

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI
ORTODONTİ DOKTORA PROGRAMI**

**FARKLI ORTODONTİK ARAYÜZ AŞINDIRMA YÖNTEMLERİNİN
DİŞ YÜZEYİNDE OLUŞTURDUĞU PÜRÜZLÜLÜK VE MİNERAL
KAYBININ IN VITRO İNCELENMESİ**

HAZIRLAYAN

HİLAL ARSLAN

DOKTORA TEZİ

ANKARA - 2021

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI
ORTODONTİ DOKTORA PROGRAMI**

**FARKLI ORTODONTİK ARAYÜZ AŞINDIRMA YÖNTEMLERİNİN
DİŞ YÜZEYİNDE OLUŞTURDUĞU PÜRÜZLÜLÜK VE MİNERAL
KAYBININ IN VITRO İNCELENMESİ**

HAZIRLAYAN

HİLAL ARSLAN

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. BURÇAK KAYA

ANKARA - 2021

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ortodonti Anabilim Dalı Ortodonti Doktora Programı çerçevesinde Dt. Hilal ARSLAN tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 17/06/2021

Tez Adı: Farklı Ortodontik Arayüz AŞındırma Yöntemlerinin Diş Yüzeyinde Oluşturduğu Pürüzlülük ve Mineral Kaybının In Vitro İncelenmesi

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

ONAY

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 28 / 05 / 2021

Öğrencinin Adı, Soyadı: Hilal ARSLAN

Öğrencinin Numarası: 216110328

Anabilim Dalı: Ortodonti

Programı: Ortodonti

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı:

Tez Başlığı: Farklı Ortodontik Arayüz Aşındırma Yöntemlerinin Diş Yüzeyinde Oluşturduğu Pürüzlülük ve Mineral Kaybının In Vitro İncelenmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 69 sayfalık kısmına ilişkin, 28/ 05 / 2021 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 8'dir. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:.....

ONAY

Tarih: 28 / 05 / 2021

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad, İmza:

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince ve tezimin her aŐamasında değerli vaktini bana ayıran, her alanda bilgi ve deneyimlerini aktaran sayın danıŐman hocam Prof. Dr. Burçak KAYA'ya,

Bilime ve hayata dair her türlü tecrübesini her daim paylaşan sayın hocam Prof. Dr. Ayça ARMAN ÖZÇIRPICI'ya,

Tezimin ilerlemesinde önemli katkıları olan çok değerli Prof. Dr. Sevi Burçak ÇEHRELİ ve Dr. Öğr. Üyesi Güler Burcu SENİRKENTLİ'ye,

Desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen çok değerli Dr. Öğr. Üyesi Hande Pamukçu ve Dr. Öğr. Üyesi Nilüfer İrem TUNÇER'e,

Katkılarını ve desteklerini esirgemeyen çok değerli Dr. Öğr. Üyesi Sinem İNCE BİNGÖL ve Dr. Öğr. Üyesi Azize ATAKAN KOCABALKAN'a,

Yardımlarını ve dostluklarını her zaman hissettiğim çok sevgili dönem arkadaşlarıma ve doktora hayatım boyunca yanımda olan çok sevgili asistan arkadaşlarıma,

Sonsuz emek, sevgi ve destekleri ile beni bugünlere getiren, mesleki tecrübeleriyle her zaman daha başarılı olmam için çabalayan canım annem Dt. Binnaz ARSLAN ve canım babam Dt. Adem ARSLAN'a, ne olursa olsun her daim yanımda ve kalbimde olan canım ablam Ece ARSLAN'a, varlıklarından her zaman güç aldığım canım dostlarım Çise ÇAĞIN ve İlknur YILMAZ'a,

Sonsuz TeŐekkürler.

ÖZET

Hilal Arslan, Farklı Ortodontik Arayüz Aşındırma Yöntemlerinin Diş Yüzeyinde Oluşturduğu Pürüzlülük ve Mineral Kaybının In Vitro İncelenmesi, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Doktora Programı, Doktora Tezi, 2021

Bu çalışmanın amacı farklı arayüz aşındırma yöntemlerinin uygulanması sonrası mine yüzeyindeki pürüzlülük ve mineral kaybının incelenmesidir.

Bu çalışmada çürüksüz, hasarsız ve lezyonsuz 90 adet daimi üst ve alt keser diş kullanılmıştır. Bu dişler kronları dışarıda kalacak şekilde alçı bloklara gömülmüştür. Her grup 18 dişten oluşmak üzere 5 grup oluşturulmuştur. Çalışmada arayüz aşındırması için 5 farklı teknik uygulanmıştır. 1. grupta, stripping şeritleri (Swiss Dentacare G5-ProLign) kullanılmıştır (A grubu). 2. grupta, segmental diskler (Komet Dental OS2M 000 140) kullanılmıştır (B grubu). 3. grupta, stripping diskleri (Komet Dental 8934A 900 180) kullanılmıştır (C grubu). 4. grupta, Profın stripping uçları (Dentatus Profın Lamineer IPR LTA-P4/2) kullanılmıştır (D grubu). 5. grupta ise stripping zımparaları (Sunshine Dental DS 25) kullanılmıştır (E grubu). Tüm dişlerde sadece tek bir arayüz aşındırılmıştır. İşlem yapılmayan mine yüzeyleri ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Tüm arayüzeyler yüzey pürüzlülüğü açısından Optik Profilometre ve mineral kaybı açısından SEM/EDX cihazı ile incelenmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda Post-hoc karşılaştırmalı Bonferonni düzeltmeli Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır.

Optik profilometre ölçümlerine göre çalışma grupları ve kontrol grubu arasında yüzey pürüzlülüğü açısından anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Kontrol grubuna ait yüzey pürüzlülüğü değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmektedir. Yüzey pürüzlülüğü, aşındırma sonrasında anlamlı düzeyde artmaktadır. Optik profilometre incelemesine göre, beş çalışma grubu arasında yüzey pürüzlülüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). SEM/EDX incelemesine göre, tüm gruplar mineral yoğunluğu açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

Kontrol grubuna ait mineral yoğunluğu değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür; ancak bu durum istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Çalışmamızda elde edilen veriler, kullanılan yöntem farketmeksizin tüm ortodontik arayüz aşındırma yöntemlerinin aşındırılan mine yüzeyini daha przly ve bakteriyel kolonizasyona açık hale getirdiğini, ancak önemli miktarda mineral kaybına sebep olmadığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: arayüz aşındırma, interdental stripping, interproksimal redüksiyon, ortodonti, yer kazanma

Bu tez alışması Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: D-KA19/06) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

ABSTRACT

Hilal Arslan, In vitro examination of different interdental stripping techniques, in terms of surface roughness and mineral loss, Başkent University, Institute of Health Sciences, Orthodontics Doctorate Program, PhD Thesis, 2021

The aim of this study is to investigate the surface roughness and mineral loss on enamel surface after application of different interdental stripping techniques.

In this study, 90 caries-free, undamaged upper and lower permanent incisors without lesions were used. The roots of these teeth were embedded in plaster blocks, leaving the crowns outside. 5 treatment groups were constructed and each group consisted of 18 teeth. Five different techniques were applied for interdental stripping. In the 1st group, stripping strips (Swiss Dentacare G5-ProLign) were used (group A). In the 2nd group, segmental discs (Komet Dental OS2M 000 140) were used (group B). In the 3rd group, stripping discs (Komet Dental 8934A 900 180) were used (group C). In 4th group, Profin stripping tips (Dentatus Profin Lamineer IPR LTA-P4/2) were used (group D). In the 5th group, metal strips (Sunshine Dental DS 25) were used (Group E). Only one proximal surface was stripped on each tooth. Untreated enamel surfaces were used as the control group. All interproximal surfaces were examined with an Optical Profilometer device for surface roughness and with a SEM/EDX device for mineral loss. Kruskal Wallis H test with Post hoc comparisons and Bonferroni adjustment was used for the comparisons between the groups.

According to the Optical Profilometer measurements, statistically significant difference was found between all treatment groups and the control group ($p < 0,05$). The control group demonstrated the lowest values of roughness measurements. Surface roughness increased significantly after stripping. Optical Profilometer investigations showed no statistically significant difference between the 5 treatment groups ($p > 0,05$). According to the SEM/EDX evaluations, the results showed no significant difference between any of the groups ($p > 0,05$).

Control group showed the highest values of mineral measurements, but the difference was statistically insignificant.

The data obtained from this study showed that, all interdental stripping techniques cause the stripped enamel surfaces to become more porous and convenient for bacterial colonization, but do not cause an important amount of mineral loss.

Keywords: interdental stripping, interproximal stripping, interproximal reduction, orthodontics, space gaining

This study was approved by Başkent University Medical and Health Sciences Research Board (Project number: D-KA19/06) and supported by Başkent University Research Fund.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Diş Minesinin Yapısı	3
2.2. Mine Kalınlığının Aşındırmadaki Önemi	4
2.3. Arayüz Aşındırmasının Tanımı ve Ortodontide Kullanım Alanları.....	5
2.4. Arayüz Aşındırma Yöntemleri	7
2.4.1. Mekanik aşındırma.....	7
2.4.2. Kimyasal aşındırma.....	10
2.4.3. Mekanokimyasal aşındırma.....	11
2.5. Arayüz Aşındırması Sonrası Görülebilecek Komplikasyonlar	11
2.5.1. Pulpa hasarı.....	11
2.5.2. Hipersensitivite ve ağrı.....	12
2.5.3. Çürük riski	13
2.5.4. Periodontal sorunlar ve plak artışı	15
2.5.5. Yumuşak doku hasarı	16

2.5.6. Mineral kaybı	17
2.5.7. Diş yüzeyinde pürüzlülük	22
2.6. Aşındırma Sonrası Diş Yüzey Özelliklerini Değerlendirme Yöntemleri	25
2.6.1. Taramalı elektron mikroskobu / enerji dağılımlı x-ray spektrometre (SEM/EDX)	25
2.6.2. Profilometre	26
2.6.2.1. Kontakt profilometre	26
2.6.2.2. Optik profilometre	27
3. MATERYAL ve METOD	28
3.1. Çalışmada Kullanılacak Materyaller	28
3.2. Örneklerin Hazırlanması	31
3.3. Arayüz Aşındırması Sonrası Örneklerin İncelenmesi	36
3.4. İstatistiksel Değerlendirme.....	37
4. BULGULAR.....	38
4.1. Gruplardaki Diş Örneklerinin Optik Profilometre Bulguları.....	38
4.2. Gruplardaki Diş Örneklerinin SEM/EDX Bulguları	39
4.2.1. Karbon (C) elementine dair bulgular	40
4.2.2. Fosfor (P) elementine dair bulgular	42
4.2.3. Oksijen (O) elementine dair bulgular	44
4.2.4. Kalsiyum (Ca) elementine dair bulgular	46
4.2.5. Kalsiyum/fosfor (Ca/P) oranına dair bulgular	48
5. TARTIŞMA	49
5.1. Amacın Tartışılması.....	49
5.2. Materyal ve Metodun Tartışılması.....	50
5.3. Bulguların Tartışılması.....	54

5.3.1. Yüzey pürüzlülüğü bulgularının tartışılması.....	54
5.3.2. Mineral kaybı bulgularının tartışılması	56
6. SONUÇ	61
KAYNAKLAR	63

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1: Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin gruplar arasında dağılımı	38
Tablo 4.2: Karbonun k-ratio değerlerinin gruplar arasında dağılımı.....	40
Tablo 4.3: Karbonun ağırlık yüzdesinin gruplar arasında dağılımı	41
Tablo 4.4: Fosforun k-ratio değerlerinin gruplar arasında dağılımı	42
Tablo 4.5: Fosforun ağırlık yüzdesinin gruplar arasında dağılımı	43
Tablo 4.6: Oksijenin k-ratio değerlerinin gruplar arasında dağılımı	44
Tablo 4.7: Oksijenin ağırlık yüzdesinin gruplar arasında dağılımı	45
Tablo 4.8: Kalsiyumun k-ratio değerlerinin gruplar arasında dağılımı	46
Tablo 4.9: Kalsiyumun ağırlık yüzdesinin gruplar arasında dağılımı	47
Tablo 4.10: Kalsiyum/fosfor oranının gruplar arasında dağılımı	48

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1: Stripping şeritleri (Swiss Dentacare G5-ProLign)	29
Şekil 3.2: Segmental diskler (Komet Dental OS2M 000 140)	29
Şekil 3.3: Stripping diskleri (Komet Dental 8934A 900 180).....	30
Şekil 3.4: Profin stripping uçları (Dentatus Profin Lamineer IPR LTA-P4/2).....	30
Şekil 3.5: Stripping zımparaları (Sunshine Dental DS 25)	31
Şekil 3.6: 90 adet keser dişi içeren bloklar.....	32
Şekil 3.7: Stripping şeritlerinin uygulanışı	33
Şekil 3.8: Segmental disklerin uygulanışı	33
Şekil 3.9: Stripping disklerinin uygulanışı	34
Şekil 3.10: Profin stripping uçlarının uygulanışı.....	34
Şekil 3.11: Stripping zımparalarının uygulanışı.....	35
Şekil 3.12: Çalışmada kullanılan Optik Profilometre cihazı	36
Şekil 3.13: Çalışmada kullanılan SEM/EDX cihazı.....	37
Şekil 4.1: Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik	39
Şekil 4.2: Karbonun k-ratio değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik	40
Şekil 4.3: Karbonun ağırlık yüzdesinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik	41
Şekil 4.4: Fosforun k-ratio değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik.....	42
Şekil 4.5: Fosforun ağırlık yüzdesinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik	43
Şekil 4.6: Oksijenin k-ratio değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik	44
Şekil 4.7: Oksijenin ağırlık yüzdesinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik.....	45
Şekil 4.8: Kalsiyumun k-ratio değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik.....	46
Şekil 4.9: Kalsiyumun ağırlık yüzdesinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik.....	47
Şekil 4.10: Kalsiyum/fosfor oranının gruplar arası dağılımını gösteren grafik.....	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

ARS	air rotor stripping
C	karbon elementi
Ca	kalsiyum elementi
CO ₃ ⁻²	karbonat iyonu
CPP-ACP	kazein fosfopeptit - amorf kalsiyum fosfat
EDX	enerji dağılımlı x-ray spektrometre
K	potasyum elementi
Mn	manganez elementi
mm	milimetre
Na	sodyum elementi
NaF	sodyum florür
NaCl	sodyum klorür
O	oksijen elementi
OH ⁻	hidroksil iyonu
P	fosfat elementi
PO ₄ ⁻³	fosfat iyonu
Ra	ortalama yüzey pürüzlülüğü
SEM	taramalı elektron mikroskobu
sn	saniye
UNAM	Bilkent Üniversitesi Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi
Zn	çinko elementi
µm	mikrometre

1. GİRİŞ

Arayüz aşındırması (interdental stripping) daimi dişlerin meziodistal olarak aşındırılması, anatomik olarak tekrar şekillendirilmesi ve/veya mezial/distal mine yüzeylerinin konturunun düzeltilmesini içeren klinik bir prosedürdür (1). 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 (2,3). Charles H. Tweed, ortodontik tedavinin evrensel amacını “yumuşak doku ile uyum içinde olan, sağlıklı, estetik, fonksiyonel ve stabil bir oklüzyon oluşturmak” olarak tanımlamıştır (4). Yazarın da belirttiği gibi ortodontik yaklaşımların esas hedefi budur. Arayüz aşındırması (stripping) ortodontide bu hedefe yönelik olarak yapılan ve geniş kullanım alanı sebebiyle çalışmalarda sıklıkla araştırılan bir konu olmuştur. Arayüz bölgesinde mine aşındırma yöntemleri ortodontide hafif ve orta şiddette çapraşıklığın çözümü, Bolton uyumsuzluğunun giderilmesi, arayüz kontakt noktalarının şekillendirilmesi, dental arkın stabilizasyonu ve siyah üçgen alanların giderilmesi gibi çeşitli amaçlarla sıklıkla kullanılmaktadır (5).

Yapılan bir çalışmada, ortodontistlerin % 66’sının kliniklerinde rutin bir şekilde arayüz aşındırması uyguladıkları bildirilmiştir (6). Stripping, interproksimal yüzeylerde mine genişliğini azaltarak mandibular anterior bölgede dental hizalanmanın sağlanmasında ve postortodontik stabilitenin artırılmasında etkili olabilmektedir (1,7). Ayrıca stripping, ön dişlerin estetiğini geliştirebilmektedir. Buna örnek olarak çapraşık segmentlerin hizalanmasından sonra ortaya çıkabilecek siyah üçgenlerin kaldırılması gösterilebilir (8,9).

Arayüz aşındırma tekniklerinin sık kullanılmasıyla beraber dişe olan etkileri de araştırılmaya başlanmıştır. Bazı çalışmalarda mine arayüzeylerinin bütünlüğünün bozulması ve oluşan mine yüzeyi pürüzlülüğünün plak birikimini artırması nedeniyle çürük ve periodontal hastalıklar için predispozan bir faktör olabileceği düşünülmüştür (10–12). Ancak, Jarjoura ve ark. (13) aşındırma sonrası çürük riskini araştırdıkları çalışmada çürük oluşma riskinin interproksimal mine aşındırmasından etkilenmediğini bildirmişlerdir. Başka

Çalışmalarda da arayüz aşındırması yapılan yüzeylerin, yapılmayan yüzeylere göre rk veya periodontal hastalık açısından daha duyarlı olmadığı belirtilmiştir (14,15).

Arayüz aşındırma yöntemleri ile ilgili yapılan birçok çalışmada, özellikle farklı mine aşındırma tekniklerinin diş mine yüzeyinde yarattığı pürüzlülük miktarı incelenmiştir. Çalışmalarda aşındırılan mine yüzeyi sıklıkla SEM (taramalı elektron mikroskobu) ile incelenmiş ve farklı arayüz aşındırma yöntemlerinin mine yüzeyinde oluşturdukları pürüzlülük miktarı karşılaştırılmıştır (3,16–18).

In vitro çalışmalarda arayüz aşındırmasının ardından minenin demineralizasyon oranının yüksek olduğu savunulmuştur (10,19). In vivo ortamda yapılan bir çalışmada ise arayüz aşındırması sonrası minedeki demineralizasyonun dokuz aylık bir zaman diliminde doğal remineralizasyon mekanizması tarafından dengelendiği bildirilmiştir (20). Bir başka çalışmada ise aşındırılan dişlere mikrosertlik testi uygulanmış ve mine mineral yoğunluğunun değişmediği gözlenmiştir (3).

Son yıllarda yeni arayüz aşındırma yöntemlerinin piyasada yer bulması ile bu yöntemlerin birbirine olan benzerlikleri, farklılıkları ve etkinlikleri tartışılmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın amacı son yıllarda piyasaya sürülen yöntemler de dahil edilerek farklı arayüz aşındırma yöntemlerinin, diş minesinde yüzey przllğu ve mineral kaybı açısından nasıl sonuçlar yarattıklarının ayrıntılı olarak incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Minesinin Yapısı

Diş minesi insan organizmasının en sert dokusu olup, dişlerin anatomik kronunu örter. Dişin bağ dokusu olan pulpayı ve mineralize olmuş bağ dokusu olan dentini örter ve korur. Mine, bir lifsel organik matriks üzerine çökelmiş kristaller yığıdır (21). Mine hücresiz bir dokudur. Yapısının %80-90'ını ve inorganik yapısının büyük çoğunluğunu kalsiyum hidroksiapatit kristalleri ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) oluşturmaktadır. Kalan %10-20'lik kısım organik proteinimsi bir yapıdan oluşmaktadır. Farklı mine yüzeyi morfolojilerinin varlığı, bu yapıların homojen bir dizilim göstermemesiyle ilişkilendirilmektedir (22,23).

Minenin kimyasal yapısını %96 oranında inorganik, %2 oranında ise organik elemanlar oluşturur. Minede çeşitli kalsiyum fosfat tuzlarından başka karbonatlar, sodyum, magnezyum ve çok az ve değişen oranlarda demir, flor ve manganat tuzları vardır. Minenin organik yapısını ise, eriyik protein ve keratoprotein türü proteinler oluşturur (21).

Literatürde dişlerin mine kalınlıklarını inceleyen çeşitli çalışmalar vardır. Birçok çalışmada özellikle anterior dişlerin arayüz mine kalınlığı incelenmiştir. Hall ve ark. (24) yaptıkları çalışmada mandibular santral dişlerin mine kalınlıklarının 0.71 mm – 0.82 mm aralığında, mandibular lateral dişlerin mine kalınlıklarının 0.79 mm – 0.92 mm aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Gillings ve Buonocore (25) ise mandibular keser dişlerde mine kalınlığının dişin distal yüzeyinde mezial yüzeyine göre daha fazla olduğunu savunmuşlardır. Mine kalınlığının mine-sement birleşiminden insizale doğru bukkal, lingual, mezial ve distal yüzeylerde farklılık gösterdiği gözlenmiştir.

Başka çalışmalarda ise maksiller santral dişlerin mine kalınlıkları 0.89 mm – 1.06 mm aralığında, maksiller lateral dişlerin mine kalınlıkları 0.90 mm – 1.1 mm aralığında bulunmuştur (26,27).

Mandibular posterior dişlerin arayüz mine kalınlıklarının incelendiği bir çalışmada 1. premolar dişlerde ortalama mine kalınlıkları mezialde 0.99 mm, distalde 1.07 mm, 2. premolar dişlerde mezialde 1,19 mm, distalde 1.22 mm, 1.molar dişlerde mezialde 1,28 mm, distalde 1.40 mm ve 2. molar dişlerde mezialde 1,29 mm, distalde 1.48 mm olarak belirtilmiştir (28).

2.2. Mine Kalınlığının Aşındırmadaki Önemi

Arayüz aşındırması işlemi ile aşındırılacak mine dokusu miktarı literatürde tam olarak belirtilmemiştir. Genel anlamda arayüz aşındırması, alt ve üst anterior dişlerin mezial ve distal temas noktalarından 0,25 mm'lik aşındırmalar yapmak olarak tanımlanmaktadır (29).

Bolton (30) yaptığı çalışmada, dişin mezial ve distalinde toplam 1-1,5 mm aşındırma yapılabileceğini söylemiştir.

Joseph ve ark. (17) ark boyu sapmasının 4 mm'yi geçtiği durumlarda aşındırma yapılmaması gerektiğini belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmalardan bazısında tek bir dişin arayüzünde 0,3-0,4 mm, bazısında 0,2 mm, bazısında da 0,25 mm ile 0,37 mm arasında aşındırmanın güvenli bir şekilde yapılabileceği vurgulanmıştır (24,31-33).

Thordarson ve ark. (34) ise hava ve su spreyi kullanıldığı taktirde dentine kadar güvenle aşındırma yapılabileceğini savunmuşlardır.

Sheridan ve Armbruster (35) posterior dişlerin tek bir arayüzünde 0.8 mm aşındırmanın güvenle yapılabileceğini söylemişlerdir.

