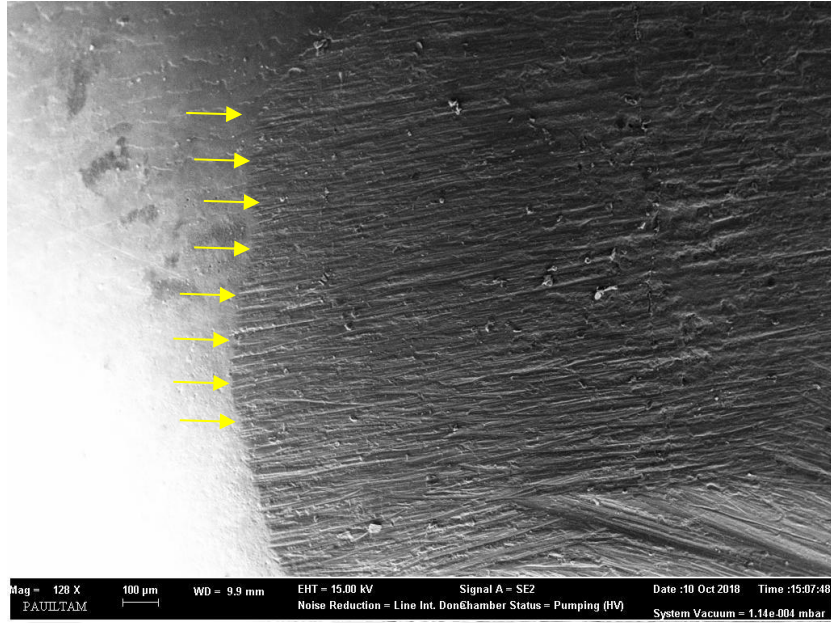


Şekil 4.11. Mine yüzeyinin segmental stripping diski ile 20 sn aşındırma sonrası 500X büyütmede TEM görüntüsü

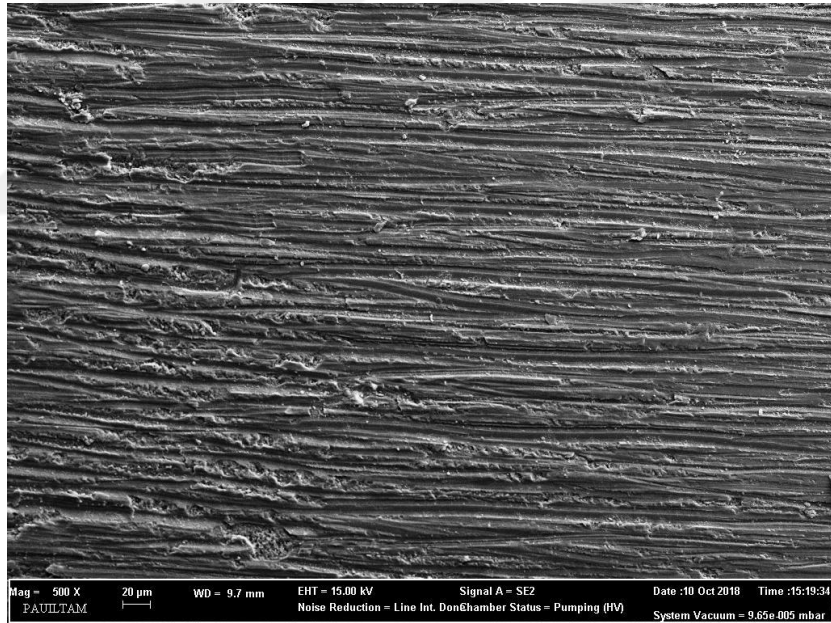


Şekil 4.12. Mine yüzeyinin segmental stripping diski ile 20 sn aşındırma sonrası 1000X büyütmede TEM görüntüsü

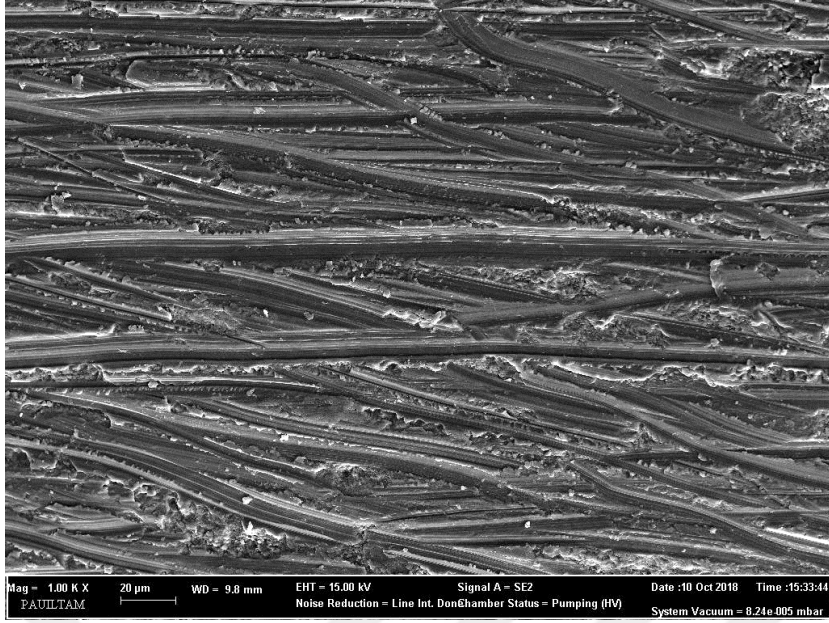
Mini stripping bandı ile aşındırma yapılan yüzeylerde düzensiz ve sık çizikler ile oluklar izlenmiştir. Oluşan düzensizliklerde süperimpozisyonlar mevcuttur (Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15).



Şekil 4.13. Mine yüzeyinin mini stripping bandı ile 20 sn aşındırma sonrası 128X büyütmede TEM görüntüsü



Şekil 4.14. Mine yüzeyinin mini stripping bandı ile 20 sn aşındırma sonrası 500X büyütmede TEM görüntüsü



Şekil 4.15. Mine yüzeyinin mini stripping bandı ile 20 sn aşındırma sonrası 1000X büyütmede TEM görüntüsü

5. TARTIŞMA

İnterproksimal aşındırma, diğer adıyla stripping, dişlerin interproksimal bölgelerinden dişlere zarar verilmeksizin kontrollü miktarda mine materyalinin kaldırılmasıdır. Dişlerin daha iyi sıralanması ve düzeltilen diş diziliminin uzun süre korunması amacıyla uygulanır. Dişlerin temas yüzeylerindeki minenin aşındırılması, hafif ve orta dereceli çapraşıklıkların tedavisinde kullanılan en konservatif yöntemlerden biridir. Günümüzde ortodontide çekimsiz tedaviye yönelik ilgi arttığından dolayı interproksimal mine aşındırma prosedürü ortodonti pratiğinde rutin hale gelmiştir (Frindel 2010). Tercih edilen ve yaygın kullanılan bir yer kazanma yöntemi olduğundan interproksimal aşındırma ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Çalışmalarda öncelikle aşındırılacak mine miktarı değerlendirilmiş, ardından aşındırmanın diş ve çevre dokulara olası etkileri incelenmiş, kullanılan aşındırma yöntemlerinin sayısının artmasıyla birlikte sistemler arası etkinlik değerlendirilmiştir (Frindel 2010, Grippaudo vd 2010, Jadhav 2011, Lapenaite 2014).

İnterproksimal mine aşındırma yönteminin yaygınlaşması ile dişlere ve çevre dokulara etkileri ve olası komplikasyonları merak konusu olmuş ve bu doğrultuda birçok araştırma yapılmıştır (Arman vd 2006, Baysal vd 2007, Danesh vd 2007, Rao vd 2011).

İnterproksimal mine aşındırması uygulanırken meydana gelebilecek olası komplikasyonlardan biri pulpa odasında meydana gelen ısı artışıdır. Aşındırma sırasında su soğutması uygulamasının olası zararlı etkilerin önüne geçebileceği savunulmuştur (Sheridan 2008). Günümüzde ortodontide interproksimal mine aşındırması için yüksek devirli döner aletlerle çalışan su soğutmalı yöntemler olduğu gibi rutin olarak kullanılmakta olan yöntemlerin birçoğu manuel ve düşük devirli döner aletlerle çalışan su soğutmasız yöntemlerdir (Livas vd 2013).

Literatürde ısı artışı kaynaklı pulpal hasar birçok çalışmada rapor edilmiştir (Schubert 1957, Zach ve Cohen 1965, Raab 1992, Cavalcanti vd 2002).

