



T.C.

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**DEMİNERALİZE MİNE YÜZEYİNİN FARKLI FLOR VERNİKLERİ
İLE TEDAVİSİNİN EDX İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE
KULLANILAN FLOR VERNİKLERİNİN BAĞLANMA DAYANIMINA
ETKİSİ**

Betül TURGAY

UZMANLIK TEZİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül GÜLEÇ

GAZİANTEP

2018



T.C.

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**DEMİNERALİZE MİNE YÜZEYİNİN FARKLI FLOR VERNİKLERİ
İLE TEDAVİSİNİN EDX İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE
KULLANILAN FLOR VERNİKLERİNİN BAĞLANMA DAYANIMINA
ETKİSİ**

Betül TURGAY

UZMANLIK TEZİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül GÜLEÇ

GAZİANTEP

2018

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DEMİNERALİZE MİNE YÜZEYİNİN FARKLI FLOR VERNİKLERİ
İLE TEDAVİSİNİN EDX İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE
KULLANILAN FLOR VERNİKLERİNİN BAĞLANMA DAYANIMINA
ETKİSİ

Betül TURGAY

Tez Savunma Tarihi: 10.08.2018

Kurum Onayı:

Prof.Dr. Kamile ERCİYAS

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

Bu tez çalışmasının bir 'Uzmanlık' derecesi için uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.

Dr. Öğr. Üyesi Merve GÖYMEN

Ortodonti Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir 'uzmanlık' tezi olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül GÜLEÇ

Tez Danışmanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir 'uzmanlık' tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül GÜLEÇ

.....

Dr. Öğr. Üyesi Merve GÖYMEN

.....

Dr. Öğr. Üyesi Hanife Nuray YILMAZ

.....

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

10.08.2018

BETÜL TURGAY

TEŞEKKÜR

Bugünlere gelmemde en büyük emeğin sahibi, yaptığı fedakarlıkları asla ödeyemeyeceğim, sevgisini ve şevkatini hiçbir zaman esirgemeyen, gönül rahatlığıyla çocuklarımı emanet edebildiğim ve onlara benden fazla annelik yapan, canım annem Fatma DAL'a

Elimi tuttuğu ilk günden beri maddi ve manevi desteğiyle yanımda olan, varlığıyla kendimi güvende hissetmeme vesile olan, hakkını ödeyemeyeceğim canım babam Fahri DAL'a

Tüm uzmanlık eğitimi süresince ayrı şehirlerde yaşamak zorunda kaldığım, yaşadığım zorlukları çözümsüz bırakmayan, mesleki görüşlerini esirgemeyen, varlığıyla huzur veren her daim yanımda olan hayat arkadaşım, can yoldaşım, eşim Ağız, Diş, Çene Cerrahisi Uzmanı DT. Berk TURGAY 'a

Kardeş olmanın en güzel duygularını yaşamamı sağlayan, uzakta olsalar da yardımına hızır gibi yetişeceklerini bildiğim çok sevdiğim kardeşlerim Veli Akın Dal'a ve Mustafa Ercan DAL 'a,

Hayatımın en önemli varlıkları olan oğlum Yiğit Barış TURGAY 'a ve kızım Beste TURGAY 'a

Uzmanlık eğitimim ve tezimin hazırlanma sürecindeki yardımlarından dolayı danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül GÜLEÇ 'e

Uzmanlık eğitimine başladığımız günden beri asistanlığıyla hocalığıyla yanımızda olan hocam Dr. Öğr. Üyesi Merve GÖYMEN'e

İyi günde kötü günde yanımda olan çok değerli Ortodonti Anabilim Dalı asistan arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
KISALTMALAR VE SİMGELER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
RESİMLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ	x
ÖZET	1
ABSTRACT	2
1.GİRİŞ ve AMAÇ	3
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1. Diş Minesi ve Minenin Yapısal Özellikleri	4
2.2 Demineralizasyon Süreci	4
2.3. Beyaz Nokta Lezyonlarının Oluşumu ve Yapısı.....	6
2.4 Sabit Ortodontik Tedavi ile Mine Demineralizasyonun İlişkisi	6
2.5 Çürük Oluşumunun Engellenme Mekanizmaları.....	8
2.5.1 Dental plağın mekanik yöntemlerle uzaklaştırılması	9
2.5.1 Antimikrobiyal ajanların kullanımı	10
2.5.2 Florür uygulamaları	11
2.5.2.1 Fluoridle ilgili genel bilgiler.....	11
2.5.2.2.1 Ev tipi uygulamalar	12
2.5.2.2.1.1 Diş macunları.....	12
2.5.2.2.1.2 Florürlü jeller.....	13
2.5.2.2.1.3 Florür içeren gargaralar	14
2.5.2.2.2 Profesyonel uygulamalar	15
2.5.2.2.2.1 Florürlü vernikler.....	15
2.5.2.2.2.3 Ortodontik adeziv ve simanlar.....	17
2.5.2.2.2.4 Florür salınımı yapan yüzey örtücüler.....	19
2.5.2.3 Florür salınım özellikleri	20
2.5.2.4 Florürün yeniden yüklenebilme özellikleri	21
2.5.3 Çürük lezyonlarını durdurmaya yönelik uygulamaların ortodontik braketlerin bağlanma dayanımı üzerine olan etkileri.....	22
2.6 Sabit mekaniklerde yapıştırma işlemi	23
2.6.1 Diş yüzeyinin temizlenmesi	23

2.6.2	Minenin pürüzlendirilmesi	24
2.6.2.1	Asit ile pürüzlendirme	24
2.6.2.1.1	Asit türü ve derişikliği	25
2.6.2.1.2	Asit uygulama süresi	25
2.6.2.2	Mikro pürüzlendirme	25
2.6.2.3	Lazer ile pürüzlendirme	26
2.6.2.4	Kendinden asitli primerler (SEP) ile pürüzlendirme	26
2.6.3	Yapıştırıcılar ve uygulamaları	26
2.6.3.1	Cam iyonomer simanlar	26
2.6.3.2	Rezin modifiye cam iyonomer simanlar	27
2.6.3.3	Kompomerler	27
2.6.3.4	Adeziv rezinler	27
2.6.3.4.1	Kimyasal aktive olan adezivler	27
2.6.3.4.2	Işıkla aktive olan adezivler	27
2.6.3.4.3	Nem ile aktive olan adezivler	28
2.6.4	Işık kaynakları	28
2.6.4.1	Halojen ışık kaynakları	28
2.6.4.2	Argon lazerleri	28
2.6.4.3	Plazma ark ışık kaynakları	28
2.6.4.4	Işık veren diyotlar (LED)	28
2.7	Demineralizasyon sonrası mine yüzeyinde meydana gelen değişiklikler	29
2.7.1	Kalitatif değerlendirmeler	29
2.7.2	Kantitatif değerlendirmeler	29
2.7.3.2.1	EDX (Energy dispersive x-ray) analizi	30
3.	GEREÇ VE YÖNTEM.....	31
3.1	GEREÇ.....	31
3.1.1	Braketler	31
3.1.2	Pürüzlendirme materyali	31
3.1.3	Kompozit yapıştırıcı	31
3.1.4	LED ışık cihazı	31
3.1.5	Florür vernikleri.....	31
3.1.5.1	Voco Bifluoride 12	31
3.1.5.2	Enamel Pro Vernik	32
3.1.5.3	Colgate Duraphat Vernik.....	32
3.1.6	Dişler	33

3.1.6.1 Dişlerin saklanma koşulları	33
3.1.6.2 Diş seçim koşulları	33
3.2 YÖNTEM.....	33
3.2.1 Dişlerin hazırlanması ve saklanması	33
3.2.2 EDX analizi için dişlerin hazırlanması.....	34
3.2.2.1 Birinci EDX ölçümlerinin yapılması.....	34
3.2.2.2 Demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonlarının hazırlanması.....	35
3.2.2.3 İkinci EDX ölçümlerinin yapılması.....	36
3.2.2.4 Florür verniklerinin uygulanması	37
3.2.2.5 Üçüncü EDX ölçümlerinin yapılması	38
3.2.2.6 Braketlerin yapıştırılması ve kırılması	38
3.2.3 İstatistiksel yöntem.....	39
4. BULGULAR.....	40
4.1 Kalsiyum Elementinin Başlangıç (T0) ve PH Siklusu Uygulaması Sonrası (T1) Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları	40
4.2 Fosfor Elementinin T0 ve T1 Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları	40
4.3 Flor Elementinin T0 ve T1 Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları.....	41
4.4 Kalsiyum Elementinin Başlangıç (T0), PH Siklusu Uygulaması (T1) ve Flor Vernikleri Uygulaması Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları	43
4.5 Fosfor Elementinin T0, T1 ve T2 Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları.....	43
4.6 Flor Elementinin T0, T1 ve T2 Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları.....	44
4.7 Bağlanma Dayanımı Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları.....	48
4.8 Mine Yüzeyindeki Kalsiyum, Fosfor ve Flor Konsantrasyonları ile SBS Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi.....	51
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	52
5.1 Amacın tartışılması	52
5.2 Gereç ve Yöntemin Tartışılması	54

5.3 Bulguların Tartışılması.....	59
5.3.1. Bağlanma dayanımının değerlendirilmesi	64
6. KAYNAKLAR	69
7. EKLER	81
.....	83
8. ÖZGEÇMİŞ	84



KISALTMALAR VE SİMGELER

Bu çalışmada kullanılmış olan bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

A: Angstrom

APF: Asidüle Fosfat Florür

AmF: Amin Florür

AlF₃: Alüminyum Florür

ARI: Kalan Artık Adeziv İndeksi

Ca: Kalsiyum

CO₂: Karbon Dioksit

CaF₂: Kalsiyum Florür

CIS: Cam İyonomer Siman

CaCl₂: Kalsiyum Klorür

EDX: Enerji Dağılımlı X Işını

pH: Power Of Hidrojen (Hidrojenin gücü)

P: Fosfor

H: Hidrojen

HCO₃: Bikarbonat

F: Flor

mm³: Milimetre Küp

H₂CO₃: Karbonik Asit

PO₄: Fosfat

mm: Milimetre

OH: Hidroksil

µm: Mikrometre

Na: Sodyum

ppm: Parts Per Million (Milyonda Bir)

Mg: Magnezyum

gr: Gram

mg: Miligram

sn: Saniye

mM: Milimol

mpa: Megapaskal
H₂O: Su
mW: Miliwatt
kg/cm²: kilogram/santimetrekare
kg/mm²: kilogram/milimetrekare
NaF: Sodyum Florür
mw/cm²: miliwatt/santimetrekare
SnF₂: Stanöz Florür
IgG: İmmünglobulin G
NaHCO₃: Sodyum Bikarbonat
NaH₂PO₄: Monosodyum Fosfat
SEP: Kendinden Asitli Primer
HCl: Hidroklorik Asit
NaOH: Sodyum Hidroksit
LED: Işık Yayan Diyot
NaCl: Sodyum Klorür
H₃PO₄: Fosforik Asit
SEM: Taramalı Elektron Mikroskopisi
SBS: Bağlanma dayanımı
MDPB: Bonding Sistemlerine Eklenen Antimikrobiyal Monomerler
RMCIS: Rezinle Modifiye Cam İyonomer Siman

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1: Dişlere Bifluorid 12 Verniği Uygulanması Sonrası Yapılmış EDX Analizi
Örneği 47



RESİMLER LİSTESİ

Resim 3.1: Voco Bifluorid 12 (137)	32
Resim 3.2: Premier Enamel Pro Varnish (138).....	32
Resim 3.3 : Colgate Duraphat Varnish (139).....	33
Resim 3.4 : Energy dispersive x-ray ölçümlerinin yapıldığı SEM cihazı.....	35
Resim 3.5 : Demineralizasyon- Remineralizasyon Solüsyonlarının Hazırlanması	36
Resim 3.6: Voco Bifluorid 12 Uygulanması.....	37
Resim 3.7: Premier Enamel Pro Varnish uygulanması	37
Resim 3.8: Colgate Duraphat Vernik Uygulanması.....	38



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1: Çalışma Grupları	34
Tablo 4.1: Başlangıç (T0) ve PH Siklusu Uygulaması (T1) Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları	42
Tablo 4.2: Başlangıç (T0), PH Siklusu Uygulaması Sonrası(T1) ve Flor Vernikleri Uygulaması (T2) Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine Ölçümlerinin Karşılaştırma Sonuçları	45
Tablo 4.3: Başlangıç (T0), PH Siklusu Uygulaması (T1) ve Flor Vernikleri Uygulaması (T2) Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları	46
Tablo 4.4: Bağlanma Dayanımı Ölçümlerine İlişkin Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları	49
Tablo 4.5: Yüzeydeki Kalsiyum, Fosfor ve Flor Konsantrasyonları ile SBS Arasındaki Korelasyon	50

ÖZET

DEMİNERALİZE MİNE YÜZEYİNİN FARKLI FLOR VERNİKLERİ İLE TEDAVİSİNİN EDX İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE KULLANILAN FLOR VERNİKLERİNİN BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİ

Betül TURGAY

Uzmanlık Tezi Ortodonti Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül GÜLEÇ

Ağustos 2018, 98 Sayfa

Amacımız, yetersiz ağız hijyenine sahip hastaların ortodontik tedavileri öncesi mine yüzeyinde remineralizasyon sağlamak amacıyla kullanılabilecek flor verniklerinden (Bifluoride 12, Enamel Pro Varnish ve Colgate Duraphat) hangisinin daha etkin olduğunun tespit edilmesi ve uygulanan verniklerin braketlerin bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmektir. Bu çalışma, 100 adet çekilmiş insan dişi üzerinde yapılan in vitro bir çalışmadır. Bu çalışmada kullanılan premolar dişler çalışmamızdan bağımsız olarak ortodontik yer darlığı endikasyonu ile çekilmiş dişlerin toplanmasıyla elde edilmiştir. Dişler, her grupta 20'şer diş olacak şekilde 5 gruba ayrılmıştır. İlk grubumuz A grubu olarak tanımlanmış ve bu gruba sadece braket yapıştırılıp kırılarak bağlanma dayanımı değerlendirilmiştir. B grubu pH siklusuna maruz bırakılmış, siklus sonrası mine yüzeyinde bulunan kalsiyum, fosfor ve flor konsantrasyonu enerji dağılımlı X ışını (EDX) cihazı ile ölçülmüş ve sonrasında braket yapıştırılıp kırılarak bağlanma dayanımı değerlendirilmiştir. C, D ve E gruplarındaki dişlerin pH siklusu öncesi, sonrası ve vernik uygulaması sonrası mine yüzeyindeki mineral konsantrasyonu EDX cihazı ile ölçülmüştür. Son olarak C, D ve E gruplarındaki dişlere de braket yapıştırılıp kırılarak bağlanma dayanımı incelenmiştir. Yapılan ölçümler göstermiştir ki; dişler demineralizasyona uğradıktan sonra mine yüzeyindeki kalsiyum konsantrasyonu azalmıştır. Flor verniklerinin uygulanması sonrası mine yüzeyindeki flor konsantrasyonunda anlamlı bir artış meydana gelmiştir. Braketlerin sağlam mine yüzeyine bağlanma dayanımı demineralizasyona uğramış ya da florür verniği uygulanmış dişlerle kıyaslandığında anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bağlanma Dayanımı, Bifluoride 12, Colgate Duraphat, Enamel Pro Varnish, Enerji Dağılımlı X-Işını,

ABSTRACT

EDX ASSESSMENT OF DEMINERALIZED ENAMEL SURFACE TREATMENT WITH DIFFERENT FLUORIDE VARNISHES AND EFFECTS OF FLUORIDE VARNISHES TO SHEAR BOND STRENGTH

Betül TURGAY

Thesis, Department Of Orthodontics

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül GÜLEÇ

Ağustos 2018, 98 Page

Our aim is to determine which fluoride varnish is more efficient in remineralization prior to orthodontics treatment of patients with poor oral hygiene and to evaluate the effects of applied fluoride varnishes (Bifluoride 12, Enamel Pro Varnish ve Colgate Duraphat) to shear bond strength (SBS). This research is an in-vitro study conducted on 100 extracted human teeth. The teeth used in this study were acquired by extraction due to malocclusion independent from our study. All the teeth were distributed into 5 groups. First group is defined as Group A and only bonded with brackets and debonded to evaluate SBS. Group B submitted to pH cycling, after cycling the concentration of calcium, phosphorus and fluoride on the enamel and then bonded with brackets and debonded to evaluate SBS surface were measured with energy dispersive X-ray (EDX). After their first measurement the teeth were submitted to pH cycling. After pH cycling, enamel surfaces were evaluated with EDX. The mineral concentration of enamel surfaces of C, D and E; were evaluated with EDX before pH cycling, after pH cycling and after fluoride varnishes were applied. Eventually teeth in groups C, D and E were bonded with brackets and debonded to evaluate SBS. The measurements showed that; after demineralization calcium concentration on enamel surface is decreased. After the application of fluoride varnishes, fluoride concentration on enamel surface is increased significantly. Shear bond strength of brackets to sound enamel is significantly higher compared to demineralized or fluoride varnish applied teeth.

Key words: Bifluoride 12, Colgate Duraphat, Enamel Pro Varnish, Energy Dispersive X-Ray, Shear Bond Strength

1.GİRİŞ ve AMAÇ

Gelişmekte olan ülkelerde diş çürüğü önemli bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Diş çürüğü diş minesinin hidroksi apatit kristallerinde moleküler değişikliklerle başlar. Bu değişiklikler mine yüzeyindeki beyaz lezyonlarla kendini belli eder. Bu durum tükürükteki koruyucu tamponlama mekanizmalarının devamlı kalsiyum ve fosfat iyonu kaybı karşısında yetersiz kalması sonucu meydana gelir. Buna demineralizasyon adı verilir (1).

Literatürde çürükten korunma yöntemlerinin başında çocukluk yıllarında önerilen flor uygulamalarını görmektedir. Pek çok ülkede içme sularının florlanması ile toplumun genelindeki çürük insidansı azaltılmaya çalışılmaktadır. Bunun yanı sıra bireysel çürükten korunma yöntemlerinin başında diş macunları ve gargaralar sayılabilmektedir. Diş hekimleri tarafından profesyonel anlamda uygulanan çürükten korunma yöntemleri arasında florün yüksek konsantrasyonlu jel ve verniklerinin kullanımı sayılabilir (2). Çürük riski orta, yüksek veya çok yüksek olan bireylerde flor verniklerinin aylık, 3 aylık veya 6 aylık sıklıklarla kullanımı demineralizasyonu engellemek ve oluşmuş lezyonların remineralizasyonunu sağlamak için önerilmektedir (3). Ayrıca hastanın kooperasyonunu gerektirmeyen uygulamaların daha başarılı olduğu rapor edilmiştir (4).

Flor uygulamaları sonucu mine yüzeyinde kalsiyum florüre benzer yapıda rezervuar görevi gören bileşikler oluşur. PH'ın düşmesiyle bu bileşiklerden flor serbestleşir ve flor apatit bileşiklerinin oluşması indüklenir. PH yükseldiğinde ortamda bulunan flor, flor apatit kristalleri halinde yüzeye çökerek remineralizasyona katkıda bulunur (5).

Literatür incelendiğinde; çürük önlemede kullanılan topikal flor içeren ürünlerin uygulandığı mine yüzeyine ortodontik braketlerin bağlanma dayanımını inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların bir kısmı flor verniklerinin bağlanma dayanımını önemli ölçüde azalttığını savunurken (6), bir kısmı da bağlanma dayanımını arttırdığını iddaa etmektedir (7). Öte yandan bazı çalışmalar da asitleme öncesi veya sonrası topikal flor uygulanmasının bağlanma dayanımına etki etmediğini bildirmişlerdir (8).

Çalışmamızın amacı; ağız hijyeni yetersiz bireylerin ortodontik tedavi ihtiyacının karşılanabilmesi için tedavi öncesi mine yüzeyinde remineralizasyon sağlamak amacıyla kullanılacak flor verniklerinden hangisinin daha etkin olduğunun kantitatif bir analiz yöntemi olan enerji dağılımlı x ışını (EDX) ile tespit edilmesi ve uygulanan verniklerin braketlerin bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmektir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Minesi ve Minenin Yapısal Özellikleri

Dişin mine tabakası ektodermal kökenli olup ameloblast hücreleri tarafından meydana getirilmiştir. Mine dentin tabakasını örtü gibi çevreler.

İnsan vücudundaki en iyi mineralizasyon gösteren doku olan minenin ağırlıkça % 95-98' ini inorganik materyaller, % 1-2' sinin organik yapı, % 3' ünü de su oluşturur (9).

Apatit kristallerinden hidroksi apatitler, hacimce minenin %90-92'sini oluştururlar. Kristal örgü şeklinde ve en fazla bulunan bileşenlerdir. Minede, dentinde, sementte, kalsifiye olmuş kıkırdak dokusunda ve kemikte bulunurlar. Hidroksi apatit kristalleri kalsiyum (Ca^{+2}), fosfat (PO_4^{-3}) ve hidroksil (OH^-) moleküllerinin heksagonal konfigürasyonundan oluşur. Sodyum (Na^{+1}) ve magnezyum (Mg^{+2}) da minenin yapısında fazla miktarda bulunan inorganik bileşiklerdir. Bunların dışında karbonat, kadmiyum, klorit, demir, stronsiyum, florür ve kurşun gibi iyonlar da apatit kristalleri oluşturabilirler (10).

Minedeki suyun %25' i apatit kristallerine bağlıdır ve geri kalan kısmı apatit kristallerini örtü gibi sarar. Minenin temel yapıtaşı mine prizmasıdır. Minenin 1 mm^3 hacminde 3000-4000 kadar mine prizmasına rastlanır. Mine prizmaları arası organik matrisle desteklenmiştir ve organik matriks su ve organik maddelerden oluşur. Minenin poröz bir doku olmasından dolayı küçük asit molekülleri, florür, kalsiyum, fosfat gibi moleküllerin geçişi ile remineralizasyon ve demineralizasyon süreçleri gerçekleşir (11).

2.2 Demineralizasyon Süreci

Diş minesinden iyonların iyon formunda ayrılmaları demineralizasyon olarak tanımlanır. Uygun pH'da mine matriksinden ayrılan iyonların tekrar mine yapısına katılması olayına ise remineralizasyon denir. Hidroksiapatit kristalinin oluşması için gereken mineralleri içeren tükürük ile minenin mineral yapısı denge halindedir. Böylece demineralizasyon ve remineralizasyon süreçleri birbirini takip eder (12).

Ortam pH' sı 5,5 ve altına indiği zaman mine çözülmeye başlar, bu pH değerine kritik pH denir. Plak sıvısı Ca^{+2} ve PO_4^{-3} iyonlarına doymamışsa minede çözünme başlar, bu yüzden plak pH' sı önem kazanır. Plak sıvısındaki asitler ancak belli bir konsantrasyonda mineye difüze olabilir. Kritik pH; ortamdaki flor konsantrasyonuna, Ca^{+2} ve PO_4^{-3} iyonlarının varlığına ve ortamdaki asit tipine göre farklılık gösterir (12).

Demineralizasyon; plak içerisinde bulunan asitlerin yeterli düzeyde bir konsantrasyona ulaştığı zaman mine yüzeyine teması ve mine içine difüze olmasıyla başlar. Dental plaktan diş yüzeyine H⁻ iyonlarının geçmesi ve mineden çözünen iyonların plağa geçmesi demineralizasyon olarak değerlendirilebilir. Karbonhidratların fermente olmasıyla plakta H⁻ iyonu artar. Bu H⁻ iyonları hidroksi apatit kristalleri etrafında bulunan porlardaki sıvıya difüze olur. Mine yüzeyinde hali hazırda bulunan Ca⁺² ve PO₄⁻³ iyonları dental plağa geçer, böylece demineralizasyon prosesi başlamış olur (13).

Minenin demineralizasyonu minenin yapısal özelliklerine göre değişir. Minenin esas yapısını oluşturan hidroksi apatit kristalleri, kalsiyum hidroksit ve kalsiyum karbonattan meydana gelir. Kalsiyum karbonat, apatit kristallerinin çözünmesinde esas rolü oynar. Apatit kristallerinin merkezinde daha fazla karbonat mevcuttur, bu yüzden apatit kristallerinin merkezi demineralizasyona daha yatkındır ve çözünme içten dışa doğru başlar (14).

Mine yapısının demineralizasyona kolay uğramasının bir sebebi de kristaller arası boşlukların asidin derinlere ilerlemesine neden olan oluklar gibi davranmasıdır. Mine kristalleri çözüldükten sonra prizma kınları da çözünerek minenin daha geçirgen bir yapı oluşturmaya sebep olur. Çözünme devam ettikçe mine çatlakları ve lamelleri de genişleyerek daha derine açılan kanallar haline gelirler (15).

Demineralizasyon; diş, diyet ve mikroorganizmaların da dahil olduğu multifaktoriyel bir prosestir. Mikrobiyal aktivite ile başlayıp dentin ve sementin çözünmesiyle devam eder. Diş çürüğü ve demineralizasyonun meydana gelmesi üzerine birçok teori vardır. Bunlar; oto-immünite, sükröz şelasyon, proteoliz şelasyon, asidojenik ve proteolitik teorilerdir. Bu teoriler arasından asidojenik teori, günümüzde en çok kabul gören teoridir. Asidojenik teoriye göre plakta bulunan mikroorganizmalar karbonhidratları fermente ederek asit meydana getirirler. Başlangıç seviyesindeki pH değeri hızla düşer, belli bir süre pH seviyesini korur ve başlangıç seviyesine yavaş yavaş yükselir. Dental plak attıkça içeriğindeki karbonhidrat miktarı ve bakteri sayısı artar. Karbonhidrat yoğunluğu arttıkça plak daha yapışkan hale gelir ve diş yüzeyi tükürükle etkili bir şekilde yıkanamaz. Dolayısıyla plak pH'sı daha da düşer. Plak pH'sının 1-3 dakikalık süreyle 5'in altına inmesiyle diş yüzeyi çözünmeye başlar (16).

2.3. Beyaz Nokta Lezyonlarının Oluşumu ve Yapısı

Mikrobiyal dental plak bakterilerinin meydana getirdiği asit ile mine dokusunun 20 µm ile 50 µm derinliğine kadar demineralizasyon gerçekleşmektedir. Çözünme ilerledikçe mine yüzeyinde meydana gelen yıkım klinik olarak görülebilir hale gelir. Diş çürüğü başlangıç döneminde opak beyaz çizgiler ve yeşilimsi beyaz noktalar halinde görülür. Erken dönemde görülen bu lezyonlar beyaz nokta lezyonları olarak isimlendirilir. Bu lezyonlar dişin kurutulmasıyla daha iyi görülürler ve etrafındaki mine dokusuna göre daha yumuşaktır. Tebeşirimsi bir görüntüsü olan ve poröz yapıda olan lezyonlar aktif lezyonlardır. İnaktif dönemde ya da iyileşme prosesinde iken süt beyazı rengindedirler ve poröz değildirler. Lezyonlar derinleştikçe artık maddelerin diş dokusuna çökmesiyle lezyonların rengi koyulaşır (17).