Frindel (36) üst keser dişlerde 0,3 mm, üst posterior dişlerde 0,6 mm, alt keser dişlerde 0,2 mm ve alt posterior dişlerde 0,6 mm'den fazla aşındırma yapılmaması gerektiğini bildirmiştir.

2.3.Arayüz Aşındırmasının Tanımı ve Ortodontide Kullanım Alanları

Arayüz aşındırması (interdental stripping), dişlerin ara yüzeylerindeki minenin aşındırılması işlemidir. Arayüz aşındırması, dişlerin sıralanması için gerekli yerin sağlanmasında molar distalizasyonu, keser protrüzyonu, dental ark genişliğinin arttırılması ve diş çekimine alternatif bir yöntemdir.

Arayüz aşındırmasının ortodontide çeşitli endikasyonları vardır. Siyah üçgen alanların giderilmesi, hafif ve orta şiddette çapraşıklığı çözmek, Bolton uyumsuzluğunu gidermek, arayüz kontakt noktalarının şekillendirilmesi ve dental arkın stabilizasyonunu sağlamak bu endikasyonlardandır (5).

Stripping, keser dişlerin üçgenimsi olması ve dişler arası papil kaybına bağlı olarak keser dişler arasında görülen siyah üçgen alanları gidermek amacıyla uygulanabilmektedir (37). Dişlerin temas noktaları ile interdental alveolar kemik arasındaki mesafenin 6 mm ve daha fazla olduğu durumlarda papilla kaybı görülme olasılığının yüksek olduğu bildirilmiştir. Arayüz aşındırma işlemi ile bu sorun ortadan kaldırılabilir (38).

Aşındırma, hafif ve orta şiddette çapraşıklığa sahip karma dentisyondaki hastalarda da uygulanmaktadır (39). Karma dentisyonda, sürme rehberliği endikasyonu konulan vakalarda süt kanin ve süt molar dişler ile daimi kanin ve premolar dişlere arayüz aşındırması (stripping) yapılarak tedavi edilebilmektedir (5). Ark boyu sapma miktarının 4 mm'den az olduğu olgularda, diş çekerek tedavi yapmak yerine arayüzlerin aşındırılması ile tedavi yapılabilmektedir (39). Premolar dişlerin konjenital eksikliğinde süt molar dişin ağızda bırakılmasının planlandığı durumlarda, süt molar dişin arayüzlerine aşındırma uygulanabilmektedir (40).

Çekimli tedavi ile ARS (air- rotor stripping) uygulanarak çekimsiz yapılan tedavinin sınır vakalarda yüz estetiğine olan yansımalarının değerlendirildiği bir çalışmada stripping ile yapılan tedavinin, orta şiddette çapraşıklığı olan dengeli profile sahip sınıf I sınır vakalarda çekimli tedaviye bir alternatif olduğu görülmüştür (41).

Stroud ve ark. (28) çalışmalarında, düz profili ve sınıf I kapanışı olan bireylerde ve büyümesini tamamlamış başabaş sınıf II kapanışı olan bireylerde, hafif ve orta şiddette çapraşıklık gidermek için stripping uygulanabileceğini bildirmişlerdir.

Literatürde az miktarda stripping ile Bolton uyumsuzluğu ve hafif çapraşıklık, fazla miktarda (4-6 mm) stripping ile orta düzey çapraşıklık sorununun giderilebildiği bildirilmektedir (37). Stripping, sabit ortodonti mekanikleri haricinde şeffaf plaklarla yapılan tedavide de kullanılan yer elde etme yöntemlerinden biri olmuştur (42).

Bolton uyumsuzluğu görülen olgularda arayüz aşındırması işlemine sıklıkla başvurulmaktadır (43,44). Arayüz aşındırması konjenital lateral eksikliği olgularında da sıkça başvuru olan bir yöntemdir. Rossouw ve Tortorella (5) yaptıkları çalışmada, ortodontik tedavide kanin dişlerin lateral dişlere benzetilmesi gerektiği olgularda arayüz aşındırmasının gerekliliğini vurgulamışlardır.

Peck ve Peck (45) kama lateralleri olan hastalarda alt anterior dişlerde görülen Bolton fazlalığının, bu dişlere stripping uygulanmasıyla tedavi edilebileceğini söylemişlerdir.

Diş boyut uyumsuzluklarının değerlendirildiği bir başka çalışmada sınıf III vakalarda mandibuladaki, sınıf II vakalarda maksilladaki dişlere stripping uygulanmasının gerekliliği vurgulanmıştır (46).

Stripping, dental arkın stabilizasyonunun korunmasında da önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalarda, arayüz temas noktalarının aşındırmanın ardından temas yüzeyi haline gelmesi ile uzun dönemde stabilizasyonun korunabileceği gösterilmiştir (5,17).

Freitas ve ark. (47) stripping yapılarak ve yapılmayarak tedavi edilmiş olgularda alt keser dişlerin nüksünü inceledikleri bir çalışmalarında stripping yapılan vakalarda retansiyon sonrası nüksün daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Retainer uygulamadan alt keser dişlerin uzun dönem stabilizasyonunun araştırıldığı bir başka çalışmada ise tüm hastalara tedavinin başlangıcında, bitiminde ve pekiştirme

kontrolünde stripping yapılmıştır. Vakaların %45'inde alt keser dişlerde nüks görülmemiştir. Söz konusu vakalarda dental dizilim retainer kullanılmadan korunmuş ve dental arkın stabilizasyonu sağlanmıştır (48).

Her bir dental arkta 8 mm'den fazla olacak şekilde şiddetli çapraşıklık olması, kötü oral hijyen, aktif periodontal hastalık bulunması, mine hipoplazisi varlığı, aşırı diş hassasiyeti olması, yüksek çürük riski bulunması, çok sayıda dental restorasyon varlığı, kare şekilli anterior dişlerin bulunması, yuvarlak şekilli premolar dişlerin bulunması, geniş pulpa boşluğuna sahip genç vakalar arayüz aşındırması için kontrendike olan durumlardır (49).

2.4. Arayüz Aşındırma Yöntemleri

2.4.1. Mekanik aşındırma

Mekanik aşındırma, manuel veya döner aletler kullanılarak yapılabilmektedir. Manuel şekilde metal stripping zımparası kullanılarak stripping yapılmaktadır. Döner aletler yardımı ile ise stripping şeritleri, stripping diskleri, segmental diskler, Profin stripping uçları, sonik stripping uçları, air rotor strippingte (ARS) tungsten karbid veya elmas frezler kullanılarak stripping yapılmaktadır.

Manuel aşındırma yapılırken kullanılan stripping zımparası, elmas parçacıkları ile kaplıdır. Yapısı dişlerin arayüzeylerinde aşındırmayı rahatça yapmayı sağlayacak şekilde esnektir. Paslanmaz çelikten üretilen bu zımparalar üretici firmalara göre 2 mm-8 mm arasında değişen genişliklerde, elmas kaplamasının yerine göre tek taraflı veya çift taraflı olabilmektedir. Bu zımparalar Mathieu tipi portegülerle veya özel tutucu aygıtlarla beraber uygulanabilmektedir (8). Stripping zımparasının, doğru bir şekilde konumlandırmak ve standart bir kuvvet uygulamak amacıyla dizayn edilmiş özel tutucu aygıt ile beraber kullanılması bazı çalışmalarda tavsiye edilmiştir (50–52).

Stripping zımparalarının disklerin giremeyeceği kadar rotasyonlu olan dişlerde kullanılabilmesi ve döner aletlerle yapılan stripping sonrası dişlerin yeniden

şekillendirilmesinde kullanılabilmesi en önemli avantajlarıdır. Bununla beraber pratik olmaması ve işlemin uzun sürmesi dezavantajlarındandır (8).

Döner aletler kullanılarak uygulanan arayüz aşındırma yöntemlerinden olan air rotor stripping (ARS) Sheridan (53) tarafından 1985'te tanımlanan ve geliştirilen, hem anterior hem de posterior dişlerin arayüz kontakt noktalarına çeşitli frezler kullanılarak uygulanan bir yöntemdir. Dişlerdeki fizyolojik aşınmayı esas alarak geliştirilen bir arayüz aşındırma yöntemidir.

ARS uygulanmadan önce arayüz kontakt noktasının altına yumuşak dokuların zarar görmemesi için indikatör bir telin yerleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu telin yerleştirilmesinin bir diğer amacı arayüz mine duvarlarında çıkıntı meydana gelmesinin engellenmesi ve ARS frezleri için rehberlik sağlanmasıdır. ARS ile arayüz aşındırma işleminde frezlerin doğru sırada kullanılması gerekmektedir. Bu teknikte arayüz aşındırması yapılırken ilk olarak çapraz kesitli fissür karbid frez kullanılmalıdır. Aşındırma yaklaşık olarak 30 sn kadar sürmektedir. Hasta açısından ise rahat ve ağrısız olmaktadır. İlk aşındırma sonrası indikatör tel çıkartılmalıdır. Ardından arayüzeylerin parlatılması gerekmektedir. El zımparası, parlatma diskleri veya elmas bitirme frezleri parlatma için kullanılabilir. Parlatma sonrası lokal flor uygulanması da faydalı bulunmuştur (14,53). Yuvarlatılmış uçlara sahip güvenli uçlu ARS frezlerinin, geleneksel kare uçlu ARS frezlerine göre daha güvenli olduğu belirtilmiştir. ARS tekniğiyle arayüz aşındırması yapıldığında posterior dişlerde arayüzde toplam 1 mm, anterior dişlerde ise 0.75 mm aşındırma yapılabileceği bildirilmiştir. (54,55).

ARS tekniği özellikle bukkal bölgede rahatlıkla uygulanabilmektedir. Kullanılan frezlerle anatomik şekillendirme yapılabilmekte ve geleneksel tekniklere göre daha fazla mine miktarı kontrollü olarak kaldırılabilir (49).

Stripping şeritleri, döner aletler kullanılarak uygulanan arayüz aşındırma yöntemlerinden bir diğeridir. Şeritler, özel bir angldrüvaya yerleştirilir. Öne ve geri titreşim hareketi ile arayüzeylerde aşındırma yapmaktadır. Elmas kaplı olan bu aşındırma şeritleri elmas partikül büyüklüklerine göre incelendiğinde 15, 25, 40, 60 ve 90 µm olan çeşitleri mevcuttur. Elmas kaplamalar, şeritlerin tek tarafında veya çift tarafında olabilmektedir (16).

Stripping şeritlerinin avantajları yumuşak dokuya zarar vermemesi, ARS'ye göre daha pürüzsüz mine yüzeyi elde edilebilmesi, tek taraflı stripping şeritleri kullanıldığında komşu dişin korunabilmesidir. Bunun yanında dezavantajı ARS'ye göre işlemin daha uzun sürmesidir (8).

Stripping diskleri, döner aletlerle uygulanan arayüz aşındırma yöntemlerinden biridir. 360° açıyla tam tur dönerek rotasyon hareketiyle çalışan elmas disklerdir. Elmas partiküllerin bulunduğu yere göre diskler, tek taraflı veya çift taraflı olabilmektedir. Disklerin çapı ve kalınlığı ticari markalarda çeşitlilik göstermektedir. Arman ve ark. (3) daimi ve süt dişleri üzerinde çeşitli stripping yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmada stripping zımparası ve stripping disklerinin parlatma diskleriyle beraber kullanımında en pürüzsüz mine yüzeyinin elde edildiğini bulmuşlardır. Başka bir çalışmada da elmas stripping şeritleri, diskler ve frezler karşılaştırılmıştır. Bu çalışmaya göre stripping şeritleri ve diskleri, frezlere göre daha pürüzsüz mine yüzeyleri meydana getirmiştir (56). Buna karşın yüksek hızda kullanıldığında disklerin hastanın diline, yanaklarına, dudaklarına zarar verebileceği belirtilmiştir. Yumuşak dokuya zarar vermemesi için ise disk koruyucu ile beraber kullanımı önerilmektedir. Ancak disk koruyucu ile kullanımının da diş hekiminin görüşünü azalttığı bildirilmiştir (8).

Segmental diskler, döner aletler kullanılarak uygulanan arayüz aşındırma yöntemlerinden bir diğeridir. Stripping diskinden farklı olarak 360° açıyla tam tur rotasyon hareketi yerine 30°'lik bir açıyla salınım hareketi yaparak çalışmaktadır. Mikromotora takılan özel bir angldruva ile kullanılmaktadır. Standart bir diskin altında biri ebatında (60°) olacak şekilde dizayn edilmiştir. Tam tur rotasyon hareketi yapan diskler yumuşak dokuya zarar verebilmekte veya disk koruyucu ile kullanıldığında hekimin görüş alanını sınırlamaktadır. Özel dizaynı ve farklı çalışma mekanizması ile segmental diskler bu dezavantajları minime indirmektedir (16,57). Yapılan bir çalışmada, arayüz aşındırılırken segmental disk kullanıldığında dudak veya yanak koruyucularına ihtiyaç kalmadığı gözlenmiştir (58). Danesh ve ark. (16) çeşitli aşındırma yöntemlerinin uygulanması sonrası mine yüzeylerini karşılaştırdığı çalışmasında parlatma sonrasında segmental disk ve ARS'nin, diğer yöntemlere ve kontrol grubuna göre mine yüzeyini daha fazla pürüzlendirdiğini bulmuşlardır.

Profin stripping uçları, arayüz aşındırmasında kullanılan yöntemlerden bir diğeridir. Arayüz aşındırmasında ve arayüz dolgularının şeklinin düzenlenmesinde kullanılmaktadır. İnce, uzun ve konik yapıda bir uca sahiptir. Profin stripping uçlarında 50 µm boyutunda partikül bulunmaktadır. Öne ve geri titreşim hareketi ile aşındırma yapmaktadır. Arayüzeylerde ve subgingival bölgede Profin uçlarla çalışmak daha güvenlidir. Mikromotora takılan özel bir angldruva ile kullanılmaktadır. Özel tasarımı ve esnekliği sayesinde sert ve yumuşak doku hasarını önlemektedir (16).

Arayüz aşındırma yöntemlerinden biri de sonik stripping uçlarıdır. Özel bir angldruva ile kullanılmaktadır. Bu sonik uçlar, dişhekimliğinin birçok alanında kullanılabilir. Düz ve konveks olan sonik uçlar ise arayüz aşındırması ve şekillendirmesinde kullanılmaktadır. Bu uçlar komşu diş korumak için sadece tek tarafta aşındırıcı içermektedir. Zingler ve ark. (59) yaptıkları bir çalışmada göre düz sonik uçların, konveks uçlara göre daha fazla diş minesini kaldırdığını belirtmişlerdir. Sadece iki adet uç seçeneği olmasından ötürü çeşitliliği zayıftır.

2.4.2. Kimyasal aşındırma

Kimyasal aşındırma, %18'lik hidroklorik asit veya %37'lik ortofosforik asit ile yapılabilir (39,60). Bishara ve ark. (39) ortodontik tedavi sonrası bukkal yüzeylerde görülen mine lekelerinin tedavisinde ve 100 mikron derinliğe kadar olan lezyonların giderilmesinde hidroklorik asit tekniğini kullanmışlardır. Kimyasal aşındırmadan 6 ay sonra aşındırılan bölgede kendi kendine iyileşme ve remineralizasyon görülmüştür. Asitin yumuşak dokuya zarar vermesinden ötürü yöntemin rubber dam kullanımı gerektirmesi %18 hidroklorik asit ile aşındırma yönteminin olumsuz yanıdır.

Kimyasal aşındırma için %37'lik ortofosforik asit de kullanılabilir. Bu yöntem rubber dam kullanılmasını gerektirmez. Rubber dam yerine dişetini izole etmek için koruyucu jel kullanılması önerilmektedir. Özellikle bukkal yüzeylerdeki patolojik renklemelerde beyazlatma tedavisini destekleyen bir yöntemdir. Bununla beraber ortodontide yaygın bir kullanımı yoktur (60).

Yapılan çalışmalarda kimyasal aşındırma yönteminin, metal şeritlerle elde edilenlere benzer pürüzlü yüzeyler oluşturduğu bulunmuştur. Asit tedavisi sonrası ciddi hasar gören mine yüzeylerinin geri kazanılmasının son derece zor olduğu bildirilmiştir (61,62).

2.4.3. Mekanokimyasal aşındırma

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

Yapılan bir çalışmada SEM analizine göre %37'lik ortofosforik asit ile kimyasal aşındırmayı takiben stripping zımparasının kullanıldığı grupta mine yüzeyinin belirgin ölçüde aşındırıldığı ve diğer gruplara göre en pürüzlü mine yüzeyinin bu grupta görüldüğü bildirilmiştir (3).

Grippaudo ve ark. (63) stripping sonrası oluşan yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmada mekanik stripping tekniklerinin %37'lik fosforik asitle birlikte kullanıldığında yüzey pürüzlülüğünü istenmeyecek derecede arttırdığını bulmuşlardır.

Joseph ve ark. (17) ise yaptıkları araştırmada mekanik ve kimyasal aşındırmanın birlikte uygulanmasının düzgün bir yüzey oluşturduğunu ve bu yöntemin remineralizasyon için olanak sağladığını söylemişlerdir.

2.5. Arayüz Aşındırması Sonrası Görülebilecek Komplikasyonlar

2.5.1. Pulpa hasarı

Baysal ve ark. (64) farklı aşındırma prosedürlerinin pulpadaki ısı artışını inceledikleri çalışmalarında, tungsten karbid frez veya disk ile aşındırma işleminde pulpada 5,5°C'yi geçen bir ısı artışı olduğunu bulmuşlardır. Pulpaya zarar verebilecek bu ısı artışının olmaması için

mutlaka hava spreyi ile aşındırma prosedürünün uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Hava-su spreyi ile aşındırma yapılırken dişhekiminin görüş alanının azaldığını, bu nedenle sadece hava spreynin de yeterli olduğunu söylemişlerdir.

Zach ve Cohen (65) pulpa odasındaki ısının 5.5°C artmasının büyük hasarlar yaratacağını, pulpa sağlığını tehdit edeceğini ve geri dönüşümsüz enflamasyonlara sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Dental işlemler esnasında oluşan ısının pulpaya iletimi sonucunda histopatolojik değişikliklerin ve pulpa dokusu nekrozunun görülebileceğini bildirmişlerdir.

Arayüz aşındırmasında kullanılan frezlerin boyutu ve tipi, işlemin süresi, aşındırıcı araçların kullanımı ve işlem esnasında uygulanan güç gibi faktörler pulpaya zarar verebilecek ölçüde ısı oluşmasının belirleyicileridir (65-68).

Çekilmiş insan dişlerinde stripping zımparası ve stripping disklerinin pulpa odasının ısısında yarattığı değişiklikleri inceleyen bir çalışmada her iki tekniğin de ısıyı arttırdığı; ancak ısı artışının 5.5°C'lik kritik seviyeye ulaşmadığı görülmüştür. Diskler, metal zımparalara göre ısıyı daha fazla arttırmıştır. Yine de klinik olarak bu durumun önemsiz olduğu ve iki tekniğin de güvenli olduğu bildirilmiştir (69).

Arayüz aşındırma işlemini sulu ortamda gerçekleştiren çalışmalar da mevcuttur (3,16). Ancak Zachrisson ve ark. (70) in-vivo olarak yaptıkları çalışmada aşındırma işleminde sadece hava spreyni kullanmışlardır. Sheridan (53) ise ARS ile aşındırmada ısı artışını önlemek için su spreyi ile aşındırma prosedürünün uygulanması gerektiğini vurgulamıştır.

2.5.2. Hipersensitivite ve ağrı

Arayüz aşındırmasının iyatrojenik etkilerinden biri de ısıya bağlı olarak hassasiyetin artmasıdır (28). 61 hastada mandibular anterior dişlerde arayüz aşındırması yapılan bir çalışmada, 59 hastada hipersensitivite gözlenmediği bildirilmiştir. 1 hastada genel olarak dişlerde hassasiyet görüldüğü ve 1 hastada ise mandibular keser dişlerde hassasiyetin arttığı

belirtilmiştir. Hiçbir hastanın radyografik incelemesinde periapikal bir probleme rastlanmamıştır (70).

Hastalarda stripping sırasında oluşan ağrıya ilişkin görsel ve sözel değerlendirmeler yapılan bir başka çalışmada ise hastaların %46.9'u hissettikleri ağrıyı hafif olarak belirtmiştir. Hastaların %37.5'i ise hiç ağrı olmadığını belirtmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, hiçbir hasta ağrılarını çok ağır olarak ve ileriki tedaviler için heves kırıcı olarak tanımlamamıştır. Tüm hastalar bu tedaviyi faydalı bulmuşlardır (71).

2.5.3. Çürük riski

Sabit ortodontik tedavi gören hastalarda çürük riskinin arttığı bilinmekle beraber, arayüz aşındırması yapılması ile çürük riskinin daha da artıp artmadığı merak konusu olmuştur. Arayüz aşındırma yöntemlerinin oluşabilecek çürük kavitelere ortam hazırladığı tesadüfen bulunmuştur (72).

Arayüz aşındırması ile oluşan iyatrojenik mine yarıklarının plak birikimini kolay hale getirdiği bildirilmiştir. Ortodontik tedavi bittikten bir yıl sonra bile yarıkların varlığını koruduğu ve çürüğe olan yatkınlığı arttırdığı gösterilmiştir (73).

Piacentini ve Sfondrini (18) çekilmiş insan dişlerine frezlerle mekanik stripping ve fosforik asit ile kimyasal stripping uygulamışlardır. Çalışmada SEM görüntülemesinin sonuçlarına göre 16 bıçaklı tungsten karbid frez kullanımının ardından oluşan mine yarıklarının tedavisinin olmadığı görülmüştür. 8 bıçaklı karbid frez ile stripping yapıldığında ve sonrasında Sof-Lex disklerle polisaj yapıldığında ise pürüzsüz bir yüzey elde edilebileceği gösterilmiştir. Bu çalışmada mine arayüzeyinin aşındırıldıktan sonra çok iyi polisaj yapılsa dahi, hiç işlem görmemiş mine yüzeyinden daha pürüzsüz olmasının çok zor olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bazı çalışmalarda arayüzeylerde yapılan aşındırmanın demineralizasyonu ve plak retansiyonunu artırarak sekonder çürük oluşum riskini arttırdığı belirtilmiştir (10,17).

Posterior dişlerde arayüz aşındırması yapılmasından sonra mine yüzeyinin SEM ile incelendiği bir çalışmada, posterior bölgede uygulanan arayüz aşındırması işleminin patolojik çürüğe neden olmadığı ve 9 ay içinde sert dokuda spontan remineralizasyon gerçekleştiği belirtilmiştir (20).

Zachrisson ve ark. (70) ise yaptıkları bir çalışmada mandibular anterior dişlerde arayüz aşındırması uygulamışlar ve hastaları 10 yıl süreyle takip etmişlerdir. Uzun dönemde mandibular anterior dişlerde çürük artışı, dişeti problemi ve alveolar kemik kaybında artış gözlenmediğini savunmuşlardır.