Schubert (1957) pulpal fibroblastlar için 41,5°C sıcaklık değerinin kritik limit olarak kabul edilmesi gerektiğini bildirmiştir. Zach ve Cohen (1965) ise Macaca rhesus maymunlarının dişleri üzerinde yaptıkları çalışmalarında, farklı ısı artışı elde edebilmek için 5-20 sn aralığında çeşitli süreler ile dişlerin bukkal yüzeylerine havya temas ettirmiş ve oluşan farklı ısı artışlarıyla meydana gelen histolojik değişiklikleri

değerlendirmişlerdir. Isı artışı 2,2°C olduğunda yalnızca çok küçük interodontoblastik vakuoller ile minimal intrapulpal değişiklikler gözleendiği belirtilmiştir. Isı artışı 5,5°C olduğunda ise matriks denatürasyonu ve Tomes liflerinin yıkımı, hiperemik kan damarları gibi geri dönüşümsüz pulpa hasarı belirtileri gözlenmiştir. Ayrıca dişlerin %15'inde oluşan bu hasarın geri dönmediği bildirilmiştir. Isı artışı 11°C olduğunda oluşan geri dönüşümsüz pulpa hasarının dişlerin %60'ında düzelmediği, 16,5°C'lik ısı artışında dişlerin tümünde pulpa nekrozu gözleendiği belirtilmiştir (Zach ve Cohen 1965).

Dentin pulpa kompleksinin termal uyarılara karşı cevabı, dentin tübüllerinin sıvı akış hareketi, uygulanan termal stimulusun yoğunluğu ve süresi, pulpal vasküler mikrosirkülasyon ve pulpal sinir sisteminin uyarılmasıyla birlikte pulpal kan akış hızının değişmesi gibi birçok faktörden etkilenir (Raab 1992). Wistar ratlar üzerinde yapılan bir çalışmada 31-43°C sıcaklık aralığında pulpal mikrosirkülasyonda anlamlı bir değişim gözlenmediği, 43°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda pulpal mikrosirkülasyon akış hızının bağlantılı afferent sinirlerin uyarılmasına bağlı olarak arttığı, 49°C'yi aşması durumunda pulpal mikrosirkülasyonun geri dönüşümsüz hasara uğradığı bildirilmiştir (Raab 1992).

Yapılan bu çalışmadan yola çıkarak, pulpada oluşan ısı artışı ve olası yan etkileri ile ilgili diş hekimliğinin birçok dalında çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Durey vd 2008, Kodonas vd 2009, Mahant vd 2016, Vinall vd 2017). Çalışmaların bazılarında farklı ışık cihazlarının pulpada meydana getirdiği ısı artışı değerlendirilmiştir (Hannig ve Bott 1999, Eldeniz vd 2005, Kodonas vd 2009, Ebenazar vd 2010, Malkoç vd 2010, Ramoğlu vd 2014). Diş yüzeylerine eksternal sıcaklık uygulayarak pulpada meydana gelen ısı artışını değerlendiren çalışmalar da mevcuttur (Zach ve Cohen 1965, Kodonas vd 2009). Ortodontide yapılan çalışmaların birçoğunda çeşitli debonding yöntemleri (Er:YAG ve Nd:YAG lazer destekli debonding) uygulaması sırasında pulpa odasında meydana gelen ısı artışı değerlendirilmiştir (Hayakawa 2005, Nalbantgil vd 2014, Yılcı vd 2017). Yapılan bazı çalışmalarda da debonding sonrası adeziv temizleme prosedürleri sırasında meydana gelen pulpal ısı artışı incelenmiştir (Uysal 2005, Bıçakçı vd 2010).

Literatürde interproksimal mine aşındırması sırasında oluşan pulpal ısı artışını değerlendiren yalnızca iki çalışma mevcuttur (Baysal vd 2007, d'Ornellas Pereira JC vd 2014).

Baysal ve arkadaşları (2007) 30 mandibular keser, 30 mandibular kanin ve 30 mandibular küçük azı olmak üzere toplam 90 adet diş üzerinde üç farklı aşındırma yöntemi olan metal el zımparası, perfore stripping diski ve tungsten karbid frez ile aşındırma yaptıkları çalışmalarında, pulpa odasında meydana gelen ısı artışını değerlendirmişlerdir. Tungsten karbid frezin mandibular keserlerde kullanıldığı grupta en fazla ısı artışı ($\Delta T: 5,63 \pm 1,73^\circ C$) gözlenmiştir. El zımparasının mandibular

premolarlarda kullanıldığı grup ile perfore diskin mandibular keser ve kaninlerde kullanıldığı gruplar hariç tüm gruplardaki bazı örneklerde kritik düzey olan 5,5°C'nin üzerinde ısı artışlarına rastlanmıştır (Baysal vd 2007).

Yapılan diğer çalışmada ise metal el zımparası ve perfore stripping diski ile 13 alt keser diş, 13 alt premolar diş ve 13 alt birinci molar diş olmak üzere toplam 39 diş üzerinde zamandan bağımsız olarak 0,5 mm aşındırma uygulanmış ve bu sırada pulpa odasında meydana gelen ısı artışı değerlendirilmiştir. Her iki aşındırma yönteminde de pulpa odasında ısı artışı meydana gelmiştir. Ancak kritik düzey olan 5,5°C'nin üzerinde ısı artışlarına rastlanmamıştır. Perfore stripping diski grubunda daha fazla ısı artışı kaydedilirken, farklı diş gruplarında meydana gelen pulpal ısı artışları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (d'Ornellas Pereira JC vd 2014).

Yapılan çalışmalarda pulpada meydana gelen ısı artışı değerlendirilirken pulpanın termal davranışında önemli rolü olduğu bilinen pulpal vasküler mikrosirkülasyon etkisinin göz ardı edildiği görülmüştür. Çalışmamızın amacı dört farklı mekanik interproksimal aşındırma yöntemi uygulanırken pulpa odasında meydana gelen ısı artışını pulpal mikrosirkülasyon simülasyon modeli oluşturarak değerlendirmek ve literatürdeki bu eksikliğı doldurmaktır.

İnterproksimal mine aşındırmasının olası bir diğer komplikasyonu da aşındırma sonucunda minede oluşan çizikler ve oluklar ile pürüzlü bir mine yüzeyi meydana gelmesidir. Yüzey pürüzlülüğü, interproksimal aşındırma uygulamasının istenmeyen olası etkilerini de beraberinde getirebilir. Uygun yapılmayan aşındırma ile plak birikimi, çürük riski, sıcak soğuk hassasiyeti artabilir ve periodontal problemlere yatkınlık görülebilir. İnterproksimal aşındırma sonrası oluşacak yüzey pürüzlülüğü olası komplikasyonları önlemek adına üzerinde önemle durulması gereken bir konu haline gelmiştir.

Yapılan literatür incelemesinde interproksimal mine aşındırması sonrası mine yüzeyinin değerlendirildiğı birçok çalışma olduğu, ancak çalışmalarda genellikle ARS frezleri ve stripping diskleri kullanılarak elde edilen yüzeylerin incelendiğı görülmüştür. Çalışmamızın diğer bir amacı da güncel aşındırma yöntemlerinden salınımlı segmental disk ve döner aletle çalışan abraziv stripping bantlarını da içeren ortodonti pratiğinde rutin kullanılan yöntemlerden sonra meydana gelen mine yüzeyi düzensizliklerinin değerlendirmesidir. Çalışmamızda elmas kaplı metal zımpara ve mini aşındırma bant grubunda elmas partikül büyüklüğü 40 µm olacak şekilde, elmas kaplı perfore stripping diski ve segmental disk grubunda kalınlığı 0,15 mm olacak şekilde diskler seçilerek aşındırılacak mine miktarı açısından standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır.

Ortodontide interproksimal aşındırma, debonding işlemi veya adeziv bağlanma dayanımına yönelik yapılan in vitro çalışmalarda dental materyal olarak insan dişleri

(Arman vd 2006, Baysal vd 2007) veya hayvan dişleri (Sinha vd 1995, Rossouw ve Tortorella 2003) kullanılmıştır. İnsan ve sığır dişlerinin dental sert dokuların kimyasal olarak karşılaştırıldığı bir literatür derlemesinde yapısal benzerlikler mevcut olsa da insan dişi minesinin daha kalın kristaller içerdiği, sığır dişi minesinin daha porözlü bir yapıya sahip olduğu belirtilmiştir (Laurance-Young vd 2011). Elde edilecek sonuçların klinik tutarlılığı en üst düzeyde yansıtması amacıyla, çalışmamızda ortodontik amaçlarla çekilmiş insan dişleri kullanılmasına karar verilmiştir.