Beyaz nokta lezyonları ışık mikroskobu ile dıştan içe incelendiğinde 4 tabaka görülür:

1. Yüzeyel tabaka: Sağlıklı bir minede mine prizmaları arası boşluk %0,1 iken, yüzeyel tabakada %1-5 arası görülür. Bu tabakada çözünme azdır.
2. Lezyonun gövdesi: Çözünmenin en fazla, lezyonun en geniş olduğu tabakadır.
3. Karanlık alan: Prizmalar arası mesafe %2-4'tür.
4. Transludent tabaka: Prizmalar arası mesafe %1'dir. Bu tabaka beyaz lezyonların tamamında olmayabilir.

2.4 Sabit Ortodontik Tedavi ile Mine Demineralizasyonun İlişkisi

Sabit mekaniklerle yapılan ortodontik tedavi sırasında yaşanan en önemli yan etkilerden biri, mine demineralizasyonlarıdır. Ortodontik tedavi gören gençlerde, erişkinlere oranla demineralizasyon görülme sıklığı fazladır. Araştırmalarda bir aylık tedavi süresinde braket etrafında çözünmelerin başladığı ve en fazla çözünmenin %15 ile %85 oranında dişlerin labialinde görüldüğü tespit edilmiştir (18).

Ortodontik tedavi sırasında kullanılan materyallerin kimyasal ve yüzey özellikleri plak tutuculuğunu değiştirebilir. Braket çevresindeki taşkın materyaller, tükürüğün içeriği ve akış hızı, minedeki mineral yoğunluğu, aparey dizaynı ve beslenmenin içeriği beyaz nokta lezyonu meydana gelmesinde önemli faktörlerdir. (19).

Ortodontik tedavide kullanılan sabit mekanikler ağızda streptococcus mutans (S. Mutans) ve lactobacillus miktarında artmaya sebep olur (20). Balensefien ve Madonia (21), tedavi öncesinde, tedavi sırasında ve tedavi sonrasında ağızdan aldıkları plak örneklerinin değerlendirilmesi sonucunda; tedaviye başlamadan önce ve bittikten sonra daha az

miktarda lactobasil ve streptokok izole ettiklerini, ancak tedavi sırasında mikroorganizma sayısında en fazla artışın olduğunu tespit etmişlerdir. Bloom ve Brown (22) ortodontik tedaviye başladıktan sonra, streptokok, laktobasil ve stafilokok sayısında artış olduğunu belirtmişlerdir. Scheile ve ark (23), bant tatbik etme işlemi sırasında S. mutansın rezervuar alanlarının uzaklaştırılmasından dolayı tükürük ve plakta bakteri sayısında azalma olduğunu ancak tedavinin 3 ayından itibaren bu sayının tedaviye başlamadan önceki seviyeyi aştığını bildirmişlerdir.

Ortodontik tedavide, dişlerin braketlenirken mine dokusunda meydana getirdiği hasar da demineralizasyon alanlarının artmasının nedenlerinden biridir. Tedavi başlangıcında asitleme işlemi, tedavi bitiminde braketlerin sökülmesi ve mine yüzeyinde kalan artık maddelerin temizlenmesi aşamalarında mine yapısında kayıplar meydana gelir ve mine yüzeyi çözünmeye daha yatkın hale gelir. Braket yapıştırmadan önce yüzeyin temizlenmesi ile 5 µm, asit sonrası 10 µm, braketlerin çıkarılıp artıkların uzaklaştırılması sırasında 50 µm' lik mine kaybı söz konusudur (24).

Artun ve Thylstrup, ortodontik tedavi bittikten sonra çürüğe neden olan faktörlerin azalması sebebi ile beyaz nokta lezyonların oluşmasının azalacağını, aktif olmayan çürüklerin daha az belirgin hale gelebileceğini, geriye kalan hasarlı minenin estetik sorunlar oluşturabileceğini belirtmişlerdir (25).

Taylor ve ark'nın 280 ortodontik hastayı içeren çalışmalarında; hastaların yarısından fazlasında ağız hijyeninin iyi olmadığını, çürük riskinin yüksek olduğunu ve 5 hastadan birinde çürük lezyonuna rastlanıldığını belirtmişlerdir. Tedavi bitiminden sonra beyaz nokta lezyonlarının %50'sinde iyileşme olduğunu ancak bu durumun lezyonun mineralize olmasından değil, mine dokusunun zamanla aşınmasından dolayı olduğunu belirtmişlerdir (26). Lezyonlar başlangıç aşamasında iken ortamda florür varsa remineralize olabilirler. Lezyonlar ilerlediğinde minenin derin tabakalarına kadar uzandıklarından remineralizasyonları gerçekleşmemektedir. Bu yüzden demineralizasyonun başlamasına engel olup, remineralizasyonu arttırmak tedavi sırasındaki ana hedefimiz olmalıdır (25).

Gorelick ve ark. ortodontik tedavi görmüş bireylerin görmeyenlere kıyasla daha fazla demineralizasyon alanına sahip olduğunu ve en çok etkilenen alanın üst lateral gingivale yakın labial yüzeyinin olduğunu belirtmişlerdir. Klinik kronunun küçük olması ve braketle dişeti arası mesafenin az olmasına bağlı iyi temizlenememesinden dolayı üst

lateral dişin en fazla etkilendiğini savunmuşlardır (27). Banks ve Richmond, demineralizasyondan en fazla üst çenede yan kesici ve kaninlerin, alt çenede de kaninlerin ve alt premolarların etkilendiğini rapor etmişlerdir (28).

2.5 Çürük Oluşunun Engellenme Mekanizmaları

Çürüğün meydana gelmesini önleyen esas yapı tükürüktür. Tükürük; su, organik ve inorganik komponentlerden oluşur. Proteinler organik kısmının %0,1 ile %0,2'sini oluşturur. Tükürük az miktarda lipid ve karbonhidrat da içerir. İnorganik kısmı elektrolitlerden oluşur. Kalsiyum ve inorganik fosfat tükürüğün çözünürlük ürünleridir. Bu ürünler remineralizasyona dahil olurlar ve pH'ı dengeleyerek tamponlama sistemini devreye sokarlar. Remineralizasyona katılıp diş yapısını güçlendiren diğer bir mineral de florürdür. Bu elektrolitlere ek olarak bikarbonat ve fosfat da tamponlama sistemini devreye sokarak pH'ın dengelenmesini sağlar. Tükürükte bikarbonat iyonu daha fazladır bu nedenle bikarbonat tampon sistemi daha fazla aktif olur. Tükürükte bikarbonat iyonu HCO_3^- formunda bulunur, asit ise H^+ iyonu şeklindedir. İki birleşince H_2CO_3 meydana gelir. Ancak bu yapı stabil olmadığından CO_2 buharlaşır ve geriye H_2O kalır. Tükürükteki tiyosiyanatlar laktoperoksidaz enziminin etkisiyle ortamda peroksidaz olduğunda hipotiyosiyanatlara dönüşür ve antibakteriyel özellik gösterir. Yine tükürükte bulunan üre ve ürik asit de amonyağa çevrilir ve amonyak da antibakteriyel özellik gösterir (29). Lizozim ve laktoferrin de antimikrobiyal özellik gösteren tükürük bileşenleri arasındadır (30). Tükürükte immunglobulinler de bulunmaktadır ve çürük insidansı fazla olan hastaların serumlarında yüksek oranda Ig G antikor görölmüştür, bu da çürüğe dirençli olan bireylerde Ig G antikor üretiminin daha kolay oluşturulabileceğini düşündürebilmektedir (31).

Diyetin kontrol altına alınması, diş minesinin çözünmesine engel olan faktörlerden biridir. Karbonhidrat ağırlıklı beslenme durumunda fermente edilebilen maddelerin sindirimi sonucu oluşun asit, plak pH'sının düşmesine neden olur. Asit üreten maddelerin kullanımının artmasıyla diş yüzeyi sürekli asitle temas eder ve mine yüzeyi tamir olamayacağı için mineral kaybı gerçekteşir (32).

Ortodontik ataşmanların ağız içindeki varlığı yeterli oral hijyen sağlanmasını zorlaştırmaktadır. Braket ve bantların çevresinde oluşun plak birikimi sonucu asidik bakterilerin kolonizasyonu gerçekteşmektedir. S. Mutans ve laktobasiller daha çok

braketle gingival kenar arasında ve bantlarla diş yüzeyi arasında çoğalırlar. Yeterli oral hijyenin sağlanması, mine çözünmesinin önüne geçecek engellerden biridir (33).

Diş minesinin çözünmesi; ağız hijyen eğitimi verilmesi ve diyetin kontrol altına alınması dışında, antimikrobiyal ajanlar kullanılması ve florür uygulamaları ile de azaltılabilmektedir (32).

2.5.1 Dental plağın mekanik yöntemlerle uzaklaştırılması

Dental plak, çürüklerin ve periodontal hastalıkların başlangıcında ve gelişimindeki en önemli etyolojik faktörlerden biri olan bakteriyel biofilmdir. Dental biofilm formasyonunun uzaklaştırılmasını ve kontrolünü içeren efektif oral hijyen, dental hastalıkların önlenmesinde ve başarılı bir şekilde tedavi edilmesinde kritik bir rol oynamaktadır (34).

Bakteriyel dental plağın kontrolü için kullanılan en önemli mekanik yöntemler; diş fırçalama ve diş ipi kullanımudur. Bireylerin 2 dakikalık diş fırçalama süresiyle dental plağın ancak yarısını diştan uzaklaştırabildikleri tespit edilmiştir. Aproksimal diş yüzeylerinden plak kontrolünün sağlanması için diş ipi ve ara yüz fırçaları gibi ara yüz temizleme metodları kullanılmalıdır. (35, 36).

Ortodontik tedavi gören bireylerde sabit ataşmalar etrafında plak kontrolünü sağlayabilmek için diş fırçası, diş ipi ve ara yüz fırçasının etkin bir şekilde kullanılması gerektiği bildirilmiştir. Ağız hijyeni sağlama konusunda motivasyonu düşük bireylerde ise; ultrasonik ve elektrikli diş fırçalarından faydalanılabileceği belirtilmiştir (37).

Sabit tedavi gören bireylerde plağın uzaklaştırılmasının zorluklarından dolayı manuel diş fırçalarına alternatif olarak güçlendirilmiş diş fırçaları üretilmiştir. Güçlendirilmiş diş fırçalarının manuel olanlara göre plak miktarını ve gingivitisini azaltmada daha iyi bir performans gösterdiği bildirilmiştir (38).

Güçlendirilmiş diş fırçalarının rotasyon-salınım, iyonik, ultrasonik ve hareketsiz ultrasonik çeşitleri vardır ve rotasyon salınım hareketi yapan fırçaların manuel fırçalara göre plak uzaklaştırmada daha efektif olduğu bildirilmiştir. Saruttichart ve ark.'nın yaptıkları bir çalışmada; braketli yüzeylerde manuel diş fırçasının, hareketsiz ultrasonik hareket sağlayan diş fırçasına göre plak uzaklaştırmada daha etkin olduğu, braketsiz yüzeylerde ise ikisi arasında anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir (39).

Al Makhmari ve ark.'nın ortodontik tedavi gören bireylerde güçlendirilmiş diş fırçalarının periodontal sağlık üzerine kısa ve uzun dönem etkilerini değerlendirdikleri bir çalışmada; güçlendirilmiş diş fırçalarının plak uzaklaştırma ve gingival sağlık konusunda manuel diş fırçalarına göre üstün olduğu bildirilmiştir (40).

Gomes ve ark.'nın ortodontik ve manuel diş fırçalarının etkinliğini karşılaştırdıkları bir çalışmada; manuel diş fırçalarının görünür plak indeksini azalttığı ancak bunun klinik olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir (41).

Zanatta ve ark.'nın ortodontik tedavi gören bireylerde diş ipi kullanımı ve diş eti sağlığını değerlendirdikleri bir çalışmada; diş ipini düzenli kullanan bireylerin kullanmayanlara göre daha iyi gingival sağlığa sahip olduğu bildirilmiştir (42).

Arıcı ve ark.'nın ortodontik tedavi gören fırçalama konusunda kooperasyonu iyi olmayan bireylerde farklı fırçalama protokollerini karşılaştırdıkları bir çalışmada; en iyi plak kontrolünün ortodontik diş fırçaları ile ara yüz fırçalarının kombine kullanıldığı durumda sağlandığını belirtilmiştir (43).

2.5.1 Antimikrobiyal ajanların kullanımı

Minede çözünmenin esas nedenlerinden biri de patojen mikroorganizmalardır. Antimikrobiyal ajanların kullanım ile bu mikroorganizmalar elimine edilerek demineralizasyonun önüne geçilebilir. S. Mutans; penisilin, ampisilin, metisilin, sefalotin ve eritromisine duyarlı iken; florid, vankomisin, sürfaktan, klorheksidin, kanamisin ve bis guanidin ile baskılanabilmektedir (44).

Mikroorganizmaların baskılanması amacıyla klorheksidin ve benzalkonyum klorid rutinde kullanılan ajanlardır. Ortodontik tedavi gören bireylerde klorheksidin cila kullanımıyla birlikte S. mutans seviyesinde ve çürük oluşma sıklığında azalma olduğu rapor edilmiştir (45).

Son dönemde üretilen bonding sistemlerine eklenen antimikrobiyal monomerler (MDBP), polimerize olmadan önce bakterisidal etki gösterirken, polimerizasyon sonrası da çürük meydana getiren bakterilerin inaktif hale gelmesini sağlarlar (46). MDBP içindeki pyridinium grubu pozitif yüklü olduğundan bakteri membranı ile birleşir ve hücre zarı parçalanarak bakteri ölür. Imazato ve ark. MDBP ilave edilen primerlerin yapay çürük lezyonunda ilerleyebildiğini ve bakterisidal etki göstererek çürük lezyonunun ilerlemesine engel olduğunu belirtmişlerdir (46).

2.5.2 Florür uygulamaları

2.5.2.1 Fluoridle ilgili genel bilgiler

Fluorid iyonu, fluorin elementinden köken alır ve halojen grubuna dahildir. Oda sıcaklığında soluk, sarıdan yeşile değişen renklindedir. Elektronegatifliği yüksek olduğundan diğer elementlerle reaksiyona girmeye meyillidir. Bu yüzden doğada serbest halde değil de elementer formda bulunur (47). Ondokuzuncu yüzyılın sonuna doğru fluorid iyonunun diş hekimliği yönünden önemi çeşitli araştırmalarla kanıtlanmıştır. Dişhekimliğindeki en önemli fluorid formları; sodyum fluorid ve sodyum monofluorofosfattır. Sodyum fluoridin rengi beyazdır ve alkali fluoridler içinde en önemlisidir. Sodyum monofluorofosfat ise diş macunlarında ve endüstride tercih edilen fluorid formudur (16).

1946'dan günümüze dünyada diş çürüklerinin engellenmesindeki en önemli ve en yaygın yöntemlerden biri florür uygulamalarıdır(48). 1938 yılında diş çürüklerini önlemedeki başarısı ispatlanmıştır (48).

Flor sistemik ve yüzeysel olmak üzere 2 yoldan etki eder. İçme sularına ve sofraya tuzlarına flor eklenmesi; flor içeren tablet, damla, pastillerin kullanımı, multi vitamin flor kombinasyonları sistemik yoldan etki gösterirler. Gargaralar, diş macunları, florlu sakızlar, jeller ve solüsyonlar, vernikler, profilaksi patları, flor içeren restoratif materyaller ise yüzeysel yoldan etki gösterirler. Son yıllarda yapılan çalışmalarda topikal flor uygulamalarının sistemik uygulamalara göre çürük önleyici etkisinin daha fazla olduğu ve midede mineral kaybını engellediği bildirilmiştir (49).

Mine yüzeyinde biriken florür fluoroapatite dönüşerek, minenin çözünmesini azaltır, asit oluşmasını engeller ve bakteriyel enzimleri inaktif hale getirir. Başlangıç aşamasında olan çürüğün de remineralize olmasına yardımcı olarak çürük oluşumunu durdurur (50).

Florürün mikrobiyal dental plak üzerinde de etkisi vardır. Minenin yapısının güçlendirilmesi dışında bakterilerin oluşturdukları asit miktarının da azaltılmasını sağlayarak çürük oluşumlarının tamirini ve remineralizasyonunu sağlar (51).

Florür salınımı sağlayan maddelerin salınım miktarları kadar ağızda kalma süreleri de önemlidir. Minenin remineralizasyonu için ortamda sürekli florür bulunması ve miktarının da yeterli olması gerekmektedir. Ortamda en az 0.02-0.06 ppm florür bulunması, mine ve dentin remineralizasyonu için yeterlidir (51).

Mine remineralizasyonu için gereken florür, diş macunu, ağız gargarası, florürlü jeller ve floridlenmiş sulardan karşılanmaktadır. Florür dişin oluşum evrelerinde dişin yapısına katılarak ve diş sürdükten sonra da yüzeysel uygulamalar sonucu çürükten korunmayı sağlar (52).

2.5.2.2 Florür uygulama yöntemleri:

2.5.2.2.1 Ev tipi uygulamalar

Hastaların kendilerinin uygulayabildiği florür içeren materyaller vardır. Bu materyaller; diş macunları, gargaralar, jeller ve florür içeren preparatlardır.

2.5.2.2.1.1 Diş macunları

Günümüzde kullanılan diş macunları ilk olarak 1800' lü yıllarda ortaya çıkmıştır. 1914 yılında florür diş macunlarına ilave edilmiştir ancak Amerikan Diş Hekimliği Birliği 1960 yılında florürün diş macununda kullanımına izin vermiştir. 100 gr diş macunu 110-180 mg florür içerir. Bir seferlik fırçalama işleminde 1,0- 2,0 mg florür dişlere tatbik edilir (53).

Diş macunlarında en fazla kullanılan florür bileşikler; sodyum florür (NaF), amin florür (AmF) ve stanöz florür (SnF₂) dür. Farklı florür bileşikler farklı koruma mekanizmalarını devreye sokar. Braketlerin etrafında beyaz nokta lezyonunun oluşmasına sadece fırçalama ile engel olmak mümkün olmayabilir ancak azalttığını destekleyen çalışmalar mevcuttur (53).

Gökçe ve ark.'nın 2017 yılında yaptıkları bir çalışmada; ortodontik braketler etrafındaki beyaz nokta lezyonlarında, farklı içerikli diş macunlarının demineralizasyonu önlemedeki etkileri QLF ile değerlendirilmiş ve florid, novamin ve probiyotik içeren diş macunlarının hepsinin demineralizasyonu anlamlı derecede önlediğini belirtmişlerdir (54).

Sodyum florid, monoflorofosfat ve stanöz florid formüllü diş macunlarının içermesi gereken florid miktarı 1000 ppm kadardır. Yapılan çalışmalarda; yüksek konsantrasyonda florid içeren diş macunlarının daha efektif olduğu bildirilmiştir (55). Yüksek florid konsantrasyonuna (5000 ppm) sahip diş macunlarının günde iki kez kullanımı, konvansiyonel diş macunlarının kullanımına göre daha efektif bulunmuştur (56).

Heymann ve Grauer, Duraphat diş macununun yüksek konsantrasyonda florür içermesinden dolayı 16 yaş altı bireylerde kullanılmaması gerektiğini ve günde sadece bir kere yatmadan önce kullanılabileceğini belirtmişlerdir (57).

Ortodontik tedavi gören bireylerde beyaz nokta lezyonlarının oluşumuna engel olabilmek için ağız hijyeni iyi olan bireylerde bile floridli diş macunlarının tek başına kullanılmaları yeterli değildir. Bu yüzden diğer florid uygulamalarına da gereksinim duyulmaktadır (58).

Ebadifar ve ark.'nın nano hidroksi apatit içeren diş macunlarının yapay çürük lezyonlarında mikrosertliğe etkisini inceledikleri çalışmada nano hidroksi apatiti içeren diş macunlarının sadece florür içeren diş macunlarına göre remineralizasyonda daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir (59).

Madlena ve ark.'nın amin ve stanöz florür içeren diş macunu ile ortodontik tedavi gören bireylerde plak akümüasyonu ve gingival sağlığın değerlendirildiği bir çalışmada, bir grup hastaya 4 hafta boyunca diş macunu ve ağız gargarası kullanılmış, diğer gruba sadece diş macunu kullanılmış ve sonuç olarak iki grupta da plak miktarında azalma ve gingival iyileşme tespit edilmiştir, ancak gruplar arasında istatistiksel fark görülmemiştir (60).

2.5.2.2.1.2 Florürlü jeller

Florürlü jeller, hidroksietil sellüloz gibi organik kıvam arttırıcı materyallerin sulu çözeltilere ilavesi ile oluşturulmuştur. Sodyum florür ve amin florür ürünleri yaklaşık 12500 ppm florür, SnF₂ ürünleri ise 1000 ppm civarında florür içermektedir. Florürlü jeller, akışkan yapıdadırlar, düşük pH'ya sahiptirler ve yüksek konsantrasyonda yüksek florür salınımı sağlamaktadırlar (61).

Alexander ve Ripa'nın bir çalışmasında; 3 grup oluşturulmuş, birinci grup; diş macunu kullanımı sonrası jel uygulamış, ikinci grup günde 2 kez diş fırçalamış ve son grup da fırçalama sonrası gargara kullanmıştır. Fırçalama sonrası jel kullanılan ve günde 2 kez fırçalayan grupta, fırçalama sonrası gargara kullanan gruba göre daha az beyaz nokta lezyonu tespit edilmiştir (50).

Brar ve ark.'nın 2017 yılında yaptıkları bir çalışmada; mine yüzeyi farklı topikal sodyum florid ajanlarıyla tedavi edilmiş ve çalışma sonucunda sodyum florid içeren jel, vernik ve solüsyon uygulamaları sonrasında taramalı elektron mikroskopisinde mine yüzeyinde CaF₂ içeren globüler yapılar tespit edilmiştir. Bu yapıların florür rezervuarı gibi davranarak çürük oluşumunu önlediğini belirtmişlerdir (62).

Caldeira ve ark.'nın ortodontik braket çevresindeki erozyona florürün etkisini değerlendirdikleri çalışmada; florür jelinin düşük konsantrasyonda ve uygulama sıklığının fazla olmasının, tek doz uygulamaya göre erozyon üzerinde daha efektif olduğu bildirilmiştir (63).

Splieth ve ark.'nın ortodontik tedavi gören bireylerde florür jelinin çürük önleme ve remineralizasyona etkisini 2 yıllık takip çalışması ile değerlendirdikleri bir çalışmada; hasta tarafından florür jelinin evde haftada bir kullanımının çürük aktivitesini azalttığı ve başlangıç çürük lezyonlarının inaktive olduğu tespit edilmiştir (64).

2.5.2.2.1.3 Florür içeren gargaralar

Deminerlizasyona engel olan yardımcı ajanlardan bir diğeri de florürlü gargaralardır. Ogaard ve ark. amin florür/ kalay florür içerikli gargaralar ve diş macunlarının plak, gingivitis ve başlangıç çürük lezyonları açısından sodyum florür içerikli ajanlar ile karşılaştırılması sonucu amin florür/kalay florür içerikli ürünlerin üst çene ön bölgedeki dişlerde meydana gelen beyaz nokta gelişimine efektif olarak engel olduğu görülmüştür (65).

Songsiripraduboon ve ark.'nın günde 2 kez sodyum florürlü ağız gargarsı kullanımının başlangıç çürük lezyonlarına etkisini değerlendirdikleri bir çalışmada; sodyum florürlü ağız gargarasının florürlü diş macunu ile kullanımının remineralizasyona olumlu katkıda bulunduğunu ve yüksek riskli hastalarda çürük oluşumunu önleyebileceğini belirtmişlerdir (66).

Sodyum florid içeren ağız gargaralarının günlük kullanımının sabit ataşmanlar etrafında çürük oluşumunu anlamlı derecede azalttığı bildirilmiştir. Bu ağız gargaralarına klorheksidin, triklosan ve çinko gibi anti bakteriyel ajanların eklenmesi gargaraların karyostatik özelliklerini arttırmaktadır (67).

Benson, %0,05 sodyum florür içeren ağız gargaralarının günlük kullanımı ile beyaz nokta lezyonlarına engel olunabileceğini belirtmiştir (58). Haftada bir %1,2 oranında alfa 1 fetoprotein içeren gargaraların kullanımının da mine deminerlizasyonu sıklığını azalttığını belirten çalışmalar mevcuttur (55).

Kerbusch ve ark.'nın sabit ortodonti tedavi süresince beyaz nokta lezyonu oluşumunu önlemek için kullanılan metodları değerlendirdikleri bir çalışmada, hastaların akşam diş fırçalamalarından bir müddet sonra florürlü ağız gargarası kullanmasının, florür

uygulama sıklığını arttırmamasından dolayı, beyaz nokta lezyonu oluşumuna engel olmada daha etkin olduğunu belirtmişlerdir (68).

2.5.2.2.2 Profesyonel uygulamalar

2.5.2.2.2.1 Florürlü vernikler

Mine demineralizasyonunun azaltılması için kullanılan florürlü gargaralar, jeller ve diş macunları hasta kooperasyonu gerektirmektedir. Florürlü vernikler ise profesyonel uygulama gerektirir. Vernik sarı renkte, yapışkan ve tükürükle temas ettiğinde sertleşen bir ajandır. Koruyucu bir tabaka oluşturur ve florürün diş minesine geçmesine izin verir. Juhlin ve ark. yaptığı bir çalışmada; araştırmacılar %5 sodyum florür içerikli vernik kullanımı ile beyaz nokta lezyon derinliğinin %65 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada; %0,1 florürlü vernik uygulanan dişlerde lezyon derinliğinin %86 azalmış olduğu ve %5 NaF' ün vernikten daha etkin olduğu rapor edilmiştir. Araştırmacılar bu sonucu %0,1 florür içerikli verniğin bir tabaka gibi mine yüzeyini kaplamasına bağlamışlardır. %0.1 florür içerikli vernik mine yüzeyinden 27 günde uzaklaşırken, %5 sodyum florür içerikli vernik mine yüzeyinden 9 günde uzaklaşır (69).

%5 NaF içeren ve florür salan verniklerin braket etrafına uygulandığı diğer bir çalışmada, vernik uygulanmayan gruba göre braket etrafındaki mineral kaybının azaldığı tespit edilmiştir (70). Demito ve ark; florür içeren bir cilanın braket etrafındaki demineralizasyonu önlemedeki etkinliğini değerlendirdikleri bir çalışmada; deney grubunda lezyon derinliğinin %38 oranında azaldığını bildirmişlerdir (71).

Senede 2 ya da 4 florürlü vernik uygulamasının hem süt hem de sürekli dişlerde çürük sıklığını azaltmakta efektif olduğu belirtilmiştir. (55)

Florürlü verniklerin diğer topikal vernik uygulamalarına göre en önemli avantajları; hasta kooperasyonu gerektirmemesi ve uzun süre florür salınımına devam etmesidir. Ortodontik tedavi gören bireylerde florürlü vernik uygulamasının %44,3 oranında mine demineralizasyonunu azalttığı belirtilmiştir (67)

Azarpazhooh ve Limeback, orta ve yüksek derecede çürük riski olan bireylerde yaptıkları 3 yıllık takip çalışması sonucunda 6 aylık periyotlarda florürlü vernik uygulamasının efektif olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Duraphat ve Duraflo verniklerinin 6 aya kadar yavaş salınım yaptıklarını ve en fazla salınımın ilk 3 haftada gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bu sebepten bir yılda iki uygulamanın yeterli olduğunu savunmaktadırlar (72).