Zachrisson ve ark. (74) arayüz aşındırması sonrası çürük riskini değerlendirdikleri bir başka çalışma daha yapmışlardır. Bu çalışmada çürük riski daha fazla olan posterior dişlerde arayüz aşındırması yapılmıştır. Mandibular anterior dişlerde çürük oluşma sıklığı oldukça azdır. Buna karşın mandibular ve maksiller posterior dişlerde çürük riski çok daha fazladır. Bu çalışmanın sonunda yapılan klinik ve radyografik değerlendirmede stripping yapılan posterior dişlerde %2,5 oranında 1. seviye çürük lezyonunun varlığı tespit edilmiştir.

Daha önce yapılmış olan çeşitli çalışmalarda, arayüzde yapılan aşındırmanın ardından dentin açığa çıksa bile tolere edilebileceği, arayüz aşındırmasının su ve hava spreyi ile beraber sorunsuz bir şekilde yapılabileceği görülmüştür. Arayüz aşındırması (stripping) işlemi hava ve su spreyi olmadan uygulandığında odontoblastlar dentin tübüllerinin içine geçmektedir. Bu durum ise dişte hassasiyet görülmesi gibi istenmeyen sonuçlar doğurabilmektedir. Stripping esnasında hava ve su spreynin birlikte kullanımı pratik olmadığından ve dişhekiminin görüşünü engelleyebildiğinden hava spreynin tek başına kullanımı da yeterli bulunmuştur (64,70,74).

Ortodontik tedavi esnasında ARS (air rotor stripping) uygulanan hastalarda yapılan bir çalışmada çürük riskine bakılmıştır. ARS işleminin çürük riskini artırmadığı gözlenmiştir. Flor içerikli diş macunu ve florürlü su kullanan hastalarda bunlara ek olarak topikal flor kullanımına gerek olmadığı belirtilmiştir (13).

Arayüz aşındırması sonrası artan çürük riskini azaltmak için fissür örtücü ve florid kullanımını önerilmektedir. Bunun yanı sıra antikaryojenik etkili bir süt proteini olan kazein fosfopeptit amorf - kalsiyum fosfat (CPP-ACP) kullanımını öneren bazı çalışmalar da vardır (75-77).

Giulio ve ark. (19) stripping yapılmış mine yüzeyine uygulanan CPP-ACP sonrası etkileri inceledikleri in-vitro çalışmada, aşındırılmış yüzeye topikal şekilde uygulandığında CPP-ACP'nin mine remineralizasyonunu arttırdığını bulmuşlardır.

Paganelli ve ark. (78) yaptıkları bir çalışmada ise arayüz aşındırması sonrası çekilmiş dişleri tükürükte ve CPP-ACP içinde bekletmişler ve minede oluşan değişiklikleri değerlendirmişlerdir. 30 gün sonraki ölçümlerde tükürük ve CPP-ACP içinde bekletilen dişler arasında bir fark bulunmadığı görülmüştür.

Koretsi ve ark. (79) aşındırılmış diş yüzeylerinde çürük oluşumunun istatistiksel olarak aşındırılmamış yüzeylerdekine eşdeğer olduğunu ve arayüz aşındırmasının dişlerde çürük riskini arttırmadığını belirtmişlerdir.

2.5.4. Periodontal sorunlar ve plak artışı

Trosello ve Gianelly (80) ortodontik tedavi esnasında stripping uygulanmasının ardından tedavi sonrası 2 yıl süreyle hastaları takip etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda periodontal dokuda yıkım gözlenmemiştir.

Arayüz aşındırması uygulanmış hastaların tedavi bitiminin ardından 2-5 yıl süreyle kontrollere çağrıldığı bir çalışmada, dişler çürük ve periodontal hastalık açısından değerlendirilmiştir. Arayüz aşındırması ile çürüğe yatkınlık ve arayüz aşındırması ile periodontal hastalık arasında anlamlı bir ilişki olmadığı gözlenmiştir (15).

Yapılan başka bir çalışmada, arayüz aşındırması sonrası dişlere sodyum florür (NaF) uygulanmasının, periodontal dokulara olan etkisine bakılmıştır. SEM cihazı ile arayüz aşındırması sonrası diş yüzeylerindeki plak birikimleri incelenmiştir. Flor uygulanmayan

gruptaki diş yüzeylerinde arayüz aşındırmasının ardından oluşan olukların bakteri plağı ve debrisle dolu olduğu görülmüştür. Flor uygulanan gruptaki dişlerin yüzeylerinin ise flor uygulanmayan gruba oranla daha temiz olduğu görülmüştür. Arayüz aşındırması sonrası topikal flor ve florlu bileşiklerle günlük ağız çalkalamasının periodontal dokuların sağlığının korunmasında ve bakteri plağının ortadan kaldırılmasında yardımcı olduğu bildirilmiştir (27).

Bazı araştırmalara göre arayüz aşındırması sonrası diş kökleri birbirine fazlasıyla yaklaşmakta ve bu durum da periodontal doku yıkımına sebebiyet vermektedir. Bu araştırmalarda, kök yakınlığının olduğu vakalarda arayüz aşındırmasının endike olmadığı söylenmiştir. Stripping açısından özellikle mandibular keser dişlerde kök yakınlığının sık görüldüğü bildirilmiş ve dikkatli olunması tavsiye edilmiştir (70,81-83).

Yapılan bir başka çalışmada ise arayüz aşındırması uygulanmış ortodontik tedaviler sonrası kökler arası mesafenin aynı kaldığı veya arttığı gözlenmiştir (70). Hafif veya orta şiddette keser çapraşıklığı olan vakalarda özenli bir şekilde uygulanan arayüz aşındırmasının ardından kökler arası mesafede azalma (kök yakınlığı) gözlenmemiştir (48). Başka bir çalışmada daha keser diş bölgesinde görülen kök yakınlığı ile periodontal doku yıkımı arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirtilmiştir (84).

Betteridge (85) yaptığı çalışmada, aşındırma sonucu elde edilen ideal sıralamanın arayüzde dişeti sağlığını iyileştirdiğini belirtmiştir.

2.5.5. Yumuşak doku hasarı

Arayüz aşındırması uygulanması sırasında çevre yumuşak dokularda bazı komplikasyonlar görülebilmektedir. Dile ve dudağa zarar gelmesi, papillanın hasar görmesi bu komplikasyonlardandır.

Papilla hasarını önlemek için Sheridan ve Ledoux (14) , döner aletlerle yapılan arayüz aşındırması işleminde aşındırmanın dişlerin sıralanmasının bitmesinin ardından yapılmasını, stripping öncesi dişlerin arayüzünün separatör kullanılarak açılmasını ve 0.20 mm teli dişlerin arayüzüne yerleştirdikten sonra stripping yapılmasını önermişlerdir.

Zachrisson ve ark. (70) Elliot separatörünün, stripping diski ile arayüz aşındırması yapılırken dili ve dudağı mekanik zarardan koruyabileceğini belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada da stripping diski ile dil ve dudak retraktörü olmaksızın stripping yapıldığında, dilin korunması için dört elli dişhekimliği yaklaşımı önerilmiştir (11).

Posterior dişlerde arayüz aşındırması sonrası çürük riskinin değerlendirildiği bir başka çalışmada ise uygun prosedürler izlendiği takdirde arayüz aşındırmasının diş ve çevre dokulara zarar vermediği söylenmiştir (74).

Zhong ve ark. (58) yaptıkları çalışmada stripping işlemi sırasında hastalar tarafından ağrılı olarak tanımlanmayan küçük papiller kesiler dışında hiçbir yumuşak doku hasarı gözlenmediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda arayüz aşındırılırken segmental diskler kullanıldığında dudak veya yanak koruyucularına ihtiyaç kalmadığı gözlenmiştir.

2.5.6. Mineral kaybı

Diş minesini, hacim olarak %85'i hidroksiapatit kristalleri ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) olarak tanımlanan minerallerden oluşan hücresiz bir yapıdır. Hacim olarak %3'ü protein ve lipitten oluşan organik elemanlardan, %12'si ise sudan oluşmaktadır (86). Mine yapısı hidroksiapatit kristallerinin ve mineral içeriğinin yoğunluğuna bağlı olarak değiştiğinden, her diş minesini aynı morfolojiye sahip değildir (87). Minede çeşitli kalsiyum fosfat tuzlarından başka karbonatlar, sodyum, magnezyum ve çok az oranda da demir, flor ve manganat tuzları vardır (21). Hidroksiapatit kristalinin özellikle kalsiyumdan (Ca) yoksun ve karbonat (CO_3^{-2}) bakımından zengin bölgeleri asit demineralizasyonuna duyarlıdır. Yapısındaki hidroksil, florür ile yer değiştirdiğinde diş minesinin asit demineralizasyonuna karşı direncinin arttığı görülmüştür (88).

Minedeki karbon (C) elementi, kısmen minenin organik içeriğini yansıtmaktadır (89). Daha yüksek C miktarı, minedeki karbonat (CO_3^{-2}) içeriğinin yüksek olmasının bir sonucu olabilmektedir. Mineralizasyonun artmasıyla birlikte karbonat (CO_3^{-2}) konsantrasyonunun azaldığı bilinmektedir (90). Ancak bu durum, hipomineralize minenin daha fazla karbonat içerdiği anlamına gelmemektedir. Buna karşın, karbonat

konsantrasyonunun artmasının minede daha küçük hidroksiapatit kristalleri bulunması ile ilişkisi olduğu bulunmuştur. Bu durum da daha pörözlü bir mine yapısı ile sonuçlanabilmektedir (89,91). Yapılan bir çalışmada C yüzdesindeki artışın, arayüz aşındırmasının neden olduğu yüzeydeki çizgiler ve oluklardaki bakteriyel kolonizasyon ile ilişkili olduğu düşünülmüştür (92).

Kalsiyumun fosfora oranı (Ca/P) dental dokularda mineralizasyonu gösteren bir belirtidir (78). Ca azalmasının minedeki intraprizmatik maddenin kaybından kaynaklandığı ve bu durumun çürük oluşumunu tetiklediği belirtilmiştir. Arayüz aşındırması ile mine prizmalarının yüzeyel kısmının kaldırıldığı ve çekirdeğin açığa çıktığı görülmüştür (93). Hillson (94), dişteki Ca/P oranının mine için 1.91 ile 2.17 ve dentin için 2.1 ile 2.2 arasında değiştiğini bulmuştur. Yapılan başka çalışmalarda ise hidroksiapatit yapısının ideal Ca/P oranının daimi dişlerde ortalama 1.67, süt dişlerinde ise ortalama 2.093 olduğu bildirilmiştir (95-97). Arnold ve Gaengler (98), 3.molar dişlerin minesindeki Ca ve P içeriğinin, süt dişlerinin minesindekinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. 3.molar dişlerin minelerinde ortalama Ca/P oranının 2.0 olduğunu bulmuşlardır.

Liu ve ark. (99) hem P hem de Ca konsantrasyonlarının, minede dentinden daha yüksek olduğunu ve Ca/P oranının 1.83 ile 1.96 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Benzer bir başka çalışmada da Ca, P, Na (sodyum) değerlerinin minede dentinden daha fazla olduğu belirtilmiştir. Süt dişlerinde daimi dişlere kıyasla K (potasyum) ve Mn (manganez) daha fazla, Na ve Zn (çinko) daha az bulunmaktadır. Ca/P oranının daimi dişlerde ortalama 1.80, süt dişlerinde 1.85 olduğu görülmüştür (100). Kodaka ve ark. (101) ise premolar dişler üzerinde yaptıkları çalışmada Ca/P oranının ortalama 1.58 olduğunu bulmuşlardır. Ratlarda keser dişlerde yapılan çalışmalarda Sasaki ve ark. (102) maturasyonunu tamamlamış minede Ca/P oranının ortalama 1.52, Hiller ve ark. (103) ortalama 1.60 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalarda bildirilen Ca/P oranlarının farklılığı dişlerin toplandığı bölge, diş tipleri arasındaki farklılıklar, yaş, etnik köken ve hatta araştırmalarda uygulanan metodoloji gibi faktörlerden kaynaklanabilmektedir (104).

Dişlerin dayanıklı yapılarına ve ağız ortamının koruyucu özelliklerine rağmen, çeşitli başka faktörler minerallerin ve diş dokusunun kaybına neden olabilir. Diyete bağlı

olarak alınan fermente olabilen karbonhidratlar sonucu dişte plaklar oluşmaktadır. Plaktaki bakteriler tarafından üretilen asitler, minede mineral kaybına yol açan faktörlerdendir. Asidik diyetle bağlı olarak görülen erozyon, abrazyon ve atrizyon gibi fiziksel aşınmalar da bu faktörlerdendir (105).

Diş çürükleri diyetle tüketilen şekerler, diş plağı, konakçı ve zaman kavramlarından etkilenen multifaktöriyel bir sorundur (106). Diyetteki karbonhidratlar plak bakterileri tarafından metabolize edildiğinde, plakta pH düşüşüne neden olan organik asitler üretilmektedir. "Kritik pH"ın altında diş minesi demineralize olmaya başlamaktadır. Tekrarlanan pH düşüşleri ve asit saldırıları, minede mineral kaybı ile karakterize bir ilk çürük lezyonunun oluşumuna yol açmaktadır (107).

Diş plağının çürük etiyojisindeki rolü literatürde kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve tartışılmıştır (106,108,109). Çürükler, ağızdaki bakterilerin asit üretmesi ve dişlerde plak oluşumunun tetiklenmesi sonucunda oluşmaktadır. Organik asitlerin oluşumu, plak sıvısının pH'ında bir düşüşe neden olmaktadır. Başlangıçta asit protonları, plak ve tükürük tarafından tolere edilebilmektedir; ancak bu durum yetersiz kaldığında pH düşmeye devam etmektedir. 4,5 ila 5,5 arasında olduğu düşünülen "kritik pH"ın altında, mine yüzeyi çözünmeye başlamaktadır ve diş minesinde mineral ve doku kaybı görülmektedir. Plak pH'ı ise plak kalınlığı, plak yapısı, yüzey alanı, geçirgenlik ve florür, kalsiyum ve fosfat konsantrasyonu gibi bir dizi faktörden etkilenmektedir (110,111).

Tükürük akışı, dişin çürüğe karşı direnci için çok önemli kabul edilmektedir (112–114). Tükürüğün dişlerin bütünlüğünü korumada birçok işlevi vardır. Tükürüğün tamponlama kapasitesi sayesinde dişi asitlerden koruma, dişleri remineralize etmek için gereken iyonları sağlama gibi görevleri bulunmaktadır (106,113). Diş minesinin morfolojisi ve yapısal kusurları, bir dişi çürümeye daha yatkın hale getirebilmekte, plak birikimine ortam sağlamaktadır. Çürükleri etkileyen diğer bir kritik faktör ise florür içeren ürünlerin kullanımınıdır (115–118).

Diş aşınması terimi, genellikle çürük harici nedenlerden dolayı diş sert dokusunun kaybını tanımlamak için kullanılmaktadır (119). Diş aşınmaları erozyon, abrazyon ve atrizyon

olarak kategorize edilmektedir. Erozyon, genel olarak bakteri tutulumu olmaksızın diş sert dokularının kaybı olarak tanımlanmaktadır (120). Bakteriler harici intrinsik ve ekstrinsik nedenlerle oluşmuş asitler tarafından diş minesini çözünmektedir. İntrinsik erozyon kaynakları, kusma veya gastroözofageal reflü sonucunda mide asitlerinin veya asidik mide içeriklerinin ağız boşluğuna ve dişlere ulaşmasını içermektedir (121). Asidik yiyecek ve içeceklerin tüketimi, alkol veya uyuşturucu bağımlılığına bağlı kimyasalların kullanımı ise ekstrinsik faktörlerdendir (122–124).

Abrazyon, yabancı cisimlerin ağız boşluğuna tekrarlayan aralıklarla sokulmasıyla mine sert dokusunun mekanik olarak aşınmasını tanımlamaktadır (125). Genellikle dişin servikal marjinlerinde diş fırçalamaya bağlı olduğu düşünülmektedir. Ancak diş fırçalamanın mine yüzeyine etkilerinin ihmal edilebilir düzeyde olduğu belirtilmektedir. (126,127). Xhonga ve ark. (128) nüfusun % 18 ile %29'unun servikal abrazyon lezyonlarına sahip olduğunu düşünmekteyken, Bergstrom ve Lavstedt (129) bireylerin % 31'inde servikal abrazyon lezyonları olduğunu belirtmektedir.

Atrizyon, yabancı cisimler olmadan dişin dişe temasından kaynaklanan fizyolojik bir aşınma olarak tanımlanmaktadır (125). Genellikle anterior dişlerin insizal kenarlarında sıklıkla görülmektedir (130). Dişlerin fonksiyonel hareketlerine bağlı olarak oluşan atrizyonda pürüzsüz, dümdüz oklüzal yüzeylerin varlığı tespit edilmektedir (131). Atrizyon sıklıkla, gıcırdatma ve sıkma gibi parafonksiyonel alışkanlıklarla ilişkilendirilmektedir (132,133).

Mine yüzeyinin demineralizasyona karşı daha hassas hale gelmesi ve yüzey pürüzlülüğünün artmasına bağlı çürük riskinde artış görülmesi arayüz aşındırma işleminin olası dezavantajlarından ve bu dezavantajlar tartışma konusu haline gelmiştir (134). Demineralizasyon, ağız ortamında pH düştüğünde diş dokusundaki kalsiyum ve fosfat iyonlarının dişten uzaklaşması olarak tanımlanmaktadır (135,136). Aşındırılan mine yüzeyinin demineralizasyona daha duyarlı olmasının sebebi arayüz aşındırması sonrası dişin en dışındaki florapatitten zengin mine tabakasının ortadan kalkmasıdır. Bundan ötürü arayüz aşındırmasının ardından topikal florid uygulanması veya aşındırılan mine yüzeyine fissür örtücü sürülmesinin faydalı olacağı bildirilmiştir (5,17). Florid kullanılmasının mineral kaybını engelleyebildiği ve remineralizasyona yardımcı olduğu belirtilmiştir. Yapılan bazı

çalışmalarda ise flor içerikli ağız gargarası ve diş macunu kullanan hastalarda ek olarak topikal flor kullanımının gerekmediği söylenmiştir (13,74). O'Reilly ve Featherstone (88) da benzer şekilde yaptıkları çalışmada sodyum florür (NaF) içerikli ağız gargarası ve diş macunu kullanan bireylerde bir ayda demineralizasyonun önlendiğini ve remineralizasyonun sağlandığını bildirmişlerdir. Başka çalışmalarda da arayüz aşındırmasının ardından parlatma (polisaj) işleminin yanı sıra lokal flor uygulanmasıyla dişlerin çürük oluşumuna karşı direncinin arttığı ve çürük oluşumunun engellendiği görülmüştür (3,70).

Bazı çalışmalarda ise arayüz aşındırması ile beraber dişler, pH döngüsü deneyine (demineralizasyon ve remineralizasyon banyoları) tabi tutulmuşlardır (19,78,134,137,138). Wu ve ark. (137) tüm dişlere karbid frezlerle stripping uygulanmasının ardından bir gruptaki dişlerde mekanik, diğer gruptaki dişlerde ise kimyasal parlatma yapmışlardır. Ardından dişleri pH döngüsüne sokmuşlardır. Sonuç olarak SEM incelemesinde pürüzlülüğün tüm çalışma gruplarında, kontrol grubuna göre arttığı bildirilmiştir. Ancak çalışma grupları arasında pürüzlülük açısından anlamlı bir farklılık yoktur. Lazer floresan cihazında mineralizasyonun değerlendirilmesinin sonucunda ise mekanik parlatma yapılan yüzeylerdeki mine demineralizasyon derecesinin, kimyasal parlatma yapılan yüzeylerdekine göre önemli ölçüde fazla olduğu bulunmuştur.

Hellak ve ark. (134) ise ARS frezleri, stripping zımparaları, Profin stripping uçları, stripping şeritleri ve segmental diskleri diş arayüzelerine uygulamışlardır. Stripping sonrası farklı parlatma (polisaj) tekniklerini kullanmışlardır. Ardından dişleri pH döngüsüne sokmuşlardır. Demineralizasyon oranının kontrol grubuna kıyasla, diğer tüm gruplarda arttığı bulunmuştur. En fazla mineral kaybının ARS grubunda, en az ise segmental disk grubunda olduğu gözlenmiştir.

Bazı çalışmalar CPP-ACP (kazein fosfopeptit - amorf kalsiyum fosfat) uygulanması ile mine çözünmesinin azaldığını belirtmiştir (19,134,138). Paganelli ve ark. (78) 4 adet premolar diş çekimli ortodontik tedavi planlanan 14 hastadan her birinde 3 premolar dişin sadece mezialine stripping uygulamış, 1 premolar dişe ise uygulamamıştır. Kontrol grubu stripping yapılmayan dişlerden oluşmuştur. Bir grupta sadece stripping yapılmış ve hemen sonra dişler çekilmiştir. Bir diğer grupta stripping yapıldıktan 30 gün sonra dişler çekilmiş ve

tükürükte bekletilmişlerdir. Son grupta ise dişler çekildikten 30 gün sonra stripping yapılmış ve CPP-ACP uygulanmıştır. SEM ile incelemenin sonucunda tükürükte bekletilen çekilmiş dişler ile CPP-ACP uygulanan çekilmiş dişler arasında morfolojik yapıları bakımından bir fark bulunamamıştır. Kalsiyumun fosfora oranı (Ca/P) dental dokularda mineralizasyonu gösteren bir belirtidir. Bu oran bakımından tüm gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

Nanwal ve ark. (139) stripping sonrası 4 adet yeni remineralize edici ajanın uygulandığı diş yüzeylerini incelemişlerdir. Tüm remineralize edici ajan uygulanan gruplarda Ca ve P içeriğinde önemli bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol grubundaki Ca ve P değerlerinin diğer gruplara göre en yüksek, sadece aşındırma ve parlatma yapılan grupta ise en düşük olduğu bulunmuştur. Ancak gruplar arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

2.5.7. Diş yüzeyinde pürüzlülük

Günümüze değin araştırmacılar diş minesinde pürüzsüz bir yüzey elde etmek için çeşitli arayüz aşındırma yöntemlerini değerlendirmişlerdir ve hala da bu yöntemleri geliştirmeye çalışmaktadırlar. Arayüz aşındırması işlemi, mine yüzey morfolojisini ve konturunu değiştirir. Çok sayıda kalitatif çalışma, minenin dış yüzeyinin aşındırılmasının yüzeyde birçok oluk ve çizik bıraktığını göstermiştir (56). Arayüz aşındırmasının ardından parlatma (polisaj) uygulanmasının mine yüzeyindeki oluk ve çiziklerin oluşumunu engellediği belirtilmiştir (3,16,18,40,58).