Yapılan literatür incelemesi sonrasında insan dişi kullanılan in vitro çalışmalarda en uygun dişin hangisi olduğu konusunda fikir birliği olmamakla birlikte premolar, molar, kanin ve kesiciler olmak üzere farklı tipte insan dişlerinin kullanıldığı görülmüştür. Bazı araştırmaların, in vitro çalışmalar için en ideal dişin üst orta kesici olduğunu bildirmesine rağmen (Uysal vd 2005, Malkoc vd 2010), bu dişlerin genelde periodontal sorunlar nedeniyle çekim endikasyonu konulmuş erişkin hasta grubuna ait olmaları, yaşla birlikte minenin florid bakımından zengin olan en dış 50 µm'lik kısmının değişime uğraması ve madde kaybı olmayan kesici diş bulmanın çok zor olması gibi faktörler göz önüne alındığında kesicilerin in vitro çalışmalarda rutin olarak kullanılmadığı görülmüştür (Brantley ve Eliades 2001). Yapısı bozulmadığı halde çekim endikasyonu konularak sıklıkla çekilen ve toplanması kolay olan premolar ve 3. molar dişler daha fazla olmakla birlikte kanin dişlerin de kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (Ebenezar vd 2010, Mattick ve Hobson 2000). Bu bilgiler ışığında, çalışmamızda in vitro çalışmaların birçoğunda kullanıldığı tespit edilen ve ortodontik amaçla en çok çekilen dişlerden olan 60 adet tek köklü alt birinci ve ikinci premolar dişler kullanılmıştır.

Çalışmamızda kullanılmak üzere toplanan dişler, sonuçları olumsuz etkilememek adına incelenmiştir. Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri; insan dişi kullanılan diğer in vitro çalışmalarda olduğu gibi çürük olması, dolgu olması, çatlak olması, davye izi bulunması, dişin bütünlüğünün korunmamış olması, uygun kök kanal genişliğine sahip olmaması, homojen boyutta ve şekilde olmaması, periodontal nedenle çekilmiş olması, kırık olması, hipoplazik alanların olması, mine yapısında düzensizliklerin olması ve tedavi öncesi kimyasal ajanlara (alkol, formalin veya hidrojen peroksit) maruz kalmasıdır. Ayrıca çalışmaya dahil edilen dişlerin homojen boyutta ve şekilde olmaları, pulpa ile diş yüzeyi arasında eşit kalınlığı sağlamaktadır.

Çalışma materyali olarak toplanan dişlerin bakteriyel infiltrasyon olmaksızın organik yapılarının bozulmadan korunması gereklidir. Yapılan in vitro çalışmalarda dişlerin oda sıcaklığındaki distile suda (Danesh vd 2007, Kodonas 2009), distile deiyonize suda (pH 7) (Eldeniz vd 2005), %70'lik etil alkolde (Piacentini ve Sfondrini 1996), %4'lük formalinde (Grippaudo vd 2010), %0,5'lik kloraminde (Oesterle vd 1998), 21°C NaCl içeren serum fizyolojik solüsyonunda (d'Ornellas Pereira JC vd 2014) ve

%0,1'lik timol solüsyonunda (Ajlouni vd 2004, Bishara vd 2004, Bishara vd 2005) saklandığı görülmüştür. Çalışmamızda güçlü antiseptik ve koruyucu özelliği, kullanılan diş sayısının fazlalığı ve literatürdeki in vitro çalışmalardaki kullanım ağırlığı göz önünde tutularak %0,1'lik timol solüsyonu kullanılmıştır.

Uysal ve arkadaşları (2005), farklı adeziv temizleme prosedürlerinde pulpada meydana gelen ısı değişimini, Malkoç ve arkadaşları (2010) ise ortodontik bonding sırasında pulpada gözlenen ısı değişimini, Ramoğlu ve arkadaşları da (2015), farklı ışık kaynaklarının kullanımı sırasında pulpada oluşan ısı değişimini inceledikleri çalışmalarında karborundum disk ile dişlerin kök parçasını mine-sement birleşiminin yaklaşık 2 mm apikalinden, Baysal ve arkadaşları (2007) ise farklı stripping prosedürleri sırasında pulpada ısı artışını inceledikleri çalışmalarında, mine-sement birleşiminin yaklaşık 4 mm apikalinden uzun eksenine dik olarak keserek dişleri çalışma ortamına hazırlamışlardır. Çalışmamızda, literatürdeki bilgiler göz önüne alınarak karborundum disk ile dişlerin kök parçası, mine-sement birleşiminin yaklaşık 2 mm apikalinden dişin uzun eksenine dik olarak ayrılarak ısı ölçümü için baz plağa uyum sağlayacak şekilde hazırlanmıştır.

Diş hekimliğinde kompozit materyallerin ışık aktivasyonu ile polimerizasyonu sırasındaki (Hannig ve Bott 1999, Malkoç vd 2010), lazerler veya elmas frezler ile yapılan kavite preparasyonları sırasındaki (Cavalcanti vd 2003, Attrill vd 2004), debonding sırasındaki (Yılcı vd 2017, Nalbantgil vd 2014), çeşitli adeziv temizleme prosedürleri sırasındaki (Uysal 2005, Bıçakçı vd 2010) ve interproksimal aşındırma sırasındaki (Baysal vd 2007, d'Ornellas Pereira JC vd 2014) pulpada meydana gelen ısı artışını ölçmek için sıklıkla termal transfer bileşikleri ile kavite duvarına temas ettirilen termokaplardan yararlanılmıştır. Çalışmamızda da stripping yapılacak aksiyal duvara termal transfer bileşiği ile teması sağlanan termokapl kullanılmıştır.

Yapılan literatür incelemesi sonucunda çalışmamızda farklı interproksimal aşındırma yöntemlerini uygularken, pulpa odasında meydana gelen ısı artışında klinik koşullara daha yakın veriler elde etmek için pulpal vasküler simülasyon çalışma modeli oluşturulmuştur. Matthews ve Andrew (1995) tarafından yapılan literatür derlemesinde pulpa odasında dolaşan kan miktarının 100 gram doku başına ortalama 40 ml/dk olduğu bildirilmiştir. Farklı ışık kaynaklarının pulpa odasında meydana getirdiği ısı artışının değerlendirildiği (Ramoğlu vd 2015), beyazlatma ajanının aktivasyonu için farklı lazer kaynaklarının neden olduğu termal değişimlerin incelendiği (Sarı vd 2015) ve çeşitli polisaj yöntemlerinin pulpa odasında meydana getirdiği ısı değişiminin değerlendirildiği (Ertuğrul vd 2018) çalışmalarda, pulpal mikrosirkülasyonun simülasyonu için sıvı akış oranı 0,026 ml/dk olarak belirlenmiştir. Kodonas ve arkadaşlarının (2009) çalışmalarında ise sıvı akış oranı akışın kesintiye uğramaması

için 1 ml/dk olarak ayarlanmıştır. Çalışmamızda, literatür incelemesinden elde edilen veriler göz önüne alınarak in vivo koşullara daha yakın sonuçlar elde edilebilmesi için pulpa odasında sıvı akış oranı serum infüzyon debimetresi yardımı ile 0,026 ml/dk olacak şekilde ayarlanmıştır.

Literatürde yer alan çalışmalardan, Kodonas ve arkadaşlarının (2009) diş yüzeylerine eksternal sıcaklık uyarılarının teması ile pulpa odasında meydana gelen ısı artışını ve farklı ışık kaynaklarının pulpa odasında meydana getirdiği termal değişimleri değerlendirdikleri çalışmalarında, Ertuğrul ve arkadaşlarının (2018) farklı polisaj yöntemlerinin oluşturduğu termal değişimleri inceledikleri çalışmalarında, pulpal mikrosirkülasyon simülasyonu için akan suyun sıcaklığı fizyolojik koşulları yansıtması açısından 37°C olarak belirlenmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda ise oda sıcaklığında su akışı sağlanmıştır (Ramoğlu vd 2015, Sarı vd 2015). Çalışmamızda, fizyolojik koşulları yansıtması açısından pulpa odasında mikrosirkülasyonu simüle eden suyun sıcaklığı 37°C olacak şekilde ayarlanmıştır. Yapılan ön çalışma sonucu su banyosundan diş pulpa odasına ulaşana kadar sıcaklık kaybı yaşandığı tespit edildiğinden, özel tasarlanmış ısı dengeleyici akış sistemi çalışma düzeneğine entegre edilmiştir. Örneklerin yerleştirildiği baz plağın altına yerleştirilen bakır spiral borunun içerisinden de 37°C'lik su akışı yardımıyla deney ortamının sıcaklığının fizyolojik sıcaklıkta sabit kalması sağlanmıştır.

Mikrosirkülasyonun simüle edilerek pulpada meydana gelen değişimlerin incelendiği çalışmalarda örnek sayısının az olduğu görülmüştür. Kodonas ve arkadaşlarının (2009) çalışmalarında 15 adet diş kullanılmış, Ramoğlu ve arkadaşları (2015) ile Sarı ve arkadaşları (2015) çalışmalarında örnek sayısı 10 adet olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda elde edilecek sonuçların güvenilirliğinin artırılması adına örnek sayısı artırılmış ve 60 adet premolar diş kullanılmıştır.