Bazı araştırmacılar ise mutlak koruma için 3 ayda bir vernik uygulamasının gerekli olduğunu belirtmişlerdir(73). Yapılan farklı çalışmalarda ise ortodontik tedavi gören bireylerde 6 haftada bir vernik uygulamasının demineralizasyonları azaltmakta etkili olduğunu bildirmişlerdir (58).

Perrini ve ark.'nın yaptıkları bir in vivo çalışmada; ortodontik tedavi gören bireylerde yapılan periyodik vernik uygulaması sonucunda beyaz nokta lezyonlarının gelişiminin azaldığı ancak ağız hijyeni yeterli iyi olan bireylerde istatistiksel olarak anlamlı bir koruma sağlamadığını belirtmişlerdir (74).

Restrepo ve ark.'nın ortodontik tedavi sırasında beyaz nokta lezyonların kontrolü için florürlü vernik ve klorheksidinli jel ile yaptıkları bir randomize klinik çalışmada; mine yüzeyleri Diagnodentle değerlendirilmiş, 3 aylık tedavi sonrasında her ikisinde de beyaz nokta lezyonu oluşumunun kontrol altına alındığı ancak florür verniği grubunun daha hızlı remineralizasyon sağladığı belirtilmiştir (75).

Ortodontik tedavi öncesinde bir kez yapılan florürlü vernik uygulamasının, florürlü diş macunu kullanan ağız hijyeni iyi bireylerde ve düşük çürük riskine sahip bireylerde beyaz nokta lezyonu oluşumuna ek koruma sağlamadığı ve sabit tedavi öncesi florürlü vernik uygulamasının hala açıklanamayan bir konu olduğu belirtilmiştir (76).

2.5.2.2.2 Ortodontide kullanılan florür salınımı yapan elastomerikler

Florür salınımı yapan elastomerikler minedeki demineralizasyon sıklığını azaltmaktadır. Ancak elastikler içerisine florür eklenmesi onları fiziksel özelliklerini etkileyerek ağız içerisinde daha hızlı deforme olmasına sebep olmaktadır (55).

O'Dwyer ve ark.'nın florür içeren elastomeriklerin gerilmesi sonucu florür salınımında bir değeriklik olup olmadığını iyon selektif elektrodla değerlendirdikleri bir çalışmada; elastomeriklerin gerilimi arttıkça daha fazla konsantrasyonda ve miktarda florür salınımı gerçekleştirdiğini tespit etmişlerdir (77).

Benson ve ark.'nın florürlü elastomeriklerin mikrobiyolojik plak üzerine etkilerini inceledikleri in vivo bir çalışmada; florürlü elastomeriklerin ağızda buldukları süre boyunca lokal streptokok ve anaerobik bakteri kolonizasyonunun azaltılması konusunda efektif olmadığını belirtmişlerdir (78).

Doherty ve ark.'nın ortodontik tedavi gören bireylerde florür salan elastomerik ligatrlerin çürük oluşumu üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada; bu ligatrlerin

anlamli derecede anti-karyojenik etkilerinin olmadigi ve bunun elastomeriklerin kisa sureli florur salinimindan kaynaklandigini belirtmislerdir (79).

Banks ve ark. yaptiklari bir calismada hastalarda florur salinimi yapabilen elastomerikler kullanilmis ve tedavi bitiminde dekalsifikasyon gorulen hasta sayisinin %10 oraninda azaldigi bildirilmistir. Renk seceneklerinin olmaması, elastikiyetlerinin az olması ve renklesmeye yatkın olmaları florur salinimi yapan elastomeriklerin (Fluor-I-Ties, Fluor-I-Chain, Ortho Arch Company, Inc., Illinois, USA) dezavantajları arasındadır(80).

2.5.2.2.2.3 Ortodontik adeziv ve simanlar

Birçok dental materyale, diş çürüklerinin önlenmesi amacıyla üretici firmalar tarafından florur eklenmiştir. Dental materyallerin florur salınım miktarına göre çürük önlenmedeki etkinliği değişir. Restoratif dental materyaller florur salınımı miktarlarına göre sınıflandırıldığında; yüksek derecede florur içeren (geleneksel cam iyonomer simanlar), orta derecede florur içeren (rezin modifiye cam iyonomer simanlar), az derecede florur içeren (poliasit modifiye kompozit rezinler, florur içeren fissür örtücüler ve florur içeren kompozit rezinler) ve son olarak florur içermeyen (geleneksel kompozit rezinler) materyaller olarak sınıflandırılmaktadır (81).

Cam iyonomer simanlar (CİS) restoratif diş hekimliğinde 1972 yılında tanıtılmıştır. Alüminosilikat cam tozları ve %23 oranına kadar florur (NaF, CaF₂, AlF₃) içermektedirler. Cam iyonomer simanlar karboksil içeren asitlerle reaksiyon sonrası mine, dentin ve bazı metallere kimyasal olarak bağlanabilmektedir (82). Cam iyonomer simanlar, sertleşirken, sertleştikten sonra ve asitle karşı karşıya kaldığında da ilave florur salmaktadırlar.

Gorton ve Featherstone yaptıkları 4 haftalık bir in-vivo çalışmada braketler cam iyonomer siman ile yapıştırılırsa braket etrafındaki çürük aktivitesinin azalacağı tespit edilmiştir (18).

CİS'ler düşük bağlanma dayanımları olduğu için braketlerin simantasyonunda sık kullanılmamaktadır. CİS'lerin ortodontide kullanımı bant yapıştırılması ile sınırlıdır. Rutinde kullanılan CİS'lerin braketlerin bağlanmasını sağlayabilecek kadar bağlanma kuvvetine sahip olmadıkları konusunda ortodontistler hemfikirdir (83).

Rezin-modifiye cam iyonomer simanların (RMCİS) kullanılmaya başlamasıyla cam iyonomer simanların ortodontide kullanımı artmıştır. CİS'lere %10-20 rezin

monomerleri eklenerek kimyasal aktivatörlerle ve ışıkla sertleşen simanlar meydana getirilmiştir. RMCİS'ler, CİS'ler ile kıyaslandığında, daha iyi fiziksel özelliklere sahiptir ve ayrıca daha stabil hidrojeller içerirler.

RMCİS'ler toz ve likit komponentlerinden oluşur ve kapsül formunda olmaları karıştırma aşamasını kolaylaştırır. RMCİS'ler hem kimyasal olarak bağlanabilirler hem de rezin monomerler üzerindeki girinti ve çıkıntılara tutunarak mikromekanik tutuculuk sağlarlar. Işık ile aktive olurlar ve polimerizasyon süreci asit- baz reaksiyonuna göre çok daha hızlıdır. Polimerizasyon süreci kırılma direncini artırır ve diğer fiziksel özelliklerin de olumlu gelişimine katkı sağlar. RMCİS'lerin bazı özellikleri CİS'lerle benzerlik gösterir. Bunlar; florürün kontrollü bir şekilde salınımı ve reşarjı, çürüğü inhibe etmesi, nemli ortamda kimyasal olarak bağlanabilme özelliği ve materyalin sertlik derecesidir (83).

Yapılan bir çalışmada, rezin bazlı bir adeziv sistem ve rezinle modifiye CİS'ler ile braketler yapıştırılmış ve 1 yıl sonunda braketlerin ağızda kalma süreleri kıyaslanmıştır. Her iki yapıştırıcıda da kabul edilebilecek düzeyde braket kırığı görülmüş ancak rezinle modifiye CİS'lerle yapıştırılan grupta daha fazla braket kırığına rastlanılmıştır (84).

Yapılan bir çalışmada, rezin modifiye cam iyonomer siman ve rezin kompozitin dışardan florür uygulaması sonrası çürüğü durdurma potansiyelleri karşılaştırılmıştır. Braketler 40 adet çekilmiş premolar dişin 20 sine rezin modifiye cam iyonomerle, 20 sine de rezin kompozitle yapıştırılmıştır. Dişler 30 gün boyunca pH siklusuna tabi tutulmuş ve her 2 gruptan 10'ar diş alınıp her gün 2 dakika 1000 ppm florür içeren solüsyonda bekletilmiştir. 30 gün sonra dişlerde dekalsifikasyonlar görülmüştür. Florürlü ve florürsüz grupların kendi içinde anlamlı farklılığı yokken, 4 grup birbiriyle kıyaslandığında anlamlı farklılıklar görülmüştür. Resinle modifiye cam iyonomer simanın florür salınımının minimal değerlere düştüğü ancak ortama florür eklendiğinde önce düşük değerlerde görülen salınım değerlerinin daha sonra yüksek değerlerde devam ettiği görülmüştür. Florür salınımı açısından; florür eklenmiş kompozit rezinle, rezinle modifiye cam iyonomer siman arasında fark görülmemiştir. Dekalsifikasyona en iyi engel olabilen kombinasyonun rezinle modifiye cam iyonomer siman ve ortama florür eklenmesi olduğu tespit edilmiştir (85).

Bir başka çalışmada 4 farklı ortodontik yapıştırıcı ajanın günlük florürlü gargara kullanımı ile çürük durdurma ve florür salınım oranları değerlendirilmiş. Kullanılan materyaller, rezinle modifiye cam iyonomer siman, cam iyonomer siman, florür içeren

rezin ve florür içermeyen rezin materyalleridir. 40 diş 4 gruba ayrılmış ve belirtilen simanlarla braketler yapıştırılmıştır. Remineralizasyon ve demineralizasyon döngüsü 28 gün süresince uygulanmıştır. Her grubun yarısına günde 1 dakika florürlü gargara uygulanmış. 28 gün boyunca florür ölçümleri yapılmıştır. Sonuç olarak; florür içermeyen rezin materyali hariç tüm gruplarda ilk 24 saatte yüksek miktarda florür salınımı görülürken 2 hafta sonra salınım sabitlenmiştir. Rezinle modifiye cam iyonomer simanın diğer tüm gruplara göre daha yüksek oranda florür salınımı yaptığı gözlenmiştir. Ayrıca rezin modifiye simanın kullanıldığı dişlerde daha sığ lezyonlar görülmüş ve mineral kaybının daha az olduğu tespit edilmiştir. Gargara kullanımı rezinle modifiye simanın etkisini değiştirmemiştir. Rezinle modifiye cam iyonomer simanın kullanımı ile braket çevresinde oluşan dekalsifikasyonlara engel olunabileceği tespit edilmiştir. En az korumayı florürsüz rezin materyalinin sağladığı belirtmiştir (86).

2.5.2.2.2.4 Florür salınımı yapan yüzey örtücüler

Yüzey örtücü materyaller braket etrafına uygulandığında bu alanda demineralizasyona engel olmaktadır. Bu materyaller doldurucu içeren ve içermeyen rezinlerden oluşmaktadır.

İnorganik doldurucu içeren rezin materyalleri braket etrafındaki demineralizasyonu %92 azaltmakta ve 24 ay boyunca fırça abrazyonuna direnç göstermektedir. 24 ay ortodontik tedavi süresi olarak kabul edilebilir bir süredir ve bu süre boyunca koruma sağlamaktadır. İnorganik doldurucu içeren materyaller, doldurucu içermeyen rezinlere göre ve topikal florür uygulaması için kullanılan verniklere göre daha fazla koruma sağlamaktadır (87).

Yapılan bir çalışmada; yüksek derecede inorganik doldurucu ve florür içeren bir örtücü materyalin özellikleri değerlendirilmiştir. Bu materyalin oksijen inhibisyon tabakası oluşturmadığı ve %100 polimerize olduğu ayrıca düzgün bir yüzey oluşturarak mikrosızıntıya engel olduğu ve mineyi koruduğu tespit edilmiştir (88).

Son dönemlerde inorganik doldurucu ve florür içeren rezin bazlı örtücü materyaller geliştirilmiştir. Bu materyaller braket etrafının asitlenmesini takiben 20 sn polimerize edilerek kullanılmaktadır. Bu materyallerin amacı braket etrafındaki mineral çözünmesine engel olmaktır. Ayrıca braketin bağlanma dayanımını olumsuz etkilememektedir (89).

İnorganik doldurucu içermeyen rezin bazlı örtücü materyaller de mevcuttur. Bunlardan bazıları antimikrobiyal özellik gösterir ve böylece demineralizasyona engel olur. Bazıları

ise kompozit dolguların cilalanmasında ve üzerinin örtülmesinde kullanılmaktadır. Böylece mine yüzeyini örterek koruyuculuk sağlamaktadır (90).

Mine demineralizasyonunu engellemek ve beyaz nokta gelişimine engel olmak için 2 adet inorganik doldurucu içeren ve 2 adet inorganik doldurucu içermeyen materyallerin değerlendirildiği bir çalışmada; dişler fırçalanıp siklusa dahil edilmiş ve kesitler alınarak ışık mikroskobunda incelenmiştir. Her 4 materyal de demineralizasyona karşı farklı miktarlarda koruma gerçekleştirmiştir. İnorganik doldurucu içermeyen materyaller aşınmaya dayanıklı olmadıklarından daha az koruma göstermişlerdir. İnorganik doldurucu içerdiği halde inorganik doldurucu içermeyen materyal gibi davranıp daha az koruma sağlayan materyaller de mevcuttur. Bunun materyalin kimyasal yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir (90).

Örtücü materyallerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, çekilecek dişler üzerine braketler yapılandırılmış ve braket çevresine örtücü materyaller uygulanmıştır. Bu materyaller florür içeren vernik, doldurucu içeren ve içermeyen materyallerden oluşmaktadır. Ayrıca bir kontrol grubu oluşturulmuş ve bu gruba herhangi bir materyal tatbik edilmemiştir. Braketler 2 ay sonra sökülüp dişler çekilmiştir. Yapılan mikroskobik inceleme sonucunda inorganik doldurucu içeren örtücü materyallerin en iyi korumayı sağladığı tespit edilmiştir (91).

2.5.2.3 Florür salınım özellikleri

Florür salınımı gerçekleştiren dental materyaller başlangıçta çok fazla miktarda salınım yaparken zamanla florür salınımı azalmaktadır. Bu materyallerin florür salınımına devam edebilmesi için tekrardan şarj edilebilmesi gerekmektedir.

Florür salınımı 3 ayrı mekanizma ile gerçekleşir. Bunlardan birincisi yüzeyden yıkanma şeklinde olan salınımdır. Bu salınım şekli materyalin sertleşmesinden bir gün sonra ya da yeniden florür yüklemesinden sonraki gün görülen salınım şeklidir. İkinci salınım şekli çatlak ve gözeneklerden difüzyon yolu ile oluşan salınım şeklidir. Bu salınım daha azdır, daha stabildir ve birinci günden sonra gerçekleşir. Reşarj olma ve yeniden salınımın başlaması da bu şekilde gerçekleşebilir. Üçüncü salınım şekli ise hacimden difüzyondur. Buna göre salınım materyal olgunlaştıktan sonra ve sürekli olarak salınım gerçekleşir. Florürlü materyallerin başlangıçta bünyesinde var olan florür miktarı ve yüzey porozitesi florür salınım miktarında ve sürekliliğinde önem arz etmektedir (92).

Yapılan çalışmalarda florür salınımının ortama göre farklılık gösterdiği belirtilmiştir. McNeill ve ark. yapay tükürük ve distile su ortamında rezinle modifiye cam iyonomerin florür salınımını incelemişler ve ilk gün meydana gelen salınımda distile suda yapay tükürüğe oranla %27 daha fazla salınım gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Diğer yapıştırıcılarda ise anlamlı bir farklılık görülmemiştir (93). De iyonize su, yapay tükürük ve pH siklus solüsyonlarının florür salınımına etkisi incelendiğinde, en fazla salınımın pH siklus solüsyonlarında meydana geldiği belirtilmiştir (94).

2.5.2.4 Florürün yeniden yüklenebilme özellikleri

Dental materyallerin florür salınımı sürelerinin uzatılıp uzatılamayacağı konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Ağızda bulunan dental materyallerin diş macunu, florürlü jeller ve solüsyonlar ve florür uygulamalarından reşarj olabildiği, florür deposu gibi işlev görüp florür salınımının uzun süre devam edebileceği tespit edilmiştir (95)

Düşük konsantrasyonda florür içeren ajanlarla tekrar yükleme yapıldığında, florür salınımının başlangıç salınım değerinden az olduğu ve bir hafta içerisinde florür salınımının azaldığı tespit edilmiştir (96).

Yüksek konsantrasyonda florür içeren ajanlarla tekrar yükleme yapıldığında başlangıçtaki florür salınımından daha yüksek değerlerde salınım olduğu, en çok salınımın yükleme sonrası 1. günde görüldüğü, ancak 2. ve 3. günden sonra florür salınımında hızlı düşüşler görüldüğü tespit edilmiştir. Bu hızlı düşüşün sebebi ise; salınımın yüzeyden yıkanma şeklinde olmasına bağlanmıştır (97).

Ortodontik tedavide kullanılan yapıştırıcı ajanların yeniden yüklenebilme özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, 5 adet farklı materyal kıyaslanmıştır. 2 adet rezinle modifiye cam iyonomer siman, bir adet poliasitle modifiye cam iyonomer siman, bir adet florür salınımı yapan kompozit bir adet de florür salınımı yapmayan kompozit kullanılmıştır. Yeniden yükleme yöntemleri ise; florür içeren diş macunları, APF uygulaması, 225 ppm florür içeren solüsyon ve 900 ppm florür içeren solüsyon olarak seçilmiştir. Kontrol grubunda ise de iyonize su tercih edilmiştir. Florür salınımı yapmayan kompozitlerin yeniden yükleme sonrası yine florür salınımı yapmadığı, florür salınımı yapanları ise salınım oranlarının bir miktar arttığı gözlenmiştir. En fazla florür salınımı rezinle modifiye cam iyonomer simanlarda görülmüş, bunu kompomerler takip etmiştir. En az salınım florür içermeyen kompozitlerde görülmüştür. En etkin yeniden yükleme ajanının APF ve 900 ppm florür olduğu tespit edilmiştir. APF' nin evde

kullanılması uygun olmayacağı için rezinle modifiye cam iyonmer ve yüksek konsantrasyonda gargara kullanımının en iyi kombinasyon olduğu düşünülmektedir (98).

Yeniden yüklenebilme özelliği birçok çevresel faktöre göre değişkenlik gösterir. Materyallerin toz likit oranları, sertleşme zamanı, karıştırma zamanı, materyalin akışkanlığı, florür konsantrasyonu ve ortamın pH'ı ve sıcaklığı bu faktörler arasında sayılabilir. Florür jelleri daha akışkan olduğunda, düşük ph'a sahip olmasından ve yüksek konsantrasyonda florür iyonu içermesinden dolayı diğer materyallere göre daha fazla salınım yapmaktadır (61).

2.5.3 Çürük lezyonlarını durdurmaya yönelik uygulamaların ortodontik braketlerin bağlanma dayanımı üzerine olan etkileri

Çürüğe yatkın bireylerde ortodontik tedaviye başlama ve tedaviyi sürdürme kararı oldukça riskli bir süreçtir. Çürüğe karşı profektik önlemlerin başında gelen flor içeren ürünlerin, hangisinin, hangi aşamada, ne sıklıkla kullanılacağı, ne kadar süre etkili oldukları, ne ölçüde faydalı oldukları ve ağız florasına etkileri yıllardır tartışılmaktadır. Flor verniklerinin kullanımının, ortodontik tedavinin prognozuna etkisi biyolojik olarak ağız florasına, mine yüzeyinin moleküler yapısına etkisi ile sınırlı kalmayıp, mine-braket bağlanma direncinde değişikliklere neden olabilecek fiziko-mekanik sonuçlar doğurabilir (99).

Ortiz-Ruiz ve ark.'nın 2018' de sağlam ve demineralize mineye uygulanan flor verniklerinin braketlerin bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri bir çalışmada; vernik uygulamasının sağlam minede bağlanma dayanımını azaltırken demineralize minede bağlanma dayanımına negatif etkisini olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca sağlam mineye flor verniği uygulaması 24. saatte bağlanma dayanımını düşürürken, 1 hafta sonra verniğin negatif etkisinin azaldığını belirtmişlerdir (99).

Keçik ve ark.'nın amorf kalsiyum fosfat içeren flor jelinin braketlerin bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri bir çalışmada, flor jeli kullanımının bağlanma dayanımını anlamlı bir şekilde arttırdığını ifade etmişlerdir (7). Akın ve ark.'nın 2014 yılında CPP-ACP içeren flor jeli ile demineralize mine yüzeyinin tedavi edilmesinin braketlerin bağlanma dayanımını değiştirmedini belirtmişlerdir (100).

Leodido ve ark.'nın 2012 yılında flor içeren solüsyonların braketlerin bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri bir çalışmada, flor uygulamasından 6 saat sonra braketlerin sağlam mineye bağlanma dayanımının azaldığını belirtmişlerdir (6). Kimura

ve ark.'nın flor verniği ile tedavi edilmiş ve edilmemiş mine yüzeyine bağlanma dayanımını inceledikleri bir çalışma sonucunda, her iki grupta da 10 gün sonra bağlanma dayanımının benzer olduğu belirtilmiştir (101).

Xiaojun ve ark. 2009 yılında yaptıkları bir çalışmada; kazein fosfopeptid–amorf kalsiyum fosfat (CPP–ACP) içeren topikal flor jeli uygulaması sonrası bağlanma dayanımının arttığını bildirmektedirler (102).

Baysal ve Uysal 2011'de CPP–ACP içeren flor jeli uygulamasını sağlam mine ve demineralize mine üzerinde kıyaslamış ve bağlanma dayanımı açısından fark olmadığını bildirmişlerdir (103).

Attin ve ark. 2011 yılında yaptıkları çalışmalarında gerek flor verniklerinin gerek flor jel uygulamasının demineralize mine yüzeyinde bağlanma dayanımını düşürdüğünü bildirmektedirler (104).

2.6 Sabit mekaniklerde yapıştırma işlemi

Buonocore, adezivleri kullanarak braketlerin dişe yapıştırılmasına öncülük eden isim olmuştur. Asit ile diş yüzeyi pürüzlendirildiğinde daha fazla adezyonun oluşacağını savunmuştur (105). Newman, 1965 yılında epoksi rezinleri braketleri yapıştırmak için kullanmıştır (106). Zachrisson 1977 yılında ortodontik tedavi bitiminde direk yapıştırmayı değerlendirmeyi hedefleyen bir çalışma yapmıştır (107). Bu tarihten itibaren teknolojik gelişmelerle yapıştırıcı ajanlar ve direkt ataşmanlar iyileştirilmeye çalışılmıştır. Uygulama hatalarının önüne geçilmeye çalışılmış ve bu amaçla bağlanma kuvvetinin optimum seviyede tutulması ve uygulama basamaklarının azaltılması hedeflenmiştir. Ancak başarılı bir adezyon isteniyorsa adeziv sistemin teknik kurallarına uyulması gerekmektedir. İn vitro çalışmalarda yapıştırma basamakları şu şekildedir (108)

:

- Diş yüzeyinin temizlenmesi
- Minenin pürüzlendirilmesi
- Yapıştırıcı uygulaması

2.6.1 Diş yüzeyinin temizlenmesi

Yapılan bir çalışmada diş yüzeyinin temizlenmesinin tutuculuğu arttırdığı iddia edilmiştir. Diş yüzeyinin temizlenmesinde organik artıkların ve plağın diş yüzeyinden uzaklaştırılması hedeflenmektedir. Ancak bu işlem sırasında dişetine zarar

verilmemelidir (108). Main ve ark.'nın yaptıkları bir çalışmada bir grup dişin yüzeyini temizleyip asitlemişler, diğer grubu da temizlemeden asitlemişlerdir. Temizlenmeden asitlenen grupta organik artıkların yeterince uzaklaşmadığını görmüşlerdir (109). Reisner ve ark. yaptıkları bir başka çalışmada, diş yüzeylerinin karbit frezle düşük devirde temizlenmesi sonucu elde edilen bağlanma kuvvetinin pomza ile temizlenmesinden elde edilen bağlanma kuvvetinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir (110).

Son yıllarda yapılan in vitro çalışmalarda florsuz pomza ile diş yüzeylerinin 10 sn lastiklenmesi tercih edilmiştir (111). İn vivo çalışmalarda ise dişlerin pomza ile temizlenmesinin bağlanma kuvvetini etkilememesi, hasta başında zaman kaybına sebep olması, hastaya rahatsızlık vermesi, yüzeyin gereksiz yere çizilmesi ve yüzeyden madde kaybına sebep olması gibi dezavantajları üzerinde durulmaktadır (112).

2.6.2 Minenin pürüzlendirilmesi

2.6.2.1 Asit ile pürüzlendirme

Buonocore 1955 yılında asit ile pürüzlendirme yapmış ve bunun sonucunda oluşan mikro çatlakların tutuculuğu arttırdığını rapor etmiştir (105). Minenin asitlenmesi sonucu mine prizmaları ve interprizmatik aralıkta farklı miktarlarda çözünmeler görülür ve oluşan mikroporozite yüzey gerilimini düşürür. Mineye asit uygulaması sonrasında interprizmatik aralıkta açığa çıkan kalsiyum monofosfat ve kalsiyum sülfat, yıkama sonrası ortamdaki uzaklaşır ve mikro delikler ortaya çıkar. Yapıştırma ajanları mine prizmaları arasındaki bu mikro deliklere tutunarak adezyonu sağlarlar. Asit mine yüzeyinde farklı derinliklerde penetrasyon gösterirken ortalama 100- 200 mikrometrelik bir katmanda farklılıklar oluşur. Ancak irreversible mine kaybı 5-50 mikrometre düzeyinde gerçekleşir (108). Galil ve Wright'a ait sınıflandırma en çok kabul gören pürüzlendirme sınıflandırmasıdır (113). Buna göre;

Tip 1: İdeal Pürüzlenme; Bal Peteği Görünümü

Tip 2: İdeal Pürüzlenme; Arnavut Kaldırımı Görünümü

Tip 3: Farkedilebilir Pürüzlenme

Tip 4: Oluklu-Delikli Mine Yüzeyi

Tip 5: Pürüzlenme yok, Doğal Mine Olukları

Mine yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük; asitlerin yoğunluğuna, türüne ve uygulama süresine bağlı olarak değişir (114).

2.6.2.1.1 Asit türü ve derişikliği

Ortodontide kullanılan sabit ataşmanların simantasyonu için istenen bağlanma kuvveti, restoratif diş hekimliği ya da protetik diş hekimliğindeki gibi maksimum bağlanma kuvveti değil, yeterli bağlanma kuvvetidir. Bu sabit ataşmanların fizyolojik ağız kuvvetlerine dayanabileceği kuvvet 6-8 megapaskal (MPa) değerindedir (115).