Mine yüzeyine ARS yöntemi ve metal zımparalar ile arayüz aşındırmasının uygulandığı bir araştırmada, yüzey morfolojisi değerlendirildiğinde tümüyle pürüzsüz bir yüzey elde edilemeyeceği belirtilmiştir (73). Başka bir çalışmada ise olukları düzleştirmek ve dental çürük riskini azaltmak için fissür örtücü kullanılabileceği söylenmiştir (14).

Thordarson ve ark. (34) yüzey pürüzlülüğünün in vivo kalıcılığını değerlendirdikleri çalışmalarında arayüz aşındırmasından 10 yıl sonra, özensizce parlatılmış mine yüzeylerinin hala derin çatlaklara sahip olduğunu bulmuşlardır. Bu nedenle, arayüz aşındırması sonrası yeterince pürüzsüz yüzeylerin elde edilebilmesinin önemini vurgulamışlardır.

Yapılan bir başka çalışmada, arayüz aşındırmasının ardından uygulanan parlatma disklerinin minede yüzey pürüzlülüğünü azalttığı ve aşındırma yapılmamış mine yüzeyine göre daha pürüzsüz yüzeyler oluşturduğu belirtilmiştir (58).

Mikulewicz ve ark. (12) yaptıkları çalışmada, ARS ve parlatma uyguladıkları dişlerin yüzeylerini pürüzlülük açısından profilometre ve SEM ile incelemişlerdir. Aşındırılan mine yüzeyinde pürüzlülüğün, aşındırılmamış yüzeylere göre daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Tungsten karbid frezlerle aşındırılmış dişlere Sof-Lex disk, %10'luk maleik asit ve flor koruyucu uygulanarak yüzey pürüzlülüğünün karşılaştırıldığı bir çalışmada ise diğer iki grubun Sof-Lex grubuna göre daha pürüzsüz yüzeyler yarattığı belirtilmiştir (140).

Arayüz aşındırmasının minede meydana getirdiği pürüzlülüğün olumsuz etkileri de araştırılmıştır. Zachrisson ve ark. (70,74) anterior ve posterior dişlere arayüz aşındırması uygulanmasının ardından parlatma yapmışlardır. Bu çalışmalarda seneler sonraki takip seanslarında hastalarda çürük, dişeti sorunları ve alveolar kemik kaybında artış olmadığı görülmüştür. Mandibular anterior diş kökleri incelendiğinde ise kök yakınlığı görülmemiştir.

Arayüz aşındırma yöntemlerinin her birinin diş minesinde meydana getirdiği pürüzlülük miktarı birbirinden farklıdır. Mekanik ve kimyasal aşındırma yöntemlerinin minede meydana getirdiği pürüzlülüğün incelendiği çalışmanın sonucunda, mekanik aşındırmanın minede daha derin oluklar ve daha fazla pürüzlülük yarattığı belirtilmiştir (17).

Rossouw ve Tortorella (141) sığır dişleri üzerinde yaptıkları çalışmada tungsten karbid frezi, elmas frezi, stripping zımparasını, stripping diskini mekanik, %35'lik fosforik asit ile %10'luk maleik asiti kimyasal aşındırma için kullanmışlardır ve ardından parlatma uygulamışlardır. Sonuç olarak aşındırılan yüzeylerde pürüzlülüğün arttığını belirtmişlerdir. Polisaj işleminde %35'lik fosforik asit ve fissür örtücü kullanımının daha iyi sonuçlar doğuracağı söylenmiştir.

Arman ve ark. (3) yaptıkları çalışmada mekanik ve mekanokimyasal arayüz aşındırma yöntemlerini uygulamışlardır. Aşındırma için stripping zımparalarını, stripping disklerini,

%37'lik ortofosforik asiti ve parlatma için Sof-Lex diskleri tercih etmişlerdir. Minede en fazla miktarda pürüzlülüğün kimyasal aşındırma ile oluştuğu, parlatma diskleri kullanıldığında ise bu pürüzlülük miktarında azalma olduğu görülmüştür. Arayüz aşındırması ile beraber parlatma disklerinin de kullanıldığı gruplarda pürüzlülük miktarının en az olduğu tespit edilmiştir.

Danesh ve ark. (16) ARS, Profin uçları, stripping zımparaları, stripping şeritleri, segmental disklerin minede yarattığı pürüzlülüğü SEM ve optik profilometre cihazlarıyla incelemiştir. 50 adet dişin her iki arayüzüne stripping yapmışlardır ve bir yüzeye de 20 sn sürecek şekilde polisaj yapmışlardır. Polisaj yapılmayan yüzelerde ARS ve Profin grupları ile en pürüzlü mine yüzelerinin elde edildiği görülmüştür. Polisaj yapılan yüzelerde ise en çok pürüzlülük ARS ve stripping zımparası, en az pürüzlülük stripping şeritleri ve Profin gruplarında gözlenmiştir.

Molar dişlere frezler, stripping zımparaları ve %37'lik ortofosforik asit ile arayüz aşındırması uygulanan ve parlatma için polisaj zımparaları ile fissür örtücü kullanılan bir çalışmada, frezlerin pürüzlülüğü stripping zımparalarına göre daha fazla arttırdığı, yüzey düzensizliklerini doldurmada fissür örtücülerin daha iyi olduğu belirtilmiştir. Pürüzlü yüzelerin düzeltilmesinde ise polisaj zımparalarının daha etkili olduğu ve ortofosforik asit kullanıldığında porözitede artış olduğu gözlenmiştir (63).

Bir çalışmada dişlere stripping diskleri ile beraber Sof-Lex disk, ince tungsten karbid frez ile beraber %37'lik ortofosforik asit ve sadece ince elmas frez uygulanmıştır. Kontrol grubuna stripping ve polisaj yapılmamıştır. Sof-Lex disk grubunun en pürüzsüz diş yüzeyine sahip olduğu, mekanokimyasal aşındırmanın yapıldığı grubun ise en pürüzlü yüzeye sahip olduğu gözlenmiştir (142).

Baumgartner ve ark. (143) yaptıkları çalışmada, premolar dişlere stripping şeritleriyle aşındırma yaptıktan sonra optik profilometre cihazı ile yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Şeritlerle aşındırılan yüzelerde düzensizliklerin arttığı gözlenmiştir. Ancak stripping şeritlerinin daha önce yapılmış diğer çalışmalarda kullanılan stripping diskleri veya ARS ile yapılan aşındırmanın ardından elde edilen mine yüzelerine nazaran daha pürüzsüz mine yüzeleri meydana getirdiği bildirilmiştir.

Arayüz aşındırmasının ardından mine yüzeylerinin atomik kuvvet mikroskobu ile incelendiği çalışmada gruplar arasında pürüzlülük miktarı çoktan aza doğru orta grenli elmas frezler, orta grenli stripping zımparaları, ince grenli elmas frezler, ince grenli stripping zımparaları, örgü şekilli stripping diskleri, kavis şekilli stripping diskleri, kontrol grubu ve Sof-Lex parlatma diskleri şeklinde sıralanmıştır (56).

Zingler ve ark. (59) mine aşındırmasını stripping şeritleri, segmental diskler ve sonik stripping uçlarının farklı aşındırıcı uçlarını kullanarak uygulamışlardır. Parlatma (15 sn ve 30 sn) öncesi ve sonrasında yüzey pürüzlülüğünün incelendiği çalışmada, stripping şeritlerinin en az grenli ucunun kullanıldığı grup haricinde tüm gruplarda yüzey pürüzlülüğü yüksek bulunmuştur. Kısa süreli parlatma sonrası, pürüzlülük değerleri azalmıştır. Uzun süreli parlatma sonrası ise pürüzlülük oldukça azalmış, sadece stripping şeritlerinin ve segmental disklerin en kalın grenli ucunun kullanıldığı gruplarda kontrol grubuna göre pürüzlülük değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu çalışmaya bakarak aşındırmada en son kullanılan sistemin partikül miktarı ne kadar yüksek olursa parlatma süresinin de o kadar uzun tutulması gerektiği söylenebilmektedir. Aşındırmada en son ince partiküller tercih edilmelidir. Böylece parlatma öncesi yüzeydeki düzensizlikler giderilmiş olur.

2.6. Arayüz Aşındırması Sonrası Diş Yüzey Özelliklerini Değerlendirme

Yöntemleri

2.6.1. Taramalı elektron mikroskobu / enerji dağılımlı x-ray spektrometre (SEM/EDX)

1938 senesinde Von Ardenne tarafından tanıtılan taramalı elektron mikroskopu (SEM) adlı cihazda görüntü oluşturulurken ilk olarak yüksek voltaj verilerek elektronlar hızlandırılır. Bu hızlanan elektronların incelenen numune üzerinde odaklanması sağlanır (144). Elektronlar bir bölgeye çarptıklarında, sekonder elektronları saçarlar. Sekonder elektronlar özel algılayıcılarla yakalanırlar. Sinyal güçlendiricilerden geçen sekonder elektronlar, elektrik akımına çevirilir. Sinyal katot tüpüne iletilir ve böylece yüzeyin 3 boyutlu görüntüsü elde

edilmiş olur. SEM cihazı ile değerlendirilecek numuneler altın, palladyum gibi ince bir metal ile kaplanmalıdır (145). Taramalı elektron mikroskobu nicel bir veri vermemektedir. Bu yüzden SEM ile subjektif bilgi sağlanmaktadır. Enerji dağılımlı x-ray spektrometre (EDX) bağlantısı ile kullanıldığında ise bir numunenin kimyasal bileşimine, hangi elementlerin mevcut olduğuna, bunların dağılımı ve konsantrasyonuna dair bilgi edinilebilmektedir (18,146).

EDX, taramalı elektron mikroskobu ile beraber maddenin elementel bileşiminin saptanmasında kullanılmaktadır. Elementleri tespit etme, materyalleri değerlendirme ve tanımlama, çapı 10 cm'ye kadar olan bölgelerin nokta algılama analizi ve kalite kontrol taraması yapabilmektedir. Tipik SEM'de elektron ışınıyla çarpışmanın ardından, numuneler ışınla etkileşime girmekte ve karakteristik X ışınları üretmektedir. Bu X-ışınları EDX ile farklılaştırılarak materyallerin numunedeki konsantrasyonları ölçülebilmektedir (147,148).

2.6.2. Profilometre

2.6.2.1. Kontakt profilometre

Yüzeyle doğrudan temas eden 1,5-2,5 µm çapındaki elmas mekanik uç incelenecek numune üzerinde ölçüm yapılmasını sağlamaktadır. Lateral ve vertikal hareketler yapılabilir. Lateral hareket ucun çapına, vertikal hareket ölçüm mesafesi ve yüzey özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Dikey hareketlerle geniş ölçüm aralığı sağlanmasına karşın mekanik ucun teması, değerlendirilen numunenin yüzeyine zarar verebilmektedir. Kullanılan mekanik ucun çapı analizin doğruluğunu etkilemektedir (149,150).

2.6.2.2. Optik profilometre

Yüzeyle temasta bulunmadan ölçüm yapan bu cihazın bir diğer adı non-kontakt profilometredir. Tarama yapan mekanik bir ucu yoktur. Küçük çapta noktasal ışın demeti, değerlendirilecek yüzeye gönderilmekte ve yüzey taraması yapılmaktadır. Optik profilometrede yüzeyle doğrudan temas olmadığından daha detaylı ve hassas ölçümler yapılabilmekte ve incelenen yüzey bozulmadan kalabilmektedir. Ancak yüzeyin yansıtma özelliği, eğimi ve mikrojeometrisi ölçümleri etkilemektedir (149–151).

Profilometre ile nicel veriler elde edilebilmektedir. Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değeri, dişhekimliği literatüründe dental yüzeyleri değerlendirmede en sık kullanılan parametredir. 'Ra' değeri, numunenin yüzeyinde tespit edilen girinti ve çıkıntıların derinlik açısından eşitlendiği orta eksenin üstünde ve altında kalan noktalar arasındaki mesafenin aritmetik ortalamasını veren ölçümdür (152). Her bir dişte yüzey pürüzlülüğünü veren esas parametre Ra değeridir. Yüzeyin tamamının pürüzlülüğünü tarif etmektedir ve birimi mikrometre (μm)'dir (153).

3. MATERYAL ve METOD

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: D-KA19/06) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

Çalışmada kullanılacak örnek sayısını belirlemek için G Power programı kullanılarak güç analizi yapılmıştır. Yapılan istatistiksel güç analizi hesaplamasına göre %95 güven aralığında 0.4 etki büyüklüğü ile %85 güce ulaşmak için araştırmamızdaki beş çalışma grubunun her birinde 18 adet örneğin olması gerektiği bulunmuştur. Buna göre her grupta 18 adet diş olacak şekilde toplamda 90 adet çekilmiş maksiller ve mandibular keser dişin kullanılmasına karar verilmiştir. Çürük, dolgulu, kırık, hipomineralize olan dişler ile abrazyon veya erozyon nedeniyle aşınmış ve amorf dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.1. Çalışmada Kullanılacak Materyaller

Çalışmamızda farklı mekanik mine aşındırma yöntemlerinin mine yüzeyinde sebep olduğu pürüzlülüğü ve mineral kaybını belirleyebilmek amacı ile 5 farklı çalışma materyali çalışmaya dahil edilmiştir. Üretici firmaların setindeki en kalın grenli materyaller tercih edilmiştir. Çalışmamızda kullanılan mekanik arayüz aşındırma materyalleri şunlardır :

- A. *Stripping şeritleri (Swiss Dentacare G5-ProLign)* : Bu çalışmada 0.40 mm kalınlıkta olan çift taraflı şeritler kullanılmıştır. Stripping şeritleri metal bir çerçeveye monte edilerek tasarlanmışlardır. Özel bir angldruvayla çalışmaya uygundur. Şeritler ileri-geri salınım hareketi yapmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Stripping şeritleri (Swiss Dentacare G5-ProLign)

- B. *Segmental diskler (Komet Dental OS2M 000 140)* : Bu çalışmada 0.45 mm kalınlıkta olan segmental diskler kullanılmıştır. Segmental diskler 30°'lik bir açıyla salınım hareketi yaparak çalışmaktadır ve mikromotora takılan özel bir angldruva ile kullanılmaktadır. Segmental diskler standart bir diskin altıda biri ebatında (60°) olacak şekilde dizayn edilmişlerdir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Segmental diskler (Komet Dental OS2M 000 140)

- C. *Stripping diskleri (Komet Dental 8934A 900 180)* : Bu çalışmada 0.15 mm kalınlıktaki ve 18 mm çapındaki çift taraflı stripping diskleri kullanılmıştır. Bu diskler 360°'lik bir açıyla tam tur dönerek çalışmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Stripping diskleri (Komet Dental 8934A 900 180)

- D. *Profin stripping uçları (Dentatus Profin Lamineer IPR LTA-P4/2)* : Bu çalışmada stripping için dizayn edilen 0.4 mm kalınlıktaki Profin uçları kullanılmıştır. 50 µm boyutunda elmas partikül içermektedir. Mikromotora takılan özel bir angldrüva ile kullanılmaktadır ve ileri-geri salınım hareketi yapmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Profin stripping uçları (Dentatus Profin Lamineer IPR LTA-P4/2)

E. *Stripping zımparaları (Sunshine Dental DS 25)* : Bu çalışmada elmas partikül büyüklüğü 45 µm, genişliği 4 mm ve uzunluğu 148 mm olan stripping zımparaları kullanılmıştır. Bu zımparalar manuel olarak uygulanmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Stripping zımparaları (Sunshine Dental DS 25)

3.2. Örneklerin Hazırlanması

Çalışma gruplarının hazırlanması ve deney prosedürlerinin uygulanması tek bir araştırmacı H.A. tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada toplanan 90 adet çekilmiş maksiller ve mandibular keser diş distile suda bekletilmiştir. Daha sonra 90 adet keser dişin her biri, işleme hazır yüzeyleri dışarıda kalacak şekilde boyutları 15 mm x 15 mm x 15 mm olan plastik blokların içine sert alçı ile birlikte gömülmüştür. Çalışma grupları her grupta 18 örnek olacak şekilde hazırlanmıştır. Her grupta farklı renklerde olacak şekilde plastik bloklara grup adları ve örnek numaraları yazılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: 90 adet keser dişi içeren plastik bloklar

90 adet keser dişin sadece rastgele seçilen bir arayüzeyi ait olduğu grupta uygulanan yöntemle aşındırılmış, diğer arayüzey ise aşındırılmamıştır. Aşındırılmamış olan arayüzeyler, kontrol grubunu oluşturmuştur. Her grupta 18 diş için sırasıyla bir dişte mezial yüzeyde, diğer dişte ise distal yüzeyde olacak şekilde aşındırma yapılmıştır. Aşındırma materyalleri her grupta sadece 6 diş için kullanılmıştır. 1 numaralı diştten 6 numaralı dişe, 7 numaralı diştten 12 numaralı dişe ve 13 numaralı diştten 18 numaralı dişe kadar aynı aşındırma materyali kullanılarak, 6 diştten sonra yenisiyle değiştirilerek uygulanmıştır. Böylece kullanılan aşındırma materyali ile çalışma grubundaki her diş için homojen miktarda aşındırma yapılması sağlanmıştır. Aşındırma materyalleri üretici firmaların belirttiği ideal devir hızında ve kronometre ile aşındırma süresi 20 sn olacak şekilde standardize edilerek uygulanmıştır.

Grup A : 18 adet dişte Swiss Dentacare markasının stripping şeritleri ile arayüz aşındırması yapılmıştır. Dakikada 7.000 devirde el ile sabit basınç uygulayarak 20 sn süre ile aşındırma yapılmıştır (Şekil 3.7).



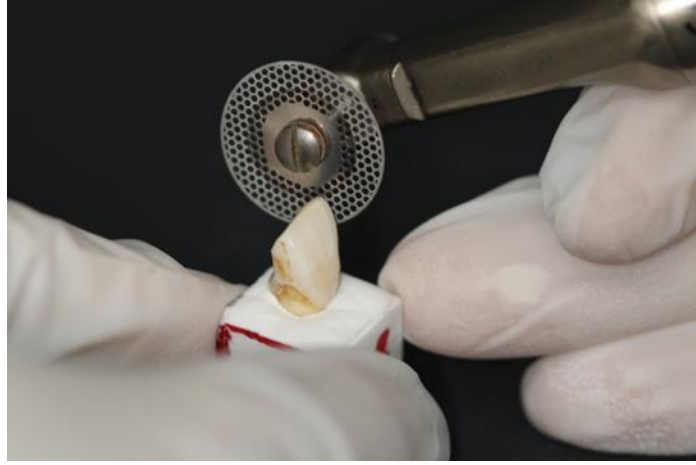
Şekil 3.7: Stripping şeritlerinin uygulanışı

Grup B : 18 adet dişte Komet Dental markasının segmental diskleri ile arayüz aşındırması yapılmıştır. Dakikada 7.000 devirde el ile sabit basınç uygulayarak 20 sn süre ile aşındırma yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Segmental disklerin uygulanışı

Grup C : 18 adet dişte Komet Dental markasının stripping diskleri ile arayüz aşındırması yapılmıştır. Dakikada 5.000 devirde el ile sabit basınç uygulayarak 20 sn süre ile aşındırma yapılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Stripping disklerinin uygulaması

Grup D : 18 adet dişte Dentatus markasının Profin stripping uçları ile arayüz aşındırması yapılmıştır. Dakikada 8.000 devirde el ile sabit basınç uygulayarak 20 sn süre ile aşındırma yapılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: Profin stripping uçlarının uygulaması

Grup E : 18 adet dişte Sunshine Dental markasının stripping zımparaları ile arayüz aşındırması yapılmıştır. 20 sn süre ile manuel olarak ve sabit basınç uygulanarak aşındırma yapılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Stripping zımparalarının uygulaması

3.3. Arayüz Aşındırması Sonrası Örneklerin İncelenmesi

Örneklere arayüz aşındırması yapıldıktan sonra Bilkent Üniversitesi Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM) bünyesindeki Optik Profilometre cihazı (New View 7200, Zygo Corporation, Chicago, ABD) ile dişlerin mine arayüzeylerinde oluşan yüzey pürüzlülüğü incelenmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12: Çalışmada kullanılan Optik Profilometre cihazı

Örneklere arayüz aşındırması yapıldıktan ve aşındırılan yüzeylerin yüzey pürüzlülüğü incelendikten sonra Bilkent Üniversitesi Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM) bünyesindeki taramalı elektron mikroskop/enerji dağılımlı x-ray spektrometre (SEM/EDX) cihazı (Quanta 200F, FEI-Hillsboro, Oregon, ABD) ile mine arayüzelerindeki mineraller incelenmiştir (Şekil 3.13). Karbon (C), fosfor (P), oksijen (O) ve kalsiyum (Ca) elementlerinin yoğunluk (k-ratio) ve ağırlık yüzdelerine dair veriler elde edilmiştir. Bu çalışmada C, P, O ve Ca elementleri minedeki ana elementler oldukları için değerlendirmeye alınmışlardır.



Şekil 3.13: Çalışmada kullanılan SEM/EDX cihazı

3.4. İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 22 paket programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Verilerin normallik testi sonucunda normal dağılmadıkları tespit edildiği için gruplar arasındaki karşılaştırmalarda Post-hoc karşılaştırmalı Bonferonni düzeltmeli Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır. Hangi gruplar arasında farklılık olduğunun belirlenmesi için de Bonferonni düzeltmeli Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 belirlenmiş olup, $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın olduğu, $p > 0,05$ olması durumunda ise anlamlı farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada stripping şeritleri, segmental diskler, stripping diskleri, Profin stripping uçları ve stripping zımparaları olmak üzere 5 farklı mekanik arayüz aşındırma yönteminden biri kullanılarak 90 adet çekilmiş keser dişin sadece tek bir arayüzünde aşındırma yapılmıştır. Aşındırma yapılmayan diğer yüzeyler, kontrol grubunu oluşturmuştur. Farklı arayüz aşındırma yöntemlerinin aynı sürelerde (20 sn) uygulanmasıyla 5 çalışma grubu oluşturulmuştur. Bu gruplarda aşındırılan mine yüzeyleri; yüzey pürüzlülüğü ve mineral kaybı açısından incelenmiş ve bulgular istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

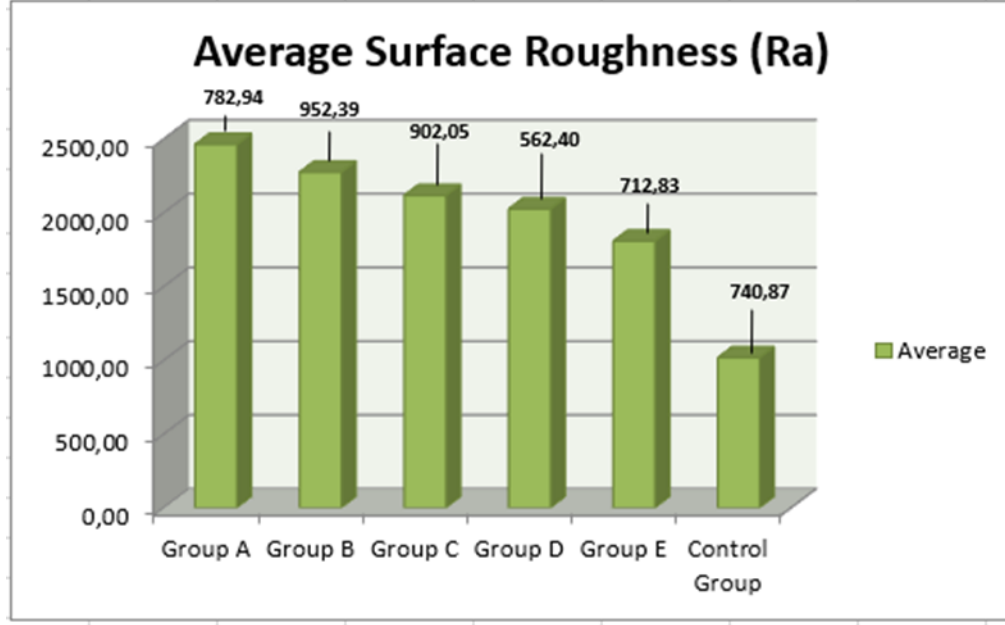
4.1. Gruplardaki Diş Örneklerinin Optik Profilometre Bulguları

Çalışmada kullanılan arayüz aşındırma yöntemlerine göre aşındırılan yüzeylerin ortalama pürüzlülük değerlerinin (Ra) karşılaştırılması Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'de yer almaktadır.