Aşındırma ile ilgili yapılan çalışmalarda farklı materyaller ile aşındırma yöntemleri uygulanmıştır. Arman ve arkadaşları (2006) çalışmalarında, çeşitli aşındırma yöntemlerinin mine yüzeyine olan etkisini incelemiştir. Aşındırma yöntemleri olarak stripping diskini, elmas kaplı stripping zımparasını ve kimyasal aşındırma olarak %37'lik ortofosforik asit kullanmışlardır. Cila işleminde de Sof-Lex disklerinden yararlanmışlardır. Sheridan (2007, 2008) ise yaptığı çalışmalarda ara yüz aşındırması için kendi geliştirdiği ARS sistemini kullanmıştır. Bu aşındırma yöntemi ile posterior dişlerde ara yüzde toplam 1 mm, anterior dişlerde ise ara yüzde toplam 0,75 mm aşındırma yapmanın mümkün olduğunu belirtmiştir. Bu teknik ile özellikle posterior bölgede aşındırma yapmanın daha kolay olduğu vurgulanmıştır. Bu teknikte frezler yüksek devirli (en az 350.000 rpm) aeratörle kullanıldığından madde kaybı ve pulpa odasında meydana gelen ısı artışının diğer yöntemlere göre daha fazla olacağı

öngörülmüştür. Bu nedenle ARS sistemi çalışmamıza dahil edilmemiştir. Danesh ve arkadaşlarının (2007) çalışmalarında farklı aşındırma yöntemlerinin mine yüzeyine etkisi incelenmiş, aşındırma yöntemleri olarak Profin, stripping zımparası, ARS, O-Drive salınımlı segmental disk ve Ortho-Strips sistemi kullanılmıştır. Cila işlemi Sof-Lex diskler ile diğer aşındırma yöntemlerinin cila işlemi için kullanılan diskler ve frezler yardımıyla yapılmıştır (Danesh vd 2007). Joseph ve arkadaşlarının (1992), ortodontik mikroabraziv aşındırmanın diş yüzeyine etkisini inceledikleri bir çalışmada aşındırma yöntemleri olarak tungsten karbid frezler, ince elmas frezler, stripping diski ve stripping zımparası ile kimyasal aşındırmada da %37'lik ortofosforik asit kullanılmıştır. Cila işleminde diğer çalışmalarla benzer şekilde Sof-Lex diskleri uygulanmıştır (Joseph vd 1992). Çalışmamızda, aşındırma yöntemleri olarak el zımparası, elmas kaplı perfore stripping disk, döner başlık üzerine takılan salınım hareketi ile çalışan segmental stripping diski ve döner başlık üzerine takılan resiprokal hareket ile çalışan mini aşındırma bandı kullanılmıştır.

Çalışmalarda aşındırma işleminin süreleri ve aşındırmada kullanılan mikromotorun devir hızı ile ilgili de farklılık söz konusudur. Arman ve arkadaşları (2006) çalışmalarında aşındırma süresini 10 ve 20 vuruş şeklinde ifade etmişlerdir. Diskleri 10 vuruş, el ile zımparayı 20 vuruş ve ince Sof-Lex disklerini de 20 vuruş yaparak kullanmışlardır. Joseph ve arkadaşlarının (1992) çalışmalarında da benzer şekilde aşındırma süreleri 10 veya 20 vuruş olarak ayarlanmıştır. Her iki çalışmada da mikromotorun devir hızı ile ilgili bilgi verilmemiştir. Danesh ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada (2007), süreyi bizim çalışmamızda olduğu gibi saniye olarak belirlemişler ve aşındırma işlemini en az 5 sn sürecek şekilde gerçekleştirmişlerdir. Cila işlemini ise 20 sn süre ile yapmışlardır. Çalışmalarında aşındırma işleminde kullandıkları mikromotorun devir hızı hakkında bilgi vermemişlerdir. Zachrisson ve arkadaşlarının (2007,2010) aşındırmanın dental sağlık üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında elmas diskin yaklaşık olarak 30.000 rpm mikromotor devir hızında kullanıldığı belirtilmiştir. Baysal ve arkadaşları (2007), farklı stripping prosedürlerinin pulpa odasındaki ısı değişimlerini termokaplar aracılığı ile incelemişlerdir. Metal el zımparası için 20 vuruş, perfore stripping diski için düşük devirde (<15.000 rpm) anguldurva ile 10 sn, tungsten karbid frez için yüksek devirde (>20.000 rpm) anguldurva ile 10 sn şeklinde aşındırma uygulanmıştır (Baysal vd 2007). İnterproksimal aşındırma sonucu meydana gelen pulpal ısı artışlarının değerlendirildiği diğer çalışmada ise el zımparası ve perfore stripping diski gruplarında zamandan bağımsız olarak 0,5 mm aşındırma yapıldığı bildirilmiş, kullanılan mikromotorun devir hızı hakkında bilgi verilmemiştir (d'Ornellas Pereira JC vd 2014). Çalışmamızın gruplarında, literatür araştırmamız doğrultusunda tüm stripping prosedürleri için süre 20 sn olacak şekilde standardize

edilmiştir. Anguldurva ile kullanılan perfore stripping diski için mikromotor devri 20.000 rpm olacak şekilde ayarlanmıştır. Salınım hareketi ile çalışan segmental stripping diski grubunda ise üretici firmanın tavsiye ettiği şekilde dakikada 5000 salınımına izin verecek şekilde mikromotor devri 40.000 rpm olacak şekilde ayarlanmıştır. Resiprokal hareketle çalışan mini aşındırma bant grubunda da üretici firmanın tavsiye ettiği şekilde dakikada 20.000 harekete izin verecek şekilde mikromotor devir hızı 40.000 rpm olacak şekilde ayarlanmıştır.

Stripping sonrası yüzey pürüzlülüğünün değerlendirildiği çalışmalarda nitel ve nicel değerlendirmeler yapılmıştır. Joseph ve arkadaşları (1992) tungsten karbid frez, ince elmas frez, stripping diski, stripping zımparası ile mekanik ve %37'lik ortofosforik asit ile kimyasal aşındırma yöntemlerinin diş yüzeyinde neden olduğu pürüzlülüğü TEM (2000X) ile incelemiştir. Piacentini ve arkadaşları (1996), ARS sonrası ince ya da çok ince elmas frezler, Sof-Lex diskler gibi farklı yöntemlerle polisaj uyguladıkları yüzeyleri TEM (372X, 1010X) ile incelemiştir. Arman ve arkadaşları (2006) farklı stripping yöntemlerinin ve polisaj uygulamasının süt ve daimi dişlerin mine yüzeyine etkisini inceledikleri çalışmada, yüzey pürüzlülüğünü kontak profilometre ve TEM (500X, 1500X) ile değerlendirmişlerdir. TEM incelemesinin görsel bir değerlendirme sağladığını, profilometre ile kantitatif bir değerlendirme yapılabildiğini belirtmişlerdir. Mikulewicz ve arkadaşları (2007), ARS ve cila sonrası yüzey pürüzlülüğünü optik profilometre ve TEM (100X, 1000X) ile incelemiştir. Danesh ve arkadaşları (2007) da farklı stripping yöntemlerinin ve polisaj uygulamasının etkinliğini ve diş yüzeyine olan etkisini profilometre ve TEM ile değerlendirmişlerdir. Yüzey pürüzlülüğünü, profilometrik inceleme sonucu elde ettikleri bulgular ile istatistiksel olarak değerlendirmişler, TEM ile de görsel olarak sonucu desteklemişlerdir. Çalışmamızda literatür incelemesi göz önüne alınarak stripping sonrası yüzey pürüzlülüğünün incelendiği çoğu çalışmada olduğu gibi mine yüzeyleri TEM ile incelenmiştir.

Tartışma bölümünün bundan sonraki kısmında çalışma sonucunda elde ettiğimiz bulguların tartışması yapılacaktır. Çalışmamız uygulanan farklı interproksimal aşındırma yöntemlerinin pulpal mikrosirkülasyon simülasyonu altındaki pulpa ısısı ve mine yüzeyi üzerine etkisinin olmayacağı hipotezi üzerine kurgulanmıştır. Bu amaçla aşındırma prosedürleri esnasında pulpa odasında meydana gelen ısı değişimlerinin kantitatif olarak ölçülmesi ve aşındırma sonrasında mine yüzeylerinin kalitatif olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Zach ve Cohen (1965), 5,5°C'lik ısı artışının dişlerin %15'inde, 11°C ısı artışının dişlerin %60'ında ve 16,5°C'lik artışın dişlerin %100'ünde pulpa nekrozuna neden olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmamızda, Zach ve Cohen'nin çalışmasında belirttiği şekilde 5,5°C'lik ısı artışı kritik değer olarak baz alınmıştır.