Hiç asit uygulaması yapılmaması bağlanma değerinin çok düşük tutar. Fosforik asit %10-37 konsantrasyonda uygulandığında yaklaşık 28 MPa değerinde bağlanma kuvveti oluştururken, maleik asit %10 konsantrasyonda uygulandığında 18 MPa değerinde bağlanma kuvveti oluşturur (116).

Bu asitlerin dişında bir de poliakrilik asit uygulaması vardır. Poliakrilik asit içinde bulunan sülfat iyonları mine yüzeyinde kalsiyum sülfat dihidrat bileşini meydana getirir ve adeziv rezinler bu kristallere tutunarak bağlanmayı gerçekteştirir. Poliakrilik asitlerle oluşturulan bağlanma değeri %60-80 daha az olduğu için pratikte kullanımı tercih edilmemektedir (117).

2.6.2.1.2 Asit uygulama süresi

%37'lik fosforik asitle uygulama yapıldığında, sürenin 15 sn ile 60 sn arasında değişmesinin bağlanma kuvvetinde farklılık yaratmadığı görülmüştür. Kısa süre asitleme yapılması mineye daha az zarar verir. 30 sn süre ile asit uygulanması optimal bağlanma kuvvetini oluştururken 10 sn' den az asit uygulaması bağlanma kuvvetinde 3 MPa değerine varan kayıplara neden olur. Asitleme süresinin değişmesi ile sabit ataşmaların çıkarılması sırasında kopma farklı fazlarda meydana gelir. Asitleme süresi uzun olursa meydana gelen kopma braket-adeziv arasında gerçekteşir. Adeziv mine üzerinde kalır. Ancak asitleme süresi kısa olursa kopma, mine ve adeziv arasında gerçekteşir. Adeziv braket üzerinde kalır. Sürenin kısa olması daha az bağlanma kuvveti oluşturur ancak sökme sırasında mineye daha az zarar verir (118).

2.6.2.2 Mikro pürüzlendirme

Mikro pürüzlendirme 50-90 mikrometre boyutundaki alüminyum oksit partiküllerinin diş yüzeyine 7 kg/cm² basınçla püskürtülmesi ile meydana gelen pürüzlendirme işlemidir. Bu basınçla oluşan çarpma ile mine yüzeyinde pürüzlendirme ve mine kaybı oluşur. Derinlik olarak karşılaştırıldığında fosforik asitin oluşturduğu derinliğe eşit ya da daha az olduğu görülmüştür. Bağlanma kuvveti ise %50 seviyesinde kalmaktadır. Bu yüzden kullanım alanları dardır. Amalgam restorasyonların yüzeyine bağlanma istendiğinde, lingual

retainer telinin pürüzlendirilmesinde ve lingual ortodonti tekniğinde pomza ile temizleme yerine kullanılabilir (119).

2.6.2.3 Lazer ile pürüzlendirme

Lazer uygulamaları bölgesel ısı artışıyla birlikte mine yüzeyinde değişikliklere sebep olur. Lazer ışınının tipine ve foton enerjisine bağlı olarak oluşan değişiklik farklılık gösterir. Mine yüzeyine lazer uygulandığında hidroksiapatit kristalleri arasındaki organik matrikste ablyasyon denilen mikro patlamalar gerçekleşir ve suyun buharlaşmasıyla 10-20 mikrometre derinliğinde pürüzlülük meydana gelir. Pulpa dokusu üzerindeki olumsuz ısı etkisi vardır. Bu yüzden pürüzlendirme seçeneği olarak çok tercih edilmeyen bir yöntemdir. Ancak etki ettiği mine dokusuna komşu bölgede demineralizasyona karşı dirençli yüzey meydana getirmektedir (120).

2.6.2.4 Kendinden asitli primerler (SEP) ile pürüzlendirme

SEP'lerin (Kendinden Asitli Primerler) in aktif komponenti metakrilat fosforik asit esterleridir. Metakrilat fosforik asit esteri hidroksi apatit kristallerinden kalsiyumun serbest bırakılmasına neden olur. Kendinden asitli primerlerin sisteminde asitleme sonucu açığa çıkan artık materyaller yüzeyden uzaklaştırılmaz. Mine yüzeyinde hibrit kompleks tabakalar oluşturarak polimerizasyonunu tamamlar. Kendinden asitli primerlerin uygulaması sonrası yüzey pürüzlendirilir ve interprizmatik alana primer penetre olur. Hekime uygulama kolaylığı ve zaman kazandıran bir sistemdir (108).

SEP sistemi uygulandığı zaman asidik ester kalsiyum iyonunu serbestleştirip nötralize olur. Yüzeye hava sıkılması ile materyal içindeki çözücü buharlaşır ve materyalin akışkanlığı azalır, böylece asidik esterin mineye taşınması yavaşlar. Işık ile primer polimerize olur ve asidin mine yüzeyindeki etkisi sona erer (116). Sem görüntüleri incelendiğinde yüzeyde az pürüzlü hibrit bir tabaka görülür. Fosforik asitle pürüzlendirilmiş yüzeylerde ise mikro ve makro taglerin oluşturduğu bal peteği görüntüsü vardır. Fosforik asitle pürüzlendirme sonucu bağlanma mikro mekanik tutuculukla ilişkilidir ancak SEP ile pürüzlendirme sonrası kalsiyum ile kimyasal bir bağlanma da mevcuttur (121).

2.6.3 Yapıştırıcılar ve uygulamaları

2.6.3.1 Cam iyonomer simanlar

Cam iyonomer simanların direk restoratif materyal ve yapıştırıcı siman olarak 1972 yılında diş hekimliğinde kullanımı artmıştır. Mineye, dentine ve paslanmaz çelik

materyallere kimyasal olarak bağlanabilir. Ayrıca florür salınımı ile çürüğe karşı koruma sağlar. Çinko fosfat siman ve polikarboksilat simana göre bağlanma dayanımı daha yüksektir. Ortodontide bant yapıştırıcısı olarak kullanımı yaygındır. Ancak ortodontide direk yapıştırıcı olarak kullanımında bağlanma kuvveti yeterli değildir (108).

2.6.3.2 Rezin modifiye cam iyonomer simanlar

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar asit-baz tepkimesi ile sertleşen dental materyallerdendir. Ayrıca ışıkla ya da kimyasal olarak polimerize olan serbest radikaller de eklenebilir. Yapısına reçine matris de eklenmiştir. Işıklı polimerize oldukları için hızlı sertleşirler ve cam iyonomer simanlara göre daha yüksek bağlanma kuvveti oluştururlar. Kompozitlere göre bağlanma dayanımı az olduğundan direk yapıştırma ajanı olarak kullanılmazlar (108).

2.6.3.3 Kompomerler

Kompomerler, cam iyonomer simanla kompozitin ana parçalarını içerir, Rezin matrisli kompozit özelliğindedir. Polimerizasyon ışık ile başlar, asit- baz reaksiyonu ile devam eder ve son olarak in vivo ortamda suyun difüzyonu ile son bulur. Kompomerlerin de florür salma özelliği vardır. Kompomerlerin bağlanma dayanımları ise RMCİS'lerden fazla ancak adeziv rezinlerden azdır (108).

2.6.3.4 Adeziv rezinler

2.6.3.4.1 Kimyasal aktive olan adezivler

Kimyasal aktive olan adezivler tek fazlı ve 2 fazlı sistemlerden oluşmaktadır. 2 fazlı sistemde 2 pastanın karıştırılmasıyla polimerizasyon başlar. Bu sistemin güçlü fiziksel ve bağlayıcı özellikleri mevcuttur ancak klinikte zaman kaybına sebep olması, oksijen inhibisyonu ve karıştırıldığında poröz bir yapıya sahip olması nedeniyle çok tercih edilmemektedir (122).

Tek fazlı sistemde likit ve pastanın teması ile polimerizasyon başlamaktadır. Uygulaması daha kolay ancak homojen bir şekilde polimerizasyon olmaması, çalışma süresinin kısıtlı olması ve özellikle likitinin alerjen ve zehirli olması nedeniyle tercih edilmemektedir (122).

2.6.3.4.2 Işıklı aktive olan adezivler

Işıklı aktive olan adezivlerde polimerizasyon ışıkla başlar. Işınlama süresi, ışık yoğunluğu, başlatıcı konsantrasyonu, ışığın uygulanma mesafesi ve kompozitin içerdiği doldurucu miktarına göre polimerizasyon farklılık gösterir (123).

Bu sistemde polimerizasyon isteğe bağı olarak başlatılabilir. Hızlı polimerizasyon yapılabilir ve çalışma süresi uzatılabilir. Ayrıca yeterli derecede bağlanma kuvveti oluşturması ile de günümüzün en çok tercih edilen yapıştırıcısı materyalidir (108).

2.6.3.4.3 Nem ile aktive olan adezivler

Bu yapıştırıcıların esasını siyanoakrilatlar oluşturur. Polimerizasyon sürelerinin kısa olması ve bağlanma kuvvetinin düşük olması gibi dezavantajları vardır. Aktivasyonları nem ile başlar. Tükürük ve kan kontaminasyonundan en az etkilenen yapıştırıcı olduklarından cerrahi olarak üzeri açılmış dişlere sabit ataşmanlar yapıştırılırken tercih edilirler (124).

2.6.4 Işık kaynakları

2.6.4.1 Halojen ışık kaynakları

Günümüzde en çok tercih edilen ışık kaynakları halojen ışık kaynaklarıdır. Sağladıkları ışık 475 nanometre dalga boyundadır. İçerdikleri filtre tungsten filament ve mavi ışık dışındaki diğer spektrumu engeller, bu sebeple zamanla etkinliği azalır. Kompozit adezivler için 20 saniye, rezin modifiye cam iyonomer simanlar için 40 saniye uygulama uygun görülmüştür. Turbo uçlar kullanılarak uygulama süresi kısaltılmıştır (125).

2.6.4.2 Argon lazerleri

Argon lazerler 480 nanometre dalga boyunda ışık yayarlar. Uygulama mesafesi değişse bile etkinliği değişmez. Işınlama zamanı kısadır ve uygulanan yüzeyde ısı artışı oluşturmaz. Ayrıca mine yüzeyini dekalsifikasyona dirençli kılar. Kolay taşınamayan ve yüksek maliyetli argon lazerlerin kullanımı pek yaygın değildir (126).

2.6.4.3 Plazma ark ışık kaynakları

900-1650 mW enerji seviyesine sahip olan plazma ark ışık kaynakları, anot ve katot tüplerinden oluşur. Esasen beyaz ışık üretirler ancak filtrasyondan sadece mavi ışık geçer. Bağlanma kuvvetini olumsuz etkilemeden ışınlama süresini 3-5 saniye azaltmak mümkündür. Özellikle polimerizasyon aktivasyonunun bağlanma dayanımı açısından başlangıç seviyesinde önem kazandığı rezinle modifiye cam iyonomer simanlar gibi materyallerin polimerizasyonlarında kullanımı önerilmektedir (127).

2.6.4.4 Işık veren diyotlar (LED)

Led ışıklar yarı iletken bağlantılar kullanırlar. Elektroluminens ile ışık üretirler. Halojen lambalara göre enerjisi düşüktür. Taşınabilir şarjlı üniteler halinde kullanıma uygundur. Zamanla meydana gelen yıpranma ya da enerji kaybı yok denecek kadar azdır. Halojen

ışık kaynakları ile kıyaslandığı zaman, yıpranmaması, uygulamasının kolay olması, bağlanma kuvvetinin iyi olması ve yeterli ışın süresinin olması gibi avantajlarıyla tercih edilebilir (125).

2.7 Demineralizasyon sonrası mine yüzeyinde meydana gelen değişiklikler

Demineralizasyon sonrası mine yüzeyinde oluşan hasarın incelenmesi için birçok teknik geliştirilmiştir. Bu teknikler 2 ana başlık altında incelenebilirler. Bu teknikler; minenin yüzey görüntülenmesi ile pürüzlülüğün değerlendirildiği kalitatif değişiklikler ve mine yüzeyinde oluşan hasarın rakamsal değerlendirildiği kantitatif değişiklikler olarak değerlendirilmiştir.

2.7.1 Kalitatif değerlendirmeler

Mine yüzeyinin görüntülenmesi amacıyla en sık kullanılan yöntem taramalı elektron mikroskopisidir. Taramalı elektron mikroskopisi, incelenmek istenen örnek üzerine bir elektron demetinin gönderilmesi ve bu örnekten saçılan elektronların algılanarak görüntü haline getirilmesi ile çalışan topografik bir inceleme yöntemidir. Bu inceleme yönteminde çözünürlük ve detayın yüksek olmasının sebebi, elektron demetinin nanometre boyutunda odaklanabilmesidir. Campbell ve ark.'nın yaptığı çalışmada; farklı yüzey temizleme teknikleri sonrası minenin yüzeyi taramalı elektron mikroskopuyla değerlendirilmiş ve sınıflandırılmıştır (128). Hong ve Lew ise mine yüzeyinden elde edilen taramalı elektron mikroskop görüntülerini farklı kişilerin değerlendirmesine sunarak yüzey pürüzlülüğü indeksine göre sınıflama yapmışlardır (129).

2.7.2 Kantitatif değerlendirmeler

Demineralizasyon alanlarının derinliğinin ya da o bölgedeki mineral kaybı miktarının sayısal olarak değerlendirildiği birçok in vivo ve in vitro yöntem mevcuttur (130).

Profilometri, katı haldeki malzemelerin yüzey pürüzlülüğünü, farklı çaplardaki elmas uçların incelenecek yüzeyde hareket ettirilmesi vasıtasıyla ölçen bir cihazdır. İncelenecek yüzeye temas eden hassas uç 7 A ile 1 mm arası hassasiyete sahiptir. Atomik kuvvet mikroskopisine kıyasla çok daha büyük alanları tarayabilir. Dönme hareketi yapan tablası ile incelenecek yüzey kolaylıkla istenen pozisyona getirilebilir. Eliades ve ark.'nın yaptıkları bir çalışmada mine yüzeyindeki en derin noktalar arasındaki fark profilometri ile debonding öncesinde ve sonrasında karşılaştırılmıştır (131). Daha sonra bu yöntem geliştirilmiş ve yüzeyin lazerle tarandığı profilometrelerle ve elde edilen verileri bilgisayar yazılımı ile kantitatif ifade eden yöntemlerle çalışılmıştır (132).

Atomik mikroskopların geliştirilmesiyle mine yüzeyi nano teknoloji ile değerlendirilmiş, yüzeyin topoğrafisi hakkında bilgi edinilmiştir. Atomik kuvvet mikroskobunda yüzey atomik boyutlara kadar sivriltilmiş bir iğne ucu yardımıyla, yüksek çözünürlükte ve üç boyutlu olarak görüntülenir. Görüntüleme, iğne ucu ile yüzeyin etkileşiminin incelenmesi ile ortaya çıkar. Atomik kuvvet mikroskobu üç farklı teknik ile kullanabilmektedir. Bunlar; iğne ile yüzeyin temasta olduğu temas yöntemi, iğne ile yüzeyin temasta olmadığı temassız yöntem ve iğnenin yüzeye vurularak uygulandığı vurma yöntemidir (133).

2.7.3.2.1 EDX (Energy dispersive x-ray) analizi

EDX analizi incelenen örnekteki mineral miktarını kantitatif olarak değerlendirebilen mikroanalitik bir tekniktir. EDX yöntemi imaj analizi ya da korelasyona dayalı değildir ve bahsedilen minerallerin direkt ölçümünü sağlamaktadır (130). Bu yöntemde, spektrumdaki x-ışını dalga boyları veya enerjileri tablolardan bulunur, elementler tespit edilir. Örnek yüzeyine gönderilen yüksek enerjili elektronlar örnekten elektron kopmasına sebep olur. Eğer elektronlar iç yörüngelerden kopmuşsa atomik kararlılığı sağlamak için bu boşluklara dış yörüngelerden elektronlar sızarlar. Dış yörüngedeki daha yüksek enerjiye sahip olan elektron fazla enerjisini ışına yaparak kaybeder. Bu kaybedilen enerji x-ışını meydana getirir. Yayımlanan x-ışını karakteristiğine göre yapının hangi element atomunu barındırdığı ve enerjinin hangi enerji kabuğundan yayımlandığı ortaya çıkar (134). Açığa çıkan x ışınları elektronik alıcılar tarafından algılanarak elde edilen veriler bilgisayar ekranında pikler oluşturur ve elementel analiz gerçekleşmiş olur. Elementlerin oluşturduğu pikler altlarındaki alanlarla doğru orantılıdır.

Pont ve arkadaşlarının 2010 yılında braket sökümü sonrası mine kaybını ex vivo ve in vivo olarak araştırdıkları bir çalışmada, braket tabanları EDX analizi ile, dış yüzeyleri ARI indeksi ile değerlendirilmiş, braket tabanında kalan artık materyal ne kadar fazla ise dıştan uzaklaşan Ca^{+2} miktarının da o kadar fazla olduğunu, debonding sonrası mine yüzeyine zarar vermenin kaçınılmaz olduğunu belirtmişlerdir (135).

Gontijo ve arkadaşlarının braket etrafındaki mineye florid verniği uygulayıp yüzeyi EDX ile inceledikleri bir çalışmada, uygulama sonrası yüzeyde kalsiyum ve florun arttığı, fosforun azaldığı görülmüştür (136).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 GEREÇ

3.1.1 Braketler

Çalışmamızda 0.022 inch slotlu MBT üst premolar braketleri (American Ortodontics, Wisconsin, ABD) kullanılmıştır.

3.1.2 Pürüzlendirme materyali

Çalışmamızda pürüzlendirme materyali olarak; ideal vizkositeye sahip, %37 fosforik asit içeren opal-etch (Ultradent Products, Utah, ABD) şırınga tipi asit kullanılmıştır.

3.1.3 Kompozit yapıştırıcı

Çalışmamızda 3M Unitek firmasının ürünü olan, ışıkla sertleşen, %14 Bis GMA, %9 Bis EMA içeren ayrıca %77 oranında quartz ve sub-mikron silika partikülleri bulunduran Transbond XT pastası (3M Dental Products, St. Paul, MI, ABD) yapıştırıcı olarak kullanılmıştır.

3.1.4 LED ışık cihazı

Çalışmamızda yapıştırıcı maddenin ve bonding materyallerinin polimerizasyonu için 395 – 480 nm dalga boyunda ışık veren Ultradent Valo LED (Ultradent Products, Utah, ABD) ışık kullanılmıştır.

3.1.5 Florür vernikleri

3.1.5.1 Voco Bifluorid 12

Çalışmamızda kullanılan verniklerden ilki Voco Bifluorid 12' dir (Resim 3.1) (Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya). %6 sodyum florür ve %6 kalsiyum florürün bir kombinasyonu olan bu vernik mine yüzeyinde floroapatit oluşturarak çürüklere karşı korur ve hipersensitiviteyi de tedavi eder.



Resim 3.1: Voco Bifluorid 12 (137)

3.1.5.2 Enamel Pro Vernik

Çalışmamızda kullanılan verniklerden ikincisi amorf kalsiyum fosfat formüllü ve %5 NaF içeren Enamel Pro Verniktir (Resim 3.2) (Premier, Pensilvanya, ABD). Minenin florür alımını sağlayarak mine yüzeyinin çürüklere karşı dayanıklı olmasını sağlar. Yüzeyde yarı geçirgen floroapatit kristalleri oluşturarak mineyi güçlendirir.



Resim 3.2: Premier Enamel Pro Varnish (138)

3.1.5.3 Colgate Duraphat Vernik

Çalışmamızda kullanılan flor verniklerinden üçüncüsü %5 NaF (22600 ppm flüoride) içeren Colgate Duraphat (Colgate Corp, Newyork, ABD) Verniktir (Resim 3.3). Küre şeklindeki florür partikülleri ağızdaki mine üzerinde birikerek remineralizasyonu sağlar. Ayrıca dentin hassasiyetinde de kullanılır.



Resim 3.3 : Colgate Duraphat Varnish (139)

3.1.6 Dişler

Deneysel tez çalışmamızda 100 adet çekilmiş insan dişi kullanılmıştır. Dişler çalışmamızdan bağımsız olarak Gaziantep Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı'nda çekimi takiben atılan dişlerin toplanması ile elde edilmiştir.

3.1.6.1 Dişlerin saklanma koşulları

Çekim sonrasında dişin organik yapısında bozulma ve çürümenin önlenmesi için, toplanan dişler yıkandıktan sonra oda sıcaklığında cam şişelerde, %0,1'lik timol solüsyonunda muhafaza edilmiştir.

3.1.6.2 Diş seçim koşulları

Diş seçimi için belirlediğimiz kriterler; dişin bütünlüğünün korunmuş olması, çürük, çatlak ya da dolgu olmaması, davye ile hasar görmemiş olmasıdır. Toplanan dişlerden bu seçim kriterlerine uygun olanlar çalışmaya dahil edilmiştir.

3.2 YÖNTEM

Araştırmamız için gereken EDX ölçümleri GAÜN Uluğbey Yüksek Teknoloji ve Araştırma Merkezi'nde, bağlanma dayanımı testleri ise GAÜN Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmamız için gerekli etik kurul kararı, 24,05,2018 tarihinde 2018/97 karar numarası ile Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır.

3.2.1 Dişlerin hazırlanması ve saklanması

Tez çalışmamızda; çürüğü olmayan, herhangi bir zarar görmemiş 100 adet çekilmiş insan dişi kullanılmıştır. Diş yüzeyinde bulunan yumuşak doku artıkları küret ile temizlenmiş

ve deney sürecine kadar %0,1' lik timol çözeltisi içinde bekletilmiştir. Timol, diş dokusuna zarar vermeden dişin uzun süre saklanabildiği antimikrobiyal bir maddedir. Ayrıca diş yüzeyleri kürete edildikten sonra florür içermeyen bir pomza ile temizlenerek distile su ile yıkanmış ardından timol solüsyonunda bekletilmiştir.

3.2.2 EDX analizi için dişlerin hazırlanması

Tüm dişler, kronları açık olarak kalacak şekilde silikon esaslı bir ölçü maddesiyle hazırlanmış kalıplar içine soğuk akrilikle sabitlenecek şekilde yerleştirilmiştir. Akrilik malzemesi donduktan sonra silikon kalıplardan çıkarılıp tesviyeleri yapılmıştır. EDX analizini gerçekleştirebilmek için dişlerin karbon tablası üzerinde düz bir şekilde durabilmesi gerekmektedir. Dişlerin tesviyeleri yapıldıktan sonra akrilik bloklara dişlerin numaraları yazılmıştır ve diş yüzeylerine braketlerin yapıştırılacağı alan işaretlenmiştir. Böylece tüm ölçümlerde aynı alanın taranması sağlanmıştır. EDX ölçümü öncesi 100 diş, 20' şer diş içerecek şekilde 5 gruba ayrılmıştır.

Tablo 3.1: Çalışma Grupları

Gruplar	
Grup A	SBS kontrol grubu
Grup B	Sadece demineralizasyon grubu
Grup C	Bifluoride 12 grubu
Grup D	Enamel Pro Varnish grubu
Grup E	Colgate Duraphat grubu

3.2.2.1 Birinci EDX ölçümlerinin yapılması

Diş gruplarından B, C, D ve E grupları hava-su spreyi ile kurutulduktan sonra GAÜN Uluğbey Yüksek Teknoloji ve Araştırma Merkezi'nde JEOL 6390LV taramalı elektron mikroskobu (JEOL Ltd. Tokyo, JAPAN) ile bağlantılı EDX (IXRF Systems Inc. Austin, USA) karbon tablasına sabitlenmiş ve incelemeye alınmıştır. Vakum işlemi sonrasında çalışmamızda incelenmek istenen kalsiyum, fosfor ve flor elementleri periodik cetvelden seçilerek 100 sn süren tarama sonucunda her diş için yüzeydeki minerallerin ölçümü gerçekleştirilmiştir. (Resim 3.4). İşlem sonrası dişler tekrar laboratuvara getirilip timol solüsyonunda saklanmaya devam edilmiştir.



Resim 3.4 : Energy dispersive x-ray ölçümlerinin yapıldığı SEM cihazı

3.2.2.2 Demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonlarının hazırlanması

Literatür incelendiğinde in vitro yapılan birçok çalışmada gerçeğe yakın sonuç elde etmek amacıyla ağız ortamının taklit edilebilmesi için demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonlarıyla pH siklusu oluşturulmuştur (140).

Çalışmamızda, Fidalgo ve ark.'nın çalışmalarında kullandıkları demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonları kullanılmıştır (140). İn vitro çalışmalarda hazırlanan solüsyonların ana bileşenlerini benzer maddeler oluşturur.

Çalışmamızda hazırlanan remineralizasyon çözeltisinin formülü aşağıdaki gibidir:

1.54 mmol/L kalsiyum

1.54 mmol/L fosfat

20 mmol/L asetik asit

0.308 g amonyum asetat

Solüsyonun pH'sı 7 olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda hazırlanan demineralizasyon çözeltisinin içeriği aşağıdaki gibidir:

3 mmol/L kalsiyum

3 mmol/L fosfat

50 mmol/L asetik asit

0.308 g amonyum asetat

Solüsyonun pH' sı 4,5 olarak belirlenmiştir.

B, C, D ve E gruplarındaki dişler demineralizasyon solüsyonunda 22 saat, remineralizasyon solüsyonunda 2 saat olmak üzere toplamda 14 gün boyunca, oda sıcaklığında bekletilmişlerdir. Demineralizasyon solüsyonundan çıkarılan dişler distile su ile yıkandıktan sonra, mekanik abrazyonun taklidi amacıyla 30 sn boyunca diş fırçasıyla fırçalanmıştır. Aynı şekilde remineralizasyon solüsyonu sonrası da dişler tekrar distile su ile yıkandıktan sonra demineralizasyon solüsyonuna konulmuştur. Dişlerin buldukları solüsyon çözünme ürünlerinin birikmesinin önlemek ve tükürük akışını taklit edebilmek amaçlı her seferinde değiştirilmiştir. Solüsyonlar GAÜN Kimya Bölümü'nde Doç. Dr. Mehmet KAHRAMAN tarafından hazırlanmıştır. Solüsyonlar hazırlandıktan sonra pH metre ile pH' sı değerlendirilmiştir. (Resim 3.5).



Resim 3.5 : Demineralizasyon- Remineralizasyon Solüsyonlarının Hazırlanması

3.2.2.3 İkinci EDX ölçümlerinin yapılması

PH siklusu sonrası dişler yeniden kurutulularak siklus sonrası yüzeydeki mineral değişimini tespit etmek için GAÜN SEM mikroskopi ünitesine götürülmüştür. Önceki ölçümde tarama yapılan alanda tekrar tarama yapılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir. Tarama sonrası dişler flor verniği uygulamalarına kadar timol solüsyonunda bekletilmiştir.

3.2.2.4 Florür verniklerinin uygulanması

1. Gruba Voco Bifluoride 12, iyice çalkalandıktan sonra üretici firmanın talimatları doğrultusunda özel üretilmiş uygulama aparatına damlatılarak ince bir tabaka halinde 10 sn kurutulan dişler üzerine tatbik edilmiştir (Resim 3.6).