Tablo 4.1: Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin gruplar arasında dağılımı

		Ra (Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü) (μm)					Kruskall-Wallis H Test	
		n	Ortalama	Minimum	Maksimum	S.S	p	İkili Karşılaştırma
Grup	Grup A	18	2462,61	1543,00	4707,00	782,94	0,0001	Kontrol - A
	Grup B	18	2274,61	1070,00	4969,00	952,39		Kontrol - B
	Grup C	18	2116,66	,86	3500,00	902,05		Kontrol - C
	Grup D	18	2025,72	1265,00	3453,00	562,40		Kontrol - D
	Grup E	18	1807,89	1206,00	3615,00	712,83		Kontrol - E
	Kontrol	90	1018,00	,28	2795,00	740,87		
	Total	180	1577,75	,28	4969,00	955,33		

A Grubu: Stripping şeritleri; B Grubu: Segmental diskler; C Grubu: Stripping diskleri; D Grubu: Profin uçları; E grubu: Stripping zımparaları; Kontrol: Kontrol grubu; ss: standart sapma (İkili karşılaştırma sütununda arasında fark gözlenen grupların isimleri belirtilmiştir.)



Şekil 4.1: Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik

Gruplar arasında ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p=0,0001$). Kontrol grubuna ait yüzey pürüzlülüğü değerlerinin diğer gruplara göre anlamlı derecede daha düşük olduğu gözlenmektedir. Arayüz aşındırması yapılan mine yüzeylerinin, yapılmayan yüzeylere göre çok daha pürüzlü olduğu bulunmuştur.

Grup A, Grup B, Grup C, Grup D ve Grup E arasında ise ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. En yüksek pürüzlülük değeri stripping şeritleri grubunda bulunmuştur. Bunu segmental diskler takip etmektedir. Stripping zımparası grubu ise en düşük yüzey pürüzlülüğü değerine sahiptir. Ancak çalışma grupları arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir.

4.2. Gruplardaki Diş Örneklerinin SEM/EDX Bulguları

Bulgularda yer alan ağırlık yüzdesi terimi, söz konusu elementin incelenen mine dokusunun 100 gramında bulunan miktarıdır ve % ile belirtilen bir orandır. Bulgularda yer

alan k-ratio değeri ise numunede ölçülen yoğunluğun, standart olarak ölçülen yoğunluğa oranıdır. Bir başka deyişle, her bir element için numunede ölçülen yoğunluğun standart olan yani bilinen (known=k) yoğunluğa oranıdır.

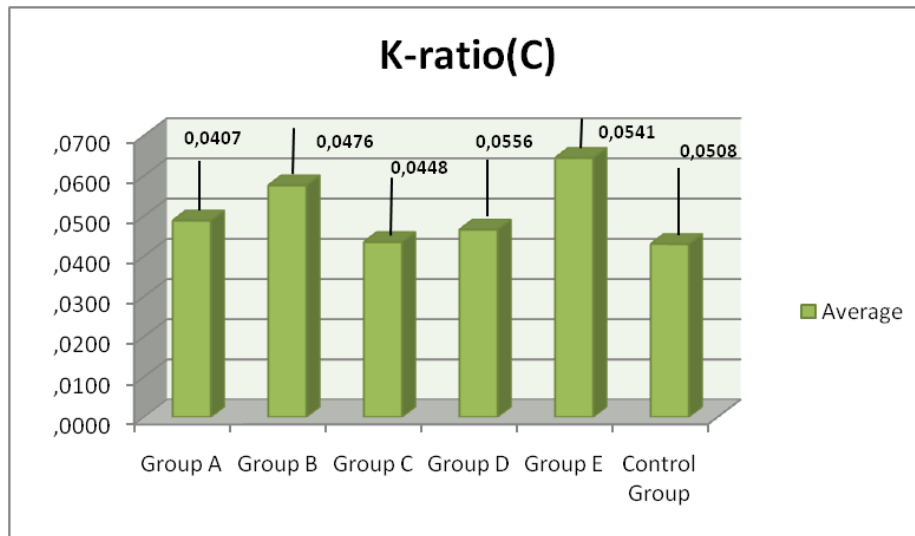
4.2.1. Karbon (C) elementine dair bulgular

Çalışmada kullanılan arayüz aşındırma yöntemlerine göre karbon elementine dair k-ratio değerleri Tablo 4.2 ve Şekil 4.2’de yer almaktadır.

Tablo 4.2: Karbonun k-ratio değerlerinin gruplar arasında dağılımı

		K-ratio (C)						Kruskall-Wallis H Test
		N	Ortalama	Minimum	Maksimum	S.S	p	İkili Karşılaştırma
Grup	Grup A	18	,0489	,0154	,1212	,0407	0,633	-
	Grup B	18	,0576	,0125	,1475	,0476		
	Grup C	18	,0435	,0145	,1921	,0448		
	Grup D	18	,0466	,0155	,2582	,0556		
	Grup E	18	,0644	,0149	,1943	,0541		
	Kontrol	90	,0430	,0010	,2313	,0508		
	Total	180	,0476	,0010	,2582	,0497		

A Grubu: Stripping şeritleri; B Grubu: Segmental diskler; C Grubu: Stripping diskleri; D Grubu: Profin uçları; E grubu: Stripping zımparaları; Kontrol: Kontrol grubu



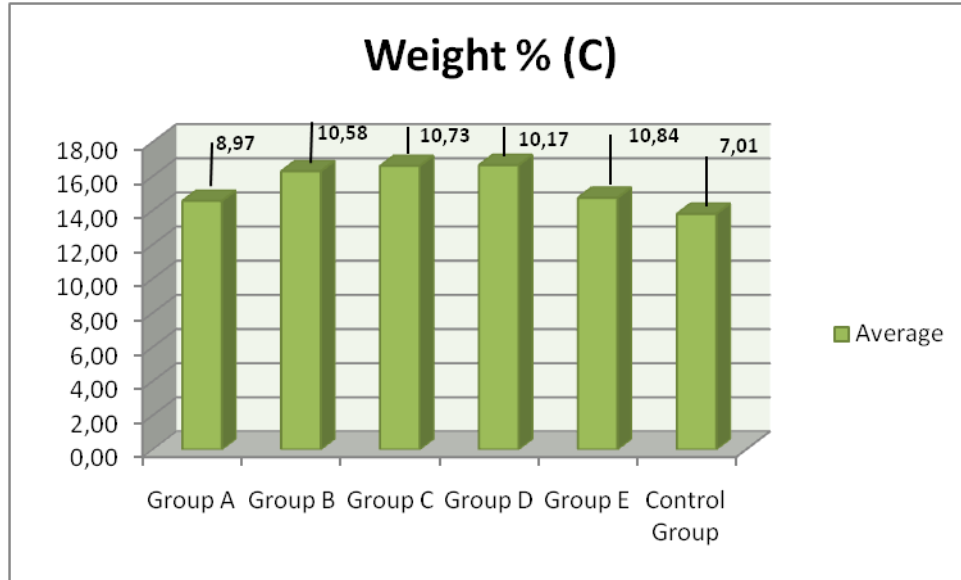
Şekil 4.2: Karbonun k-ratio değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik

Çalışmada kullanılan arayüz aşındırma yöntemlerine göre karbon elementine dair ağırlık yüzdeleri Tablo 4.3 ve Şekil 4.3'te yer almaktadır.

Tablo 4.3: Karbonun ağırlık yüzdesinin gruplar arasında dağılımı

		Ağırlık % (C)					Kruskall-Wallis H Test	
		n	Ortalama	Minimum	Maksimum	S.S	p	İkili Karşılaştırma
Grup	Grup A	18	14,55	6,57	46,91	8,97	0,828	-
	Grup B	18	16,29	7,37	41,37	10,58		
	Grup C	18	16,60	7,39	45,05	10,73		
	Grup D	18	16,65	7,34	47,72	10,17		
	Grup E	18	14,74	5,61	45,64	10,84		
	Kontrol	90	13,80	6,32	43,37	7,01		
	Total	180	14,78	5,61	47,72	8,72		

A Grubu: Stripping şeritleri; B Grubu: Segmental diskler; C Grubu: Stripping diskleri; D Grubu: Profin uçları; E grubu: Stripping zımparaları; Kontrol: Kontrol grubu



Şekil 4.3: Karbonun ağırlık yüzdesinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik

Gruplar arasında karbon (C) değerleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte kontrol grubunda ölçülen değerlerin daha düşük olduğu görülmektedir.

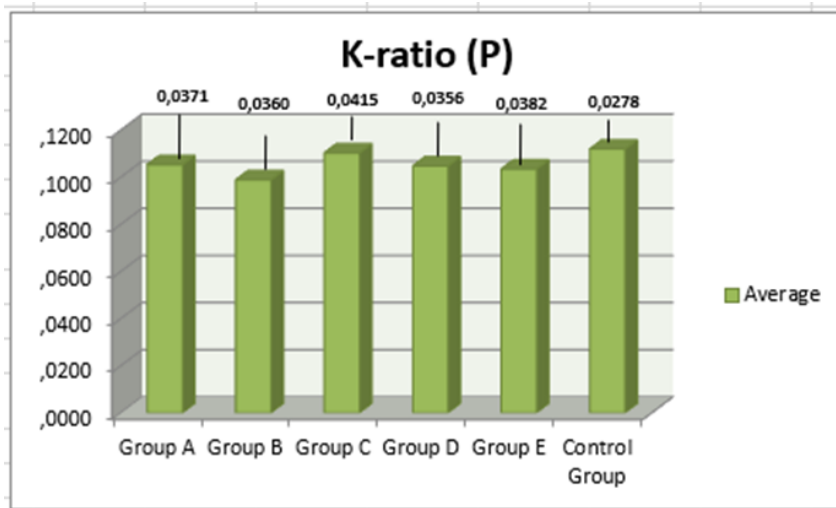
4.2.2. Fosfor (P) elementine dair bulgular

Çalışmada kullanılan arayüz aşındırma yöntemlerine göre fosfor elementine dair k-ratio değerleri Tablo 4.4 ve Şekil 4.4'te yer almaktadır.

Tablo 4.4: Fosforun k-ratio değerlerinin gruplar arasında dağılımı

		K-ratio (P)					Kruskall-Wallis H Test	
		n	Ortalama	Minimum	Maksimum	S.S	p	İkili Karşılaştırma
Grup	Grup A	18	,1053	,0212	,1869	,0371	0,67	-
	Grup B	18	,0989	,0031	,1554	,0360		
	Grup C	18	,1103	,0140	,1571	,0415		
	Grup D	18	,1048	,0019	,1502	,0356		
	Grup E	18	,1035	,0167	,1566	,0382		
	Kontrol	90	,1120	,0024	,1934	,0278		
	Total	180	,1083	,0019	,1934	,0329		

A Grubu: Stripping şeritleri; B Grubu: Segmental diskler; C Grubu: Stripping diskleri; D Grubu: Profin uçları; E grubu: Stripping zımparaları; Kontrol: Kontrol grubu



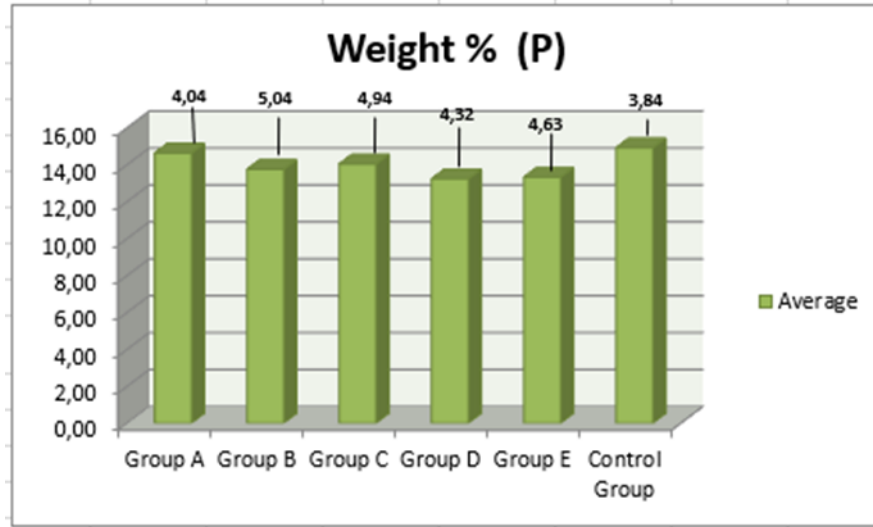
Şekil 4.4: Fosforun k-ratio değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik

Çalışmada kullanılan arayüz aşındırma yöntemlerine göre fosfor elementine dair ağırlık yüzdeleri Tablo 4.5 ve Şekil 4.5'te yer almaktadır.

Tablo 4.5: Fosforun ağırlık yüzdesinin gruplar arasında dağılımı

		Ağırlık % (P)				Kruskall-Wallis H Test		
		n	Ortalama	Minimum	Maksimum	S.S	p	İkili Karşılaştırma
Grup	Grup A	18	14,64	3,25	18,88	4,04	0,851	-
	Grup B	18	13,76	,47	21,00	5,04		
	Grup C	18	14,05	1,86	19,26	4,94		
	Grup D	18	13,24	,23	18,52	4,32		
	Grup E	18	13,33	2,16	19,27	4,63		
	Kontrol	90	14,93	7,63	23,67	3,84		
	Total	180	14,36	,23	23,67	4,23		

A Grubu: Stripping şeritleri; B Grubu: Segmental diskler; C Grubu: Stripping diskleri; D Grubu: Profin uçları; E grubu: Stripping zımparaları; Kontrol: Kontrol grubu



Şekil 4.5: Fosforun ağırlık yüzdesinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik

Gruplar arasında fosfor (P) değerleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte kontrol grubunda ölçülen değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir.

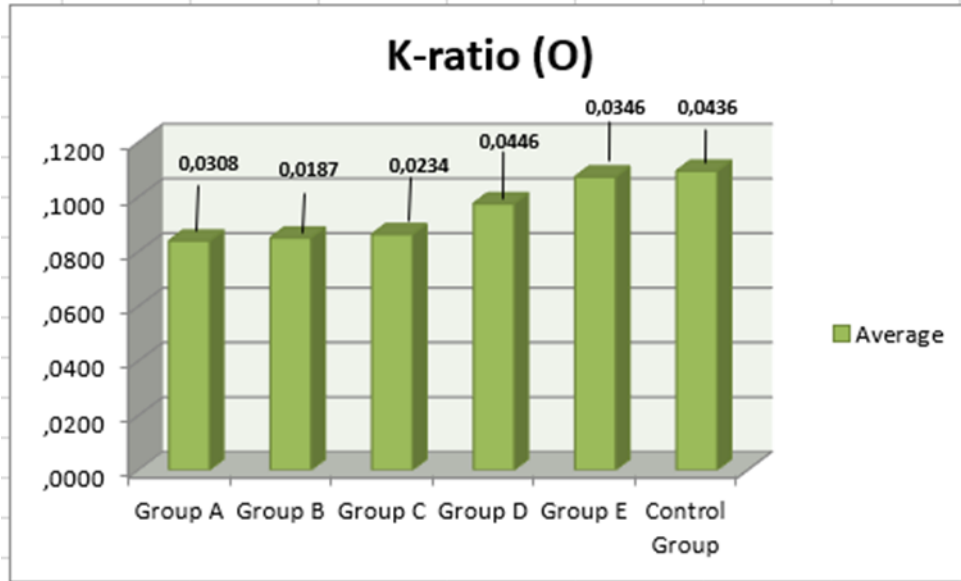
4.2.3. Oksijen (O) elementine dair bulgular

Çalışmada kullanılan arayüz aşındırma yöntemlerine göre oksijen elementine dair k-ratio değerleri Tablo 4.6 ve Şekil 4.6'da yer almaktadır.

Tablo 4.6: Oksijenin k-ratio değerlerinin gruplar arasında dağılımı

		K-ratio (O)					Kruskall-Wallis H Test	
		n	Ortalama	Minimum	Maksimum	S.S	p	İkili Karşılaştırma
Grup	Grup A	18	,0839	,0338	,1655	,0308	0,051	-
	Grup B	18	,0850	,0499	,1110	,0187		
	Grup C	18	,0863	,0548	,1529	,0234		
	Grup D	18	,0976	,0185	,2121	,0446		
	Grup E	18	,1073	,0573	,2062	,0346		
	Kontrol	90	,1095	,0164	,2500	,0436		
	Total	180	,1008	,0164	,2500	,0393		

A Grubu: Stripping şeritleri; B Grubu: Segmental diskler; C Grubu: Stripping diskleri; D Grubu: Profin uçları; E grubu: Stripping zımparaları; Kontrol: Kontrol grubu



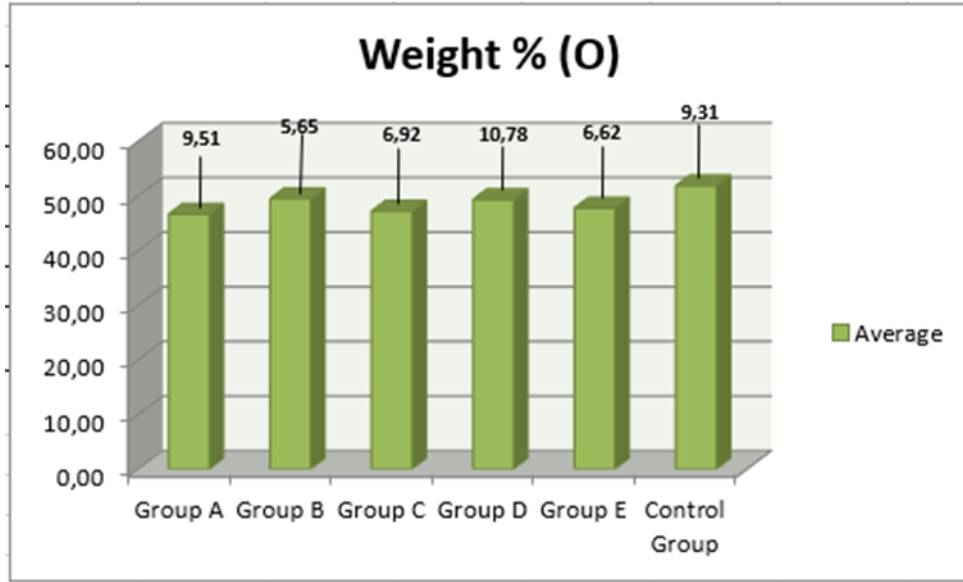
Şekil 4.6: Oksijenin k-ratio değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik

Çalışmada kullanılan arayüz aşındırma yöntemlerine göre oksijen elementine dair ağırlık yüzdeleri Tablo 4.7 ve Şekil 4.7’de yer almaktadır.

Tablo 4.7: Oksijenin ağırlık yüzdesinin gruplar arasında dağılımı

		Ağırlık % (O)					Kruskall-Wallis H Test	
		n	Ortalama	Minimum	Maksimum	S.S	p	İkili Karşılaştırma
Grup	Grup A	18	46,64	26,42	65,35	9,51	0,053	-
	Grup B	18	49,47	37,90	56,74	5,65		
	Grup C	18	47,21	34,40	64,73	6,92		
	Grup D	18	49,32	25,34	70,83	10,78		
	Grup E	18	47,76	37,67	59,88	6,62		
	Kontrol	90	51,85	17,00	69,45	9,31		
	Total	180	49,97	17,00	70,83	8,87		

A Grubu: Stripping şeritleri; B Grubu: Segmental diskler; C Grubu: Stripping diskleri; D Grubu: Profin uçları; E grubu: Stripping zımparaları; Kontrol: Kontrol grubu



Şekil 4.7: Oksijenin ağırlık yüzdesinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik

Gruplar arasında oksijen (O) değerleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte kontrol grubunda ölçülen değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir.

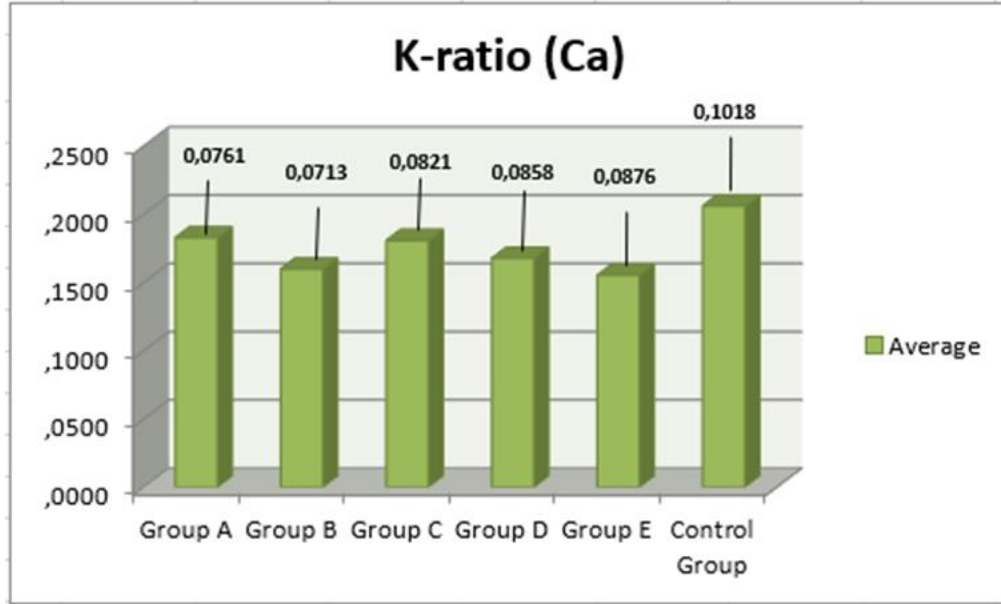
4.2.4. Kalsiyum (Ca) elementine dair bulgular

Çalışmada kullanılan arayüz aşındırma yöntemlerine göre kalsiyum elementine dair k-ratio değerleri Tablo 4.8 ve Şekil 4.8’de yer almaktadır.