İnterproksimal aşındırma sırasında meydana gelen ısı değişimleri ile ilgili literatürde yalnızca iki çalışmaya rastlanmıştır. Baysal ve arkadaşlarının (2007) çalışmalarında ısı ölçümü için termokapl yöntemi kullanılmıştır. Araştırmacılar metal el zımparasını alt keser dişlere uyguladıklarında pulpa odasında meydana gelen ortalama ısı artışını $1,21\pm 1,48^{\circ}\text{C}$, alt kanin dişlere uyguladıklarında $1,03\pm 1,30^{\circ}\text{C}$, alt premolar dişlere uyguladıklarında $-0,18\pm 0,97^{\circ}\text{C}$ bulduklarını bildirmişlerdir. Düşük devirli (<15.000) mikromotor ile perfore stripping diski kullanılarak aşındırma yapılan alt keser dişlerde $2,37\pm 1,31^{\circ}\text{C}$, alt kanin dişlerde $2,51\pm 1,25^{\circ}\text{C}$, alt premolar dişlerde $3,84\pm 2,21^{\circ}\text{C}$ ortalama ısı artışı bulunmuştur. Yüksek devirli (>20.000) mikromotor ile tungsten karbid frez kullanılarak aşındırma yapılan alt kesici dişlerde ortalama ısı artışları $5,63\pm 1,73^{\circ}\text{C}$, alt kanin dişlerde $3,22\pm 1,70^{\circ}\text{C}$ ve alt premolar dişlerde $3,65\pm 1,67^{\circ}\text{C}$ bulunmuştur. Yüksek devirde tungsten karbid frez ile alt keserlere aşındırma uygulanan grupta ortalama ısı artışının $5,5^{\circ}\text{C}$ 'yi aştığı, metal el zımparasının premolar dişlere, perfore stripping diskinin de keser ve kanin dişlere uygulandığı gruplar haricinde tüm gruplardaki bazı örneklerde kritik düzeyin üzerinde ısı artışları meydana geldiği bildirilmiştir. Çalışmalarının bulgularına dayanarak stripping prosedürlerinin kullanımı esnasında hava soğutmasının kullanılması gerektiğini rapor etmişlerdir (Baysal vd 2007). Yapılan diğer çalışmada ise el zımparası ile aşındırma yapılan keser dişlerde ortalama intrapulpal ısı artışı $1,24\pm 0,3^{\circ}\text{C}$, premolar dişlerde $0,96\pm 0,39^{\circ}\text{C}$, molar dişlerde ise $0,92\pm 0,18^{\circ}\text{C}$ olarak bulunmuştur. Perfore stripping diski ile aşındırılan keser dişlerde ortalama ısı artışı $2,58\pm 0,27^{\circ}\text{C}$, premolar dişlerde $2,64\pm 0,29^{\circ}\text{C}$ ve molar dişlerde $2,48\pm 0,38^{\circ}\text{C}$ olarak bulunmuştur (d'Ornellas Pereira JC vd 2014). Bizim çalışmamızın bulgularında ise pulpa odasında meydana gelen ortalama ısı artışı elmas kaplı metal el zımparası grubunda $0,94\pm 0,43^{\circ}\text{C}$, elmas kaplı perfore stripping diski grubunda $3,35\pm 1,21^{\circ}\text{C}$, elmas kaplı segmental disk grubunda $1,21\pm 0,65^{\circ}\text{C}$ ve abraziv mini aşındırma bant grubunda $1,81\pm 1,26^{\circ}\text{C}$ olarak bulunmuştur. Yalnızca perfore stripping diski grubunda ve sadece bir örnekte kritik düzeyi aşan ($5,6^{\circ}\text{C}$) ısı artışı ölçülmüştür. Diğer gruplarda kritik düzeyi aşan ısı artışına rastlanmamıştır. Çalışmamızın metal el zımparası grubunda elde ettiğimiz bulgular, Baysal ve arkadaşları (2007) ile d'Ornellas Pereira JC ve arkadaşlarının (2014) çalışmalarındaki metal el zımparası ile premolar dişlerde aşındırma uygulanırken elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir. Çalışmamızın perfore stripping diski grubunda elde ettiğimiz bulgular Baysal ve arkadaşlarının (2007) premolar dişlere perfore stripping diski uygulaması ile elde edilen bulgulara kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu durum çalışmamızda kullandığımız pulpal mikrosirkülasyon simülasyon modelinin pulpa odasında meydana gelen ısı artışı üzerinde soğutma etkisi yaratması ile açıklanabilir. Çalışmamızın perfore stripping diski grubunda elde ettiğimiz bulgular d'Ornellas Pereira

JC ve arkadaşlarının (2014) çalışmalarındaki bulgulara kıyasla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Bu durumun da aşındırma süresinin ve perfore stripping diskin kullanıldığı mikromotor devir hızının farklı olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Literatür değerlendirildiğinde, elmas kaplı segmental disk ve mini aşındırma bant ile yapılan aşındırmanın meydana getirdiği pulpal ısı artışını araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda kullandığımız her iki yöntemle de pulpa odasında kritik düzeyin oldukça altında ısı artışları meydana gelmiştir.

Çalışmamızda her grubun kendi içindeki örneklerde farklı pulpal ısı artışları meydana gelmiştir. Bu durum kullanılan örneklerin homojen boyutlarda seçilmesine özen gösterilmesine rağmen diş sert dokularındaki yapısal farklılıklar, mine dentin kalınlığı ve dentin tübüllerindeki varyasyonlar ile açıklanabilir. Çalışmamızda sabit akış hızı ile mikrosirkülasyon modeli oluşturulmuş olmasına rağmen, in vivo koşullarda pulpa odasında meydana gelen değişikliklerin termal, mekanik ve kimyasal uyarılardan etkilenen dinamik bir mekanizma şeklinde çalıştığı bilinmektedir. Bu nedenle çalışmamızın sonuçları in vivo koşullar ile tam olarak uyumlu olmayabilir. Bununla birlikte in vivo çevresel periodontal dokular ısı iletimine etki edebilir, intrapulpal ısı artışını sınırlayabilir. Diğer yandan, klinik koşullarda daha genç hastalarda ve premolar dişlere kıyasla keser bölgesinde daha ince sert diş yapısı nedeniyle ısı artışı daha yüksek olabilir. Bu bilgiler doğrultusunda, farklı yaş grupları ve farklı dişlerde yapılan interproksimal aşındırma yöntemlerinin meydana getireceği ısı değişiminin inceleneceği çalışmalara gereksinim olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda aşındırma sonrasında meydana gelen mine yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. Gruplar arasında aşındırma sonrası oluşan yüzey pürüzlülüğü en fazla perfore stripping diski grubunda, takiben mini aşındırma bant grubunda, segmental stripping diski grubunda ve en az metal el zımparası gruplarında gözlenmiştir. Yapılan literatür incelemesinde aşındırma sonrası mine yüzeylerini taramalı elektron mikroskobu ile değerlendiren çalışmalardan Arman ve arkadaşları (2006) aşındırma yöntemi olarak stripping diski, elmas kaplı metal el zımparası, stripping diski ve Sof-Lex disk, elmas kaplı metal el zımparası ve Sof-Lex disk, elmas kaplı metal el zımparası ve %37'lik ortofosforik asit kullanmışlardır. Yaptıkları yüzey incelemesi sonucunda metal zımpara ve metal zımpara ile %37'lik ortofosforik asit kullanılan gruplarda en fazla pürüzlülük meydana geldiğini belirtmişlerdir. Arman ve arkadaşları (2006) çalışmalarında stripping diski ve metal el zımparası gruplarında oluşan yüzey pürüzlülüğünü çalışmamızdan farklı bulmuşlardır. Bu durum çalışmamızda kullanılan materyallerin elmas partikül kalınlığı farkından kaynaklanmış olabilir. Danesh ve arkadaşlarının (2007) çalışmalarında Profin, New Metal Strips, O-Drive D30, Air Rotor Stripping ve Ortho-Strips sistemi ile aşındırma uygulanmış ve New

Metal Strip ve ARS gruplarında diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksek pürüzlülüğe rastlandığı bildirilmiştir. Araştırmacıların New Metal Strips grubunda elde ettiği bulguların çalışmamızdan farklı olması, kullanılan zımparaların farklı grenlerde elmas partikülüne sahip olmasıyla açıklanabilir. Çalışmamızın sonuçları, Danesh ve arkadaşlarının (2007) O-Drive D30 grubunda elde ettikleri bulgular ile benzerlik göstermektedir (Danesh vd 2007).