Resim 3.6: Voco Bifluorid 12 Uygulanması

2. Gruba, Premier Enamel Pro Varnish, üretici firmanın talimatları doğrultusunda dişler 10 sn kurutulduktan sonra ince bir tabaka halinde bir aplikatör yardımıyla uygulanmıştır (Resim 3.7).



Resim 3.7: Premier Enamel Pro Varnish uygulanması

3. Gruptaki dişlere 10 sn kurutma sonrası üretici firmanın talimatları doğrultusunda Colgate Duraphat Vernik, ince bir tabaka halinde bir aplikatör yardımıyla uygulanmıştır (Resim 3.8).



Resim 3.8: Colgate Duraphat Vernik Uygulanması

3.2.2.5 Üçüncü EDX ölçümlerinin yapılması

C, D ve E grubundaki dişler florür vernikleri uygulanması sonucu yüzeydeki minerallerin ölçülebilmesi için GAÜN SEM mikroskopisi ünitesine götürülerek ölçüm gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.6 Braketlerin yapıştırılması ve kırılması

EDX ölçümlerinden 1 gün sonra tüm dişler hafifçe kurutulmuş ve bukkal yüzeylerinde braketin yerleştirileceği alan %37 fosforik asit içeren opal etch ile 20 sn asitlenmiştir. Asitlenen yüzey 15 sn süre ile yıkandıktan sonra 15 sn kurutulmuştur. Diş yüzeyleri 3M UNİTEK Transbond XT ile bondlandıktan sonra, her diş için temin edilen braketler üretici firmanın talimatları doğrultusunda Transbond XT Light-Cure Adhesive Paste ile dişlere yapıştırılmıştır. Ultradent Valo LED Işıklı Dolgu Cihazı ile 10 sn süreyle polimerize edilmiştir. Braketlerin yapıştırılmasını takiben dişlerin gömülü olduğu bloklar, Instron Test makinasının (Instron Corp., Norwood, MA, ABD) taban plakasına yerleştirilerek sabitlenmiştir. Makinenin kırma işlemini gerçekleştiren uç kısmı braketin tam orta noktasına gelecek şekilde ve braketten başka bir yüzeye temas etmeyecek şekilde ayarlanmıştır. Piston hızı 1 mm/dk olacak şekilde ayarlanarak, braketin kırılması için gerekli maksimum yük kaydedilmiştir.



Çalışmada kullanılan Instron Test Makinası

3.2.3 İstatistiksel yöntem:

Sayısal verilerin normal dağılıma uygunluğu Shaphiro Wilk testi ile test edilmiştir. Normal dağılmayan değişkenlerin 3,4 ve 5 grupta karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi ve All pairwise çoklu karşılaştırma testleri kullanılmıştır. Normal dağılmayan 2 bağımlı ölçümün karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanılmıştır. Normal dağılmayan 3'ten fazla bağımlı değişkenin karşılaştırılmasında Friedmanın iki yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Analizlerde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır. $P < 0,05$ anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Kalsiyum Elementinin Başlangıç (T0) ve PH Siklusu Uygulaması Sonrası (T1) Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Kalsiyum elementinin T0 ve T1 zamanlarına ait ölçüm değerlendirmesinde elde edilen bulgular Tablo 4.1' de gösterilmiştir.

T0 zamanında B, C, D ve E grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). T1 zamanında yapılan gruplar arası kalsiyum ölçümü karşılaştırılmalarında B, C, D ve E grupları arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. ($p=0,001$) B ve C grubu kalsiyum miktarı D grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,004$, $p=0,005$). Diğer gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Grupların T0 ve T1 zamanları kalsiyum miktarlarının grup içi karşılaştırmalarına baktığımızda, B ve C gruplarında T1 kalsiyum miktarında T0 kalsiyum miktarına göre anlamlı derecede azalma tespit edilmiştir ($p=0,009$, $p=0,048$). D ve E gruplarında da azalma görülmüş ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.2 Fosfor Elementinin T0 ve T1 Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Fosfor elementinin T0 ve T1 zamanlarına ait ölçüm değerlendirmesinde elde edilen bulgular Tablo 4.1' de gösterilmiştir.

T0 zamanında B, C, D ve E grupları arasında anlamlı fark bulunmuştur. ($p=0,001$) B grubu fosfor miktarı D ve E gruplarına göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,020$; $p=0,001$) B grubu fosfor miktarı ile C grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). C grubu fosfor miktarı D ve E gruplarına göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,034$; $p=0,001$). D ve E grupları arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p>0,05$)

T1 zamanında yapılan gruplar arası fosfor ölçümü karşılaştırılmalarında B, C, D ve E grupları arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p=0,043$). B grubu fosfor miktarı D grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,006$). Diğer gruplar arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p>0,05$)

Grupların T0 ve T1 zamanları fosfor miktarlarının grup içi karşılaştırmalarına baktığımızda, sadece E grubunda T1 fosfor miktarında T0 fosfor miktarına göre anlamlı derecede artış tespit edilmiştir ($p=0,030$)

4.3 Flor Elementinin T0 ve T1 Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Flor elementinin T0 ve T1 zamanlarına ait ölçüm değerlendirmesinde elde edilen bulgular Tablo 4.1' de gösterilmiştir.

T0 zamanında B, C, D ve E grupları arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). T1 zamanında da B, C, D ve E grupları arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Grupların T0 ve T1 zamanları flor miktarlarının grup içi karşılaştırmalarına baktığımızda, tüm gruplarda anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.1: Başlangıç (T0) ve PH Siklusu Uygulaması (T1) Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Elementler (Ağırlık %)	Zaman	GrupB* (N=20) Ort [%25-%75]	GrupC** (N=20) Ort [%25-%75]	GrupD*** (N=20) Ort [%25-%75]	GrupE**** (N=20) Ort [%25-%75]	P gruplar arası						
						P tüm gruplar	BC	BD	BE	CD	CE	DE
Kalsiyum	T0	60,179	59,902	61,326	61,100	NS [€]	NS [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]
	T1	58,838	59,502	61,304	60,453	0,01 [€]	NS [£]	0,004 [£]	NS [£]	0,005 [£]	NS [£]	NS [£]
	P grup içi	0,009 [§]	0,048 [§]	NS [§]	NS [§]							
Fosfor	T0	38,323	38,462	37,549	36,948	0,001 [€]	NS [£]	0,020 [£]	0,001 [£]	0,034 [£]	0,001 [£]	NS [£]
	T1	39,626	38,243	37,029	38,124	0,043 [€]	NS [£]	0,006 [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]
	P grup içi	NS [§]	NS [§]	NS [§]	0,030 [§]							
Flor	T0	0,679	0,812	0,985	2,207	NS [€]	NS [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]
	T1	1,267	1,252	0,977	1,065	NS [€]	NS [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]	NS [£]
	P grup içi	NS [§]	NS [§]	NS [§]	NS [§]							

*Grup B: Sadece demineralizasyon **Grup C: Bifluorid 12, ***Grup D: Enamel Pro Varnish, ****Grup E: Colgate Duraphat.
Medyan [%25-%75], P<0,05 düzeyinde anlamlı €: Kruskal Wallis §: Wilcoxon £: All Pair Wise çoklu karşılaştırma testi

4.4 Kalsiyum Elementinin Başlangıç (T0), PH Siklusu Uygulaması (T1) ve Flor Vernikleri Uygulaması Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Kalsiyum elementinin T0, T1 ve T2 zamanlarına ait ölçüm değerlendirmesinde elde edilen bulgular Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'de gösterilmiştir.

T0, T1 ve T2 zamanında yapılan grup içi kalsiyum ölçümü karşılaştırılmalarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. ($p=0,001$) Tüm gruplarda kalsiyum ölçümleri T2 zamanında T0 ve T1 zamanına göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,001$)

T0 zamanında C, D ve E grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). T1 ve T2 zamanlarında yapılan gruplar arası kalsiyum ölçümü karşılaştırılmalarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. ($p=0,013$; $p=0,001$). T1 zamanında yapılan gruplar arası kalsiyum ölçümü karşılaştırılmalarında C grubu kalsiyum miktarı D grubu kalsiyum miktarına göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,003$). T1 zamanında diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). T2 zamanında C grubu kalsiyum miktarı D grubuna göre anlamlı derecede düşük, E grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,048$, $p=0,030$). D grubu da E grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$)

4.5 Fosfor Elementinin T0, T1 ve T2 Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Fosfor elementinin T0, T1 ve T2 zamanlarına ait ölçüm değerlendirmesinde elde edilen bulgular Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'de gösterilmiştir.

T0, T1 ve T2 zamanında yapılan grup içi fosfor ölçümü karşılaştırılmalarında C ve D gruplarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. ($p=0,001$) C ve D gruplarında fosfor ölçümleri T2 zamanında T0 ve T1 zamanına göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,001$) E grubunda anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$)

T0 zamanında C, D ve E grupları arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p=0,002$). C grubu fosfor miktarı D ve E grubu fosfor miktarına göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,037$; $p=0,001$) T1 zamanında yapılan gruplar arası fosfor ölçümü karşılaştırılmalarında C, D ve E grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p>0,05$)

T2 zamanında yapılan gruplar arası fosfor ölçümü karşılaştırılmalarında C, D ve E grupları arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p=0,001$). T2 zamanında yapılan gruplar arası fosfor ölçümü karşılaştırılmalarında E grubu fosfor miktarı C ve D grubu fosfor miktarına göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$)

4.6 Flor Elementinin T0, T1 ve T2 Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Flor elementinin T0, T1 ve T2 zamanlarına ait ölçüm değerlendirmesinde elde edilen bulgular Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'de gösterilmiştir.

T0, T1 ve T2 zamanında yapılan grup içi flor ölçümü karşılaştırılmalarında tüm gruplarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur. ($p=0,001$). Tüm gruplarda flor ölçümleri T2 zamanında T0 ve T1 zamanına göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$) T0 ve T1 zamanında gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

T0 ve T1 zamanlarında C, D ve E grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). T2 zamanında yapılan gruplar arası flor ölçümü karşılaştırılmalarında C, D ve E grupları arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p=0,001$). T2 zamanında C grubu flor miktarı D ve E gruplarına göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$; $p=0,033$). D ve E grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.2: Başlangıç (T0), PH Siklusu Uygulaması Sonrası(T1) ve Flor Vernikleri Uygulaması (T2) Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine Ölçümlerinin Karşılaştırma Sonuçları

Element (Ağırlık %)	Gruplar	T0	T1	T2	P tüm zamanlar	P zamanlar arası		
						T0-T1	T0-T2	T1-T2
Kalsiyum	C N= 20 Ort (%25-%75)	59,902	59,502	27,222	0,001 [£]	0,048 [§]	0,001 [§]	0,001 [§]
	D N= 20 Ort (%25-%75)	61,326	61,304	39,498	0,001 [£]	NS [§]	0,001 [§]	0,001 [§]
	E N= 20 Ort (%25-%75)	61,100	60,453	15,093	0,001 [£]	NS [§]	0,001 [§]	0,001 [§]
	P gruplar arası	NS [€]	0,013 [€]	0,001 [€]				
Fosfor	C N= 20 Ort (%25-%75)	38,462	38,243	10,477	0,001 [£]	NS [§]	0,001 [§]	0,001 [§]
	D N= 20 Ort (%25-%75)	37,549	37,029	21,044	0,001 [£]	NS [§]	0,001 [§]	0,001 [§]
	E N= 20 Ort (%25-%75)	36,948	38,124	37,942	NS [£]	NS [§]	NS [§]	NS [§]
	P gruplar arası	0,002 [€]	NS [€]	0,001 [€]				
Flor	C N= 20 Ort (%25-%75)	0,812	1,252	60,239	0,001 [£]	NS [§]	0,001 [§]	0,001 [§]
	D N= 20 Ort (%25-%75)	0,985	0,977	35,397	0,001 [£]	NS [§]	0,001 [§]	0,001 [§]
	E N= 20 Ort (%25-%75)	2,207	1,065	42,772	0,001 [£]	NS [§]	0,001 [§]	0,001 [§]
	P gruplar arası	NS [€]	NS [€]	0,003 [€]				

*Grup C: Bifluorid 12, **Grup D: Enamel Pro Varnish, ***Grup E: Colgate Duraphat.
Medyan [%25-%75], P<0,05 düzeyinde anlamlı €: Kruskal Wallis §: Wilcoxon
£: Friedmanın iki yönlü varyans analizi

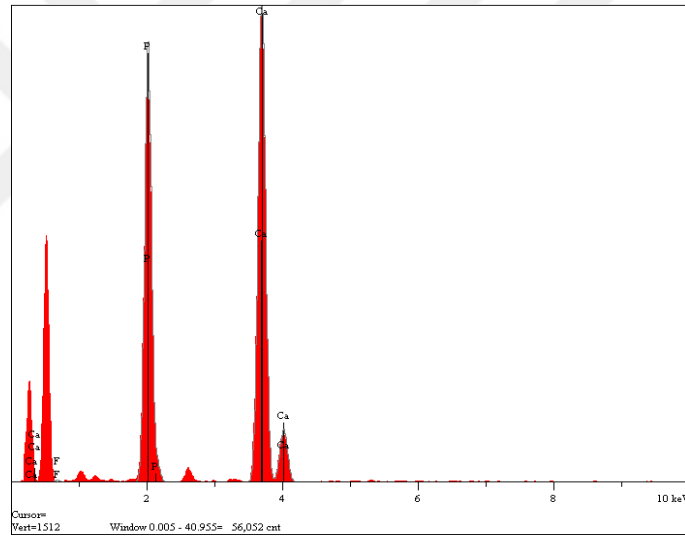
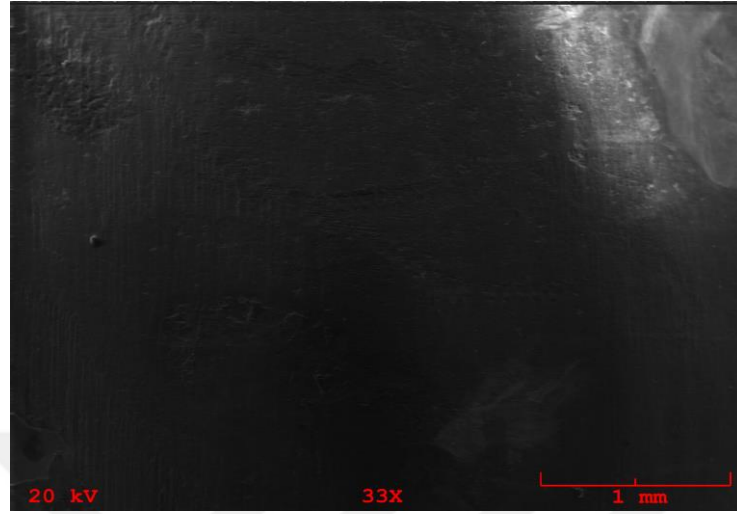
Tablo 4.3: Başlangıç (T0), PH Siklusu Uygulaması (T1) ve Flor Vernikleri Uygulaması (T2) Zamanlarında Yapılan Mineral Konsantrasyonu Ölçümlerine İlişkin Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Element (Ağırlık %)	Zaman	C	D	E	P tüm gruplar	P gruplar arası		
		N= 20 Ort (%25-%75)	N= 20 Ort (%25-%75)	N= 20 Ort (%25-%75)		C-D	C-E	D-E
Kalsiyum	T0	59,902	61,326	61,100	NS [€]	NS [§]	NS [§]	NS [§]
	T1	59,502	61,304	60,453	0,013 [€]	0,003 [§]	NS [§]	NS [§]
	T2	27,222	39,498	15,093	0,001 [€]	0,048 [§]	0,030 [§]	0,001 [§]
	P zamanlar arası	0,001 [£]	0,001 [£]	0,001 [£]				
Fosfor	T0	38,462	37,549	36,948	0,002 [€]	0,037 [§]	0,001 [§]	NS [§]
	T1	38,243	37,029	38,124	NS [€]	NS [§]	NS [§]	NS [§]
	T2	10,477	21,044	37,942	0,001 [€]	NS [§]	0,001 [§]	0,001 [§]
	P zamanlar arası	0,001 [£]	0,001 [£]	NS [£]				
Flor	T0	0,812	0,985	2,207	NS [€]	NS [§]	NS [§]	NS [§]
	T1	1,252	0,977	1,065	NS [€]	NS [§]	NS [§]	NS [§]
	T2	60,239	35,397	42,772	0,003 [€]	0,001 [§]	0,033 [§]	NS [§]
	P zamanlar arası	0,001 [£]	0,001 [£]	0,001 [£]				

*Grup C: Bifluorid 12, **Grup D: Enamel Pro Varnish, ***Grup E: Colgate Duraphat.

Medyan [%25-%75], P<0,05 düzeyinde anlamlı €: Kruskal Wallis §: Wilcoxon £: Friedmanın iki yönlü varyans analizi

Analiz Raporu:



Elt.	Line	Intensity (c/s)	Conc	Units	Error 2-sig	MDL 3-sig	
F	Ka	0.67	1.090	wt.%	33.420	0.782	
P	Ka	172.98	39.333	wt.%	0.787	0.169	
Ca	Ka	209.09	59.576	wt.%	0.685	0.201	
			100.000	wt.%			Total

Şekil 4.1: Dişlere Bifluorid 12 Verniği Uygulanması Sonrası Yapılmış EDX Analizi Örneği

4.7 Bağlanma Dayanımı Ölçümlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler ile Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Bağlanma dayanımı ölçüm değerlendirmesinde elde edilen bulgular Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Bağlanma dayanımı ölçümü karşılaştırılmalarında tüm gruplarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur. ($p=0,001$). A grubu bağlanma dayanımı ölçümleri diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$). B grubu bağlanma dayanımı ölçümleri ile C ve D grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). B grubu bağlanma dayanımı ölçümleri E grubu ölçümlerine göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$). C grubu ile D grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). C ve D grubu ölçümleri E grubu ölçümlerine göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$). (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Bağlanma Dayanımı Ölçümlerine İlişkin Gruplar Arası Karşılaştırma Sonuçları

Gruplar	SBS Değerleri (Mpa)	P gruplar arası	A-B	A-C	A-D	A-E	B-C	B-D	B-E	C-D	C-E	D-E
A* N= 20(%25-%75)	8,898	0,001 [€]	0,004 [£]	0,001 [£]	0,001 [£]	0,001 [£]	NS [£]	NS [£]	0,001 [£]	NS [£]	0,001 [£]	0,001 [£]
B** N= 20(%25-%75)	5,690											
C***N= 20(%25-%75)	3,914											
D**** N= 20(%25-%75)	4,745											
E***** N= 20(%25-%75)	2,047											

*Grup A: Sadece SBS **Grup B: Sadece Demineralizasyon ***Grup C: Bifluorid 12, ****Grup D: Enamel Pro Varnish, *****Grup E: Colgate Duraphat.

Medyan [%25-%75], P<0,05 düzeyinde anlamlı €: Kruskal Wallis £: All Pair Wise çoklu karşılaştırma testi

Tablo 4.5: Yüzeydeki Kalsiyum, Fosfor ve Flor Konsantrasyonları ile SBS Arasındaki Korelasyon

GRUP			SBS
		r	-,233
	EDX Ca T1	p	,323
		n	20
		r	,352
*B	EDX P T1	p	,128
		n	20
		r	,227
	EDX F T1	p	,336
		n	20
		r	-,177
	EDX Ca T2	p	,454
		n	20
		r	,295
**C	EDX P T2	p	,207
		n	20
		r	,096
	EDX F T2	p	,686
		n	20
		r	-,146
	EDX Ca T2	p	,509
		n	20
		r	,180
***D	EDX P T2	p	,446
		n	20
		r	,087
	EDX F T2	p	,715
		n	20
		r	-,092
	EDX Ca T2	p	,701
		n	20
		r	,165
****E	EDX P T2	p	,486
		n	20
		r	,135
	EDX F T2	p	,569
		n	20

*Grup B: Sadece Demineralizasyon **Grup C: Bifluorid 12, ***Grup D: Enamel Pro Varnish, ****Grup E: Colgate Duraphat.

Korelasyon Katsayısı	Yorumu
0.8-1.0	Çok güçlü ilişki
0.6-0.8	Güçlü ilişki
0.4-0.6	Orta şiddette ilişki
0.2-0.4	Zayıf ilişki
0.0-0.2	Çok zayıf ya da ilişki yok

4.8 Mine Yüzeyindeki Kalsiyum, Fosfor ve Flor Konsantrasyonları ile SBS Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi

Mine yüzeyindeki kalsiyum, fosfor ve flor konsantrasyonları ile SBS arasında korelasyon olup olmadığını değerlendirdiğimiz istatistiksel analiz sonucunda korelasyon olmadığı tespit edilmiştir.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1 Amacın tartışılması

Çalışmamızın amacı; demineralize mine yüzeyine sahip bireylerin ortodontik tedavi ihtiyacının karşılanabilmesi için tedavi öncesi mine yüzeyinde remineralizasyon sağlamak amacıyla kullanılabilir flor verniklerinden hangisinin daha etkin olduğunun kantitatif bir analiz yöntemi olan EDX ile tespit edilmesi ve uygulanan verniklerin braketlerin bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmektir.

Kalsiyum, fosfor ve flor mineralleri, mine yüzeyinde demineralizasyonun inhibisyonu ve remineralizasyonun stimülasyonu için gerekli olan ayrıca aside dirençli fluoroapatit bileşiklerinin temel yapısını oluşturan minerallerdir (141). Çalışmamızda da bu sebepten dolayı kalsiyum, fosfor ve flor minerallerinin demineralizasyon ve florür vernikleri sonrası konsantrasyonunu değerlendirebilmek amacıyla pH siklusu öncesi, sonrası ve flor vernikleri uygulaması sonrası mine yüzeyi EDX analizi ile değerlendirilmiştir. EDX analizi ile incelenen örnek yüzeyindeki minerallerin yüzde konsantrasyonları tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde Gontijo ve ark.'nın da çalışmalarında kalsiyum, fosfor ve flor minerallerini değerlendirdikleri bildirilmiştir.

Florür uygulamaları, demineralizasyonlara engel olabilmek amacıyla uygulanan koruyucu yöntemlerden biridir. Florürlerin çürüğe engel olma mekanizması 3 şekilde gerçekleşir. Birincisi; florür iyonları mine yapısında var olan hidroksil iyonları ile yer değiştirir ve daha az çözünür haldeki fluoroapatit kristaline dönüşür. İkincisi; düşük yoğunluktaki florür uygulamaları minedeki apatit kristallerinin oluşmasına yardımcı olur ve stabilizasyonu sağlar. Üçüncüsü plaktaki karbonhidratın bakteriler tarafından fermente edilmesine engel olur. Düşük konsantrasyonda florür uygulamaları ile fluoroapatit oluşurken, yüksek konsantrasyondaki uygulamalar sonucu kalsiyum florür oluşur ve kalsiyum florür suda yavaş yavaş çözünerek ortama florür veren florür deposu gibi işlev görür (108).

Schwendicke ve ark.'nın 2017'de Almanya'da yaptıkları bir çalışmada; floridli vernik ve jel uygulamasının etkinliğini 12 yaşından 18 yaşına kadar takip ettikleri bir hasta popülasyonunda değerlendirmişler ve vernik uygulamasının çürük önlenmesinde daha efektif olduğunu rapor etmişlerdir (142).

Restrepo ve ark.'nın 2016 yılında florid verniği ve klorheksidinli jel uygulamasının etkinliğini araştırdıkları bir randomize klinik çalışmada, Diagnodentle değerlendirilen dişlerde, floridli vernik uygulamasının beyaz nokta lezyonu gelişimine daha iyi engel olduğu belirtilmiştir (75).

Gao ve ark.'nın, 2016 yılında çocuklarda çürük remineralizasyonun profesyonel florid uygulaması hakkında yaptıkları bir derleme sonucuna göre floridli vernik uygulamasının erken mine demineralizasyonlarını önlediği belirtilmiştir (143).

Austin ve ark.'nın yaptıkları bir çalışmada floridli vernik (Bifluorid 10) ve floridli jellerin yüzeydeki konsantrasyonları EDX ile incelenmiş ve florid verniğinin erozyona karşı daha efektif olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin florid verniğinin daha fazla konsantrasyonda florür içermesi ve yüzeyi bir örtü gibi kaplayarak CaF_2 ' ün daha az çözünmesini sağlaması olduğu düşünülmektedir (144).

Du ve ark.'nın yaptıkları randomize klinik çalışmada, florid vernikleriyle beyaz lezyonların tedavi edilip edilemeyeceği değerlendirilmiş ve 6 ay boyunca ayda bir kere vernik uygulaması yapılmıştır. Değerlendirme Diagnodent ile yapılmış ve bu uygulamanın rutin çürük önleme yöntemi olabileceği belirtilmiştir (145).

Sar sancaklı ve ark.'nın 2014 yılında vernik ve yüksek florid (Bifluorid 10, Duraphat, Flüor Protector) kullanımının mine erozyon ve abrazyonundaki etkisini laboratuvar koşullarında inceledikleri çalışmada ise, tek seans florid verniği uygulamasının mine erozyon ve abrazyonunu engellediğini ve risk grubundaki hastalarda verniklerin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir (146).

Perrini ve ark.'nın 2016 yılında mine yüzeyinde çürük oluşumunu engellemek için yüksek floridli vernik (Duraphat) kullandıkları bir çalışmada, verniğin uygulama sayısının çürük oluşumuna etkisini değerlendirmişler ve periodik florid verniği uygulamasının beyaz nokta lezyonlarının oluşumuna engel olduğu ancak ağız hijyeni iyi hastalarda istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir (74).

Literatür incelendiğinde florid verniğinin diğer florid uygulamalarına göre daha efektif olduğunu belirten çalışmalara dayanarak bu çalışmada da flor vernikleri tercih edilmiştir. Bu amaçla %6 sodyum florür ve %6 kalsiyum florür içeren Bifluorid 12 florür verniği, %5 NaF içerikli amorf kalsiyum fosfat formülüyle Enamel Pro Varnish ve son olarak %5 NaF içeren Colgate Duraphat Varnish kullanılmıştır.

5.2 Gereç ve Yöntemin Tartışılması

Demineralizasyon ya da adezivlerin bağlanma özelliklerini araştırmak üzere gerçekleştirilen bir çok in vitro çalışmada insan ve hayvan dişleri kullanılmıştır (147). Bu çalışmada da gerçek değerlere en yakın sonuç alabilmemiz için çekilmiş insan dişleri kullanılmıştır.

Yapılan in vitro çalışmalarda kullanılan insan dişlerinin farklılık gösterebildiği gözlenmiştir. Çekiminden sonra yapısı bozulmadan en uzun süre muhafaza edilebilen dişlerin premolar ve 3. molar dişler olduğu tespit edilmiştir (148). Literatüre bakıldığında en fazla tercih edilen diş olduğundan, çalışmamızda üst premolar dişlerin kullanılması tercih edilmiştir.