Tablo 4.8: Kalsiyumun k-ratio değerlerinin gruplar arasında dağılımı

		K-ratio (Ca)				Kruskall-Wallis H Test		
		n	Ortalama	Minimum	Maksimum	S.S	p	İkili Karşılaştırma
Grup	Grup A	18	,1829	,0081	,3730	,0761	0,579	-
	Grup B	18	,1599	,0011	,2724	,0713		
	Grup C	18	,1809	,0079	,2825	,0821		
	Grup D	18	,1678	,0025	,3932	,0858		
	Grup E	18	,1553	,0107	,3186	,0876		
	Kontrol	90	,2061	,0550	,4149	,1018		
	Total	180	,1877	,0011	,4149	,0930		

A Grubu: Stripping şeritleri; B Grubu: Segmental diskler; C Grubu: Stripping diskleri; D Grubu: Profın uçları; E grubu: Stripping zımparaları; Kontrol: Kontrol grubu



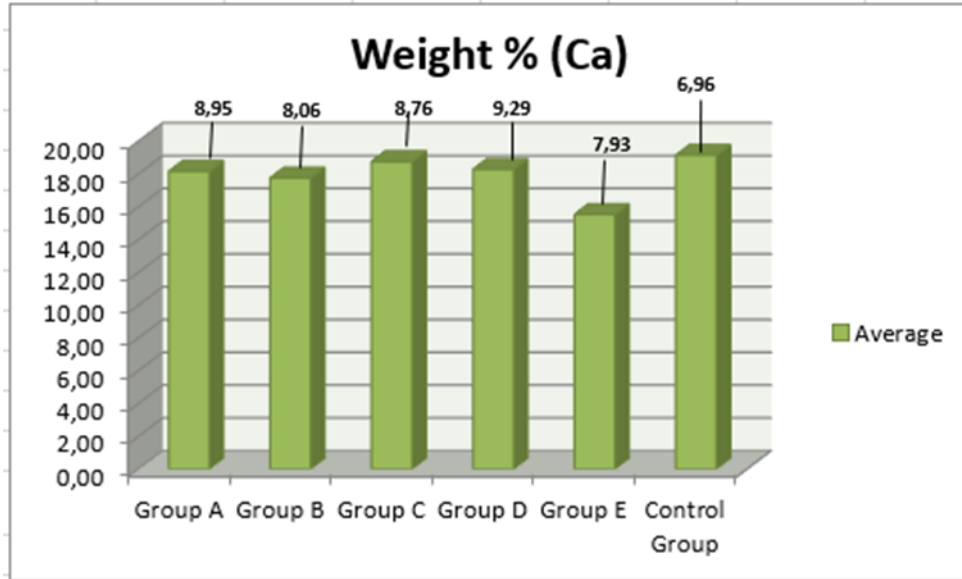
Şekil 4.8: Kalsiyumun k-ratio değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik

Çalışmada kullanılan arayüz aşındırma yöntemlerine göre kalsiyum elementine dair ağırlık yüzdeleri Tablo 4.9 ve Şekil 4.9'da yer almaktadır.

Tablo 4.9: Kalsiyumun ağırlık yüzdesinin gruplar arasında dağılımı

		Ağırlık % (Ca)					Kruskall-Wallis H Test	
		n	Ortalama	Minimum	Maksimum	S.S	p	İkili Karşılaştırma
Grup	Grup A	18	18,16	,87	40,83	8,95	0,766	-
	Grup B	18	17,76	,11	30,79	8,06		
	Grup C	18	18,76	,82	30,69	8,76		
	Grup D	18	18,28	,27	42,42	9,29		
	Grup E	18	15,53	1,12	30,54	7,93		
	Kontrol	90	19,15	8,39	46,96	6,96		
	Total	180	18,43	,11	46,96	7,78		

A Grubu: Stripping şeritleri; B Grubu: Segmental diskler; C Grubu: Stripping diskleri; D Grubu: Profin uçları; E grubu: Stripping zımparaları; Kontrol: Kontrol grubu



Şekil 4.9: Kalsiyumun ağırlık yüzdesinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik

Gruplar arasında kalsiyum (Ca) değerleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte kontrol grubunda ölçülen değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir.

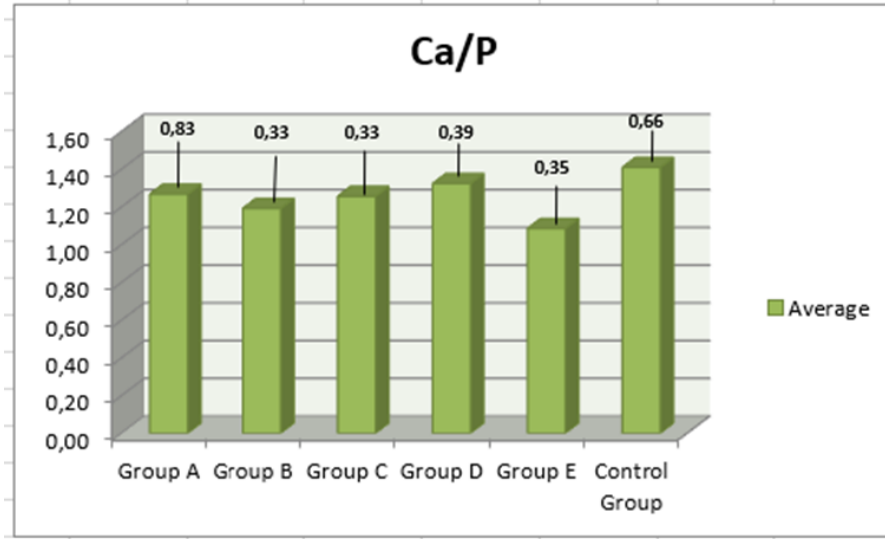
4.2.5. Kalsiyum/fosfor (Ca/P) oranına dair bulgular

Çalışmada kullanılan arayüz aşındırma yöntemlerine göre diş minesindeki kalsiyum/fosfor (Ca/P) oranına dair bulgular Tablo 4.10 ve Şekil 4.10'da yer almaktadır.

Tablo 4.10: Kalsiyum/fosfor oranının gruplar arasında dağılımı

		Ca/P					Kruskall-Wallis H Test	
		n	Ortalama	Minimum	Maksimum	S.S	p	İkili Karşılaştırma
Grup	Grup A	18	1,27	,27	4,24	,83	0,278	-
	Grup B	18	1,19	,23	1,59	,33		
	Grup C	18	1,26	,44	1,75	,33		
	Grup D	18	1,32	,51	2,49	,39		
	Grup E	18	1,09	,52	1,64	,35		
	Kontrol	90	1,41	,90	4,80	,66		
	Total	180	1,32	,23	4,80	,59		

A Grubu: Stripping şeritleri; B Grubu: Segmental diskler; C Grubu: Stripping diskleri; D Grubu: Profin uçları; E grubu: Stripping zımparaları; Kontrol: Kontrol grubu



Şekil 4.10: Kalsiyum/fosfor oranının gruplar arası dağılımını gösteren grafik

Gruplar arasında Ca/P değerleri açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte kontrol grubunda ölçülen değerlerin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

5.1. Amacın Tartışılması

Arayüz aşındırma işlemi, dişlerin arayüz (interproksimal) bölgelerinden dikkatli bir şekilde mine dokusunun kaldırılması prosedürüdür. İnterproksimal redüksiyon, interproksimal aşındırma ve stripping olarak da bilinen bu prosedür, dişlerin daha iyi sıralanması ve bu dizilimin uzun süre bozulmadan korunması amacıyla uygulanır (36).

Arayüz aşındırması (stripping), ortodontide hafif ve orta şiddette çapraşıklık çözmek, Bolton uyumsuzluğunu gidermek, arayüz kontakt noktalarının şekillendirilmesi, dental arkın stabilizasyonu ve siyah üçgen alanların giderilmesi gibi çeşitli amaçlarla sıkça kullanılan bir yöntemdir (5).

Arayüz aşındırması uygulanmasının ardından diş yüzeyinde pürüzlülük, çürük riski, periodontal sorunlar, plak artışı, yumuşak doku hasarı, pulpa hasarı, hipersensitivite ve ağrı gibi komplikasyonlar da görülebilmektedir. Ancak arayüz aşındırma prosedürleri doğru şekilde uygulandığı ve diş korumak için tedbirler alındığı takdirde sorunsuz şekilde tedavinin tamamlandığı görülmüştür (8,13,70).

Stripping işlemlerinin ardından dişin mine yüzeyinde çatlaklar ve oluklar meydana geldiği ve çok daha pürüzlü bir mine yüzeyi oluştuğu bulunmuştur (3,17,18,73). Arayüz aşındırma tekniklerinin her birinde farklı oranlarda yüzey düzensizlikleri meydana geldiği görülmektedir. Bu durumun çürük riski, plak retansiyonu ve periodontal hastalıklar bakımından predispozan faktör olabileceği belirtilmiştir (154). Pürüzlü yüzeylerde dental plakların çok daha rahat bir şekilde oluştuğu düşünülmektedir. Bakteriyel adezyon yüzey pürüzlülüğü ile doğru orantılı şekilde artış göstermektedir ve aşındırma sonrası görülen mine pürüzlülüğü diş çürüklerinde artışı tetikleyebilmektedir. Ortodontik tedavi sırasında çürük için predispozan faktörlerin çok olmasının yanı sıra aşındırılmış olan mine yüzeyindeki demineralizasyon oranı da çok önemlidir (155). Önceki çalışmalar, ortodontik tedavi gören

hastalarda dekalsifikasyon oranının tedavi görmeyen hastalara göre daha yüksek olduğunu göstermiştir (156,157). Mine yüzeyinin demineralizasyona karşı daha hassas hale gelmesi ve yüzey pürüzlülüğünün artmasına bağlı olarak çürük riskinde ve plak oluşumunda artış görülmesi arayüz aşındırma işleminin olası dezavantajlarından. Bu dezavantajlar literatürde uzun zamandır tartışma konusu haline gelmiştir (134).

Ortodontide sıklıkla kullanılan bir yöntem olan arayüz aşındırması işlemi, birçok farklı materyal ve teknikle yapılabilmektedir. Zamanla yeni materyaller üretilmiş ve diş hekimleri tarafından yeni materyallerin özellikleri ve diğerlerinden farklılıkları merak edilmiştir. Buna istinaden bu çalışmada, ortodontide mekanik arayüz aşındırması işlemi için son yıllarda geliştirilmiş ve güncel olarak kullanılmakta olan stripping şeritleri, segmental diskler, stripping diskleri, Profin stripping uçları ve stripping zımparalarının diş minesinde meydana getirdikleri yüzey pürüzlülüğü ve mineral kaybının incelenmesi amaçlanmıştır.

5.2. Materyal ve Metodun Tartışılması

Bu çalışmada kullanılan çekilmiş keser dişler çürük olmaması, restoratif işlem görmüş olmaması, kırık olmaması, çatlak olmaması, hipoplazik olmaması, mine yapısının bozuk olmaması açısından değerlendirilmiştir. Bu tür kusurları olan dişler çalışmada yapılacak olan incelemelere uygun olmayacağı için araştırmaya dahil edilmemiştir.

Literatürde arayüz aşındırması işlemi için bazı çalışmalarda sığır dişlerinin (141) veya insanlara ait keser dişlerin (16,17,59,69,134), premolar dişlerin (3,56,74,78,92,139,140) ve molar dişlerin (63,69,74) kullanıldığı görülmüştür. Ortodontide en sık arayüz aşındırması yapılan dişler keser dişler olduğu için çalışmamızda insan keser dişleri kullanılmıştır.

Çalışmamıza benzeyen in vitro çalışmalarda dişlerin %0,1'lik timol solüsyonunda (158–160), %4'lük formalinde (63), yapay tükürükte (59), %0,5'lik kloraminde (161), %70'lik etil alkolde (18), distile suda (16,56,162,163), distile deiyonize suda (164) veya 21°C NaCl (sodyum klorür) içeren serum fizyolojik solüsyonda (69) saklandığı gözlenmiştir.

Araştırmacılar tarafından sıkça tercih edilmesi ve kolay temin edilebilmesi sebebiyle bu çalışmada çekilmiş dişler distile suda muhafaza edilmiştir.

Birçok çalışmada dişler akrilik, silikon veya alçı bloklara (3,16,17,59,134) gömülerek sabitlenmişlerdir. Bu çalışmada ise arayüz aşındırması yapılmadan bir gün önce dişler, plastik kalıpların içerisine alçı konularak oluşturulan alçı bloklara tek tek gömülerek sabitlenmişlerdir. Dişlerin uzun akslarının blokların tabanlarına dik yerleştirilmesine dikkat edilmiştir. Bazı çalışmalarda dişler tek tek (16,59), bazı çalışmalarda ark formu verilerek (3,17,134) kalıplara gömülmüşlerdir. Ancak ark formu verilmeye çalışılırken dişler arasındaki sıkışıklığın her interproksimal alan için eşit olamayacağı düşünülmektedir. Ayrıca profilometre ve SEM/EDX cihazlarında görüntüleme yapılabilmesi için ark formu verilmiş olan dişlerin arayüz aşındırması sonrası kalıplardan çıkarılıp sonra tekrar tek tek kalıplara gömülmesi gerekmektedir. Bu uygulama hem pratik değildir hem de kalıplardan çıkarılırken dişlerin arayüzeylerine zarar gelme riski bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda dişlerin tek tek kalıplara gömülmesi tercih edilmiştir.

Arayüz aşındırması sonrası yüzey pürüzlülüğünün değerlendirildiği çalışmalarda farklı materyaller ile aşındırma yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmamızla benzer olarak Danesh ve ark. (16) yaptıkları çalışmada ARS frezlerini, stripping zımparalarını, Profın stripping uçlarını, stripping şeritlerini ve segmental diskleri kullanmışlardır. Arman ve ark. (3) ise mekanik aşındırma tekniği olarak stripping zımparası, stripping diski ve kimyasal aşındırma tekniği olarak %37'lik ortofosforik asiti 60 adet süt ve 60 adet daimi premolar dişe uygulamışlardır. Joseph ve ark. (17) da dişlere mekanik aşındırma için tungsten karbid frezle, elmas frez, stripping diski, stripping zımparası ve kimyasal aşındırma için %37'lik ortofosforik asit uygulamışlardır. Meredith ve ark. (56) dişlerin arayüzlerinden keserek mine blokları elde etmişlerdir. Bu blokları sivrisinek uçlu forsepsle tutarak frezler, zımparalar ve stripping diskleri ile aşındırmışlardır. Zingler ve ark. (59) arayüz aşındırması için stripping şeritlerini, segmental diskleri ve sonik stripping uçlarını kullanmışlardır.

Bu çalışmada ortodontide mekanik arayüz aşındırması konusunda son yıllarda geliştirilmiş olan ve güncel olarak kullanılmakta olan materyallerin incelenmesini sağlamak için stripping şeritleri, segmental diskler, stripping diskleri, Profın stripping uçları ve stripping

zımparaları tercih edilmiştir. ARS (air rotor stripping) tekniği yeni geliştirilen bir teknik olmaması ve daha çok posterior dişlerin arayüzeylerinde uygulanması sebebiyle çalışmaya dahil edilmemiştir.

Danesh ve ark. (16) aşındırma işlemini en az 5 sn sürecek şekilde, Arman ve ark. (3) diskleri 10 vuruş, zımparaları 20 vuruş yapacak şekilde, Joseph ve ark. (17) mekanik aşındırma materyalleri için 20 vuruş yapacak şekilde arayüz aşındırması yapmışlardır. Bu üç çalışmada da döner aletlerin devir hızı ile ilgili bilgi bulunmamaktadır. Meredith ve ark. (56) frezleri dakikada 400.000 devir, diskleri dakikada 5000 devir olacak şekilde uygulamışlardır. Zımparaları uygularken ise forsepsle tuttukları blokları zımparaya ileri-geri hareketlerle sürtmüşlerdir. Hellak ve ark. (134) stripping materyallerini 20 sn süreyle uygulamışlardır. Zingler ve ark. (59) mine aşındırmasını stripping şeritleri dakikada 10.000 devir, segmental diskler dakikada 5000 devir ve sonik stripping uçları %100 ultrasonik hızda olacak şekilde 15 sn, 30 sn, 45 sn, 60 sn ve 75 sn uygulamışlardır. Her arayüz için 20 sn'den az sürede 0.1 mm mine aşındırması yapılmasının en etkili teknik olduğunu belirtmişlerdir.

Arayüz aşındırması için çalışmalarda sıkça kullanılmasından ve en etkili uygulama süresi olduğunun belirtilmesinden dolayı çalışmamızda aşındırma süresi kronometre ile 20 sn olacak şekilde standardize edilmiştir. Stripping şeritleri dakikada 7.000 devirde, segmental diskler dakikada 7.000 devirde, stripping diskleri dakikada 5.000 devirde, Profin stripping uçları dakikada 8.000 devirde olacak şekilde uygulanmıştır. Aşındırma materyallerinin devir hızları, üretici firmaların belirttiği ideal devir hızlarına göre belirlenmiştir. Aşındırma materyalleri her grupta sadece 6 diş için kullanılmıştır. 1 numaralı diştten 6 numaralı dişe, 7 numaralı diştten 12 numaralı dişe ve 13 numaralı diştten 18 numaralı dişe kadar aynı aşındırma materyali kullanılıp, 6 diştten sonra yenisiyle değiştirilerek uygulanmıştır. Böylece kullanılan aşındırma materyali ile çalışma grubundaki her diş için homojen miktarda aşındırma yapılması sağlanmıştır.

Yüzey pürüzlülüğünü incelemek için çalışmalarda SEM (3,16,17,63,140), profilometre (3,16,165), atomik kuvvet mikroskobu (56,166) ve konfokal lazer taramalı mikroskop (59) gibi çeşitli cihazlar kullanıldığı görülmüştür. Optik profilometre cihazında inceleme yapıldığında yüzeyle doğrudan temas olmadığından daha detaylı ve hassas ölçümler

yapılabilmekte ve incelenen yüzey bozulmadan kalabilmektedir. Ayrıca profilometre ile nicel veriler de elde edilebildiği için bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü değerlendirilirken optik profilometre cihazının kullanılması tercih edilmiştir.

Mine ve dentindeki elementleri incelemek için Liu ve ark. (99) endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresini, Lakomaa ve Rytömaa (100) ile Derise ve ark. (167) atomik absorpsiyon spektrometresi ve nötron aktivasyon analizini, Hiller ve ark. (103) atomik absorpsiyon spektrometresi ve spektrofotometreyi kullanmışlardır. Çalışmamıza benzer çalışmaların çoğunda ise SEM/EDX kullanılmıştır (78,89,98,101,102,104,139,168-170). SEM/EDX cihazı ile incelenen numunede hangi elementlerin mevcut olduğuna, bunların dağılımına ve konsantrasyonuna dair nicel veriler elde edilebilmesinden ve sıkça kullanılmasından ötürü bu çalışmada mineral kaybının incelenmesi için SEM/EDX cihazı tercih edilmiştir.

Bu çalışmada keser dişlerin arayüzeylerinde karbon (C), fosfor (P), oksijen (O), kalsiyum (Ca) elementleri ile Ca/P oranı değerlendirilmiştir. C, P, O ve Ca elementleri minedeki ana elementler oldukları için, Ca/P oranı da dental dokularda mineralizasyonu gösteren bir oran olduğu için değerlendirmeye alınmışlardır.

Mine ve dentindeki minerallerin konsantrasyonlarını inceleyen çalışmalarda sığır dişleri (171,172), rat dişleri (102), insan süt dişleri (89, 100,104,169), diş germeleri (98), premolar dişler (78,92,101,139) ve 3.molar dişler (98,99,104,170) kullanılmıştır. Mineral konsantrasyonları değerlendirilirken insan keser dişlerinin kullanıldığı bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu anlamda çalışmamız keser dişlerin arayüzeylerinde minede mineral yoğunluğunu inceleyen ilk çalışmadır.

5.3.Bulguların Tartışılması

5.3.1. Yüzey pürüzlülüğü bulgularının tartışılması

Bu çalışmada arayüz aşındırması sonrası mine yüzeylerinin pürüzlülüğü optik profilometre cihazı ile incelenmiştir. Mine yüzey pürüzlülüğü açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p=0,0001$). Kontrol grubuna ait yüzey pürüzlülüğü değerlerinin diğer gruplara göre anlamlı derecede daha düşük olduğu gözlenmektedir. Buna göre arayüz aşındırması yapılan mine yüzeylerinin, yapılmayan yüzeylere göre çok daha pürüzlü olduğu bulunmuştur.

Stripping şeritleri, segmental diskler, stripping diskleri, Profin stripping uçları ve stripping zımparaları grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. En yüksek pürüzlülük değerinin stripping şeritleri grubunda olduğu bulunmuştur. Bunu segmental disk grubu takip etmektedir. Stripping zımparası grubu ise en düşük pürüzlülük değerine sahiptir. Ancak çalışma grupları arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Rossouw ve Tortorella (141) sığır dişleri üzerinde yaptıkları çalışmada tungsten karbid frezi, elmas frezi, stripping zımparasını, stripping diskini mekanik; %35'lik fosforik asit ile %10'luk maleik asiti kimyasal aşındırma için kullanmışlardır ve ardından Sof-Lex disklerle parlatma (polisaj) uygulamışlardır. Sonucunda çalışmamızla benzer olarak aşındırılan yüzeylerde pürüzlülüğün arttığı belirtilmiştir. Ancak gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. Parlatma sonrası daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiği belirtilmiştir. Bu çalışmanın bulguları bizim çalışmamızla uyumludur. Ancak çalışmamızda ilaveten parlatma işlemi yapılmamıştır ve insan keser dişleri kullanılmıştır.

Arman ve ark. (3) yaptıkları çalışmada aşındırma için süt dişleri ve daimi dişlerde stripping zımparaları, stripping diskleri, %37'lik ortofosforik asiti ve parlatma (polisaj) için Sof-Lex diskleri tercih etmişlerdir. Minede en fazla miktarda pürüzlülüğün kimyasal aşındırma ile oluştuğu, parlatma diskleri kullanıldığında ise bu pürüzlülük miktarında azalma

olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda ise kimyasal aşındırma ve parlatma yapılmamıştır. Çalışmamızla benzer olarak aşındırma yapılan daimi dişlerdeki yüzey pürüzlülüğü değerlerinin, aşındırılmayan yüzeylerdekinden anlamlı derecede fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca daimi dişlerde pürüzlülük açısından stripping zımparaları ve stripping diskleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur. Bu sonuçlar bizim çalışmamızla uyumludur.