Yüzeylerin morfolojik analizi, literatürde farklı aşındırma yöntemlerinin kullanılmasıyla elde edilen sonuçların kendi aralarında karşılaştırılabilir olduğunu göstermektedir. Tüm aşındırma yöntemlerinde farklı oranlarda yüzey düzensizlikleri meydana gelmektedir. Bu durumun çürük riski, plak retansiyonu ve periodontal hastalıklar açısından predispozan faktör olarak rol oynayabileceği bildirilmiştir (Quirynen ve Bollen 1995). Ancak çalışmamızda interproksimal mine aşındırmasında kullanılan farklı yöntemlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi yalnızca taramalı elektron mikroskobu altında kalitatif açıdan değerlendirilmiştir. Kullanılan farklı stripping yöntemlerinden hangisinin çürük ve plak retansiyonu açısından risk teşkil edeceğini belirlemek için yüzeyin topografik incelenmesine olanak sağlayan nicel verilerin atomik kuvvet mikroskobu veya profilometre yardımıyla sağlanacak kantitatif değerlendirmelerle desteklenmesi gerekmektedir.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar doğrultusunda kullanılan tüm interproksimal mine aşındırma yöntemlerinin pulpal ısı artışı açısından klinik kullanım için güvenli olduğu, ancak aşındırma sonrası mine yüzeylerinde oluşan pürüzlülüğün azaltılması için polisaj işlemlerinin uygulanmasının gerekli olduğu görülmüştür.

6. SONUÇLAR

1. Başlangıç hipotezimiz reddedilmiştir.
2. Farklı interproksimal aşındırma yöntemleri uygulanırken dişlerin pulpa odasında ısı artışı meydana gelmiştir.
3. Dişlerde en yüksek ısı artışı 20.000 devirde anguldurva ile kullanılan perfore stripping diski grubunda meydana gelmiştir.
4. İnterproksimal aşındırma yöntemleri arasında elmas kaplı metal el zımparası pulpa odasında meydana gelen ısı artışı açısından en güvenli bulunmuştur.
5. Pulpal mikrosirkülasyon simülasyonunun soğutucu etkisiyle perfore stripping diski kullanılan grupta yalnızca bir örnek dışında hiçbir örnekte kritik değer olan 5,5°C'nin üzerinde ısı artışı meydana gelmemiştir.
6. Tüm aşındırma yöntemleri belirgin yüzey pürüzlülüğüne neden olmuştur.
7. Aşındırma grupları arasında en fazla pürüzlülük perfore stripping grubunda, en az pürüzlülük elmas kaplı metal el zımparası grubunda görülmüştür.

7. KAYNAKLAR

Acar A. Sınıf II maloklüzyonların tedavisinde molar distalizasyonu, *EÜ Diş Hek Fak Derg* 2006; 27(2): 97-105.

Agenter MK, Harris EF, Blair RN. Influence of tooth crown size on malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136(6): 795-804.

Ajlouni R, Bishara SE, Oonsombat C. Effect of water storage on the shear bond strength of a cyanoacrylate adhesive: clinical implications. *World J Orthod* 2004; 5(3): 250-253.

Alexander, PM Sinclair, LJ. Goates Differential diagnosis and treatment planning for the adult. *Am J Orthod* 1986; 89(2): 95-112

Alexander R. "The 20 Principle of The Alexander Discipline", *Quintessence*, Canada, 2008; s. 228.

Allgayer S, Mezomo MB. Do premolar extractions necessarily result in a flat face? No, when properly indicated. *Dental Press J Orthod* 2018; 23(5): 82-92.

Andrews L. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod* 1972; 62(3): 296–309.

Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S, Kunakornporamut K, Tua-Ngam P. Dental arch changes in postretention in Class II division 1 extraction cases. *Int Orthod* 2017; 15(2): 208-220.

Arman A, Cehreli SB, Ozel E, Arhun N, Cetinşahin A, Soyman M. Qualitative and quantitative evaluation of enamel after various stripping methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130(2): 131.e7-14.

Attrill DC, Davies RM, King TA, Dickinson MR, Blinkhorn AS. Thermal effects of the Er:YAG laser on a simulated dental pulp: a quantitative evaluation of the effects of a water spray. *J Dent* 2004; 32(1): 35-40.

Austin RS, Giusca CL, Macaulay G, Moazzez R, Bartlett DW. Confocal laser scanning microscopy and area-scale analysis used to quantify enamel surface textural changes from citric acid demineralization and salivary remineralization in vitro. *Dent Mater* 2016; 32(2): 278-284.

Baumgartner S, Iliadi A, Eliades T, Eliades G. An in vitro study on the effect of an oscillating stripping method on enamel roughness. *Prog Orthod* 2015; 10:16.

Baysal A, Uysal T, Usumez S. Temperature rise in the pulp chamber during different stripping procedures. *Angle Orthod* 2007; 77(3): 478-482.

Begg P. Stone age man's dentition: with reference to anatomically correct occlusion, the etiology of malocclusion, and a technique for its treatment. *Amer J Orthodontics* 1956; 40(7): 517-531.

Betteridge BA. The effects of interdental stripping on the labial segments evaluated one year out of retention. *Br J Orthod* 1981; 8(4): 193-197.

Bicakci AA, Kocoglu-Altan B, Celik-Ozenci C, Tekcan M, Babacan H, Gungör E. Histopathologic evaluation of pulpal tissue response to various adhesive cleanup techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138(1): 12.

Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 91(1): 3-14.

Bishara SE, Denehy GE, Goepferd SJ. A conservative postorthodontic treatment of enamel stains. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 92(1): 2-7.

Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Laffoon JF. Comparison of the shear bond strength of 2 self-etch primer/adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 125(3): 348-350.

Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2005; 75(5): 832-835.

Boese LR. Fiberotomy and reproximation without lower retention, nine years in retrospect. *Angle Orthod* Part I. 1980; 50: 88-97. Part II. 1980; 50: 169-178.

Bolton WA. Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod* 1958; 28(3): 113-130.

Bolton WA. The clinical application of a tooth size analysis, *Am J Orthod* 1962; 484: 504-529.

Boyd RL. Esthetic orthodontic treatment using the invisalign appliance for moderate to complex malocclusions. *J Dent Educ* 2008; 72(8): 948-967.

Brantley WA, Eliades T. Orthodontic materials: scientific and clinical aspects, Stuttgart-New York, Thieme. Orthodontic Materials. Scientific and Clinical Aspects. *Journal of Orthodontics* 2001; 29(1): 672-675.

Cate J, Arends J. Remineralization of artificial enamel lesions invitro. *Caries Res* 1977; 11(5): 277-286.

Cavalcanti BN, Lage-Marques JL, Rode SM. Pulpal temperature increases with Er:YAG laser and high-speed handpieces. *J Prosthet Dent* 2003; 90(5): 447-451.

Cavalcanti BN, Otani C, Rode SM. High-speed cavity preparation techniques with different water flows. *J Prosthet Dent* 2002; 87(2): 158-161

Chudasama D, Sheridan JJ. Guidelines for contemporary air-rotor stripping. *J Clin Orthod* 2007; 41(6): 315-320.

Cobb DS, Dederich DN, Gardner TV. In vitro temperature change at the dentin/pulpal interface by using conventional visible light versus argon laser. *Lasers Surg Med* 2000; 26(4): 386-397.

Crain G, Sheridan JJ. Susceptibility to caries and periodontal disease after posterior air-rotor stripping. **J Clin Orthod** 1990; 24(2): 84-85.

Danesh G, Hellak A, Lippold C, Ziebura T, Schafer E. Enamel surfaces following interproximal reduction with different methods. **Angle Orthod** 2007; 77(6): 1004-1010

d'Ornellas Pereira JC Jr, Weissheimer A, de Menezes LM, de Lima EM, Mezomo M. Change in the pulp chamber temperature with different stripping techniques. **Prog Orthod** 2014; 15(1): 55.

Doruk C, Bicakci A. Rapid maksiller ekspansiyon, **C.Ü. Diş Hek Fak Derg** 2000; 3(2): 110-113.

Durey K, Santini A, Miletic V. Pulp chamber temperature rise during curing of resin-based composites with different light-curing units. **Prim Dent Care** 2008; 15(1): 33-38.

Ebenezar AV, Anilkumar R, Indira R, Ramachandran S, Srinivasan MR. Comparison of temperature rise in the pulp chamber with different light curing units: An in-vitro study. **J Conserv Dent** 2010; 13(3): 132-135.

Eldeniz AU, Usumez A, Usumez S, Ozturk N. Pulpal temperature rise during light-activated bleaching. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater** 2005; 72(2): 254-259.

Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. **Eur J Orthod** 2004; 26(3): 333-338.

Ertugrul IF, Orhan EO, Yazkan B. Effect of different dry-polishing regimens on the intrapulpal temperature assessed with pulpal blood microcirculation model. **J Esthet Restor Dent** 2018; 1-7.