İnsan dişlerinin kullanıldığı birçok çalışmada yapılan araştırmaların tutarlı sonuçlar verebilmesi için tercih edilen dişlerin belirli seçim kriterlerine uymasına dikkat edilmiştir. Bu kriterlere göre; dişin bütünlüğünün korunmuş olması, dişte çürük veya dolgu olmaması, periodontal kayıp nedeniyle çekilmiş olmaması, davye travması olmaması ve çatlak olmaması gerekmektedir (115). Bu çalışmada kullanılan dişler de bu kriterlere uygun olarak seçilmiştir.

Kullanılan dişlerin organik yapılarının bozulmaması ve bakteriyel infiltrasyondan kaçınmak için belirli solüsyonlar içinde bekletilmesi gerekmektedir. Literatüre bakıldığında; dişlerin distile suda, de iyonize suda (132), %4 formalinde (149), %70 lik etil alkolde (111), % 0.9'lük NaCl içeren serum fizyolojikte (150), %4'lük, %0.1'lik, %0.02'lik timol solüsyonunda (151) bekletildikleri görülmektedir. Williams ve Svare' in yaptıkları bir çalışmada timolde ve distile suda bekletilen dişlerin 5 yıl sonra bile bağlanma kuvvetinde bir değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir (152). Eliades ve Brantley yaptıkları çalışmada dişlerin saklanma süresinin en fazla 6 ay olması gerektiğini, daha uzun süre bekletmenin standardizasyonu bozabileceğini belirtmişlerdir (153). Fujisawa ve Kadoma'nın yaptıkları bir çalışmada timolün metil metakrilat polimerizasyonunu inhibe ettiğini tespit etmişlerdir (154). Timol, etkili bir antiseptik olduğundan, organik yapıların bozulmasına engel olan koruyucu özelliğinden ve dişlerin uzun süre saklanmasına uygun olduğundan literatürde sıklıkla tercih edilen solüsyonlar arasındadır. Bu çalışmada da çekilen dişler %0,1' lik timol solüsyonunda bekletilmiştir.

Bağlanma kuvveti ve debondingle ilgili yapılan laboratuvar çalışmalarında diş yüzeyinde bulunan organik pelikül ve plağın uzaklaştırılmasında flor ve yağ içermeyen pomza ve su

kullanılmıştır (151). Döner alet olarak genellikle düşük devirli turlu alet kullanılmıştır. Pomza uygulamasının bağlanma kuvvetine bir etkisinin olmadığını, sadece mine yüzeyinde abrazyona ve çizilmeye sebep olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur (112). Pus ve Way, mine yüzeyinde oluşan madde kaybı ile ilgili yaptıkları çalışmada; fırça ile pomza uygulaması sonucu yaklaşık 10,7 mikrometre, lastik ile pomza uygulaması sonucu ise 5 µm boyutunda mine dokusunun kaybına dikkat çekmişlerdir (155). Thompson ve Way' in birden fazla uygulanan bonding ve debonding sonucu mine yüzeyindeki madde kaybını değerlendirdikleri çalışmada; fırça ile pomza uygulamasının 14,38 µm, lastik ile pomza uygulamasının 6,90 µm madde kaybına neden olduğunu belirtmişlerdir (156). Çalışmamızda kullanılan dişler florür içermeyen bir pomza ve lastik ile temizlenerek distile su ile yıkanmıştır. Böylece daha az madde kaybı olması hedeflenmiştir.

Mine dokusunun kalınlığı 1000-2000 µm kadardır. Mineye asit uygulandığında, mine prizmaları ve interprizmatik alan farklı oranlarda çözünür ve mikroporoz bir yapı oluşur. İnterprizmatik alanda kalsiyum mono fosfat ve kalsiyum sülfat artık ürünleri meydana gelir ve yüzeyin yıkanması ile mikro delikler ortaya çıkar. Adeziv ajanlar bu alanları doldurur ve tutuculuk sağlar (108). Asit uygulaması sonucu meydana gelen farklılıklar asitin türüne, yoğunluğuna ve uygulanma süresine göre değişkenlik gösterir (157). Mine yüzeyine asit uygulama süresiyle ilişkili yapılan araştırmalarda adezyon kuvveti ve yüzeyde meydana gelen değişimlerle ilgili farklı sonuçlar tespit edilmiştir. %37'lik fosforik asit uygulaması ile mine yüzeyinden 3-10 mikrometre kadar mine dokusu kaybedilir. %37'lik fosforik asit uygulaması minenin çözünürlüğünü arttırmaktadır %37'lik fosforik asit uygulaması sonucu SEM'de minede bal peteği görünümü elde edilir (158). Fosforik asit uygulaması sonrası, mineden kalsiyumun uzaklaşmasıyla yüzeyde pürüzlülük oluşur. Mine yüzeyinde 15-30 sn asitleme ile yeterli bağlanma kuvveti oluşur ancak minenin çözünürlüğü dışın farklı yüzeylerinde dahi değişkenlik gösterebilmektedir. Asitle pürüzlendirme metodunun en önemli avantajı dişler veya bireyler arasındaki değişkenlikleri elimine etmesidir. Asitleme sonrası mine yüzeyine rezin uygulamasının minenin demineralizasyonuna engel olduğu kanıtlanmıştır (159).

Osorio ve ark.'nın yaptıkları bir çalışmada; 15 saniye %37'lik fosforik asit uygulamasının bağlanma kuvveti açısından yeterli bir kuvvet oluşturduğunu, 60 saniyelik uygulamaya göre ise daha az adezyon kuvveti oluşturduğu belirtilmiştir (160). Ayrıca bu çalışmada uzun süre asitlemenin daha pürüzlü bir yüzey meydana getirdiği elektron mikroskobu

görüntüleri ile desteklenmiştir. Wang ve ark. ise 30 sn'den fazla aside maruz kalan minede debonding sırasında mine dokusu kaybı olabileceğini belirtmişlerdir (161).

Fosforik asit dışında maleik asit ve poliakrilik asit de bağlanma kuvveti ve yüzeyde meydana getirdikleri değişiklikler açısından incelenmiştir. Bu asitlerin etki mekanizmaları birbirinden farklıdır. Fosforik asitin %27'den daha az derişik ve daha fazla derişik olduğu durumlarda gerçekleşen reaksiyon farklıdır. %27'den daha derişik olduğunda artık ürün olarak monokalsiyum fosfat mono hidrat elde edilmiştir. Bu ürün suda kolay çözünen ve yıkandığında ortamdan kolaylıkla uzaklaşabilen bir artık üründür. Oysa %27' den daha az derişik fosforik asit uygulaması sonucu elde edilen ürün dikalsiyum fosfat dihidrattır ve yıkama ile uzaklaştırılması zordur. Bu farklılığın bağlanma kuvvetini değiştirdiği tespit edilmiştir (162).

Maleik asitle pürüzlendirme sonrası kalsiyum maleat artık ürün olarak açığa çıkar ve yıkama ile uzaklaştırılması kolaydır. Fosforik asit ve maleik asit mine yüzeyinde oluşturdukları görüntü itibariyle benzerdir. Maleik asit uygulaması ile daha az mine dokusu kaybedilir. Fosforik asit ve maleik asit 12-14 mpa değerinde bağlanma kuvveti oluşturur ancak maleik asitin dezavantajı kopma mine-adeziv ara fazında gerçekleşir (162).

Minede bağlanma kuvveti ve yüzey değişikliklerini araştırmak üzere poliakrilik asit de denenmiştir. %98'lik sülfürik asitle sülfatlanarak ve %50 yoğunlukta uygulandığında mine yüzeyinde kalsiyum sülfatdihidrat kristallerinin çöktüğü görülmüştür. Poliakrilik asitin fosforik asitle karşılaştırılmasında daha az iyatrojenik zarar verdiği ve daha az bağlanma kuvveti oluşturduğu tespit edilmiştir (157).

Mikroabrazyon, mineyi pürüzlendirmek için kullanılan metodlardan biridir (119). Van Waveren ve arkadaşları minenin pürüzlendirilmesi ve bağlanma kuvveti ile ilgili olarak konvansiyonel yöntemle mikroabrazyonu karşılaştırdıkları çalışmada, madde kaybının mikroabrazyon yönteminde aynı ya da daha az olduğunu, bağlanma kuvveti açısından ise mikroabrazyonun yarıya kadar daha az bağlanma kuvveti sağladığı tespit edilmiştir (119).

Mine yüzeyi lazer kullanılarak da pürüzlendirilmiştir. Üşümez ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada fosforik asit uygulaması ile lazer karşılaştırılmış ve 2 wattlık uygulamanın yeterli bağlanma kuvvetini sağlarken, 1 wattlık uygulamanın yeterince bağlanma kuvveti oluşturmadığı tespit edilmiştir (163). Lazer ile pürüzlendirmenin

avantajı mine yüzeyinin dekalsifikasyona direncini artırmaktır ancak lazer uygulamasının pahalı oluşu ve çalışmalardaki sonuçlar arasındaki tutarsızlık dezavantajları arasındadır.

Günümüzde en çok tercih edilen uygulama %37'lik fosforik asitin 15-30 sn'lik uygulamasıdır. Mine yüzeyi mikroskopik incelemelerde bal peteği görünümündedir. Mine yüzeyinde 8.8- 16.4 µm kalınlığında doku kaybına sebebiyet verir (164). Bizim çalışmamızda da Hosein ve ark.'nın önerdiği şekilde %37'lik fosforik asitin 20 sn'lik uygulaması tercih edilmiştir.

Brakete komşu alanlarda asitle pürüzlendirme ve yüzey örtücünün yetersizliğinden tutucu, pürüzlü ve kalsifikasyonu bozulmuş alanlar, demineralizasyona yatkınlık sağlar. Dolayısıyla pürüzlendirilen alanın braket tabanı kadar olması gerektiği ya da tüm pürüzlendirilen yüzeyin tamamen yüzey örtücü ile kaplanması gerektiğinin önemi vurgulanmıştır (165). Zachrisson braket tabanından biraz daha fazla alanın asitlenmesi gerektiğini, tüm yüzeyin asitlenmesi durumunda ise demineralizasyona engel olunamayacağını, hastanın düzenli florür kullanması ile minimum miktarda demineralizasyona engel olunabileceğini vurgulamıştır (166). Bizim çalışmamızda da diş yüzeyi braket yüzeyi kadar pürüzlendirilmiştir ve pürüzlendirilen alan tamamen yüzey örtücü ile kaplanmıştır.

Vilar ve ark.'nın 2 farklı ortodontik adeziv materyalinin braketlerin bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri bir çalışmada Transbond XT primer ve adeziv yapıştırıcısının Orthoprimer ve Orthobond yapıştırıcısına göre bağlanma dayanımının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (167).

Büyük ve ark.'nın 2017 yılında ortodontik braketlerin farklı pürüzlendirme ve bonding prosedürleri ile CAD-CAM seramik materyallere bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri çalışmada; pürüzlendirme ajanı olarak fosforik asit ve hidroflorik asit, primer olarak Transbond XT primer ve Clearfill seramik primer tercih edilmiştir. Bağlanma dayanımının değerlendirildiği bu çalışmada, Transbond XT' nin bağlanma dayanımının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (168). Bizim çalışmamızda da braketlerin yeterli bağlanma dayanımını sağlaması amacıyla yapıştırma ajanı olarak Transbond XT light cure adhesive tercih edilmiştir.

Farklı ışık kaynaklarının yapıştırıcı materyallerin polimerizasyonundaki etkileri araştırılmıştır. Mirabella ve ark. halojen ışık kaynağı ve LED ışığını karşılaştırdıkları

çalışmada LED ışığının %50 daha kısa sürede polimerizasyonu gerçekleştirdiğini belirtmişlerdir (125).

Mavropoulos ve ark. LED ışık kaynağı ile halojen ışık kaynağını karşılaştırdıkları bir çalışmada, LED ışık kaynağını 5 ve 10 sn, halojen ışık kaynağını ise 40 sn polimerizasyon için kullanmışlardır ve sonuç olarak LED ışık kaynağı ile 10 sn ışık uygulamasının halojen ışık kaynağı uygulaması ile yaklaşık bağlanma kuvvetleri oluşturduklarını tespit etmişlerdir. LED ışık cihazının halojen ışık kaynağına göre avantajı lambasının daha uzun ömürlü olması ve daha kısa uygulama zamanı gerektirmesidir (169).

Pettemerides ve ark.'nın halojen ışık kaynağını plazma ark ışık kaynağıyla karşılaştırdıkları çalışmalarında; halojen ışık kaynağını 20 sn, plazma ark ışık kaynağını ise 3 sn uygulamışlar ve ikisinin de benzer bağlanma kuvvetini oluşturduğunu ancak plazma ark kaynağının pahalı oluşunun dezavantaj olduğunu belirtmişlerdir (127).

Talbot ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada lazerle polimerizasyonun kısa sürede gerçekleştiğini ancak lazerin pahalı bir cihaz olması sebebiyle çok fazla tercih edilmediğini bildirmişlerdir (170).

Bizim çalışmamızda da kısa zamanda polimerizasyon sağlanması, güvenilirliğinin ispat edilmiş olması, ulaşılabilir ve maliyet açısından uygun olması sebebiyle 395 – 480 nm dalga boyunda ışık üretebilen LED ışık cihazı kullanılmıştır.

Demineralizasyon sonrası oluşabilecek mineral kaybı miktarının sayısal olarak değerlendirildiği birçok in vivo ve in vitro yöntem mevcuttur. Lazer floresans (171), kantitatif ışıkla indüklenen floresans (172) , mikrotomografi (173), lazer taramalı mikroskopi (174) ve enerji dağılımlı x ışını analizi(130) bu yöntemlere örnektir.

EDX analizi incelenen örnekteki mineral miktarını kantitatif olarak değerlendirebilen mikroanalitik bir tekniktir. EDX yöntemi imaj analizi ya da korelasyona dayalı değildir ve bahsedilen minerallerin konsantrasyonunun ölçümünü sağlamaktadır (130). EDX analizi ile incelenen örnek yüzeyindeki minerallerin yüzde konsantrasyonları tespit edilmektedir.

Pont ve ark.'nın 2010 yılında braket sökümü sonrası mine kaybını ex vivo ve in vivo olarak araştırdıkları bir çalışmada, braket tabanları EDX analizi ile, dış yüzeyleri ARI indeksi ile değerlendirilmiş, braket tabanında kalan artık materyal ne kadar fazla ise dıştan uzaklaşan Ca^{+2} miktarının da o kadar fazla olduğunu, debonding sonrası mine yüzeyine zarar vermenin kaçınılmaz olduğunu belirtmişlerdir. Maksiller dişlerin mandibuler

dişlere göre daha fazla mineral kaybettiği, maksillada mineral kaybının en fazla santral dişlerde, en az ise 1. molar dişlerde olduğu görülmüştür (135).

Literatür incelendiğinde in vitro yapılan birçok çalışmada gerçeğe yakın sonuç elde etmek amacıyla ağız ortamının taklid edilebilmesi için yapay demineralizasyon ve remineralizasyon döngüsü oluşturulmuştur.

Sales ve ark.'nın 2013 yılında floridli bir jelin etkinliğini araştırdıkları in vitro çalışmada, remineralizasyon ve demineralizasyon döngüsü oluşturulmuş ve floridli jellerin kullanımının erozyona engel olduğunu belirtmişlerdir (175).

Chin ve ark.'nın florür salınımı ve karyostatik etkisi olan ortodontik adezivlerin mine demineralizasyonuna etkisini araştırdıkları bir çalışmada da demineralizasyon ve demineralizasyon siklusu oluşturulmuş ve Fuji Ortho LC nin demineralizasyona engel olduğunu belirtmişlerdir (86).

Murakami ve ark.'nın, süt ve sürekli dişlerde floridli jel ve verniklerin mine erozyonuna etkisini inceledikleri çalışmada yapay tükrük ve asitli içecek ile demineralizasyon ve remineralizasyon döngüsü oluşturulmuştur. Floridli verniklerin ve jellerin sürekli dişlerin yüzeyinde erozyona daha iyi engel olduğunu belirtmişlerdir (176).

Literatür incelendiğinde, in vitro çalışmaların birçoğunda remineralizasyon ve demineralizasyon döngüsü olarak Fidalgo ve ark.'nın uyguladığı döngü tercih edilmiştir. Fidalgo ve ark.'nın kullandıkları demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonlarının pH değerleri sırasıyla 4,5 ve 7'dir. Bizim çalışmamızda da bu yöntem tercih edilmiştir (140).

5.3 Bulguların Tartışılması

Demineralizasyon, mine yapısını oluşturan inorganik içeriğin azalması ile beyaz nokta lezyonlarının oluşumuna sebebiyet veren bir süreçtir. Normal şartlar altında demineralizasyon, pH'ın 5,5'in altına düştüğü, dişin mineral içeriğine göre daha az sature ağız ortamı varlığında başlar (177). Remineralizasyon ile dişin kaybettiği kalsiyum, fosfor ve flor tekrar diş yapısına katılarak çürüğe dirençli floroapatit kristalleri oluşturur. Ağız ortamında kalsiyum ve fosforun varlığı mine remineralizasyonu için mutlak suretle gereklidir (178).

Çalışmamızda başlangıç ve pH siklusu sonrası mine yüzeyindeki mineraller incelendiğinde; kalsiyum konsantrasyonu başlangıçta gruplar arasında homojen bir dağılım göstermiştir. Ancak pH siklusu sonrası gruplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Kalsiyum konsantrasyonunun B ve C grubunda anlamlı derecede azaldığı, D ve E gruplarında anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür.

Fosfor konsantrasyonunun başlangıçta gruplar arasında homojen dağılmadığı, pH siklusu sonrasında ise B grubu fosfor miktarının D grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu ve diğer gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Flor konsantrasyonu incelendiğinde ise başlangıç ve pH siklusu sonrası gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Mine yapısında bulunan mineral oranları ve bu minerallerin demineralizasyon sürecinden etkilenme miktarları bireyden bireye ve dişten dişe farklılık göstermektedir. Kalsiyum elementinin demineralizasyon sürecinde gruplar arasında farklı oranlarda azalmasının ya da fosfor elementinin başlangıç gruplarında farklı oranlarda tespit edilmesinin nedeninin buna bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Yine fosfor elementinin demineralizasyon sonrası B grubunda D grubuna göre yüksek çıkmasının, B grubunda pH siklusu sonrası kalsiyumun azalmasına ve bunun oransal olarak fosfor konsantrasyonuna yansımından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Başlangıç ve pH siklusu sonrası veriler göz önünde bulundurularak demineralizasyon sürecinden primer olarak kalsiyumun etkilendiğini söyleyebiliriz.

Mine yapısındaki hidroksi apatit kristallerinin içerik yapısı değişkendir ve mineden dentine doğru ilerledikçe içeriği azalır. Hidroksi apatit kristallerinin sayısı, kalitesi ve aranjanı minenin mekanik özelliklerini etkiler. Klimuszko ve ark.'nın 2018 yılında herhangi bir patolojiye sahip olmayan minede kalsiyum ve magnezyum içeriğini değerlendirdikleri bir çalışmada; dişten dişe ve dişin tabakaları arasında kalsiyum konsantrasyonunun değiştiğini belirtmişlerdir. Minedeki mineral içeriğinin dişin asit uygulamasına verdiği cevabı değiştirdiğini, ayrıca dişin mine yüzeyindeki kalsiyum konsantrasyonunun bulunduğu ağız ortamlarına göre de değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Asit varlığında hidroksi apatit kristalleri yapısındaki kalsiyum içeriğinin yüzeydeki diğer minerallerden etkilenerek farklı oranlarda uzaklaştığını belirtmişlerdir. Mine yüzeyindeki minerallerin kompozisyonunun fetal yaşamda diş tomurcukları oluşurken gerçekleştiğini ve bireyler arasında farklılık gösterebileceğini belirtmişlerdir (179).

Araştırmamızda Bifluorid 12, Enamel Pro Varnish ve Colgate Duraphat vernikleri pH siklusu sonrası mine yüzeyine uygulanmış ve mine yüzeyi EDX analizi ile değerlendirilmiştir. Analiz bulgularımıza göre; vernik uygulama sonrası Enamel Pro Varnish uygulanan grupta kalsiyum konsantrasyonu en yüksek oranda tespit edilmiştir. Bunun sebebinin Enamel Pro Varnish'in diğer verniklerden farklı olarak amorf kalsiyum fosfat içermesinden kaynakladığı düşünmekteyiz.

Alkattan ve ark.'nın 2018 yılında kimyasal kompozisyon ve sertliğin mine demineralizasyonu ve remineralizasyonuna etkisini EDX ile in vitro değerlendirdikleri bir çalışmada, kalsiyum ve fosfor konsantrasyonunun demineralizasyon ve remineralizasyon sonrası stabil kaldığını, yüzeydeki flor konsantrasyonunun ise farklı flor tedavileri ile değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Sert ve yüksek oranda flor konsantrasyonuna sahip mine yüzeyinin demineralizasyona daha dirençli olduğunu tespit etmişlerdir (180).

Vicente ve ark.'nın, 2017 yılında farklı florid verniklerinin mine demineralizasyonuna etkisini SEM ve EDX ile değerlendirdikleri bir in vitro çalışmada; kalsiyumun sağlam minede, demineralize minede ve Profluorid uygulanan grupta Clinpro uygulanan gruba göre daha yüksek oranda bulunduğunu, florun Clinpro White vernik grubunda diğerlerine göre daha yüksek oranda bulunduğunu ve fosforun da gruplar arasında anlamlı bir değişiklik göstermediğini tespit etmişlerdir. Profluorid uygulamasının demineralizasyon için bir engel teşkil ettiğini belirtmişlerdir (181).

Vicente ve ark.'nın 2017 yılında debonding sonrası florür verniği kullanımının minenin demineralizasyona direncine etkisini EDX ile değerlendirdikleri bir çalışmada; demineralizasyon sonrası yüzeydeki kalsiyum ve fosfor konsantrasyonunun azaldığını, yüzeyden adeziv materyal uzaklaştırılmasının demineralizasyon sonrası yapılan ölçümlere göre daha fazla mineral kaybına sebep olduğunu belirtmişlerdir. Flor verniği uygulaması sonrası yüzeydeki flor konsantrasyonunun anlamlı derecede arttığını bildirmişlerdir (182). Çalışmamızın sonuçları Vicente ve ark.'nın çalışmasıyla uyumluluk göstermektedir.

Çalışmamızda vernik uygulaması sonrasında fosfor konsantrasyonu Colgate Duraphat grubunda yüksek miktarda tespit edilmiştir. Bunun Colgate Duraphat grubundaki flor konsantrasyonunun düşük olmasından kaynaklandığını ve göreceli olarak fosforun yüksek çıktığını düşünmekteyiz.

Flor konsantrasyonu, Bifluorid 12 grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksek çıkmıştır. Bunun nedeninin diğer verniklere göre Bifluorid 12' nin daha yüksek konsantrasyonda sodyum florür ve kalsiyum florür içermesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Florür vernikleri uygulaması sonrasında başlangıçta mine yüzeyinde oransal olarak düşük olan flor elementinin tüm gruplarda uygulama sonrasında arttığı görülmüştür. Bunun florür verniklerinin yüksek oranda flor içermesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Yu ve ark.'nın farklı florid solüsyonlarının mine erozyonundaki etkisini EDX yöntemiyle inceledikleri bir çalışmada; erozyon sonrası minedeki Ca^{+2} konsantrasyonunun azaldığını ve florid uygulamaları sonrası yüzeydeki florür konsantrasyonunun arttığını tespit etmişlerdir. Bunun sebebinin de florid uygulaması sonucu yüzeyde CaF_2 molekülleri oluşması olduğu belirtilmiştir. Erozyon sonrası florür konsantrasyonunun CaF_2 çözünmesine bağlı olarak düştüğü görülmüştür. Amin florid uygulanan grupta erozyon sonrası yüzeyde daha fazla florür konsantrasyonu tespit edilmiştir (183). Çalışmamız flor vernikleri uygulaması sonucu Yu' nun çalışması ile benzer sonuçlar vermiştir.

Gontijo ve ark.'nın demineralize mineye florid verniği uygulayıp yüzeyi EDX ile inceledikleri bir çalışmada, uygulama sonrası yüzeyde kalsiyum ve florun arttığı, fosforun azaldığı görülmüştür. (136). Çalışmamız sonucunda ise; flor verniği uygulaması sonrası mine yüzeyinde flor miktarı artarken kalsiyum ve fosforun azaldığı tespit edilmiştir. Bunun nedeninin flor verniği uygulaması sonrasında verniğin yüzeyi bir örtü gibi kaplaması ve mine yüzeyindeki kalsiyum ve fosforu maskeleymesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Cochrane ve ark.'nın 2013 yılında 5 farklı florür verniğinin (MI Varnish, Clinpro White, Enamel Pro, Bifluorid 5, Duraphat) polivinil klorid plastik striplere uygulanarak iyon kromatografi yöntemiyle kalsiyum, fosfor ve florür iyon salınımını inceledikleri bir çalışmada, tüm verniklerin yüksek oranda kalsiyum ve florür salınımı sağladığı, yalnızca MI Varnish ve Clinpro White Varnish uygulanan grupta yüksek oranda fosfor salınımı gerçekleştiği görülmüştür (184). Çalışmamızın bulgularını incelersek, tüm vernik gruplarının mine yüzeyinde flor konsantrasyonunu anlamlı derecede artırdığını, kalsiyum içeren verniklerin ise diğer gruba göre yüzeyde kalsiyum konsantrasyonunu daha fazla artırdığını görmekteyiz.

Nicolae ve ark.'nın Florostom isimli bir florür solüsyonunun diş yüzeyindeki etkisini EDX ile değerlendirdikleri bir çalışmada; Florostom uygulamasının yüzeyde flor konsantrasyonunu artırdığını tespit etmişlerdir (185). Çalışmamız flor vernikleri uygulaması sonucu Nicolae' nın çalışması ile benzer sonuçlar vermiştir.

Arnold ve ark.'nın floridli diş macunlarının mine demineralizasyonuna etkisini EDX ile değerlendirdikleri bir çalışmada amin florid uygulamasının sodyum florid ve sodyum monoflorofosfat uygulamasına göre daha stabil bir mine yüzeyi oluşturduğunu, floridli diş macunu ile fırçalama sonrası yüzeyde flor içeriğinin arttığını, fosfor içeriğinin azaldığını tespit etmişlerdir (186). Çalışmamızda flor verniği uygulaması sonucunda tüm

gruplarda mine yüzeyindeki flor miktarı artmış, ancak kalsiyum ve fosfor miktarı azalmıştır. Çalışmamızın sonuçları Arnold' un çalışma sonucuyla benzerlik göstermiştir. Mohanty ve ark.'nın mine yüzeyindeki demineralizasyona novamin isimli bir remineralizasyon ajanının etkisini EDX ile değerlendirdikleri bir çalışmada; 10 gün süren remineralizasyon uygulaması sonucunda novamin in braket etrafındaki çürük başlangıçlarını inhibe ettiğini tespit etmişlerdir (187).