Danesh ve ark. (16) ARS, Profin uçları, stripping zımparaları, stripping şeritleri ve segmental disklerin minede yarattığı pürüzlülüğü incelemiştir. Polisaj yapılmayan yüzeylerde ARS ve Profin uçları kullanıldığında en pürüzlü mine yüzeylerinin elde edildiği görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızdan farklılık göstermektedir. Danesh ve ark. (16) yaptıkları çalışmada aşındırma uygulanan süre ve mikromotor hızını belirtmemişlerdir. Aşındırma süresinin minimum 5 sn olduğunu söylemişlerdir. Ancak çalışmalarında sabit bir aşındırma süresi mevcut değildir. Ayrıca aşındırıcı materyallerin partikül boyutlarını belirtmemişlerdir. Bizim çalışmamızda ise aşındırma süresi standardize edilmiştir ve mikromotor hızı üretici firmanın talimatlarına göre belirlenmiştir. Üretici firmanın setindeki en kalın grenli materyaller tercih edilmiştir. Çalışmamızda farklı olarak ARS yerine stripping diskleri incelenmiştir. İki çalışmanın bulguları arasındaki farklılığın bu tür yöntem farklılıklarından kaynaklandığı düşünülebilir.

Meredith ve ark. (56) arayüz aşındırmasının ardından mine yüzeylerini inceledikleri çalışmalarında gruplar arasında pürüzlülük miktarının çoktan aza doğru orta grenli elmas frezler, orta grenli stripping zımparaları, ince grenli elmas frezler, ince grenli stripping zımparaları, örgü şekilli stripping diskleri, kavis şekilli stripping diskleri, kontrol grubu ve parlatma diskleri şeklinde sıralandığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise üretici firmaların setindeki en kalın grenli materyaller kullanılmıştır. Meredith ve ark.'ın (56) çalışmasında dişlerin arayüzeylerinden kesilerek elde edilen mine blokları forsepsle tutularak frezler ve diskler ile aşındırılmıştır. Zımpara ile aşındırma için ise forsepsle tutulan blok, ileri-geri hareketlerle zımparaya bastırılmıştır. Bizim çalışmamızda ise alçı bloklar sabit bir zemine yerleştirilerek aşındırma yapılmıştır. İki çalışmanın bulguları arasındaki farklılığın aşındırma materyalinin uygulama tekniğindeki ve materyallerin sahip olduğu gren miktarındaki farklılardan kaynaklandığı söylenebilir.

Zingler ve ark. (59) mine aşındırmasını stripping şeritleri, segmental diskler ve sonik stripping uçlarının farklı aşındırıcı uçlarını kullanarak uygulamışlardır. Çalışmamızla benzer olarak parlatma öncesi, stripping şeritlerinin en az grenli ucunun kullanıldığı grup dışında tüm aşındırma yapılan gruplarda kontrol grubuna göre yüzey pürüzlülüğünün daha yüksek olduğu bulunmuştur. Stripping şeritlerinin en az grenli ucunun kullanıldığı grup dışında diğer aşındırma yapılan gruplar arasında yüzey pürüzlülüğü açısından anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızla uyumludur.

5.3.2. Mineral kaybı bulgularının tartışılması

Diş minesini, hacim olarak %85'i hidroksiapatit kristalleri ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) olarak tanımlanan minerallerden oluşan hücresiz bir yapıdır (86). Mine yapısı hidroksiapatit kristallerinin ve mineral içeriğinin yoğunluğuna bağlı olarak değiştiğinden, her diş minesini aynı morfolojiye sahip değildir (87). Minede çeşitli kalsiyum fosfat tuzları ile birlikte karbonatlar, sodyum, magnezyum ve çok az oranda da demir, flor ve manganat tuzları vardır (21).

Hidroksiapatit kristalinin özellikle kalsiyumdan yoksun ve karbonat (CO_3^{2-}) bakımından zengin bölgeleri asit demineralizasyonuna duyarlıdır. Yapısındaki hidroksil (OH^-) iyonu, florür ile yer değiştirdiğinde diş minesinin asit demineralizasyonuna karşı direncinin arttığı görülmüştür. Bu nedenle karbon (C), kalsiyum (Ca) ve oksijen (O) elementlerinin mine yüzeyindeki dağılımları önem arz etmektedir (88). Demineralizasyon, ağız ortamında pH düştüğünde diş dokusundaki kalsiyum ve fosfat iyonlarının dıştan uzaklaşması olarak tanımlanmaktadır (131,132). Aşındırılan mine yüzeyinin demineralizasyona daha duyarlı olmasının sebebi arayüz aşındırması (stripping) sonrası dişin en dışındaki florapatitten zengin mine tabakasının ortadan kalkmasıdır (5,17). Bu nedenle aşındırılan mine yüzeyindeki kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) elementlerinin dağılımı önem taşımaktadır.

Bu çalışmada arayüz aşındırması sonrası aşındırılan mine yüzeyleri mineral kaybı açısından taramalı elektron mikroskobu / enerji dağılımlı x-ray spektrometre (SEM/EDX) cihazı ile değerlendirilmiştir. Karbon (C), fosfor (P), oksijen (O) ve kalsiyum (Ca) elementlerinin yoğunluk (k-ratio) ve ağırlık yüzdelere dair veriler elde edilmiştir. Bu

çalışmada C, P, O ve Ca elementleri minedeki ana elementler oldukları için değerlendirmeye alınmışlardır. Araştırmamızın bulgularına göre hiçbir element, gruplar arasında anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Dolayısıyla mineral kaybı açısından arayüz aşındırma teknikleri arasında da bir farklılık bulunmamaktadır.

Araştırmamızın sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte Ca ve P elementlerinin konsantrasyonlarının kontrol grubunda daha yüksek, C elementinin konsantrasyonunun ise kontrol grubunda daha düşük olduğu görülmektedir. Aşındırma yapılan gruplarda yapılmayan gruba göre Ca ve P yüzdelerinin daha az olması, stripping sonucu minenin koruyucu dış tabakası kısmen kaldırıldığı için mineral doku kaybı olmasıyla açıklanabilmektedir.

Çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte arayüz aşındırması yapılan gruplarda, aşındırma yapılmayan gruba göre C elementi konsantrasyonunun daha yüksek olduğu bulunmuştur. Minedeki karbon (C) elementi, minenin organik içeriğini yansıtmaktadır (89). Daha yüksek C miktarı, minedeki karbonat (CO_3^{-2}) içeriğinin yüksek olmasının bir sonucu olabilmektedir. Mineralizasyonun artmasıyla birlikte karbonat konsantrasyonunun azaldığı bilinmektedir (90). Daha önceki çalışmalarda karbonat konsantrasyonunun artmasının minede daha küçük hidroksiapatit kristalleri bulunması ile ilişkisi olduğu bulunmuştur. Bu durum da daha pörözlü bir mine yapısı ile sonuçlanabilmektedir (89,91). Bu sonuçlar, aşındırılmış yüzeylerin aşındırılmamış yüzeylere kıyasla demineralizasyona yatkın olduğunu bildiren çalışmalar ile uyumaktadır (10,11,92). Araştırmamızda elde edilen sonuçlara göre, mine yüzeyi aşındırıldığında mineral kaybetmektedir ve aşındırılmamış mine yüzeylerine göre daha pörözlü bir mine yapısına sahip olduğu gözlenmektedir. Ancak bu durum istatistiksel olarak önemsizdir ve biyolojik sınırlar içerisinde kalmaktadır. Dolayısıyla bu bulgulara dayanarak, çalışmamızda incelenen arayüz aşındırma yöntemlerinin doğru ve dikkatli bir şekilde uygulandığında güvenle kullanılabilceği söylenebilir.

Kalsiyumun fosfora oranı (Ca/P) dental dokularda mineralizasyonu gösteren bir belirtidir (71). Ca/P oranının mine için belirlenmiş sabit bir değeri bulunmamaktadır. Birçok çalışmada bu orana dair farklı ortalama değerler bulunduğu bildirilmiştir. Bu değerler 1.52 – 2.2 arasında değişmektedir (94–100,102,103). Araştırmamızın sonuçlarına göre gruplar

arasında Ca/P değeri açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($p>0,05$). Kontrol grubunda Ca/P oranına dair değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum aşındırılmış olan mine yüzeylerinin demineralizasyona daha açık olabileceğini düşündürmektedir. Ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamasına istinaden, aşındırılmış mine yüzeylerinde Ca/P oranının normal sınırlar içerisinde yer aldığı söylenebilir.

Literatür tarandığında mineral yoğunlukları incelenirken insan keser dişlerinin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamız keser dişlerin arayüzeylerinde minedeki mineral konsantrasyonlarını değerlendiren ilk çalışmadır (78,92,98,99,100,101,139).

Mohim ve ark. (92) çalışmalarında 14 adet premolar dişte stripping zımparaları ve stripping şeritleri ile aşındırma yapılmasının ardından mine arayüzeylerini ve element konsantrasyonlarını değerlendirmişlerdir. 1.grupta aşındırma yapılmamıştır. 2.grupta aşındırmadan flor uygulanmış ve dişler 4 ay ağızda bekletilmiştir. 3.grupta aşındırma yapılmış ve dişler hemen çekilmiştir. 4.grupta aşındırma yapılmış ve dişler 4 ay ağızda bekletilmiştir. 5.grupta aşındırma yapılarak flor uygulanmış ve dişler 4 ay ağızda bekletilmiştir. SEM/EDX cihazı ile yapılan biyokimyasal analiz sonucunda 3.grupta 1.gruba göre C yüzdesinde artış, Ca ve P yüzdesinde azalma gözlenmiştir. Bu bulgu bizim çalışmamızla uyumludur.

Nanwal ve ark. (139) 60 adet premolar dişte stripping sonrası yeni tanıtilen remineralize edici ajanları (nano-hidroksiapatit, NovaMin, kalsiyum sukroz fosfat ve Pro-Argin) uygulamışlardır. Çalışmada 1.grup olan kontrol grubundaki dişlere hiçbir işlem yapılmamıştır. 2.grupta stripping diski ile aşındırma ve Sof-Lex disklerle parlatma yapılmıştır. Diğer 4 grupta ise bu aşındırma ve parlatma işlemlerine ek olarak 4 adet yeni remineralize edici ajan uygulanmıştır. Sonuçlar tüm remineralize edici ajan uygulanan gruplarda Ca ve P içeriğinde önemli bir artış olduğunu göstermiştir. Çalışmamızla benzer olarak hiçbir işlem yapılmamış olan kontrol grubundaki Ca ve P değerleri diğer gruplara göre çok daha yüksektir. En düşük Ca ve P değerleri ise sadece aşındırma ve parlatma yapılan grupta bulunmuştur. Ancak gruplar arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

Paganelli ve ark. (78) yaptıkları çalışmada 4 adet premolar diş çekimli ortodontik tedavi planlanan 14 hastadan her birinde 3 premolar dişe elmas frezlerle stripping uygulamış, 1 premolar dişe ise stripping uygulamamıştır. Kontrol grubu stripping yapılmayan dişlerden oluşmuştur. Bir grupta sadece stripping yapılmış ve hemen sonra dişler çekilmiştir. Bir diğer grupta stripping yapıldıktan 30 gün sonra dişler çekilmiş ve bu süreçte dişler ağız ortamında tükürükte beklemiştir. Son grupta ise dişler çekildikten sonra stripping yapılmış ve CPP-ACP uygulanmıştır. Çalışmamızla benzer olarak kalsiyumun fosfora oranı (Ca/P), Ca ve P değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

Çalışmamızda aşındırılmamış mine arayüzeylerini içeren kontrol grubunda elementlerin ağırlık yüzdesi olarak değerleri C için % 13.8±0.8, Ca için % 19.15±0.7, P için % 14.93±0.8 ve Ca/P oranı için 1.41±0.2'dir.

Arnold ve Gaengler (98) gelişmekte olan diş germlerinde ve daimi dişlerde kalsiyum ve fosfor içeriğini SEM/EDX ile kantitatif olarak analiz etmişlerdir. 8 adet diş germi ve 3 adet 3.molar diş incelenmiştir. Daimi dişlerin minesinde elementlerin ağırlık yüzdesi olarak değerlerinin Ca için % 33.9±6.9, P için % 16.7±2.3, C için % 18.2±5.9 olduğu ve Ca/P oranının 2.0±0.15 olduğu bulunmuştur. Çalışmamızla bu çalışma karşılaştırıldığında minedeki elementlerin konsantrasyon değerleri arasında görülen farklılıkların, her iki araştırmada farklı tipte diş kullanılmasından ve bir çalışmada dişlerin bukkal/lingual, diğerinde mezial/distal alanlarının incelenmesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Liu ve ark. (99) birçok elementin mine ve dentindeki ağırlık/yoğunluk değerlerini endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi ile inceledikleri çalışmada 80 adet 3.molar diş kullanmışlardır. Molar dişlerde horizontal kesiler yaparak okluzal ve servikal kısımları ayırmışlardır. Minede elementlerin ağırlık yüzdesi olarak ölçülen değerlerin Ca için % 27.91±4.03, P için % 14.63±2.19 olduğu ve Ca/P oranının 1.83 ile 1.96 arasında değiştiği belirtilmiştir. P için ölçülen değerler çalışmamızla uyumludur. Ca ile Ca/P oranında görülen farklılıklar ise minenin değerlendirildiği diş alanının ve diş tipinin farklılığından yada dişlerin toplandığı bireylerin etnik/coğrafik farklılıklarından ötürü görülmüş olabilir.

Lakomaa ve Rytömaa (100) yaptıkları çalışmada 25 adet premolar ve 104 adet süt dişi olmak üzere toplamda 129 adet dişte elementlerin konsantrasyonlarını nötron aktivasyon analiziyle ölçmüşlerdir. Daimi dişlerin minesinde elementlerin ağırlık yüzdesi olarak değerlerin Ca için % 25.1±1.1, P için % 13.9±1.0 ve Ca/P oranının 1.80±0.19 olduğu bulunmuştur. P için olan değerler çalışmamızla benzerdir. Ca ile Ca/P oranında görülen farklılıkların o çalışmada dişlerin bukkal bölgelerinin değerlendirilmesinden ve premolar diş kullanılmasından ilaveten etnik/coğrafik farklardan kaynaklandığı düşünülebilir.

Kodaka ve ark.'nın (101) çalışmalarında 13 adet premolar dişte minenin kaspal, orta ve servikal üçlülerinde element konsantrasyonuna dair ölçümler yapılmıştır. Kaspal üçlüde ağırlık yüzdesi değerlerinin Ca için % 33.7±0.2, P için % 16.53±0.13 olduğu ve Ca/P oranının 1.58±0.01 olduğu bulunmuştur. Bu bulgular çalışmamızla uyuşmamaktadır. Bu uyumsuzluğun sebebi kullanılan diş tipindeki ve metodolojideki farklılıklar olabilir.

Dişlerde mineral içeriğini inceleyen çalışmalarda minerallere dair değerlerin çalışmalara göre farklılık göstermesi dişlerin toplandığı bölge, toplanan diş tipleri, yaş, etnik köken ve hatta araştırmalarda uygulanan metodoloji gibi değişken faktörlerden kaynaklanabilmektedir (104). Bizim çalışmamızda daimi insan keser diş minesinin arayüzeylerinde ölçümler yapılmıştır. Çalışmamız keser dişlerin minesinde arayüzeyleri mineral yoğunluğu açısından inceleyen ilk çalışmadır. Dolayısıyla araştırmamızda keser dişlerin arayüzeylerindeki mineral konsantrasyonlarını kıyaslayabileceğimiz yeterli çalışma bugün için bulunmamaktadır (78,92,98,99,100,101,139).

Bu çalışmanın limitasyonu olarak ağız ortamının tam olarak taklit edilememesi gösterilebilir. Alçıya gömülmüş olan çekilmiş dişler, arayüz aşındırması esnasında periodontal dokular ile çevrelenmiş dişler gibi reaksiyon gösterememektedir. Ayrıca bu çalışmada dişler, tükürük gibi bir sulu ortamda aşındırılmamıştır. İnterdental çapraşıklık miktarı da aşındırma miktarını etkilemektedir. İlerleyen dönemlerde daha uzun süreli ve kapsamlı gözlemler yapılarak, ağız ortamında bekleyen dişlerin stripping sonrası mineral yoğunluklarının nasıl etkilendiğini inceleyen, dişleri plak birikimi ve çürük oluşumu açısından değerlendiren çalışmaların yapılması yararlı olacaktır.

6. SONUÇ

Arayüz aşındırması amacıyla kullanılan stripping şeritleri, segmental diskler, stripping diskleri, Profin stripping uçları ve stripping zımparalarının dış minesinde oluşturdukları yüzey pürüzlülüğü ve mineral kaybının incelendiği bu tez çalışmasında, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Arayüz aşındırması yapılan tüm gruplarda aşındırılan mine yüzeylerinin, aşındırma yapılmayan yüzeylere göre çok daha pürüzlü olduğu gözlenmiştir.

- Stripping şeritleri, segmental diskler, stripping diskleri, Profin stripping uçları ve stripping zımparaları grupları yüzey pürüzlülüğü açısından karşılaştırıldığında en yüksek pürüzlülük değerinin stripping şeritleri grubunda gözlendiği ve bunu segmental disk ve sonrasında stripping diski grubunun takip ettiği görülmüştür. Stripping zımparası grubu ise en düşük pürüzlülük değerine sahiptir. Ancak çalışma grupları arasında izlenen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir.

- Mineral kaybı açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

- İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte işlem görmemiş kontrol grubunda P, O, Ca elementlerinin ağırlık/yoğunluk değerlerinin, aşındırma yapılmış tüm gruplardakine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, mine yüzeyi aşındırıldığında mineral kaybetmektedir.

- Aşındırma yapılan tüm gruplarda C elementinin ağırlık/yoğunluk değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum aşındırma sonrası aşındırılan yüzeyin daha pürüzlü ve bakteriyel kolonizasyona daha açık hale geldiğini göstermektedir.

- Gruplar arasında Ca/P değeri açısından anlamlı bir farklılık görülmemektedir.

- Kontrol grubunda Ca/P oranına dair değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum aşındırılmış olan mine yüzeylerinin demineralizasyona daha açık olabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Peck S, Peck H. Crown dimensions and mandibular incisor alignment. *Angle Orthod.* 1972;42(2):148–53.
2. Alexander R. The 20 principles of the Alexander discipline (2008). *Eur J Orthod.* 2008 Apr 1;31(2):228.
3. Arman A, Cehreli SB, Ozel E, Arhun N, Çetinşahin A, Soyman M. Qualitative and quantitative evaluation of enamel after various stripping methods. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;130(2):131.
4. Vaden JL. The Tweed-Merrifield philosophy. *Semin Orthod.* 1996;2(4):237–40.
5. Rossouw PE, Tortorella A. Enamel reduction procedures in orthodontic treatment. *Canadian Dental Association.* 2003;69(6):378–83.
6. Barcoma E, Shroff B, Best AM, Shoff MC, Lindauer SJ. Interproximal reduction of teeth: Differences in perspective between orthodontists and dentists. *Angle Orthod.* 2015;85(5):820–5.
7. 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.
8. Lapenaite E, Lopatiene K. Interproximal enamel reduction as a part of orthodontic treatment. *Balt Dent Maxillofac J.* 2014;16(1):19–24.
9. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol.* 1992;63(12):995–6.
10. Twesme DA, Firestone AR, Heaven TJ, Feagin FF, Jacobson A. Air-rotor stripping and enamel demineralization in vitro. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1994;105(2):142–52.
11. Zachrisson BU. Actual damage to teeth and periodontal tissues with mesiodistal enamel reduction (“stripping”). *World J Orthod.* 2004;5(2):178–83.
12. 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):11–7.

13. Jarjoura K, Gagnon G, Nieberg L. Caries risk after interproximal enamel reduction. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;130(1):26–30.
14. Sheridan JJ, Ledoux PM. Air-rotor stripping and proximal sealants. An SEM evaluation. *J Clin Orthod JCO.* 1989;23(12):790–4.
15. Crain G, Sheridan JJ. Susceptibility to caries and periodontal disease after posterior air-rotor stripping. *J Clin Orthod JCO.* 1990;24(2):84–5.
16. Danesh G, Hellak A, Lippold C, Ziebura T, Schafer E. Enamel surfaces following interproximal reduction with different methods. *Angle Orthod.* 2007;77(6):1004–10.
17. Joseph VP, Rossouw PE, Basson NJ. Orthodontic microabrasive reproximation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1992;102(4):351–9.
18. Piacentini C, Sfondrini G. A scanning electron microscopy comparison of enamel polishing methods after air-rotor stripping. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;109(1):57–63.
19. Giulio AB, Matteo Z, Serena IP, Silvia M, Luigi C. In vitro evaluation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) effect on stripped enamel surfaces. A SEM investigation. *J Dent.* 2009;37(3):228–32.
20. El-Mangoury NH, Moussa MM, Mostafa YA, Girgis AS. In-vivo remineralization after air-rotor stripping. *J Clin Orthod.* 1991;25(2):75–8.
21. Manisalı Y, Koray F. Ağız-diş embriyolojisi ve histolojisi. İstanbul,Türkiye: Yenilik Basımevi. 1982;73–98.
22. Robinson C, Weatherell I, Hallsworth A. Demineralisation and remineralisation of the teeth. Oxford,İngiltere: IRL Basımevi. 1983:209–223.
23. Elliott JC. Structure, crystal chemistry and density of enamel apatites. *CIBA Found Symp.* 1997;205(205):54–72.
24. Hall NE, Lindauer SJ, Tüffekçi E, Shroff B. Predictors of variation in mandibular incisor enamel thickness. *J Am Dent Assoc.* 2007;138(6):809–15.
25. Gillings B, Buonocore M. An Investigation of Enamel Thickness in Human Lower Incisor Teeth. *J Dent Res.* 1961;40(1):105–18.
26. Harris EF, Hicks JD. A radiographic assessment of enamel thickness in human maxillary incisors. *Arch Oral Biol.* 1998;43(10):825–31.