Field J, Waterhouse P, German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. **J Dent** 2010; 38(3): 182-190.

Fischer ER, Hansen BT, Nair V, Hoyt FH, Dorward DW. Scanning electron microscopy. **Curr Protoc Microbiol** 2012; 25:2B.2.1-2B.2.47.

Florman M, Lobiondo PE, Partovi M. Creating space with interproximal reduction. **Continuing Education Digest** 2008; 6-9.

Florman M, Lobiondo PE, Partovi M. Mastering interproximal reduction. **Continuing Education Digest** 2008; 8-11.

Freeman JE, Maskeroni AJ, Lorton L. Frequency of Bolton tooth-size discrepancies among orthodontic patients. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1996; 110(1): 24-27.

Freitas KM, de Freitas MR, Henriques JF, Pinzan A, Janson G. Postretention relapse of mandibular anterior crowding in patients treated without mandibular premolar extraction. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2004; 125(4): 480-487.

Frindel C. Clear thinking about interproximal stripping. **J Dentofacial Anom Orthod** 2010; 13: 187-199

Germeç D, Taner TU. Effects of extraction and nonextraction therapy with air-rotor stripping on facial esthetics in postadolescent borderline patients. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2008; 133(4): 539-549.

- Germeç D, Taner TU. Ortodontide interproksimal mine aşındırılması. *Turk Ortodonti Derg* 2008; 21: 67-79
- Gill D, Naini F, McNally M, Jones A. The management of transverse maxillary deficiency. *Dent Update* 2004; 31(9): 516-523.
- Gioka C, Eliades T. Interproximal enamel reduction (stripping): indications and enamel surface effects. *Hell Orthod* 2002; 5: 21-32.
- Grippaudo C, Cancellieri D, Grecolini ME, Deli R. Comparison between different interdental stripping methods and evaluation of abrasive strips: SEM analysis. *Prog Orthod* 2010; 11(2): 127-137.
- Gupta P, Gupta N, Patel N, Gupta R, Sandhu GS, Naik C. Qualitative and quantitative evaluation of enamel after various post-stripping polishing methods: an in vitro study. *Aust Orthod J* 2012; 28(2): 240-244.
- Hannig M, Bott B. In-vitro pulp chamber temperature rise during composite resin polymerization with various light-curing sources. *Dent Mater* 1999; 15(4): 275-281.
- Hashimoto Y, Hashimoto Y, Nishiura A, Matsumoto N. Atomic force microscopy observation of enamel surfaces treated with self-etching primer. *Dent Mater J* 2013; 32(1): 181-188.
- Hayakawa K. Nd: YAG laser for debonding ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 128(5): 638-647.
- Hein C, Jost-Brinkmann PG, Schillai G. The enamel surface quality after interproximal stripping scanning electron microscopic assessment of different polishing procedures. *Fortschr Kieferorthop* 1990; 51(6): 327-335.
- Hinton RJ. Form and patterning of anterior tooth wear amongaboriginal human groups. *Am J Phys Anthropol* 1981; 54(4): 555-564.
- Hirschfeld L, Wasserman B. A long-term survey of tooth loss in 600 treated periodontal patients. *J Periodontol* 1978; 49(5): 225-237.
- Hotz R. Orthodontics in socialized dentistry. *Trans Eur Orthod Soc* 1975; 251-254.
- Hudson AL. A study of the effects of mesiodistal reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod* 1956; 42(8): 615-624.
- Işman E, Okşayan R, Sökücü O, Üşümez S. Temperature changes of pulp chamber during in vitro laser welding of orthodontic attachments. *Sci World J* 2014; 589461.
- Jadhav S, Vattipelli S, Pavitra M. Interproximal enamel reduction in comprehensive orthodontic treatment: a review. *Indian J Stomatol* 2011; 2(4): 245-248.
- Janson G, Araki J, Camardella LT. Posttreatment stability in Class II nonextraction and maxillary premolar extraction protocols. *Orthodontics Chic* 2012; 13(1): 12-21.
- Jarjoura K, Gagnon G, Nieberg L. Caries risk after interproximal enamel reduction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130(1): 26-30.
- Joseph VP, Rossouw PE, Basson NJ. Orthodontic microabrasive reproximation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 102(4): 351-359.

Kirschen RH, O'higgins EA, Lee R T. The Royal London Space Planning: an integration of space analysis and treatment planning: Part I: Assessing the space required to meet treatment objectives. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2000; 118(4): 448-455.

Kirschen RH, O'Higgins E A, Lee R T. The Royal London Space Planning: an integration of space analysis and treatment planning: Part II: The effect of other treatment procedures on space. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2000; 118(4): 456-461.

Kodonas K, Gogos C, Tziafa C. Effect of simulated pulpal microcirculation on intrachamber temperature changes following application of various curing units on tooth surface. **J Dent** 2009; 37(6): 485-490.

Kodonas K, Gogos C, Tziapas D. Effect of simulated pulpal microcirculation on intrapulpal temperature changes following application of heat on tooth surfaces. **Int Endod J** 2009; 42(3): 247-252.

Konstantonis D, Vasileiou D, Papageorgiou SN, Eliades T. Soft tissue changes following extraction vs. nonextraction orthodontic fixed appliance treatment: a systematic review and meta-analysis. **Eur J Oral Sci** 2018; 126(3): 167-179.

Koretsi V, Chatzigianni A, Sidiropoulou S. Enamel roughness and incidence of caries after interproximal enamel reduction: a systematic review. **Orthod Craniofac Res** 2014; 17(1): 1-13.

Lapenaite E, Lopatiene K. Interproximal enamel reduction as a part of orthodontic treatment. **Stomatologija** 2014; 16(1): 19-24.

Laurance-Young P, Bozec L, Gracia L, Rees G, Lippert F, Lynch RJ, Knowles JC. A review of the structure of human and bovine dental hard tissues and their physicochemical behaviour in relation to erosive challenge and remineralisation. **J Dent** 2011; 39(4): 266-272.

Laurell L, Romao C, Hugoson A. Longitudinal study on the distribution of proximal sites showing significant bone loss. **J Clin Periodontol** 2003; 30(4): 346-352.

Little RM, Wallen TR, Riedel RA. Stability and relapse of mandibular anterior alignment first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. **Am J Orthod** 1981; 80(4): 349-364.

Livas C, Jongsma AC, Ren Y. Enamel reduction techniques in orthodontics: a literature review. **Open Dent J** 2013; 7: 146-151.

Mahant RH, Chokshi S, Vaidya R, Patel P, Vora A, Mahant P. Comparison of the Amount of Temperature Rise in the Pulp Chamber of Teeth Treated With QTH, Second and Third Generation LED Light Curing Units: An In Vitro Study. **J Lasers Med Sci** 2016; 7(3): 184-191.

Malkoç S, Uysal T, Uşümez S, Işman E, Baysal A. In-vitro assessment of temperature rise in the pulp during orthodontic bonding. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2010; 137(3): 379-383.

Matthews B, Andrew D. Microvascular architecture and exchange in teeth. **Microcirculation** 1995; 2(4): 305-313.

Mattick CR, Hobson RS. A comparative micro-topographic study of the buccal enamel of different tooth types. **J Orthod** 2000; 27(2): 143-148.

Meredith L, Farella M, Lowrey S, Cannon RD, Mei L. Atomic force microscopy analysis of enamel nanotopography after interproximal reduction. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2017; 151(4): 750-757.

Mikulewicz M, Szymkowski J, Matthews-Brzozowska T. SEM and profilometric evaluation of enamel surface after air rotor stripping--an in vitro study. **Acta Bioeng Biomech** 2007; 9(1): 7-11.

Mondelli RF, Soares AF, Pangrazio EG, Wang L, Ishikiriama SK, Bombonatti JF. Evaluation of temperature increase during in-office bleaching. **J Appl Oral Sci** 2016; 24(2): 136-141.

Nalbantgil D, Tozlu M, Oztoprak MO. Pulpal thermal changes following Er-YAG laser debonding of ceramic brackets. **Sci World J** 2014; 2014: 912429.

Nie Q, Lin J. Comparison of intermaxillary tooth size discrepancies among different malocclusion groups. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1999; 116(5): 539-544.

Nyborg H, Brännström M. Pulp reaction to heat. **J Prosthet Dent** 1968; 19(6): 605-612.

Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1998;114(5): 514-519.

Oztürk B, Uşümez A, Oztürk AN, Ozer F. In vitro assessment of temperature change in the pulp chamber during cavity preparation. **J Prosthet Dent** 2004; 91(5): 436-440.

Paskow H. Self-alignment following interproximal stripping. **Am J Orthod** 1970; 58(3): 240-249.