Riraltanapond ve ark.'nın 2014 yılında tri kalsiyum fosfat içeren 3 farklı florür verniğinin (Duraphat Fluoride Varnish, Clinpro White Varnish, TCP Fluoride Varnish) demineralizasyon üzerine etkisini polarize ışık mikroskobu ile inceledikleri bir çalışmada, başlangıçta ve 7 günlük pH siklusu sonrasında lezyon derinliği ölçülmüş; deiyonize suda bekletilen dişlerin mine yüzeyinde lezyon derinliğinin en fazla olduğu ve florür verniklerinin başlangıç mine lezyonlarının ilerlemesini inhibe ettiğini belirtmişlerdir (188).

Hamdan ve ark.'nın 2018 yılında florür verniklerinin mine demineralizasyonuna etkisini lazer floresansla değerlendirdikleri bir çalışmada, florür verniğinin mine yüzeyinde demineralizasyona engel olduğunu belirtmişlerdir (189). Literatür incelendiğinde birçok çalışmada florür verniklerinin demineralizasyonu inhibe edip remineralizasyonu stimüle ettiği gösterilmiştir. Bizim çalışmamız sonuçları da literatürle uyumlu bulunmuştur.

Msallam ve ark.'nın beyazlatma yapılmış dişlere yapıştırılan braketler çevresindeki dekalsifikasyonu azaltmak için farklı flor vernikleri (Profluorid varnish, Enamel Pro Varnish, Ortho-Choice Ortho-Coat, GC Tooth Mousse, and GC MI Paste Plus) uyguladıkları bir çalışmada, Ortho-Choice Ortho-Coat verniğinin demineralizasyonu azaltmada en yüksek etkiyi gösterdiği, Profluorid varnish ve Enamel Pro Varnish grubunun da anlamlı derecede demineralizasyonu azalttığı tespit edilmiştir (190).

Nalbantgil ve ark.'nın 2013 yılında mine yüzeyindeki demineralizasyonu önlemek için 2 farklı florür verniğini (Enamel Pro Varnish ve Duraflor) kullandıkları bir çalışmada; kontrol grubuna braket yapıştırıldıktan sonra flor uygulanmazken diğer iki gruba flor uygulanmıştır. 96 saat demineralizasyon solüsyonunda bekledikten sonra yüzeyler cross-sectional mikrosertlik testleriyle değerlendirilmiş ve vernik uygulanmayan kontrol grubunda daha derin demineralize alanlar olduğu görülmüştür. Ağız hijyeni kötü olan hastalarda florür verniklerinin kullanımının demineralizasyonu azaltabileceğini ya da önleyebileceğini belirtmişlerdir (191). Bizim çalışmamız sonucunda da Enamel Pro Varnish uygulaması sonrasında mine yüzeyinde kalsiyumun yüksek çıkmasının demineralizasyonu azaltmada etkin olacağını düşünmekteyiz.

Durmuşoğlu ve ark.'nın kavitesi olmayan demineralize yzeye demineralizasyon ve remineralizasyon proseslerini klinik olarak değerlendirdikleri bir çalışmada, remineralizasyon ajanı olarak Bifluorid 12'yi kullanmışlar ve yzeyleri lazer floresans yzntemi ile incelemişlerdir. Bifluorid 12'nin mine yzeyinde mineral seviyesinde artış sağladığı, bunun da remineralizasyonu arttırdığını bildirmişlerdir (192).

Bayram ve ark.'nın interproksimal aşındırma sonrası mine yzeyine Bifluorid 12 uyguladıkları bir çalışmada, yzeyler profilometri ve SEM ile değerlendirilmiş ayrıca mikrosertlik zlzümleri yapılmıştır. Bifluorid 12 uygulamasının yzey sertliğini arttırdığını ve remineralizasyon sağladığını belirtmişlerdir (193). Literatür incelendiğinde Bifluorid 12 kullanılan çalışmalarda farklı değerlendirme yzntemleri kullanılsa da remineralizasyonu arttırmada yeterli bir ajan olması bizim çalışmamızla da benzerlik gzysteren bir bulgudur.

Pithon ve ark.'nın 2014 yılında mine yzeyindeki çürük lezyonlarına florür verniklerinin (Duraphat ve MI Varnish verniklerinin fırçalama ve gargara ile kombine kullanımları) etkisini optikal koherens tomografi ile inceledikleri bir çalışmada, her grupta braket etrafındaki beyaz nokta alanları taranmış ve lezyon derinlikleri kaydedilmiştir. Çürük lezyon derinliğinin azaltılmasında MI Varnish'in Duraphat'a göre daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir (194). Bizim çalışmamız sonucunda da Bifluoride 12 ve Enamel Pro Varnish grubunun Duraphat grubuna göre remineralizasyonda daha etkin olduğu görölmüştür.

Shen ve ark.'nın 2015 yılında florid içeren verniklere kalsiyum fosfat eklenmesinin mine demineralizasyonuna etkisini araştırdıkları bir çalışmada, 5 farklı vernik grubu (Enamel Pro, Clinpro White, MI Varnish, Duraphat ve Profluorid) kullanılmış ve bir de plasebo grubu oluşturulmuş. Çalışmada kullanılan dişler pH'ı 4,8 olan demineralizasyon solüsyonunda 4 gün bekletilmiş ve mine yzeyleri transvers mikrotomoğrafı ile incelenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda kalsiyum ve florid içeren verniklerin mine demineralizasyonu inhibisyonunda daha başarılı olduğu belirtilmiştir (195). Bizim alışmamızda da tercih ettiğimiz florür verniklerinden amorf kalsiyum fosfat içeren Enamel Pro Varnish ve kalsiyum florür içeren Bifluorid 12' nin, sodyum florür içeren Colgate Duraphat' a göre mine yzeyinde daha fazla kalsiyum ve florür konsantrasyonu sağlamasından dolayı remineralizasyonda daha etkin olabileceğini düşünmekteyiz.

5.3.1. Bağlanma dayanımının değerlendirilmesi

Bağlanma dayanımı zlzümlerini değerlendirdiğimizde; sağlıklı diş grubundaki bağlanma dayanımı zlzümleri diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Sadece

demineralizasyon grubu bağlanma dayanımı ölçümleri ile Bifluorid 12 ve Enamel Pro Varnish grupları arasında anlamlı bir fark bulunmazken Colgate Duraphat grubu ölçümlerine göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bifluorid 12 grubu ile Enamel Pro Varnish grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Colgate Duraphat grubu ölçümlerine baktığımızda diğer gruplara göre anlamlı derecede düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Shahabi ve ark.'nın 2012 yılında demineralize mine yüzeyinin braketleme öncesi hazırlanması üzerine yaptıkları çalışmalarında %2'lik sodyum florür uygulamasının bağlanma dayanımını anlamlı ölçüde arttırdığını, bunun nedenini ise florür uygulaması sonrası florun mine yüzeyinin remineralizasyonu için mineral kaynağı olmasına bağlamışlardır (196). Ayrıca bu çalışma incelendiğinde asitleme süresinin 30 sn olduğu görülmüştür. Asitleme süresinin artmasına bağlı olarak da bağlanma dayanımının bu çalışmada yüksek çıktığını düşünmekteyiz.

Shahabi ve ark.'nın 2014 yılında hipomineralize mine yüzeyinin farklı pürüzlendirme yöntemleri sonrası bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında, en yüksek bağlanma dayanımı değerini asidüle fosfat florür uygulaması sonrası asitleme yapılan dişlerde elde etmişlerdir, ancak bağlanma dayanımındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir (197).

Ortiz-Ruiz ve ark.'nın 2018 yılında, vernik sonrası parlatılmış, parlatılmamış, sağlam ve demineralize mine üzerinde Bifluorid 12 ile yaptıkları bir çalışmada; sağlam mine yüzeyine flor verniği sürülmesinin istatistiksel olarak bağlanma dayanımına negatif etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Sağlam minede flor verniğinin bağlanma dayanımına olumsuz etkisinin ilk 24 saatte en yüksek iken, 7 gün sonunda florlanmamış mine ile benzer seviyede olduğu bildirilmiştir. Demineralize minede özellikle 24 saat sonra braketlenen grupta bağlanma dayanımının demineralize grupların tamamından düşük çıktığı, demineralize mine üzerinde flor verniğinin bağlanma dayanımını azaltsa da farklı zamanlardaki etkileri arasında anlamlı fark görülmediği belirtilmiştir. Ayrıca sağlam mine ile florlanmanın üzerinden 7 gün geçmiş mine arasında bağlanma dayanımı açısından bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Demineralize mine gruplarında, işlem görmemiş sağlam mine grubuna benzer sonuçlarda yüksek bağlanma dayanımının; florlanmış ve 7 gün sonra cilalanmış mine grubunda çıktığını, ayrıca demineralize grupta yüzeyin vernik uygulaması sonucu parlatılmasının bağlanma dayanımını değiştirmediğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada elde edilen sem görüntülerinde cilalama ile

demineralize mine yüzeyinde daha fazla vernik kalıntısı kaldığı, verniğin uzaklaştırılmadığı görülmüştür. Demineralizasyonun, kompozitlerin bağlanma mekaniğini olumsuz etkilediği, florlama ile yüzeyde oluşan florapatit bileşiklerinin mineyi asitlerin etkisine dirençli hale getirdiği ve verniğin dış yüzeyinde fiziksel bir bariyer oluşturarak bağlanma direncini düşürdüğü belirtilmiştir (99).

Attin ve ark. 2011 yılında demineralize mine yüzeyinin farklı metodlarla tedavi edilmesinin bağlanma dayanımına olan etkisini inceledikleri çalışmalarında, en yüksek bağlanma dayanımı değerlerinin sağlam mineye ait olduğunu, rezin infiltran uygulamasının florür vernikleri uygulamasına göre daha yüksek değerler verdiğini ve florür uygulamalarının bağlanma dayanımını en çok düşüren metod olduğunu bildirmişlerdir. Bunun sebebini de florür uygulaması sonrasında uygulanan bonding ajanının mine yüzeyine yeterince penetre olamamasına bağlamaktadırlardır (104).

Uysal ve ark.'nın 2011 yılında demineralize mine yüzeyine florür ve CCP-ACP uygulamasının braketlerin bağlanma dayanımına etkisini araştırdıkları çalışmada, bu uygulamaların bağlanma direncini düşürdüğünü, bunun mekanik kilitleme için gerekli olan rezin taglarının sayısının demineralize mine yüzeyinde azalmasından kaynaklandığını rapor etmişlerdir (198).

Bayrak ve ark.'nın 2017 yılında yaptıkları bir çalışmada, sağlam mine yüzeyine Duraphat Varnish, Clinpro White Varnish, MI Varnish topikal flor uygulamalarının asitleme öncesi fiziksel bir bariyer oluşturması nedeniyle asitin etkinliğini azaltarak bağlanma direncini düşürdüğünü bildirmektedirler. Sem görüntülerinde verniklerin mine prizmalarına infiltre olarak adezivin ulaşması gereken alanlara penetre olmasına engel teşkil etmesinden kaynaklandığını belirtmektedirler (199).

Cossellu ve ark.'nın 2015 yılında yaptıkları 6 farklı yüzey düzenleme metodunun bağlanma dayanımına etkisini inceledikleri çalışmalarında braketleme öncesi flor verniği uygulanan dişlerde bağlanma dayanımı değerinin 6 Mpa'dan daha düşük tespit edildiğini bildirmişlerdir. Remineralizasyon sağlayan iyonların mine yüzeyini kaplamasından dolayı bağlanma dayanımının düştüğünü bildirmişlerdir (200). Çalışmamızın sonuçları Bayrak ve ark.'nın, Uysal ve ark.'nın, Attin ve ark.'nın ve Cossellu ve ark.'nın çalışmasıyla benzerlik göstermekte, florür verniği uygulaması sonucunda bağlanma dayanımının düştüğü görülmektedir.

Mine yüzeyindeki kalsiyum, fosfor ve flor konsantrasyonları ile SBS arasında korelasyon olup olmadığını istatistiksel olarak değerlendirdiğimiz çalışmamızda, korelasyonun olmadığı tespit edilmiştir. Mine yüzeyindeki mineral konsantrasyonunun bağlanma dayanımına etkisi olabileceğini düşündüğümüz halde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Örnek sayısının artırılması ile yapılacak çalışmalarda anlamlı bir korelasyon bulunabileceğini düşünmekteyiz.

Yaptığımız EDX analizi ve bağlanma dayanımı bulgularına göre yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonrası aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Dişler demineralizasyona uğradıktan sonra mine yüzeyindeki kalsiyum miktarında azalma gerçekleşmektedir.
2. Flor verniklerinin uygulanması sonrası mine yüzeyindeki flor konsantrasyonunda anlamlı bir artma meydana gelmektedir.
3. Bifluorid 12 uygulanan grupta Enamel Pro Varnish ve Colgate Duraphat uygulanan gruplara göre mine yüzeyinde daha yüksek konsantrasyonda flor tespit edilmiştir.
4. Braketlerin sağlam mine yüzeyine bağlanma dayanımı demineralizasyona uğramış ya da florür verniği uygulanmış dişlere göre anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.
5. Demineralizasyona uğramış dişler ile Bifluorid 12 ve Enamel Pro Varnish uygulanmış dişlerin braketlere bağlanma dayanımına etkisi benzerdir.
6. Colgate Duraphat uygulanan grupta diğer gruplara göre bağlanma dayanımı anlamlı derecede düşük çıkmıştır.
7. Bağlanma dayanımı ile mine yüzeyindeki mineraller arasında bir korelasyon bulunmamıştır.

Tez çalışmamızın sonuçlarını değerlendirdiğimizde florür verniği uygulamasının mine remineralizasyonunu arttırdığını, yüksek oranda florür ve kalsiyum içeren verniklerin remineralizasyonda daha etkin olabileceğini söyleyebiliriz. Ortodontik tedavi yapılacak olan dişlerde ise florür verniği uygulamalarının bonding seansından hemen önce yapılmasının SBS değerlerini düşürebileceğini, buna rağmen diğer verniklere göre

kalsiyum ve florür içeren verniklerin yeterli bağlanma kuvvetine yakın değerlerde bağlanma dayanımı sağladığını söyleyebiliriz.



6. KAYNAKLAR

1. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *The Lancet*. 2007;369(9555):51-59.
2. Krol DM, Segura A, Boulter S, Clark M, Gereige R, Mouradian W, et al. Maintaining and improving the oral health of young children. *Pediatrics*. 2014;134(6):1224-29.
3. Ramos-Gomez F, Crystal YO, Ng MW, Tinanoff N, Featherstone JD. Caries risk assessment, prevention, and management in pediatric dental care. *General Dentistry*. 2010;58(6):505-17.
4. Benson P, editor. Evaluation of white spot lesions on teeth with orthodontic brackets. *Seminars in Orthodontics*; 2008: Elsevier.
5. Li X, Wang J, Joiner A, Chang J. The remineralisation of enamel: a review of the literature. *Journal of dentistry*. 2014;42:S12-S20.
6. Leódido GdR, Fernandes HO, Tonetto MR, Presoto CD, Bandéca MC, Firoozmand LM. Effect of fluoride solutions on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Brazilian dental journal*. 2012;23(6):698-702.
7. Keçik D, Cehreli SB, Şar Ç, Ünver B. Effect of acidulated phosphate fluoride and casein phosphopeptide–amorphous calcium phosphate application on shear bond strength of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*. 2008;78(1):129-33.
8. Al-Kawari HM, Al-Jobair AM. Effect of different preventive agents on bracket shear bond strength: in vitro study. *BMC Oral Health*. 2014;14(1):28.
9. Avery JK. *Oral development and histology*: Thieme; 2011.
10. Roberson T, Heymann H, Swift E. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry* 4th edition St. Louis: Mosby. 2000:194-6.
11. Ten Cate J, Featherstone J. *Physicochemical aspects of fluoride-enamel interactions. Fluoride in dentistry* Copenhagen: Munksgaard. 1996:252-72.
12. Willmot D. White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? *Journal of orthodontics*. 2004;31(3):235-42.
13. García-Godoy F, Hicks MJ. Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization. *The Journal of the American Dental Association*. 2008;139:25S-34S.
14. Elliott J, Wilson R, Dowker S. Apatite structures. *Advances in X-ray Analysis*. 2002;45:172-81.
15. Uysal T, Amasyali M, Ozcan S, Koyuturk AE, Sagdic D. Effect of antibacterial monomer-containing adhesive on enamel demineralization around orthodontic brackets: An in-vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;139(5):650-56.
16. Kidd E, Jouyston-Bechal S. *Essential of dental caries, the disease and it's managements*. Oxford, Hong Kong; 2002.
17. Mellberg JR, Ripa LW. *Fluoride in preventive dentistry: theory and clinical applications*: Quintessence Pub Co; 1983.
18. Gorton J, Featherstone JD. In vivo inhibition of demineralization around orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;123(1):10-14.
19. Nunn JH, Steele JG. *The prevention of oral disease*: Oxford University Press; 2003.
20. Lundström F, Krasse B. Caries incidence in orthodontic patients with high levels of *Streptococcus mutans*. *The European Journal of Orthodontics*. 1987;9(2):117-21.

21. Balenseifen JW, Madonia J. Study of dental plaque in orthodontic patients. *Journal of dental research*. 1970;49(2):320-24.
22. Bloom RH, Brown LR. A study of the effects of orthodontic appliances on the oral microbial flora. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1964;17(5):658-67.
23. Scheie Aa, Arneberg P, Krogstad O. Effect of orthodontic treatment on prevalence of *Streptococcus mutans* in plaque and saliva. *European Journal of Oral Sciences*. 1984;92(3):211-17.
24. Lehman R, Davidson C, Duijsters P. In vitro studies on susceptibility of enamel to caries attack after orthodontic bonding procedures. *American Journal of Orthodontics*. 1981;80(1):61-72.
25. Årtun J, Thylstrup A. A 3-year clinical and SEM study of surface changes of carious enamel lesions after inactivation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1989;95(4):327-33.
26. Taylor G, Kerr W, Buchanan I. The general dental status of patients referred to the orthodontic department of the Glasgow Dental Hospital. *Community Dental Health*. 1993;10(4):381.
27. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *American Journal of Orthodontics*. 1982;81(2):93-98.
28. Banks P, Richmond S. Enamel sealants: a clinical evaluation of their value during fixed appliance therapy. *The European Journal of Orthodontics*. 1994;16(1):19-25.
29. Paterson R. *Modern concepts in the diagnosis and treatment of fissure caries: a review of clinical techniques and materials for the busy practitioner*: Quintessence Pub Co; 1991.
30. Edgar W. Saliva: its secretion, composition and functions. *British Dental Journal*. 1992;172(8):305-12.
31. Lenz W. *Medical genetics*: University of Chicago Press; 1963.
32. Millett D, Nunn J, Welbury R, Gordon P. Decalcification in relation to brackets bonded with glass ionomer cement or a resin adhesive. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(1):65-70.
33. Forsberg C-M, Oliveby A, Lagerlöf F. Salivary clearance of sugar before and after insertion of fixed orthodontic appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1992;102(6):527-30.
34. Imfeld T. Chlorhexidine-containing chewing gum. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*. 2006;116(5):476.
35. López-Jornet P, Plana-Ramon E, Leston JS, Pons-Fuster A. Short-term side effects of 0.2% alcohol-free chlorhexidine mouthrinse in geriatric patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Gerodontology*. 2012;29(4):292-98.
36. Salas M, McClellan A, MacNeill S, Sathesh K, Cobb C. Interproximal cervical lesions caused by incorrect flossing technique. *International Journal of Dental Hygiene*. 2012;10(2):83-85.
37. Costa MR, Silva VC, Miqui MN, Sakima T, Spolidorio DMP, Cirelli JA. Efficacy of ultrasonic, electric and manual toothbrushes in patients with fixed orthodontic appliances. *The Angle Orthodontist*. 2007;77(2):361-66.
38. Yaacob M, Worthington HV, Deacon SA, Deery C, Walmsley AD, Robinson PG, et al. Powered versus manual toothbrushing for oral health. *The Cochrane Library*. 2014.
39. Saruttichart T, Chantarawatit P-o, Leevailoj C, Thanyasrisung P, Pitiphat W, Matangkasombut O. Effectiveness of a motionless ultrasonic toothbrush in reducing plaque and gingival inflammation in patients with fixed orthodontic appliances. *The Angle Orthodontist*. 2016;87(2):279-85.

40. Al Makhmari SA, Kaklamanos EG, Athanasiou AE. Short-term and long-term effectiveness of powered toothbrushes in promoting periodontal health during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017;152(6):753-66. e7.
41. Gomes LK, Sarmento CF, Seabra FRG, Santos PBDd, Pinheiro FHdSL. Randomized clinical controlled trial on the effectiveness of conventional and orthodontic manual toothbrushes. *Brazilian oral research*. 2012;26(4):360-65.
42. Zanatta FB, Moreira CHC, Rösing CK. Association between dental floss use and gingival conditions in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;140(6):812-21.
43. Arici S, Alkan A, Arici N. Comparison of different toothbrushing protocols in poor-toothbrushing orthodontic patients. *The European Journal of Orthodontics*. 2007;29(5):488-92.
44. Sneath P, Mair N, Sharpe M, Holts J. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Baltimore: Williams and Wilkins: ISBN 0-68307893-31986.
45. Karaman AI, Uysal T. Effectiveness of a hydrophilic primer when different antimicrobial agents are mixed. *The Angle Orthodontist*. 2004;74(3):414-19.
46. Beyth N, Redlich M, Harari D, Friedman M, Steinberg D. Effect of sustained-release chlorhexidine varnish on *Streptococcus mutans* and *Actinomyces viscosus* in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;123(3):345-48.
47. Association AD. *Fluoridation facts, 2005*. 2005.
48. Marinelli CB, Donly K, Wefel J, Jakobsen J, Denehy G. An in vitro comparison of three fluoride regimens on enamel remineralization. *Caries research*. 1997;31(6):418-22.
49. Featherstone J. The continuum of dental caries—evidence for a dynamic disease process. *Journal of dental research*. 2004;83(1_suppl):39-42.
50. Alexander SA, Ripa LW. Effects of self-applied topical fluoride preparations in orthodontic patients. *The Angle Orthodontist*. 2000;70(6):424-30.
51. Cate JMt. Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1999;57(6):325-29.
52. Hargreaves J. The level and timing of systemic exposure to fluoride with respect to caries resistance. *Journal of dental research*. 1992;71(5):1244-48.
53. Jardim JJ, Alves LS, Maltz M. The history and global market of oral home-care products. *Brazilian oral research*. 2009;23:17-22.
54. Gokce G, Savas S, Kucukyilmaz E, Veli I. Effects of toothpastes on white spot lesions around orthodontic brackets using quantitative light-induced fluorescence (QLF) Effekte verschiedener Zahnpasten auf bracketnahe White-Spot-Läsionen, ermittelt mit quantitativer lichtinduzierter Fluoreszenz (QLF). *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2017;78(6):480-86.
55. Khoroushi M, Kachuie M. Prevention and treatment of white spot lesions in orthodontic patients. *Contemporary clinical dentistry*. 2017;8(1):11.
56. Feng C, Chu X. Efficacy of one year treatment of icon infiltration resin on post-orthodontic white spots. *Beijing da xue xue bao Yi xue ban= Journal of Peking University Health sciences*. 2013;45(1):40-43.
57. Heymann GC, Grauer D. A contemporary review of white spot lesions in orthodontics. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2013;25(2):85-95.
58. Benson PE, Parkin N, Dyer F, Millett DT, Furness S, Germain P. Fluorides for the prevention of early tooth decay (demineralised white lesions) during fixed brace treatment. *The Cochrane Library*. 2013.

59. Ebadifar A, Nomani M, Fatemi SA. Effect of nano-hydroxyapatite toothpaste on microhardness of artificial carious lesions created on extracted teeth. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*. 2017;11(1):14.
60. Madléna M, Bánóczy J, Gotz G, Márton S, Kaán Jr M, Nagy G. Effects of amine and stannous fluorides on plaque accumulation and gingival health in orthodontic patients treated with fixed appliances: a pilot study. *Oral Health Dent Manag*. 2012;11(2):57-61.
61. Gao W, Smales R, Gale M. Fluoride release/uptake from newer glass-ionomer cements used with the ART approach. *American journal of dentistry*. 2000;13(4):201-04.
62. Brar GS, Arora AS, Khinda VIS, Kallar S, Arora K. Topographic assessment of human enamel surface treated with different topical sodium fluoride agents: Scanning electron microscope consideration. *Indian Journal of Dental Research*. 2017;28(6):617.
63. Caldeira EM, Fidalgo TKdS, Passalini P, Marquezan M, Maia LC, Nojima MdCG. Effect of fluoride on tooth erosion around orthodontic brackets. *Brazilian dental journal*. 2012;23(5):581-85.
64. Splieth CH, Treuner A, Gedrange T, Berndt C. Caries-preventive and remineralizing effect of fluoride gel in orthodontic patients after 2 years. *Clinical oral investigations*. 2012;16(5):1395-99.
65. Øgaard B, Alm AA, Larsson E, Adolfsson U. A prospective, randomized clinical study on the effects of an amine fluoride/stannous fluoride toothpaste/mouthrinse on plaque, gingivitis and initial caries lesion development in orthodontic patients. *The European Journal of Orthodontics*. 2006;28(1):8-12.
66. Songsiripraduboon S, Hamba H, Trairatvorakul C, Tagami J. Sodium fluoride mouthrinse used twice daily increased incipient caries lesion remineralization in an in situ model. *Journal of dentistry*. 2014;42(3):271-78.
67. Zabokova-Bilbilova E, Popovska L, Kapusevska B, Stefanovska E. White spot lesions: prevention and management during the orthodontic treatment. *Prilozi*. 2014;35(2):161-68.
68. Kerbusch AE, Kuijpers-Jagtman AM, Mulder J, Sanden WJvd. Methods used for prevention of white spot lesion development during orthodontic treatment with fixed appliances. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2012;70(6):564-68.
69. Juhlin TL. The Effect of Two Fluoride Varnishes Duraphat and Fluor Protector on the Inhibition of Enamel Demineralization Adjacent to Orthodontic Brackets 2004.
70. Schmit JL, Staley RN, Wefel JS, Kanellis M, Jakobsen JR, Keenan PJ. Effect of fluoride varnish on demineralization adjacent to brackets bonded with RMGI cement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;122(2):125-34.
71. Demito C, Vivaldi-Rodrigues G, Ramos A, Bowman S. The efficacy of a fluoride varnish in reducing enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets: an in vitro study. *Orthodontics & craniofacial research*. 2004;7(4):205-10.
72. Azarpazhooh A, Limeback H. Clinical efficacy of casein derivatives: a systematic review of the literature. *The Journal of the American Dental Association*. 2008;139(7):915-24.
73. Vivaldi-Rodrigues G, Demito CF, Bowman SJ, Ramos AL. The effectiveness of a fluoride varnish in preventing the development of white spot lesions. *World journal of orthodontics*. 2006;7(2).
74. Perrini F, Lombardo L, Arreghini A, Medori S, Siciliani G. Caries prevention during orthodontic treatment: In-vivo assessment of high-fluoride varnish to prevent white spot lesions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016;149(2):238-43.
75. Restrepo M, Bussaneli D, Jeremias F, Cordeiro R, Raveli D, Magalhães A, et al. Control of white spot lesions with use of fluoride varnish or chlorhexidine gel during

- orthodontic treatment a randomized clinical trial. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2016;40(4):274-80.
76. Kirschneck C, Christl J-J, Reicheneder C, Proff P. Efficacy of fluoride varnish for preventing white spot lesions and gingivitis during orthodontic treatment with fixed appliances—a prospective randomized controlled trial. *Clinical oral investigations*. 2016;20(9):2371-78.
77. O'Dwyer JJ, Tinsley D, Benson PE. The effect of stretching on the release of fluoride from fluoridated elastomeric ligatures. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005;128(4):471-76.
78. Benson PE, Douglas CI, Martin MV. Fluoridated elastomers: effect on the microbiology of plaque. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;126(3):325-30.
79. Doherty UB, Benson PE, Higham SM. Fluoride-releasing elastomeric ligatures assessed with the in situ caries model. *The European Journal of Orthodontics*. 2002;24(4):371-78.
80. Banks P, Chadwick S, Asher-McDade C, Wright J. Fluoride-releasing elastomerics—a prospective controlled clinical trial. *The European Journal of Orthodontics*. 2000;22(4):401-07.
81. Williams J, Billington R, Pearson G. A long term study of fluoride release from metal-containing conventional and resin-modified glass-ionomer cements. *Journal of oral rehabilitation*. 2001;28(1):41-47.
82. Kent BE, Lewis BG, Wilson AD. Glass ionomer cement formulations: I. The preparation of novel fluoroaluminosilicate glasses high in fluorine. *Journal of dental research*. 1979;58(6):1607-19.
83. Ewoldsen N, Demke RS. A review of orthodontic cements and adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2001;120(1):45-48.
84. Hegarty DJ, Macfarlane TV. In vivo bracket retention comparison of a resin-modified glass ionomer cement and a resin-based bracket adhesive system after a year. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;121(5):496-501.
85. Corry A, Millett D, Creanor S, Foye R, Gilmour W. Effect of fluoride exposure on cariostatic potential of orthodontic bonding agents: an in vitro evaluation. *Journal of orthodontics*. 2014.
86. Chin MY, Sandham A, Rumachik EN, Ruben JL, Huysmans M-CD. Fluoride release and cariostatic potential of orthodontic adhesives with and without daily fluoride rinsing. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;136(4):547-53.
87. Buren JL, Staley RN, Wefel J, Qian F. Inhibition of enamel demineralization by an enamel sealant, Pro Seal: an in-vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(4):S88-S94.
88. Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Warren J. Effects of using a new protective sealant on the bond strength of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*. 2005;75(2):243-46.
89. Abdelnaby YL, Al-Wakeel EE. Influence of modifying the resin coat application protocol on bond strength and microleakage of metal orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*. 2010;80(2):378-84.
90. Clark TJ. The efficacy of ProSeal™, SeLECT Defense™, OrthoCoat™, and Biscover LV™ resin sealants on the prevention of enamel demineralization and white spot lesion formation. 2010.
91. Shinaishin SF, Ghobashy SA, EL-Bialy TH. Efficacy of light-activated sealant on enamel demineralization in orthodontic patients: an atomic force microscope evaluation. *The open dentistry journal*. 2011;5:179.

92. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Pataridou A. Fluoride release and uptake by four new fluoride releasing restorative materials. *Journal of oral rehabilitation*. 2003;30(9):866-72.
93. McNeill CJ, Wiltshire WA, Dawes C, Lavelle CL. Fluoride release from new light-cured orthodontic bonding agents. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2001;120(4):392-97.
94. Carvalho A, Cury J. Fluoride release from some dental materials in different solutions. *Operative dentistry*. 1999;24:14-19.
95. Çehreli ZC, Yazici R, García-Godoy F. Effect of 1.23 percent APF gel on fluoride-releasing restorative materials. *ASDC journal of dentistry for children*. 1999;67(5):330-7, 02.
96. Rothwell M, Anstice H, Pearson G. The uptake and release of fluoride by ion-leaching cements after exposure to toothpaste. *Journal of dentistry*. 1998;26(7):591-97.
97. Perrin C, Persin M, Sarrazin J. A comparison of fluoride release from four glass-ionomer cements. *Quintessence International*. 1994;25(9).
98. Lim B-S, Lee S-J, Lim Y-J, Ahn S-J. Effects of periodic fluoride treatment on fluoride ion release from fresh orthodontic adhesives. *Journal of dentistry*. 2011;39(11):788-94.
99. Ortiz-Ruiz AJ, Muñoz-Gómez IJ, Pérez-Pardo A, Germán-Cecilia C, Martínez-Beneyto Y, Vicente A. Influence of fluoride varnish on shear bond strength of a universal adhesive on intact and demineralized enamel. *Odontology*. 2018:1-9.
100. Akin M, Baka ZM, Ileri Z, Basciftci FA. Can demineralized enamel surfaces be bonded safely? *Acta Odontologica Scandinavica*. 2014;72(4):283-89.
101. Kimura T, Dunn WJ, Taloumis LJ. Effect of fluoride varnish on the in vitro bond strength of orthodontic brackets using a self-etching primer system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;125(3):351-56.
102. Xiaojun D, Jing L, Xuehua G, Hong R, Youcheng Y, Zhangyu G, et al. Effects of CPP-ACP paste on the shear bond strength of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*. 2009;79(5):945-50.
103. Baysal A, Uysal T. Do enamel microabrasion and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate affect shear bond strength of orthodontic brackets bonded to a demineralized enamel surface? *The Angle Orthodontist*. 2011;82(1):36-41.
104. Attin R, Stawarczyk B, Keçik D, Knösel M, Wiechmann D, Attin T. Shear bond strength of brackets to demineralize enamel after different pretreatment methods. *The Angle Orthodontist*. 2011;82(1):56-61.
105. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of dental research*. 1955;34(6):849-53.
106. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *American journal of orthodontics*. 1965;51(12):901-12.
107. Zachrisson BU. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *American journal of orthodontics*. 1977;71(2):173-89.
108. Graber TM, Vanarsdall Jr RL, Vig KW. *Orthodontics. Current principles & techniques*, (2005). *European Journal of Orthodontics*. 2006;28:197.
109. Main C, Thomson J, Cummings A, Field D, Stephen K, Gillespie F. Surface treatment studies aimed at streamlining fissure sealant application. *Journal of oral rehabilitation*. 1983;10(4):307-17.
110. Reisner KR, Levitt HL, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: a comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;111(4):366-73.
111. Sayinsu K, Isik F, Sezen S, Aydemir B. New protective polish effects on shear bond strength of brackets. *The Angle Orthodontist*. 2006;76(2):306-09.

112. Ireland A, Sherriff M. The effect of pumicing on the in vivo use of a resin modified glass poly (alkenoate) cement and a conventional no-mix composite for bonding orthodontic brackets. *Journal of orthodontics*. 2014.
113. Galil KA, Wright GZ. Acid etching patterns on buccal surfaces of permanent teeth. *Pediatr Dent*. 1979;1(4):230-4.
114. Zanet C, Arana-Chavez V, Fava M. Scanning electron microscopy evaluation of the effect of etching agents on human enamel surface. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2006;30(3):247-50.
115. Bishara SE, Ostby AW, Laffoon JF, Warren J. Shear bond strength comparison of two adhesive systems following thermocycling: a new self-etch primer and a resin-modified glass ionomer. *The Angle Orthodontist*. 2007;77(2):337-41.
116. Brantley WA, Eliades T. *Orthodontic materials: scientific and clinical aspects*: Thieme Stuttgart; 2001.
117. Jones S, Gledhill J, Davies E. The crystal growth technique-a laboratory evaluation of bond strengths. *The European Journal of Orthodontics*. 1999;21(1):89-93.
118. Johnston CD, Burden DJ, Hussey DL, Mitchell CA. Bonding to molars-the effect of etch time (an in vitro study). *The European Journal of Orthodontics*. 1998;20(2):195-99.
119. van Waveren Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prahl-Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;117(1):20-26.
120. Gokcelik A, Ozel Y, Ozel E, Arhun N, Attar N, Firatli S, et al. The influence of Er: YAG laser conditioning versus self-etching adhesives with acid etching on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Photomedicine and laser surgery*. 2007;25(6):508-12.
121. SWARTZ ML. *Orthodontic bonding*. 2008.
122. Endo T, Finger WJ, Hoffmann M, Kanehira M, Komatsu M. The role of oxygen inhibition of a self-etch adhesive on self-cure resin composite bonding. *American journal of dentistry*. 2007;20(3):157-60.
123. Rode K, Kawano Y, Turbino M. Evaluation of curing light distance on resin composite microhardness and polymerization. *Operative dentistry*. 2007;32(6):571-78.
124. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Gatti S, Klersy C. Effect of water and saliva contamination on the shear bond strength of a new light-cured cyanoacrylate adhesive. *Prog Orthod*. 2007;8(1):100-11.
125. Mirabella D, Spina R, Scognamiglio G, Luca L, Gracco A, Siciliani G. LED vs halogen light-curing of adhesive-precoated brackets. *The Angle Orthodontist*. 2008;78(5):935-40.
126. Cassoni A, Rodrigues J. Argon laser: a light source alternative for photopolymerization and in-office tooth bleaching. *General dentistry*. 2006;55(5):416-19.
127. Pettemerides A, Sherriff M, Ireland A. An in vivo study to compare a plasma arc light and a conventional quartz halogen curing light in orthodontic bonding. *The European Journal of Orthodontics*. 2004;26(6):573-77.
128. Campbell PM. Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *The Angle Orthodontist*. 1995;65(2):103-10.
129. Hong Y, Lew K. Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding. *European Journal of Orthodontics*. 1995;17(2):121-28.

130. Kaczmarek E, Surdacka A, Matthews-Brzozowska T, Miskowiak B. Digital image analysis and visualization of early caries changes in human teeth. *Materials Science-Wroclaw*. 2005;23(2):551.
131. Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *The European Journal of Orthodontics*. 2004;26(3):333-38.
132. Al Shamsi AH, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. Three-dimensional measurement of residual adhesive and enamel loss on teeth after debonding of orthodontic brackets: an in-vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;131(3):301. e9-01. e15.
133. Lippert F, Parker DM, Jandt KD. In vitro demineralization/remineralization cycles at human tooth enamel surfaces investigated by AFM and nanoindentation. *Journal of colloid and interface science*. 2004;280(2):442-48.
134. Hafner B. Energy dispersive spectroscopy on the SEM: a primer. *Characterization Facility, University of Minnesota*. 2006:1-26.
135. Pont HB, Özcan M, Bagis B, Ren Y. Loss of surface enamel after bracket debonding: an in-vivo and ex-vivo evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;138(4):387. e1-87. e9.
136. Gontijo L, Cruz RdA, Brandão PRG. Dental enamel around fixed orthodontic appliances after fluoride varnish application. *Brazilian dental journal*. 2007;18(1):49-53.
137. biflourid 12. 2018.
138. enamel pro. 2018.
139. duraphat. 2018.
140. da Silva Fidalgo TK, Pithon MM, do Santos RL, de Alencar NA, Abrahão AC, Maia LC. Influence of topical fluoride application on mechanical properties of orthodontic bonding materials under pH cycling. *The Angle Orthodontist*. 2012;82(6):1071-77.
141. Mehta R, Nandlal B, Prashanth S. Comparative evaluation of remineralization potential of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate fluoride on artificial enamel white spot lesion: An in vitro light fluorescence study. *Indian Journal of Dental Research*. 2013;24(6):681.
142. Schwendicke F, Stolpe M. In-Office Application of Fluoride Gel or Varnish: Cost-Effectiveness and Expected Value of Perfect Information Analysis. *Caries research*. 2017;51(3):231-39.
143. Gao SS, Zhang S, Mei ML, Lo EC-M, Chu C-H. Caries remineralisation and arresting effect in children by professionally applied fluoride treatment—a systematic review. *BMC Oral Health*. 2016;16(1):12.
144. Austin R, Stenhagen K, Hove L, Dunne S, Moazzez R, Bartlett D, et al. A qualitative and quantitative investigation into the effect of fluoride formulations on enamel erosion and erosion–abrasion in vitro. *Journal of dentistry*. 2011;39(10):648-55.
145. Du M, Cheng N, Tai B, Jiang H, Li J, Bian Z. Randomized controlled trial on fluoride varnish application for treatment of white spot lesion after fixed orthodontic treatment. *Clinical oral investigations*. 2012;16(2):463-68.
146. Sar Sancakli H, Austin R, Al-Saqabi F, Moazzez R, Bartlett D. The influence of varnish and high fluoride on erosion and abrasion in a laboratory investigation. *Australian dental journal*. 2015;60(1):38-42.
147. Eminkahyagil N, Korkmaz Y, Gokalp S, Baseren M. Shear bond strength of orthodontic brackets with newly developed antibacterial self-etch adhesive. *The Angle Orthodontist*. 2005;75(5):843-48.

148. Mattick CR, Hobson RS. A comparative micro-topographic study of the buccal enamel of different tooth types. *Journal of orthodontics*. 2014.
149. Zeppieri IL, Chung C-H, Mante FK. Effect of saliva on shear bond strength of an orthodontic adhesive used with moisture-insensitive and self-etching primers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2003;124(4):414-19.
150. Hocevar RA, Vincent HF. Indirect versus direct bonding: bond strength and failure location. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;94(5):367-71.
151. Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*. 2005;75(5):832-35.
152. Williams V, Svare C. The effect of five-year storage prior to bonding on enamel/composite bond strength. *Journal of dental research*. 1985;64(2):151-54.
153. Eliades T, Brantley W. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *The European Journal of Orthodontics*. 2000;22(1):13-23.
154. Fujisawa S, Kadoma Y. Effect of phenolic compounds on the polymerization of methyl methacrylate. *Dental Materials*. 1992;8(5):324-26.
155. Pus MD, Way DC. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *American journal of orthodontics*. 1980;77(3):269-83.
156. Thompson RE, Way DC. Enamel loss due to prophylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic attachments. *American journal of orthodontics*. 1981;79(3):282-95.
157. Fjeld M, Øgaard B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;130(5):575-81.
158. Ghiz MA, Ngan P, Kao E, Martin C, Gunel E. Effects of sealant and self-etching primer on enamel decalcification. Part II: an in-vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;135(2):206-13.
159. Tanna N, Kao E, Gladwin M, Ngan PW. Effects of sealant and self-etching primer on enamel decalcification. Part I: An in-vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;135(2):199-205.
160. Osorio R, Toledano M, Garcia-Godoy F. Bracket bonding with 15-or 60-second etching and adhesive remaining on enamel after debonding. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(1):45-48.
161. Wang WN, Lu TC. Bond strength with various etching times on young permanent teeth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1991;100(1):72-79.
162. Urabe H, Rossouw P, Titley K, Yamin C. Combinations of etchants, composite resins, and bracket systems: an important choice in orthodontic bonding procedures. *The Angle Orthodontist*. 1999;69(3):267-75.
163. Üşümez S, Orhan M, Üşümez A. Laser etching of enamel for direct bonding with an Er, Cr: YSGG hydrokinetic laser system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;122(6):649-56.
164. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;126(6):717-24.
165. Hu W, Featherstone JD. Prevention of enamel demineralization: an in-vitro study using light-cured filled sealant. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005;128(5):592-600.

166. Zachrisson B. Bonding in orthodontics. *Orthodontics Current Principles and Techniques*. 1985:485-563.
167. Vilara RV, Souzaa NF, Cal-Netob JP, Galvão M, Sampaio-Filho H, de Moraes Mendese A. Shear bond strength of brackets bonded with two light-curing orthodontic adhesives. *studies*. 2009;5(7):21-22.
168. Buyuk SK, Kucukkekenci AS. Effects of different etching methods and bonding procedures on shear bond strength of orthodontic metal brackets applied to different CAD/CAM ceramic materials. *The Angle Orthodontist*. 2017.
169. Mavropoulos A, Staudt C, Kiliaridis S, Krejci I. Light curing time reduction: in vitro evaluation of new intensive light-emitting diode curing units. *The European Journal of Orthodontics*. 2005;27(4):408-12.
170. Talbot TQ, Blankenau RJ, Zobitz ME, Weaver AL, Lohse CM, Rebellato J. Effect of argon laser irradiation on shear bond strength of orthodontic brackets: an in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2000;118(3):274-79.
171. Aljehani A, Tranæus S, Forsberg CM, Angmar-Månsson B, Shi XQ. In vitro quantification of white spot enamel lesions adjacent to fixed orthodontic appliances using quantitative light-induced fluorescence and DIAGNOdent. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2004;62(6):313-18.
172. Visel D, Jäcker T, Jost-Brinkmann P-G, Präger T-M. Demineralization adjacent to orthodontic brackets after application of conventional and self-etching primer systems. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2014;75(5):358-73.
173. Paschos E, Galosi T, Huth KC, Rudzki I, Wichelhaus A, Kunzelmann K-H. Do bonding agents protect the bracket-periphery?—Evaluation by consecutive μ CT scans and fluorescence measurements. *Clinical oral investigations*. 2015;19(1):159-68.
174. Behnan SM, Arruda AO, González-Cabezas C, Sohn W, Peters MC. In-vitro evaluation of various treatments to prevent demineralization next to orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;138(6):712. e1-12. e7.
175. Sales-Peres AdC, Marsicano JA, Garcia RP, Forim MR, SILVA MFdGF, SALES-PERES SHdC. Effect of natural gel product on bovine dentin erosion in vitro. *Journal of Applied Oral Science*. 2013;21(6):597-600.
176. Murakami C, Bönecker M, Corrêa MSNP, Mendes FM, Rodrigues CRMD. Effect of fluoride varnish and gel on dental erosion in primary and permanent teeth. *Archives of oral biology*. 2009;54(11):997-1001.
177. Cury JA, Tenuta LMA. Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions? *Brazilian oral research*. 2009;23:23-30.
178. Shaik ZA, Rambabu T, Sajjan G, Varma M, Satish K, Raju VB, et al. Quantitative Analysis of Remineralization of Artificial Carious Lesions with Commercially Available Newer Remineralizing Agents Using SEM-EDX-In Vitro Study". *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2017;11(4):ZC20.
179. Klimuszko E, Orywal K, Sierpinska T, Sidun J, Golebiewska M. Evaluation of calcium and magnesium contents in tooth enamel without any pathological changes: in vitro preliminary study. *Odontology*. 2018:1-8.
180. Alkattan R, Lippert F, Tang Q, Eckert GJ, Ando M. The influence of hardness and chemical composition on enamel demineralization and subsequent remineralization. *Journal of dentistry*. 2018.
181. Vicente A, Ruiz AJO, Paz BMG, López JG, Bravo-González L-A. Efficacy of fluoride varnishes for preventing enamel demineralization after interproximal enamel reduction. Qualitative and quantitative evaluation. *PloS one*. 2017;12(4):e0176389.

182. Vicente A, Ruiz AJO, López MG, Beneyto YM, Bravo-González L-A. Enamel Resistance to Demineralization After Bracket Debonding Using Fluoride Varnish. *Scientific reports*. 2017;7(1):15183.
183. Yu H, Attin T, Wiegand A, Buchalla W. Effects of various fluoride solutions on enamel erosion in vitro. *Caries research*. 2010;44(4):390-401.
184. Cochrane N, Shen P, Yuan Y, Reynolds E. Ion release from calcium and fluoride containing dental varnishes. *Australian dental journal*. 2014;59(1):100-05.
185. Nicolae C, Hincu M, Amariei C. Scanning electron microscopic observation of morphological modifications produced by Fluorostom on enamel surface. *Rom J Morphol Embryol*. 2011;52(4):1255-59.
186. Arnold WH, Dorow A, Langenhorst S, Gintner Z, Bánóczy J, Gaengler P. Effect of fluoride toothpastes on enamel demineralization. *BMC Oral Health*. 2006;6(1):8.
187. Mohanty P, Padmanabhan S, Chitharanjan AB. An in Vitro Evaluation of Remineralization Potential of Novamin® on Artificial Enamel Sub-Surface Lesions Around Orthodontic Brackets Using Energy Dispersive X-Ray Analysis (EDX). *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2014;8(11):ZC88.
188. Rirattanapong P, Vongsavan K, Saengsirinavin C, Pornmahala T. Effect of fluoride varnishes containing tri-calcium phosphate sources on remineralization of initial primary enamel lesions. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*. 2014;45(2):499.
189. Hamdan WA, Badri S, El Sayed A. The effect of fluoride varnish in preventing enamel demineralization around and under orthodontic bracket. *International orthodontics*. 2018;16(1):1-11.
190. Msallam FA, Grawish ME-A, Hafez AM, Abdelnaby YL. Decalcification prevention around orthodontic brackets bonded to bleached enamel using different topical agents. *Progress in Orthodontics*. 2017;18(1):15.
191. Nalbantgil D, Oztoprak MO, Cakan DG, Bozkurt K, Arun T. Prevention of demineralization around orthodontic brackets using two different fluoride varnishes. *European journal of dentistry*. 2013;7(1):41.
192. Durmusoglu Ö, Tağtekin DA, Yanıkoğlu F. Clinical evaluation of demineralization and remineralization of intact root surface lesions in the clinic by a quantitative light-induced fluorescence system. *Lasers in medical science*. 2012;27(2):397-402.
193. 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. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017;151(1):167-73.
194. Pithon MM, Dos Santos MJ, Andrade CS, Leão Filho JCB, Braz AKS, de Araujo RE, et al. Effectiveness of varnish with CPP-ACP in prevention of caries lesions around orthodontic brackets: an OCT evaluation. *European Journal of Orthodontics*. 2014;37(2):177-82.
195. Shen P, Bagheri R, Walker G, Yuan Y, Stanton D, Reynolds C, et al. Effect of calcium phosphate addition to fluoride containing dental varnishes on enamel demineralization. *Australian dental journal*. 2016;61(3):357-65.
196. Shahabi M, Moosavi H, Gholami A, Ahrari F. In vitro effects of several surface preparation methods on shear bond strength of orthodontic brackets to caries-like lesions of enamel. *European journal of paediatric dentistry: official journal of European Academy of Paediatric Dentistry*. 2012;13(3):197-202.
197. Shahabi M, Ahrari F, Mohamadipour H, Moosavi H. Microleakage and shear bond strength of orthodontic brackets bonded to hypomineralized enamel following different surface preparations. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2014;6(2):e110.

198. Uysal T, Baysal A, Uysal B, Aydınbelge M, Al-Qunaian T. Do fluoride and casein phosphopeptide–amorphous calcium phosphate affect shear bond strength of orthodontic brackets bonded to a demineralized enamel surface? *The Angle Orthodontist*. 2011;81(3):490-95.
199. Bayrak S, Tuloglu N, Ozer F, Blatz MB. Effect of fluoride varnish with added casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on bond strength to enamel. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2017;31(6):581-90.
200. Cossellu G, Lanteri V, Butera A, Sarcina M, Farronato G. Effects of six different preventive treatments on the shear bond strength of orthodontic brackets: in vitro study. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*. 2015;1(1):13-17.



7. EKLER

EK-1. Etik Kurul Onay

MKÜ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Demineralize mine yüzeyinin farklı flor vernikleri tedavisinin EDX ile değerlendirilmesi ve Kullanılan flor verniklerinin bağlanma dayanımına etkisi
ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2018/97

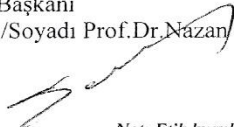
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	MKÜ TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ:	MKÜ Alahan Kampüsü Antakya HATAY
	TELEFON	0326 245 51 14
	FAKS	0326 245 51 14
	E-POSTA	tipetik@gmail.com

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Dr.Öğr.Üyesi Ayşegül GÜLEÇ			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Diş Hekimliği Anabilim Dalı			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi			
	DESTEKLEYİCİ				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 4	<input type="checkbox"/>		
		Gözlemsel ilaç çalışması	<input type="checkbox"/>		
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLAR ARASI <input type="checkbox"/>	

ASLI GÖRÜLMEK ÜZERE
Enver Seda
Etik Kurulu Başkanı



Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı Prof.Dr.Nazan SAVAS
İmza:



Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

MKÜ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Deminerailize mine yüzeyinin farklı flor vernikleri tedavisinin EDX ile değerlendirilmesi ve Kullanılan flor verniklerinin bağlanma dayanımına etkisi
ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2018/97

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	03/04/2018-118	1
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU		1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama		
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>		
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>		
	İLAN	<input type="checkbox"/>		
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>		
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>		
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 09	Tarih: 24/05/2018		
	KARAR 09- Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Dr.Öğr.Üyesi Ayşegül GÜLEÇ'in "Deminerailize mine yüzeyinin farklı flor vernikleri tedavisinin EDX ile değerlendirilmesi ve Kullanılan flor verniklerinin bağlanma dayanımına etkisi" isimli çalışması görüşülmüş olup; çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve etik kurallara uygun bulunmuş olup; çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.			

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	PROF.DR.NAZAN SAVAŞ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım		İmza
Prof.Dr..Nazan SAVAŞ	Halk Sağlığı	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Aydiner KALACI	Ortopedi ve Travmatoloji	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Burçin ÖZER	Tıbbi Mikrobiyoloji	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr.Enver Ahmet DEMİR	Tıbbi Fizyoloji	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr.Neslihan PINAR	Tıbbi Farmakoloji	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Erhan YENGİL	Aile Hekimliği	MKÜ T.A.S. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı Prof.Dr.Nazan SAVAŞ
İmza:

Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.



MKÜ
TAYFUR ATA SÖKMEN TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Deminerailize mine yüzeyinin farklı flor vernikleri tedavisinin EDX ile değerlendirilmesi ve Kullanılan flor verniklerinin bağlanma dayanımına etkisi							
ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		2018/97							
Av.Nefise Yeşil YILDIZ	Hukuk	MKÜ Hukuk Müşavirliği	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Dr.Öğr.Üyesi Rana CAN	Sağlık Hizmetleri	MKÜ Sağlık Yüksekokulu	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	<i>AB</i>
Gül Ayşe APAK	Öğretmen	Milli Eğitim Bakanlığı Hacılar İlköğretim Okulu	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	<i>Can</i>
Aysel KUŞÇU	Çocuk Gelişimci	Hatay Halk Sağlığı Müdürlüğü	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Hakan BORAZAN	Öğretmen	Milli Eğitim Bakanlığı Islahiye Yeşilyurt İlköğretim Okulu	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	<i>HS</i>

*:Toplantıda Bulunma

ASLI GİBİDİR
Enver Sedat BORAZAN
Etik Kurul Başkanı
Enver Sedat Borazan

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı Prof.Dr.Nazan SAVAS
İmza:

Nazan Savas

Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

8. ÖZGEÇMİŞ

Betül TURGAY, 1984 yılında Tarsus/Mersin’ de doğdu. İlkokul eğitimini Atatürk ve İsmet İnönü İlköğretim Okulu’nda, lise eğitimini Gaziantep Anadolu Lisesi ve Adana Anadolu Lisesi’nde tamamladı. Lisans eğitimini Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nde 2008 yılında dönem ikinciliği ile bitirdikten sonra özel sektörde çalışmaya başladı. 2013 Kasım ayında Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitimine başladı.