27. Tagtekin DA, Öztürk F, Lagerweij M, Hayran O, Stookey GK, Çalışkan Yanikoglu F. Thickness measurement of worn molar cusps by ultrasound. *Caries Res.* 2005;39(2):139–43.
28. Stroud JL, English J, Buschang PH. Enamel thickness of the posterior dentition: Its implications for nonextraction treatment. *Angle Orthod.* 1998;68(2):141–6.
29. Proffit WR, Fields Jr. HW. *Contemporary Orthodontics*, 2nd. Edition. Missouri,ABD: Elsevier-Mosby Basımevi. 2000;82–3, 105, 575–6.
30. Bolton W. Disharmony in tooth size and it relation to the analysis and treatment of malocclusion. *The Angle orthodontist.* 1958;28:113–30.
31. Tuverson DL. Anterior interocclusal relations Part I. *Am J Orthod.* 1980;78(4):361–70.
32. Stroud JL, Buschang PH, Goaz PW. Sexual dimorphism in mesiodistal dentin and enamel thickness. *Dentomaxillofac Radiol.* 1994;23(3):169–71.
33. Paskow H. Self-alignment following interproximal stripping. *Am J Orthod.* 1970;58(3):240–9.
34. Thordarson A, Zachrisson BU, Mjör IA. Remodeling of canines to the shape of lateral incisors by grinding: a long-term clinical and radiographic evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1991;100(2):123–32.
35. Sheridan JJ, Armbruster P. Appliances for retention and tooth movement. In: Graber TM, Vanarsdall RL. *Orthodontics: Current principles and techniques*, 4th Ed. Missouri,ABD: Elsevier-Mosby Basımevi. 2005;1161-1162.
36. Frindel C. Clear thinking about interproximal stripping. *J Dentofac Anomalies Orthod.* 2010;13(2):187–99.
37. Gioka C, Eliades T. Interproximal enamel reduction (stripping): indications and enamel surface effects. *Hell Orthod.* 2002;5:21-32.
38. Laurell L, Romao C, Hugoson A. Longitudinal study on the distribution of proximal sites showing significant bone loss. *J Clin Periodontol.* 2003;30(4):346–52.
39. Bishara SE, Denehy GE, Goepferd SJ. A conservative postorthodontic treatment of enamel stains. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1987;92(1):2–7.

40. Hein C, Jost-Brinkmann PG, Schillai G. The enamel surface quality after interproximal stripping--a scanning electron microscopic assessment of different polishing procedures. *Fortschr Kieferorthop.* 1990;51(6):327–35.
41. Germeç D, Taner TU. Effects of extraction and nonextraction therapy with air-rotor stripping on facial esthetics in postadolescent borderline patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(4):539–49.
42. Boyd RL. Esthetic Orthodontic Treatment Using the Invisalign Appliance for Moderate to Complex Malocclusions. *J Dent Educ.* 2008;72(8):948–67.
43. Freeman JE, Maskeroni AJ, Lorton L. Frequency of Bolton tooth-size discrepancies among orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(1):24–7.
44. Heusdens M, Dermaut L, Verbeeck R. The effect of tooth size discrepancy on occlusion: An experimental study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(2):184–91.
45. Peck H, Peck S. Reproximation (enamel stripping) as an essential orthodontic treatment ingredient. Cook JT, Transactions of the Third Orthodontic Congress. Londra: Staples Basimevi. 1975;513–23.
46. Nie Q, Lin J. Comparison of intermaxillary tooth size discrepancies among different malocclusion groups. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(5):539–44.
47. Freitas KMS, De Freitas MR, Henriques JFC, Pinzan A, Janson G. Postretention relapse of mandibular anterior crowding in patients treated without mandibular premolar extraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;125(4):480–7.
48. Aasen TO, Espeland L. An approach to maintain orthodontic alignment of lower incisors without the use of retainers. *Eur J Orthod.* 2005;27(3):209–14.
49. Uslu Akçam Ö. Interproximal Enamel Reduction In Orthodontics. *J Ege Univ Sch Dent.* 2017;38(1):7–12.
50. Florman M, Jerrold L, Partovi M. Indefinite Orthodontic Retention. *Contin Educ Dig.* 2005;35–41.
51. Florman M, Lobiondo PE, Partovi M. Mastering interproximal reduction. *RDH.* 2006;26(12):33.

52. Florman M, Lobiondo PE, Partovi M. Creating space with interproximal reduction. Oklahoma, ABD: PennWell Basimevi. 2010;9-7
53. Sheridan JJ. Air-rotor stripping. *J Clin Orthod JCO*. 1985;19(1):43.
54. Sheridan JJ. John J. Sheridan, DDS, MSD, on air-rotor stripping. *J Clin Orthod JCO*. 2008;42(7):381–8.
55. Chudasama D, Sheridan JJ. Guidelines for contemporary air-rotor stripping. *J Clin Orthod*. 2007;41(6):315.
56. Meredith L, Farella M, Lowrey S, Cannon RD, Mei L. Atomic force microscopy analysis of enamel nanotopography after interproximal reduction. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2017;151(4):750–7.
57. Goodman J. Interproximal Reduction (IPR) for Dummies. *Oral Heal Journal*, Oral Heal Group Accessed. 2015;22.
58. 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):432–9.
59. Zingler S, Sommer A, Sen S, Saure D, Langer J, Guillon O, et al. 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):933–42.
60. Ten Cate JM, Arends J. Remineralization of artificial enamel lesions in vitro: III. A study of the deposition mechanism. *Caries Res*. 1980;14(6):351–8.
61. Arana EM. Clinical observations of enamel after acid-etch procedure. *J Am Dent Assoc*. 1974;89(5):1102–6.
62. Garberoglio R, Cozzani G. In vivo Effect of Oral Environment on Etched Enamel: A Scanning Electron Microscopic Study. *J Dent Res*. 1979;58(9):1859–65.
63. 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):127–37.
64. Baysal A, Uysal T, Usumez S. Temperature rise in the pulp chamber during different stripping procedures: An in vitro study. *Angle Orthod*. 2007;77(3):478–82.

65. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 1965;19(4):515–30.
66. Ottl P, Lauer H-C. Temperature response in the pulpal chamber during ultrahigh-speed tooth preparation with diamond burs of different grit. *J Prosthet Dent.* 1998;80(1):12–9.
67. Peyton FA. Temperature rise in teeth developed by rotating instruments. *J Am Dent Assoc.* 1955;50(6):629–32.
68. Öztürk B, Üşümez A, Öztürk AN, Ozer F. In vitro assessment of temperature change in the pulp chamber during cavity preparation. *J Prosthet Dent.* 2004;91(5):436–40.
69. Pereira JC d’Ornellas, Weissheimer A, de Menezes LM, de Lima EMS, Mezomo M. Change in the pulp chamber temperature with different stripping techniques. *Prog Orthod.* 2014;15(1):1–6.
70. Zachrisson BU, Nyøygård L, Mobarak K. Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;131(2):162–9.
71. Sikorska-Bochińska J, Jamroszczyk K, Łagocka R, Lipski M, Nowicka A. Dentinal hypersensitivity after vertical stripping of enamel. In: *Annales Academiae Medicae Stetinensis.* 2009. p. 65–7.
72. Zachrisson BU, Mjör IA. Remodeling of teeth by grinding. *Am J Orthod* 1975;68:545-53.
73. Radlanski RJ, Jäger A, Schwestka R, Bertzbach F. Plaque accumulations caused by interdental stripping. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1988;94(5):416–20.
74. Zachrisson BU, Minster L, Øgaard B, Birkhed D. Dental health assessed after interproximal enamel reduction: Caries risk in posterior teeth. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011;139(1):90–8.
75. Reynolds EC. Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: A review. *Spec Care Dent.* 1998;18(1):8–16.
76. Reynolds EC, Cain CJ, Webber EL, Black CL, Riley PF, Johnson IH, Perich JW. Anticariogenicity of calcium phosphate complexes of tryptic casein phosphopeptides in the rat. *J Dent Res.* 1995;74(6):1272–9.

77. Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *J Dent Res.* 1997;76(9):1587–95.
78. Paganelli C, Zanarini M, Pazzi E, Marchionni S, Visconti L, Alessandri Bonetti G. Interproximal enamel reduction: an in vivo study. *Scanning.* 2015;37(1):73–81.
79. Koretsi V, Chatzigianni A, Sidiropoulou S. Enamel roughness and incidence of caries after interproximal enamel reduction: A systematic review. *Orthodontics and Craniofacial Research.* 2014;17(1):1-13.
80. Trossello VK, Gianelly AA. Orthodontic treatment and periodontal status. *J Periodontol.* 1979;50(12):665–71.
81. Laurell L, Romao C, Hugoson A. Longitudinal study on the distribution of proximal sites showing significant bone loss. *J Clin Periodontol.* 2003;30(4):346–52.
82. Hirschfeld L, Wasserman B. A Long-Term Survey of Tooth Loss in 600 Treated Periodontal Patients. *J Periodontol.* 1978;49(5):225–37.
83. Vermynen K, De Quincey GNT, Van 'T Hof MA, Wolffe GN, Renggli HH. Classification, reproducibility and prevalence of root proximity in periodontal patients. *J Clin Periodontol.* 2005;32(3):254–9.
84. Årtun J, Osterberg SK, Kokich VG. Long-term effect of thin interdental alveolar bone on periodontal health after orthodontic treatment. *J Periodontol.* 1986;57(6):341–6.
85. Betteridge MA. The effects of interdental stripping on the labial segments evaluated one year out of retention. *Br J Orthod.* 1981;8(4):193–7.
86. Buzalaf MAR, Pessan JP, Honório HM, Ten Cate JM. Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Monogr Oral Sci.* 2011;22:97–114.
87. Robinson C, Shore RC, Brookes SJ, Strafford S, Wood SR, Kirkham J. The chemistry of enamel caries. Vol. 11, *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine.* 2000;11(4):481-95.
88. O'Reilly MM, Featherstone JDB. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: An in vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1987;92(1):33–40.

89. Rythén M, Norén JG, Sabel N, Steiniger F, Niklasson A, Hellström A, Robertson A. Morphological aspects of dental hard tissues in primary teeth from preterm infants. *Int J Paediatr Dent.* 2008;18(6):397–406.
90. Sydney-Zax M, Mayer I, Deutsch D. Carbonate Content in Developing Human and Bovine Enamel. *J Dent Res.* 1991;70(5):913–6.
91. Bohic S, Heymann D, Pouëzat JA, Gauthier O, Daculsi G. Transmission FT-IR microspectroscopy of mineral phases in calcified tissues. *Comptes Rendus l'Academie des Sci - Ser III.* 1998;321(10):865–76.
92. Ben Mohimd H, Kaaouara Y, Azaroual F, Zaoui F, Bahije L, Benyahia H. Enamel protection after stripping procedures: An in vivo study. *Int Orthod.* 2019;17(2):243–8.
93. Xue J, Li W, Swain M V. In vitro demineralization of human enamel natural and abraded surfaces: A micromechanical and SEM investigation. *J Dent.* 2009;37(4):264–72.
94. Hillson S. Biochemistry of dental tissues. In: *Dental Anthropology.* Londra: Cambridge Üniversitesi Basımevi. 2013;217–30.
95. Deutsch D, Pe'er E. Development of enamel in human fetal teeth. *J Dental Res* 1982;61:1543-51.
96. Deutsch D, Shapira L. Changes in mineral distribution and concentration during enamel development in the deciduous human maxillary and mandibular teeth. *Growth.* 1987;51(3):334–41.
97. Deutsch D, Gedalia I. Chemically distinct stages in developing human fetal enamel. *Arch Oral Biol.* 1980;25(10):635–9.
98. Arnold WH, Gaengler P. Quantitative analysis of the calcium and phosphorus content of developing and permanent human teeth. *Ann Anat.* 2007;189(2):183–90.
99. Liu H-Y, Chao J-H, Chuang C-Y, Chiu H-L, Yang C-W, Sun Y-C. Study of P, Ca, Sr, Ba and Pb Levels in Enamel and Dentine of Human Third Molars for Environmental and Archaeological Research. *Adv Anthropol.* 2013;03(02):71–7.
100. Lakomaa E-L, Rytömaa I. Mineral composition of enamel and dentin of primary and permanent teeth in Finland. *Eur J Oral Sci.* 1977;85(2):89–95.

101. Kodaka T, Debari K, Kuroiwa M. Mineral Content of the Innermost Enamel in Erupted Human Teeth. *J Electron Microsc.* 1991;40(1):19–23.
102. Sasaki T, Debari K, Garant PR. Ameloblast Modulation and Changes in the Ca, P, and S Content of Developing Enamel Matrix as Revealed by SEM-EDX. *J Dent Res.* 1987;66(3):778–83.
103. Hiller CR, Robinson C, Weatherell JA. Variations in the composition of developing rat incisor enamel. *Calcif Tissue Res.* 1975;18(1):1–12.
104. Hueb De Menezes Oliveira MA, Torres CP, Gomes-Silva JM, Chinelatti MA, Hueb De Menezes FC, Palma-Dibb RG, et al. Microstructure and mineral composition of dental enamel of permanent and deciduous teeth. *Microsc Res Tech.* 2010;73(5):572–7.
105. Brading MG, Joiner A, Kinane DF. Changes in oral health and condition with age. *Int Dent J.* 2009;59(6):309–20.
106. Axelsson P. *Diagnosis and Risk Prediction of Dental Caries.* Illinois, ABD: Quintessence Basimevi. 2000;2:321-23.
107. Arends J, Christoffersen J. The Nature of Early Caries Lesions in Enamel. *Journal of Dental Research.* 1986;65(1):2-11.
108. Marsh P. Microbiology of dental plaque biofilms and their role in oral health and caries. *Dental Clinics of North America.* 2010;54(3):441-54.
109. Peterson S, Snesrud E, Schork N, Bretz W. Dental caries pathogenicity: A genomic and metagenomic perspective. *International Dental Journal.* 2011;61(0 1): 11–22.
110. Stephan RM. Intra-Oral Hydrogen-Ion Concentrations Associated With Dental Caries Activity. *J Dent Res.* 1944;23(4):257–66.
111. Fejerskov O, Scheie AAA, Manji F. The Effect of Sucrose on Plaque pH in the Primary and Permanent Dentition of Caries-inactive and -active Kenyan Children. *J Dent Res.* 1992;71(1):25–31.
112. Pader M. *Oral Hygiene Products and Practice.* New York, ABD: Marcel Dekker Basimevi. 1988;225-71.
113. Lagerlöf F, Oliveby A. Caries-protective factors in saliva. *Advances in dental research.* 1994;8(2):229-38.

114. Stookey GK. The effect of saliva on dental caries. Vol. 139, *Journal of the American Dental Association*. 2008;139:11-17.
115. Stamm JW. Multi-function toothpastes for better oral health: A behavioural perspective. In: *International Dental Journal*. 2007;57(S5):363-351.
116. Eaton K, Carlile M. Tooth brushing behaviour in Europe: opportunities for dental public health. *Int Dent J*. 2008;58(S5):287-93.
117. Malinowski M, Duggal MS, Strafford SM, Toumba KJ. The effect on dental enamel of varying concentrations of fluoridated milk with a cariogenic challenge in situ. *J Dent*. 2012;40(11):929-33.
118. Duggal MS, Nikolopoulou A, Tahmassebi JF. The additional effect of ozone in combination with adjunct remineralisation products on inhibition of demineralisation of the dental hard tissues in situ. *J Dent*. 2012;40(11):934-40.
119. Smith BG, Knight JK. An index for measuring the wear of teeth. *Br Dent J*. 1984;156(12):435-8.
120. Barbour ME, Rees GD. The role of erosion, abrasion and attrition in tooth wear. Vol. 17, *Journal of Clinical Dentistry*. 2006;17(4):88-93.
121. Scheutzel P. Etiology of dental erosion-intrinsic factors. Vol. 104, *European journal of oral sciences*. 1996;104(2):178-90.
122. Lussi A, Jaeggi T. Erosion - Diagnosis and risk factors. *Clin Oral Investig*. 2008;12(S1):13-5.
123. Lussi A, Jaeggi T. Chemical Factors. In: *Dental Erosion From Diagnosis to Therapy*. In: *Dental Erosion*. Basel, İsviçre: Karger Basımevi. 2006;20:77-87.
124. Zero DT, Lussi A. Behavioral factors. *Monogr Oral Sci*. 2006;20:100-105
125. Imfeld T. Dental erosion. Definition, classification and links. *European journal of oral sciences*. 1996;104(2):151-5.
126. Hunter ML, Addy M, Pickles MJ, Joiner A. The role of toothpastes and toothbrushes in the aetiology of tooth wear. *Int Dent J*. 2002;52(5):399-405.
127. Addy M, Hunter ML. Can tooth brushing damage your health? Effects on oral and dental tissues. *International dental journal*. 2003;53(S3):177-86.
128. Xhonga FA, Wolcott RB, Sognaes RF. Dental Erosion: II. Clinical Measurements of Dental Erosion Progress. *J Am Dent Assoc*. 1972;84(3):577-82.

129. Bergstrom J, Lavstedt S. An epidemiologic approach to toothbrushing and dental abrasion. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1979;7(1):57–64.
130. Banerjee A, Watson T. *Pickard's manual of operative dentistry* 9th ed. Oxford, İngiltere: Oxford Üniversitesi Basımevi. 2011;157.
131. Järvinen V, Rytömaa I, Meurman JH. Location of dental erosion in a referred population. *Caries Res.* 1992;26(5):391–6.
132. Dahl BL, Carlsson GE, Ekfeldt A. Occlusal wear of teeth and restorative materials: A review of classification, etiology, mechanisms of wear, and some aspects of restorative procedures. Vol. 51, *Acta Odontologica Scandinavica.* 1993;51(5):299-311.
133. Dahl BL, Krogstad O, Karlsen K. An alternative treatment in cases with advanced localized attrition. *J Oral Rehabil.* 1975;2(3):209–14.
134. Hellak AF, Riepe EM, Seubert A, Korbmacher-Steiner HM. Enamel demineralization after different methods of interproximal polishing. *Clin Oral Investig.* 2015;19(8):1965–72.
135. Featherstone JDB. The continuum of dental caries - Evidence for a dynamic disease process. *Journal of Dental Research.* 2004;83.
136. Featherstone JDB. The science and practice of caries prevention. *J Am Dent Assoc.* 2000;131(7):887–99.
137. Wu HM, Zhao BJ, Chen D. The effect of different polishing methods on enamel after interproximal enamel reduction. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2008;17(1):96–9.
138. Bayram M, Kusgoz A, Yesilyurt C, Nur M. Effects of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate application after interproximal stripping on enamel surface: An in-vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(1):167–73.
139. Nanwal R, Gupta S, Bhambri E, Ahuja S, Kothari R. Comparative Evaluation of Newer Remineralizing Agents on Surface Characteristics of Tooth Surface After Slenderization: An In Vitro Study. *J Indian Orthod Soc.* 2020;1(7):65-70.
140. Zhao B jiao, Wu H miao. Enamel surface roughness after interproximal enamel reduction with different methods in vitro. *Shanghai J Stomatol.* 2011;20(1):51–4.

141. Rossouw PE, Tortorella A. A pilot investigation of enamel reduction procedures. *J Can Dent Assoc.* 2003;69(6):384–8.
142. 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):240–4.
143. 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;16(1).
144. Seitavuopio P. The roughness and imaging characterisation of different pharmaceutical surfaces. Helsinki,Finlandiya: Helsinki Üniversitesi Basımevi. 2006;1-72
145. Fischer ER, Hansen BT, Nair V, Hoyt FH, Dorward DW. Scanning Electron Microscopy. *Curr Protoc Microbiol.* 2012;25(1):2B.2.1-2B.2.47.
146. Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *Eur J Orthod.* 2004;26(3):333–8.
147. Abd Mutalib M, Rahman MA, Othman MHD, Ismail AF, Jaafar J. Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy-Dispersive X-Ray (EDX) Spectroscopy. In: Membrane Characterization. Johor, Malezya: Malezya Teknoloji Üniversitesi Basımevi. 2017;161–79.
148. Goldstein JI, Newbury DE, Echlin P, Joy DC, Lyman CE, Lifshin E, Sawyer L, Michael JR. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, 3rd edition. New York,ABD: Springer Basımevi. 2003;297-353.
149. Wieland M, Textor M, Spencer N, Brunette DM. Wavelength-dependent roughness: a quantitative approach to characterizing the topography of rough titanium surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 16: 163–81, 2001.
150. Field J, Waterhouse P, German M. Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *Journal of Dentistry.* 2010;38(3):182-90.
151. Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NHF. Comparison of two stylus methods for measuring surface texture. *Dent Mater.* 1999;15(2):79–86.
152. Horozoğlu E. Görüntü işleme ile yüzey pürüzlülüğü ölçümü ve analizi. Doktora tezi. Konya,Türkiye: Selçuk Üniversitesi Basımevi, 2013;1-57

153. Goel A, Singh A, Gupta T, Gambhir RS. Evaluation of surface roughness of enamel after various bonding and clean-up procedures on enamel bonded with three different bonding agents: An in-vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(5):608–16.
154. Quirynen M, Bollen CML. 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.
155. Klukowska M, Bader A, Erbe C, Bellamy P, White DJ, Anastasia MK, et al. Plaque levels of patients with fixed orthodontic appliances measured by digital plaque image analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011;139(5):463-70.
156. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod*. 1982;81(2):93–8.
157. Øgaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1989;96(5):423–7.
158. Ajlouni R, Bishara SE, Oonsombat C. Effect of water storage on the shear bond strength of a cyanoacrylate adhesive: clinical implications. *World J Orthod*. 2004;5(3):250–3.
159. Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Laffoon JF. Comparison of the shear bond strength of 2 self-etch primer/adhesive systems. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2004;125(3):348–50.
160. Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of Changing a Test Parameter on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets. Vol. 75, *Angle Orthodontist*. 2005.
161. Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998;114(5):514–9.
162. Kodonas K, Gogos C, Tziafas D. Effect of simulated pulpal microcirculation on intrapulpal temperature changes following application of heat on tooth surfaces. *Int Endod J*. 2009;42(3):247–52.

163. 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):485–90.
164. Eldeniz AU, Usumez A, Usumez S, Ozturk N. Pulpal temperature rise during light-activated bleaching. *J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater.* 2005;72(2):254–9.
165. Erdur EA, Akin M, Cime L, Ileri Z. Evaluation of Enamel Surface Roughness after Various Finishing Techniques for Debonding of Orthodontic Brackets. *Turkish J Orthod.* 2016;29(1):1–5.
166. Mohebi S, Shafiee HA, Ameli N. Evaluation of enamel surface roughness after orthodontic bracket debonding with atomic force microscopy. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(3):521–7.
167. Derise NL, Ritchey SJ, Furr AK. Mineral Composition of Normal Human Enamel and Dentin and the Relation of Composition to Dental Caries: I. Macrominerals and Comparison of Methods of Analyses. *J Dent Res.* 1974;53(4):847–52.
168. Fernando JR, Shen P, Sim CPC, Chen YY, Walker GD, Yuan Y, et al. Self-assembly of dental surface nanofilaments and remineralisation by SnF₂ and CPP-ACP nanocomplexes. *Sci Rep.* 2019;9(1):1–10.
169. Keinan D, Smith P, Zilberman U. Microstructure and chemical composition of primary teeth in children with Down syndrome and cerebral palsy. *Arch Oral Biol.* 2006;51(10):836–43.
170. He B, Huang S, Zhang C, Jing J, Hao Y, Xiao L, et al. Mineral densities and elemental content in different layers of healthy human enamel with varying teeth age. *Arch Oral Biol.* 2011;56(10):997–1004.
171. Falla-Sotelo FO, Rizzuto MA, Tabacnicks MH, Added N, Barbosa MDL. Analysis and discussion of trace elements in teeth of different animal species. *Br J Physics.* 2005;35(3B):761-2.
172. Davidson CL, Boom G, Arends J. Calcium distribution in human and bovine surface enamel. *Caries Res.* 1973;7:349–359.