Peck H, Peck S. An index for assessing tooth shape deviations as applied to the mandibular incisors. **Am J Orthod** 1972; 61(4): 384-401.

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

Proffit WR. Forty-year review of extraction frequencies at a university orthodontic clinic. **Angle Orthod** 1994; 64: 407-414.

Proffit WR. "Biomechanics, Mechanics, and Contemporary Orthodontic Appliances". Contemporary Orthodontics, 5th ed. **Mosby**, Canada, 2013; s.114-145.

Proffit WR. "Biomechanics, Mechanics, and Contemporary Orthodontic Appliances". Contemporary Orthodontics, 5th ed. **Mosby**, Canada, 2013; s.356-357.

Proffit WR. "Biomechanics, Mechanics, and Contemporary Orthodontic Appliances". Contemporary Orthodontics, 5th ed. **Mosby**, Canada, 2013; s.618.

Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. **J Clin Periodontol** 1995; 22(1): 1-14.

Raab WH, Müller H. Temperature-dependent changes in the microcirculation of the dental pulp. **Dtsch Zahnarzt Z** 1989; 44(7): 496-497.

Raab WH. Temperature related changes in pulpal microcirculation. *Proc Finn Dent Soc* 1992; 88(1): 469-479.

Radlanski RJ, Jäger A, Schwestka R, Bertzbach F. Plaque accumulations caused by interdental stripping. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 94(5): 416-420.

Ramfjord SP. Requirements for an ideal occlusion. *Dtsch Zahnärztl Z* 1971; 26(2): 106-113.

Ramoglu SI, Karamehmetoglu H, Sari T, Usumez S. Temperature rise caused in the pulp chamber under simulated intrapulpal microcirculation with different light-curing modes. *Angle Orthod* 2015; 85(3): 381-385.

Rao V, George AM, Sahu SK, Krishnaswamy NR. Surface Roughness Evaluation of Enamel After Various Stripping Methods by Using Profilometer, *Arch of Oral Sci Res* 2011; 1(4): 190-197.

Rodríguez-Chávez JA, Arenas-Alatorre J, Belio-Reyes IA. Comparative study of dental enamel loss after debonding braces by analytical scanning electron microscopy (SEM). *Microsc Res Tech* 2017; 80(7): 680-686.

Rossouw PE, Tortorella A. A pilot investigation of enamel reduction procedures. *J Can Dent Assoc* 2003; 69(6): 384-388.

Rossouw PE, Tortorella A. Enamel reduction procedures in orthodontic treatment. *J Can Dent Assoc* 2003; 69(6): 378-383.

Sari T, Celik G, Usumez A. Temperature rise in pulp and gel during laser-activated bleaching: in vitro. *Lasers Med Sci* 2015; 30(2): 577-582.

Schubert. Temperature measurements in teeth using the light beam galvanometer during grinding and drilling. *Zahnärztl Welt* 1957; 768-772.

Sheridan JJ. Air-rotor stripping. *J Clin Orthod* 1985 ;19(1): 43-59.

Sheridan JJ, Ledoux PM. Air-rotor stripping and proximal sealants. An SEM evaluation. *J Clin Orthod* 1989; 23(12): 790-794.

Sheridan JJ. The physiologic rationale for air-rotor stripping. Review. *J Clin Orthod* 1997; 31(9): 609-612.

Sheridan JJ. John J. Sheridan, DDS, MSD, on air-rotor stripping. *J Clin Orthod* 2008; 42(7): 381-388.

Sinha PK, Nanda RS, Duncanson MG, Hosier MJ. Bond strengths and remnant adhesive resin on debonding for orthodontic bonding techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 108(3): 302-307.

Sorozini M, Dos Reis Perez C, Rocha GM. Enamel sample preparation for AFM: Influence on roughness and morphology. *Microsc Res Tech* 2018; 81(9): 1071-1076.

Stroud JL, English J, Buschang PH. Enamel thickness of the posterior dentition: its implications for nonextraction treatment. *Angle Orthod* 1998; 68(2): 141-146.

Trossello V, Gianelly A. Orthodontic treatment and periodontal status, *J Periodontol* 1979; 50: 665-671.

Tuverson DL. Anterior interocclusal relations, part II. **Am J Orthod** 1980; 78(4): 371-393.

Twesme DA, Firestone AR, Heaven TJ, Feagin FF, Jacobson A. Air-rotor stripping and enamel demineralization in vitro. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1994; 105(2): 142-152.

Ülgen M, Ortodonti Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı, **Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayinevi**, Ankara, 1999; s.415.

Ülgen M, Ortodontik Tedavi Prensipleri, **Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Yayinevi**, Ankara, 2000; s.525.

Uysal T, Eldeniz AU, Usumez S, Usumez A. Thermal changes in the pulp chamber during different adhesive clean-up procedures. **Angle Orthod** 2005; 75(2): 220-225.

Üçüncü N, Yalım M. Mesiodistal mölleme yapılan dişlerde NaF uygulamasının periodontal dokulara etkisi, **Türk Ortodonti Derg** 1990; 3: 63-70.

Van Duinen RN, Shahid S, Hill R, Glavina D. In-vitro study on temperature changes in the pulp chamber due to thermo-cure glass ionomer cements. **Acta Stomatol Croat** 2016; 50(4): 287-291.

Velusamy P, Shimada Y, Kanno Z, Ono T, Tagami J. Optical evaluation of enamel White spot lesions around orthodontic brackets using swept-source optical coherence tomography (SS-OCT): An in vitro study. **Dent Mater J** 2018 Aug 29.

Vinall CV, Garcia-Silva TC, Lou JSB, Wells MH, Tantbirojn D, Versluis A. Intrapulpal Temperature Rise During Light Activation of Restorative Composites in a Primary Molar. **Pediatr Dent** 2017;39(3): 125-130.

Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NH. Comparison of two stylus methods for measuring surface texture. **Dent Mater** 1999; 15(2): 79-86.

Wolpoff MH. Interstitial wear, **Am J Phys Anthropol** 1971; 34: 205-228.

Yilanci H, Yildirim ZB, Ramoglu SI. Intrapulpal Temperature Increase During Er:YAG Laser-Aided Debonding of Ceramic Brackets. **Photomed Laser Surg** 2017;35(4): 217-222.

Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol** 1965 ;19: 515-530.

Zachrisson B. Zachrisson on excellence in finishing-Part 2. **J Clin Orthod** 1986; 20:536-556.

Zachrisson B. Interdental papilla reconstruction in adult orthodontics, **World J Orthod** 2004; 5 67-73.

Zachrisson BU. Actual damage to teeth and periodontal tissues with mesiodistal enamel reduction ("stripping"). **World J Orthod** 2004; 5(2): 178-183.

Zachrisson BU, Nyøygård L, Mobarak K. Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2007; 131(2): 162-169.

Zachrisson BU, Minster L, Ogaard B, Birkhed D. Dental health assessed after interproximal enamel reduction: caries risk in posterior teeth. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2011; 139(1): 90-98.

Zhao BJ, Wu HM. Enamel surface roughness after interproximal enamel reduction with different methods in vitro. **Shanghai Kou Qiang Yi Xue** 2011; 20(1): 51-54.

Zhong M, Jost-Brinkmann PG, Zellmann M, Zellmann S, Radlanski RJ. Clinical evaluation of a new technique for interdental enamel reduction. **J Orofac Orthop** 2000; 61(6): 432-439.

Zingler S, Sommer A, Sen S, Saure D, Langer J, Guillon O, Lux CJ. Efficiency of powered systems for interproximal enamel reduction (IER) and enamel roughness before and after polishing-an in vitro study. **Clin Oral Investig** 2016; 20(5): 933-942.



8. EKLER

Ek.1



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



Sayı :60116787-020/81508
Konu :Başvurunuz hk.

06/12/2017

İlgi :29.11.2017 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "Farklı İnterproksimal Mine Aşındırma Yöntemlerinin Pulpal mikrosirkülasyon Simulasyonu Altındaki Pulpa Isısı ve Mine Yüzeyi Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi" konulu çalışmanız 05.12.2017 tarih ve 16 sayılı kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

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

Bilgilerinizi rica ederim.


Prof. Dr. Tahir TURAN
Başkan

9. ÖZGEÇMİŞ

01.06.1985 tarihinde Erzurum'da dünyaya gelen Betül KAZAN GÜRLER ilköğretimini Kocaeli Karamürsel Hikmet Özbağcı İlköğretim Okulu'nda, ortaokul ve lise eğitimini Karamürsel Anadolu Lisesi'nde tamamlamıştır. 2009 yılında Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden mezun olmuştur. 2010-2014 yılları arasında Kocaeli Karamürsel Devlet Hastanesi'nde görev yapmıştır. Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'ndaki uzmanlık eğitimine 2014 yılı Ağustos ayında başlamıştır.